

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Materials for printed boards and other interconnecting structures –
Part 2-41: Reinforced base materials clad and unclad – Brominated epoxide
cellulose paper/woven E-glass reinforced laminate sheets of defined
flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly**

**Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion –
Partie 2-41: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles
stratifiées renforcées en tissu de verre de type E/papier cellulose époxyde
bromé, plaquées cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale)
pour les assemblages sans plomb**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

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.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Materials for printed boards and other interconnecting structures –
Part 2-41: Reinforced base materials clad and unclad – Brominated epoxide
cellulose paper/woven E-glass reinforced laminate sheets of defined
flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly**

**Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion –
Partie 2-41: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles
stratifiées renforcées en tissu de verre de type E/papier cellulose époxyde
bromé, plaquées cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale)
pour les assemblages sans plomb**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 31.180

ISBN 978-2-88910-461-1

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Materials and construction	6
3.1 Resin system	6
3.2 Metal foil	7
3.3 Reinforcement	7
4 Internal marking.....	7
5 Electrical properties	7
6 Non-electrical properties of the copper-clad laminate	7
6.1 Appearance of the copper-clad sheet	7
6.1.1 Indentations (pits and dents)	8
6.1.2 Wrinkles	8
6.1.3 Scratches	8
6.1.4 Raised areas	8
6.1.5 Surface waviness.....	9
6.2 Appearance of the unclad face.....	9
6.3 Laminate thickness.....	9
6.4 Bow and twist	9
6.5 Properties related to the copper foil bond.....	10
6.6 Punching and machining.....	10
6.7 Dimensional stability.....	11
6.8 Sheet sizes.....	11
6.8.1 Typical sheet sizes	11
6.8.2 Tolerances for sheet sizes	11
6.9 Cut panels	11
6.9.1 Cut panel sizes	11
6.9.2 Size tolerances for cut panels	11
6.9.3 Rectangularity of cut panels	12
7 Non-electrical properties of the base material after complete removal of the copper foil.....	12
7.1 Appearance of the dielectric base material.....	12
7.2 Flexural strength.....	13
7.3 Flammability	13
7.4 Water absorption	13
7.5 Measling.....	14
7.6 Glass transition temperature and cure factor.....	14
7.7 Decomposition temperature	14
7.8 Time to delamination (TMA).....	14
8 Quality assurance	15
8.1 Quality system	15
8.2 Responsibility for inspection.....	15
8.3 Qualification inspection.....	15
8.4 Quality conformance inspection	15
8.5 Certificate of conformance	15
8.6 Safety data sheet.....	16

9	Packaging and marking.....	16
10	Ordering information	16
	Annex A (informative) Engineering information	17
	Annex B (informative) Common laminate constructions.....	19
	Annex C (informative) Guideline for qualification and conformance inspection.....	20
	Bibliography	21
	Table 1 – Electrical properties	7
	Table 2 – Nominal thickness and tolerance of metal-clad laminate	9
	Table 3 – Bow and twist requirements	9
	Table 4 – Pull-off and peel strength requirements	10
	Table 5 – Dimensional stability	11
	Table 6 – Size tolerances for cut panels	12
	Table 7 – Rectangularity of cut panels	12
	Table 8 – Flexural strength requirements.....	13
	Table 9 – Flammability requirements	13
	Table 10 – Water absorption requirements	14
	Table 11 – Measling requirements	14
	Table 12 – Glass transition temperature and cure factor requirements	14
	Table 13 – Decomposition temperature requirements	14
	Table 14 – Time to delamination (TMA)	15
	Table C.1 – Qualification and conformance inspection	20

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-41:2010

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MATERIALS FOR PRINTED BOARDS AND OTHER INTERCONNECTING STRUCTURES –

Part 2-41: Reinforced base materials clad and unclad – Brominated epoxide cellulose paper/woven E-glass reinforced laminate sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 61249-2-41 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

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

FDIS	Report on voting
91/911/FDIS	91/922/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 61249 series, under the general title *Materials for printed boards and other interconnecting structures*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-41:2010

MATERIALS FOR PRINTED BOARDS AND OTHER INTERCONNECTING STRUCTURES –

Part 2-41: Reinforced base materials clad and unclad – Brominated epoxide cellulose paper/woven E-glass reinforced laminate sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly

1 Scope

This part of IEC 61249 gives requirements for properties of brominated epoxide cellulose paper reinforced core/woven E-glass reinforced surface laminate sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly in thicknesses of 0,60 mm up to 1,70 mm. The flammability rating is achieved through the use of brominated fire retardants reacted as part of the epoxide polymeric structure. The glass transition temperature is defined to be 100 °C minimum.

Some property requirements may have several classes of performance. The class desired should be specified on the purchase order, otherwise the default class of material will be supplied.

2 Normative references

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 61189-2:2006, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures*

IEC 61249-5-1, *Materials for interconnection structures – Part 5: Sectional specification set for conductive foils and films with and without coatings – Section 1: Copper foils (for the manufacture of copper-clad base materials)*

ISO 9000, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 14001, *Environmental management systems – Requirements with guidance for use*

ISO 11014, *Safety data sheet for chemical products – Content and order of sections*

3 Materials and construction

The sheet consists of an insulating base with metal-foil bonded to one side or both.

3.1 Resin system

Brominated epoxide, filled or unfilled, resulting in a laminate with a glass transition temperature of 100 °C minimum.

Contrast agents may be added to enhance processing such as automated optical inspection (AOI).

Its flame resistance is defined in terms of the flammability requirements of 7.3.

3.2 Metal foil

Copper as specified in IEC 61249-5-1. The preferred foils are electrodeposited of defined ductility.

3.3 Reinforcement

Woven E-glass as it will be specified in future IEC 61249-6-3, woven E-glass fabric (for the manufacture of prepreg and copper clad material) as the surface sheet on each side of a core reinforcement comprised of cellulose paper.

4 Internal marking

Not specified.

5 Electrical properties

The electrical property requirements are shown in Table 1.

