

DIN EN 62137-4

ICS 31.020; 31.190

Einsprüche bis 2013-03-21

Entwurf**Montageverfahren für elektronische Baugruppen –
Teil 4: Oberflächenmontierbare Bauteilgehäuse mit Flächenmatrix –
(Lebens)dauerprüfungen für Lötverbindungen
(IEC 91/1056/CD:2012)**

Electronics assembly technology –

Part 4: Endurance test methods for solder joint of area array type package surface mount devices

(IEC 91/1056/CD:2012)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-01-14 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 73 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Allgemeine Bemerkungen	6
5 Prüfvorrichtung und Materialien	7
5.1 Prüfling.....	7
5.2 Reflow-Lötausrüstung.....	7
5.3 Temperaturwechselkammer.....	7
5.4 Detektor für Kurzzeitunterbrechungen	7
5.5 Prüfsubstrat	7
5.6 Lotpaste.....	8
6 Vorbereitung des Prüflings	8
7 Temperaturwechselprüfung.....	10
7.1 Vorbehandlung	10
7.2 Anfangsmessung.....	10
7.3 Prüfverfahren.....	10
7.4 Kriterien für die Beendigung der Prüfung.....	11
7.5 Nachbehandlung	11
7.6 Endmessung.....	11
8 Lebensdauer bei Temperaturwechselbeanspruchung	12
9 Angaben, die in der entsprechenden Produktspezifikation zu machen sind.....	13
Anhang A (informativ) Beschleunigung der Temperaturwechselprüfung für Lötverbindungen.....	14
Anhang B (informativ) Stromdurchgangsprüfung für Lötverbindungen von Gehäusen	18
Anhang C (informativ) Reflow-Lötbarkeitsprüfverfahren für Gehäuse und Prüfsubstratanschlussfläche	20
Anhang D (informativ) Konstruktionsrichtlinie für das Prüfsubstrat.....	24
Anhang E (informativ) Wärmebeständigkeit des Prüfsubstrats gegenüber Reflow-Löten	28
Anhang F (informativ) Zugfestigkeitsmessverfahren für die Prüfsubstratanschlussfläche.....	30
Anhang G (informativ) Standardmontageverfahren für die Gehäuse.....	33
Anhang H (informativ) Mechanische Beanspruchungen der Gehäuse	36
Literaturhinweise.....	37
 Bild 1 – Bereich für die Bewertung in der Belastungsprüfung	7
Bild 2 – Typisches Reflow-Lötprofil für die Lotlegierung Sn63Pb37.....	9
Bild 3 – Typisches Reflow-Lötprofil für die Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5	9
Bild 4 – Prüfbedingungen der Temperaturwechselprüfung	11
Bild A.1 – FBGA-Gehäusebauteil und FEA-Modell zur Berechnung des Beschleunigungsfaktors AF	16
Bild A.2 – Beispiel für Beschleunigungsfaktoren AF bei einem FBGA-Gehäusebauteil unter Verwendung der Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5.....	16

Bild A.3 – Ermüdungskennlinien von Mikrolötverbindungen mit der Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5 ($N_f=20\%$ Lastabfall von der Anfangslast).....	17
Bild B.1 – Beispiel für einen Prüfkreis für die Stromdurchgangsprüfung einer Lötverbindung	18
Bild B.2 – Beispiel für die Messung des kontinuierlich überwachten Widerstands in einer Temperaturwechselprüfung	19
Bild C.1 – Temperaturmessung am Prüfling unter Verwendung von Thermoelementen.....	21
Bild C.2 – Fehlerhaftes Löten in Form von abgestoßenem Lot, verursacht durch Kontamination auf der Lotkugeloberfläche.....	22
Bild C.2 – Fehlerhaftes Löten durch Abfallen der Lotkugel.....	23
Bild D.1 – Standardformen von Anschlussflächen des Prüfsubstrats	26
Bild F.1 – Messverfahren für die Zugfestigkeit	31
Bild G.2 – Messung der Temperatur des Prüflings unter Verwendung von Thermoelementen	34
Bild G.1 – Beispiel für den Zustand der aufgedruckten Lotpaste.....	34
Tabelle 1 – Beispiele von Prüfergebnissen mit einem Beschleunigungsfaktor (Lotlegierung Sn63Pb37)	12
Tabelle 2 – Beispiel von Prüfergebnissen mit einem Beschleunigungsfaktor (Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5).....	13
Tabelle A.1 – Materialkonstante und unelastischer Verformungsbereich, berechnet mit der FEA für den in Bild A.1 gezeigten FBGA-Gehäusebauteil (Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5)	17
Tabelle D.1 – Typklassifizierung des Prüfsubstrats	25
Tabelle D.2 – Standardschichtenkonfiguration des Prüfsubstrats	26
Tabelle G.1 – Konstruktionsnorm für Schablonen für Prüfsubstrate.....	33
Tabelle H.1 – Mechanische Beanspruchung von montierten Gehäusen mit Flächenmatrix	36

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 91/1056/CD:2012 „Electronics assembly technology – Part 4: Endurance test methods for solder joint of area array type package surface mount devices“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 91 „Electronics assembly technology“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 682 „Montageverfahren für elektronische Baugruppen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnichtsnummer, 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.

Montageverfahren für elektronische Baugruppen – Teil 4: Oberflächenmontierbare Bauteilgehäuse mit Flächenmatrix – (Lebens)dauerprüfungen für Lötverbindungen

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 62137 beschreibt das Prüfverfahren zur Bewertung der Beständigkeit von Lötverbindungen von Bauteilgehäusen mit Flächenmatrix gegenüber thermomechanischer Beanspruchung, der die Lötverbindungen ausgesetzt sind, wenn sie auf der Leiterplatte montiert sind.

Diese Norm gilt für oberflächenmontierte Halbleiterbauteile mit Gehäusen mit Anschlussmatrix (FBGA¹, BGA², FLGA³ und LGA⁴) einschließlich der Gehäuse mit peripheren Anschlüssen (SON⁵ und QFN⁶), die zur Verwendung in elektrischen und elektronischen Ausrüstungen von Industrie und Verbrauchern vorgesehen sind.

In Anhang A ist ein Beschleunigungsfaktor für die Verschlechterung der Lötverbindungen der Gehäuse durch Temperaturwechselprüfung aufgrund der thermischen Belastung im montierten Zustand beschrieben.

Bezüglich der mechanischen Belastungen im montierten Zustand gibt Anhang H einige Erklärungen.

Die in dieser Norm beschriebene Prüfmethode soll nicht die Halbleiterbauelemente selbst bewerten.

ANMERKUNG 1 Montagebedingungen, Leiterplatten, Lötwerkstoffe und so weiter beeinflussen das Ergebnis der in dieser Norm beschriebenen Prüfung beträchtlich. Daher wird die in dieser Norm beschriebene Prüfung nicht als diejenige angesehen, die angewandt wird um die Montagezuverlässigkeit der Gehäuse zu garantieren.

ANMERKUNG 2 Die Prüfmethode ist nicht notwendig, wenn in der Feldverwendung und bei der Handhabung nach der Montage keine (mechanische oder andere) Beanspruchung der Lötverbindungen zu erwarten ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden 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 60068-1:1998, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1(1992)

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 61188-5-8, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use– Part 5-8: Attachment (land/joint) considerations - Area array components (BGA, FBGA, CGA, LGA)*

¹ FBGA fine-pitch ball grid array

² BGA ball grid array

³ FLGA fine-pitch land grid array

⁴ LGA land grid array

⁵ SON small outline non-leaded package

⁶ QFN quad flat-pack non-leaded package

IEC 60191-6-2, *Mechanical standardization 100 of semiconductor devices – Part 6-2: General rules for the preparation of outline drawings of surface mounted semiconductor device packages – Design guide for 1,50 mm, 1,27 mm and 1,00 mm pitch ball and column terminal packages*

IEC 60191-6-5, *Mechanical standardization of semiconductor devices – Part 6-5: General rules for the preparation of outline drawings of surface mounted semiconductor device packages – Design guide for fine-pitch ball grid array (FBGA)*

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

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

IEC 61249-2-8, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-8: Reinforced base materials clad and unclad – Modified brominated epoxide woven fibreglass reinforced laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60191-6-2, IEC 60191-6-5, IEC 60194 und die folgenden Begriffe.

