

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices –
Part 16-10: Technology Approval Schedule (TAS) for monolithic microwave
integrated circuits**

**Dispositifs à semiconducteurs –
Partie 16-10: Format-cadre pour agrément de technologie (TAS) pour circuits
intégrés monolithiques hyperfréquences**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2004 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Semiconductor devices –

Part 16-10: Technology Approval Schedule (TAS) for monolithic microwave integrated circuits

Dispositifs à semiconducteurs –

Partie 16-10: Format-cadre pour agrément de technologie (TAS) pour circuits intégrés monolithiques hyperfréquences

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

ICS 31.200

ISBN 978-2-83220-619-5

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	4
Foreword to this particular Technology Approval Schedule (TAS)	7
Organizations responsible for preparing the present TAS.....	7
Preface.....	7
INTRODUCTION.....	8
1 General	9
1.1 Scope.....	9
1.2 Normative documents.....	9
1.3 Units, symbols and terminology	10
1.4 Standard and preferred values	10
1.5 Definitions	10
2 Definition of the component technology	12
2.1 Scope.....	12
2.2 Description of activities and flow charts	13
2.3 Technical abstract	13
2.4 Requirements for control of subcontractors	16
3 Component design of MMICs.....	18
3.1 Scope.....	18
3.2 Description of activities and flow charts	18
3.3 Interfaces	19
3.4 Validations and control of the processes	21
4 Mask manufacture	23
4.1 Scope.....	23
4.2 Description of activities and flow charts	23
4.3 Validation and control of the processes	23
4.4 Subcontractors, vendors and internal suppliers	23
5 Wafer fabrication of MMICs	23
5.1 Scope.....	23
5.2 Description of activities and flow charts	24
5.3 Equipment.....	26
5.4 Materials	26
5.5 Re-work	26
5.6 Validation methods and control of the processes	27
5.7 Interrelationship	28
6 Wafer probing of MMICs	30
6.1 Scope.....	30
6.2 Description of activities and flow charts	30
6.3 Equipment.....	30
6.4 Test procedures	30
6.5 Interrelationship	30
7 Back-side process for bare chip delivery	32
7.1 Scope.....	32
7.2 Description of activity and flow charts.....	32
7.3 Equipment.....	33
7.4 Materials	33

7.5	Validation methods and control of the processes	33
7.6	Interrelationship	33
7.7	Validity of release.....	34
8	Assembly of MMICs.....	36
8.1	Scope.....	36
8.2	Description of activities and flow charts	36
8.3	Materials, inspection and handling.....	37
8.4	Equipment	37
8.5	Re-work	37
8.6	Validation and control of the processes	37
8.7	Interrelationships.....	38
9	Testing of MMICs	40
9.1	Scope.....	40
9.2	Description of activities and flow charts	40
9.3	Equipment.....	40
9.4	Test procedures	41
9.5	Interfaces	42
9.6	Validation and control of the processes	43
9.7	Process boundary verification.....	46
9.8	Product verification.....	50
10	Process characterization	50
10.1	Identification of process characteristics	50
10.2	Description of activities	51
10.3	Characterization procedures.....	52
11	Packaging and shipping.....	53
11.1	Description of activities and flow charts	53
11.2	Interfaces	54
11.3	Validity of release.....	54
12	Withdrawal of Technology Approval	56
	Figure 1 – Example flow chart of design/manufacture/test.....	16
	Figure 2 – Example flow chart of a design.....	21
	Figure 3 – Technology flow chart of the process	29
	Figure 4 – Example flow chart for a wafer probing.	30
	Figure 5 – Example flow chart for a back-side process for bare chip delivery	34
	Figure 6 – Example flow chart for an assembly	38
	Figure 7 – Example flow char for a testing	44
	Figure 8 – Typical flow chart for packaging and shipping	54

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES –

**Part 16-10: Technology Approval Schedule (TAS)
for monolithic microwave integrated circuits**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60747-16-10 has been prepared by subcommittee 47E: Discrete semiconductor devices, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This bilingual version (2013-01) corresponds to the monolingual English version, published in 2004-07.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
47E/257/FDIS	47E/262/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been partially drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2 (2001). It also follows the requirements given in IEC QC 210000:1995, Technology Approval Schedules – Requirements under the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ-CECC).

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004

International Electrotechnical Commission Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ-CECC)		QC 210021
Responsible NAI:	Name Address Tel: Fax:	Specification available as shown in QC 001004 Specifications List or from any National Authorized Institution (NAI)
TECHNOLOGY APPROVAL SCHEDULE (Monolithic microwave integrated circuits)		 
		Issue QC 210021 2004-07

Foreword to this particular Technology Approval Schedule (TAS)

The IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) is composed of those member countries of the International Electrotechnical Commission (IEC) that wish to take part in a harmonized system for electronic components of assessed quality.

The object of the System is to facilitate international trade by the harmonization of specifications and quality assessment procedures for electronic components and by the granting of an internationally recognized mark or certificate of conformity. The components produced under the System are acceptable in all member countries without further testing.

This TAS has been prepared for use by those countries taking part in the System who wish to issue national harmonized specifications for Technology Approval of manufacturers of monolithic microwave integrated circuits. It should be read in conjunction with the current regulations of the IECQ-CECC System.

At the date of printing of this schedule the member countries of IECQ-CECC are China, Denmark, France, Germany, India, Italy, Japan, Republic of Korea, Netherlands, Norway, Russian Federation, Switzerland, Thailand, Ukraine, United Kingdom, USA and Yugoslavia. Copies of this schedule can be obtained from their National Authorized Institutions, National Standards Organizations or, in case of difficulty, from the Central Office of IEC in Geneva, Switzerland (fax 41 22 9190300) as described in the Specifications List QC 001004 on www.iecq-cecc.org.

Organizations responsible for preparing the present TAS

IEC subcommittee 47E: Discrete semiconductor devices

Preface

This schedule was prepared by SC47E/WG2.

It is based, wherever possible, on the publications of the International Electrotechnical Commission (IEC) and the International Organization for Standardization (ISO) and in particular on:

- IEC 60747-16-1: Semiconductor devices – Part 16-1: Microwave integrated circuits – Amplifiers,
- IEC 60747-16-2: Semiconductor devices – Part 16-2: Microwave integrated circuits – Frequency prescalers,
- IEC 60747-16-3: Semiconductor devices – Part 16-3: Microwave integrated circuits – Frequency converters,
- IEC 60747-16-4: Semiconductor devices – Part 16-4: Microwave integrated circuits – Switches.

INTRODUCTION

The requirements for Technology Approval for manufacturers of electronic and electro-mechanical components are given in QC 001002-3, Clause 6. The procedures for approval defined in that clause require the manufacturer to have available an appropriate Technology Approval Schedule (TAS).

This schedule defines how the principles and requirements of QC 001002-3, Clause 6, are applied to monolithic microwave integrated circuits.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004

SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 16-10: Technology Approval Schedule (TAS) for monolithic microwave integrated circuits

1 General

1.1 Scope

This TAS specifies the terms, definitions, symbols, quality system, test, assessment and verification methods and other requirements relevant to the design, manufacture and supply of monolithic microwave integrated circuits in compliance with the general requirements of the IECQ-CECC System for electronic components of assessed quality.

1.2 Normative documents

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60027 (all parts): *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary*

IEC 60068 (all parts): *Environmental testing*

IEC 60191-2: *Mechanical standardisation of semiconductor devices – Part 2: Dimensions*

IEC 60617-DB¹ (all parts): *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60747-1: *Semiconductor devices – Discrete devices and integrated circuits – Part 1: General*

IEC 60747-16-1: *Semiconductor devices – Part 16-1: Microwave integrated circuits – Amplifiers*

IEC 60747-16-2: *Semiconductor devices – Part 16-2: Microwave integrated circuits – Frequency prescalers*

IEC 60747-16-3: *Semiconductor devices – Part 16-3: Microwave integrated circuits – Frequency converters*

IEC 60747-16-4: *Semiconductor devices – Part 16-4: Microwave integrated circuits – Switches²*

IEC 60748-1: *Semiconductor devices – Integrated circuits – Part 1: General*

ISO 1000: *SI units and recommendations for the use of their multiples and certain other units*

¹ DB” refers to the IEC on-line database.

² To be published.

1.3 Units, symbols and terminology

Units, graphical symbols, letter symbols and terminology shall, whenever possible, be taken from the following documents:

IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050: *International electrotechnical vocabulary*

IEC 60617-DB: *Graphical symbols for diagrams*

ISO 1000: *SI units and recommendations for the use of their multiples and certain other units*

Any other units, symbols and terminology specific to the scope of this TAS shall be taken from the relevant IEC or ISO documents listed under Normative documents.

1.4 Standard and preferred values

Technology Approval allows the customization of the component or process to suit each customer. The conventional concept of preferred values may thus have limited application. However, when internationally recognized preferred values apply these should be used, e.g. voltage, temperature and dimensions. Reference shall be made to the appropriate IEC or ISO publications, i.e.:

- voltage IEC 60747-1
- temperature IEC 60747-1
- dimensions IEC 60191-2.

1.5 Definitions

For the purposes of this document, the following definitions apply.

1.5.1 General terms for monolithic microwave integrated circuits

1.5.1.1 microelectronics

(IEC 60748-1, definition 4.1.5)

1.5.1.2 microcircuit

(IEC 60748-1, definition 4.2.2)

1.5.1.3 integrated circuit

(IEC 60748-1, definition 4.2.3)

1.5.1.4 integrated microcircuit

microcircuit in which a number of circuit elements are inseparably associated and electrically interconnected such that for the purpose of specification and testing and commerce and maintenance, it is considered indivisible

NOTE 1 For this definition, a circuit element does not have an envelope or external connection and is not specified or sold as a separate item.

NOTE 2 Where no misunderstanding is possible, the term "integrated microcircuit" may be abbreviated to "integrated circuit".

NOTE 3 Further qualifying terms may be used to describe the technique used in the manufacture of a specific integrated microcircuit. Examples to the use of qualifying terms: semiconductor monolithic integrated circuit; semiconductor multi-chip integrated circuit; thin film integrated circuit; thick film integrated circuit; hybrid integrated circuit.

1.5.1.5**micro-assembly**

microcircuit consisting of various components and/or integrated microcircuits which are constructed separately and which can be tested before being assembled and packaged

NOTE 1 For this definition, a component has external connections and possibly an envelope as well and it also can be specified and sold as a separate item.

NOTE 2 Further qualifying terms may be used to describe the form of the components and/or the assembly techniques used in the construction of a specific micro-assembly. Examples of use of qualifying terms: semiconductor multi-chip micro-assembly; discrete component micro-assembly.

1.5.2 List of abbreviations

– ASIC:	Application Specific Integrated Circuit
– BDS:	Blank Detail Specification
– BICMOS:	Bipolar and Complementary Metal Oxide Silicon
– CAD:	Computer Aided Design
– CAE:	Computer Aided Engineering
– CECC:	CENELEC Electronic Components Committee
– CMB:	Contract Management Branch
– Cpk:	Index of critical process capability
– Die Shear:	Test on die attach
– DIL:	Dual In Line Package
– DRC:	Design Rules Check
– Dye Penetrant (ZYGLO):	Seal test
– EDP:	Electronic Data Processing
– EFR:	Electrical Failure Rate
– ERC:	Electrical Rules Check
– ESD:	Electro Static Discharge
– GaAs:	Gallium Arsenide
– HBT:	Hetero-junction Bipolar Transistor
– HEMT:	High Electron Mobility Transistor
– ISO 9000:	ISO International Quality Rules
– JFET:	Junction Field Effect Transistor
– LRM:	Line Reflect Match
– LSSD:	Level Sensitive Scan Design
– LVS:	Layout Versus Schematics
– MESFET:	Metal Semiconductor Field Effect Transistor
– MMIC:	Monolithic Microwave Integrated Circuits
– MODFET:	Modulation Doped Field Effect Transistor
– MTF:	Mean Time to Failure
– MTBF:	Mean Time Between Failures
– MTTR:	Mean Time To Repair
– NMOS:	Metal Oxide Silicon N channel

- OS: Operating System
- PAS: Publicly Available Specification
- PCM: Process Control Monitor
- PDA: Percentage Defectives Allowed
- PM: Parametric Monitor
- PMOS: Metal Oxide Silicon P channel
- POST CAP: Inspection after Encapsulation
- PRE CAP: Inspection before Encapsulation
- QA: Quality Assurance
- QCI: Quality Conformance Inspection
- QML: Qualified Manufacturer List
- RIE: Reactive Ion Etching
- SEC: Standard Evaluation Circuit
- SEM: Scanning Electron Microscope
- SI: Supervising Inspectorate
- SOI: Silicon on Insulator
- SOLT: Short Open Load Thru
- SOS: Silicon on Sapphire
- SPC: Statistical Process Control
- Si: Silicon
- TADD: Technology Approval Declaration Document
- TCI: Technology Conformance Inspection
- TCV: Technology Characterization Vehicle
- TDDB: Time Dependent Dielectric Breakdown
- TQM: Total Quality Management
- TRB: Technology Review Board
- TRL: Thru Reflect Line
- VT: Threshold Voltage for FET
- ZYGLO: see Dye Penetrant.

NOTE PCM and PM have the same meaning; however, PCM is the term used in the following subclauses.

1.5.3 Definitions relevant to the scope of the TAS

See QC 001002-3, Clause 6 for definitions specific to Technology Approval.

2 Definition of the component technology

2.1 Scope

The Technology Approval for the declared range or family of components shall include their design and manufacturing processes and their interfaces. The overall management of these interfaces by the Control Site shall be included. These processes and interfaces shall be declared within the Technology Approval Declaration Document (TADD).

More detailed requirements for the listed processes and interfaces to be included within the Technology Approval are given in the relevant clauses of this TAS. The processes are listed below with the identification of the MAIN TECHNICAL PROCESS:

- Process characterization
- Integrated circuit design – This is a MAIN TECHNICAL PROCESS
- Mask manufacture
- Wafer fabrication – This is a MAIN TECHNICAL PROCESS
- Back-side process
- Wafer probe
- Assembly – This is a MAIN TECHNICAL PROCESS
- Test and release – This is a MAIN TECHNICAL PROCESS
- Packaging and shipping

Shipping includes the temporary storage of finished products before shipment to the customer.

2.2 Description of activities and flow charts

2.2.1 Description of activities

All the activities (processes) shall be identified with the relevant flow charts included. This information may include different processes for different types of components but covered by the same technology. Where applicable, these should address all the processes listed in 2.1.

The design and manufacturing cycle of integrated circuits may involve one or more qualified company or facility handling different tasks within the “life cycle” of an MMIC.

Design, development or specification of an MMIC is performed to the specific requirements of a customer, which may be an external customer (such as for an application-specific MMIC), or an internal department.

The prime contractor is that organization which undertakes the responsibility for the management of all tasks prior to the supply of an MMIC to the specified requirements.

2.2.2 Flow charts

The flow chart in Figure 1 is an example showing such operations, where the specific stages are expected to be defined, referencing the relevant internal documentation.

2.3 Technical abstract

2.3.1 TADD abstract (not for publication)

The Technology Approval technical abstract shall be declared by the technology approval declaration document (TADD).

For each technology declared the following shall be identified:

- Description of design tools used e.g. CAD systems, software;
- Description of wafer fabrication processes including feature size, technology, types and number of interconnects
 - e.g. 0,5 μm gate, GaAs MESFET, double layer metal;

- Description/list of products and/or family of products
 - e.g. low noise amplifiers; power amplifiers; switches;
- Description of packaging types/materials and range of pincounts
 - e.g. chip form: ceramic, DIL 8, 16 pin;
- Description of test equipment, i.e. type of test equipment and scope.

An example of a Technology Approval technical abstract is given in 2.3.3.

2.3.2 QC 001005 abstract

The information to be published within QC 001005:2000, Register of Firms, Products and Services approved under the IECQ-CECC System, including ISO 9000, may be based on the information given to satisfy the Technology Approval technical abstract of 2.3.1. Information marked with an asterisk (“*”) may be omitted in the published “Abstract of Technology Approval” if requested by Control Site.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004

2.3.3 Example of a Technology Approval technical abstract

TECHNOLOGY DESCRIPTION: MONOLITHIC MICROWAVE INTEGRATED CIRCUIT

Manufacture [Control Site]: *Name and location*
 IEC Reference: *QC 210021 – TAS for Monolithic Microwave Integrated Circuits*
 Certificate Number: *Reference of the local SI*
 TADD Generic: *Control Site's Document Reference*
(Cross references to other TADD shall exist in the Generic Specification where applicable).

LIBRARY/DESIGN

Manufacturer's name of the library:
 Information on the library (where applicable):
 Purpose: ☐ Microwave Design ☐ Digital Design ☐ Others
 Types: ☐ Standard Cells ☐ Element Cells
 Contents: *Types of cells*

WAFER FABRICATION:

Wafer Fabrication Process Name: *(e.g. "AMES0.5" etc.)*
 Wafer Fabrication Process Type: *(e.g. FET/Bipolar etc.)*
 Function: *(e.g. Standard Cell/Custom etc.)*
 Production Families: *(e.g. Low Noise/High Power/Control etc.)*
 Details:
 Wafer Size: *(e.g. 100 mm)*
 Gate Length: *(e.g. 0,5 μ m)*
 Maximum Interconnect Levels:* *(Triple/Double/Single Level/Metal etc.)**
 Transmission line structure: *(e.g. microstrip/coplanar waveguide etc.)*
 Metal Compositions:* *(Al/Si/Al/Cu etc.)**
 Gate Material:* *(Metal/Polysilicon etc.)**
 Passivation Material:* *(1,2 μ m Compressive Nitride etc.)**
 Substrate Material:* *(e.g. GaAs)**
 Number of masks:* *(e.g. 8)**

ASSEMBLY:

Package types: *(e.g. Thin Plastic Quad Flat Pack, 7,6 mm Small Outline (SO) etc.)*
 Details:
 Maximum Die Size: *(e.g. TPQFP – 9 x 9 mm: SO300 – 2,3 mm x 2,3 mm)*
 Package materials: *(e.g. Ceramic/Epoxy/Plastic etc.)*
 Header/Leadframe:* *(e.g. Copper/Alloy 42 etc.)**
 Pin/Lead Finish: *(e.g. Gold/Solder Dipped etc.)*
 Die Attachment:* *(e.g. Silicon-Gold Eutectic etc.)**
 Bond Wire Attachment:* *(e.g. Aluminium, Ultrasonic etc.)**
 Package assembly

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF PRODUCTS:

Supply Voltage Range:
 Maximum Input Power:
 Total Power Dissipation:
 Maximum Operating Frequency:
 Operating Temperature Range:
 Storage Temperature Range:

ENVIRONMENTAL/RELIABILITY LIMITS:

Endurance Test Performance: *(e.g. > x year at 55 °C or > 1 000 h at 125 °C)*
 Accelerated Damp Heat Severity: *(e.g. > x year at 55 °C/60 % RH or 1 000 h at 85 °C/85 % RH)*
 Temperature Cycling Extremes: *(e.g. –65 °C / +150 °C)*
 etc.
AND
 Expected Failure Rate *(under specified environments)*
 Quality Factor (π_Q).

(The limits of approval shall be made available to the customer, and any tests should correlate to IEC test methods and should be suitable for the intended application.)

2.4 Requirements for control of subcontractors

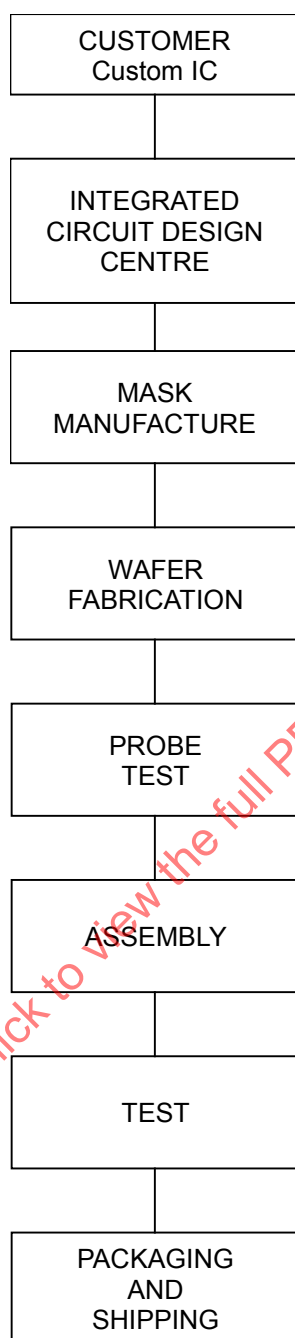
Where a technical process as defined in 2.1 is subcontracted, the procedures and criteria employed to demonstrate control shall be specified. This may be achieved either by the demonstration of conformance to the requirements of the appropriate PAS (Publicly Available Specification) in the IECQ-CECC 200000 series, or by demonstrating that the processes have been satisfactorily performed in accordance with criteria defined or referenced from the TADD. Such criteria shall be capable of demonstrating compliance with the declaration of reliability and environmental performance.