Table 1 – Electrical properties

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirements
Surface resistance after damp heat while in the humidity chamber	2E04	$\geq 3\ 000\ \text{M}\Omega$
Surface resistance after damp heat and recovery (optional)	2E03	$\geq 30\ 000\ \text{M}\Omega$
Volume resistivity after damp heat while in the humidity chamber	2E04	$\geq 1\ 000\ \text{M}\Omega\text{m}$
Volume resistivity after damp heat and recovery (optional)	2E04	$\geq 5\ 000\ \text{M}\Omega\text{m}$
Relative permittivity after damp heat and recovery (1 MHz)	2E10	$\leq 5,4$
Loss tangent after damp heat and recovery (1 MHz)	2E10	$\leq 0,045$
Arc resistance	2E14	$\geq 60\ \text{s}$
Dielectric breakdown (only for material thickness $\geq 0,60\ \text{mm}$ thickness)	2E15	$\geq 40\ \text{kV}$
Surface resistance at 100 °C	2E04	$\geq 1\ 000\ \text{M}\Omega$
Volume resistivity at 100 °C	2E04	$\geq 1\ 00\ \text{M}\Omega\text{m}$

6 Non-electrical properties of the copper-clad laminate

6.1 Appearance of the copper-clad sheet

The copper-clad face shall be substantially free from defects that may have an impact on the material's fitness for use for the intended purpose.

For the following specific defects, the requirements given shall apply when inspection is made in accordance with IEC 61189-2, method 2M18.

6.1.1 Indentations (pits and dents)

The size of an indentation, usually the length, shall be determined and given a point value to be used as measure of the quality.

Size mm	Point value for each indentation
0,13 – 0,25	1
0,26 – 0,50	2
0,51 – 0,75	4
0,76 – 1,00	7
Over 1,00	30

The total point count for any 300 mm × 300 mm area shall be calculated to determine the class of the material.

- Class A 29 maximum
- Class B 17 maximum
- Class C 5 maximum
- Class D 0
- Class X To be agreed upon by user and supplier

The required class of material shall be specified in the purchase order. Class A applies unless otherwise specified.

6.1.2 Wrinkles

There shall be no wrinkles in the copper surface.

6.1.3 Scratches

Scratches deeper than 10 µm or 20 % of the nominal thickness of the foil thickness, whichever is lower, are not permitted.

Scratches with a depth less than 5 % of the nominal thickness of the foil shall not be counted unless this depth is 10 µm or more.

Scratches with a depth between 5 % and 20 % of the nominal thickness of the foil are permitted to a total length of 100 mm for a 300 mm × 300 mm area.

6.1.4 Raised areas

Raised areas are usually impressions in the press plates used during manufacture but may also be caused by blisters or inclusions of foreign particles under the foil.

Raised areas caused by blisters or inclusions are not permitted.

Raised areas being impressions of defects in press plates are permitted to the following extent:

- Class A and X material maximum height 15 µm and maximum length 15 mm;
- Class B and C material maximum height 8 µm and maximum length 15 mm;

- Class D material maximum height 5 µm and maximum length 15 mm.

6.1.5 Surface waviness

Under consideration.

6.2 Appearance of the unclad face

The unclad face of single side clad sheet shall have the natural appearance resulting from the curing process. Small irregularities in colour are permitted. The gloss of the unclad face shall be that given by the press plate, release film, or release foil used. Variations of gloss due to the impact of pressure of gases released during the curing are permitted.

6.3 Laminate thickness

If the copper-clad laminate is tested in accordance with test method 2D01 of IEC 61189-2, the thickness shall not depart from the nominal thickness by more than the appropriate value shown in Table 2. The fine tolerances shall apply unless the other tolerances are ordered.

Table 2 – Nominal thickness and tolerance of metal-clad laminate

Property	Test method (IEC 61189-2)	Nominal thickness including metal foil mm	Tolerance requirement ± mm		
			Coarse	Fine	Extra fine
Thickness	2D01	≥0,60 <0,80	0,08	0,06	0,05
		≥0,80 <1,00	0,17	0,10	0,08
		≥1,00 ≤1,70	0,19	0,13	0,08

The thickness and tolerances do not apply to the outer 25 mm of the trimmed master sheet or the outer 13 mm of the cut-to-size panel as manufactured and delivered by the supplier. At no point shall the thickness vary from the nominal by a value greater than 125 % of the specified tolerance.

6.4 Bow and twist

When the copper-clad laminate is tested in accordance with test method 2M01 of IEC 61189-2, the bow and twist shall not exceed the values given in Table 3.

Table 3 – Bow and twist requirements

Property	Test method (IEC 61189-2)	Nominal thickness mm	Panel dimension longest side mm	Requirements %	
				Copper foil on one side	Copper foil on both sides
Bow and twist	2M01	≥0,6 ≤1,3	≤350	≤3,0	≤2,5
			>350 ≤500	≤2,8	≤2,3
			>500	≤2,5	≤2,0
		>1,3 <1,7	≤350	≤2,5	≤2,0
			>350 ≤500	≤2,3	≤1,8
			>500	≤2,0	≤1,5

NOTE The requirements for bow and twist apply only to one sided copper-clad laminates with maximum foil thickness of 105 μm (915 g/m^2) and double sided copper-clad laminates with maximum foil thickness difference of 70 μm (610 g/m^2).

Requirements for laminates with copper foil configurations beyond these limits should be subject to agreement between purchaser and supplier.

6.5 Properties related to the copper foil bond

Pull-off and peel strength requirements are shown in Table 4. These requirements apply to copper foil with a normal profile depth.

Table 4 – Pull-off and peel strength requirements

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirement		
Pull-off strength	2M05	≥30 N		
		Thickness of the copper foil		
		18 μm (152 g/m ²)	≥35 μm (305 g/m ²)	≥70 μm (610 g/m ²)
Peel strength after heat shock 288 °C, 20 s	2M14 ^a	≥1,0 N/mm	≥1,4 N/mm	≥1,6 N/mm
		No blistering nor delamination		
Peel strength after dry heat 125 °C	2M15	Under consideration	Under consideration	Under consideration
		No blistering nor delamination		
Peel strength after exposure to solvent vapour. Solvents as agreed upon between purchaser and supplier	2M06	≥1,0 N/mm	≥1,2 N/mm	≥1,4 N/mm
		No blistering nor delamination		
Peel strength after simulated plating	2M16	Under consideration	Under consideration	Under consideration
		No blistering nor delamination		
Peel strength at high temperature Temperature 100 °C (optional)	2M17	Not specified	Not specified	Not specified
Blistering after 288 °C, 20 s heat shock	2C05 ^a	No blistering nor delamination		
NOTE In case of difficulty due to breakage of the foil or reading range of the force measuring device, the measurement of peel strength at high temperature may be carried out using conductor widths of more than 3 mm.				
^a The condition of heat shock is 288 °C, 20 s.				