3.1

Lebensdauer bei Temperaturwechselbeanspruchung

die Zeitdauer bis zur Erreichung eines Zustandes von Leistungsverlust, wie zwischen den Handelspartnern für den Temperaturwechseltest vereinbart

3.2

Detektor für Kurzzeitunterbrechungen

ein Instrument, das in der Lage ist, eine elektrische Unterbrechung in den Schaltkreisen festzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Anhang B bezüglich des Stromdurchgangs von Lötverbindungen.

4 Allgemeine Bemerkungen

Die zu bewertenden Bereiche der Lötverbindungen sind in Bild 1 gezeigt. Das in dieser Norm beschriebene Prüfverfahren dient der Bewertung der Beständigkeit der Lötverbindungen an einem Gehäuse, das auf Substrat montiert ist, gegenüber thermischer Beanspruchung, jedoch nicht der Prüfung der mechanischen Festigkeit des Gehäuses selbst.

Daher können die Bedingungen für beschleunigte Konditionierung durch eine Temperaturwechselprüfung den maximal zulässigen Temperaturbereich für das Gehäuse übersteigen.

Die in dieser Norm beschriebene Prüfmethode ist hauptsächlich anwendbar auf Lötverbindungen zwischen Trägermaterialien von Leiterplatten und dem Gehäuse als Bewertungsobjekt. Die Prüfergebnisse hängen jedoch von solchen Bedingungen wie Montageverfahren und vom Zustand, den Werkstoffen und der Leiterplatte usw. ab, siehe Anhang C bis Anhang G.

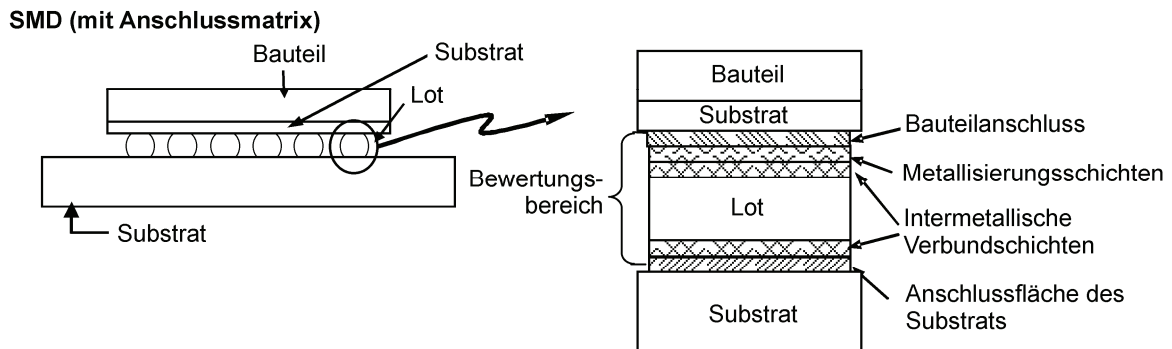


Bild 1 – Bereich für die Bewertung in der Belastungsprüfung

5 Prüfvorrichtung und Materialien

5.1 Prüfling

Der Prüfling ist das auf dem Prüfsubstrat montierte Gehäuse (Siehe Abschnitt 6 zur Vorbereitung).

5.2 Reflow-Lötausrüstung

Die Reflow-Lötausrüstung muss in der Lage sein, das in Abschnitt 6 beschriebene Reflow-Löttemperaturprofil zu realisieren. Beispiele für das Temperaturprofil werden in Bild 2 und Bild 3 gezeigt.

ANMERKUNG Ein Standardmontagevorgang für das Gehäuse wird in Anhang G gezeigt.

5.3 Temperaturwechselkammer

Die Temperaturwechselkammer muss in der Lage sein, das in Bild 4 gezeigte Temperaturwechselprofil zu realisieren. Die allgemeinen Anforderungen an die Temperaturwechselkammer sind in IEC 60068-2-14 aufgeführt.

5.4 Detektor für Kurzzeitunterbrechungen

Der Detektor für Kurzzeitunterbrechungen muss in der Lage sein, eine Unterbrechung des Stromdurchgangs im Schaltkreis festzustellen. Wenn es keinen Zweifel am Messergebnis gibt, sollte ein Messgerät für den elektrischen Widerstand, ausgerüstet mit einem Detektor für Kurzzeitunterbrechungen und/oder ein Aufzeichnungsgerät für die Daten des elektrischen Widerstandes verwendet werden.

Die Empfindlichkeit des Detektors für Kurzzeitunterbrechungen sollte es ermöglichen, kurzzeitige Unterbrechungen von 100 µs zu erfassen. Und der Bereich des Aufzeichnungsgerätes für die Daten des elektrischen Widerstandes sollte es ermöglichen, größer 1 000 Ω zu messen.

5.5 Prüfsubstrat

Wenn in der Produktspezifikation nicht anders angegeben, muss das Prüfsubstrat wie folgt sein.

a) Material des Prüfsubstrats

Das Material des Prüfsubstrats soll eine kupferkaschierte, mit Glasgewebe verstärkte Epoxidharz-Laminattafel sein, wie in IEC 61249-2-7 oder IEC 61249-2-8 beschrieben. Die Dicke soll $(1,6 \pm 0,2)$ mm einschließlich Kupferfolie betragen. Die Dicke der Kupferfolie soll (35 ± 10) µm betragen.

ANMERKUNG Die Wärmebeständigkeit gegenüber Reflow-Löten für das Prüfsubstrat ist in Anhang E beschrieben.

b) Abmessungen des Prüfsubstrats

Die Abmessungen des Prüfsubstrats sind abhängig von der Größe und Form des montierten Gehäuses. Die Abmessungen des Prüfsubstrats sind jedoch auf der Zugfestigkeitsprüfeinrichtung einzustellen.

c) Form und Abmessungen der Anschlussflächen

Form und Abmessungen der Anschlussflächen sollten wie in IEC 61188-5-8 angegeben oder vom Hersteller des Gehäuses empfohlen sein.

Außerdem sollen das Prüfsubstrat und das Prüfgehäuse in ihrem Anschlussflächenmuster so ausgeführt sein, dass sie zum Zweck der Messung des Stromdurchgangs nach der Montage einen Schaltkreis bilden.

ANMERKUNG 1 Ein Leitfaden zur Ausführung des Prüfsubstrats ist in Anhang D beschrieben.

ANMERKUNG 2 Die Lötbarkeitsprüfung für Substratanschlussflächen ist in Anhang C beschrieben und die Zugfestigkeitsprüfung für Substratanschlussflächen ist in Anhang F beschrieben.

d) Oberflächenbeschaffenheit der Anschlussflächenmuster

Wenn in der Produktspezifikation angegeben, ist der lötbare Bereich (Anschlussflächenmuster des Prüfsubstrats) mit einem geeigneten Oxidationsschutz, zum Beispiel einem organischen Lötbarkeitsschutz (OSP) zu behandeln. Der Oberflächenschutz darf die Lötbarkeit des Anschlussflächenmusters unter den Lötbedingungen bei Verwendung der in 5.2 aufgeführten Reflow-Lötausrüstungen nicht beeinträchtigen.

5.6 Lotpaste

Lotpaste wird aus Flussmittel, fein verteilten Lotpartikeln und Zusätzen zur Förderung von Benetzung und Kontrolle von Viskosität, Klebkraft, Rutschen, Trocknungsrate usw. hergestellt. Wenn in der Produktspezifikation nicht anders angegeben, ist eine der unten aufgeführten Lotlegierungen (wie in IEC 61190-1-3 beschrieben) zu verwenden. Die Produktspezifikation soll die Einzelheiten zur Lotpaste enthalten.

- a) 63 % Massenanteil Sn (Zinn) und 37 % Massenanteil Pb (Blei)
- b) von 3,0 % bis 4,0 % Massenanteil Ag (Silber), von 0,5 % bis 1,0 % Massenanteil Cu (Kupfer) und der Rest Sn (Zinn)

Beispiel: Es wird eine ternäre Legierung aus Sn-Ag-Cu, wie z. B. die Legierung Sn96,5Ag3Cu,5 verwendet.