The following items shall be specified:

- Reason for subcontracting
- Name and address
- IECQ-CECC Process and Approval or Technology Approval certificate reference (where appropriate)
- Name of CMB (Contract Management Branch) contract within the subcontractor
- Documentation
- Interrelationship documentation.

NOTE Design, mask manufacture, wafer fabrication, wafer probe, assembly, testing, packaging and shipping may be subcontracted provided that the control site has the capability for at least one of the MAIN TECHNICAL PROCESSES as defined in 6.2.1.3 of QC 001002-3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004



IEC 876/04

NOTE This is an example of a packaged device.

Figure 1 – Example flow chart of design/manufacture/test

3 Component design of MMICs

3.1 Scope

Design information relevant to the technology for which approval is sought shall be included in the TADD.

This shall include design of the semiconductor process incorporating modification and publication of the process parameters and related process design rules in the form of written and computer files suitable for use in CAD tools at either internal customers or independent design centres.

Process characterization and circuit design are, in general, separate though inter-related tasks, and so their interfaces with the process design task shall be specified in detail, including management responsibilities, transfer specifications, requirements and deliverables.

The IC design centre is responsible for the design of integrated circuits in accordance with customer requests as defined by product or other specifications, generally by translation from received data into IC specifications, then design and simulation phases followed by production of data, specifications, and computer files (or equivalent) required for manufacturing. This shall generally employ data from the process design task.

Activities may include mask making and writing product test programmes or test data suitable for development into test programmes by a test centre or task.

3.2 Description of activities and flow charts

3.2.1 Description of activities

The activities of design for integrated circuits shall be declared, including flow charts showing all activities, critical steps, check points and quality indicators, referencing the relevant internal documentation. These shall include any or all of items a) to e) below, as appropriate:

a) Feasibility

The availability of equipment and of the design/manufacturing capacity to cover the required production lot quantities shall be verified.

b) Process design

- i) Physical characteristics (required for circuit design)
- ii) Electrical characteristics
- iii) Layout rules.

c) Design services and support

- i) Design Rule Checker (DRC)
- ii) Layout Versus Schematic (LVS)
- iii) Process rules (wafer fab and assembly)
- iv) CAD Models.

d) Circuit design tools

- i) Linear simulation (frequency domain)
- ii) Harmonic balance
- iii) SPICE
- iv) Electromagnetic analysis
- v) Other.

e) Conversion or adaptation of existing designs

Any activities not so described shall be stated with reference to the relevant documentation and interface controls. The information to be listed, where applicable, concerns:

- i) basic technologies (processes, layers, elements, geometries, described in design book, etc.);
- ii) design rules identification (including physical, electrical and layout for wafer fab and assembly also described in design book);
- iii) CAD data and tools for each type of component e.g. hardware, software and cell libraries generally part of the design kit;
- iv) verification and validation procedures;
- v) package selection or design procedures;
- vi) test programmes (e.g. test description language, test parameters, etc.).

3.2.2 Flow charts

For an example of a typical flow chart, see Figure 2.

3.3 Interfaces**3.3.1 Design/manufacture**

The manufacturing interrelationship during the design stages shall be declared, including those with

- manufacturing (mask manufacture and/or fabrication),
- management of software configuration and library updates,
- upward compatibility,
- documentation,
- traceability,
- usage limits (model, accuracy),
- usage of verification tools (DRC, ERC, LVS),
- assembly (including package suppliers),
- prototyping (if applicable),
- characterization and test (including equipment and specifications),
- any other requirements.

3.3.2 Customer/user

The design centre defines its policy related to the involvement of the customer during the various design steps:

- Specifications
 - writing the technical need specification.
- Design reviews
 - functional simulation,
 - test oriented simulation ,
 - place and electromagnetic simulation.

- Prototyping (if applicable)
 - characterization and evaluation of prototypes.

The design centre is responsible for the application of the design and fabrication rules related to the identified technology. It is also responsible for the correct test methodology to fulfil the requirements of the technical need specification.

3.3.3 Interface with test centre

An identification and description of the interface between the design centre (responsible for the implementation of testability inside the circuit and test element group generation) and the entity realising, controlling and running the tester and the test programme shall be made.

A description shall be given of the methodology concerning:

- evaluation and tests on characterization of prototypes (if applicable);
- evaluation and tests on wafers (probing);
- evaluation and control of finished products;
- evaluation and tests to investigate failures mechanisms.

3.3.4 Vendor software capability

a) Software transparency/portability

This subclause outlines the steps to be taken to ensure that a piece of software is transparent and portable.

b) Definitions

Portability

The software is applicable to different processes, e.g. several MMIC processes. Portability can be to different levels, e.g. a piece of software can be used

- for 0,5 μm processes only,
- or for all 0,25 μm and 0,5 μm processes,
- or for all MMIC processes from a specific manufacturer, etc.

Transparency

The degree to which the software handles the details of the chip design without detailed knowledge from the user, e.g.:

- Software with little transparency is that currently used for full custom design where the software is merely a tool for layout/simulation etc., and the designer makes all the decisions.

This leads to several issues to be addressed primarily by the software vendor. To identify the degree of transparency/portability, attention is paid to the following points:

- i) If vendors claim their software to be portable some sort of benchmarking must be carried out.
- ii) The qualification level of personnel used as MMIC designers will vary according to level of transparency/portability, e.g. they may be educated in, say, MMIC design techniques, but need no knowledge of a particular process; or, with a higher level of design software, they need know nothing about microwave elements at all.
- iii) The configuration of the design on the computer also needs to be transparent to the user, i.e. the software vendor should take responsibility for the configuration control.

- iv) Software vendor sets up and funds a system (e.g. a user group) to ensure that all user problems are identified and corrected.
- v) A version of design software may be changed part way through a design, requiring the transfer of files or cells produced using one version to another version. In such a case, the designer shall make a record of the file/cell name thus transferred, giving the name of the file just prior to transfer, the name just after transfer and the date of transfer. This will ensure traceability in the case of errors due to software bugs appearing at a later date.

3.3.5 Subcontractors, vendors and internal suppliers

Design may be subcontracted in accordance with 2.4.

3.4 Validations and control of the processes

3.4.1 Global design methodology

The methodology used to define the overall design process shall be described, and shall include:

- structure of design;
- testability of the design topology;
- documentation.

3.4.2 Validation of simulation results against technical needs specification

The methodology to cover the technical need specification shall be defined. The following points should be covered:

- stability in all frequency range (with a large signal simulation);
- stability in all power supplies for pulsed operating conditions;
- process variations and sensitivity analysis;
- application of Monte Carlo method to yield forecasting;
- thermal analysis for power devices;
- effect of bonding – decoupling capacitors - packaging;
- reverse modelling (if applicable).

3.4.3 Layout verification

Layout verification shall comprehend specific design rules that are process oriented and are used for one specific design and any additional design related information that is not defined in the data sheet (if applicable) such as:

- Geometric definitions and physical limits
- Electrical
 - layout versus schematic,
 - electromagnetic simulation (including proximity effects between microwave elements),
 - reverse modelling.
- Reliability, including electromigration/current density and thermal consideration.

3.4.4 Validation procedure

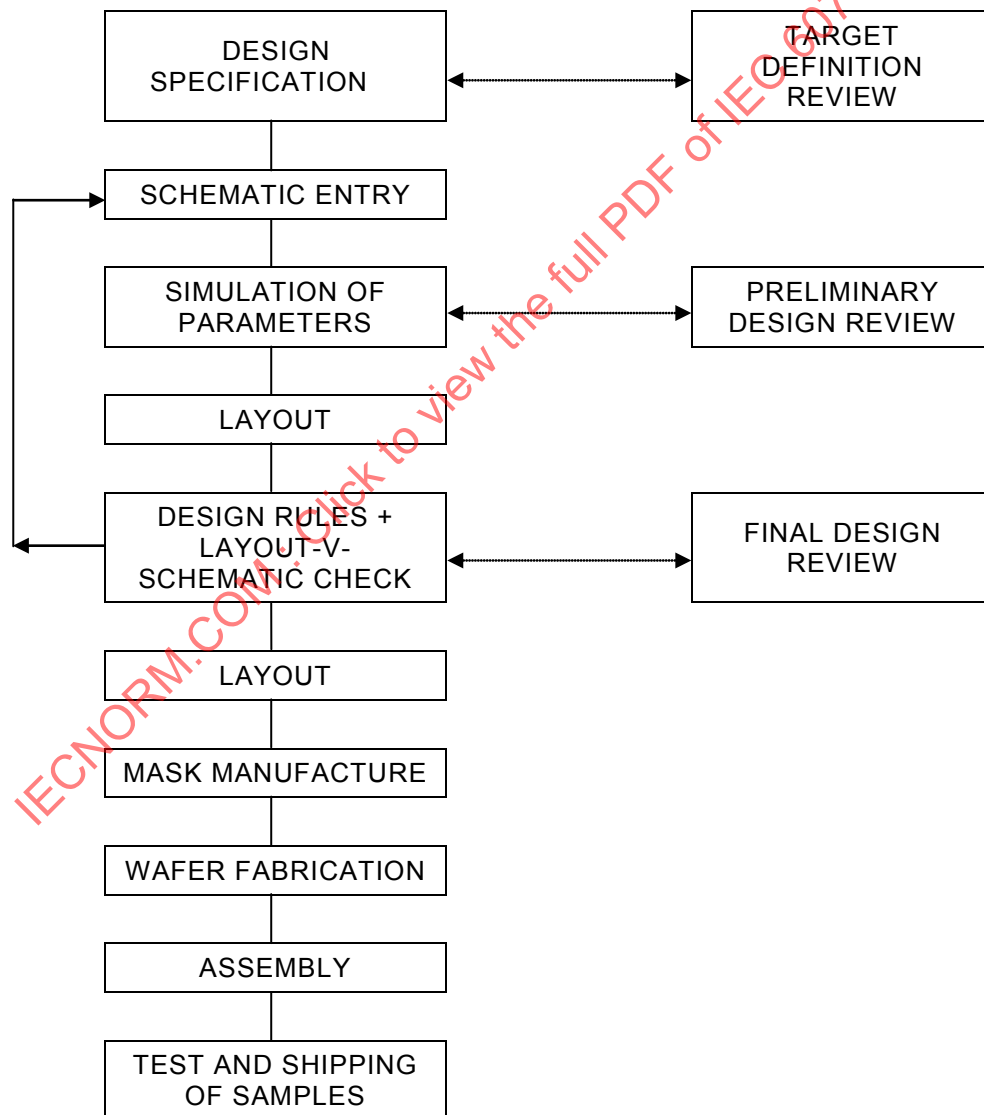
The procedure for validation and control of the design shall be defined.

Where applicable, any information required from processing or testing during the design validation stage shall be identified when it is required to avoid problems during production processing or testing, or which may affect reliability.

Before incorporation into the design system, any new software shall be checked and validated.

Procedures shall be identified which cover:

- testability;
- design rules to minimize failure mechanisms (electromigration, ESD);
- adequacy of test programmes;
- adequacy of test evaluation.



IEC 877/04

NOTE This is an example of packaged device.

Figure 2 – Example flow chart for an integrated circuit design

4 Mask manufacture

4.1 Scope

This clause defines the requirements for the manufacture of masks used to define circuit elements during wafer fabrication and gives requirements for the validation of processes and subcontractors.

4.2 Description of activities and flow charts

Mask manufacture may be solely owned by the MMIC wafer fabrication company or by an independent company. In either case the activity requirements, control, process checkpoints and quality indicators shall be treated identically.

The requirements for the mask manufacturer shall be declared, showing management and control of hardware/software.

Typically this would include:

- design rules;
- CAD data and rules;
- identification procedures.

4.3 Validation and control of the processes

The method of control and validation of finished masks or their manufacturing processes shall be defined to ensure that the finished masks comply with the original design and procurement requirements:

- name and address;
- proof of approval of the mask manufacturing process for the certified wafer fab process;
- name of the TRB contact within the mask manufacturer;
- identification of the process specifications of the mask manufacturer;
- a summary of the interface between the design centre and the mask manufacturer, listing documents, tools etc. delivered by the design centre, the methodology used to validate the work done by the mask manufacturer and the responsibilities of each party.

4.4 Subcontractors, vendors and internal suppliers

Mask manufacture may be subcontracted in accordance with 2.4.

5 Wafer fabrication of MMICs

5.1 Scope

This clause describes the activities, equipment and re-work rules for the wafer fabrication of monolithic microwave integrated circuits and gives requirements for the validation and control of processes and subcontractors.

The wafer fabrication activities include the physical realization of monolithic microwave integrated circuits on semiconductor substrates by means of the necessary tools, methods, operations and their management, performed in-house by a qualified task of facility or by a separate qualified foundry.

The wafer fabrication facility may either

- a) receive and employ suitable masks and/or CAD data from a qualified task or facility, or
- b) receive the data from the design task and employ an internal or external mask maker.

For either case, it is responsible for the management of the interfaces, the process materials and equipment and the delivery of wafers to its customers.

Wafer fabrication information relevant to the technology for which approval is sought shall be included in the TADD.

5.2 Description of activities and flow charts

5.2.1 General requirements

The critical operations to be monitored shall be determined based on experience and knowledge of the process. The data coming from the process line shall be analysed using accepted SPC methods to determine their effectiveness in controlling the process. If the effectiveness of the critical operation is found not to be adequate, it is necessary to change the measurement condition or to acquire another data. A wafer fabrication monitoring system may use various test structures, measurement methods and techniques.

A TQM (Total Quality Management) methodology shall be employed in which the wafer fabrication centre is responsible for its own quality, has set up the organization and resources to manage it (including TRB) and is able to report its effectiveness to the Supervising Inspectorate (SI) (either directly or via the Control Site).

5.2.2 Description of activities and flow charts

The activities of wafer fabrication for monolithic microwave integrated circuits shall be declared, including flow charts showing all activities, critical process steps, parameters, process check points and quality indicators, used for the validation and control of the process and subcontractors. The major criteria used to describe the technology shall be identified.

Examples of critical operations include:

Environment

Wafer materials preparation

- incoming acceptance/QC;
- substrate (front side, back-side, size, orientation);
- epitaxial wafer (material, dopant, VPE, MBE, MOCVD).

Wafer processing techniques (each layer)

- photolithography;
- electron-beam-lithography;
- doping;
- etching;
- layer deposition:
 - coating;
 - interconnection;
 - step coverage;
 - metallization;
 - passivation;
 - thinning;
 - back-side process (via-hole).

Process monitors and acceptance

Documentation shall be referenced to define or control the main properties of the technology, i.e.:

- fabrication location;
- basic technology (MESFET, HEMT, MODFET, HBT, etc.);
- mono or multi level interconnection;
- isolation method (mesa etching, ion implantation, etc.);
- nature of the gate (Al, WSi, WN, Ti, etc.);
- nature of the dielectric (SiO, SiN, etc.);
- nature of the bipolar emitter (walled, nonwalled);
- new manufacturing techniques;
- photo-optic, E-Beam;
- diffusion, implant;
- deposition, growth;
- wet etching, dry etching;
- photo-etching, lift off;
- evaporation, pulverization;
- scribe line.

The control of these processes shall focus upon those parameters, which are critical for the quality assurance of the products in term of performance, yield and reproducibility (capability), and reliability. For example, the following shall be detailed:

- Layer thickness of final products
- Surface dimensions
- Superposition spread (overlapping/alignment)
- Wafer diameter
- Die final thickness
- Back
- Resistivity
- Breakdown voltage
- Threshold voltage.

Example of a typical flow chart: see Figure 3.

5.2.3 Quantitative physical and electrical limits

The characteristics limits used in each step of the flow chart shall be defined for the production process and classified when necessary as

- original – where the processes are not yet used to make products under assessed quality;
- distinguished – where the processes are already used to produce qualified products with lower performing or constraining limits.

5.3 Equipment

The equipment for the manufacturing of the standard evaluation component the technology characterization vehicle the parametric monitor and the finished products shall be specified including a description of the following characteristic parameters:

- General characteristic (manufacturer, date of manufacturing, intended purpose)
- Functional requirements (electrical power consumption, cooling requirements, heating requirements, environmental requirements)
- Installation procedure (parts description, mounting description, interconnection scheme description)
- Commissioning into operation
- Specification for required material
- Reliability (minimum-typical-maximum values, derating expected lifetime, MTBF).

Maintenance programmes for the equipment shall be defined (including detailed, instructions on maintenance procedures, list of tools required for maintenance, periodicity of maintenance).

The whole, or essential parts, of the equipment shall be calibrated periodically in order to maintain accuracy. The calibration system and the applied calibration methods shall be defined, including:

- formal calibration procedure;
- short calibration procedure to monitoring equipment;
- calibration responsibility;
- calibration requirements (list of calibration tools, equipment, meters and gauges);
- calibration periodicity.

5.4 Materials

Control and validation of materials used for fabrication of wafers shall be defined, including:

- follow-up, supplier's quotes, multiple sourcing policy;
- materials inspection (methods, tools, results analysis and use);
- materials management and stocks (store, traceability, limited life time products).

5.5 Re-work

Re-work shall only be allowed where it can be demonstrated that it does not influence the quality and reliability of the product. The documentation shall specify all permitted rework processes/stages together with the criteria for their use, performance and satisfactory completion.

No rework may be performed prior to its approval as a permitted rework operation. The reason for the rework shall be recorded in the lot history, together with all the details of the rework performed, the results of the rework and the consequences of the rework on further manufacturing stages. The criteria for permitting rework shall be fully documented in the TADD.

Repair is not allowed in the wafer fabrication process. For wafer fabrication, repair is redefined as "Any operation which is performed to correct nonconformance or error and which results in the finished wafer having any feature, characteristic, or material which is different to that of a wafer manufactured to the specified approved process."

5.6 Validation methods and control of the processes

The procedures used for validation and control of the processes shall be declared. Procedure for controlling and validating processes using statistical methods based on experimental data and knowledge of the processes shall be declared.

The direct responsibility of the TRB in the control of quality allows control of ongoing minor changes of techniques and technologies for assembly and packaging without requiring recertification. In the wafer fabrication centre, the TRB is either composed of the personnel managing its activities or they are represented in a TRB at a higher level.

5.6.1 Acceptance plan for wafer

The TRB shall create and demonstrate the effectiveness of a plan based on electrical measurements of PCM. If applicable, visual criteria shall also be used. This plan may be a wafer-by-wafer or lot-by-lot acceptance plan, but shall correspond to the production grouping of various types of lots:

- small lots;
- large lots;
- special lots.

PCM data shall be recorded and available during audits.

5.6.2 SPC/Statistical process control programme, applicability

A wafer fabrication data analysis system shall be used by the manufacturer to monitor process critical points and manage yield and reliability. This system shall be contained within the overall qualify plan described within the TADD. The monitoring system may use various test structures, measurement methods and techniques. The critical operations to be monitored are determined by the manufacturer on the basis of its experience and knowledge of its process. The data coming from the process line are analysed according to suitable SPC methods to determine their effectiveness in controlling the processes.

[SPC guidance is given in CECC 00 016: Basic requirements for the use of Statistical Process Control (SPC) in the CECC System, available from the IECQ-CECC Secretariat.]

5.6.3 Process capability demonstration (i.e. statistical capability)

During the certification phase, the manufacturer shall produce circuits, run test and benchmarks in order to demonstrate its ability to evaluate the process capability in terms of quality, reliability and effective capability to run production. Summaries of these tests are submitted to the SI during the validation audit. These tests are carried out in order to establish a continuous capability monitoring apart from the initial demonstration. The TRB determines when these tests shall be done after the initial certification.

5.6.4 Technology validation

The technology flow chart of the process, which is described in 5.2.2, is audited as a whole to verify conformance. Critical operations in 5.2.2 should be described in this flow chart. For an example of a typical flow chart, see Figure 3.

[Critical points are given in the guidance document CECC 00 809: Questionnaire for auditing IC and ASIC manufacturing lines, available from the IECQ-CECC Secretariat, which may be used as a guide for the technical validation audit.]

5.6.5 Test vehicles

The wafer fabrication process is monitored and controlled by a standard evaluation circuit (SEC), a technology characterization vehicle (TCV) and a process control monitor (PCM). The fabrication flow chart leading to finished products shall be established with clear limits for each fabrication step. These limits shall be specified.