6.6 Punching and machining

The laminate shall, in accordance with the manufacturer's recommendations, be capable of being punched, sheared or drilled. Delamination at the edges due to the shearing process is permissible, provided that the depth of delamination is not larger than the thickness of the base material. Delamination at the edges of drilled holes due to the drilling process is not permissible. Drilled holes shall be capable of being through-plated with no interference from any exudations into the hole.

A suitable test method for evaluating punching is 2M19 of IEC 61189-2. Requirements for punching force and pull-out force are matters for agreement between user and supplier.

6.7 Dimensional stability

When specimens are tested in accordance with IEC 61189-2, 2X02, the observed tolerance shall be as specified in Table 5. The nominal dimensional stability value shall be as agreed upon between user and vendor. The tolerance range around the agreed upon nominal shall be range B unless otherwise specified on the purchase order.

Table 5 – Dimensional stability

Property	Test method (IEC 61189-2)	Class	Requirement µm/m
Dimensional stability	2X02	A	±600
		B	±400
		C	±200
		X	As agreed upon between user and supplier

The choice of the glass fabrics and cellulose papers in the construction of the laminate has a significant impact on dimensional stability. Examples of typical constructions used in printed board applications can be found in Annex B. Annex B is not a construction requirement table but is presented for engineering information only.

Class A performance shall be in effect unless otherwise noted on the purchase order.

6.8 Sheet sizes

6.8.1 Typical sheet sizes

Sheet sizes are matters of agreement between purchaser and supplier. However, the recommended sizes are listed below:

- 915 mm × 1 220 mm;
- 1 065 mm × 1 155 mm;
- 1 065 mm × 1 280 mm;
- 1 000 mm × 1 000 mm;
- 1 000 mm × 1 200 mm.

6.8.2 Tolerances for sheet sizes

The size of sheet delivered by the supplier shall not deviate more than $\begin{smallmatrix} +25 \\ -0 \end{smallmatrix}$ mm from the ordered size.

6.9 Cut panels

6.9.1 Cut panel sizes

Cut panel sizes shall be, when delivered, in accordance with the purchaser's specification.

6.9.2 Size tolerances for cut panels

For panels cut to size according to the purchaser's specification, the following tolerances for length and width shall apply as shown in Table 6. Tolerances indicated as normal shall be in effect unless otherwise specified by in the purchasing specification.

Table 6 – Size tolerances for cut panels

Panel size mm	Tolerance requirement ± mm	
	Normal	Close
≤300	2,0	0,5
>300 ≤600	2,0	0,8
>600	2,0	1,6
NOTE The specified tolerances include all deviations caused by cutting the panels.		

6.9.3 Rectangularity of cut panels

For panels cut to size according to the purchaser's specification, the following requirements for rectangularity shall apply as shown in Table 7. Tolerance indicated as normal shall be in effect unless otherwise specified in the purchasing specification.

Table 7 – Rectangularity of cut panels

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirement mm/m	
		Normal	Close
Rectangularity of cut panels	2M23	≤3	≤2

7 Non electrical properties of the base material after complete removal of the copper foil

7.1 Appearance of the dielectric base material

The etched specimens shall be inspected to verify that no surface or subsurface imperfections of the dielectric material exceed those shown below. The panels shall be inspected using an optical aid apparatus which provides a minimum magnification of 4X.

Referee inspection shall be conducted at 10X magnification. Lighting conditions of inspection shall be appropriate to the material under inspection or as agreed upon between user and supplier.

Surface and subsurface imperfections (such as weave texture, resin starvation, voids, foreign inclusions) shall be acceptable provided that the imperfections meet the following:

- the reinforcement fibres are not cut or exposed;
- the foreign inclusions are not conductive;
- metallic inclusions are not acceptable;
- the imperfections do not propagate as a result of thermal stress;
- the foreign inclusions are translucent;
- opaque foreign fibres are less than 15 mm in length and average no more than 1,0 per 300 mm × 300 mm area;
- opaque foreign inclusions other than fibres shall not exceed 0,50 mm. Opaque foreign inclusions less than 0,15 mm shall not be counted. Opaque foreign inclusions between 0,50 mm and 0,15 mm shall average no more than two spots per 300 mm × 300 mm area;
- voids (sealed voids or surface void) have a longest dimension less than 0,075 mm and there shall not be more than three voids in a 3,5 mm diameter circle.

7.2 Flexural strength

When the laminate is tested in accordance with test method 2M20 of IEC 61189-2, the flexural strength shall be as shown in Table 8.

Table 8 – Flexural strength requirements

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirements
Flexural strength Length direction Cross direction (applicable to sheets $\geq 0,80$ mm – 1,70 mm in thickness)	2M20	≥ 200 N/mm ² ≥ 150 N/mm ²
Flexural strength Length direction Elevated temperature (applicable to sheets $\geq 0,80$ mm – 1,70 mm in thickness)		Not specified

7.3 Flammability

When the laminate is tested in accordance with test method 2C06 of IEC 61189-2 the flammability shall be as shown in Table 9.

The performance labelled FV-0 shall be in effect unless otherwise noted on the purchase order.

Table 9 – Flammability requirements

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirements	
		Designation	
		FV-0	FV-1
Flammability	2C06		
Flaming combustion time after each application of the flame for each test specimen		≤ 10 s	≤ 30 s
Total flaming combustion time for the 10 flame applications for each set of five specimens		≤ 50 s	≤ 250 s
Glowing combustion time after the second removal of the test flame		≤ 30 s	≤ 60 s
Flaming or glowing combustion up to the holding clamp		None	None
Dripping flaming particles that ignite the tissue paper		None	None

7.4 Water absorption

When the laminate is tested in accordance with test method 2N02 of IEC 61189-2, the maximum water absorption shall be as shown in Table 10.

Table 10 – Water absorption requirements

Property	Test method (IEC 61189-2)	Thickness mm	Requirements %
Water absorption	2N02	$\geq 0,60 \leq 1,70$	$\leq 0,50$

7.5 Measling

When the laminate is tested in accordance with test method 2N01 of IEC 61189-2, the measle requirements shall be as shown in Table 11.

