

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Materials for printed boards and other interconnecting structures –
Part 2-39: Reinforced base materials clad and unclad – High performance
epoxide and non-epoxide, woven E-glass laminate sheets of defined
flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly**

**Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion –
Partie 2-39: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles
stratifiées en tissu de verre de type E époxyde et non époxyde à haute
performance, plaquées cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion
verticale), pour les assemblages sans plomb**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 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

**Materials for printed boards and other interconnecting structures –
Part 2-39: Reinforced base materials clad and unclad – High performance
epoxide and non-epoxide, woven E-glass laminate sheets of defined
flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly**

**Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion –
Partie 2-39: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles
stratifiées en tissu de verre de type E époxyde et non époxyde à haute
performance, plaquées cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion
verticale), pour les assemblages sans plomb**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 31.180

ISBN 978-2-83220-495-5

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

8.4	Quality conformance inspection	17
8.5	Certificate of conformance	17
8.6	Safety data sheet	17
9	Packaging and marking	17
10	Ordering information	17
Annex A (informative)	Engineering information	19
Annex B (informative)	Common laminate constructions	21
Annex C (informative)	Guideline for qualification and conformance inspection	23
Bibliography		24
Table 1 – Electrical properties		7
Table 2 – Indentations		8
Table 3 – Nominal thickness and tolerance of metal-clad laminate		9
Table 4 – Bow and twist requirements		10
Table 5 – Pull-off and peel strength requirements		11
Table 6 – Dimensional stability		12
Table 7 – Size tolerances for cut panels		12
Table 8 – Rectangularity of cut panels		13
Table 9 – Flexural strength requirements		14
Table 10 – Flammability requirements		14
Table 11 – Water absorption requirements		15
Table 12 – Measling requirements		15
Table 13 – Glass transition temperature and cure factor requirements		15
Table 14 – Decomposition temperature requirements		16
Table 15 – Thermal resistance requirements		16
Table 16 – Z-axis expansion requirements		16
Table B.1 – Thickness		21
Table C.1 – Qualification and conformance testing		23

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MATERIALS FOR PRINTED BOARDS AND OTHER INTERCONNECTING STRUCTURES –

Part 2-39: Reinforced base materials clad and unclad – High performance epoxide and non-epoxide, woven E-glass 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 61249-2-39 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
91/1052/FDIS	91/1065/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 61249-2-39:2012

MATERIALS FOR PRINTED BOARDS AND OTHER INTERCONNECTING STRUCTURES –

Part 2-39: Reinforced base materials clad and unclad – High performance epoxide and non-epoxide, woven E-glass laminate sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly

1 Scope

This part of IEC 61249 specifies requirements for properties of modified brominated epoxide woven E-glass laminated sheet of a thickness 0,05 mm up to 3,2 mm, of defined flammability (vertical burning test), copper-clad. The glass transition temperature is defined to be 170 °C minimum.

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

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 documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. 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 and other interconnection structures*

IEC 61249-5-1:1995, *Materials for interconnection structures – Part 5: Sectional specification set for conductive foils and films with or without coatings – Section 1: Copper foils (for the manufacture of copper-clad base materials)*

IEC/PAS 61249-6-3:2011, *Specification for finished fabric woven from E-glass for printed boards*

ISO 11014:2009, *Safety data sheet for chemical products – Content and order of sections*

3 Materials and construction

3.1 General

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

3.2 Resin system

A blend of majority di-functional, multifunctional epoxide and non-epoxide, woven E-glass laminate with a glass transition temperature of 170 °C minimum. The flammability rating is achieved through the use of bromine reacted into the polymer. Inorganic fillers may be used.

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

The maximum total halogens contained in resin plus reinforcement matrix is 1 500 ppm with a maximum chlorine of 900 ppm and maximum bromine of 900 ppm.

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

3.3 Metal foil

Copper, as specified in IEC 61249-5-1, copper foil (for the manufacture of copper-clad materials). The preferred foils are electrodeposited of defined ductility.

3.4 Reinforcement

Woven E-glass as specified in IEC/PAS 61249-6-3, woven E-glass fabric (for the manufacture of prepreg and copper clad materials).