5.7 Interrelationship

5.7.1 Customer/user

The customer interrelationship during wafer fabrication which shall be declared for

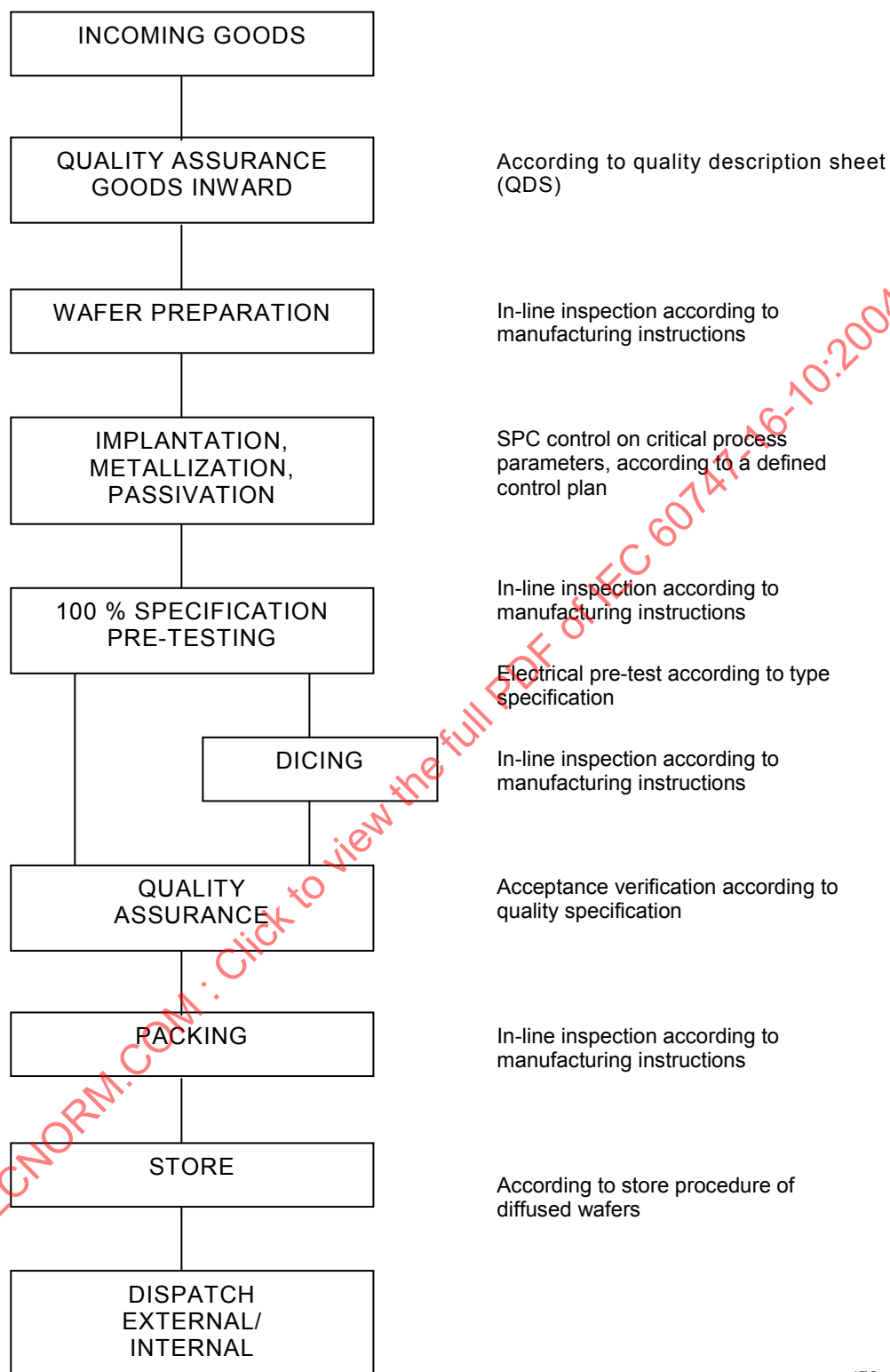
- design,
- packaging,
- test,
- prototyping (if applicable),
- characterization,
- reviews,
- any other requirements.

5.7.2 Subcontracting

Wafer fabrication may be subcontracted in accordance with 2.4.

Subcontractor arrangements for the initial design phase shall be defined to cover the following topics:

- design reviews;
- availability of process design rules including permissible variable of the physical and electrical characteristics;
- notification of process changes that could affect design, physical and electrical characteristics and performance;
- design and acceptability of PCMs and SECs;
- the manners in the circuits have to be delivered for the prototyping phase, and then for full production (if applicable);
- where applicable, a list of documents and tools to be transferred to the wafer fabricator, and the list of follow-up, control and test documents that shall be delivered with the circuits and allow traceability.



IEC 878/04

Figure 3 – Technology flow chart of the process

6 Wafer probing of MMICs

6.1 Scope

Wafer probing management and control formation relevant to the technology for which approval is sought shall be declared.

6.2 Description of activities and flow charts

The activities of probing of integrated circuits, showing quality indicators, shall be declared. Examples of such activities include:

- atmospheric and cleanliness control;
- washing and wafer control;
- control and preparation of probe card.

For examples of a typical flow chart, see Figure 4.

6.3 Equipment

Information on the test equipment used, and the intended range shall be provided. Maintenance and calibration programmes for the equipment shall be included. The information should cover:

- test equipment verification;
- device complexity (analogue, digital and mixed);
- types of measurements (DC, RF, dynamic, static, parametric);
- temperature test equipment (e.g. hot chuck);
- registration and control of type specific jigs, tools and fixtures.

6.4 Test procedures

The requirements for detailing procedures for the handling, control and use of test programmes shall be declared, including any relevant information not previously provided (i.e. validation and compliance procedures).

6.5 Interrelationship

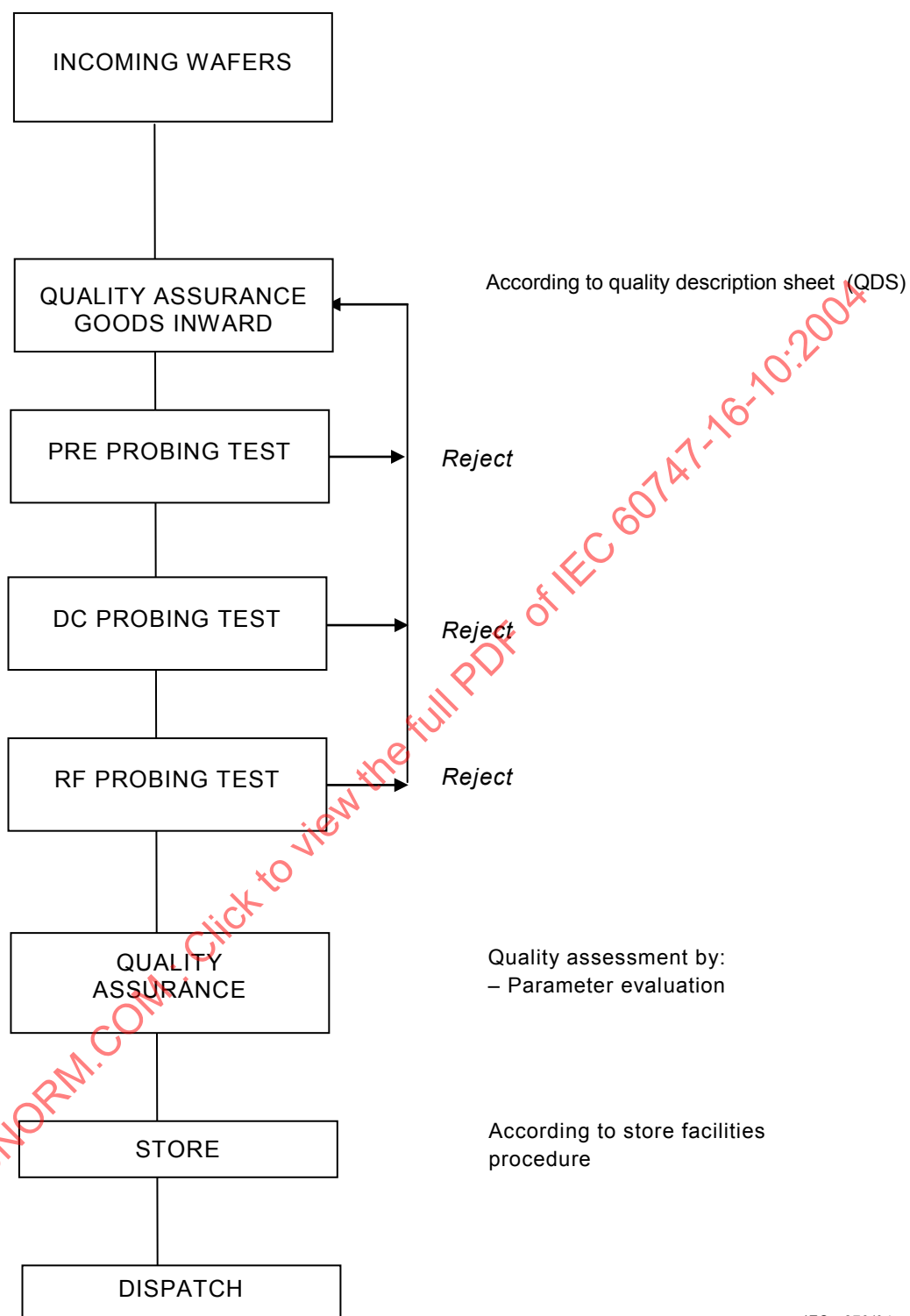
6.5.1 Customer/user

The customer interrelationship during design stages shall be declared for:

- specifications;
- design reviews;
- manufacturing/fabrication;
- assembly (including package suppliers);
- prototyping (if applicable);
- characterization and test (including equipment and specifications);
- any other requirements.

6.5.2 Subcontracting

Wafer probing may be subcontracted in accordance with 2.4.

**Figure 4 – Example flow chart for a wafer probing**

7 Back-side process for bare chip delivery

7.1 Scope

This clause describes the activities, equipment and materials rules of the back-side process for bare chip delivery of monolithic microwave integrated circuits and gives requirements for the validation and control of processes and subcontractors.

The back-side process activities include the thinning wafers and making via-holes on semiconductor substrates by means of the necessary tools, methods, operations and their management, performed in-house by a qualified task of facility, or by a separate qualified foundry.

Back-side process information for bare chip delivery relevant to the technology for which approval is sought should be included in the TADD.

For a delivery of bare chip, on-wafer RF measurement should be carried out after the via-hole process completion; the details of measurement are given in 9.4.

7.2 Description of activity and flow charts

7.2.1 General requirements

The critical operations to be monitored shall be determined based on experience and knowledge of the back-side process.

A TQM (Total Quality Management) methodology shall be employed in which the wafer fabrication centre is responsible for its own quality, has set up the organization and resources to manage it (including TRB) and is able to report its effectiveness to the Supervising Inspectorate (SI) (either directly or via the Control Site).

7.2.2 Flow charts

The activities of back-side process for bare chip delivery of monolithic microwave integrated circuits shall be declared, including flow charts showing all activities, critical process steps, parameters, process check points and quality indicators, used for the validation and control of the process and subcontractors.

The major criteria used to describe the technology shall be identified. Examples of critical operations include:

- mechanical thinning;
- chemical thinning;
- via hole etching;
- metallization;
- dicing;
- etching cut;
- scribing;
- visual inspection;
- expansion;
- picking;
- packing.

The control of these processes shall focus upon those parameters, which are critical for the quality assurance of the products in term of performance, yield and reproducibility (capability), and reliability. For example, the following shall be detailed:

- wafer thickness;
- via hole diameter;
- back-side metal thickness;
- chip size.

The activities for packing and shipping shall be identified for bare chip delivery. Examples of such activities include:

- environment and cleanliness of the area;
- ensuring compliance with customer order;
- protection against environmental change;
- protection against mechanical damage;
- protection against electrical damage;
- documentation/labelling.

For examples of a typical flow chart, see Figure 5.

7.3 Equipment

Information on the back-side process equipment and the intended range shall be declared. Maintenance and calibration programmes should be included. All equipment used for manufacturer of finished products should comply with requirements given in 5.3.

7.4 Materials

Control and validation of materials used for back-side process shall be defined, including:

- follow-up, supplier's quotes, multiple sourcing policy;
- materials inspection (methods, tools, results analysis and use) ;
- materials management and stocks (store, traceability, limited life time products).

7.5 Validation methods and control of the processes

The procedures used for validation and control of the processes shall be declared. Procedure for controlling and validating processes using statistical methods based on experimental data and knowledge of the processes shall be declared.

The direct responsibility of the TRB in the control of quality allows control of ongoing minor changes of techniques and technologies for assembly and packaging without requiring recertification. In the wafer fabrication centre, the TRB is either composed of the personnel managing its activities or they are represented in a TRB at a higher level.

7.6 Interrelationship

7.6.1 Subcontracting

Back-side process for bare chip delivery may be subcontracted in accordance with 2.4.

7.6.2 Interface with customer

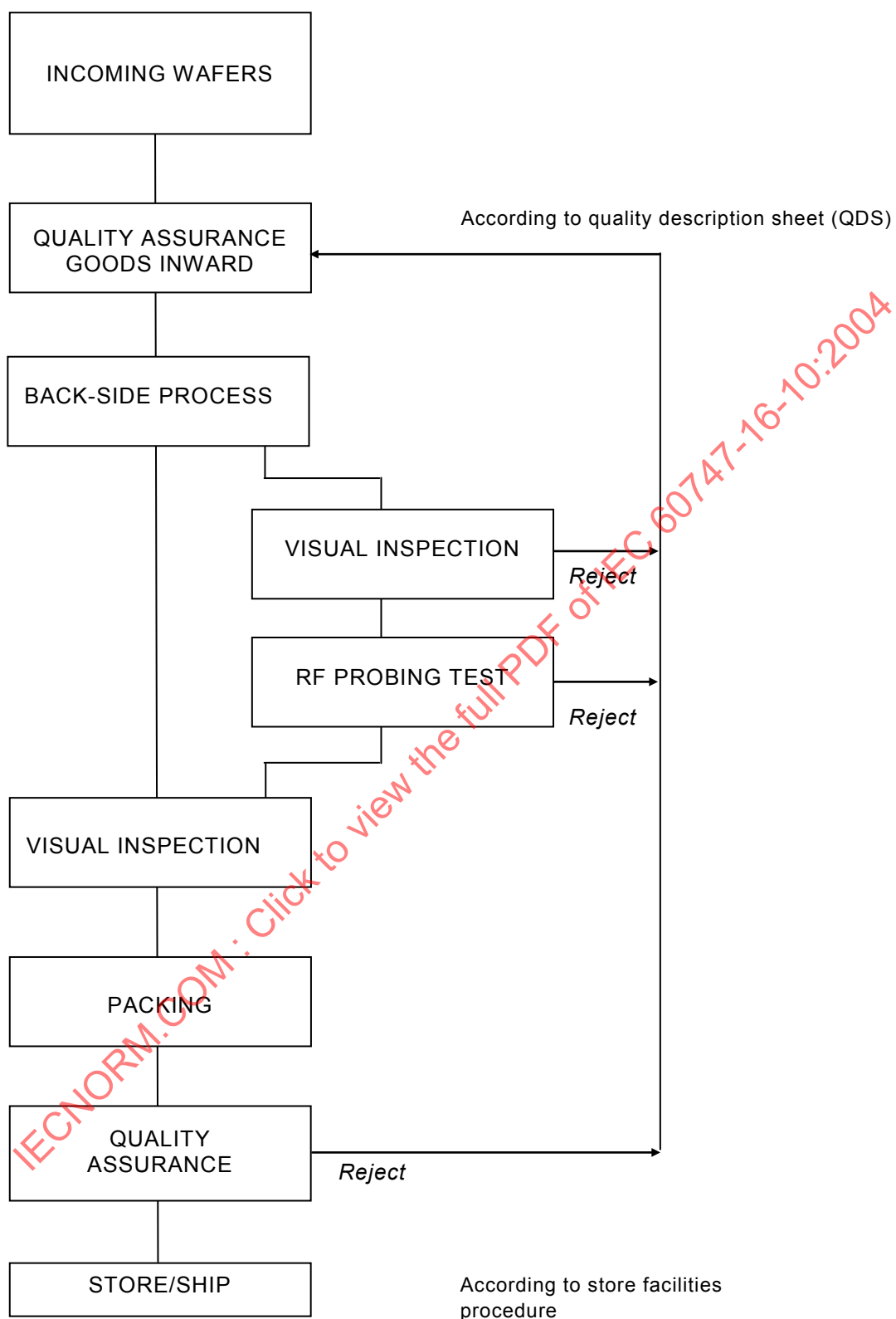
The customer interrelationship during back-side process shall be declared for:

- design;
- visual Inspection;
- reviews;
- any other requirements.

7.7 Validity of release

The validity of release period shall be declared. Evidence shall be made available to assure that product released within this period conforms to the declared IECQ-CECC/customer/application quality and reliability requirements.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004

**Figure 5 – Example flow chart for a back-side process for bare chip delivery**

8 Assembly of MMICs

8.1 Scope

This clause describes the activities, material inspection and handling equipment and rework rules for the assembly of MMICs and gives requirements for the validation and control of processes and subcontractors.

This activity processes wafers or die coming from wafer fabrication or probe tests and delivers packaged MMICs to the test activity; it includes the management of the operations from receipt of wafers (or dice) to supply of packaged products, including assembly, bonding and final scaling/encapsulation.

Assembly information relevant to the technology for which approval is sought shall be declared.

8.2 Description of activities and flow charts

This description takes into account the TQM (Total Quality Management) concept where the concerned entity is responsible for its own quality, has set up the organization and tools to control it (by TRB for example) and is able to demonstrate this to the SI by visible results.

The activities of the assembly of MMICs shall be declared, including flow charts showing all activities, critical steps, check points, tools, parameters or part and quality indicators. Examples of such activities include:

- environment and cleanliness control;
- handling (ESD) ;
- stocking;
- lot formation;
- wafer inspection;
- dicing;
- scribing;
- etching;
- die separation;
- die preparation;
- optical selection (microscope or automatic equipment) ;
- eutectic die attach (brazing) ;
- non-eutectic die attach (epoxy) ;
- inverted attach;
- die to package interconnect (wire bond, etc.) ;
- bond pull;
- die shear;
- precap inspection (microscope) ;
- packaging (sealing or moulding) ;
- lead trim, form and finish;
- marking (offset, screen printing, laser, etc.) ;
- screening – selection and electrical testing designed to provide feedback to assembly processes.

For an example of a typical flow chart, see Figure 6.

8.3 Materials, inspection and handling

Relevant information regarding the verification and control of incoming materials shall be declared, including their processing, handling and storage requirements. The controls shall include environmental/lifetime requirements.

Where relevant, there shall be vendor approval programmes to minimize the dependency upon incoming inspection with process or quality control requirements (including statistical techniques where appropriate) placed upon the supplier of the materials. The programmes shall include as a minimum:

- a description of the quality plan of the supplier and the change reports covered by the TRB;
- a documented “Certificate of Conformity” approved by the TRB included in the incoming inspection procedure;
- a description of the change notice procedure used by the supplier;
- a quality management procedure that may be split between the supplier and the user or taken over totally by one or the other.

8.4 Equipment

Information on the assembly equipment and the intended range shall be declared. Maintenance and calibration programmes shall be included. All equipment used for manufacturer of finished products shall comply with requirements given in 5.3.

8.5 Re-work

Re-work shall only be allowed where it can be demonstrated that it does not result in the finished component having any feature, characteristic (including quality and reliability performance) or material that is different to that of a component manufactured to the specified approved process. Only rebonding of wire with manual wire bonding equipment is permitted and only prior to encapsulation. Allowable rework of packages includes cleaning, remarking to correct defective marking and lead straightening.

The documentation shall specify all permitted rework process/stages together with the criteria for their use, performance and satisfactory completion. If rework is required on an assembly lot, the reason for the rework shall be recorded on the lot history, together with all the details of the rework, and the consequences of the rework, on further manufacturing stages. The criteria for permitting rework shall be fully documented in the TADD.

Repair is not allowed in the assembly process. For assembly of MMICs, repair is redefined as “Any operation which is performed to correct non-conformance or error and which results in the finished assembly of MMICs having any feature, characteristic or material which is different to that of an assembly of MMICs to the specified approved process.”

8.6 Validation and control of the processes

The procedures used for validation and control of the processes shall be declared. Procedures for controlling and validating processes using statistical methods based on experience and knowledge of the processes shall be declared. Refer to CECC 00016, available from the IECQ-CECC Secretariat, for guidance on SPC and critical parameters.

The direct responsibility of the TRB in the control of quality allows control of ongoing minor changes of techniques and technologies for assembly and packaging without requiring recertification. In the assembly site, the TRB is either composed of the personnel managing its activities or they are represented in a TRB at a higher level.

8.7 Interrelationships

8.7.1 Subcontracting

Assembly may be subcontracted in accordance with 2.4.

8.7.2 Interface with wafer fabrication

The package characteristics required to allow acceptable mounting, bonding and encapsulation of dies within each certified package family or type shall be identified.