Table 11 – Measling requirements

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirements
Measling	2N01 ^a	No measling on three specimens. If one out of three specimens fails, the test has to be repeated. No measling on three specimens of the second test is permitted. No blistering or delamination on any of the three specimens is permitted
^a The dwell time at 2 atmosphere in pressure vessel is 60 min. The condition of heat shock after cooking is 274 °C, 20 s.		

7.6 Glass transition temperature and cure factor

The requirements for glass transition temperature and cure factor are found in Table 12.

Table 12 – Glass transition temperature and cure factor requirements

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirements
Glass transition temperature	2M10 or 2M11	≥ 100 °C
Cure factor	2M03	$\geq 0,92$

7.7 Decomposition temperature

The requirements for decomposition temperature is found in Table 13.

Table 13 – Decomposition temperature requirements

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirements
Decomposition temperature (5 % weight loss from 50 °C)	2MXX	≥ 300 °C

7.8 Time to delamination (TMA)

The requirements for time to delamination are found in Table 14. The specimen shall not have copper foil on any layer.

Table 14 – Time to delamination (TMA)

Property		Test method (IEC 61189-2)	Requirements
Time to delamination	T260	2MXX	≥1 min
	T288		N/A

8 Quality assurance

8.1 Quality system

The supplier shall operate a quality system, ISO 9000 or similar, to support quality conformance inspection.

The supplier shall operate a management system for environmental control, ISO 14001 or similar, to support environmental considerations.

8.2 Responsibility for inspection

The supplier is responsible for all the inspections of the manufactured material. The purchaser or an appointed third party may audit this inspection.

8.3 Qualification inspection

Laminates furnished under this standard shall be qualified. Qualification testing shall be performed to demonstrate the manufacturer's ability to meet the requirements of this specification sheet. Qualification testing shall be conducted at a laboratory in compliance with IEC laboratory requirements. A list of the normal qualification tests can be found in Annex C. The manufacturer shall retain on file the data which supports that the materials meet this standard and shall be readily available for review upon request.

8.4 Quality conformance inspection

The supplier shall operate a quality plan to assure product conformance to this standard. Such a quality plan, when appropriate, should utilize statistical methods rather than lot-by-lot inspection. It is the responsibility of the supplier based on the quality plan to determine the frequency of test to assure conforming products. In the absence of a quality plan or supporting data, the testing regime shall be as outlined in Annex C.

A combination of the following techniques may be used to show compliance with the requirements which can be used to reduce the frequency of testing. The data supporting the reduction of testing frequency shall be available for review upon request.

- In process parameter control
- In process inspection
- Periodic final inspection
- Final lot inspection

8.5 Certificate of conformance

The supplier shall, on request from the purchaser, issue a certificate of conformance to this standard in electronic or paper format.

8.6 Safety data sheet

A safety data sheet in accordance with ISO 11014 shall be available for products manufactured and delivered in compliance with this standard.

9 Packaging and marking

If not otherwise specified in the purchase order, laminate sheets shall be marked with the manufacturer's designation and lot number. Marking shall remain legible during normal handling but be readily removable prior to use of the material.

Cut-to-size panels shall be identified by marking on the package.

Laminates comprised of asymmetric copper configurations shall be marked on the side of heaviest copper weight.

Sheets and panels shall be packaged in a manner which will provide adequate protection against corrosion, deterioration and physical damage during shipment and storage.

Packages shall be marked in a manner to clearly identify the contents.

10 Ordering information

Orders shall include the following details:

- a) reference to this standard;
- b) type of material (see Clause 1 and 7.3);
- c) size, thickness and copper cladding;
- d) class of indentations (see 6.1.1);
- e) class of raised areas (see 6.1.4);
- f) class of thickness tolerance (see 6.3);
- g) class of dimensional stability (see 6.7);
- h) class of panel size tolerance (see 6.9.2);
- i) class of flammability (see 7.3); and
- j) request for certification, if applicable (see 8.5).

Annex A (informative)

Engineering information

A.1 General

Information in this annex does not detail material property requirements. The information is intended as a guideline for design and engineering purposes. Users of this standard are encouraged to supply information to be included in the annex.

Materials according to this standard show the properties and data as listed in Clause A.2 to Clause A.7.

A.2 Chemical properties

- Resistance against chemicals
- Void

A.3 Electrical properties

- Comparative tracking index 175 V – 250 V
- Void

A.4 Flammability properties

- Needle flame test
- Oxygen index 45 %

A.5 Mechanical properties

- Compressive strength (flatwise) 400 N/mm²
- Compressive strength (edgewise) 240 N/mm²
- Hardness at room temperature 200 (Rockwell M)
- Modulus of elasticity, flexural (warp) $1,9 \times 10^4$ [N/mm²]
- Modulus of elasticity, flexural (weft) $1,5 \times 10^4$ [N/mm²]
- Modulus of elasticity, tensile (warp) $1,7 \times 10^4$ [N/mm²]
- Modulus of elasticity, tensile (weft) $1,4 \times 10^4$ [N/mm²]
- Poisson's ratio 0,12 – 0,16

- Shear strength 148 N/mm²
- Young's modulus 22 GPa

A.6 Physical properties

- Density 1,85 g/cm³
- Void

A.7 Thermal properties

- Coefficient of thermal expansion (<T_g) $60 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
- Coefficient of thermal expansion (>T_g) $400 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
- Specific heat capacity 1,25 kJ/kg °C
- Thermal conductivity 0,3 W/m °C
- UL temperature index (mechanical) 130 °C
- UL temperature index (electrical) 130 °C
- Maximum operating temperature (MOT) 130 °C

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-41:2010

Annex B
(informative)**Common laminate constructions**

Nominal thickness mm	Common construction
0,60 – 1,70	7628/cellulose paper/7628

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-41:2010

Annex C (informative)

Guideline for qualification and conformance inspection

The users of this standard are encouraged to supply information to be included in Table C.1.

