IEC 62137-1-5

Edition 1.0 2009-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joints – Part 1-5: Mechanical shear fatigue test

Technologie du montage en surface – Méthodes d'essais d'environnement et d'endurance des joints brases montes en surface – Partie 1-5: Essai de fatigue par cisaillement mécanique

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE CODE PRIX S

ICS 31.190

ISBN 978-2-88910-628-8

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 3
INTRODUCTION 5
1 Scope 6
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 8
4 Test equipment and materials 8
4.1 Test equipment for mechanical shear fatigue testing 8
4.2 Test substrate 8
4.3 Solder alloy 9
4.4 Solder paste 9
4.5 Reflow soldering equipment 9
5 Mounting 9
6 Test conditions 10
6.1 Pre-treatment 10
6.2 Test procedures 10
6.3 Judging criteria 10
7 Items to be included in the test report 11
8 Items to be given in the product specification 11
Annex A (normative) Mechanical shear fatigue test equipment 12
Annex B (normative) Mechanical shear fatigue test procedure 15
Annex C (informative) Evaluation of mechanical properties of a single solder joint by mechanical shear fatigue test 17
Bibliography 21

Figure 1 – Image drawing on evaluation area of joint strength 6
Figure 2 – Schematic illustrations of thermomechanical and mechanical fatigue for solder joints 7
Figure 3 – A typical temperature profile taken by reflow soldering equipment 10
Figure A.1 – Sample structures of shear fatigue jig 13
Figure B.1 – Example of set-up for electrical resistance measuring 16
Figure C.1 – Schematic illustration of the single solder joint for mechanical fatigue testing 18
Figure C.2 – Schematic illustration of fixing jig for soldering of the single solder joint 18
Figure C.3 – Schematic illustration of the shear fatigue jig 19
Figure C.4 – Relationship between reaction forces and the number of cycles during a fatigue test 20
Figure C.5 – Relationship between the displacement range and fatigue life 20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SURFACE MOUNTING TECHNOLOGY – ENVIRONMENTAL AND ENDURANCE TEST METHODS FOR SURFACE MOUNT SOLDER JOINTS –

Part 1-5: Mechanical shear fatigue test

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 62137-1-5 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
91/826/FDIS	91/841/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 62137 series, under the general title *Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joints*, 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.

INTRODUCTION

The mechanical properties of lead-free solder joints between leads and lands on a printed wiring board are not the same with tin-lead-containing solder joints, due to their solder compositions. Thus, it becomes important to test the mechanical properties of solder joints of different alloys.

SURFACE MOUNTING TECHNOLOGY – ENVIRONMENTAL AND ENDURANCE TEST METHODS FOR SURFACE MOUNT SOLDER JOINTS –

Part 1-5: Mechanical shear fatigue test

1 Scope

The test method described in this part of IEC 62137 applies to area array packages, such as BGA. This test method is designed to evaluate the fatigue life of the solder joints between component leads and lands on a substrate as shown in Figure 1. A temperature cyclic approach is generally used to evaluate the reliability of solder joints. Another method is to mechanically cycle the solder joints to shorten the testing time rather than to produce the strains by changing temperatures. The methodology is the imposition of shear deformation on the solder joints by mechanical displacement instead of relative displacement generated by CTE (coefficient of thermal expansion) mismatch, as shown in Figure 2. In place of the temperature cycle test, the mechanical shear fatigue predicts the reliability of the solder joints under repeated temperature change conditions by mechanically cycling the solder joints. In this test method, the evaluation requires first to mount the surface mount component on the substrate by reflow soldering, then cyclic mechanical shear deformation is applied to the solder joints until fracture of the solder joints occurs. The properties of the solder joints (for example solder alloy, substrate, mounted device or design, etc.) are evaluated to assist in improving the strength of the solder joints.

NOTE This test, however, does not measure the strength of the electronic components. The test method to evaluate the robustness of the joint to a board is described in IEC 60068-2-21.