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	Requirement
Resistance of foil	2E12	As specified in IEC 61249-5-1
Surface resistance after damp heat while in the humidity chamber (optional)	2E03	$\geq 10\,000\text{ M}\Omega$
Surface resistance after damp heat and recovery	2E03	$\geq 50\,000\text{ M}\Omega$
Volume resistivity after damp heat while in the humidity chamber (optional)	2E04	$\geq 5\,000\text{ M}\Omega\text{m}$
Volume resistivity after damp heat and recovery	2E04	$\geq 10\,000\text{ M}\Omega\text{m}$
Relative permittivity after damp heat and recovery (1 MHz)	2E10	$\leq 5,4$
Dissipation factor after damp heat and recovery (1 MHz)	2E10	$\leq 0,035$
Electric strength (only for material thickness less than 0,5 mm)	2E11	$\geq 30\text{ kV/mm}$
Arc resistance	2E14	$\geq 60\text{ s}$
Dielectric breakdown (only for material thicknesses $\geq 0,5\text{ mm}$)	2E15	$\geq 40\text{ kV}$
Surface resistance at 125 °C	2E07	$\geq 1\,000\text{ M}\Omega$
Volume resistivity at 125 °C	2E07	$\geq 1\,000\text{ M}\Omega\text{m}$

6 Non-electrical properties of the copper-clad laminate

6.1 Appearance of the copper-clad sheet

6.1.1 General

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.

6.1.2 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, see Table 2.

Table 2 – Indentations

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
>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.

6.1.3 Wrinkles

There shall be no wrinkles in the copper surface.

6.1.4 Scratches

Scratches deeper than 20 % of the nominal thickness of the foil thickness 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.

6.1.5 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

6.1.6 Surface waviness

When examined in accordance to test method 2M12 of IEC 61189-2, the surface waviness in both the machine and cross-machine direction shall not exceed 7 µm.

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 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

The laminate thickness may be ordered to include or exclude the copper foil contribution as specified in the purchase order. As a general rule laminates less than 0,8 mm are measured excluding copper and laminates greater or equal to 0,8 mm are measured including copper. 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 3. The fine tolerances shall apply unless the other tolerances are ordered.

Table 3 – Nominal thickness and tolerance of metal-clad laminate

Nominal thickness excluding metal foil (material intended for multilayer boards) mm	Nominal thickness including metal foil (material intended for single or double sided boards) mm	Tolerance requirement ± mm		
		Coarse	Fine	Extra fine
≥0,05 ≤ 0,10		0,03	0,02	0,01
>0,10 ≤ 0,15		0,04	0,03	0,02
>0,15 ≤ 0,30		0,05	0,04	0,03
>0,30 ≤ 0,50		0,08	0,05	0,04
>0,50 ≤ 0,80		0,09	0,06	0,05
>0,80 ≤ 1,00	≥0,80 ≤ 1,00	0,13	0,09	0,07
>1,00 ≤ 1,30	>1,00 ≤ 1,30	0,17	0,11	0,08
	>1,30 ≤ 1,70	0,20	0,13	0,10
	>1,70 ≤ 2,10	0,23	0,15	0,12
	>2,10 ≤ 2,60	0,25	0,18	0,15
	>2,60 ≤ 3,20	0,30	0,20	0,15

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 value by more 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 4.

Table 4 – Bow and twist requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Nominal thickness mm	Panel dimension longest side mm	Requirement %	
				Copper foil on one side	Copper foil on both sides
Bow and twist	2M01	≥0,8 ≤ 1,3	≤350	≤2,0	≤1,5
			>350 ≤ 500	≤1,8	≤1,3
			>500	≤1,5	≤1,0
		>1,3 < 1,7	≤350	≤1,5	≤1,0
			>350 ≤ 500	≤1,3	≤0,8
			>500	≤1,0	≤0,5
		≥1,7 ≤ 3,2	≤350	≤1,0	≤0,5
			>350 ≤ 500	≤0,8	≤0,4
			>500	≤0,5	≤0,3

NOTE The requirements for bow and twist apply only to one-sided copper-clad laminates with maximum foil thickness of 105 μm (915 g/m²) and double-sided copper-clad laminates with maximum foil thickness difference of 70 μm (610 g/m²).

Requirements for laminates with copper foil configurations beyond these limits are 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 5. These requirements apply to copper foil with a normal profile depth. In the case of low or very low profile copper foil, the requirements shall be at least 50 % of that shown in Table 5 as a minimum.

Table 5 – Pull-off and peel strength requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirements			
Pull-off strength	2M05	≥25 N			
		Thickness of the copper foil			
		≤12 μm (≤101 g/m ²)	18 μm (152 g/m ²)	35 μm (305 g/m ²)	≥70 μm (≥610 g/m ²)
Peel strength after heat shock of 20 s	2M14	≥0,7 N/mm	≥0,9 N/mm	≥1,2 N/mm	≥1,6 N/mm
		No blistering or delamination			
Peel strength after dry heat 125 °C	2M15	≥0,7 N/mm	≥0,9 N/mm	≥1,2 N/mm	≥1,6 N/mm
		No blistering or delamination			
Peel strength after exposure to solvent vapour. Solvents as agreed upon between purchaser and supplier	2M06	≥0,7 N/mm	≥0,9 N/mm	≥1,2 N/mm	≥1,6 N/mm
		No blistering no delamination			
Peel strength after simulated plating	2M16	≥0,6 N/mm	≥0,8 N/mm	≥1,0 N/mm	≥1,2 N/mm
		No blistering no delamination			
Peel strength at high temperature Temperature 125 °C (optional)	2M17	Not specified	≥0,7 N/mm	≥0,9 N/mm	≥1,1 N/mm
Blistering after 20 s heat shock	2C05	No blistering no delamination			
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.					