6 Vorbereitung des Prüflings

Das Gehäuse muss gemäß den folgenden Reflow-Lötvorgangs auf dem Substrat montiert werden. Das als Prüfling verwendete Gehäuse muss als Versuchsgehäuse so modifiziert werden, dass nach dem Reflowlöten mit dem Anschlussflächenmuster des Prüfsubstrats ein Schaltkreis gebildet wird.

ANMERKUNG Die Lötbarkeitsprüfung für Gehäuseanschluss und Anschlussfläche des Prüfsubstrats, die die Lötverbindungsfestigkeit beeinflussen, wird in Anhang C beschrieben.

- a) Wenn in der Produktspezifikation nicht anders angegeben, ist die in 5.6 beschriebene Lotpaste unter Verwendung einer Schablone aus Edelstahl mit einer Dicke von 120 bis 150 µm, die die gleichen Öffnungsabmessungen wie die Abmessungen der Prüfsubstratanschlussfläche, sowie die gleiche Form und die Anordnung aufweist, auf die in 5.5 genannte Prüfsubstratanschlussfläche aufzudrucken.
- b) Das Gehäuse ist auf der aufgedruckten Lotpaste zu platzieren.
- c) Zum Löten der Gehäuseanschlussflächen unter den in Bild 2 oder Bild 3 gezeigten Bedingungen ist die in 5.2 beschriebene Reflow-Lötausrüstung zu verwenden. Der Messpunkt für die Temperatur soll sich auf dem Anschlussflächenbereich befinden.

Bild 2 zeigt ein Beispiel für ein typisches Reflow-Lötprofil unter Verwendung der Lotlegierung Sn63Pb37.

Bild 3 zeigt ein Beispiel für ein typisches Reflow-Lötprofil unter Verwendung der Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5, die in IEC 61760-1 angegeben ist.

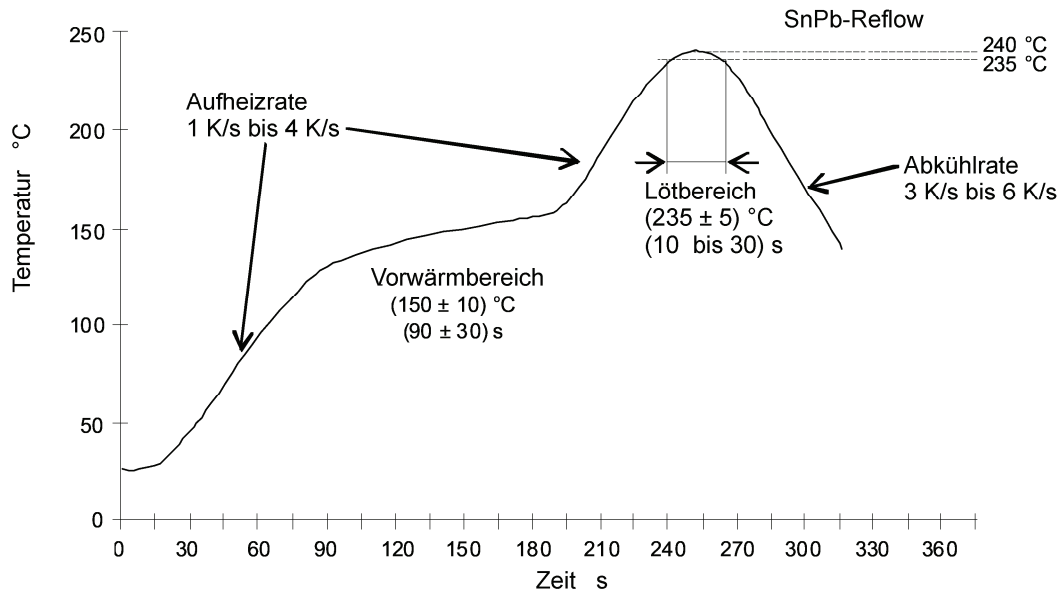
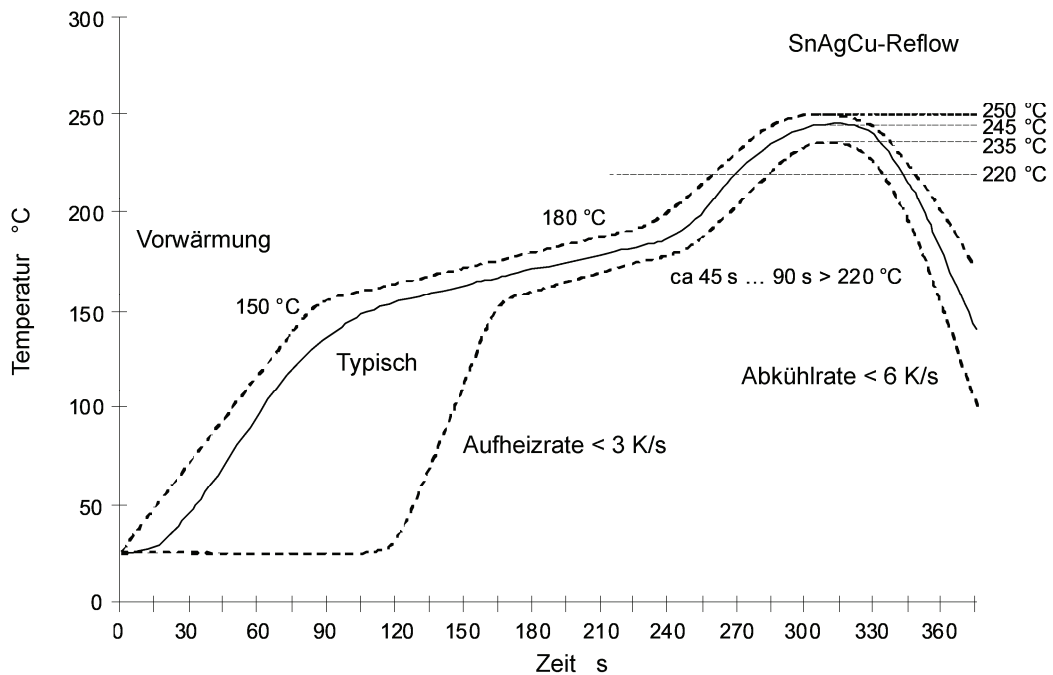


Bild 2 – Typisches Reflow-Lötprofil für die Lotlegierung Sn63Pb37



Durchgehende Linie: typischer Prozess (Anschlussstemperatur)

Gestrichelte Linie: Prozessgrenzen. Untere Prozessgrenze (Anschlussstemperatur). Obere Prozessgrenze (Temperatur auf der Oberseite des Bauelements)

Bild 3 – Typisches Reflow-Lötprofil für die Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5

7 Temperaturwechselprüfung

7.1 Vorbehandlung

Wenn der Prüfling gereinigt werden muss, sollte die Reinigungsmethode in der Produktspezifikation beschrieben werden.

7.2 Anfangsmessung

Der Prüfling ist einer Sichtprüfung zu unterziehen. Es darf keinen Defekt geben, der die Gültigkeit der Prüfung beeinträchtigen kann.

Der elektrische Widerstand als Stromdurchgang des Prüflings (Schaltkreis) ist unter Verwendung des in 5.4 beschriebenen Detektors für Kurzzeitunterbrechungen zu bestätigen.