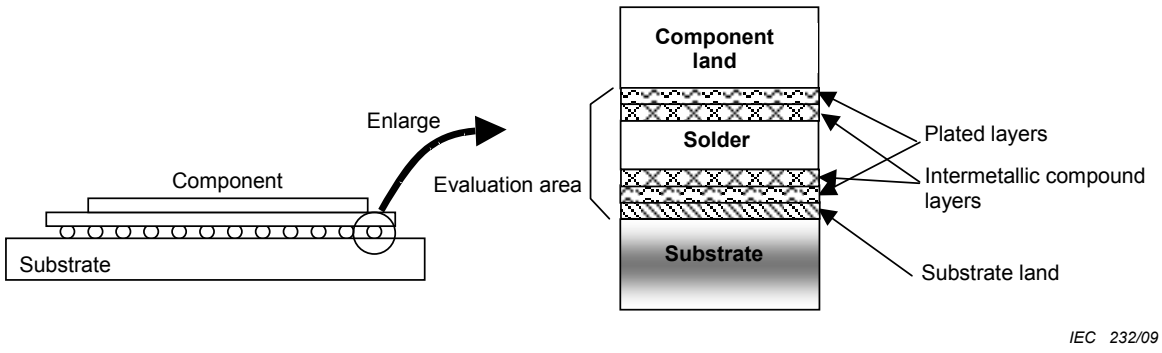
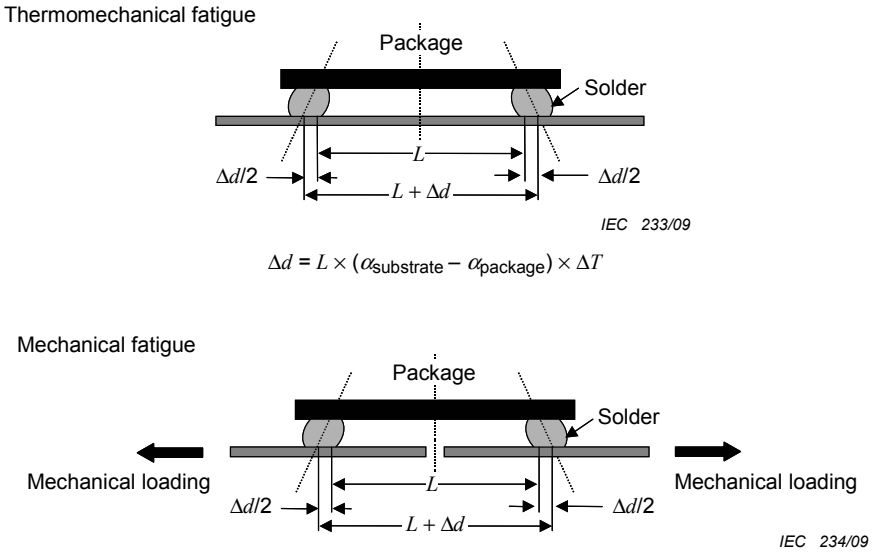


Figure 1 – Image drawing on evaluation area of joint strength



Key

Δd Relative displacement

ΔT Temperature range

α Coefficient of thermal expansion

Figure 2 – Schematic illustrations of thermomechanical and mechanical fatigue for solder joints

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 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 61188-5 (all parts), *Printed boards and printed board assemblies – Design and use*

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

IEC 61190-1-2:2007, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for soldering pastes for high-quality interconnects in electronics assembly*

IEC 61190-1-3, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-3: Requirements for electronic grade solder alloys and fluxed and non-fluxed solid solders for electronic soldering applications*

IEC 61249-2-7:2002, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-7: Reinforced base materials clad and unclad – Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

IEC 61760-1, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 23
INTRODUCTION 25
1 Domaine d'application 26
2 Références normatives 27
3 Termes et définitions 28
4 Appareillage et matériaux d'essai 28
4.1 Appareillage d'essai pour les essais de fatigue par cisaillement mécanique 28
4.2 Substrat d'essai 28
4.3 Alliage de brasure 29
4.4 Pâte à souder 29
4.5 Equipement de brasage par fusion 29
5 Montage 29
6 Conditions d'essais 30
6.1 Prétraitement 30
6.2 Procédures d'essai 30
6.3 Critères de jugement 30
7 Eléments à inclure dans le rapport d'essai 31
8 Eléments à mentionner dans les spécifications du produit 31
Annexe A (normative) Équipement d'essai de fatigue par cisaillement mécanique 32
Annexe B (normative) Procédure d'essai de fatigue par cisaillement mécanique 35
Annexe C (informative) Évaluation des propriétés mécaniques d'un seul joint de soudure en utilisant l'essai de fatigue par cisaillement mécanique 37
Bibliographie 41