6.6 Punching and machining

Punching is not applicable. The laminate shall, in accordance with the manufacturer's recommendations, be capable of being 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.

6.7 Dimensional stability

The dimensional stability requirements are shown in Table 6. When specimens are tested in accordance to IEC 61189-2, method 2X02 the observe tolerance shall be as specified in Table 6. The nominal dimensional stability value shall be as agreed upon between user and vendor. The tolerance range around the agreed upon nominal value shall be Class A, unless otherwise specified on the purchase order.

The choice of the glass fabrics 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.

Table 6 – Dimensional stability

Property	Test method IEC 61189-2	Class	Requirement ppm
Dimensional stability	2X02	A	±300
		B	±200
		C	±100
		X	As agreed upon between user and supplier

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 by more than +20/–0 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 7. Tolerances indicated as normal shall be in effect unless otherwise specified by in the purchasing specification.

Table 7 – 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 8. Tolerance indicated as normal shall be in effect unless otherwise specified in the purchasing specification.

Table 8 – 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;
- 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 should 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 9.

Table 9 – Flexural strength requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement
Flexural strength: Length direction Cross-direction (applicable to sheets $\geq 1,0$ mm in thickness)	2M20	≥ 400 N/mm ² ≥ 300 N/mm ²
Flexural strength: Length direction Elevated temperature (applicable to sheets $\geq 1,0$ mm in thickness)		Not specified

7.3 Flammability

When the laminate is tested in accordance with test method 2C08 (thickness $\geq 0,05 \leq 0,3$ mm) or method 2C06 (thickness $>0,3 \leq 3,2$ mm) of IEC 61189-2 the flammability shall be as shown in Table 10.

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

Table 10 – Flammability requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirements
		Designation
		V-0
Flammability: Flaming combustion time after each application of the flame for each test specimen Total flaming combustion time for the 10 flame applications for each set of five specimens Glowing combustion time after the second removal of the test flame Flaming or glowing combustion up to the holding clamp Dripping flaming particles that ignite the tissue paper	2C06	≤ 10 s ≤ 50 s ≤ 30 s 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 11.

Table 11 – Water absorption requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Thickness mm	Requirement %
Water absorption	2N02	$\geq 0,05 < 0,20$	$\leq 2,00$
		$\geq 0,20 < 0,30$	$\leq 1,50$
		$\geq 0,30 < 0,40$	$\leq 1,20$
		$\geq 0,40 < 0,50$	$\leq 1,00$
		$\geq 0,50 < 0,60$	$\leq 0,80$
		$\geq 0,60 < 0,80$	$\leq 0,70$
		$\geq 0,80 < 1,00$	$\leq 0,50$
		$\geq 1,00 < 1,20$	$\leq 0,50$
		$\geq 1,20 < 1,60$	$\leq 0,40$
		$\geq 1,60 < 2,00$	$\leq 0,25$
		$\geq 2,00 < 2,40$	$\leq 0,20$
		$\geq 2,40 < 3,20$	$\leq 0,20$

7.5 Measling

When the laminate is tested in accordance with test method 2N01 of IEC 61189-2, the presence of measling allowed shall be as shown in Table 12.

Table 12 – Measling requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement
Measling	2N01	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.

7.6 Glass transition temperature and cure factor

The requirements for glass transition temperature and cure factor are found in Table 13.

Table 13 – Glass transition temperature and cure factor requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement
Glass transition temperature	2M11	≥ 170 °C minimum
Cure factor	2M03	$\geq 0,96$

7.7 Decomposition temperature

The requirements for the decomposition temperature are stated in Table 14.

Table 14 – Decomposition temperature requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement
Decomposition temperature	2MXX	≥ 340 °C

7.8 Thermal resistance

The requirements for thermal resistance are stated in Table 15.

Table 15 – Thermal resistance requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement min
T260	2MXX	≥ 30
T288		≥ 15
T300		≥ 2

7.9 Z-axis expansion

The requirements for Z-Axis expansion are stated in Table 16.

Table 16 – Z-axis expansion requirements

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement
Z-axis Alpha 1 (below T _g)	2MXX	≤ 60 ppm/°C
Z-axis Alpha 2 (above T _g)		≤ 300 ppm/°C
Z-axis % from 50 °C to 250 °C		3,0 % maximum

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 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 standard.

