

DIN EN 62047-11

ICS 31.080.01; 31.220.01

**Halbleiterbauelemente –
Bauelemente der Mikrosystemtechnik –
Teil 11: Prüfverfahren für lineare thermische Ausdehnungskoeffizienten
für freistehende Werkstoffe der Mikrosystemtechnik
(IEC 62047-11:2013);
Deutsche Fassung EN 62047-11:2013**

Semiconductor devices –
Micro-electromechanical devices –
Part 11: Test method for coefficients of linear thermal expansion of free-standing materials
for micro-electromechanical systems
(IEC 62047-11:2013);
German version EN 62047-11:2013

Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs microélectromécaniques –
Partie 11: Méthode d'essai pour les coefficients de dilatation thermique linéaire des
matériaux autonomes pour systèmes microélectromécaniques
(CEI 62047-11:2013);
Version allemande EN 62047-11:2013

Gesamtumfang 21 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2013-08-21 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2014-04-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 62047-11:2010-06.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 631 „Halbleiterbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 47F „Micro-electromechanical systems“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Eine Liste aller Teile der Normenreihe IEC 62047 *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices* ist auf der IEC-Website (www.iec.ch) einzusehen.

Halbleiterbauelemente –
Bauelemente der Mikrosystemtechnik –
Teil 11: Prüfverfahren für lineare thermische Ausdehnungskoeffizienten für
freistehende Werkstoffe der Mikrosystemtechnik
(IEC 62047-11:2013)

Semiconductor devices –
Micro-electromechanical devices –
Part 11: Test method for coefficients of linear
thermal expansion of free-standing materials for
micro-electromechanical systems
(IEC 62047-11:2013)

Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs microélectromécaniques –
Partie 11: Méthode d'essai pour les coefficients
de dilatation thermique linéaire des matériaux
autonomes pour systèmes
microélectromécaniques
(CEI 62047-11:2013)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2013-08-21 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2013 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62047-11:2013 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 47F/154/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 62047-11, erarbeitet vom SC 47F „Microelectromechanical systems“ des IEC/TC 47 „Semiconductor devices“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62047-11:2013 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2014-05-21
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2016-08-21

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62047-11:2013 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Symbole und Benennungen	4
4 Mikroprobe	4
4.1 Allgemeines	4
4.2 Form der Mikroprobe	5
4.3 Dicke der Mikroprobe	5
4.4 Ebene Mikroproben	5
4.5 Uebene Mikroproben	6
5 Prüfverfahren und Prüfeinrichtung	6
5.1 Messprinzip	6
5.2 Prüfeinrichtung	8
5.3 Temperaturmessung	8
5.4 Handhabung der ebenen Mikroprobe	8
5.5 Messung der thermischen Ausdehnung	9
5.6 Geschwindigkeit der Erwärmung	9
5.7 Analyse der Prüfdaten	9
6 Prüfbericht	9
Anhang A (informativ) Herstellung einer Mikroprobe	11
Anhang B (informativ) Beispiel für die Handhabung einer Mikroprobe	12
Anhang C (informativ) Verfahren zum Freistellen einer Mikroprobe	13
Anhang D (informativ) Beispiel für einen Prüfaufbau unebener Proben und eine Mikroprobe	14
Anhang E (informativ) Beispiel für eine Datenanalyse des Prüfverfahrens für ebene Proben	15
Anhang F (informativ) Beispiel für eine Datenanalyse des Prüfverfahrens für unebene Proben	16
Literaturhinweise	18
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	19
 Bilder	
Bild 1 – Dünnschicht-Mikroprobe	5
Bild 2 – CLTE-Messprinzipien	7
Bild A.1 – Schematische Darstellung des Herstellungsverfahrens für eine Mikroprobe	11
Bild B.1 – Hilfsrahmen und Beispiel für einen Prüfling	12
Bild C.1 – Schematische Darstellung des Verfahrens zum Freistellen einer Mikroprobe	13
Bild D.1 – Beispiel für einen Prüfaufbau und eine Mikroprobe	14
Bild E.1 – Beispiel einer CLTE-Messung mit einer Aluminium-Mikroprobe	15
Bild F.1 – Beispiel einer CLTE-Messung mit einer Gold-Mikroprobe	17
 Tabellen	
Tabelle 1 – Symbole und Benennungen	4

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62047 legt das Verfahren fest zum Messen des linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten (CLTE) (en: coefficient of linear thermal expansion) von dünnen, freistehenden festen (metallischen, keramischen, polymeren usw.) Werkstoffen der Mikrosystemtechnik (MEMS) (en: micro-electro-mechanical system) mit Längen zwischen 0,1 mm und 1 mm, Breiten zwischen 10 µm und 1 mm und Dicken zwischen 0,1 µm und 1 mm, die als Hauptbestandteile für MEMS, Mikrobauteile und andere verwendet werden. Dieses Prüfverfahren ist zur Messung des CLTE im Temperaturbereich von Raumtemperatur bis 30 % der Schmelztemperatur des Werkstoffs geeignet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 62047-3, *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 3: Thin film standard test piece for tensile testing*