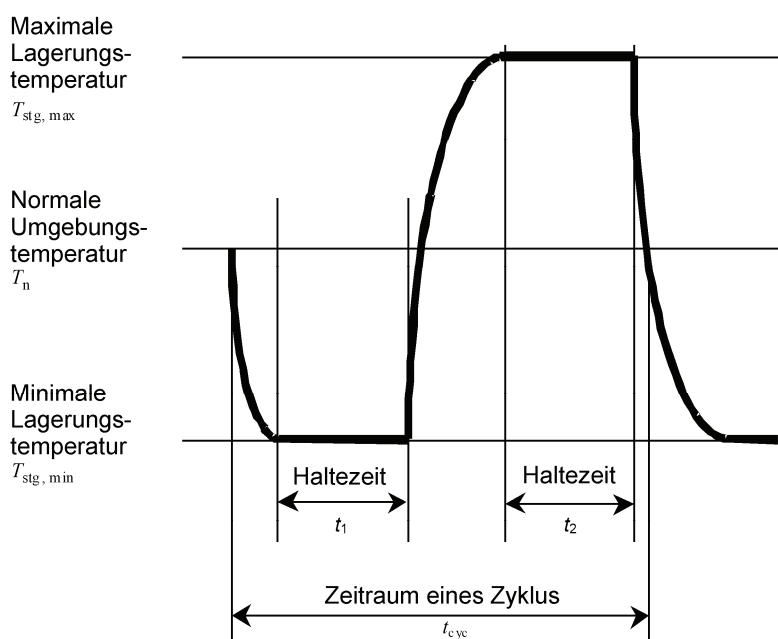
7.3 Prüfverfahren

Die Temperaturwechselprüfung erfolgt gemäß Test Na (schneller Temperaturwechsel mit vorgeschriebener Übergangszeit), festgelegt in IEC 60068-2-14, mit folgenden Details.

Der Prüfling ist in der Temperaturwechselkammer dort zu platzieren, wo die beste Luftströmung vorherrscht und wo den Prüfling eine ausreichende Luftströmung umgibt.

Die Prüfbedingungen sind Bild 4 zu entnehmen, und die Prüfung ist entsprechend den in der Produktspezifikation angegebenen Zyklen durchzuführen.

Der elektrische Widerstand des Schaltkreises ist kontinuierlich während der Prüfung unter Verwendung des in 5.4 beschriebenen Detektors für Kurzzeitunterbrechungen zu überwachen.



Legende

$t_{stg, max}$: Maximale Lagerungstemperatur
 T_n : Normale Umgebungstemperatur
 $t_{stg, min}$: Minimale Lagerungstemperatur

t_1 : Haltezeit bei $T_{stg, min}$
 t_2 : Haltezeit bei $T_{stg, max}$
 t_{cyc} : Ein Temperaturzyklus

Schritt	Prüfbedingung A	Prüfbedingung B	Prüfbedingung C	Prüfbedingung D
Minimale Lagerungstemperatur: $T_{\text{stg, min}}$ °C	-40 ± 5	-25 ± 5	-30 ± 5	$T_{\text{op, min}} \pm 5$
Maximale Lagerungstemperatur: $T_{\text{stg, max}}$ °C	125 ± 5	125 ± 5	80 ± 5	$T_{\text{op, max}} \pm 5$
Haltezeit	$t_1 = t_2 \geq 7 \text{ min}$ für die Lotlegierung Sn63Pb37 $t_1 \leq 15 \text{ min}, t_2 \geq 15 \text{ min}$ für die Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5			

Für die Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5 muss die Verweildauer in der Temperaturwechselkammer auf insgesamt 30 min eingestellt werden, bei maximaler Lagerungstemperatur einschließlich der Haltezeit t_2 ; 15 min für Spannungsrelaxation und 15 min zur Temperaturstabilisierung. Siehe IEC 62137-3:2011, Anhang A. Bei minimaler Lagerungstemperatur kann es sein, dass die Spannungsrelaxation von 15 min nicht erforderlich ist. Es ist akzeptabel, wenn die Haltezeit t_1 auf gleich oder weniger als 15 min gesetzt wird.

Die Vorgabe der Bedingungen der Temperaturwechselprüfung sollte in der Produktspezifikation wie unten aufgeführt übernommen werden.

- Prüfbedingung kann die Reproduktion des angenommenen Fehlermodus unter Feldbedingungen sein.
- Prüfbedingung kann die den Feldbedingungen angepasste Beschleunigung sein.
- Prüfbedingung kann der konventionellen Spezifikation angenähert sein.
- Prüfbedingung kann die Reduzierung der Prüfdauer sein.

ANMERKUNG 1 $T_{\text{op, min}}$ ist die niedrigste Betriebstemperatur des Prüflings.
 $T_{\text{op, max}}$ ist die höchste Betriebstemperatur des Prüflings.

Die Haltezeit beginnt, wenn die Temperatur des Prüflings den angegebenen Wert erreicht.

Der Zeitraum eines Zyklus beinhaltet die Übergangszeit von der maximalen Lagerungstemperatur zur minimalen Lagerungstemperatur und umgekehrt.

Bild 4 – Prüfbedingungen der Temperaturwechselprüfung

7.4 Kriterien für die Beendigung der Prüfung

Die Prüfung wird solange fortgesetzt, bis der elektrische Widerstand des Schaltkreises innerhalb des gesamten Prüflings durch Bruch der Lötverbindung ansteigt oder die Anzahl der angegebenen Prüfzyklen erreicht ist.

Die Kriterien für gestiegenen elektrischen Widerstand sind in der Produktspezifikation anzugeben. Der Schwellwert des gestiegenen elektrischen Widerstandes sollte in Prozent des typischen Widerstandes des Schaltkreises im Prüfling bei maximaler Lagertemperatur oder als Festwertes des elektrischen Widerstandes größer als 1 000 Ω definiert sein.

7.5 Nachbehandlung

Wenn es erforderlich ist, die Messbedingungen nach der Prüfung herzustellen, muss der Prüfling den in der Produktspezifikation angegebenen Bedingungen der Endmessung unterworfen werden.

7.6 Endmessung

Der Prüfling ist einer Sichtprüfung zu unterziehen. Es darf keinen Defekt geben, der die Gültigkeit der Prüfung beeinträchtigen kann.

Der elektrische Widerstand als Stromdurchgang des Prüflings (Schaltkreis) ist unter Verwendung des in 5.4 beschriebenen Detektors für Kurzzeitunterbrechungen als Messgerät für den elektrischen Widerstand zu bestätigen.

8 Lebensdauer bei Temperaturwechselbeanspruchung

Wenn der elektrische Widerstand des Schaltkreises aufgrund des Bruchs der Lötverbindung ansteigt, stellt die Anzahl der Prüfzyklen zu diesem Zeitpunkt die Ausfallrate des Prüflings dar.

Die Lebensdauer bei Temperaturwechselbeanspruchung sollte statistisch als mittlere Lebensdauer oder charakteristische Lebensdauer der Weibull-Verteilung von den Ausfallzyklusdaten der Prüflinge festgelegt werden.

Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigen Beispiele für Ergebnisse der Temperaturwechselprüfung mit einem Beschleunigungsfaktor für eine bestimmte Feldbedingung in Bezug auf die Bedingungen der Temperaturwechselprüfung. Es ist zu beachten, dass die Beschleunigungsfaktoren in Tabelle 1 und Tabelle 2 nur für die angegebenen Bedingungen gelten.

Unter Verwendung des Prüfungsergebnisses und des Beschleunigungsfaktors kann die Lebensdauer unter Feldbedingungen eingeschätzt werden. Der Beschleunigungsfaktor hängt jedoch von solchen Bedingungen wie Gehäuseabmessungen, Werkstoffen und der Leiterplatte etc. ab. Der Beschleunigungsfaktor muss individuell zwischen den Feldbedingungen und den beschleunigten Temperaturwechselbedingungen eingeschätzt werden. Siehe Anhang A.

**Tabelle 1 – Beispiele von Prüfergebnissen mit einem Beschleunigungsfaktor
(Lotlegierung Sn63Pb37)**

Prüf- bedingung	$T_{\text{stg, min}}$ °C	$T_{\text{stg, max}}$ °C	ΔT °C	Temperaturwechsel- frequenz (Zyklen pro Tag) ^a	Anzahl der Temperaturzyklen		Prüfergebnis (Beschleuni- gungsfaktor zu Feld- bedingungen) ^b
					5 Jahre	10 Jahre	
Feld- bedingung	25	70	45	1	1 825	3 650	–
A	–40	125	165	72	365	730	5,0
B	–25	125	150	72	435	869	4,2
C	–30	80	110	72	1 217	2 433	1,5

^a Die Berechnung erfolgte unter der Annahme, dass die Haltezeit auf Maximum und die minimale Lagerungstemperatur auf 15 min eingestellt wurden, und die Übergangszeit von der maximalen Lagerungstemperatur zur minimalen Lagerungstemperatur und umgekehrt auf 3 Minuten eingestellt wurde.