Qualification testing shall be conducted at a laboratory compliant with IEC laboratory requirements. A list of the normal qualification tests can be found in Annex C. The manufacturer shall retain a data file 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 ensure 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 ensure 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 issue a certificate on request from the purchaser 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

Unless 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

Order shall include the following details:

- a) a reference to this specification
- b) type of material (see Clause 1 and 7.3)
- c) size, thickness and copper cladding

- d) class of indentations if other than “A” (see 6.1.2).
- e) class of raised areas if other than “A” (see 6.1.5).
- f) class of thickness tolerance if other than “fine” (see 6.3).
- g) class of dimensional stability if other than “A” (see 6.7).
- h) class of panel size tolerance if other than “normal” (see 6.9.2).
- i) request for certification if applicable (see 8.5)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-39:2012

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 are expected to show the following typical data for the properties listed.

A.2 Chemical properties

- Resistance against chemicals

A.3 Electrical properties

- Comparative tracking index (175 – 250) V

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

A.7 Thermal properties

- Coefficient of thermal expansion (<T_g) 40 ppm/°C
- Coefficient of thermal expansion (>T_g) 250 ppm/°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 61249-2-39:2012

Annex B (informative)

Common laminate constructions

Table B.1 gives the nominal thicknesses.

Table B.1 – Thickness

Nominal thickness mm	Common construction
0,075	1 080
0,080	2 × 106
0,100	2 × 106
0,100	2 113
0,100	2 116
0,125	2 116
0,125	2 165
0,125	2 × 1 080
0,15	2 157
0,15	2 165
0,16	1 500
0,18	7 628
0,18	1 500
0,20	2 × 2 113
0,20	2 × 2 116
0,20	7 628
0,25	2 × 2 116
0,25	2 × 2 165
0,26	1 080/2 116/1 080
0,30	2 × 2 157
0,30	2 × 2 165
0,30	2 116/2 112/2 116
0,30	1 080/7 628/1 080
0,36	2 × 7 628
0,37	2 113/7 628/2 113
0,38	1 500/1 080/1 500
0,41	7 628/1 080/7 628
0,43	2 116/7 628/2 116
0,45	3 × 1 500
0,46	7 628/2 112/7 628
0,48	7 628/2 116/7 628
0,51	7 628/2 165/7 628
0,51	1 080/2 × 7 628/1 080
0,54	3 × 7 628

Nominal thickness mm	Common construction
0,61	3 × 7 628/1 080
0,61	2 116/2 × 7 628/2 116
0,66	7 628/2 × 2 165/7 628
0,67	7 628/2 × 1 500/7 628
0,74	4 × 7 628
0,74	2 113/3 × 7 628/2 113
0,80	4 × 7 628/1 080
0,90	5 × 7 628
1,08	6 × 7 628
1,46	8 × 7 628
NOTE Prepreg made from a specific style of glass used in different constructions may have different resin contents.	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-39:2012

Annex C (informative)

Guideline for qualification and conformance inspection

See Table C.1 for qualification and conformance testing.

Table C.1 – Qualification and conformance testing

Property	Test method IEC-61189-2	Qualification testing	Conformance testing	Conformance frequency
Peel strength after thermal shock	2M14	Yes	Yes	Lot
Peel strength at 125 °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	2M11	Yes	Yes	Monthly
Cure factor	2M03	Yes	Yes	Monthly
Permittivity at 1 MHz, as received	2E10	Yes	Yes	Monthly
Decomposition temperature	2MXX	Yes	Yes	Annually
Thermal resistance	2MXX	Yes	Yes	Quarterly
Z-axis expansion	2MXX	Yes	Yes	Quarterly
Dissipation factor 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
Electric strength	2E11	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
NOTE Users of this standard are encouraged to supply information to be included in the annex.				

Bibliography

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

ISO 9000:2005, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 14001:2004, *Environmental management systems – Requirements with guidance for use*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-39:2012

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-39:2012

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives	30
3 Matériaux et construction	30
3.1 Généralités	30
3.2 Résine isolante	31
3.3 Feuille de métal	31
3.4 Renforcement	31
4 Marquage interne	31
5 Propriétés électriques	31
6 Propriétés non électriques du stratifié plaqué cuivre	32
6.1 Aspect de la feuille plaquée cuivre	32
6.1.1 Généralités	32
6.1.2 Empreintes (piqûres et marques de coup)	32
6.1.3 Rides	32
6.1.4 Eraflures	32
6.1.5 Zones bosselées	33
6.1.6 Ondulation superficielle	33
6.2 Aspect de la face non plaquée	33
6.3 Epaisseur du stratifié	33
6.4 Courbure et vrillage	34
6.5 Propriétés concernant l'adhérence de la feuille de cuivre	34
6.6 Poinçonnage et usinage	35
6.7 Stabilité dimensionnelle	35
6.8 Dimensions des feuilles	36
6.8.1 Dimensions types de feuilles	36
6.8.2 Tolérances pour les dimensions de feuilles	36
6.9 Panneaux découpés	36
6.9.1 Tailles des panneaux découpés	36
6.9.2 Tolérances de tailles pour les panneaux découpés	36
6.9.3 Rectangularité des panneaux découpés	37
7 Propriétés non électriques du matériau de base après retrait total de la feuille de cuivre	37
7.1 Aspect du matériau de base du diélectrique	37
7.2 Résistance aux flexions	37
7.3 Inflammabilité	38
7.4 Absorption d'eau	39
7.5 Blanchiment au croisement des fibres	39
7.6 Température de transition vitreuse et facteur de traitement	39
7.7 Température de décomposition	40
7.8 Résistance thermique	40
7.9 Extension de l'axe Z	40
8 Assurance de la qualité	40
8.1 Système qualité	40
8.2 Responsabilité pour le contrôle	40

