

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Materials for printed boards and other interconnecting structures –
Part 2-33: Reinforced base materials, clad and unclad – Non-halogenated
modified or unmodified resin system, woven E-glass laminate sheets of defined
relative permittivity (equal to or less than 4,1 at 1 GHz) and flammability (vertical
burning test), copper-clad**

**Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion –
Partie 2-33: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles
stratifiées en tissu de verre de type E, en résine isolante non halogénée modifiée
ou non, de permittivité relative (inférieure ou égale à 4,1 à 1 GHz) et
d'inflammabilité définies (essai de combustion verticale), plaquées cuivre**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 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 2-33: Reinforced base materials, clad and unclad – Non-halogenated
modified or unmodified resin system, woven E-glass laminate sheets of defined
relative permittivity (equal to or less than 4,1 at 1 GHz) and flammability (vertical
burning test), copper-clad**

**Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion –
Partie 2-33: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles
stratifiées en tissu de verre de type E, en résine isolante non halogénée
modifiée ou non, de permittivité relative (inférieure ou égale à 4,1 à 1 GHz) et
d'inflammabilité définies (essai de combustion verticale), plaquées cuivre**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 31.180

ISBN 978-2-88910-455-0

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	8
6.1 Appearance of the copper-clad sheet	8
6.1.1 Indentations (pits and dents)	8
6.1.2 Wrinkles	8
6.1.3 Scratches	8
6.1.4 Raised areas	9
6.1.5 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.....	11
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	12
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	14
7.5 Measling.....	14
7.6 Glass transition temperature and cure factor.....	15
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	16
8.6 Safety data sheet.....	16
9 Packaging and marking/labelling	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	10
Table 3 – Bow and twist	10
Table 4 – Pull-off and peel strength	11
Table 5 – Dimensional stability	11
Table 6 – Size tolerances for cut panel	12
Table 7 – Rectangularity of cut panel	13
Table 8 – Flexural strength.....	13
Table 9 – Flammability	14
Table 10 – Water absorption	14
Table 11 – Measling	15
Table 12 – Glass transition temperature and cure factor	15

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-33:2009

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MATERIALS FOR PRINTED BOARDS AND
OTHER INTERCONNECTING STRUCTURES –****Part 2-33: Reinforced base materials, clad and unclad –
Non-halogenated modified or unmodified resin system, woven E-glass
laminate sheets of defined relative permittivity (equal to or less than 4,1 at
1 GHz) and flammability (vertical burning test), copper-clad**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61249-2-33 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
91/829/FDIS	91/844/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.

The list of all the 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 maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-33:2009

MATERIALS FOR PRINTED BOARDS AND OTHER INTERCONNECTING STRUCTURES –

Part 2-33: Reinforced base materials, clad and unclad – Non-halogenated modified or unmodified resin system, woven E-glass laminate sheets of defined relative permittivity (equal to or less than 4,1 at 1 GHz) and flammability (vertical burning test), copper-clad

1 Scope

This part of IEC 61249 specifies requirements for properties of non-halogenated modified epoxy woven E-glass laminate sheet of a thickness of 0,05 mm up to 3,2 mm, of defined flammability (vertical burning test), copper-clad. The glass transition temperature is defined to be 150 °C minimum. The relative permittivity is equal to or less than 4,1 and the dissipation factor is equal to or less than 0,012 0 at 1 GHz.

Some property requirements may have several classes of performance. The class desired should be specified in 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 61249-5-1:1995, *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)*

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

ISO 11014-1, *Safety data sheet for chemical products – Part 1: Content and order of sections*

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

3 Materials and construction

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

3.1 Resin system

The resin system is non-halogenated, modified multifunctional epoxide, or modified epoxide, with a glass transition temperature of the laminate sheet of 150 °C minimum.

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

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

The resin system should be modified to satisfy the electrical properties requirement of Clause 5.

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

3.2 Metal foil

The metal foil is made of copper as specified in IEC 61249-5-1, copper foil (for the manufacture of copper-clad materials). The preferred foils are electro-deposited copper of defined ductility.

3.3 Reinforcement

The reinforcement of the laminate shall be woven E-glass fabric (for the manufacture of prepreg and copper clad materials). A woven E-glass fabric exhibiting lower relative permittivity may be utilized.

4 Internal marking

Not specified.