^b Diese Berechnungsergebnisse dienen der beispielhaften Schätzung der Anzahl der Prüfzyklen entsprechend der Gleichung (A.2).

**Tabelle 2 – Beispiel von Prüfergebnissen mit einem Beschleunigungsfaktor
(Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5)**

Prüf- bedingung	$T_{\text{stg, min}}$ °C	$T_{\text{stg, max}}$ °C	ΔT °C	Temperaturwechsel- frequenz (Zyklen pro Tag) ^a	Anzahl der Temperaturzyklen		Prüfergebnis (Beschleuni- gungsfaktor zu Feld- bedingungen) ^b
					5 Jahre	10 Jahre	
Feld- bedingung	25	70	45	1	1 825	3 650	-
A	-40	125	165	40	119	239	15,3
B	-25	125	150	40	135	270	13,5
C	-30	80	110	40	493	986	3,7

^a Die Berechnung erfolgte unter der Annahme, dass die Haltezeit auf Maximum und die minimale Lagerungstemperatur auf 15 min eingestellt wurden, und die Übergangszeit von der maximalen Lagerungstemperatur zur minimalen Lagerungstemperatur und umgekehrt auf 3 Minuten eingestellt wurde.

^b Diese Berechnungsergebnisse dienen der beispielhaften Schätzung der Anzahl der Prüfzyklen bei Montage von FBGA-Gehäusebauteilen auf dem FR-4-Prüfsubstrat basierend auf der Gleichung (A.7).

9 Angaben, die in der entsprechenden Produktspezifikation zu machen sind

Die folgenden Angaben sind in der Produktspezifikation zu machen.

- | | |
|---|---------------------|
| a) Spezifikation des Prüfsubstrats | (siehe 5.5) |
| b) Lotpaste | (siehe 5.6) |
| c) Vorbereitung des Prüflings | (siehe Abschnitt 6) |
| d) Vorbehandlungsbedingungen (wenn erforderlich) | (siehe 7.1) |
| e) Angaben und Bedingungen der Anfangsmessung | (siehe 7.2) |
| f) Prüfbedingungen | (siehe 7.3) |
| g) Haltezeit und Übergangszeit bei niedrigen und hohen Temperaturen und bei normaler Umgebungstemperatur
(wenn abweichend von 7.3) | (siehe 7.3) |
| h) Kontinuierliche Überwachung des elektrischen Widerstandes oder nicht | (siehe 7.3) |
| i) Kriterien für die Beendigung der Prüfung (Anzahl der Wiederholungszyklen) | (siehe 7.3) |
| j) Nachbehandlung | (siehe 7.4) |
| k) Angaben und Bedingungen der Endmessung | (siehe 7.5) |

Anhang A (informativ)

Beschleunigung der Temperaturwechselprüfung für Lötverbindungen

A.1 Allgemeines

In diesem Anhang wird Beschleunigungscharakteristik zur Bewertung der Haltbarkeit im Feld aus den Ergebnissen von Temperaturwechselprüfungen von Lötverbindungen beschrieben.

A.2 Beschleunigung der Temperaturwechselprüfung für SnPb-Lötverbindungen

Die in dieser Norm beschriebene Temperaturwechselprüfung wird hauptsächlich angewandt um die Lebensdauer der Lötverbindung zwischen dem Bauteil und dem Substrat bei Temperaturwechselbeanspruchung zu bestimmen. Um die thermische Lebensdauer als Lebensdauer der Lötverbindung bei Temperaturwechselbeanspruchung zu erhalten, wird passender Weise ein modifiziertes Coffin-Manson-Gesetz angewandt. Und es kann, wie in Gleichung (A.1) gezeigt, in geeigneter Weise ausgedrückt werden.

$$N_f = C \times f^m \times (\Delta \varepsilon_{in}) \times \exp\left(\frac{H}{kT_{\max}}\right) \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist	N_f	Bruchlastspielzahl (thermische Ermüdungslebensdauer)
	C	Materialkonstante
	f	Ein/Aus-Frequenz (Zyklen/Tag)
	m	Frequenzparameter
	$\Delta \varepsilon_{in}$	unelastischer Verformungsbereich der thermischen Ermüdung
	n	Materialkonstante (Kehrwert des Ermüdungs-Dehnungsexponenten) Es ist bekannt, dass die Lebensdauer der Lötverbindung umgekehrt proportional ist zum unelastischen Verformungsbereich der thermischen Ermüdung.
	k	Boltzmann-Konstante: 8.617385×10^{-5} (eV/K)
	H	Aktivierungsenergie des Lotes (eV) Temperaturabhängigkeit, ausgedrückt durch das Exponentialgesetz
	$T_{\max}$	maximale Prüftemperatur (K)

Ein Beschleunigungsfaktor: AF der Temperaturwechselprüfung unter den Prüf- und Feldbedingungen wird wie in Gleichung (A.2) gezeigt vorgegeben.

$$AF = \left[\frac{f_f}{f_f} \right]^m \times \left[\frac{\Delta T_f}{\Delta T_t} \right]^{-n} \times \exp \left[\frac{H}{k} \times \left(\frac{1}{T_{\max-f}} - \frac{1}{T_{\max-t}} \right) \right] \quad (\text{A.2})$$

Dabei ist	f_f	Anzahl der Ein/Aus-Zyklen im Feld (Zyklen/Tag)
	f_f	Anzahl der Ein/Aus-Zyklen unter Prüfbedingungen (Zyklen/Tag)
	ΔT_f	Temperaturänderung unter Feldbedingungen (°C)
	ΔT_f	Temperaturänderung unter Prüfbedingungen (°C)
	$T_{\max-f}$	maximale Temperatur unter Feldbedingungen (K)
	$T_{\max-t}$	maximale Temperatur unter Prüfbedingungen (K)

Bei einer Sn-Pb-Lötverbindung ist H die Aktivierungsenergie des Lotes, die 0,123eV beträgt, k ist die Boltzmann-Konstante, m ist 1/3 und n ist normalerweise 1,9.

Gegenwärtig ist es möglich, mit Hilfe einer Computersimulation, bei der die Methode der finiten Elemente verwendet wird, den unelastischen Verformungsbereich $\Delta\varepsilon_{in}$ bestimmen. Die Aktivierungsenergie des Lotes, der Ermüdungs-Dehnungsexponent und der Beschleunigungsfaktor können ermittelt werden. Der Beschleunigungsfaktor kann aus dem ermittelten unelastischen Verformungsbereich anstelle des Temperaturbereiches ΔT der beschleunigten Prüfbedingung berechnet werden.

A.3 Methode zur Vorhersage der Lebensdauer für Sn-Ag-Cu-Lötverbindungen bei Temperaturwechselbeanspruchung

Im Fall der Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5 wird ein aktuelles Vorhersagemodel zur Lebensdauer für bleifreies Lot vorgeschlagen, um Gefügekmerkmale der Sn96,5Ag3Cu,5-Lötverbindung zu berücksichtigen.

Dieses neue Modell zur Vorhersage der Ermüdungslebensdauer stellt eine Lösung für die Materialeigenschaft im Coffin-Manson-Gesetz dar, wobei Details untersucht wurden, um Faktoren und physikalische Bedeutung im Hinblick auf die Gefügevielfalt unter Einbeziehung der thermomechanischen Ermüdungskennwerte der bleifreien Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5 zu berücksichtigen.