8.3	Contrôle de qualification	40
8.4	Contrôle de conformité de la qualité	41
8.5	Certificat de conformité	41
8.6	Fiche technique pour la sécurité	41
9	Emballage et marquage	41
10	Informations relatives aux commandes	42
Annexe A (informative) Informations techniques		43
Annexe B (informative) Constructions courantes de stratifiés		45
Annexe C (informative) Lignes directrices pour le contrôle de qualification et de conformité		47
Bibliographie		48
Tableau 1 – Propriétés électriques		31
Tableau 2 – Empreintes		32
Tableau 3 – Epaisseur nominale et tolérance des stratifiés plaqués métal		33
Tableau 4 – Exigences relatives à la courbure et au vrillage		34
Tableau 5 – Exigences de forces d'arrachement et d'adhérence		35
Tableau 6 – Stabilité dimensionnelle		36
Tableau 7 – Tolérances de tailles pour les panneaux découpés		36
Tableau 8 – Rectangularité des panneaux découpés		37
Tableau 9 – Exigences relatives à la résistance aux flexions		38
Tableau 10 – Exigences d'inflammabilité		38
Tableau 11 – Exigences relatives à l'absorption d'eau		39
Tableau 12 – Exigences relatives au blanchiment au croisement des fibres		39
Tableau 13 – Exigences relatives à la température de transition vitreuse et au facteur de traitement		39
Tableau 14 – Exigences relatives à la température de décomposition		40
Tableau 15 – Exigences relatives à la résistance thermique		40
Tableau 16 – Exigences relatives à l'extension de l'axe Z		40
Tableau B.1 – Epaisseur		45
Tableau C.1 – Essais de qualification et de conformité		47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX POUR CIRCUITS IMPRIMÉS ET AUTRES STRUCTURES D'INTERCONNEXION –

Partie 2-39: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées en tissu de verre de type E époxyde et non époxyde à haute performance, 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61249-2-39 a été établie par le comité d'études 91 de la CEI: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
91/1052/FDIS	91/1065/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61249, présentées 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 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-39:2012

MATÉRIAUX POUR CIRCUITS IMPRIMÉS ET AUTRES STRUCTURES D'INTERCONNEXION –

Partie 2-39: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées en tissu de verre de type E époxyde et non époxyde à haute performance, 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 spécifie des exigences concernant les propriétés des feuilles stratifiées en tissu de verre de type E époxyde bromé modifié, plaquées cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), et ayant une épaisseur comprise entre 0,05 mm et 3,2 mm. La température de transition vitreuse est définie comme étant de 170 °C au minimum.

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

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 suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 and other interconnection structures* (disponible en anglais seulement)

CEI 61249-5-1:1995, *Matériaux pour les structures d'interconnexion – Partie 5: Collection de spécifications intermédiaires pour feuilles et films conducteurs avec ou sans revêtement – Section 1: Feuilles de cuivre (pour la fabrication de matériaux de base plaqués cuivre)*

CEI/PAS 61249-6-3:2011, *Specification for finished fabric woven from E-glass for printed boards* (disponible en anglais seulement)

ISO 11014:2009, *Safety data sheet for chemical products – Content and order of sections* (disponible en anglais seulement)

3 Matériaux et construction

3.1 Généralités

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

3.2 Résine isolante

Tissu de verre de type E époxy et non époxy constitué d'un mélange en majorité époxyde difonctionnel et multifonctionnel et non-époxyde, ayant une température de transition vitreuse de 170 °C au minimum. Les caractéristiques d'inflammabilité sont obtenues en faisant réagir du brome dans la structure polymère. On peut utiliser des matières de remplissage inorganiques. Il est permis d'ajouter des agents de contraste pour renforcer les traitements tels que le contrôle optique automatisé (AOI, *Automated Optical Inspection*).

La teneur maximale en halogènes contenus dans la résine plus la matrice de renfort est de 1 500 ppm avec une teneur maximale en chlore de 900 ppm et une teneur maximale en brome de 900 ppm.