Figure 1 – Dessin de la zone d'évaluation de la résistance du joint 26
Figure 2 – Illustrations schématiques de fatigue mécanique et thermomécanique des joints de soudure 27
Figure 3 – Profil de température typique pris par un équipement de brasage par fusion 30
Figure A.1 – Exemples de structures de gabarit de fatigue par cisaillement 33
Figure B.1 – Exemple de montage pour mesurer la résistance électrique 36
Figure C.1 – Illustration schématique du joint de soudure seul pour l'essai de fatigue mécanique 38
Figure C.2 – Illustration schématique du gabarit de fixation pour braser le joint de soudure seul 38
Figure C.3 – Illustration schématique du gabarit de fatigue par cisaillement 39
Figure C.4 – Relation entre les forces de réaction et le nombre de cycles pendant l'essai de fatigue 40
Figure C.5 – Relation entre la plage de déplacement et la durée de vie 40

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

TECHNOLOGIE DU MONTAGE EN SURFACE – MÉTHODES D'ESSAIS D'ENVIRONNEMENT ET D'ENDURANCE DES JOINTS BRASÉS MONTÉS EN SURFACE –

Partie 1-5: Essai de fatigue par cisaillement mécanique

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 62137-1-5 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
91/826/FDIS	91/841/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 62137, présentée sous le titre général *Technologie du montage en surface – Méthodes d'essais d'environnement et d'endurance des joints brases montes en surface*, 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 maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

Les propriétés mécaniques des joints de soudure sans plomb entre les conducteurs et les plages de connexion sur une carte à circuit imprimé sont différentes de celles des joints de soudure contenant de l'étain et du plomb en raison de la composition de leur brasure. Il est donc important de procéder à des essais des propriétés mécaniques des joints de soudure de différents alliages.

TECHNOLOGIE DU MONTAGE EN SURFACE – MÉTHODES D'ESSAIS D'ENVIRONNEMENT ET D'ENDURANCE DES JOINTS BRASÉS MONTÉS EN SURFACE –

Partie 1-5: Essai de fatigue par cisaillement mécanique

1 Domaine d'application

La méthode d'essai décrite dans la présente partie de la CEI 62137 s'applique aux boîtiers de type matriciel tels que les BGA. Cette méthode d'essai est destinée à évaluer l'endurance des joints de soudure situés entre les sorties du composant et les pastilles d'un substrat comme illustré à la Figure 1. On utilise généralement une approche par cycles de températures pour évaluer la fiabilité des joints de soudure. Une autre méthode consiste à faire subir aux joints de soudure des cycles mécaniques pour réduire le temps d'essai plutôt que de produire des contraintes générées par des variations de température. La méthodologie consiste à imposer une déformation par cisaillement aux joints de soudure par déplacement mécanique au lieu d'un déplacement relatif produit par une différence de coefficient de dilatation thermique (CTE) comme cela est représenté sur la Figure 2. A la place des essais de cycles de températures, cet essai de fatigue par cisaillement mécanique sert à prévoir la fiabilité des joints de soudure dans des conditions de variations de température répétées en faisant subir des cycles mécaniques aux joints de soudure. Dans la présente méthode d'essai, pour procéder à l'évaluation, le composant pour montage en surface nécessite d'abord d'être monté sur le substrat par brasage par fusion, puis les joints de soudure sont soumis à des déformations cycliques par cisaillement mécanique jusqu'à ce que les joints de soudure rompent. Les propriétés des joints de soudure (par exemple alliage de soudure, substrat, dispositif assemblé ou conception, etc.) sont évaluées pour aider à améliorer la résistance des joints de soudure.