Bei der Betrachtung wird das empirische Coffin-Manson-Gesetz im Wesentlichen in Gleichung (A.3) gezeigt.

$$\Delta\varepsilon_{in} \times N_f^a = C \quad (A.3)$$

Dabei ist N_f Bruchlastspielzahl Fehlerzyklen (thermische Ermüdungslebensdauer)

C Materialkonstante

$\Delta\varepsilon_{in}$ unelastischer Verformungsbereich der thermischen Ermüdung

a Ermüdungs-Dehnungsexponent (Kehrwert der Materialkonstante n)

Im Fall der Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5 wird der Ermüdungs-Dehnungsexponent den Gleichungen (A.4) und (A.5) entnommen. Und die Werkstoffkonstante C wird für die Gleichung (A.6) experimentell abgeleitet.

$$a = 0,6 / (n' + 1) \quad (A.4)$$

Dabei ist n' der Härtungsexponent, der durch folgende Gleichung bestimmt wird.

$$n = A_1 \exp\left(\frac{Q}{RT}\right) \sqrt{\frac{1}{r}} \quad (A.5)$$

Dabei ist T die maximale Temperatur; A_1 und Q wesentlich sind für den konstanten zyklischen Härtungsexponenten; r ist der Radius der intermetallischen Phase ist, der durch isothermes und dehnungsverbesserndes Wachstum während des Temperaturwechsels gesteuert wird.

$$C = A_2 \cdot T - A_3 \quad (A.6)$$

Dabei sind A_2 und A_3 Materialkonstanten im Hinblick auf die Bruchfestigkeit.

Die Materialkonstanten werden verwendet, um die Funktion der Temperatur und den Gefügefaktor unter Einbeziehung von Zeit und Temperatur und Einsetzen der Gleichungen (A.4), (A.5) und (A.6) in die Coffin-Manson-Gleichung (A.3) zu erhalten.

Mit diesem neuen Modell zur Vorhersage der Lebensdauer kann der Beschleunigungsfaktor AF unter Verwendung der Gleichung (A.7) berechnet werden.

$$AF = \frac{N_{\text{Feld}}}{N_{\text{Test}}} = \frac{\left(C_{\text{Feld}} / \Delta \varepsilon_{\text{Feld}}^{1/\alpha_{\text{Feld}}} \right)}{\left(C_{\text{Test}} / \Delta \varepsilon \right)^{1/\alpha_{\text{Test}}}} = \left(\frac{C_{\text{Feld}}}{\Delta \varepsilon_{\text{Feld}}} \right)^{1/\alpha_{\text{Feld}}} \left(\frac{\Delta \varepsilon_{\text{Test-max}}}{C_{\text{Test-max}}} \right)^{1/\alpha_{\text{Test}}} = \quad (\text{A.7})$$

Dabei ist	$N_{\text{f-Feld}}$	Bruchlastspielzahl unter Feldbedingungen (Zyklen)
	$N_{\text{f-Test}}$	Bruchlastspielzahl unter Prüfbedingungen (Zyklen)
	C_{Feld}	Materialkonstante unter Feldbedingungen
	C_{Test}	Materialkonstante unter Prüfbedingungen
	$\Delta \varepsilon_{\text{Feld}}$	unelastischer Verformungsbereich der thermischen Ermüdung unter Feldbedingungen
	$\Delta \varepsilon_{\text{Test}}$	unelastischer Verformungsbereich der thermischen Ermüdung unter Prüfbedingungen
	α_{Feld}	Ermüdungs-Dehnungsexponent unter Feldbedingungen
	α_{Test}	Ermüdungs-Dehnungsexponent unter Prüfbedingungen

ANMERKUNG Die Temperaturen T unter Feld- und Prüfbedingungen sind jeweils die maximalen Temperaturen.

Die Beschleunigungsfaktoren AF werden durch die Finite-Elemente-Analyse über FBGA-Gehäusebauteile unter Verwendung des Ermüdungslebensdauermodells, das z. B. in Bild A.2 gezeigt wird, berechnet. Diese Beschleunigungsfaktoren AF sind für jeden Prüftemperaturbereich unterschiedlich, aufgrund von zwei verschiedenen Montagesubstratmaterialien zwischen FR-4 und Aluminium.

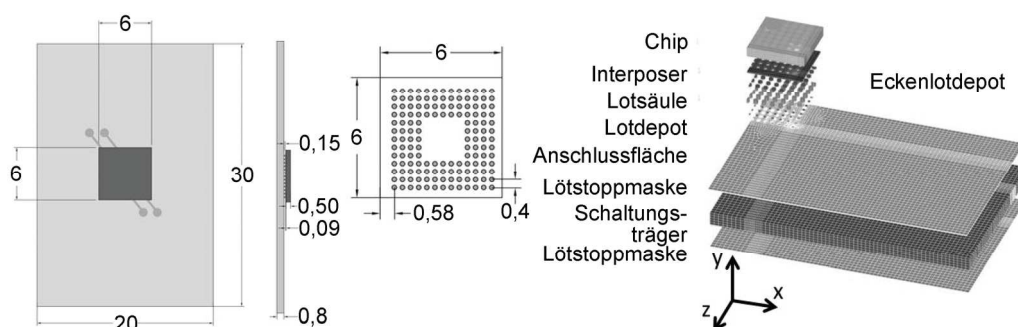


Bild A.1 – FBGA-Gehäusebauteil und FEA-Modell zur Berechnung des Beschleunigungsfaktors AF

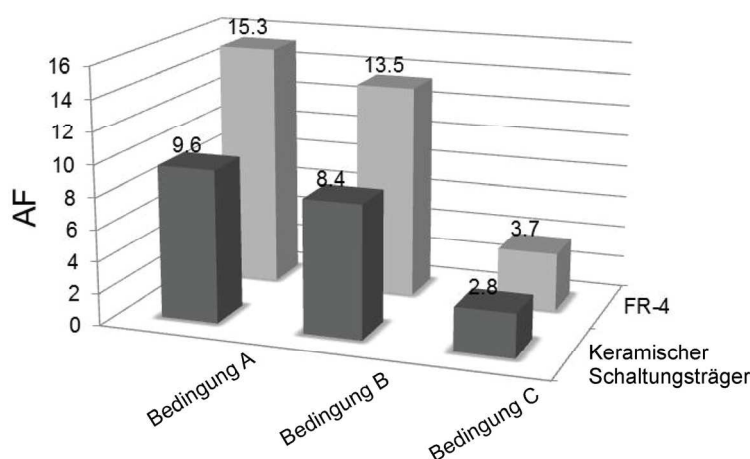


Bild A.2 – Beispiel für Beschleunigungsfaktoren AF bei einem FBGA-Gehäusebauteil unter Verwendung der Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5

Das zuvor genannte Modell zur Vorhersage der Ermüdungslebensdauer wird abgeleitet, um eine physikalische Bedeutung des Ermüdungsbruchverhaltens aus den Ermüdungsprüfdaten der Sn96,5Ag3Cu,5-Lötverbindung unter verschiedenen Temperatur- und Belastungsbedingungen zu untersuchen. Die Ermüdungskennwerte spiegeln einen Zustand des Legierungsgefüges innerhalb der Mikrolötverbindung unter Verwendung der Ergebnisse der Ermüdungsprüfung eines Prüflings mit einer einzelnen Lotkugelverbindung, wie BGA, gezeigt in Bild A.3, wider. Die Materialkonstante der Gleichung (A.7) und der unelastische Verformungsbereich des Lots sind in Tabelle A.1 aufgeführt. Die Materialkonstante wurde entsprechend der Gleichung (A.4), (A.5) und (A.6) unter Verwendung experimenteller Daten, wie in Bild A.3 gezeigt, bestimmt.

