

DIN EN 62047-28

ICS 31.080.01

Einsprüche bis 2015-10-07

Entwurf**Halbleiterbauelemente –****Bauelemente der Mikrosystemtechnik –****Teil 28: Prüfverfahren der Funktionsfähigkeit für schwingungsbasierte MEMS-Elektret-Bauelemente zum Energy-Harvesting (IEC 47F/220/CD:2015)**

Semiconductor devices –

Micro-electromechanical devices –

Part 28: Performance testing method of vibration-driven MEMS electret energy harvesting devices

(IEC 47F/220/CD:2015)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-08-07 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@vde.com 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 in DIN und VDE, 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 27 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Schwingungs-Prüfeinrichtung.....	5
4.1 Allgemeines	5
4.2 Schwingungsgenerator.....	6
4.3 Einspann- und Haltevorrichtung	6
4.4 Schwingungs- oder Beschleunigungsdetektor	6
4.5 Ausgangsdetektor.....	7
4.6 Datenrekorder.....	7
5 Zu prüfende schwingungsbasierte MEMS-Elektret-Bauelemente zum Energy-Harvesting.....	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Elektrischer Ausgangsanschluss.....	7
6 Prüfbedingungen	7
6.1 Schwingungsfrequenz	7
6.2 Schwingungsbeschleunigung.....	7
6.3 Wellenform	7
6.4 Externe Last	7
6.5 Prüfdauer	8
6.6 Umgebungs-Prüfbedingungen	8
7 Prüfdurchführung.....	8
7.1 Allgemeines	8
7.2 Schwingungsfrequenz-Verhalten	8
7.3 Schwingungsbeschleunigungs-Verhalten	8
7.4 Messbedingungen und elektrische Kenngrößen der externen Last.....	8
8 Prüfbericht	9
Anhang A (informativ) Beispiel der Messung eines Elektret-Energy-Harvesters	10
A.1 Allgemeines	10
A.2 Numerisches Modell des Elektret-Energy-Harvestings.....	10
A.3 Beispiel eines in der Ebene wirkenden Elektret-Energy-Harvesters mit Kammstruktur	11
A.4 Versuchsaufbau und Prüfdurchführung.....	12
A.5 Versuchsergebnisse	12
Literaturhinweise.....	14
Bilder	
Bild 1 – Prüfeinrichtung für schwingungsbasierte MEMS-Elektret-Bautelemente zum Energy-Harvesting	6
Bild A.1 – Prinzipieller Aufbau eines in der Ebene wirkenden Elektret-Energy-Harvesters	11
Bild A.2 – Alternativer Aufbau mit musterförmigen Elektrets und Elektroden eines in der Ebene	

	Seite
wirkenden Elektret- Energy-Harvesters	11
Bild A.3 – In der Ebene wirkender Elektret-Energy-Harvester mit Kammstruktur.....	11
Bild A.4 – In der Ebene wirkende Elektret-Energy-Harvester mit Kammstruktur, der auf einer Leiterplatte montiert ist [Fu & Suzuki, 2014a) ⁴]	12
Bild A.5 – Ausgangsdetektor eines Elektret-Energy-Harvesters (Fu & Suzuki, 2014a).....	12
Bild A.6 – Versuchsergebnisse [Fu & Suzuki, 2014a) ⁴ , 2014b) ⁵]	13

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 47F/220/CD:2015 „Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 28: Performance testing method of vibration-driven MEMS electret energy harvesting 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 SC 47F „Micro-electromechanical systems“ 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.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 631 „Halbleiterbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in 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 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.

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

**Halbleiterbauelemente –
Bauelemente der Mikrosystemtechnik –
Teil 28: Prüfverfahren der Funktionsfähigkeit für schwingungsbasierte MEMS-
Elektret-Bauelemente zum Energy-Harvesting**

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt sowohl Begriffe als auch ein Prüfverfahren der Funktionsfähigkeit für schwingungsbasierte MEMS-Elektret-Bauelemente zum Energy-Harvesting fest, um die charakteristischen Kenngrößen für die Consumer-, Industrie- oder andere Anwendungen zu ermitteln. Diese Norm ist auf schwingungsbasierte Elektret-Bauelemente zum Energy-Harvesting anzuwenden, deren Elektroden aus elektrisch geladenen dielektrischen Werkstoffen mit einem Luftspalt kleiner als 1 000 µm bestehen und mittels solcher MEMS-Prozesse wie Ätzen, Fotolithografie, Schichtabscheidung usw. hergestellt werden.

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 60749-12:2009, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 12: Vibration, variable frequency*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Schwingungsfrequenz

Frequenz der periodischen Bewegung von schwingungsbasierten MEMS-Elektret-Bauelementen zum Energy-Harvesting

3.2

Schwingungsbeschleunigung

Beschleunigung, die auf schwingungsbasierte MEMS-Elektret-Bauelemente zum Energy-Harvesting ausgeübt wird

3.3

Amplitude

größte Auslenkung in der Bewegung von schwingungsbasierten MEMS-Elektret-Bauelementen zum Energy-Harvesting