5 Electrical properties

The electrical property requirements are given 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	$\leq 4,5$
Dissipation factor after damp heat and recovery (1 MHz)	2E10	$\leq 0,015$
Relative permittivity at high frequency (1 GHz)	2E10	$\leq 4,1$
Dissipation factor at high frequency (1 GHz)	2E10	$\leq 0,017$
Electric strength (only for material thickness less than 0,5 mm)	2E11	$\geq 30\text{ kV/mm}$

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement
Arc resistance	2E14	≥60 s
Dielectric breakdown (only for material thicknesses ≥ 0,5 mm)	2E15	≥40 kV
Surface resistance at 125 °C	2E07	≥1 000 MΩ
Volume resistivity at 125 °C	2E07	≥1 000 MΩm

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 fitness of the material 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 laminate 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 20 % of the nominal thickness of the foil thickness are not allowed.

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 allowed.

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

Class A and X material	Maximum height of 15 µm and maximum length of 15 mm;
Class B and C material	Maximum height of 8 µm and maximum length of 15 mm;
Class D material	Maximum height of 5 µm and maximum length of 15 mm.

6.1.5 Surface waviness

When examined in accordance with 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 allowed. 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 allowed.

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 2. The fine tolerances shall apply unless another tolerance is ordered.

Table 2 – 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) I 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 are not applicable 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

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 (915g/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 given in Table 4. 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 given in Table 4 as a minimum.

Table 4 – Pull-off and peel strength

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement			
		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 as received	2M14	≥0,60 N/mm	≥0,70 N/mm	≥0,80 N/mm	≥0,90 N/mm
		No blistering nor delamination			
Peel strength after heat shock of 20 s	2M14	≥0,60 N/mm	≥0,70 N/mm	≥0,80 N/mm	≥0,90 N/mm
		No blistering nor delamination			
Blistering after 20 s heat shock	2C05	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.					

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 given in Table 5. 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 supplier. The tolerance range agreed upon between user and supplier 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.

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

Table 5 – Dimensional stability

Property	Test method IEC 61189-2	Class	Requirement ppm
Dimensional stability	2X02	A	±500
		B	±300
		C	±100
		X	As agreed upon between user and supplier

6.8 Sheet sizes

6.8.1 Typical sheet sizes

Sheet size is a subject of agreement between user 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 $^{+20}_0$ 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 given by the purchaser.

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 given in Table 6. Tolerances indicated as normal shall be in effect unless otherwise specified by in the purchasing specification given by the purchaser.

Table 6 – Size tolerances for cut panel

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 specification given by the purchaser, the following requirements for rectangularity shall apply as given in Table 7. Tolerance indicated as normal shall be in effect unless otherwise specified in the purchasing specification.

Table 7 – Rectangularity of cut panel

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

An etched specimen shall be inspected to verify that no surface or subsurface imperfections of the dielectric material exceed those given below. The panel 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 an average number of 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. the number of opaque foreign inclusions between 0,50 mm and 0,15 mm shall be 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 given in Table 8.

Table 8 – Flexural strength

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement
Flexural strength Length direction Cross direction (applicable to sheets ≥1,0 mm in thickness)	2M20	≥250 N/mm ² Not specified
Flexural strength Length direction Elevated temperature (applicable to sheets ≥1,0 mm in thickness)		Not specified

7.3 Flammability

When the laminate is tested in accordance with test method 2C08 (thickness $\geq 0,05$ mm $\leq 0,3$ mm) or 2C06 (thickness $> 0,3$ mm $\leq 3,2$ mm) of IEC 61189-2, the flammability shall be as given in Table 9.

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

Table 9 – Flammability

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement	
Flammability	2C06	Designation	
		V-0	V-1
	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 given in Table 10.

Table 10 – Water absorption

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

7.5 Measling

When the laminate is tested in accordance with test method 2N01 of IEC 61189-2, the presence of measles allowed shall be as given in Table 11.

Table 11 – Measling

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 12.

Table 12 – Glass transition temperature and cure factor

Property	Test method IEC 61189-2	Requirement
Glass transition temperature	2M10or 2M11	≥150 °C
	2M28 (DMA)	≥170 °C
Cure factor	2M03	Not specified

8 Quality assurance

8.1 Quality system

The supplier shall maintain a quality system in compliance with ISO 9000 or similar to support quality conformance inspection.

The supplier shall maintain a management system for environmental control in compliance with 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 these inspections.

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 in electronic or paper format.

8.6 Safety data sheet

A safety data sheet in accordance with ISO 11014-1 shall be available for products manufactured and delivered in compliance with this standard.

9 Packaging and marking/labelling

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/labelling 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 damages during shipment and storage.

The package shall be marked in a manner to clearly identify the content.

10 Ordering information

Order shall include the following details:

- a) A reference to this standard;
- b) Type of material (see scope and 7.3);
- c) Size, thickness and copper cladding;
- d) Class of indentation if other than "A" (see 6.1.1);
- e) Class of raised area if other than "A" (see 6.1.4);
- 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) Class of flammability if other than V-0 (see 7.3);
- 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

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) 60 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 61249-2-33:2009

Annex B

(informative)

Common laminate constructions

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
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.	