Tabelle A.1 – Materialkonstante und unelastischer Verformungsbereich, berechnet mit der FEA für den in Bild A.1 gezeigten FBGA-Gehäusebauteil (Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5)

Prüfbedingung	Ermüdungsbruchfestigkeits-exponent, α	Ermüdungsbruchfestigkeits-koeffizient, C	Unelastischer Verformungsbereich des Lotes	
			FR-4	Keramik
Feldbedingung	0,54	0,33	0,005	0,0015
Bedingung A	0,53	0,44	0,03	0,0071
Bedingung B	0,53	0,44	0,028	0,0066
Bedingung C	0,51	0,35	0,013	0,0036

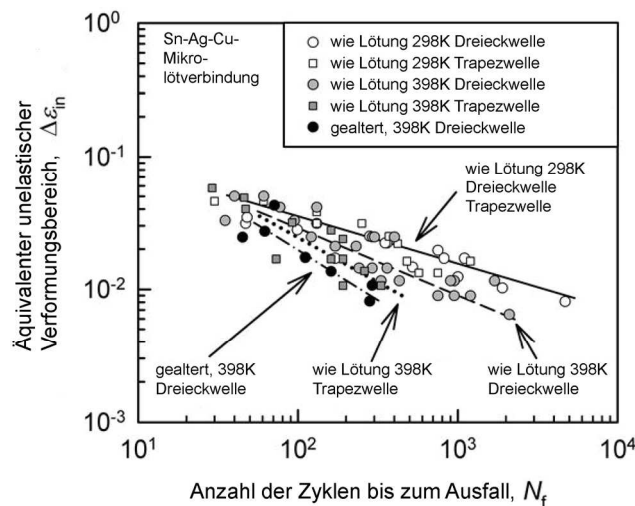


Bild A.3 – Ermüdungskennlinien von Mikrolötverbindungen mit der Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5 ($N_f=20\%$ Lastabfall von der Anfangslast)

A.4 Ein Faktor, der die thermische Lebensdauer der Lötverbindung beeinflusst

Zur Analyse der Prüfdaten zur Vorhersage der Beschleunigungskennwerte in der Feldverwendung ist es wünschenswert, den statistischen Prozess in der Weibull-Verteilung etc. auszuführen.

Das Lot, sowohl die Dicke als auch die Schichtenkonfiguration des Substrats sowie die Packungsdichte auf dem Substrat beeinflussen die thermische Lebensdauer der Lötverbindung beträchtlich, wenn das Gehäuse auf dem Substrat montiert ist. Es ist bekannt, dass die thermische Lebensdauer sich halbiert, wenn insbesondere Gehäuse mit Anschlussmatrix auf demselben Bereich von beiden Seiten des Substrats montiert sind.

Wenn die der Bewertungsprüfung unterliegenden Gehäuse möglicherweise auf doppelseitigem Substrat montiert sind, ist es empfehlenswert, die Lebensdauer der Lötverbindung zu bewerten, wenn die Gehäuse auf demselben Bereich von beiden Seiten des Substrats montiert sind.

Anhang B (informativ)

Stromdurchgangsprüfung für Lötverbindungen von Gehäusen

B.1 Allgemeines

Dieser Anhang bezieht sich auf die Prüfung zur Bewertung der Haltbarkeit der Lötverbindung des Gehäuses unter Verwendung des Stromdurchgangs.

B.2 Gehäuse und Schaltkreis

Das Gehäuse für diese Prüfung ist ein Versuchsgehäuse, in dem die Anschlüsse wie in Bild B.1 gezeigt angeschlossen sind. Alle Anschlüsse des Prüflings und des Prüfsubstrats sind abwechselnd so angeschlossen, dass sie nach dem Reflow-Löten einen Schaltkreis bilden.

Es wird dringend empfohlen, dass der Aufbau des Gehäuses für diese Prüfung derselbe ist wie der des tatsächlich zu bewertenden Gehäuses.

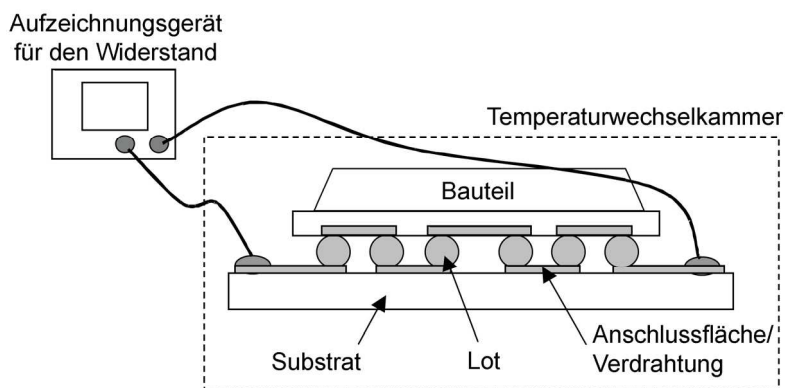


Bild B.1 – Beispiel für einen Prüfkreis für die Stromdurchgangsprüfung einer Lötverbindung

B.3 Montagebedingung und Materialien

Der Prüfling sollte entsprechend der in Satz 6 beschriebenen Vorgehensweise unter Verwendung des in Abschnitt 5 beschriebenen Prüfgerätes und der Materialien hergestellt sein.

B.4 Prüfverfahren

Der elektrische Widerstand der Schaltung ist vor und nach der in Satz 7 beschriebenen beschleunigten Konditionierung zu messen, um das Vorhandensein eines Bruchs einer Lötverbindung zu bewerten. Der Widerstandswert der Schaltung sollte kontinuierlich gemessen werden, um den Grad der Verschlechterung der Lötverbindungen festzustellen. Es ist wünschenswert, die Widerstandsmessung bis zur Feststellung des Bruchs der Lötverbindung fortzusetzen.

B.5 Temperaturwechselprüfung unter Verwendung der Einrichtung zur kontinuierlichen Überwachung des elektrischen Widerstandes

Bei der Bewertung der Lebensdauer der Lötverbindung auf dem Substrat wurde üblicherweise ein Fehler, wie die Entwicklung eines Risses, durch Messung des elektrischen Kontaktwiderstandes bei normaler Umgebungstemperatur festgestellt. Für Gehäuse mit Anschlussmatrix jedoch, die nach dieser Norm bewertet werden, tritt, wie in Bild B.2 gezeigt, bei hohen Temperaturen ein Fehler als „Offen“ auf, was durch den

unendlichen elektrischen Widerstand angezeigt wird, er wird jedoch bei normalen Umgebungstemperaturen als normaler Widerstand wiederhergestellt.

Daher ist es wünschenswert, den elektrischen Widerstand während der Temperaturwechselprüfung kontinuierlich zu messen.

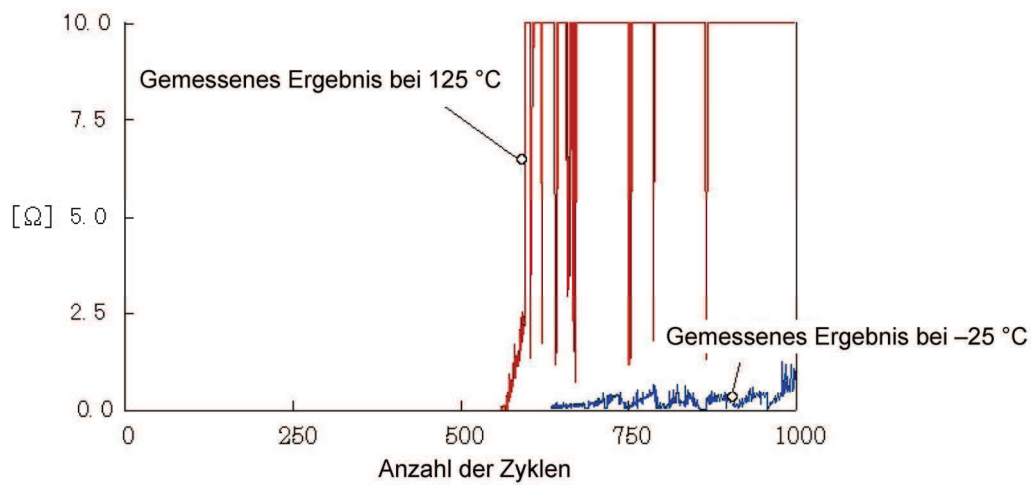


Bild B.2 – Beispiel für die Messung des kontinuierlich überwachten Widerstands in einer Temperaturwechselprüfung

Anhang C (informativ)

Reflow-Lötbarkeitsprüfverfahren für Gehäuse und Prüfsubstratanschlussfläche

C.1 Allgemeines

In diesem Anhang wird eine Erklärung des Prüfverfahrens für die Reflow-Lötbarkeit von Gehäusen gegeben.

C.2 Prüfausrüstungen

C.2.1 Prüfsubstrat

Das Prüfsubstrat sollte wie in 5.5 beschrieben sein.