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

3.3 Feuille de métal

Le cuivre tel que spécifié dans la CEI 61249-5-1, feuille de cuivre (pour la fabrication des matériaux plaqués cuivre). Les feuilles préférentielles sont déposées électrolytiquement et à ductilité définie.

3.4 Renforcement

Tissu de verre de type E, comme spécifié dans la CEI/PAS 61249-6-3, Tissu de verre de type E (pour la fabrication de matériaux préimprégnés et plaqués cuivre).

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	Exigence
Résistance de la feuille	2E12	Comme spécifié dans la CEI 61249-5-1
Résistance superficielle après chaleur humide dans la chambre climatique (facultatif)	2E03	$\geq 10\,000\text{ M}\Omega$
Résistance superficielle après chaleur humide et reprise	2E03	$\geq 50\,000\text{ M}\Omega$
Résistivité transversale après chaleur humide dans la chambre climatique (facultatif)	2E04	$\geq 5\,000\text{ M}\Omega\text{m}$
Résistivité transversale après chaleur humide et reprise	2E04	$\geq 10\,000\text{ M}\Omega\text{m}$
Permittivité relative après chaleur humide et reprise (1 MHz)	2E10	$\leq 5,4$
Facteur de dissipation après chaleur humide et reprise (1 MHz)	2E10	$\leq 0,035$
Rigidité diélectrique (seulement pour les matériaux d'épaisseur $< 0,5\text{ mm}$)	2E11	$\geq 30\text{ kV/mm}$
Résistance de l'arc	2E14	$\geq 60\text{ s}$
Claquage diélectrique (seulement pour les matériaux d'épaisseur $\geq 0,5\text{ mm}$)	2E15	$\geq 40\text{ kV}$
Résistance superficielle à 125 °C	2E07	$\geq 1\,000\text{ M}\Omega$
Résistivité transversale à 125 °C	2E07	$\geq 1\,000\text{ M}\Omega\text{m}$

6 Propriétés non électriques du stratifié plaqué cuivre

6.1 Aspect de la feuille plaquée cuivre

6.1.1 Généralités

La face plaquée cuivre doit être en grande partie exempte de défauts pouvant affecter l'aptitude du matériau à être utilisé 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.

6.1.2 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, voir Tableau 2.

Tableau 2 – Empreintes

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
>1,00	30

On doit calculer le nombre total de points pour toute surface de 300 mm × 300 mm, afin de déterminer la classe du matériau.

Classe A 29 maximum

Classe B 17 maximum

Classe C 5 maximum

Classe D 0

Classe X Doit être convenue 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.

6.1.3 Rides

La surface en cuivre ne doit pas présenter de rides.

6.1.4 Éraflures

Les éraflures d'une profondeur supérieure à 20 % de l'épaisseur nominale de la feuille 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 surface de 300 mm × 300 mm.

6.1.5 Zones bosselées

Les zones bosselées correspondent généralement à des impressions dans les plaques de presse utilisées pendant la fabrication, mais elles peuvent également être 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 Classes A et X	Hauteur maximale 15 μm et longueur maximale 15 mm
Matériau de Classes B et C	Hauteur maximale 8 μm et longueur maximale 15 mm
Matériau de Classe D	Hauteur maximale 5 μm et longueur maximale 15 mm

6.1.6 Ondulation superficielle

Lors d'un examen conformément à la méthode d'essai 2M12 de la CEI 61189-2, l'ondulation de surface à la fois dans le sens de la machine et dans le sens transversal, ne doit pas dépasser 7 μm .

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 ou de 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 Epaisseur du stratifié

On peut demander à ce que l'épaisseur du stratifié inclue ou exclue la part de la feuille de cuivre, comme spécifié dans l'ordre d'achat. En règle générale, les stratifiés inférieurs à 0,8 mm sont mesurés en excluant la feuille de cuivre et les stratifiés supérieurs ou égaux à 0,8 mm sont mesurés en incluant la feuille de cuivre. 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 indiquée dans le Tableau 3. Les tolérances serrées doivent s'appliquer, sauf si d'autres tolérances sont demandées.