Annex C (informative)

Guideline for 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 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	2M10 2M11	Yes	Yes	Monthly
Cure factor	2M03	Yes	Yes	Monthly
Permittivity at 1 MHz, as received	2E10	Yes	Yes	Monthly
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

Users of this standard are encouraged to supply information to be included in this annex.

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 fiberglass fabrics (under consideration)*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-33:2009

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 Epaisseur du stratifié	29
6.4 Courbure et vrillage	30
6.5 Propriétés concernant l'adhérence de la feuille de cuivre	31
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	33
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	35
7.6 Température de transition vitreuse et facteur de traitement	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/étiquetage	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 – Epaisseur nominale et tolérance du stratifié plaqué métal	30
Tableau 3 – Courbure et de vrillage	30
Tableau 4 – Forces d'arrachement et d'adhérence	31
Tableau 5 – Stabilité dimensionnelle	32
Tableau 6 – Tolérances des tailles des panneaux découpés	32
Tableau 7 – Rectangularité des panneaux découpés	33
Tableau 8 – Résistance aux flexions	34
Tableau 9 – Inflammabilité	34
Tableau 10 – Absorption d'eau	35
Tableau 11 – Blanchiment au croisement des fibres	35
Tableau 12 – Température de transition vitreuse et de facteur de traitement	35

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-33:2009

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX POUR CIRCUITS IMPRIMÉS ET AUTRES STRUCTURES D'INTERCONNEXION –

Partie 2-33: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées en tissu de verre de type E, en résine isolante non halogénée modifiée ou non, de permittivité relative (inférieure ou égale à 4,1 à 1 GHz) et d'inflammabilité définies (essai de combustion verticale), plaquées cuivre

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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) 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les publications CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles 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'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 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 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 61249-2-33 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
91/829/FDIS	91/844/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.

La 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 du résultat de la maintenance 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 61249-2-33:2009

MATÉRIAUX POUR CIRCUITS IMPRIMÉS ET AUTRES STRUCTURES D'INTERCONNEXION –

Partie 2-33: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées en tissu de verre de type E, en résine isolante non halogénée modifiée ou non de permittivité relative (inférieure ou égale à 4,1 à 1 GHz) et d'inflammabilité définies (essai de combustion verticale), plaquées cuivre

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 modifié non halogéné, 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 à 150 °C minimum. La permittivité relative est inférieure ou égale à 4,1 et le facteur de dissipation est inférieur ou égal à 0,012 0 à 1 GHz.

Certaines exigences concernant les propriétés peuvent comprendre plusieurs classes de performance. Il convient de spécifier la classe désirée 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*¹

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

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

ISO 11014-1, *Fiches de données de sécurité pour les produits chimiques – Partie 1: Contenu et plan type*

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

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.

¹ Actuellement, le titre est disponible en anglais seulement.

3.1 Résine isolante

La résine isolante est composée d'époxyde modifié multifonctionnel et non halogéné, ou d'époxyde modifié, avec une température de transition vitreuse de la feuille stratifiée de 150 °C minimum.

Au total, le maximum d'halogènes contenu dans la résine et la matrice de renforcement est de 1 500 ppm avec un maximum de 900 ppm de chlore et un maximum de 900 ppm de brome.

Il est permis d'ajouter des agents de contraste pour faciliter le traitement tel que le contrôle optique automatisé (AOI : *Automated Optical Inspection*).

Il convient que la résine isolante soit modifiée pour satisfaire les exigences des propriétés électriques de l'Article 5.

La résistance à la flamme des matériaux est définie par rapport aux exigences d'inflammabilité du 7.3.

3.2 Feuille de métal

La feuille de métal est constituée de cuivre comme spécifié dans la CEI 61249-5-1, feuille de cuivre (pour la fabrication des matériaux plaqués cuivre). Les feuilles préférentielles sont en cuivre, déposé électrolytiquement et à ductilité définie.

3.3 Renforcement

Le renforcement du stratifié doit être en tissu de verre de type E (pour la fabrication de matériaux préimprégnés et plaqués cuivre). Un tissu de verre tissé de type E présentant une permittivité relative moindre peut être utilisé.

4 Marquage interne

Non spécifié.

5 Propriétés électriques

Les exigences des propriétés électriques sont indiquées au Tableau 1.