8.7.3 Interface with design

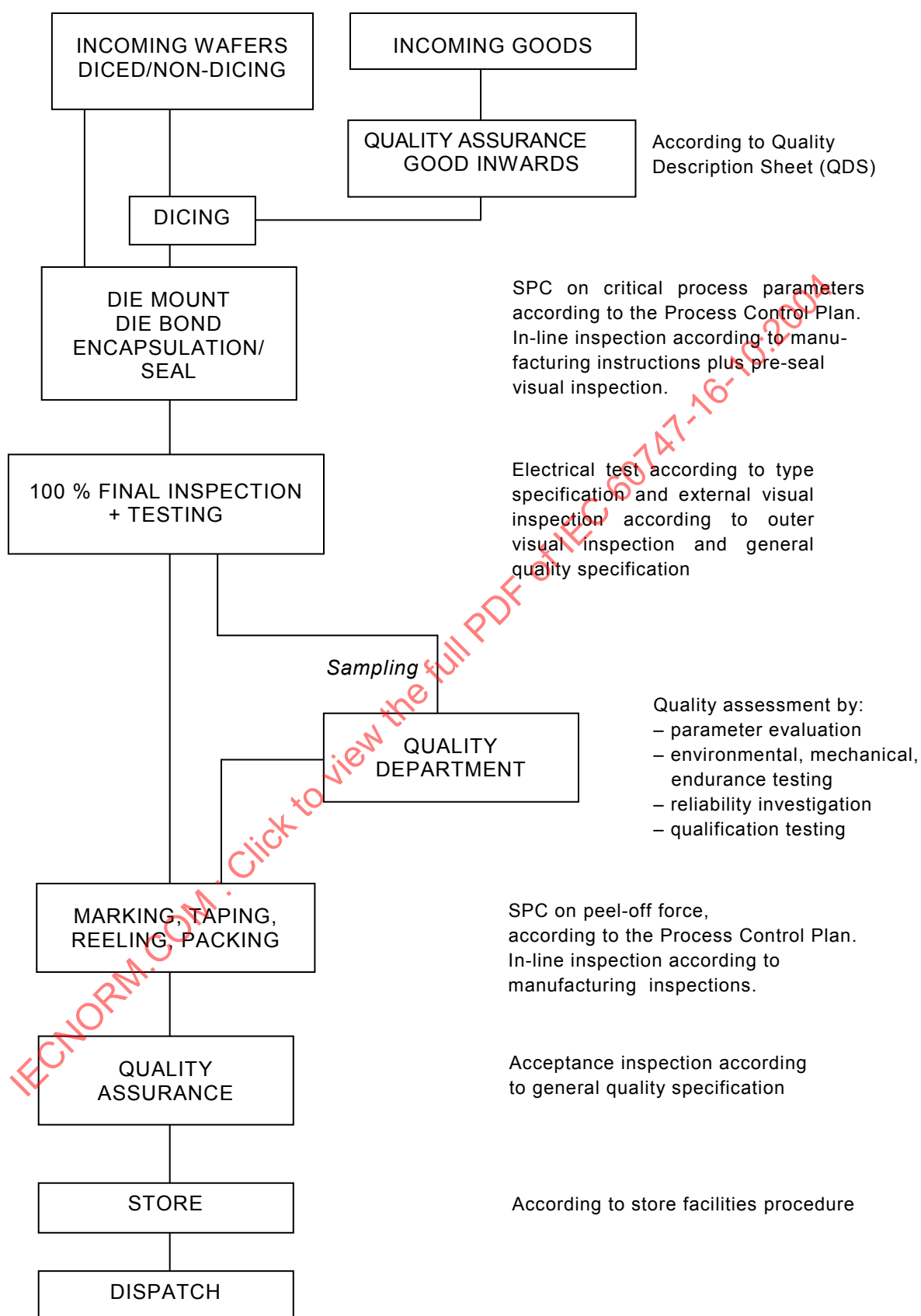
Characterization data shall be available to the design centre containing the following items:

- Thermal
 - identification of elements dedicated to the power dissipation (Inertia block);
 - the value of the thermal resistance.
- Electrical
 - identification of specific characteristics related to the electrical isolation of packages;
 - ground and power supply impedance;
 - cross coupling effects;
 - high voltage effects;
 - high current effects.
- Physical
 - physical constraints (dimensions etc.);
 - limits of environmental qualification;
 - pin layout.

8.7.4 Interface with customer

The customer interrelationship during assembly shall be declared for:

- design;
- fabrication;
- test;
- characterization;
- reviews;
- any other requirements.



IEC 881/04

NOTE This is an example of a packaged device.

Figure 6 – Example flow chart for an assembly

9 Testing of MMICs

9.1 Scope

The objective of this clause is to identify the elements defining the limits of the capability of the test process, applicable quality procedures and points covered by the certification and qualification by the SI. These shall cover the conformance testing to electrical specifications of partly or wholly finished products (which may include wafers).

The test facility may also undertake the development of software tools and programmes for final testing and/or process characterization. However, these activities may also be performed as part of the CAD/Design process or subcontracted to qualified facilities.

Test centre information relevant to the technology for which approval is sought shall be included in the TADD.

9.2 Description of activities and flow charts

9.2.1 General requirements

A TQM (Total Quality Management) methodology shall be employed in which the test centre is responsible for its own quality, has set the organization and resources to manage it (including TRB) and is able to report its effectiveness to the SI (either directly or via the Control Site).

9.2.2 Description of activities

The activities of the testing of MMIC shall be declared, including interfaces to other tasks and flow charts containing information on quality indicators and the procedures for qualification, acceptance, monitoring and release. Examples of activities include:

- environmental and cleanliness control;
- test programme methodology;
- test specifications, including content of the test specification file;
- test programme creation and verification procedures, demonstrating how the product technical specification is met;
- test tools gauging procedure;
- maintenance and control of test programmes;
- evaluation procedures for standard or prototype circuits;
- mass production test and delivery procedures;
- acceptance and release procedures;
- recording and traceability procedures, including the test data for individual test lots;
- storage and handling procedures;
- coplanarity and lead integrity;
- marking of product.

For an example of a typical flow chart, see Figure 7.

9.3 Equipment

Information on the test equipment used and the intended range shall be declared. Verification, maintenance and calibration programmes shall be included. All equipment used for testing of prototype or finished products shall comply with the requirements given in 5.3.

9.3.1 Test equipment

A specification shall exist for each piece of equipment, containing:

- general characteristics (number of pads and impedance of each one, number of power supplies, general and optional resources, test type, etc.);
- functional characteristics (network analyser, spectrum analyser, frequency counter, power meter);
- static characteristics (current and voltage, type of loads – both active and passive – accuracy);
- dynamic measurements characteristics (frequency, accuracy, number and type of sources, power level);
- conditions and types of measurements (dynamic, static);
- environmental test equipment.

The calibration and set-up of the test equipment shall be defined, including:

- performance verification and calibration of the tester (SOLT, TRL, LRM, self diagnostic, maintenance, self gauging);
- validation of the interface and specific tools (use of the reference sample);
- validation of the data delivered to the tester (tester resources and external measurements);
- test on a prototype.

9.3.2 Test boards, test fixtures, probes

All test boards related to the component to be tested shall be identified, containing, for example:

- electrical schematics of boards (fixtures, probes) to be made;
- boards (fixtures, probes) layout/wiring;
- wiring rules;
- parts list;
- purchasing specification of components;
- mechanical tools drawings;
- limits of tools (frequency, power level) ;
- registration and control of type specific jigs, tools and boards (fixtures, probes).

The conformance of any subcontracted tools shall be verified.

9.4 Test procedures

The requirements for detailing procedures for the handling, control and use of test programmes shall be declared, including any relevant information not previously provided (i.e. validation and compliance procedures).

9.4.1 Test methods

The nature of tests to be performed shall be defined (continuity test, functional test), together with the test equipment operating mode to be used, e.g.:

- involved parameters;
- requested resources;
- choice of functional states for the component;
- reference board.

9.4.2 Final specification and review

A test specification shall be produced as a record by the test engineering function, and it shall be approved by the customer during a review, where appropriate (e.g. for ASICs). It shall include:

- the test objective;
- the list of reference documents (technical specification of the component);
- the specific test programme flow chart
 - header (programme identification, date, test tools, test interface, test specification, release number),
 - specification (supply voltage and currents, power levels, frequency, recommended bias circuit);
- specific interface and tools.

The involvement of the customer may be requested during the adaptation of the test, if necessary.

The approval review shall demonstrate the conformance of the operations carried out compared to the initial specifications. If a nonconformance is observed compared to the product technical specification, complementary tests and measurements shall be carried out to find the reasons for such discrepancies. Follow-up action shall be taken and recorded.

9.5 Interfaces

9.5.1 Contracting

Testing may be subcontracted in accordance with 2.4. When test tool development and manufacture is subcontracted, the subcontractor controls shall be defined.

9.5.2 Verification of customer specification

The customer may be the circuit designer, a user of an existing circuit, or an IC manufacturer. The procedures used for control and validation shall be declared. The customer interrelationship during testing shall be defined for

- design,
- fabrication,
- probe test,
- prototype (including agreement on conformance to technical need specifications),
- characterization,
- reviews.

The deliverables to customers shall be identified and may include:

- measurement system;
- a test programme (probing or final test);
- tested parts;
- control and interfaces identification.

In order to accept customer specification for test, the following information shall be available:

- technology of the component to be tested (MESFET, HEMT, MODFET, HBT);
- functional description;
- physical characteristics;

- pin layout;
- maximum ratings;
- recommended operating conditions;
- electrical characteristics and measurements conditions.

9.6 Validation and control of the processes

Critical test processes shall be controlled to an acceptable level and the following areas should be included:

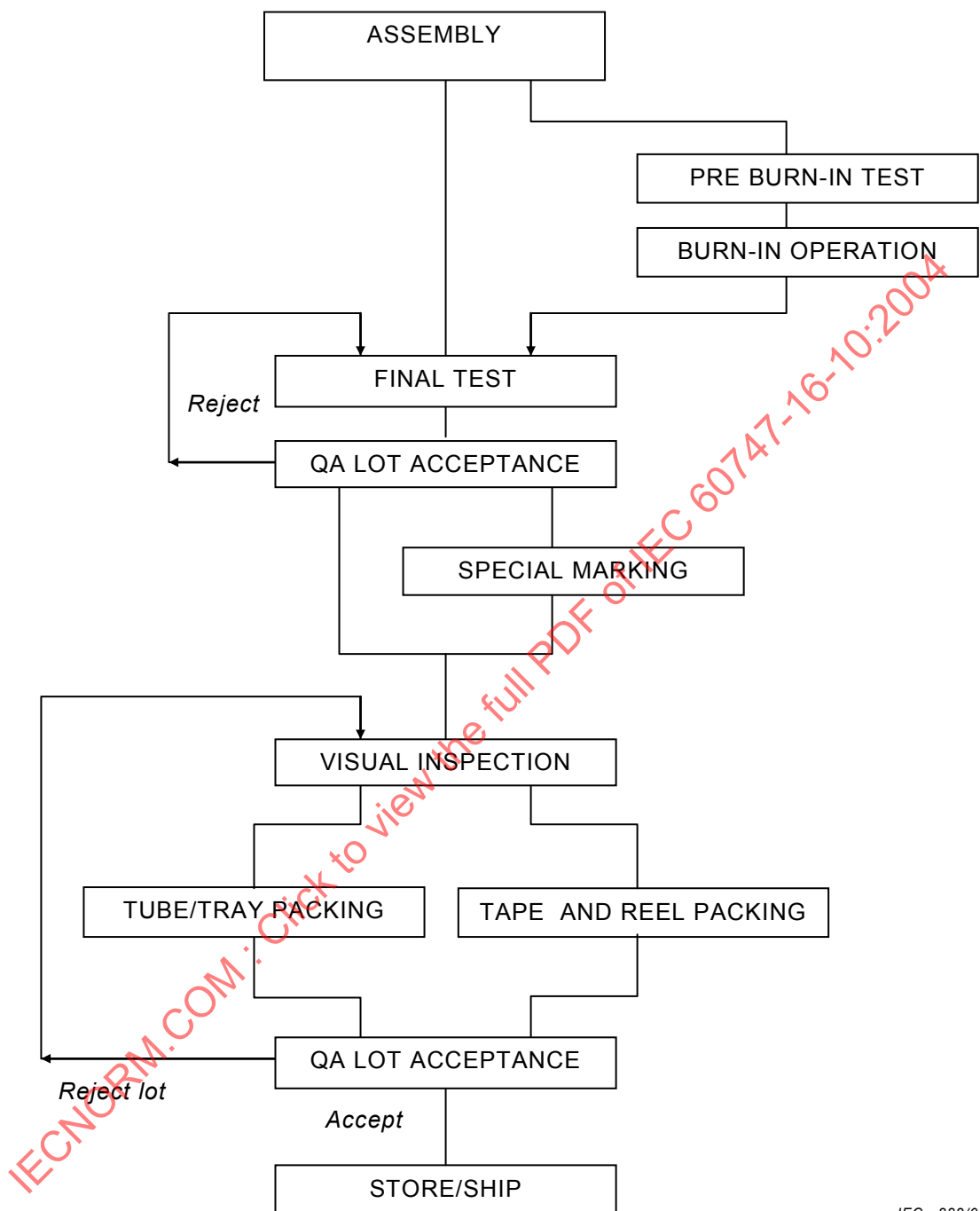
- Specification of methods and tests resources;
- Recording and update of existing test programmes;
- Correct implementation of test resources through methodologies such as
 - parameters test (measurements condition, type of approval),
 - evaluation of guaranteed but not tested parameters;
- Internal validation methodology of tools and test programmes, e.g.
 - writing test programmes (programme structure, test sequence),
 - follow-up of new release of existing test programmes,
 - validation of interface test tools and test equipment (gauging),
 - periodic control of release number of programs used for production,
 - choice and control of test equipment,
 - definition, fabrication and control of boards, connectors, interface, etc. required for test.

The effective management of the process and its quality shall be validated against the following requirements:

- The test term shall
 - confirm that they understand the content of the circuit technical specification,
 - verify that circuit technical specification is complete.
- The management of the test facility shall ensure the competency of the personnel performing the tests, taking into consideration:
 - knowledge of technological constraints;
 - skill in test practice (handling equipment and software).
- The performance of tools shall be validated, including:
 - validity of standard test modules;
 - software tools in place (post processor, etc.);
 - resources in place (tester language, tester performance).
- Equipment and software shall be validated, including:
 - schematics of boards, connectors, interface and other devices used for test;
 - equipment and software tools and releases approved by the centre;
 - control and periodical gauging of the test tools;
 - maintenance of measurement standards;
 - monitoring of the test tools' performance drift by preventive maintenance;
 - test programmes approved by the centre and used for production.

- Precautions required for testing shall be identified, including:
 - handling of products to be tested;
 - environmental protection (ESD etc.);
 - handling and processing of nonconforming components.
- Test documentation and data shall be validated prior to the release of the lot, including:
 - test results documentation delivered with tested parts;
 - traceability records.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004



IEC 882/04

Figure 7 – Example flow chart for a testing

9.7 Process boundary verification

Test vehicles are used to verify, analyse or monitor process or electrical/physical attributes. These may be either specifically designed or standard products. A number or different test vehicles may be required to cover the complete approval.

Where not already detailed elsewhere in the TADD, the following information demonstrating the verification of the technology shall be provided:

- rationale for the selection of the evaluation methods;
- test procedures or measurement;
- description of tools and techniques used for verification of the process;
- test vehicle descriptions and their relationship to end products.

The test vehicle description shall include details of the test vehicles, associated tests, software and other tools, which are used on a regular basis to demonstrate design and manufacturing process(es) and product performance as applicable:

- Technology Characterization Vehicle (TCV);
- Process Control Monitor (PCM);
- Standard Evaluation Circuits (SEC) (optional);
- standard product.

9.7.1 Technology characterization vehicle (TCV) programme

9.7.1.1 TCV programme

The TCV programme shall contain, as a minimum, those test structures needed to characterize a technology's susceptibility to intrinsic reliability failure mechanisms such as electromigration, Time Dependent Dielectric Breakdown (TDDB) and ageing. If other wear-out mechanisms are discovered as integrated circuit technology continues to mature, test structures for the new wear-out mechanisms shall be added to the TCV programme. The TCV programme shall be used for the following purposes: certification of the technology, reliability monitoring and change control.

NOTE The test structures necessary to monitor intrinsic reliability failure mechanisms do not have to be a single die or location, but can appear on the PCM or the SEC or the device itself. The TCV programme shall, however, indicate where the structures are located and how they are tested and analysed.

9.7.1.2 TCV certification

For initial certification, sufficient TCV test structures for each wear-out mechanism from wafers passing the wafer screening requirements (randomly chosen and evenly distributed from three homogeneous wafer lots in the technology to be certified on the fabrication facility to be certified), shall be subjected to accelerated ageing experiments. The accelerated ageing experiments shall produce an estimate of the MTF (Mean-Time-to-Failure) and a distribution of the failure times under worst case operating conditions and circuit layout consistent with the design rules for each wear-out mechanism. From the MTF and distribution of failures a worst-case operating lifetime or a worst-case failure rate can be predicted. Test structures shall be chosen from completed wafers, which have been glassivated. A summary of the accelerated ageing data and analysis shall be available for review by the SI. The initial Certification MTF, failure distribution and acceleration factors shall be used as bench-marks for the technology to which subsequent TCV results shall be compared. Special considerations for ageing, electromigration and time-dependent dielectric breakdown are discussed below.

9.7.1.3 Ageing

The TCV shall use structures that monitor stress ageing applicable to the technology to be used for qualified circuits. Device degradation is to be characterized in terms of both g_m (forward transconductance) and $V_{GS(TO)}$ (gate-source threshold voltage) and the resistance to ageing is to be based on whichever parameter experiences the manufacturer's specified degradation limit first for the minimum channel length allowed in the technology.

a) Step stress tests

If there are no data available on similar devices that can be used to determine the stress temperatures to be used, a step stress shall be used. The step stress should use at least six TCVs, have the same bias and RF input power to be used in the test, start at 150 °C baseplate temperature, proceed in steps of 25 °C for a duration of at least 24 h at each temperature, and with the electrical measurements to be used in the test made between every step. Similar step stress tests using constant temperature and increasing bias or RF input power may also be used to verify reasonable bias conditions.

b) Steady state stress tests

The highest steady-state stress temperature used shall be based on an expected median life of at least 100 h. If the step stress test is used, the highest steady-state stress baseplate temperature shall be at least 20 °C below the step stress test baseplate temperature which produces 50 % failure in 24 h. In addition, if it is known that the dominant failure mechanism changes as the device temperature is raised above the temperature of application, the tests shall be performed at temperatures below that transition temperature.

There shall be at least three temperatures of steady-state stress. The second shall be at least 15 °C below the highest, and the third shall be at least 15 °C below the second. In addition, if the lowest of the three baseplate temperatures is greater than 200 °C, a fourth sample of TCVs shall be run at a baseplate temperature 50 °C above the device's maximum operating temperature (or, if it is not specified, at a baseplate temperature of 150 °C) for a minimum 2 000 h to verify the validity of the extrapolation to the operation range. At this temperature, few failures are expected, and the analysis method of MTF can only state with strong certainty that the median life is greater than 2 000 h. (A 2 000 h life at a channel temperature of 200 °C corresponds to 1 year at a device's maximum operating temperature of 150 °C if the failure activation energy is 0,5 eV, or 32 years if the failure activation energy is 2 eV).

Stress other than temperature can also be performed for the purpose of determining acceleration factors. While they cannot be expressed as activation energies, the dependence of device life on voltage, current and other variables relevant to the device can be determined, e.g. the devices can be stressed above normal operating conditions to accelerate the test. Analysis of the data is similar to temperature dependence except that the functional dependence on each variable may be different. When using electrical overstress, the device temperature may change enough to impact device lifetime, and the ambient temperature of each electrical overstress group may have to be different to keep the FET channel temperature equal.

c) Electrical stress

During the step or steady-state stress tests, the TCVs shall be operated under recommended DC operational electrical stress. Unless special circumstances prevail, low-noise and passive devices may be stressed with DC only. General purpose and power devices and circuits not containing FETs shall be stressed with continuous wave RF. It is desirable that the RF stress level drives the device into at least 1 dB compression at the stress temperature; the values of the RF input power, degree of compression and frequency shall be stated in the test report. If the test is being run by, or for, a specific user, the operational DC and RF stress for the application shall be used.

During the tests, the TCVs shall be monitored periodically to detect the occurrence of catastrophic failure and to adjust the equipment so that applied stress (temperature, current, voltage, etc.) are unchanged within tight tolerance.

To facilitate failure analysis, the device stress circuitry should be designed to quickly remove voltage from the device once it has failed; this practice will minimize subsequent damage due to a runaway condition such as shorted FET.

9.7.1.4 Electromigration

The TCV shall contain structures for the worst case characterization of metal electromigration over

- flat surfaces,
- worst case non-contact topography,
- through contacts between conductive layers,
- contacts to the substratum.

The current density and temperature acceleration factors for electromigration shall be determined and an MTF and failure distribution determined for the worst case current, temperature layout geometry allowed in the technology. From the MTF and distribution, a failure rate for electromigration in the technology shall be calculated.

9.7.1.5 Time dependent dielectric breakdown (TDDB)

The TCV shall contain structures for characterizing TDDB of MIM-capacitor (Metal-Insulator-Metal). The structures shall have capacitor area and perimeter dominated structures. The electric field and temperature acceleration factors for TDDB shall be determined and MTF and failure distribution determined for the worst case voltage. From the MTF and distribution, a failure rate for TDDB in the technology shall be calculated.