Table C.1 – Qualification and conformance inspection

Property	Test method (IEC-61189-2)	Qualification testing	Conformance testing	Conformance frequency
Peel strength after thermal shock	2M14	Yes	Yes	Lot
Peel strength at 100 °C	2M15	Yes	Yes	Quarterly
Peel strength after solvent vapour	2M06	Yes	Yes	Quarterly
Peel strength after simulated plating	2M16	Yes	No	
Pull off strength	2M05	Yes	No	
Dimensional stability	2X02	Yes	Yes	Monthly
Flexural strength	2M20	Yes	Yes	Annually
Flammability	2C06	Yes	Yes	Monthly
Thermal stress, unetched	2C05	Yes	Yes	Lot
Solderability	2MXX	Yes	No	
Glass transition temperature	2M10	Yes	Yes	Monthly
Cure factor	2M03	Yes	Yes	Monthly
Relative permittivity at 1 MHz, as received	2E10	Yes	Yes	Monthly
Decomposition temperature	2MXX	Yes	Yes	Annually
Time to delamination (TMA)	2MXX	Yes	Yes	Quarterly
Loss tangent at 1 MHz, as received	2E10	Yes	Yes	Monthly
Surface resistance after damp heat/recovery	2E03	Yes	Yes	Annually
Volume resistance after damp heat/recovery	2E04	Yes	Yes	Annually
Arc resistance	2E14	Yes	Yes	Annually
Dielectric breakdown	2E15	Yes	Yes	Quarterly
Water absorption	2N02	Yes	Yes	Quarterly
Bow and twist	2M01	Yes	Yes	Lot
Surface waviness	2M12	Yes	No	
Appearance of the dielectric base material	See 7.1	Yes	Yes	Lot

Bibliography

IEC 60194:2006, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions*

IEC 61249-6-3, *Materials for printed boards and other interconnection structures – Part 6-3: Reinforcements – Woven fibreglass fabrics* (Under consideration)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-41:2010

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
1 Domaine d'application	26
2 Références normatives	26
3 Matériaux et construction	26
3.1 Résine isolante	27
3.2 Feuille de métal	27
3.3 Renforcement	27
4 Marquage interne	27
5 Propriétés électriques	27
6 Propriétés non électriques du stratifié plaqué cuivre	28
6.1 Aspect de la feuille plaquée cuivre	28
6.1.1 Empreintes (piqûres et marques de coup)	28
6.1.2 Rides	28
6.1.3 Éraflures	28
6.1.4 Zones bosselées	29
6.1.5 Ondulation superficielle	29
6.2 Aspect de la face non plaquée	29
6.3 Épaisseur du stratifié	29
6.4 Courbure et vrillage	29
6.5 Propriétés concernant l'adhérence de la feuille de cuivre	30
6.6 Poinçonnage et usinage	31
6.7 Stabilité dimensionnelle	31
6.8 Tailles des feuilles	32
6.8.1 Tailles typiques des feuilles	32
6.8.2 Tolérances pour les tailles des feuilles	32
6.9 Panneaux découpés	32
6.9.1 Tailles des panneaux découpés	32
6.9.2 Tolérances de tailles pour panneaux découpés	32
6.9.3 Rectangularité des panneaux découpés	32
7 Propriétés non électriques du matériau de base après retrait total de la feuille de cuivre	33
7.1 Aspect du matériau de base du diélectrique	33
7.2 Résistance aux flexions	33
7.3 Inflammabilité	34
7.4 Absorption d'eau	34
7.5 Blanchiment au croisement des fibres	34
7.6 Température de transition vitreuse et facteur de traitement	35
7.7 Température de décomposition	35
7.8 Temps pour décollement interlaminaire (TMA)	35
8 Assurance de la qualité	35
8.1 Système qualité	35
8.2 Responsabilité pour le contrôle	36
8.3 Contrôle de qualification	36
8.4 Contrôle de conformité de la qualité	36
8.5 Certificat de conformité	36
8.6 Fiche technique pour la sécurité	36

9	Emballage et marquage	36
10	Informations relatives aux commandes	37
	Annexe A (informative) Informations techniques	38
	Annexe B (informative) Constructions courantes de stratifiés	40
	Annexe C (informative) Lignes directrices pour le contrôle de qualification et de conformité	41
	Bibliographie	42
	Tableau 1 – Propriétés électriques	27
	Tableau 2 – Épaisseur nominale et tolérance du stratifié plaqué métal	29
	Tableau 3 – Exigences de courbure et de vrillage	30
	Tableau 4 – Prescriptions pour les forces d'arrachement et d'adhérence	30
	Tableau 5 – Stabilité dimensionnelle	31
	Tableau 6 – Tolérances de tailles pour panneaux découpés	32
	Tableau 7 – Rectangularité des panneaux découpés	33
	Tableau 8 – Exigences de résistance aux flexions	34
	Tableau 9 – Exigences d'inflammabilité	34
	Tableau 10 – Prescriptions d'absorption d'eau	34
	Tableau 11 – Prescriptions de blanchiment au croisement des fibres	35
	Tableau 12 – Exigences de température de transition vitreuse et de facteur de traitement	35
	Tableau 13 – Exigences relatives à la température de décomposition	35
	Tableau 14 – Temps pour décollement interlaminaire (TMA)	35
	Tableau C.1 – Contrôle de qualification et de conformité	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX POUR CIRCUITS IMPRIMÉS ET AUTRES STRUCTURES D'INTERCONNEXION –

Partie 2-41: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées renforcées en tissu de verre de type E/papier cellulose époxyde bromé, plaquées cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale) pour les assemblages sans plomb

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 61249-2-41 a été établie par le comité d'études 91 de la CEI: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
91/911/FDIS	91/922/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La présente publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61249, publiée sous le titre général *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion*, peut être consultée sur le site Web de la CEI.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-41:2010

MATÉRIAUX POUR CIRCUITS IMPRIMÉS ET AUTRES STRUCTURES D'INTERCONNEXION –

Partie 2-41: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées renforcées en tissu de verre de type E/papier cellulose époxyde bromé, plaquées cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale) pour les assemblages sans plomb

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61249 fournit des exigences concernant les propriétés des feuilles stratifiées renforcées en tissu de verre de type E/papier cellulose époxyde bromé, plaquées cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale) pour les assemblages sans plomb et ayant une épaisseur comprise entre 0,60 mm et 1,70 mm. Les caractéristiques d'inflammabilité sont obtenues en faisant réagir des ignifuges bromés dans la structure polymère qui font partie de la structure polymère époxyde. La température de transition vitreuse a été définie comme devant être de 100 °C au minimum.

Certaines exigences de propriétés peuvent comprendre plusieurs classes de performance. Il convient que la classe désirée soit spécifiée sur l'ordre d'achat, faute de quoi c'est la classe par défaut du matériau qui sera fournie.