Tableau 3 – Epaisseur nominale et tolérance des stratifiés plaqués métal

Epaisseur nominale sans la feuille métallique (matériau destiné aux cartes multicouches) mm	Epaisseur nominale avec la feuille métallique (matériau destiné aux cartes à simple ou double face) mm	Exigence de tolérance ± mm		
		Large	Serrée	Très serrée
$\geq 0,05 \leq 0,10$		0,03	0,02	0,01
$> 0,10 \leq 0,15$		0,04	0,03	0,02
$> 0,15 \leq 0,30$		0,05	0,04	0,03
$> 0,30 \leq 0,50$		0,08	0,05	0,04
$> 0,50 \leq 0,80$		0,09	0,06	0,05
$> 0,80 \leq 1,00$	$\geq 0,80 \leq 1,00$	0,13	0,09	0,07
$> 1,00 \leq 1,30$	$> 1,00 \leq 1,30$	0,17	0,11	0,08
	$> 1,30 \leq 1,70$	0,20	0,13	0,10
	$> 1,70 \leq 2,10$	0,23	0,15	0,12
	$> 2,10 \leq 2,60$	0,25	0,18	0,15
	$> 2,60 \leq 3,20$	0,30	0,20	0,15

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 selon la méthode d'essai 2M01 de la CEI 61189-2, la courbure et le vrillage ne doivent pas dépasser les valeurs données au Tableau 4.

Tableau 4 – Exigences relatives à la courbure et au vrillage

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Epaisseur 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	≥0,8 ≤ 1,3	≤350	≤2,0	≤1,5
			>350 ≤ 500	≤1,8	≤1,3
			>500	≤1,5	≤1,0
		>1,3 < 1,7	≤350	≤1,5	≤1,0
			>350 ≤ 500	≤1,3	≤0,8
			>500	≤1,0	≤0,5
		≥1,7 ≤ 3,2	≤350	≤1,0	≤0,5
			>350 ≤ 500	≤0,8	≤0,4
			>500	≤0,5	≤0,3

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

Les exigences applicables aux stratifiés ayant des configurations de feuilles de cuivre dépassant ces limites font 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 forces d'arrachement et d'adhérence sont indiquées dans le Tableau 5. Ces exigences s'appliquent aux feuilles de cuivre d'épaisseur normale. Dans le cas de feuilles de cuivre d'épaisseur faible ou très faible, les exigences doivent être au moins égales à 50 % de celles données au Tableau 5 au minimum.

Tableau 5 – Exigences de forces d'arrachement et d'adhérence

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Exigences			
Force d'arrachement	2M05	≥25 N			
		Epaisseur de la feuille de cuivre			
		≤12 μm (≤101 g/m ²)	18 μm (152 g/m ²)	35 μm (305 g/m ²)	≥70 μm (≥610 g/m ²)
Force d'adhérence après choc thermique de 20 s	2M14	≥0,7 N/mm	≥0,9 N/mm	≥1,2 N/mm	≥1,6 N/mm
		Ni cloquage ni décollement interlaminaire			
Force d'adhérence après chaleur sèche à 125 °C	2M15	≥0,7 N/mm	≥0,9 N/mm	≥1,2 N/mm	≥1,6 N/mm
		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	≥0,7 N/mm	≥0,9 N/mm	≥1,2 N/mm	≥1,6 N/mm
		Ni cloquage ni décollement interlaminaire			
Force d'adhérence après conditions simulées de dépôt métallique	2M16	≥0,6 N/mm	≥0,8 N/mm	≥1,0 N/mm	≥1,2 N/mm
		Ni cloquage ni décollement interlaminaire			
Force d'adhérence à haute température Température de 125 °C (facultatif)	2M17	Non spécifié	≥0,7 N/mm	≥0,9 N/mm	≥1,1 N/mm
Cloquage après 20 s de choc thermique	2C05	Ni cloquage ni décollement interlaminaire			
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.					

6.6 Poinçonnage et usinage

Le poinçonnage n'est pas applicable. Le stratifié doit pouvoir être 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.

6.7 Stabilité dimensionnelle

Les exigences de stabilité dimensionnelle sont données au Tableau 6. Lorsque des spécimens sont soumis à l'essai conformément à la CEI 61189-2, méthode 2X02, la tolérance observée doit être telle que spécifiée dans le Tableau 6. La valeur nominale de la stabilité dimensionnelle doit être convenue entre l'utilisateur et le vendeur. La plage de tolérances autour de la valeur nominale convenue doit être de Classe A, sauf spécification contraire dans l'ordre d'achat.

Le choix du tissu 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 circuits imprimés à l'Annexe B.

Tableau 6 – Stabilité dimensionnelle

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Classe	Exigence ppm
Stabilité dimensionnelle	2X02	A	±300
		B	±200
		C	±100
		X	Selon accord entre l'utilisateur et le fournisseur

6.8 Dimensions des feuilles

6.8.1 Dimensions types de feuilles

Les dimensions des feuilles sont le résultat d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur. Cependant, on trouvera ci-dessous les dimensions recommandées:

- 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 dimensions de feuilles

Les dimensions des feuilles livrées par le fournisseur ne doivent pas différer de plus de +20/-0 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 les panneaux découpés

Pour les panneaux découpés aux dimensions conformément à la spécification de l'acheteur, les tolérances suivantes de longueur et de largeur doivent s'appliquer, comme indiqué au Tableau 7. Les tolérances indiquées comme normales doivent s'appliquer, sauf spécification contraire dans la spécification d'achat.