9.7.2 Process control monitor (PCM)

The manufacturer shall have process control monitors to be used for electrical characteristics of each wafer type in a specified technology. The PCM test structures can be incorporated into the grid (kerf), within a device chip, as a dedicated drop-in die or any combination thereof. Location of the PCM structures shall be optimally positioned on the optimum place to allow for the determination of the uniformity across the wafer. A suggested location scheme is one near the wafer centre and one in each of the four quadrants of the wafer, at least two-thirds of a radius away from the wafer centre. The number of PCM structures on a wafer shall be adequate to determine the quality of the wafer.

The manufacturer's TRB shall establish and document reject limits and procedures for parametric measurements including which parameters will be monitored routinely and which will be included in the SPC programme. Documentation of the PCM shall also include PCM test structure design, test algorithm, including measurement temperature and the relationship between these limits and those used in the manufacturer's circuit simulations, design rules and process rules. Alternate measurement techniques, such as in-line monitors are acceptable if properly documented. The following parameters are to be used as a guide-line by the manufacturer's TRB in formulating the PCM.

9.7.2.1 General electrical parameters

- a) Sheet resistance: structures shall be included to measure the sheet resistance of all conducting layers (metallization, diffusion, etc.).
- b) Junction breakdown: structures shall be included to measure junction breakdown for all diffusions.
- c) Contact resistance: structures shall be included to measure contact resistance of all interlevel contacts.
- d) All parasitic components.

9.7.2.2 Process parameters

- a) MIM capacitor: structures shall be included to measure the capacitance per MIM capacitor area.
- b) Device parameters: a minimum set of test devices shall be included for the measurement of device parameters. If there is more than one nominal threshold voltage for the process, the minimum set shall be included for each threshold. The minimum set shall include a large geometry device of sufficient size that short channel and narrow width effects are negligible and devices that can separately demonstrate the maximum short channel effects and width effects allowed by the geometric design rules.

For MESFET or HEMT, an example of minimum set consists of

- gate-source threshold voltage ($V_{GS(TO)}$),
- gate-source cut-off voltage (V_{GSoff}),
- forward transconductance (g_m),
- drain current at zero gate-source voltage (I_{DSS}),
- gate-source breakdown voltage with drain short-circuited to source ($V_{(BR)GSS}$).

NOTE Care should be taken in the manner and sequence in which all breakdown voltage and current measurements are taken so as to not permanently alter the device for other measurements.

9.7.3 Standard Evaluation Circuit (SEC) (optional)

A Standard Evaluation Circuit (SEC) is a test specimen specially designed or a commercial product taken from production and used for verifying capability (totally or partly) and reliability in accordance with the Process Manual.

A manufacturer's SEC shall be used to demonstrate fabrication process reliability for the technology.

SECs are used in the qualification test programme to define capability.

For maintenance, the tests shall demonstrate the quality aspects and either all the limits of the capability or those limits of the capability used for the products delivered during the last period.

Two types of component may be used as a SEC:

Type I:

A component specially designed and manufactured to assess the design rules and the manufacturing process.

Type II:

A commercial product taken from production.

Generally it is not possible to cover all limits and all quality aspects of the capability with a single SEC. Either a single type or a combination of both types may be used and collectively they shall be adequate to assess the complete worst case design rules, the materials, manufacturing processes and the quality aspects. Where it is claimed that a diffused/metalized element, or group of elements can demonstrate one or more limits, such element or group of elements shall be measurable separately without influence from other circuit elements.

The SEC shall be documented including the design methodology and the software tools used in the design, the functions it is to perform, its size in terms of utilized active device and simulations of its performance.

Every SEC shall have a detail specification which shall be written in accordance with the following requirements:

- a) Complexity: The complexity of the SEC component shall contain, as a minimum, one half the number of active devices expected to be used in the largest circuit to be built on the qualified manufacturing line.
- b) Functionality: The SEC shall contain fully functional circuits capable of being tested and screened in an identical manner to the qualified circuits.
- c) Design: The SEC shall be used to stress minimum geometric and electrical design rules. The test conditions for the active devices and interconnects on the SEC shall be worst case conditions. The architecture of the SEC shall be designed so that failures can be easily diagnosed.
- d) Fabrication: The SEC shall be processed on a wafer fabrication line, which is intended to be, or already is, a certified manufacturing line.
- e) Packaging: The SEC shall be packaged in qualified packages according to the application fields.

9.8 Product verification

9.8.1 Test methods

Where applicable, verification tests on final product shall be in accordance with declared quality and reliability requirements. Test methods should be in accordance with, or correlate with IEC recognized standards (for example, IEC 60068).

9.8.2 New product introduction

The procedures which define the introduction and verification for each product shall be declared. This verification should include a formal acceptance of the products released from the qualified company to the customer, and may be obtained through one, or a combination, of the following:

- end of line testing;
- structural similarity with existing qualified products;
- wafer level testing, including wafer level reliability tests;
- product characterization and Cpk determination;
- yield analysis;
- in-line SPC.

10 Process characterization

10.1 Identification of process characteristics

Unless covered elsewhere in the TADD, applications for extension/amendment to technology approval shall include information relevant to newly introduced and/or changed process.

Process characterization is the extraction from the process of all the information required to define the process parameters for the CAD models and process design rules. It may be performed within the process design task or within the MMIC design facility or task or wholly or partly by a separate qualified facility.

Process characterization shall be performed on processes already developed when there is an introduction of a new process or a change to a current process and may be performed on the introduction of a new product or a change in product specification.

The objectives are to

- guarantee the quality of what is going out of the wafer fabrication or assembly facility,
- provide tools for the design of new MMICs.

In all cases, methods which demonstrate a relationship between process parameters, process outputs and characteristics shall be declared.

These methods shall include:

- A method for ensuring that the precision and accuracy of the measuring systems are sufficient to perform characterization and to reliably identify any out-of-control measurements.
- Identification of standards of measurements for capability and continuous improvement assessments.
- Application of statistical methods for determining parameter relationships, performing diagnostics, assessing potential capability using experimentation and stimulating continuous improvement.

10.2 Description of activities

The procedures for process characterization relating to the above shall be declared. Relevant flow charts and test vehicle information may be used to present or supplement this declaration.

The information shall detail parameters to be measured and clearly define the following:

- stages at which the measurements should be made;
- relationship with end product parameters;
- test vehicles and measurement methods to be used;
- rationale for
 - identification of critical process,
 - measurement parameter selection,
 - measurement system selection.

The parameters shall be specified within the allowable temperature range.

The activities for the following electrical physical and mechanical characterization shall be declared, together with any associated PCM and TCV descriptions.

10.2.1 Electrical

- PCM electrical parameter drift (parameters distribution statistical analysis temperature and voltage characterization).
- Determine acceptance limits for the wafer fabrication QC tests.
- Determine process engineering (or control) limits (for process stability determination).

10.2.2 Process spread

- Measurements shall be made of typical values and comprehensive studies shall be made on the characteristics of main circuits elements utilizing wafer batches with deliberately fabricated worst-case parameters.
- Simulations shall be made for input/output values of parameters and compared to these measurements.

10.2.3 Topology

- The following shall be determined, taking into account the equipment tolerances provided by the wafer fabrication:
 - rules on the same plane (spacing);
 - alignment rules and superposing rules (step coverage);
 - rules related to electrical problems (electrical guards) including worst case;
 - verification of these rules shall be performed using appropriate test vehicles.
- The general rules for DRC and ERC shall be defined.
- Verification of conformance shall be made following a new release of an application software and an introduction of a new algorithm for topology rules description. Traceability shall be maintained.
- Routing of blind (or complementary) layers may be calculated from known rules and documented (if applicable).
- Location and proximity rules related to temperature gradient shall be established. Protection rules and protection cell libraries shall be characterised in order to
 - establish the ESD limits for the technology,
 - determine the derating requirements and thermal behaviour in accordance with the established thermal coefficients.

10.2.4 Package

All certified packages shall be listed by package technology type. A manufacturer can qualify a group of packages within a family where a structural similarity plan exists and is validated by the TRB. For the qualification of assembly process tests shall be performed on packages according to the whole process cycle.

These tests shall be defined in order to verify resistance to

- thermal constraint,
- mechanical constraint,
- solvents,
- humidity,
- any combination of the above.

10.3 Characterization procedures

The documents produced by the characterization task shall be sent to the internal or external design centre and shall cover all the design rules, viz.:

10.3.1 Topology rules

(i.e. geometric/layout rules).

10.3.2 Electrical rules

Detailed electrical rules

- exhaustive documentation giving technology limits,
- documentation describing simulation models (large- or small-signal models) and related parameters,
- attention is paid to technology spreads in parameters files (at 3σ),
- a modelling of passive or active component library.

10.3.3 Package related thermal rules

These values may be obtained directly or indirectly by simulation or calculation. In this latter case, the method shall have been qualified by the SI, the manufacturer demonstrating a good correlation (approved by TRB) between actual measured values and calculated ones for at least one package of the same type. Any change made to the estimation method shall be qualified according to the same procedure.

10.3.4 Rules related to quality

Rules related to quality shall be documented (these may be included in the electrical rules) .

EXAMPLE: ESD (design rules for protection cells).

All of this information is an input to

- geometry verification (DRC),
- electrical rules verification (ERC),
- layout versus schematics verification (LVS).

Records relating to characteristics for delivered lots shall be maintained including:

- general characteristics of the process;
- intrinsic electrical rules (including maximum values and reliability rules (voltage and current limits etc.) related to the technology);
- simulations (including components library);
- worst case;
- DRC/ERC/LVS;
- protection cells.

11 Packaging and shipping

The procedures for packaging and shipment to ensure that the correct quantity of the correct product is delivered on time to the correct customer shall be declared.

11.1 Description of activities and flow charts

The activities for packaging and shipping shall be identified, supported by any relevant flow chart. Examples of activities include:

- environment and cleanliness of the area;
- ensuring compliance with customer order;
- protection against environmental change;
- protection against mechanical damage;
- protection against electrical damage;
- documentation/labelling.

For examples of a typical flow chart, see Figure 8.

11.2 Interfaces

11.2.1 Verification of customer requirements

The procedures for controlling the packing and shipping of product to meet customer requirements shall be declared.

11.2.2 Subcontracting

Packing and shipping may be subcontracted in accordance with 2.4.

11.3 Validity of release

The validity of release period shall be declared. Evidence shall be made available to assure that product released within this period conforms to the declared IECQ-CECC/customer/application quality and reliability requirements.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004

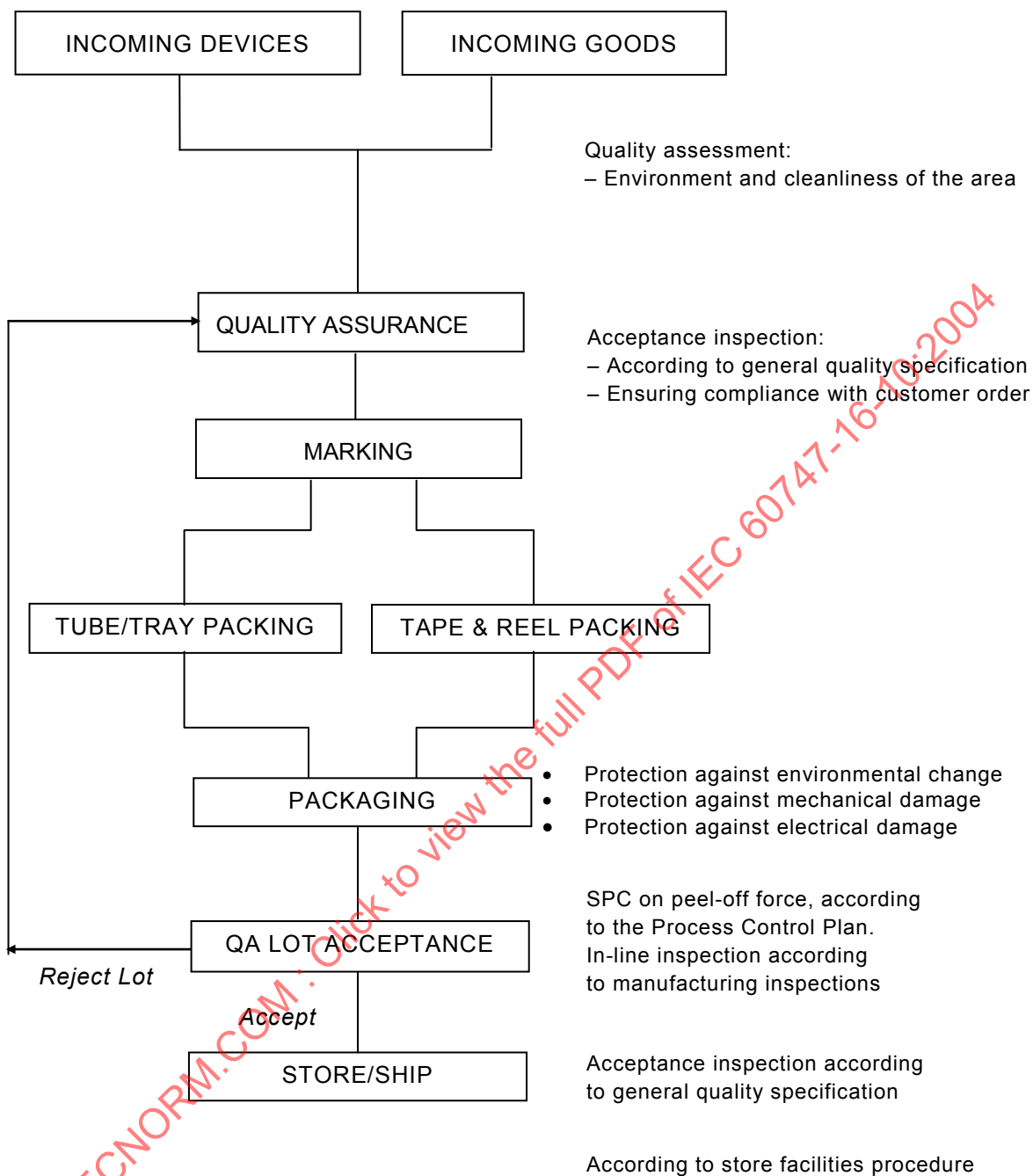


Figure 8 – Typical flow chart for packaging and shipping

12 Withdrawal of Technology Approval

Technology Approval shall be suspended if either:

- any part of the design or manufacturing process fails to meet the requirements of QC 001002-3, Clause 2, or QC 001002-3, Clause 6; or
- at the request of the Control Site; or
- where production through a main technical process or a declared critical process has disrupted such that re-qualification of the process would be required to re-start production.

Technology Approval shall be withdrawn if acceptable corrective action cannot be agreed, or at the request of the control site.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	60
Avant-propos de ce programme d'agrément de technologie particulier	63
Organisations responsables de préparer le programme d'agrément de technologie actuel.....	63
Préface	63
INTRODUCTION.....	64
1 Généralités.....	65
1.1 Domaine d'application	65
1.2 Documents normatifs.....	65
1.3 Unités, symboles et terminologie	66
1.4 Valeurs normalisées et préférentielles	66
1.5 Définitions	66
2 Définition de la technologie des composants	69
2.1 Domaine d'application	69
2.2 Description des activités et organigrammes.....	70
2.3 Résumé technique.....	70
2.4 Exigences relatives au contrôle de sous-traitants.....	73
3 Conception de composants MMIC.....	75
3.1 Domaine d'application	75
3.2 Description des activités et organigrammes.....	75
3.3 Interfaces	76
3.4 Validations et contrôle des processus.....	78
4 Fabrication de masques	80
4.1 Domaine d'application	80
4.2 Description des activités et organigrammes.....	81
4.3 Validation et contrôle des processus	81
4.4 Sous-traitants, fournisseurs et fournisseurs internes	81
5 Fabrication de tranches pour MMIC	81
5.1 Domaine d'application	81
5.2 Description des activités et organigrammes.....	82
5.3 Équipements	84
5.4 Matériaux	84
5.5 Reprise	84
5.6 Méthode de validation et contrôle des processus.....	85
5.7 Relations mutuelles	86
6 Essais sous pointes de tranches pour MMIC.....	88
6.1 Domaine d'application	88
6.2 Description des activités et organigrammes.....	88
6.3 Équipement	88
6.4 Procédures d'essai.....	88
6.5 Relations mutuelles	88
7 Processus de face arrière pour la livraison de puces nues.....	90
7.1 Domaine d'application	90
7.2 Description de l'activité et organigrammes.....	90
7.3 Équipement	91
7.4 Matériaux	91

7.5	Méthode de validation et contrôle des processus.....	91
7.6	Relations mutuelles	91
7.7	Validité de la livraison	92
8	Assemblage de MMIC.....	94
8.1	Domaine d'application	94
8.2	Description des activités et organigrammes.....	94
8.3	Matériaux, inspection et manipulation.....	95
8.4	Équipement	95
8.5	Reprise	95
8.6	Validation et contrôle des processus	95
8.7	Relations mutuelles	96
9	Essais des MMIC.....	98
9.1	Domaine d'application	98
9.2	Description des activités et organigrammes.....	98
9.3	Équipement	99
9.4	Procédures d'essai.....	99
9.5	Interfaces	100
9.6	Validation et contrôle des processus	101
9.7	Vérification des limites de processus.....	103
9.8	Vérification de produits.....	108
10	Caractérisation de processus	109
10.1	Identification des caractéristiques de processus.....	109
10.2	Description des activités.....	109
10.3	Procédures de caractérisation	111
11	Emballage et expédition	112
11.1	Description des activités et organigrammes.....	112
11.2	Interfaces	112
11.3	Validité de la livraison.....	112
12	Retrait d'agrément de technologie	113
Figure 1 – Exemple d'organigramme de conception, de fabrication, d'essai		74
Figure 2 – Exemple d'organigramme de conception de circuit intégré		80
Figure 3 – Organigramme de technologie du processus.....		87
Figure 4 – Exemple d'organigramme d'essais sous pointes.....		89
Figure 5 – Exemple d'organigramme pour un processus de face arrière pour livraison de puces nues		93
Figure 6 – Exemple d'organigramme pour un assemblage.....		97
Figure 7 – Exemple d'organigramme d'essai		103
Figure 8 – Organigramme typique pour l'emballage et l'expédition		113

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 16-10: Format-cadre pour agrément de technologie (TAS) pour circuits intégrés monolithiques hyperfréquences

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60747-16-10 a été établie par le sous-comité 47E: Dispositifs discrets à semiconducteurs, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

La présente version bilingue (2013-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2004-07.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 47E/257/FDIS et 47E/262/RVD.

Le rapport de vote 47E/262/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été partiellement rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2 (2001). Elle suit également les exigences de la CEI QC 210000:1995, *Technology Approval Schedules – Requirements under the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ-CECC)*.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004

Commission Electrotechnique Internationale Système d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ-CECC)		QC 210021
Responsable ONH:	Nom: Adresse: Tél: Fax:	Spécification disponible comme présentée dans la norme QC 001004 <i>Specifications List</i> ou fournie par n'importe quel Organisme National Habilité (ONH)
PROGRAMME D'AGREMENT DE TECHNOLOGIE (Circuits intégrés monolithiques hyperfréquences)		 
		Edition QC 210021 2004-07

Avant-propos de ce programme d'agrément de technologie particulier (Technology Approval Schedule: TAS)

Le système CEI d'assurance de la qualité pour les composants électroniques (IECQ) est composé des pays membres de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI) qui souhaitent participer à un système harmonisé de composants électroniques sous assurance de la qualité.

L'objet du système est de faciliter le commerce international par une harmonisation des spécifications et des procédures d'assurance de la qualité pour les composants électroniques et en délivrant une marque ou un certificat de conformité reconnu au niveau international. Les composants, produits conformément au système, sont acceptables dans tous les pays membres sans être soumis à d'autres essais.

Ce programme d'agrément de technologie (TAS) a été préparé pour être utilisé par les pays participant au système, qui souhaitent délivrer des spécifications nationales harmonisées pour un agrément de technologie des fabricants de circuits intégrés monolithiques hyperfréquences. Il convient de le lire conjointement avec les réglementations actuelles du système IECQ-CECC.

À la date de l'impression de ce programme, les pays membres de l'IECQ-CECC sont la Chine, le Danemark, la France, l'Allemagne, l'Inde, l'Italie, le Japon, la République de Corée, les Pays-Bas, la Norvège, la Fédération de Russie, la Suisse, la Thaïlande, l'Ukraine, le Royaume-Uni, les Etats-Unis et la Yougoslavie. Des copies de ce programme peuvent être obtenues auprès des organismes nationaux habilités, des organisations nationales de normalisation ou, en cas de difficultés, auprès du bureau central de la CEI à Genève en Suisse (fax: 41 22 9190300) comme cela est décrit dans la liste des spécifications de la norme QC 001004 sur le site web www.iecq-cecc.org.

Organisations responsables de la préparation du programme d'agrément de technologie actuel

Sous-comité 47E de la CEI: Dispositifs discrets à semiconducteurs

Préface

Ce programme a été préparé par le SC47E/WG2.