3 Symbole und Benennungen

Symbole und die dazugehörigen Benennungen sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 – Symbole und Benennungen

Symbol	Einheit	Benennung
g	µm	Messlänge
L_0	µm	Ausgangslänge einer Mikroprobe
L_T	µm	Länge einer Mikroprobe bei der Temperatur T
T	°C	Temperatur
t	µm	Dicke einer Mikroprobe
w	µm	Breite einer Mikroprobe
α_{av}	1/°C	Mittlerer thermischer Ausdehnungskoeffizient einer Mikroprobe
α_S	1/°C	Mittlerer thermischer Ausdehnungskoeffizient eines Substrates
δ_T	µm	Thermische Verformung
ε_T	1	Thermische Ausdehnung

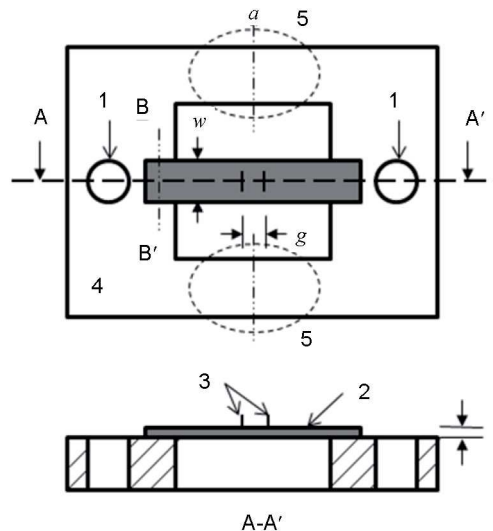
4 Mikroprobe

4.1 Allgemeines

Die Vorbereitung der Mikroprobe sollte IEC 62047-3 entsprechen. Für die Herstellung der Mikroprobe sollte ein Verfahren verwendet werden, das soweit wie möglich gleich dem der Bauteile ist, in denen die Dünnschichttechnik angewendet wird. Die Abmessungen der Mikroprobe sollten in der gleichen Größenordnung sein, wie die der tatsächlich verwendeten Bauteilekomponenten, um den Größeneinfluss zu minimieren. Es gibt viele Herstellungsverfahren für die Mikroprobe, die von den Anwendungsfällen abhängen. In Anhang A ist eine typische Herstellung einer Mikroprobe auf Basis eines MEMS-Fertigungsverfahrens beschrieben.

4.2 Form der Mikroprobe

Die Maße einer Mikroprobe, also Dicke (t), Breite (w) und Ausgangslänge (L_0), wie in Bild 1 dargestellt, sollten in der gleichen Größenordnung wie die des tatsächlichen Bauteils bemessen werden. Die Maße müssen innerhalb einer Grenzabweichung von $\pm 1\%$ des entsprechenden Längenmaßstabs festgelegt werden. Die Querschnitte entlang der Schnittlinie A-A' sind in Bild 1 schraffiert dargestellt. Die Messlänge in Bild 1 ist zwischen den Mittelpunkten der Messmarken zu messen.



Legende

- 1 Bohrungen zur Befestigung des Rahmens, Binden eines Fadens oder Drahtes zum Anhängen des Massestücks
- 2 Freistehende Mikroprobe
- 3 Messmarken zur Festlegung einer Messlänge
- 4 Unterlage zur Aufnahme einer Mikroprobe
- 5 Vor der Prüfung zu trennende Teile, um eine freistehende Mikroprobe herzustellen

ANMERKUNG Gedachte Linie „a“: Die Stützstreifen „5“ können durch Schneiden entlang dieser Linie getrennt werden.

Bild 1 – Dünnschicht-Mikroprobe

4.3 Dicke der Mikroprobe

Die Dicke jeder Mikroprobe muss einzeln gemessen werden und sollte im Prüfbericht aufgezeichnet werden. Die Dicke jeder Mikroprobe sollte direkt mit einem kalibrierten Gerät gemessen werden (z. B. Rasterelektronenmikroskop, Ellipsometer usw.). Die Dicke der Schicht kann jedoch auch anhand der Stufenhöhe entlang der Linie B-B' in Bild 1 (mit einem Raster-Sonden-Mikroskop, Weißlichtinterferenz-Mikroskop oder Oberflächen-Profilometer usw.) ausgewertet und als Dicke der Mikroprobe verwendet werden.

4.4 Ebene Mikroproben

Die innere Spannung der Mikroprobe sollte geeignete Werte haben, damit sich die Mikroprobe nicht einrollt oder kräuselt. Die Messmarken sollten in der Mitte einer Mikroprobe angebracht werden. Diese Messmarken dürfen die Ausdehnung der Mikroprobe nicht einschränken und sollten nur einen geringen Einfluss auf das Prüfergebnis haben. Die Steifigkeit der Messmarke sollte kleiner als $\pm 1\%$ der Steifigkeit der Mikroprobe sein. In Dickenrichtung sollte die Symmetrie beibehalten werden, um ein Einrollen oder Kräuseln der Mikroprobe zu vermeiden. An der Mikroprobe muss eine Dummyprobe befestigt werden, wie in Bild C.1 dargestellt.