2 Références normatives

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 61189-2:2006, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures* (disponible en anglais seulement)

CEI 61249-5-1, *Matériaux pour structures d'interconnexion – Partie 5: Collection de spécifications intermédiaires pour feuilles et films conducteurs avec et sans revêtement – Section 1: Feuilles de cuivre (pour la fabrication de matériaux de base plaqués cuivre)*

ISO 9000, *Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*

ISO 14001, *Systèmes de management environnemental – Exigences et lignes directrices pour son utilisation*

ISO 11014, *Fiches de données de sécurité pour les produits chimiques – Contenu et plan type*

3 Matériaux et construction

La feuille est composée d'une base isolante sur laquelle est collée une feuille de métal sur une face ou sur les deux.

3.1 Résine isolante

Epoxyde bromé, rempli ou non, produisant un stratifié ayant une température de transition vitreuse de 100 °C au minimum.

Il est permis d'ajouter des agents de contraste pour renforcer les traitements tels que le contrôle optique automatisé (AOI¹).

Sa résistance à la flamme est définie par rapport aux prescriptions d'inflammabilité de 7.3.

3.2 Feuille de métal

Cuivre comme spécifié dans la CEI 61249-5-1. Les feuilles préférentielles sont celles qui sont déposées par électrolyse à ductilité définie.

3.3 Renforcement

Verre tissé de type E comme spécifié dans la CEI 61249-6-3, tissu de verre de type E (pour la fabrication de matériaux préimprégnés et plaqués cuivre) comme feuille superficielle sur chaque côté d'un renforcement de cœur constitué de papier cellulose.

4 Marquage interne

Non spécifié.

5 Propriétés électriques

Les exigences pour les propriétés électriques sont données au Tableau 1.

Tableau 1 – Propriétés électriques

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Exigences
Résistance superficielle après chaleur humide dans la chambre climatique	2E04	$\geq 3000 \text{ M}\Omega$
Résistance superficielle après chaleur humide et reprise (facultatif)	2E03	$\geq 30000 \text{ M}\Omega$
Résistivité transversale après chaleur humide dans la chambre climatique	2E04	$\geq 1000 \text{ M}\Omega\text{m}$
Résistivité transversale après chaleur humide et reprise (facultatif)	2E04	$\geq 5000 \text{ M}\Omega\text{m}$
Permittivité relative après chaleur humide et reprise (1 MHz)	2E10	$\leq 5,4$
Angle de perte après chaleur humide et reprise (1 MHz)	2E10	$\leq 0,045$
Résistance de l'arc	2E14	$\geq 60 \text{ s}$
Rupture diélectrique (seulement pour les matériaux d'épaisseur $\geq 0,60 \text{ mm}$ d'épaisseur)	2E15	$\geq 40 \text{ kV}$
Résistance superficielle à 100 °C	2E04	$\geq 1\,000 \text{ M}\Omega$
Résistivité transversale à 100 °C	2E04	$\geq 100 \text{ M}\Omega\text{m}$

¹ AOI = automated optical inspection.

6 Propriétés non électriques du stratifié plaqué cuivre

6.1 Aspect de la feuille plaquée cuivre

La face plaquée cuivre doit être en grande partie exempte de défauts pouvant affecter l'aptitude du matériau à son utilisation dans le but prévu.

Pour les défauts spécifiques suivants, les exigences données doivent s'appliquer lorsque le contrôle est effectué conformément à la méthode 2M18 de la CEI 61189-2.

6.1.1 Empreintes (piqûres et marques de coup)

La taille d'une empreinte, généralement sa longueur, doit être déterminée et on doit lui attribuer une valeur en points à utiliser pour mesurer la qualité.

Taille mm	Valeur en points pour chaque empreinte
0,13 – 0,25	1
0,26 – 0,50	2
0,51 – 0,75	4
0,76 – 1,00	7
Supérieure à 1,00	30

On doit calculer le total de points pour toute zone de 300 mm × 300 mm pour déterminer la classe du matériau.

- Classe A Maximum 29
- Classe B Maximum 17
- Classe C Maximum 5
- Classe D 0
- Classe X Doit faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur

La classe de matériau exigée doit être spécifiée dans l'ordre d'achat. Sauf spécification contraire, c'est la classe A qui s'applique.

6.1.2 Rides

La surface en cuivre ne doit pas présenter de rides.

6.1.3 Éraflures

Les éraflures d'une profondeur supérieure à 10 µm ou à 20 % de l'épaisseur nominale de la feuille, à savoir la valeur la plus basse des deux, ne sont pas autorisées.

Les éraflures dont la profondeur est inférieure à 5 % de l'épaisseur nominale de la feuille ne doivent pas être comptabilisées sauf si cette profondeur est supérieure ou égale à 10 µm.

Les éraflures dont la profondeur est comprise entre 5 % et 20 % de l'épaisseur nominale de la feuille sont autorisées sur une longueur totale de 100 mm pour une zone d'une surface de 300 mm × 300 mm.

6.1.4 Zones bosselées

Les zones bosselées correspondent généralement à des impressions dans les plaques de presse utilisées pendant la fabrication mais elles peuvent être également causées par des cloques ou des inclusions de particules étrangères sous la feuille.

Les zones bosselées causées par des cloques ou des inclusions ne sont pas autorisées.

Les zones bosselées qui correspondent à des impressions de défauts dans les plaques de presse sont autorisées dans les limites suivantes:

- Matériau de classe A et X hauteur maximale de 15 μm et longueur maximale de 15 mm;
- Matériau de classe B et C hauteur maximale de 8 μm et longueur maximale de 15 mm;
- Matériau de classe D hauteur maximale de 5 μm et longueur maximale de 15 mm.

6.1.5 Ondulation superficielle

A l'étude.

6.2 Aspect de la face non plaquée

La face non plaquée d'une feuille dont une seule face est plaquée doit avoir l'aspect naturel résultant du traitement. De faibles irrégularités de couleur sont autorisées. Le brillant de la face non plaquée doit être celui donné par la plaque de presse, le film ou la feuille de séparation utilisée. Les variations du brillant dues à l'impact de la pression des gaz libérés pendant le traitement sont autorisées.

6.3 Épaisseur du stratifié

Si le stratifié plaqué cuivre est soumis aux essais selon la méthode d'essai 2D01 de la CEI 61189-2, son épaisseur ne doit pas s'écarter de l'épaisseur nominale de plus de la valeur appropriée donnée au Tableau 2. Les tolérances serrées doivent s'appliquer sauf si d'autres tolérances sont demandées.