Il est basé, dans la mesure du possible, sur les publications de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI) et de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) et en particulier sur les normes suivantes:

- | | |
|-----------------|---|
| CEI 60747-16-1: | Dispositifs à semiconducteurs – Partie 16-1: Circuits intégrés hyperfréquences – Amplificateurs |
| CEI 60747-16-2: | Dispositifs à semiconducteurs – Partie 16-2: Circuits intégrés hyperfréquences – Diviseurs préalable de fréquence |
| CEI 60747-16-3: | Dispositifs à semiconducteurs – Partie 16-3: Circuits intégrés hyperfréquences – Convertisseurs de fréquence |
| CEI 60747-16-4: | Dispositifs à semiconducteurs – Partie 16-4: Circuits intégrés hyperfréquences – Commutateurs. |

INTRODUCTION

Les exigences pour un agrément de technologie pour des fabricants de composants électroniques et électromécaniques sont données dans la QC 001002-3, Article 6. Les procédures d'agrément définies dans cet article exigent que le fabricant dispose d'un programme d'agrément de technologie approprié.

Ce programme définit comment les principes et les exigences de la QC 001002-3, Article 6, sont appliqués aux circuits intégrés monolithiques hyperfréquences.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 16-10: Format-cadre pour agrément de technologie (TAS) pour circuits intégrés monolithiques hyperfréquences

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

Ce programme d'agrément de technologie (TAS) spécifie les termes, les définitions, les symboles, le système de qualité, les méthodes d'essai, d'évaluation et de vérification et d'autres exigences relatives à la conception, la fabrication et la livraison de circuits intégrés monolithiques hyperfréquences conformément aux exigences générales du système IECQ-CECC pour les composants électroniques sous assurance de la qualité.

1.2 Documents normatifs

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60027 (toutes les parties): *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

CEI 60050: *Vocabulaire électrotechnique international*

CEI 60068 (toutes les parties): *Essais d'environnement*

CEI 60191-2: *Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs – Partie 2: Dimensions*

CEI 60617-DB¹ (toutes les parties): *Symboles graphiques pour schémas*

CEI 60747-1: *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets et circuits intégrés – Partie 1: Généralités*

IEC 60747-16-1: *Semiconductor devices – Part 16-1: Microwave integrated circuits – Amplifiers (disponible en anglais seulement)*

IEC 60747-16-2: *Semiconductor devices – Part 16-2: Microwave integrated circuits – Frequency prescalers (disponible en anglais seulement)*

CEI 60747-16-3: *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 16-3: Circuits intégrés hyperfréquences – Convertisseurs de fréquence*

CEI 60747-16-4: *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 16-4: Circuits intégrés hyperfréquences – Commutateurs²*

CEI 60748-1: *Dispositifs à semiconducteurs – Circuits intégrés – Partie 1: Généralités*

¹ DB¹ fait référence à la base de données en ligne de la CEI.

² A publier.

ISO 1000: *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*

1.3 Unités, symboles et terminologie

Les unités, les symboles graphiques, les symboles littéraux et la terminologie doivent, dans la mesure du possible, être tirés des documents suivants:

CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

CEI 60050: *Vocabulaire électrotechnique international*

CEI 60617-DB: *Symboles graphiques pour schémas*

ISO 1000: *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*

Les autres unités, symboles et terminologie spécifiques au domaine d'application de ce programme d'agrément de technologie doivent provenir de documents CEI ou ISO appropriés figurant dans des documents normatifs.

1.4 Valeurs normalisées et préférentielles

L'agrément de technologie permet de personnaliser un composant ou un processus pour qu'il convienne à chaque client. Le concept conventionnel des valeurs préférentielles peut donc avoir une application limitée. Toutefois, quand des valeurs préférentielles reconnues de manière internationale s'appliquent, il convient de les utiliser. Par exemple la tension, la température et les dimensions. Elles doivent faire référence aux publications CEI ou ISO appropriée, c'est-à-dire:

- tension: CEI 60747-1
- température: CEI 60747-1
- dimensions: CEI 60191-2.

1.5 Définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent.

1.5.1 Termes généraux pour les circuits intégrés monolithiques hyperfréquences

1.5.1.1 microélectronique

(CEI 60748-1, définition 4.1.5)

1.5.1.2 microstructure

(CEI 60748-1, définition 4.2.2)

1.5.1.3 circuit intégré

(CEI 60748-1, définition 4.2.3)

1.5.1.4 microstructure intégrée

microstructure dans laquelle un certain nombre d'éléments de circuit sont associés de manière inséparable et interconnectés électriquement de telle sorte que pour les spécifications, les essais, la commercialisation et la maintenance, on considère qu'ils sont indivisibles

NOTE 1 Pour cette définition, un élément de circuit n'a pas d'enveloppe ni de connexion externe et n'est pas spécifié ni vendu comme un seul élément.

NOTE 2 Lorsqu'aucun malentendu n'est possible, le terme "circuit intégré" peut être utilisé à la place de "microstructure intégrée".

NOTE 3 D'autres termes de qualification peuvent être employés pour décrire la technique utilisée dans la fabrication d'une microstructure intégrée spécifique. Exemples de termes de qualification: circuit intégré monolithique à semiconducteurs; circuit intégré multi-puces à semiconducteurs; circuit intégré à couches minces; circuit intégré à couches épaisses; circuit intégré hybride.

1.5.1.5

micro-assemblage

microstructure constituée de différents composants et/ou microstructures intégrées construites séparément et qui peuvent être soumises à des essais avant d'être assemblées et mises sous boîtier

NOTE 1 Pour cette définition, un composant ayant des connexions externes, peut avoir une enveloppe et peut également être spécifié et vendu comme un seul élément.

NOTE 2 D'autres termes de qualification peuvent être employés pour décrire la forme des composants et/ou les technique d'assemblage utilisées dans la construction d'un micro-assemblage spécifique. Exemples de termes de qualification: micro-assemblage multi-puces à semiconducteurs; micro-assemblage de composants discrets.

1.5.2 Liste d'abréviations

- ASIC: Circuit intégré spécifique à une application donnée (*Application Specific Integrated Circuit*)
- BDS: spécification particulière cadre (*Blank Detail Specification*)
- BICMOS: Métal-oxyde-silicium complémentaire et bipolaire (*Bipolar and Complementary Metal Oxide Silicon*)
- CAO: Conception Assistée par Ordinateur
- IAO: Ingénierie Assistée par Ordinateur
- CECC: Comité des composants électroniques CENELEC (*CENELEC Electronic Components Committee*)
- CMB: Direction de la gestion des contrats (*Contract Management Branch*)
- Cpk: Indice d'aptitude de processus critique
- Résistance d'une pastille au cisaillement: Essai de fixation de puce
- DIL: Boîtier à deux rangées de broches (*Dual-In-line Package*)
- DRC: Vérification des règles de conception (*Design Rules Check*)
- Ressuage (ZYGLO): Essai d'étanchéité
- EDP: Traitement électronique des données (*Electronic Data Processing*)
- EFR: Taux de défaillance électrique (*Electrical Failure Rate*)
- ERC: Vérification des règles électriques (*Electrical Rules Check*)
- ESD: Décharge électrostatique (*Electro-Static Discharge*)
- GaAs: Arséniure de gallium
- HBT: Transistor bipolaire à hétérojonction (*Hetero-junction Bipolar Transistor*)
- HEMT: Transistor à grande mobilité d'électrons (*High Electron Mobility Transistor*)

- ISO 9000: Règles de qualité internationales ISO
- JFET: Transistor à effet de champ à jonction (Junction Field Effect Transistor)
- LRM: Adaptation de réflexion de ligne (*Line Reflect Match*)
- LSSD: Conception basée sur le balayage sensible aux niveaux (*Level Sensitive Scan Design*)
- LVS: Logiciel de vérification de schéma (*Layout Versus Schematics*)
- MESFET: Transistor à effet de champ à semiconducteur métallique (*Metal Semiconductor Field Effect Transistor*)
- MMIC: Circuits intégrés monolithiques hyperfréquences (*Monolithic Microwave Integrated Circuits*)
- MODFET: Transistor à effet de champ à dopage modulé (*Modulation Doped Field Effect Transistor*)
- MTF: Temps moyen de fonctionnement avant défaillance (*Mean Time To Failure*)
- MTBF: Moyenne de temps de bon fonctionnement (*Mean Time Between Failures*)
- MTTR: Délai moyen de réparation (*Mean Time To Repair*)
- NMOS: Métal-oxyde-silicium canal N (*Metal Oxide Silicon N channel*)
- OS: Système d'exploitation (*Operating System*)
- PAS: Spécification accessible au public (*Publicly Available Specification*)
- PCM: Contrôleur de surveillance de processus (*Process Control Monitor*)
- PDA: Pourcentage de défectueux admis (*Percentage Defectives Allowed*)
- PM: Contrôleur paramétrique (*Parametric Monitor*)
- PMOS: (métal-oxyde-silicium canal P) (*Metal Oxide Silicon P channel*)
- POST CAP: Inspection après encapsulation
- PRE CAP: Inspection avant encapsulation
- QA: Assurance de la qualité (*Quality Assurance*)
- QCI: Contrôle de conformité de la qualité (*Quality Conformance Inspection*)
- QML: Liste de fabricants qualifiés (*Qualified Manufacturer List*)
- RIE: Gravure par plasma ionique (*Reactive Ion Etching*)
- SEC: Circuit d'évaluation normalisé (*Standard Evaluation Circuit*)
- MEB: Microscope Electronique à Balayage
- SI: Organisme de surveillance (*Supervising Inspectorate*)
- SOI: Silicium sur isolant (*Silicon on Insulator*)
- SOLT: Court-circuit, circuit ouvert, en charge, direct (*Short Open Load Thru*)
- SOS: Silicium sur saphir (*Silicon On Sapphire*)
- SPC: Gestion statistique des processus (*Statistical Process Control*)

- Si: Silicium
- TADD: Document de déclaration d'agrément de technologie (*Technology Approval Declaration Document*)
- TCI: Contrôle de conformité de technologie (*Technology Conformance Inspection*)
- TCV: Véhicule de caractérisation de technologie (*Technology Characterization Vehicle*)
- Tddb: Rupture diélectrique en fonction du temps (*Time Dependent Dielectric Breakdown*)
- TQM: Gestion totale de la qualité (*Total Quality Management*)
- TRB: Comité de révision de technologie (*Technology Review Board*)
- TRL: Direct, réflexion, ligne (*Thru Reflect Line*)
- VT: Tension de seuil pour un FET (Threshold Voltage)
- ZYGLO: voir Ressuage.

NOTE PCM et PM ont la même signification, mais on utilise le terme PCM dans les paragraphes qui suivent.

1.5.3 Définitions relatives au domaine d'application du programme d'agrément de technologie

Voir QC 001002-3, Article 6 pour les définitions spécifiques à l'agrément de technologie.

2 Définition de la technologie des composants

2.1 Domaine d'application

L'agrément de technologie pour la gamme déclarée ou la famille de composants doit inclure leurs processus de conception et de fabrication et leurs interfaces. La gestion globale de ces interfaces par le site de contrôle doit être incluse. Ces processus et interfaces doivent être déclarés dans le document de déclaration d'agrément de technologie (TADD).

Des exigences plus détaillées pour les processus et des interfaces à inclure dans l'agrément de technologie sont données dans les articles appropriés de ce programme d'agrément de technologie. Les processus sont indiqués ci-dessous avec l'identification du PROCESSUS TECHNIQUE PRINCIPAL:

- Caractérisation de processus
- Conception de circuit intégré PROCESSUS TECHNIQUE PRINCIPAL
- Fabrication de masques
- Fabrication de tranches PROCESSUS TECHNIQUE PRINCIPAL
- Processus de face arrière
- Essais sous pointes
- Assemblage PROCESSUS TECHNIQUE PRINCIPAL
- Essais et livraison PROCESSUS TECHNIQUE PRINCIPAL
- Emballage et expédition

L'expédition inclut le stockage temporaire des produits finis avant l'expédition au client.

2.2 Description des activités et organigrammes

2.2.1 Description des activités

Toutes les activités (processus) doivent être identifiées avec les organigrammes appropriés inclus. Ces informations peuvent inclure différents processus pour différents types de composants, mais couverts par la même technologie. Le cas échéant, il convient que ces informations portent sur tous les processus indiqués en 2.1.

Le cycle de conception et de fabrication des circuits intégrés peut impliquer qu'un ou plusieurs services ou sociétés qualifiés traitent différentes tâches pendant le "cycle de vie" d'un MMIC.

La conception, le développement et les spécifications d'un MMIC sont effectués selon les exigences spécifiques d'un client, qui peut être un client externe (par exemple pour un MMIC spécifique à une application) ou un service interne.

Le principal maître d'ouvrage est l'organisation responsable de la gestion de toutes les tâches avant la livraison d'un MMIC conforme aux exigences spécifiées.

2.2.2 Organigrammes

L'organigramme de la Figure 1 est un exemple représentant des opérations pour lesquelles il est prévu que des étapes spécifiques soient définies, en faisant référence à la documentation interne appropriée.

2.3 Résumé technique

2.3.1 Résumé du document de déclaration d'agrément de technologie (TADD) (non publié)

Le résumé technique d'un agrément de technologie doit être déclaré par le document de déclaration d'agrément de technologie (TADD).

Pour chaque technologie déclarée les éléments suivants doivent être identifiés:

- La description des outils de conception utilisés, par exemple les systèmes CAO, les logiciels;
- La description des processus de fabrication des tranches, y compris la taille, la technologie, les types et le nombre d'interconnexions
 - par exemple, grille de 0,5 µm, MESFET GaAs, métal double couche;
- La description/liste des produits et/ou la famille de produits
 - par exemple, des amplificateurs faible bruit; des amplificateurs de puissance; des commutateurs;
- La description des types/matériaux des boîtiers et la gamme de nombre de broches
 - par exemple la forme des puces: céramique, DIL 8, 16 croches;
- La description de l'équipement d'essai, c'est-à-dire le type d'équipement d'essai et le domaine d'application.

Un exemple d'abrégé technique d'agrément de technologie est présenté en 2.3.3.

2.3.2 Résumé de la norme QC 001005

Les informations à publier dans la QC 001005:2000, *Register of Firms, Products and Services approved under the IECQ-CECC System, including ISO 9000*, peuvent être basées sur les informations fournies pour satisfaire à l'abrégé technique d'agrément de technologie de 2.3.1.

Les informations marquées d'un astérisque ("*") peuvent être omises dans le "Résumé d'agrément de technologie" publié si le site de contrôle le demande.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004

2.3.3 Exemple de résumé technique d'agrément de technologie

DESCRIPTION DE TECHNOLOGIE: CIRCUIT INTÉGRÉ MONOLITHIQUE HYPERFRÉQUENCES

Fabrication [Site de contrôle]: *Nom et lieu*
 Référence CEI: *QC 210021 – TAS for Monolithic Microwave Integrated Circuits*
 Numéro de certificat: *Référence de l'organisme de surveillance local*
 TADD générique: *Référence du document du site de contrôle*
(le cas échéant, des renvois à d'autres TADD doivent exister dans la spécification générique).

BIBLIOTHEQUE/CONCEPTION

Nom du fabricant de la bibliothèque:
 Informations sur la bibliothèque (le cas échéant):
 Objectif: ☐ Conception hyperfréquences ☐ Conception numérique ☐ Autres
 Types: ☐ Cellules normalisées ☐ Cellules d'éléments
 Contenu: *Types de cellules*

FABRICATION DE TRANCHES:

Nom du processus de fabricant de tranches: *(ex. "AMES0.5", etc.)*
 Type du processus de fabricant de tranches: *(ex. FET/Bipolaire, etc.)*
 Fonction: *(ex. Cellule normalisée/sur mesure, etc.)*
 Familles de production: *(ex. Faible bruit/Haute puissance/Commande, etc.)*
 Détails:
 Dimension de tranche: *(ex. 100 mm)*
 Longueur de grille: *(ex. 0,5 µm)*
 Niveaux d'interconnexion maximal: *(Triple/Double/Single/Métal etc.)**
 Structure de ligne de transmission: *(ex. guide d'onde à micro-ruban/coplanaire, etc.)*
 Composition du métal: *(Al/Si/Al/Cu, etc.)**
 Matériau du grille: *(Métal/Polysilicium, etc.)**
 Matériau de passivation: *(1,2 µm Nitrure Compression, etc.)**
 Matériau de substrat: *(ex. GaAs)**
 Nombre de masques: *(ex. 8)**

ASSEMBLAGE:

Types de boîtier: *(ex. Boîtier plat à quatre rangées de broches fin en plastique, 7,6 mm faible encombrement (SO), etc.)*
 Détails:
 Taille de puce maximale: *(ex. TPQFP – 9 x 9 mm: SO300 – 2,3 mm x 2,3 mm)*
 Matériaux de boîtier: *(ex. Céramique/Epoxy/Plastique, etc.)*
 Embase/Grille de connexion: *(ex. Cuivre/Alliage 42, etc.)**
 Revêtement des broches/conducteurs: *(ex. Trempé dans brasure/or, etc.)*
 Fixation des puces: *(ex. Eutectique or/silicium, etc.)**
 Fixation des fils de liaison: *(ex. Aluminium, Ultrasonique, etc.)**
 Assemblage des boîtiers

Caractéristiques électriques des produits:

Gamme de tensions d'alimentation:
 Puissance d'entrée maximale:
 Dissipation de puissance totale:
 Fréquence de fonctionnement maximale:
 Gamme de températures de fonctionnement:
 Gamme de températures de stockage:

LIMITES ENVIRONNEMENTALES/DE FIABILITE:

Performance d'essais d'endurance: *(ex. > x années à 55 °C ou > 1 000 h à 125 °C)*
 Sévérité de chaleur humide accélérée: *(ex. > x années à 55 °C/60 % HR ou 1 000 h à 85 °C/85 % HR)*
 Cycles de température extrêmes: *(ex. –65 °C / +150 °C)*
 etc.
 ET
 Taux de défaillance prévu *(dans des environnements spécifiés)*
 Facteur de qualité (π_Q).

(Le client doit avoir accès aux limites de l'agrément, et il convient que tous les essais soient corrélés aux méthodes d'essai de la CEI et il convient qu'ils soient adaptés à l'application prévue.)

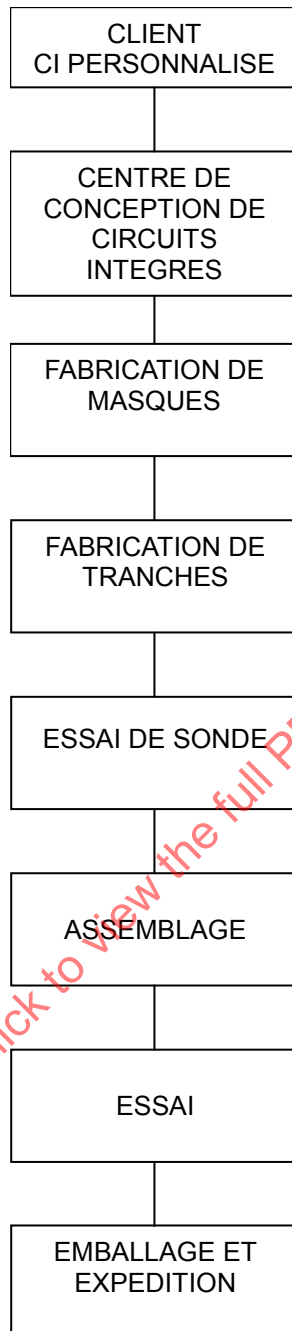
2.4 Exigences relatives au contrôle de sous-traitants

Lorsqu'un processus technique, comme défini en 2.1, est sous-traité, les procédures et les critères utilisés pour démontrer le contrôle doivent être spécifiés. Ceci peut être réalisé en démontrant la conformité aux exigences de la spécification accessible au public (PAS) appropriée de la série IECQ-CECC 200000, ou en démontrant que les processus ont été effectués de manière satisfaisante conformément aux critères définis ou cités en référence dans le TADD. De tels critères doivent être capables de démontrer la conformité à la déclaration de fiabilité et aux performances environnementales.

Les éléments suivants doivent être spécifiés:

- Raison de la sous-traitance
- Nom et adresse
- Référence du certificat du processus IECQ-CECC et d'agrément ou d'agrément de technologie (le cas échéant)
- Nom du contrat CMB (direction de la gestion des contrats) chez le sous-traitant
- Documentation
- Documentation sur les relations mutuelles.

NOTE La conception, la fabrication des masques, la fabrication des tranches, les essais sous pointes, l'assemblage, les essais, l'emballage et l'expédition peuvent être sous-traités à condition que le site de contrôle ait la capacité de réaliser au moins un des PROCESSUS TECHNIQUES PRINCIPAUX tels que définis en 6.2.1.3 de la QC 001002-3.



IEC 876/04

NOTE Il s'agit d'un exemple de dispositif sous boîtier.

Figure 1 – Exemple d'organigramme de conception, de fabrication, d'essai

3 Conception de composants MMIC

3.1 Domaine d'application

Les informations sur la conception relatives à la technologie pour laquelle l'agrément est demandé, doivent être incluses dans le TADD.