C.2.2 Vorbehandlungsofen

Der Vorbehandlungsofen kann die in der Produktspezifikation aufgeführten Bedingungen für lange Zeit aufrechterhalten.

Der Befeuchter sollte die in der Produktspezifikation angegebene Temperatur und Feuchtigkeit für lange Zeit aufrechterhalten. Bei hoher Temperatur sollte im Material des Ofens keine Reaktion erfolgen. Das für die Prüfung verwendete Wasser sollte gereinigtes oder deionisiertes Wasser sein mit einem elektrischen Widerstand von 5 000 Ωm ($0,5\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$) oder höher (Leitfähigkeit 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ oder weniger). Die Ausrüstung sollte der für die in IEC 60068-2-78 beschriebene Prüfung entsprechen.

C.2.3 Lotpaste

Die Lotpaste sollte wie in 5.6 angegeben sein.

C.2.4 Metallmaske für Siebdruck

Die Metallmaske für Siebdruck sollte wie in G.2.3 beschrieben sein.

C.2.5 Siebdruckausrüstung

Die Siebdruckausrüstung sollte zum Lotdrucken, wie in G.2.4 beschrieben, in der Lage sein.

C.2.6 Ausrüstung zur Gehäusemontage

Die Ausrüstung zur Gehäusemontage sollte zur Montage der Gehäuse, wie in G.3.3 beschrieben, in der Lage sein.

C.2.7 Reflow-Lötausrüstung

Die Reflow-Lötausrüstung sollte die in Bild 2 oder Bild 3 aufgeführten Bedingungen des Erwärmungsverfahrens erfüllen. Die Temperatur des Prüflings sollte an Messpunkt A (die Mitte auf der Oberseite des Gehäuse) und Messpunkt B (der gelötete Innenteil des Anschlusses), wie in Bild C.1 gezeigt, gemessen werden.

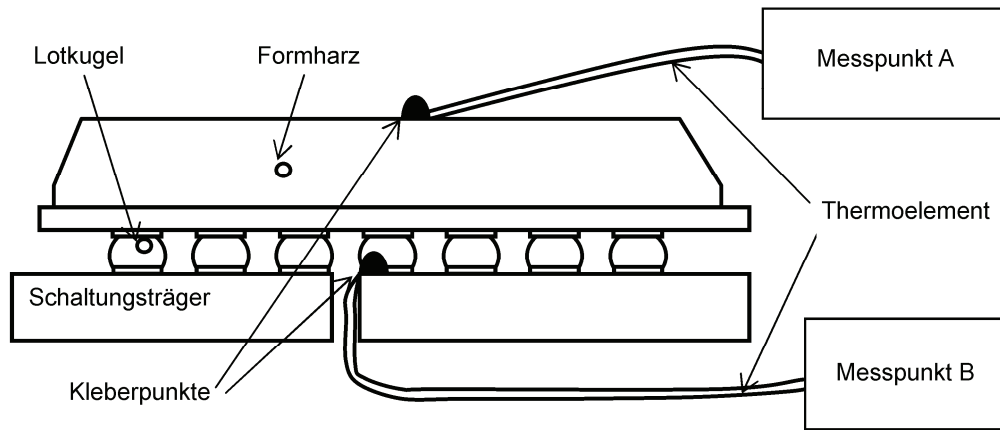


Bild C.1 – Temperaturmessung am Prüfling unter Verwendung von Thermoelementen

C.2.8 Röntgenprüfausrüstung

Die Röntgenprüfausrüstung sollte in der Lage sein, Gehäuse mit Flächenmatrix, die auf dem Prüfsubstrat montiert sind, zu durchleuchten.

C.3 Standardmontagevorgang

C.3.1 Anfangsmessung

Bei der Anfangsmessung sollte eine Messung der elektrischen Kennwerte des Prüflings entsprechend der in der Produktspezifikation genannten Angaben und Bedingungen durchgeführt werden. Ebenfalls sollte eine Sichtprüfung des Prüflings mit 10-facher Vergrößerung erfolgen.

C.3.2 Vorbehandlung

Wenn die Produktspezifikation als Vorbehandlung die Feuchtigkeitsbehandlung vorschreibt, sollte die Vorbehandlung unter den beschriebenen Bedingungen erfolgen.

Wenn in der Produktspezifikation eine mehrfache Reflow-Erwärmung vorgeschrieben ist, sollte die Feuchtigkeitsbehandlung wiederholt am Prüfling unter den aufgeführten Bedingungen ausgeführt werden.

ANMERKUNG Die mehrfachen Reflow-Erwärmungsverfahren sind folgende.

- a) Mehrfaches Reflow-Erwärmen nach der Feuchtigkeitsbehandlung
- b) Feuchtigkeitsbehandlung und Reflow-Erwärmen werden abwechselnd durchgeführt

C.3.3 Gehäusemontage auf dem Prüfsubstrat

Das auf dem Prüfsubstrat montierte Gehäuse wird durch den in Anhang G beschriebenen Montagevorgang zum Prüfling. Im Fall der Lotlegierung Sn63Pb37 ist der Reflow-Erwärmungsvorgang, der dem Reflow-Temperaturprofil in Bild 2 entspricht, anzuwenden. Im Fall der Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5 ist das Reflow-Temperaturprofil in Bild 3 anzuwenden.

Wenn der Prüfling dem mehrfachen Reflow-Erwärmungsvorgang unterworfen wird, ist derselbe Reflow-Erwärmungsvorgang wie oben anzuwenden.

C.3.4 Nachbehandlung

Nachdem die Prüfung abgeschlossen wurde, sollte mit dem Prüfling bei Bedarf der in der Produktspezifikation beschriebene Nachbehandlungsvorgang durchgeführt werden.

C.3.5 Endmessung

Die elektrischen Kennwerte des Prüflings sind entsprechend der Produktspezifikation zu messen. Außerdem sollte eine Sichtprüfung des Prüflings mit 10-facher Vergrößerung durchgeführt werden. Folgendes sollte geprüft werden.

- Ungenügende Benetzung mit Lot
- Abgestoßenes Lot
- Abfallen der Lotkugel
- Auflösung der Lotkugel

Dann ist unter Verwendung von Röntgenprüfausrüstung der gelötete Zustand zu prüfen. Bei Bedarf ist die Querschnittsansicht nach dem Vorgang der Harzeinbettung zu betrachten.

C.4 Beispiele für fehlerhaftes Löten von Gehäusen mit Flächenmatrix

C.4.1 Abgestoßenes Lot durch Kontamination auf der Lotkugeloberfläche eines BGA-Gehäuses

Bild 2 zeigt ein Beispiel einer Querschnittsansicht von abgestoßenem Lot, verursacht durch Kontamination auf der Lotkugeloberfläche. Die Lotkugeloberfläche wurde untersucht. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass die Kontamination ein organisches Material war.

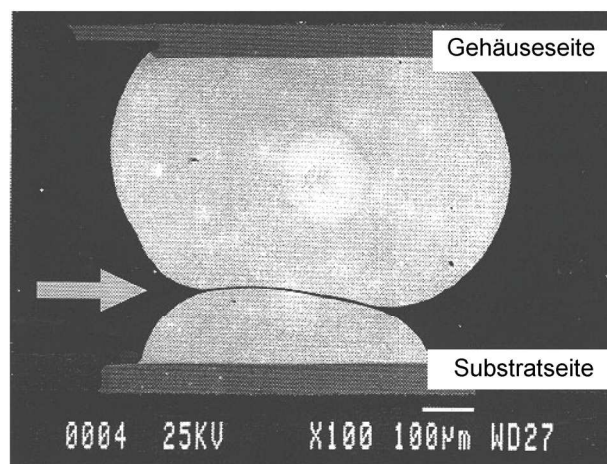


Bild C.2 – Fehlerhaftes Löten in Form von abgestoßenem Lot, verursacht durch Kontamination auf der Lotkugeloberfläche

C.4.2 Fehlerhafte Lotkugelbenetzung durch Riss im Gehäuse

Bild C.3 zeigt den Zusammenhang zwischen der Befeuchtungszeit für das Gehäuse und der Geschwindigkeit des Herabfallens der Lotkugel.