Tableau 2 – Épaisseur nominale et tolérance du stratifié plaqué métal

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Épaisseur nominale <i>y compris la</i> feuille métallique mm	Exigence de tolérance $\pm$ mm		
			Large	Serrée	Très serrée
Épaisseur	2D01	$\geq 0,60 < 0,80$	0,08	0,06	0,05
		$\geq 0,80 < 1,00$	0,17	0,10	0,08
		$\geq 1,00 \leq 1,70$	0,19	0,13	0,08

L'épaisseur et les tolérances ne s'appliquent pas aux 25 mm extérieurs de la feuille de base après découpe ou aux 13 mm extérieurs du panneau découpé à dimension dans leurs conditions de fabrication et de livraison par le fournisseur. En aucun point, l'épaisseur ne doit varier de la valeur nominale de plus de 125 % de la tolérance spécifiée.

6.4 Courbure et vrillage

Lorsque le stratifié plaqué cuivre est soumis aux essais de la méthode 2M01 de la CEI 61189-2, la courbure et le vrillage ne doivent pas dépasser les valeurs données au Tableau 3.

Tableau 3 – Exigences de courbure et de vrillage

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Épaisseur nominale mm	Dimension du panneau du côté le plus long mm	Exigences %	
				Feuille de cuivre sur une face	Feuille de cuivre sur les deux faces
Courbure et vrillage	2M01	$\geq 0,6 \leq 1,3$	≤ 350	$\leq 3,0$	$\leq 2,5$
			$> 350 \leq 500$	$\leq 2,8$	$\leq 2,3$
			> 500	$\leq 2,5$	$\leq 2,0$
		$> 1,3 < 1,7$	≤ 350	$\leq 2,5$	$\leq 2,0$
			$> 350 \leq 500$	$\leq 2,3$	$\leq 1,8$
			> 500	$\leq 2,0$	$\leq 1,5$

NOTE Les exigences pour la courbure et le vrillage ne s'appliquent qu'aux stratifiés à une seule face plaquée cuivre ayant une épaisseur maximale de feuille de 105 μm (915 g/m²) et aux stratifiés plaqués cuivre sur les deux faces ayant une différence d'épaisseur maximale de la feuille de 70 μm (610 g/m²).

Il convient que les exigences applicables aux stratifiés ayant des configurations de feuilles de cuivre dépassant ces limites fasse l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

6.5 Propriétés concernant l'adhérence de la feuille de cuivre

Les exigences de force d'arrachement et de force d'adhérence sont données au Tableau 4. Ces exigences s'appliquent aux feuilles de cuivre d'épaisseur normale.

Tableau 4 – Exigences pour les forces d'arrachement et d'adhérence

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Exigence		
Force d'arrachement	2M05	$\geq 30 \text{ N}$		
		Épaisseur de la feuille de cuivre		
		18 μm (152 g/m ²)	$\geq 35 \mu\text{m}$ (305 g/m ²)	$\geq 70 \mu\text{m}$ (610 g/m ²)
Force d'adhérence après choc thermique de 288 °C pendant 20 s	2M14 ^a	$\geq 1,0 \text{ N/mm}$	$\geq 1,4 \text{ N/mm}$	$\geq 1,6 \text{ N/mm}$
		Ni cloquage ni décollement interlaminaire		
Force d'adhérence après chaleur sèche à 125 °C	2M15	A l'étude	A l'étude	A l'étude
		Ni cloquage ni décollement interlaminaire		
Force d'adhérence après exposition à la vapeur de solvant. Solvants selon accord entre l'acheteur et le fournisseur	2M06	$\geq 1,0 \text{ N/mm}$	$\geq 1,2 \text{ N/mm}$	$\geq 1,4 \text{ N/mm}$
		Ni cloquage ni décollement interlaminaire		
Force d'adhérence après conditions simulées de dépôt métallique	2M16	A l'étude	A l'étude	A l'étude
		Ni cloquage ni décollement interlaminaire		
Force d'adhérence à haute température Température de 100 °C (facultatif)	2M17	Non spécifié	Non spécifié	Non spécifié

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Exigence
Cloquage après choc thermique de 288 °C pendant 20 s	2C05 ^a	Ni cloquage ni décollement interlaminaire
NOTE En cas de difficulté due à la rupture de la feuille ou à la plage de lecture du dispositif de mesure de la force, la mesure de la force d'adhérence à haute température peut être réalisée en utilisant des conducteurs d'une largeur supérieure à 3 mm.		
^a La condition de choc thermique est à 288 °C pendant 20 s.		

6.6 Poinçonnage et usinage

Le stratifié doit pouvoir être poinçonné, cisailé ou percé, conformément aux recommandations du fabricant. Le décollement interlaminaire sur les bords dû au processus de cisaillement est autorisé, dans la mesure où la profondeur du décollement interlaminaire n'est pas plus importante que l'épaisseur du matériau de base. Le décollement interlaminaire sur les bords des trous percés dû au processus de perçage n'est pas autorisé. Les trous percés doivent pouvoir être métallisés sans interférence due à des efflorescences dans le trou.

La méthode d'essai 2M19 de la CEI 61189-2 constitue une méthode d'essai adaptée pour l'évaluation du poinçonnage. Les exigences concernant la force de poinçonnage et la force d'arrachement font partie des points qui doivent faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur.

6.7 Stabilité dimensionnelle

Lorsque des spécimens sont soumis à des essais selon la CEI 61189, 2X02, la tolérance observée doit être celle spécifiée au Tableau 5. La valeur de la stabilité dimensionnelle nominale doit être celle décidée par accord entre l'utilisateur et le vendeur. La plage de tolérance proche de la plage nominale ayant fait l'objet d'un accord doit être la plage B, sauf spécification contraire dans l'ordre d'achat.

Tableau 5 – Stabilité dimensionnelle

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Classe	Exigence $\mu\text{m}/\text{m}$
Stabilité dimensionnelle	2X02	A	± 600
		B	± 400
		C	± 200
		X	Selon accord entre l'utilisateur et le fournisseur

Le choix du tissu du verre et du papier de verre dans la construction du stratifié a un impact significatif sur la stabilité dimensionnelle. On peut trouver des exemples de constructions types utilisées dans les applications à carte imprimée à l'Annexe B. L'annexe B n'est pas un tableau d'exigence de construction mais est seulement fourni pour information technique.