Tableau 1 – Propriétés électriques

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Exigences
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	$\leq 4,5$
Facteur de dissipation après chaleur humide et reprise (1 MHz)	2E10	$\leq 0,015$
Permittivité relative à haute fréquence (1 GHz)	2E10	$\leq 4,1$
Facteur de dissipation à haute fréquence (1 GHz)	2E10	$\leq 0,017$

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Exigences
Rigidité diélectrique (seulement pour les matériaux d'épaisseur < 0,5 mm)	2E11	≥30 kV/mm
Résistance de l'arc	2E14	≥60 s
Claquage diélectrique (seulement pour les matériaux d'épaisseur ≥ 0,5 mm)	2E15	≥40 kV
Résistance superficielle à 125 °C	2E07	≥1 000 MΩ
Résistivité transversale à 125 °C	2E07	≥1 000 MΩm

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 des matériaux 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
Supérieur à 1,00	30

On doit calculer le nombre total de points pour tout stratifié de surface 300 mm x 300 mm afin de 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 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 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

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 dû 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 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 – Epaisseur nominale et tolérance du stratifié plaqué métal

Epaisseur nominale sans la feuille métallique (matériaux destinés 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
≥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

L'épaisseur et les tolérances ne sont pas applicables 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 – Courbure et de 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 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 fassent 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. 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 4 au minimum.

Tableau 4 – Forces d'arrachement et d'adhérence

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Exigences			
		Épaisseur 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 à l'état de livraison	2M14	≥0,60 N/mm	≥0,70 N/mm	≥0,80 N/mm	≥0,90 N/mm
		Ni cloquage ni décollement interlaminaire			
Force d'adhérence après choc thermique de 20 s	2M14	≥0,60 N/mm	≥0,70 N/mm	≥0,80 N/mm	≥0,90 N/mm
		Ni cloquage ni décollement interlaminaire			
Cloquage après choc thermique de 20 s	2C05	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.					

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 5. Lorsque des spécimens sont soumis à des essais selon la CEI 61189-2, 2X02, la tolérance observée doit être celle spécifiée au Tableau 5. La valeur nominale de la stabilité dimensionnelle doit faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur. La plage de tolérance qui fait l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur 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 imprimées à l'Annexe B.

Sauf indication contraire dans l'ordre d'achat, ce sont les performances de la classe A qui doivent s'appliquer.

Tableau 5 – Stabilité dimensionnelle

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Classe	Exigences ppm
Stabilité dimensionnelle	2X02	A	±500
		B	±300
		C	±100
		X	Selon accord entre l'utilisateur et le fournisseur

6.8 Tailles des feuilles

6.8.1 Tailles typiques des feuilles

La taille de la feuille fait l'objet d'un accord entre l'utilisateur 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 $^{+20}_0$ 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 donnée par 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 indication contraire dans la spécification achat donnée par l'acheteur.

Tableau 6 – Tolérances des tailles des 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 donnée par l'acheteur, les exigences de rectangularité suivantes doivent s'appliquer comme indiqué au Tableau 7. La tolérance indiquée comme normale doit s'appliquer sauf stipulation contraire dans la spécification donnée par l'acheteur.

Tableau 7 – Rectangularité des panneaux découpés

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Exigences 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

Une éprouvette gravée doit être contrôlée 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 imperfections ne se propagent pas sous l'effet des contraintes thermiques;
- les inclusions étrangères sont translucides;
- les fibres opaques étrangères 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 opaques étrangères autres que les fibres ne doivent pas dépasser 0,50 mm. Les inclusions opaques étrangères inférieures à 0,15 mm ne doivent pas être comptabilisées. Le nombre d'inclusions opaques étrangères comprises entre 0,50 mm et 0,15 mm ne doivent pas représenter 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 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 8.

Tableau 8 – Résistance aux flexions

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Exigences
Résistance aux flexions Sens de la longueur Sens transversal (applicable aux feuilles $\geq 1,0$ mm d'épaisseur)	2M20	≥ 250 N/mm ² Non spécifié
Résistance aux flexions Sens de la longueur Température élevée (applicable aux feuilles $\geq 1,0$ mm d'épaisseur)		Non spécifié

7.3 Inflammabilité

Lorsque le stratifié est soumis aux essais selon la méthode d'essai 2C08 (épaisseur $\geq 0,05$ mm $\leq 0,3$ mm) ou 2C06 (épaisseur $> 0,3$ mm $\leq 3,2$ mm) de la CEI 61189-2, l'inflammabilité doit correspondre aux données du Tableau 9.

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

Tableau 9 – Inflammabilité

Propriété	Méthode d'essai CEI 61189-2	Exigences	
Inflammabilité	2C06	Désignation	
		V-0	V-1
		≤10 s	≤30 s
		≤50 s	≤250 s
		≤30 s	≤60 s
		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.