Tableau 7 – Tolérances de tailles pour les panneaux découpés

Taille du panneau mm	Exigence de tolérance ± mm	
	Tolérances étroites	Tolérances réduites
≤300	2,0	0,5
>300 ≤ 600	2,0	0,8
>600	2,0	1,6
NOTE Les tolérances spécifiées englobent tous les écarts provoqués par la découpe des panneaux.		

6.9.3 Rectangularité des panneaux découpés

Pour les panneaux découpés aux dimensions conformément à la spécification de l'acheteur, les exigences de rectangularité suivantes doivent s'appliquer, comme indiqué au Tableau 8. La tolérance indiquée comme normale doit s'appliquer, sauf spécification contraire dans la spécification d'achat.

Tableau 8 – Rectangularité des panneaux découpés

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Exigences mm/m	
		Tolérances étroites	Tolérances réduites
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 spécimens gravés doivent être contrôlés 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 normal 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 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 comprises 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 convient qu'il n'y en ait pas plus de trois dans un cercle de diamètre de 3,5 mm.

7.2 Résistance aux flexions

Lorsque le stratifié est soumis aux essais selon la méthode d'essai 2M20 de la CEI 61189-2, la résistance aux flexions doit être celle donnée au Tableau 9.

Tableau 9 – Exigences relatives à la résistance aux flexions

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Exigences
Résistance aux flexions: Sens de la longueur Sens transversal (applicable aux feuilles ≥1,0 mm d'épaisseur)	2M20	≥400 N/mm ² ≥300 N/mm ²
Résistance aux flexions: Sens de la longueur Température élevée (applicable aux feuilles (1,0 mm d'épaisseur)		Non spécifié

7.3 Inflammabilité

Lorsque le stratifié est soumis aux essais conformément à la méthode d'essai 2C08 (épaisseur $\geq 0,05 \leq 0,3$ mm) ou méthode 2C06 (épaisseur $> 0,3 \leq 3,2$ mm) de la CEI 61189-2, l'inflammabilité doit correspondre aux données du Tableau 10.

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

Tableau 10 – Exigences d'inflammabilité

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Exigences
		Désignation
		V-0
Inflammabilité:	2C06	
Temps de combustion avec flamme après chaque application de la flamme pour chaque spécimen d'essai		≤10 s
Temps de combustion total avec flamme pour les 10 applications de la flamme pour chaque jeu de cinq spécimens		≤50 s
Temps de combustion sans flamme après le deuxième retrait de la flamme d'essai		≤30 s
Combustion avec ou sans flamme jusqu'à la pince de fixation		Aucune
Chute de particules enflammées mettant le feu au papier de soie		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 indiquée au Tableau 11.

Tableau 11 – Exigences relatives à l'absorption d'eau

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Epaisseur mm	Exigence %
Absorption d'eau	2N02	$\geq 0,05 < 0,20$	$\leq 2,00$
		$\geq 0,20 < 0,30$	$\leq 1,50$
		$\geq 0,30 < 0,40$	$\leq 1,20$
		$\geq 0,40 < 0,50$	$\leq 1,00$
		$\geq 0,50 < 0,60$	$\leq 0,80$
		$\geq 0,60 < 0,80$	$\leq 0,70$
		$\geq 0,80 < 1,00$	$\leq 0,50$
		$\geq 1,00 < 1,20$	$\leq 0,50$
		$\geq 1,20 < 1,60$	$\leq 0,40$
		$\geq 1,60 < 2,00$	$\leq 0,25$
		$\geq 2,00 < 2,40$	$\leq 0,20$
		$\geq 2,40 < 3,20$	$\leq 0,20$

7.5 Blanchiment au croisement des fibres

Lorsque le stratifié est soumis aux essais selon la méthode d'essai 2N01 de la CEI 61189-2, la présence autorisée de points blancs au croisement des fibres doit correspondre aux données du Tableau 12.

Tableau 12 – Exigences relatives au blanchiment au croisement des fibres

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Exigence
Blanchiment au croisement des fibres	2N01	Pas de blanchiment au croisement des fibres sur trois spécimens. Si un spécimen sur trois ne passe pas l'essai avec succès, cet essai doit être répété. Aucun blanchiment sur trois spécimens du deuxième essai n'est autorisé. Aucun cloquage ou décollement laminaire n'est permis sur un quelconque des trois spécimens.

7.6 Température de transition vitreuse et facteur de traitement

Les exigences de température de transition vitreuse et de facteur de traitement sont données au Tableau 13.

Tableau 13 – Exigences relatives à la température de transition vitreuse et au facteur de traitement

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Exigence
Température de transition vitreuse	2M11	≥ 170 °C minimum
Facteur de traitement	2M03	$\geq 0,96$