NOTE Le présent essai, cependant, ne mesure pas la résistance des composants électroniques. La méthode d'essai permettant d'évaluer la robustesse du joint d'une carte est décrite dans la CEI 60068-2-21.

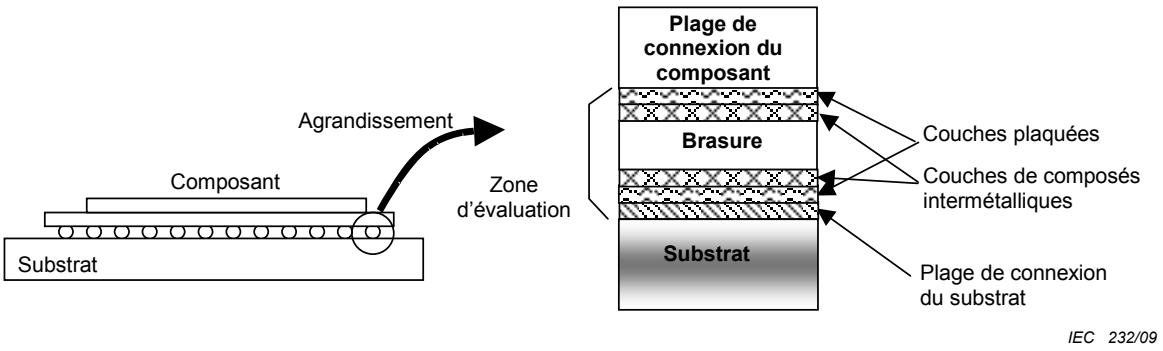
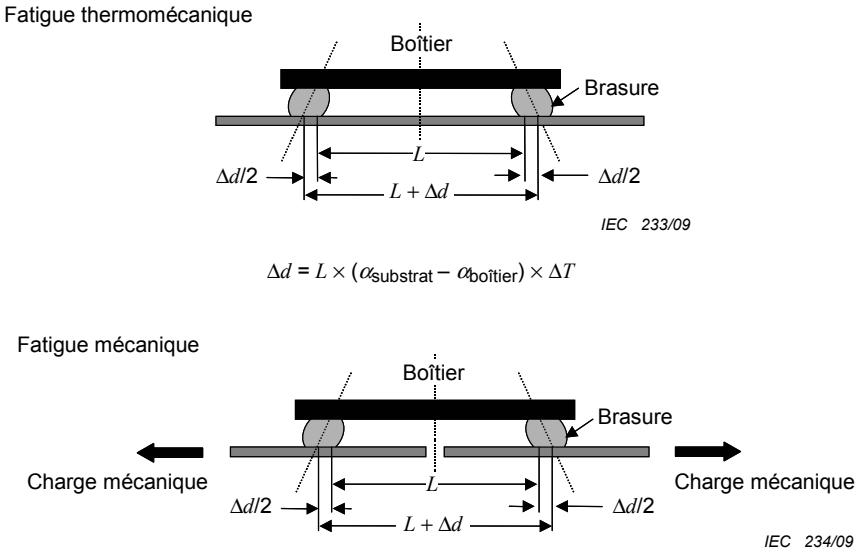


Figure 1 – Dessin de la zone d'évaluation de la résistance du joint



Key

Δd Déplacement relatif

ΔT Plage de température

α Coefficient de dilatation thermique

Figure 2 – Illustrations schématiques de fatigue mécanique et thermomécanique des joints de soudure

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 60068-1, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

CEI 61188-5 (toutes les parties), *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation*

CEI 60194, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions* (disponible en anglais seulement)

CEI 61190-1-2:2007, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-2: Exigences relatives aux pâtes à braser pour les interconnexions de haute qualité dans les assemblages de composants électroniques*

CEI 61190-1-3, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-3: Exigences relatives aux alliages à braser de catégorie électronique et brasures solides fluxées et non fluxées pour les applications de brasage électronique*

CEI 61249-2-7:2002*, Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion – Partie 2-7: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuille stratifiée tissée de verre E avec de la résine époxyde, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquée cuivre*

CEI 61760-1, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)* (disponible en anglais seulement)