Sauf indication contraire dans l'ordre d'achat, c'est la performance de Classe A qui doit s'appliquer.

6.8 Tailles des feuilles

6.8.1 Tailles typiques des feuilles

Les tailles des feuilles sont le résultat d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur. Toutefois, les tailles recommandées sont énumérées ci-dessous:

- 915 mm × 1 220 mm;
- 1 065 mm × 1 155 mm;
- 1 065 mm × 1 280 mm;
- 1 000 mm × 1 000 mm;
- 1 000 mm × 1 200 mm.

6.8.2 Tolérances pour les tailles des feuilles

La taille des feuilles livrées par le fournisseur ne doit pas différer de plus de $\begin{smallmatrix} +25 \\ -0 \end{smallmatrix}$ mm de la taille commandée.

6.9 Panneaux découpés

6.9.1 Tailles des panneaux découpés

A la livraison, les tailles des panneaux découpés doivent être conformes à la spécification de l'acheteur.

6.9.2 Tolérances de tailles pour panneaux découpés

Pour les panneaux découpés à dimension selon la spécification de l'acheteur, les tolérances suivantes de longueur et de largeur doivent s'appliquer comme indiqué au Tableau 6. Les tolérances indiquées comme normales doivent s'appliquer sauf spécification contraire dans la spécification d'achat.

Tableau 6 – Tolérances de tailles pour panneaux découpés

Taille du panneau mm	Exigence de tolérance ± mm	
	Normal	Proche
≤300	2,0	0,5
>300 ≤600	2,0	0,8
>600	2,0	1,6
NOTE Les tolérances spécifiées englobent toutes les déviations causées par la découpe des panneaux.		

6.9.3 Rectangularité des panneaux découpés

Pour les panneaux découpés à dimension selon la spécification de l'acheteur, les exigences suivantes de rectangularité doivent s'appliquer comme indiqué au Tableau 7. La tolérance indiquée comme normale doit s'appliquer sauf stipulation contraire dans la spécification d'achat.

Tableau 7 – Rectangularité des panneaux découpés

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Exigence mm/m	
		Normal	Proche
Rectangularité des panneaux découpés	2M23	≤3	≤2

7 Propriétés non électriques du matériau de base après retrait total de la feuille de cuivre

7.1 Aspect du matériau de base du diélectrique

Les éprouvettes gravées doivent être contrôlées pour vérifier qu'aucune imperfection en surface ou sous la surface du matériau diélectrique ne dépasse celles indiquées ci-dessous. Les panneaux doivent être contrôlés en utilisant un dispositif optique fournissant un grossissement minimal de 4X.

Le contrôle de référence doit être réalisé avec un grossissement de 10X. Les conditions d'éclairage du contrôle doivent être appropriées au matériau contrôlé ou avoir fait l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur.

Les imperfections en surface et sous la surface (comme texture d'armure, zones pauvres en résine, vides, inclusions étrangères) doivent être acceptables sous réserve que les imperfections remplissent les conditions suivantes:

- les fibres de renforcement ne sont ni coupées, ni exposées;
- les inclusions étrangères ne sont pas conductrices;
- les inclusions métalliques ne sont pas acceptables;
- les imperfections ne se propagent pas sous l'effet des contraintes thermiques;
- les inclusions étrangères sont translucides;
- les fibres étrangères opaques font moins de 15 mm de long et en moyenne, au maximum une seule fibre est présente par zone de 300 mm × 300 mm;
- les inclusions étrangères opaques autres que les fibres ne doivent pas dépasser 0,50 mm. Les inclusions étrangères opaques inférieures à 0,15 mm ne doivent pas être comptabilisées. Les inclusions étrangères opaques entre 0,50 mm et 0,15 mm ne doivent pas représenter en moyenne plus de deux points par zone de 300 mm × 300 mm;
- les vides (scellés ou superficiels) ont leur dimension la plus longue inférieure à 0,075 mm et il ne doit pas y en avoir plus de trois dans un cercle de diamètre 3,5 mm.

7.2 Résistance aux flexions

Lorsque le stratifié est soumis aux essais selon la méthode 2M20 de la CEI 61189-2, la résistance aux flexions doit être celle donnée au Tableau 8.

Tableau 8 – Exigences de résistance aux flexions

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Exigences
Résistance aux flexions Sens de la longueur Sens transversal (applicable aux feuilles $\geq 0,80$ mm – 1,70 mm d'épaisseur)	2M20	≥ 200 N/mm ² ≥ 150 N/mm ²
Résistance aux flexions Sens de la longueur Température élevée (applicable aux feuilles $\geq 0,80$ mm – 1,70 mm d'épaisseur)		Non spécifié

7.3 Inflammabilité

Lorsque le stratifié est soumis aux essais de la méthode 2C06 de la CEI 61189-2, l'inflammabilité doit être celle donnée au Tableau 9.

Sauf indication contraire sur l'ordre d'achat, c'est la performance dite FV-0 qui doit s'appliquer.

Tableau 9 – Exigences d'inflammabilité

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Exigences	
		Désignation	
		FV-0	FV-1
Inflammabilité	2C06		
Temps de combustion avec flamme après chaque application de la flamme pour chaque spécimen d'essai		≤ 10 s	≤ 30 s
Temps de combustion total avec flamme pour les 10 applications de la flamme pour chaque jeu de cinq spécimens		≤ 50 s	≤ 250 s
Temps de combustion sans flamme après le deuxième retrait de la flamme d'essai		≤ 30 s	≤ 60 s
Combustion avec ou sans flamme jusqu'à la pince de fixation		Aucune	Aucune
Chute de particules enflammées mettant le feu au papier de soie		Aucune	Aucune

7.4 Absorption d'eau

Lorsque le stratifié est soumis aux essais selon la méthode d'essai 2N02 de la CEI 61189-2, l'absorption d'eau maximale doit être celle représentée au Tableau 10.

Tableau 10 – Prescriptions d'absorption d'eau

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Épaisseur mm	Exigences %
Absorption d'eau	2N02	$\geq 0,60$ $\leq 1,70$	$\leq 0,50$

7.5 Blanchiment au croisement des fibres

Lorsque le stratifié est soumis aux essais selon la méthode 2N01 de la CEI 61189-2, la présence autorisée de points blancs au croisement des fibres doit correspondre aux données du Tableau 11.