Elles doivent inclure la conception du processus à semiconducteurs intégrant la modification et la publication des paramètres du processus et les règles de conception du processus associé sous forme de documents écrits et de fichiers informatiques exploitables par des outils de CAO chez les clients internes ou dans des centres de conception indépendants.

La caractérisation de processus et la conception de circuits sont généralement des tâches distinctes bien qu'elles soient interconnectées, et leurs interfaces avec la tâche de processus de conception doivent donc être spécifiées en détails, y compris en ce qui concerne les responsabilités en matière de gestion, les spécifications de transfert, les exigences et les pièces à fournir.

Le centre de conception de circuits intégrés est responsable de la conception des circuits intégrés conformément aux demandes des clients selon des spécifications produits ou autres spécifications, généralement par la traduction de données reçues en spécifications de circuits intégrés, puis par des phases de conception et de simulation suivies de production de données, de spécifications et de fichiers informatiques (ou équivalents) nécessaires pour la fabrication. Ceci doit généralement faire appel à des données provenant de l'étude de conception de processus.

Les activités peuvent inclure la fabrication de masques et l'élaboration de données d'essai ou de programmes d'essai de produits utilisées dans des programmes d'essai par une étude ou un centre d'essai.

3.2 Description des activités et organigrammes

3.2.1 Description des activités

Les activités de conception pour des circuits intégrés doivent être déclarées, inclure des organigrammes montrant toutes les activités, les étapes critiques, les points de contrôle et les indicateurs de qualité, et indiquer la référence à la documentation interne applicable. Ces activités doivent inclure certains ou tous les éléments a) à e) présentés ci-dessous, selon le cas:

a) Faisabilité

La disponibilité de l'équipement et de la capacité de conception/fabrication pour couvrir les quantités nécessaires de lots de production doivent être vérifiées.

b) Conception de processus

- i) Caractéristiques physiques (requis pour la conception de circuits)
- ii) Caractéristiques électriques
- iii) Règles d'implantation

c) Services de conception et support

- i) Vérification des règles de conception (DRC)
- ii) Logiciel de vérification de schémas (LVS)
- iii) Règles de processus (fabricant de tranches et assemblage)
- iv) Modèles CAO

d) Outil de conception de circuits

- i) Simulation linéaire (domaine fréquentiel)
- ii) Equilibre harmonique
- iii) SPICE
- iv) Analyse électromagnétique
- v) Autres.

e) Conversion ou adaptation des conceptions existantes

Toutes les activités qui ne sont décrites ainsi doivent être indiquées avec une référence à la documentation applicable et des contrôles d'interface. Les informations à indiquer, le cas échéant, concernent:

- i) les technologies de base (processus, couches, éléments, géométries, décrits dans un manuel de conception, etc.);
- ii) l'identification des règles de conception (incluant les règles physiques, électriques et d'implantation pour la fabrication des tranches et l'assemblage également décrites dans un manuel de conception);
- iii) les données et les outils de CAO pour chaque type de composant, par exemple les bibliothèques de matériels, de logiciels et de cellules qui font généralement partie du kit de conception;
- iv) les procédures de vérification et de validation;
- v) les procédures de choix ou de conception des boîtiers;
- vi) les programmes d'essai (par exemple le langage de description d'essai, les paramètres d'essai, etc.).

3.2.2 Organigrammes

Pour un exemple d'organigramme typique, voir la Figure 2.

3.3 Interfaces

3.3.1 Conception/fabrication

Les relations entre fabricants pendant les étapes de conception doivent être déclarées, y compris celles avec

- le fabricant (fabrication de masques),
- la gestion des mises à jour des bibliothèques et des configurations des logiciels,
- la compatibilité amont,
- la documentation,
- la traçabilité,
- les limites d'utilisation (modèle, précision),
- l'utilisation des outils de vérification (DRC, ERC, LVS),
- l'assemblage (y compris les fournisseurs de boîtiers),
- prototypage (le cas échéant),
- la caractérisation et les essais (y compris les équipements et les spécifications),
- toutes les autres exigences.

3.3.2 Client/utilisateur

Le centre de conception définit sa politique sur l'implication du client pendant les différentes étapes de conception:

- Spécifications
 - écriture des spécifications des besoins techniques.
- Révisions de conception
 - simulations fonctionnelles,
 - simulation orientée essai,
 - simulation électromagnétique et de placement.
- Prototypage (le cas échéant),
 - caractérisation et évaluation des prototypes.

Le centre de conception est responsable de l'application des règles de conception et de fabrication liées à la technologie identifiée. Il est également responsable de la méthodologie correcte d'essai pour satisfaire aux exigences des spécifications des besoins techniques.

3.3.3 Interface avec le centre d'essai

L'interface entre le centre de conception (responsable de la mise en œuvre de testabilité à l'intérieur des circuits et de la génération des groupes d'éléments d'essai) et l'entité réalisant, contrôlant et utilisant l'appareil et le programme d'essai doit être identifiée et décrite.

La méthodologie portant sur les points suivants doit être indiquée:

- évaluation et essais sur la caractérisation des prototypes (le cas échéant);
- évaluation et essais sur des tranches (essais sous pointes);
- évaluation et contrôle des produits finis;
- évaluation et essais pour étudier les mécanismes de défaillances.

3.3.4 Capacité logicielle du fournisseur

a) Portabilité et transparence des logiciels

Ce paragraphe décrit les étapes à mettre en œuvre pour s'assurer qu'un logiciel est transparent et portable.

b) Définitions

Portabilité

Le logiciel est applicable à différents processus, par exemple plusieurs processus MMIC. La portabilité peut porter sur différents niveaux, par exemple un logiciel peut être utilisé

- pour des processus de 0,5 μm seulement,
- ou pour les processus de 0,25 μm et de 0,5 μm ,
- ou pour tous les processus MMIC d'un fabricant spécifique, etc.

Transparence

Le degré jusqu'auquel les logiciels gèrent les détails de la conception des puces sans informations détaillées de l'utilisateur, par exemple:

- Les logiciels peu transparents sont ceux actuellement utilisés pour les conceptions entièrement sur mesure dans lesquelles les logiciels constituent simplement un outil pour l'implantation, la simulation, etc., et le concepteur prend toutes les décisions.

Ceci entraîne des difficultés qui devront être traitées principalement par le fournisseur de logiciels. Les points suivants permettent d'identifier le degré de transparence/portabilité:

- i) Si les fournisseurs indiquent que leurs logiciels sont portatifs, des références doivent être établies.
- ii) Le niveau de qualification des concepteurs de MMIC variera en fonction du niveau de transparence/portabilité. Les concepteurs peuvent par exemple avoir une formation

dans les techniques de conception de MMIC, mais ne pas avoir besoin de connaissance sur un processus particulier, ou ils peuvent avoir un niveau plus élevé en logiciels de conception et n'avoir aucune connaissance en éléments hyperfréquences.

- iii) La configuration de la conception sur ordinateur doit également être transparente pour l'utilisateur, c'est-à-dire qu'il convient que le fournisseur de logiciels soit responsable du contrôle de la configuration.
- iv) Le fournisseur de logiciels met en place et finance un système (par exemple un groupe d'utilisateurs) pour s'assurer que tous les problèmes de l'utilisateur soient identifiés et corrigés.
- v) Une version d'un logiciel de conception peut être modifiée au cours de la conception, ce qui nécessite le transfert de fichiers ou de cellules produites en utilisant une version vers une autre version. Dans un tel cas, le concepteur doit enregistrer le nom du fichier/cellule ainsi transféré, en indiquant le nom du fichier juste avant le transfert, le nom juste après le transfert et la date du transfert. Ceci assurera la traçabilité en cas d'erreurs dues à des bogues logiciels survenant à une date ultérieure.

3.3.5 Sous-traitants, fournisseurs et fournisseurs internes

La conception peut être sous-traitée conformément à 2.4.

3.4 Validations et contrôle des processus

3.4.1 Méthodologie de conception globale

La méthodologie utilisée pour définir le processus de conception globale doit être décrite, et doit inclure:

- la structure de conception;
- la testabilité de la topologie de conception;
- la documentation.

3.4.2 Validation des résultats de simulation par rapport à une spécification de besoins techniques

La méthodologie pour couvrir la spécification des besoins techniques doit être définie. Il convient que les points suivants soient couverts:

- la stabilité dans toute la gamme de fréquences (avec une simulation sur une large gamme de signaux);
- la stabilité dans toutes les alimentations pour des conditions de fonctionnement à impulsions;
- les variations de processus et l'analyse de sensibilité;
- l'application de la méthode de Monte-Carlo pour obtenir des prévisions;
- l'analyse thermique pour les dispositifs de puissance;
- l'effet de liaison - condensateurs de découplage – mise sous boîtier;
- la modélisation inverse (le cas échéant).

3.4.3 Vérification d'implantation

La vérification de l'implantation doit comprendre des règles de conception spécifiques orientées processus et utilisées pour une conception spécifique ainsi que toutes les autres informations sur la conception qui ne sont pas définies dans la fiche technique (le cas échéant), par exemple:

- Définitions géométriques et limites physiques

- Électrique
 - les logiciels de vérification de schéma,
 - la simulation électromagnétique (y compris les effets de proximité entre éléments hyperfréquences),
 - la modélisation inverse.
- Fiabilité, y compris la densité d'électromigration/courant et les considérations thermiques

3.4.4 Procédure de validation

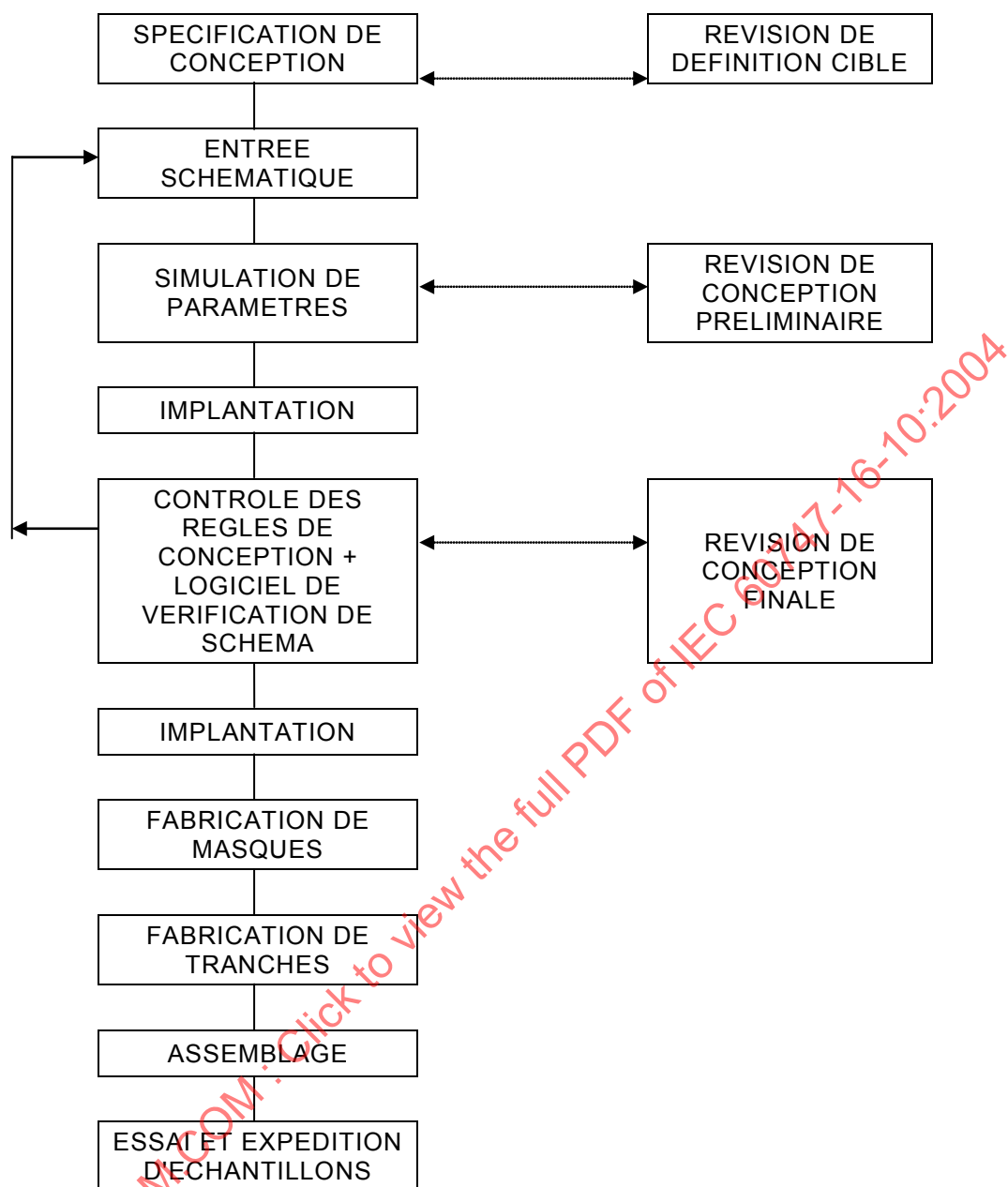
La procédure de validation et de contrôle de la conception doit être définie.

Le cas échéant, toutes les informations requises par le traitement ou les essais pendant l'étape de validation de la conception doivent être identifiées si elles sont nécessaires pour éviter des problèmes pendant les essais et les processus de production ou les problèmes qui peuvent affecter la fiabilité.

Avant l'intégration dans le système de conception, n'importe quel nouveau logiciel doit être vérifié et validé.

Les procédures qui couvrent les points suivants doivent être identifiées:

- la testabilité;
- les règles de conception pour réduire au minimum les mécanismes de défaillances (électromigration, ESD);
- l'adéquation des programmes d'essai;
- l'adéquation de l'évaluation des essais.



IEC 877/04

NOTE Il s'agit d'un exemple de dispositif sous boîtier.

Figure 2 – Exemple d'organigramme de conception de circuit intégré

4 Fabrication de masques

4.1 Domaine d'application

Cet article définit les exigences pour la fabrication des masques utilisés pour définir des éléments de circuit pendant la fabrication de tranches et donne les exigences pour la validation des processus et des sous-traitants.

4.2 Description des activités et organigrammes

Les masques peuvent être fabriqués seulement par l'entreprise de fabrication de tranches pour MMIC ou par une entreprise indépendante. Dans les deux cas, les exigences d'activité, le contrôle, les points de contrôle de processus et les indicateurs de qualité doivent être traités de manière identique.

Les exigences pour le fabricant de masques doivent être déclarées et indiquer la gestion et le contrôle des logiciels/matériels, qui incluent généralement:

- les règles de conception;
- les règles et les données CAO;
- les procédures d'identification.

4.3 Validation et contrôle des processus

La méthode de contrôle et de validation des masques finis ou leurs processus de fabrication doivent être définis pour s'assurer que les masques finis sont conformes aux exigences de conception et d'approvisionnement d'origines:

- nom et adresse;
- preuve de l'agrément du processus de fabrication de masques pour le processus de fabrication de tranches certifié;
- nom du contact TRB chez le fabricant de masques;
- identification des spécifications de processus du fabricant de masques;
- résumé de l'interface entre le centre de conception et le fabricant de masques, indiquant les documents, les outils, etc., fournis par le centre de conception, la méthodologie utilisée pour valider le travail effectué par le fabricant de masques et les responsabilités de chaque partie.

4.4 Sous-traitants, fournisseurs et fournisseurs internes

La fabrication de masques peut être sous-traitée conformément à 2.4.

5 Fabrication de tranches pour MMIC

5.1 Domaine d'application

Cet article décrit les règles sur les activités, les équipements et les reprises pour la fabrication de tranches pour des circuits intégrés monolithiques hyperfréquences et donne les exigences pour la validation et le contrôle des processus et des sous-traitants.

Les activités de fabrication de tranches incluent la réalisation physique de circuits intégrés monolithiques hyperfréquences sur des substrats semiconducteurs à l'aide des outils, des méthodes, des opérations nécessaires et leur gestion, effectuée sur site par une tâche qualifiée du service ou par une fonderie qualifiée distincte.

Le service de fabrication de tranches peut soit

- a) recevoir et utiliser des masques appropriés et/ou des données CAO provenant d'une tâche ou d'un service qualifié, soit
- b) recevoir les données de l'étape de conception et utiliser un fabricant de masques interne ou externe.

Dans les deux cas, il est responsable de la gestion des interfaces, des équipements et des matériaux de processus ainsi que de la livraison des tranches aux clients.

Les informations sur la fabrication de tranches relatives à la technologie pour laquelle l'agrément est demandé doivent être incluses dans le TADD.

5.2 Description des activités et organigrammes

5.2.1 Exigences générales

Les opérations critiques à surveiller doivent être déterminées en se basant sur l'expérience et la connaissance du processus. Les données venant de la ligne de processus doivent être analysées en utilisant des méthodes SPC approuvées pour déterminer leur efficacité à contrôler le processus. Si l'on constate que l'efficacité d'une opération n'est pas adaptée, il est nécessaire de changer les conditions de mesure ou d'acquérir d'autres données. Un système de surveillance de fabrication de tranches peut utiliser différentes structures d'essai, techniques et méthodes de mesure.

Une méthodologie de gestion totale de la qualité (TQM) doit être utilisée. Dans la méthodologie, le centre de fabrication de tranches est responsable de sa qualité, met en place l'organisation et les ressources nécessaires pour la gérer (y compris un TRB) et peut présenter son efficacité à l'organisme de surveillance (directement ou via le site de contrôle).

5.2.2 Description des activités et organigrammes

Les activités de fabrication de tranches pour des circuits intégrés monolithiques hyperfréquences doivent être déclarées, y compris les organigrammes représentant toutes les activités, les étapes de processus critiques, les paramètres, les points de contrôle de processus et les indicateurs de qualité, utilisés pour la validation et le contrôle du processus et des sous-traitants. Les principaux critères utilisés pour décrire la technologie doivent être identifiés.

Des exemples d'opérations critiques incluent:

Environnement

Préparation de matériaux de tranches

- acceptation de réception/QC;
- substrat (partie avant, partie arrière, taille, orientation);
- tranche épitaxiale (matériau, dopant, VPE, MBE, MOCVD).

Techniques de traitement des tranches (chaque couche)

- photolithographie;
- lithographie par faisceau d'électrons;
- dopage;
- gravure;
- déposition de couches;
- revêtement;
- interconnexions;
- couverture des étapes;
- métallisation;
- passivation;
- amincissement;
- processus de face arrière (trous de liaison).

Contrôleurs de processus et acceptation

Une documentation doit servir de référence pour définir ou contrôler les principales propriétés de la technologie, c'est-à-dire:

- lieu de fabrication;
- technologie de base (MESFET, HEMT, MODFET, HBT, etc.);
- interconnexion mono ou multi niveaux;
- méthode d'isolement (gravure mesa, implantation ionique, etc.);
- nature de la grille (Al, WSi, WN, Ti, etc.);
- nature du diélectrique (SiO, SiN, etc.);
- nature de l'émetteur bipolaire (avec ou sans paroi);
- nouvelles techniques de fabrication;
- photo-optique, faisceau E;
- diffusion, implantation;
- déposition, croissance;
- gravure humide, gravure sèche;
- photogravure, retrait de résine;
- évaporation, pulvérisation;
- ligne de traçage.

Le contrôle de ces processus doit porter sur les paramètres critiques pour l'assurance de la qualité des produits en termes de performance, de rendement et de reproductibilité (capacité), et de fiabilité. Par exemple, les éléments suivants doivent être détaillés:

- Epaisseur des couches des produits finaux
- Dimensions des surfaces
- Diffusion des superpositions (chevauchement/alignement)
- Diamètre des tranches
- Epaisseur finale des puces
- Arrière
- Résistivité
- Tension de claquage
- Tension de seuil.

Exemple d'organigramme typique: voir Figure 3.

5.2.3 Limites physiques et électriques quantitatives

Les limites caractéristiques utilisées dans chaque étape de l'organigramme doivent être définies pour le processus de production et classées si nécessaire de la manière suivante

- originales – lorsque les processus ne sont pas encore utilisés pour faire des produits sous assurance de la qualité;
- distinguées – lorsque les processus sont déjà utilisés pour produire des produits qualifiés avec des limites moins performantes ou moins contraignantes.

5.3 Équipements

Les équipements pour la fabrication du composant d'évaluation normalisée, le véhicule de caractérisation de technologie, le contrôleur paramétrique et les produits finis doivent être spécifiés et une description des paramètres caractéristiques suivants doit être incluse:

- Caractéristiques générales (fabricant, date de fabrication, utilisation prévue)
- Exigences fonctionnelles (consommation de puissance électrique, exigences de refroidissement, exigences de chauffage, exigences environnementales)
- Procédure d'installation (description des pièces, description des montages, description des systèmes d'interconnexions)
- Mise en service
- Spécifications des matériaux requis
- Fiabilité (valeurs minimales-typique-maximales, taux de réduction, durée de vie prévue, MTBF).

Les programmes de maintenance pour les équipements doivent être définis (y compris des instructions détaillées sur les procédures de maintenance, une liste des outils de maintenance requis, la périodicité de la maintenance).

La totalité ou les éléments essentiels des équipements doivent être étalonnés périodiquement afin de maintenir la précision. Le système d'étalonnage et les méthodes d'étalonnage appliquées doivent être définis, et inclure:

- la procédure formelle d'étalonnage;
- la procédure courte d'étalonnage de l'équipement de contrôle;
- la responsabilité de l'étalonnage;
- les exigences d'étalonnage (liste des outils d'étalonnage, équipements, dispositifs de mesure et jauges);
- la périodicité de l'étalonnage.

5.4 Matériaux

Le contrôle et la validation des matériaux utilisés pour la fabrication de tranches doivent être définis, et inclure:

- le suivi, les devis des fournisseurs, la politique d'approvisionnement multiple;
- l'inspection des matériaux (méthodes, outils, analyse des résultats et utilisation);
- la gestion des matériaux et les stocks (entrepôts, traçabilité, produits à durée de vie limitée).

5.5 Reprise

Les reprises sont permises uniquement si l'on peut démontrer qu'elles n'influencent pas la qualité ni la fiabilité du produit. La documentation doit spécifier tous les processus et étapes de reprise autorisés, ainsi que les critères d'utilisation, les performances et une réalisation satisfaisante.

Aucune reprise ne peut être effectuée avant son approbation comme une opération de reprise autorisée. La raison de la reprise doit être enregistrée dans l'historique du lot, ainsi que tous les détails de la reprise effectuée, les résultats de la reprise et les conséquences de la reprise sur d'autres étapes de fabrication. Le critère pour autoriser une reprise doit figurer dans le TADD.

Les réparations ne sont pas autorisées dans le processus de fabrication de tranches. Pour la fabrication de tranches, une réparation est définie comme "toute opération effectuée pour corriger une non-conformité ou une erreur et dont le résultat est une tranche finie présentant

une fonctionnalité, une caractéristique ou un matériau différent de ceux d'une tranche construite conformément au processus approuvé spécifié".

5.6 Méthode de validation et contrôle des processus

Les procédures de validation et de contrôle des processus doivent être déclarées. La procédure pour contrôler et valider les processus utilisant des méthodes statistiques basées sur des données expérimentales et la connaissance des processus doit être déclarée.

La responsabilité directe du TRB dans le contrôle de la qualité permet de contrôler des changements mineurs continus des techniques et des technologies pour l'assemblage et la mise sous boîtier sans que cela ne nécessite de nouvelle certification. Au centre de fabrication des tranches, soit le TRB est composé de personnel gérant les activités, soit les activités sont représentées dans un TRB à un niveau plus élevé.

5.6.1 Plan d'acceptation des tranches

Le TRB doit créer et démontrer l'efficacité d'un plan basé sur des mesures électriques de PCM. Le cas échéant, des critères visuels doivent également être utilisés. Ce plan peut être un plan d'acceptation tranche par tranche ou lot par lot, mais il doit correspondre au groupement de production de différents types de lots:

- petits lots;
- grands lots;
- lots spéciaux.

Les données du PCM doivent être enregistrées et disponibles pendant les audits.

5.6.2 Programme SPC, applicabilité

Un système d'analyse des données de fabrication de tranches doit être utilisé par le fabricant pour surveiller les points critiques des processus et pour gérer le rendement et la fiabilité. Ce système doit être contenu dans le plan de qualification globale décrit dans le TADD. Le système de surveillance peut utiliser différentes structures d'essai, techniques et méthodes de mesure. Les opérations critiques à surveiller sont déterminées par le fabricant en se basant sur son expérience et sa connaissance du processus. Les données provenant de la ligne de processus doivent être analysées conformément à des méthodes SPC adaptées pour déterminer leur efficacité à contrôler le processus.

[Les lignes directrices du SPC sont données dans la CECC 00 016: *Basic requirements for the use of Statistical Process Control (SPC) in the CECC System*, disponible auprès du secrétariat de l'IECQ-CECC.]

5.6.3 Démonstration de capacité de processus (c'est-à-dire capacité statistique)

Pendant la phase de certification, le fabricant doit produire des circuits, réaliser des essais et établir des références afin de démontrer son aptitude à évaluer la capacité des processus en termes de qualité, de fiabilité et de capacité efficace à produire. Des résumés de ces essais sont soumis à l'organisme de surveillance pendant l'audit de validation. Ces essais sont effectués afin d'établir une surveillance de capacité continue indépendamment de la démonstration initiale. Le TRB détermine quand ces essais doivent être réalisés après la certification initiale.

5.6.4 Validation de technologie

L'organigramme de technologie du processus, décrit en 5.2.2, est soumis à un audit global pour vérifier la conformité. Il convient que les opérations critiques de 5.2.2 soient décrites dans cet organigramme. La Figure 3 est un exemple d'organigramme typique.

[Les points critiques sont indiqués dans les lignes directrices du document CECC 00 809: *Questionnaire for auditing IC and ASIC manufacturing lines*, disponible auprès du secrétariat de l'IECQ-CECC. Ce document peut être utilisé comme un guide pour l'audit de validation technique.]

5.6.5 Véhicules d'essai

Le processus de fabrication de tranches est surveillé et contrôlé par un circuit d'évaluation normalisé (SEC), un véhicule de caractérisation de technologie (TCV) et un contrôleur de surveillance de processus (PCM). L'organigramme de fabrication donnant les produits finis doit être établi avec des limites claires pour chaque étape de fabrication. Ces limites doivent être spécifiées.

5.7 Relations mutuelles

5.7.1 Client/utilisateur

Les relations avec les clients pendant la fabrication de tranches doivent être déclarées pour

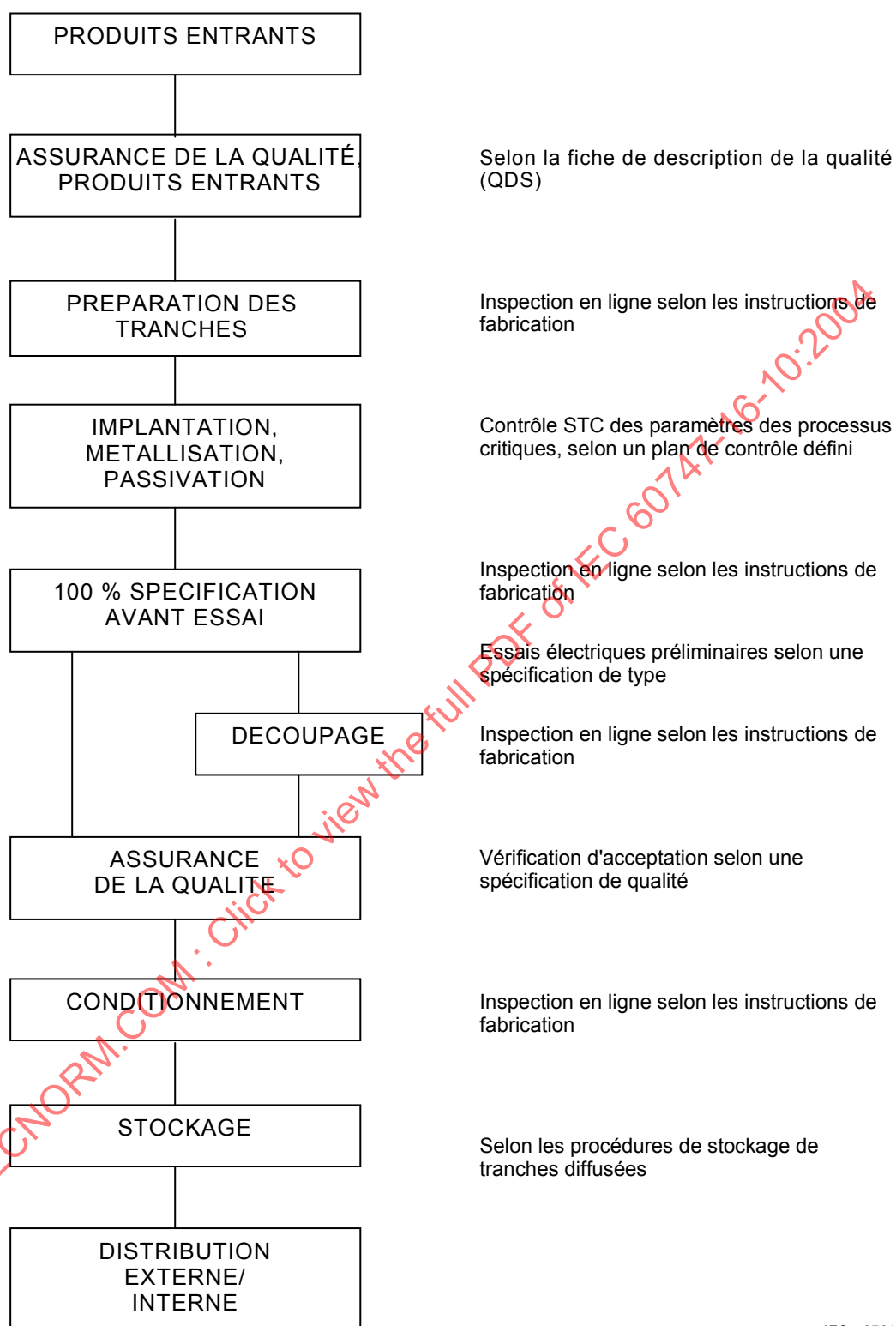
- la conception,
- la mise sous boîtier,
- les essais,
- le prototypage (le cas échéant),
- la caractérisation,
- les révisions,
- toutes les autres exigences.

5.7.2 Sous-traitance

La fabrication de tranches peut être sous-traitée conformément à 2.4.

Les arrangements avec des sous-traitants pour la phase de conception initiale doivent être définis pour couvrir les points suivants:

- les révisions de conception;
- la présence de règles de conception de processus incluant les variations admissibles des caractéristiques physiques et électriques;
- la notification des modifications de processus qui pourraient affecter la conception, les caractéristiques physiques et électriques et les performances;
- la conception et l'acceptabilité des PCM et des SEC;
- les façons dont les circuits doivent être livrés pour la phase de prototypage, puis pour la production (le cas échéant);
- le cas échéant, une liste de documents et outils à transférer au fabricant de tranches et la liste des documents de suivi, de contrôle et d'essais qui doivent être livrés avec les circuits et garantir la traçabilité.



IEC 878/04

Figure 3 – Organigramme de technologie du processus

6 Essais sous pointes de tranches pour MMIC

6.1 Domaine d'application

L'information sur le contrôle et la gestion des essais sous pointes des tranches relative à la technologie pour laquelle l'agrément est demandé doit être déclarée.

6.2 Description des activités et organigrammes

Les activités du contrôle sous pointes de circuits intégrés, montrant des indicateurs de qualité, doivent être déclarées. Des exemples de telles activités incluent:

- le contrôle atmosphérique et de propreté;
- le lavage et le contrôle des tranches;
- le contrôle et la préparation de carte à pointes.

Pour un exemple d'organigramme typique, voir la Figure 4.

6.3 Équipement

Des informations sur les équipements d'essai utilisés et la gamme prévue doivent être fournies. Des programmes de maintenance et d'étalonnage pour les équipements doivent être inclus. Il convient que les informations couvrent:

- la vérification des équipements d'essai;
- la complexité du dispositif (analogique, numérique et mixte);
- les types de mesures (continue, RF, dynamique, statique, paramétrique);
- les équipements d'essai de température (par exemple plateau chaud);
- l'enregistrement et le contrôle des gabarits, des outils et des fixations spécifiques à des types.

6.4 Procédures d'essai

Les exigences pour détailler des procédures relatives à la manipulation, au contrôle et à l'utilisation de programmes d'essai doivent être déclarées, y compris toutes les informations appropriées non fournies auparavant (c'est-à-dire les procédures de validation et de conformité).

6.5 Relations mutuelles

6.5.1 Client/utilisateur

Les relations avec les clients pendant les étapes de conception doivent être déclarées pour:

- les spécifications;
- les révisions de conception;
- la fabrication;
- l'assemblage (y compris les fournisseurs de boîtiers);
- le prototypage (le cas échéant);
- la caractérisation et les essais (y compris les équipements et les spécifications);
- toutes les autres exigences.

6.5.2 Sous-traitance

Les essais sous pointes des tranches peuvent être sous-traités conformément à 2.4.

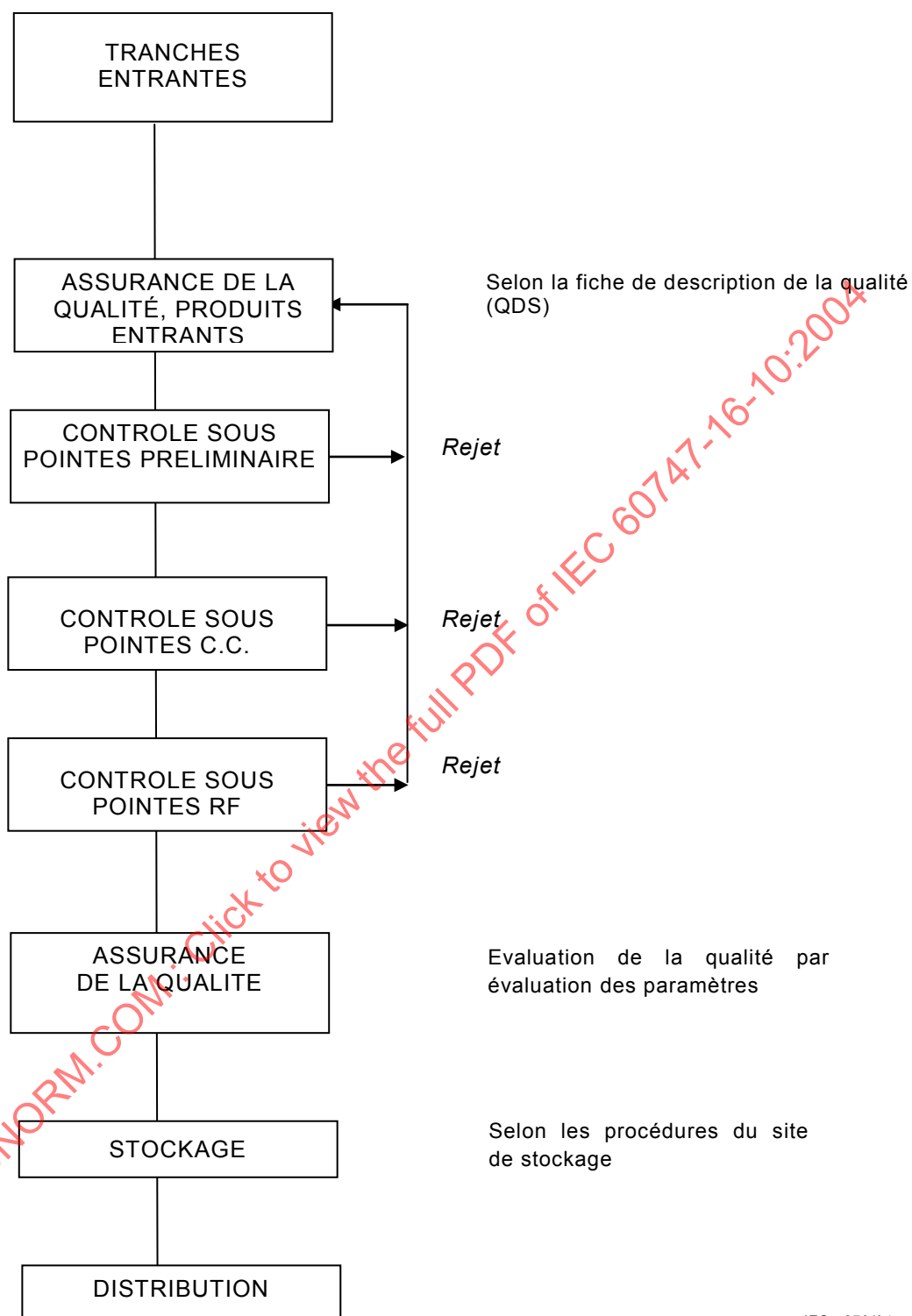


Figure 4 – Exemple d'organigramme d'essais sous pointes

7 Processus de face arrière pour la livraison de puces nues

7.1 Domaine d'application

Cet article décrit les règles sur les activités, les équipements et les matériaux relatives au processus de face arrière pour la livraison de puces nues pour circuits intégrés monolithiques hyperfréquences et donne les exigences pour la validation et le contrôle des processus et des sous-traitants.

Les activités de processus de face arrière incluent l'amincissement des tranches et la fabrication de trous de liaison sur des substrats semiconducteurs à l'aide des outils, des méthodes, des opérations nécessaires et leur gestion. Elles sont effectuées sur site par une tâche qualifiée du service ou par une fonderie qualifiée distincte.

Il convient d'inclure les informations sur les processus de face arrière pour la livraison de puces nues relatives à la technologie pour laquelle l'agrément est demandé dans le TADD.

Pour une livraison de puces nues, il convient d'effectuer une mesure RF sur les tranches après le processus des trous de liaison. Les détails de la mesure sont donnés en 9.4.

7.2 Description de l'activité et organigrammes

7.2.1 Exigences générales

Les opérations critiques à surveiller doivent être déterminées en se basant sur l'expérience et la connaissance du processus de face arrière.

Une méthodologie de gestion totale de la qualité (TQM) doit être utilisée. Dans cette méthodologie, le centre de fabrication de tranches est responsable de sa qualité, met en place l'organisation et les ressources pour la gérer (y compris un TRB) et est capable de présenter son efficacité à l'organisme de surveillance (directement ou via le site de contrôle).

7.2.2 Organigrammes

Les activités de processus de face arrière pour livraison de puces nues pour des circuits intégrés monolithiques hyperfréquences doivent être déclarées, y compris les organigrammes représentant toutes les activités, les étapes de processus critiques, les paramètres, les points de contrôle de processus et les indicateurs de qualité, utilisés pour la validation et le contrôle du processus et des sous-traitants.

Les principaux critères utilisés pour décrire la technologie doivent être identifiés. Des exemples d'opérations critiques incluent:

- l'amincissement mécanique;
- l'amincissement chimique;
- la gravure de trous de liaison;
- la métallisation;
- le découpage en dés;
- la découpe par gravure;
- le traçage;
- le contrôle visuel;
- l'expansion;
- le prélèvement;
- la mise sous boîtier.

Le contrôle de ces processus doit porter sur les paramètres critiques pour l'assurance de la qualité des produits en termes de performance, de rendement et de reproductibilité (capacité), et de fiabilité. Par exemple, les éléments suivants doivent être détaillés:

- l'épaisseur des tranches;
- le diamètre des trous de liaison;
- l'épaisseur du métal de la face arrière;
- la taille des puces.

Les activités d'emballage et d'expédition doivent être identifiées pour la livraison de puces nues. Des exemples de telles activités incluent:

- le contrôle d'environnement et de propreté de la zone;
- la garantie de conformité à la commande du client;
- la protection contre les changements d'environnements;
- la protection contre les dommages mécaniques;
- la protection contre les dommages électriques;
- la documentation/l'étiquetage.

Pour des exemples d'organigrammes typiques, voir la Figure 5.

7.3 Équipement

Des informations sur les équipements de processus de face arrière utilisés et la gamme prévue doivent être déclarées. Il convient d'inclure des programmes de maintenance et d'étalonnage. Il convient que tous les équipements utilisés par le fabricant de produits finis soient conformes aux exigences de 5.3.

7.4 Matériaux

Le contrôle et la validation des matériaux utilisés pour le processus de face arrière doivent être définis, et inclure:

- le suivi, les indications des fournisseurs, la politique d'approvisionnement multiple;
- l'inspection des matériaux (méthodes, outils, analyse des résultats et utilisation);
- la gestion des matériaux et les stocks (entrepôts, traçabilité, produits à durée de vie limitée).

7.5 Méthode de validation et contrôle des processus

Les procédures de validation et de contrôle des processus doivent être déclarées. La procédure pour contrôler et valider les processus utilisant des méthodes statistiques basées sur des données expérimentales et la connaissance des processus doit être déclarée.

La responsabilité directe du TRB dans le contrôle de la qualité permet de contrôler des changements mineurs continus des techniques et des technologies pour l'assemblage et la mise sous boîtier sans que cela ne nécessite de nouvelle certification. Au centre de fabrication des tranches, soit le TRB est composé de personnel gérant les activités, soit les activités sont représentées dans un TRB à un niveau plus élevé.

7.6 Relations mutuelles

7.6.1 Sous-traitance

Le processus de face arrière pour livraison de puces nues peut être sous-traité conformément à 2.4.

7.6.2 Interface avec le client

Les relations avec les clients pendant un processus de face arrière doivent être déclarées pour:

- la conception;
- le contrôle visuel;
- les révisions;
- toutes les autres exigences.

7.7 Validité de la livraison

La validité de la période de livraison doit être déclarée. Des preuves doivent être fournies pour garantir que le produit livré pendant cette période est conforme aux exigences de qualité et de fiabilité déclarées pour l'IECQ-CECC/le client/l'application.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-10:2004