3.4

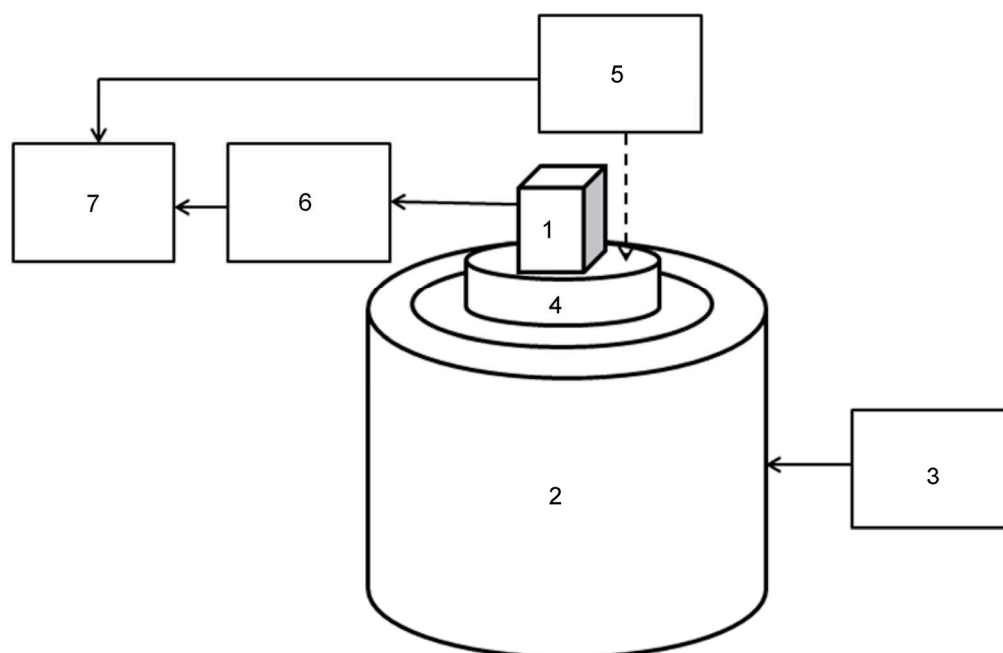
Schwingungsrichtung

Richtung der Schwingung, die auf schwingungsbasierte MEMS-Elektret-Bauelementen zum Energy-Harvesting ausgeübt wird

4 Schwingungs-Prüfeinrichtung

4.1 Allgemeines

Im Bild 1 ist der prinzipielle Aufbau dargestellt, der aus Funktionseinheiten oder Bauteilen für die Schwingungs-Prüfeinrichtung von MEMS-Elektret-Bauelementen zum Energy-Harvesting bei festgelegter konstanter Frequenz und konstanter Beschleunigung besteht. Zu den Funktionseinheiten oder Bauteilen, die in der Legende bezeichnet sind, sind Einzelheiten in den folgenden Abschnitten 4.2 bis 4.5 angegeben.



Legende

- | | | | |
|---|--|---|---------------------------------|
| 1 | DUT: Zu prüfendes Bauelement (en: device under test) | 2 | Schwingungsgenerator |
| 3 | Schwingungs-Regeleinrichtung | 4 | Einspann- und Haltevorrichtung |
| 5 | Schwingungsdetektor | 6 | Externe Last / Ausgangsdetektor |
| 7 | Datenrekorder | | |

Bild 1 – Prüfeinrichtung für schwingungsbasierte MEMS-Elektret-Bautelemente zum Energy-Harvesting

4.2 Schwingungsgenerator

Der Schwingungsgenerator muss die Schwingungsbeschleunigung der erforderlichen Frequenz in der geforderten Schwingungsrichtung erzeugen. Außerdem sollte die Amplitude der zur Schwingungsrichtung orthogonalen Schwingung ausreichend klein sein.

Die Regelung der Schwingungsbeschleunigung kann mit einer der folgenden Verfahren erfolgen.

- Regelung der konstanten Amplitude: Aufrechterhalten der Schwingungsbeschleunigung durch Ermitteln und Regeln von Schwingungsfrequenz und Schwingungsamplitude;
- Regelung der konstanten Beschleunigung: Aufrechterhalten der Schwingungsbeschleunigung durch direktes Ermitteln und Regeln der Schwingungsbeschleunigung.

4.3 Einspann- und Haltevorrichtung

Die Einspann- und Haltevorrichtung muss das zu prüfende MEMS-Elektret-Bauelement zum Energy-Harvesting auf dem Schwingungsgenerator so fixieren, dass die erzeugte Schwingung das zu prüfende Bauelement korrekt beansprucht. Weiterhin muss die vom Schwingungsgenerator erzeugte Schwingungsrichtung innerhalb von 2° bezogen auf die festgelegte Schwingungsrichtung des zu prüfenden Bauelements liegen.

4.4 Schwingungs- oder Beschleunigungsdetektor

Der Schwingungs- oder Beschleunigungsdetektor muss die Schwingungsamplitude oder die Schwingungsbeschleunigung der Einspann- und Haltevorrichtung oder des DUT messen.

4.5 Ausgangsdetektor

Der Ausgangsdetektor und die relevante Zusatzausrüstung müssen die elektrische Spannung über der externen Last und die Ausgangsleistung des MEMS-Elektret-Bauelements zum Energy-Harvesting mit einer Messabweichung von kleiner als 3 % messen. Die Samplingfrequenz des Ausgangsdetektors muss ausreichend groß sein, um die Wellenform der Ausgangsspannung zu erfassen. Die Verdrahtung zwischen dem elektrischem Ausgang des DUT muss zudem ausreichend kurz sein, um die Auswirkung parasitärer Kapazitäten zu minimieren.

4.6 Datenrekorder

Die Prüfeinrichtung für schwingungsbasierte MEMS-Elektret-Bauelement zum Energy-Harvesting muss einen Datenrekorder zum Erfassen der aufzuzeichnenden Daten, wie in 7.4 angegeben, einschließen.

5 Zu prüfende schwingungsbasierte MEMS-Elektret-Bauelemente zum Energy-Harvesting

5.1 Allgemeines

Die zu prüfenden schwingungsbasierten MEMS-Bauelemente zum Energy-Harvesting müssen bezüglich der Art der Befestigung und der Schwingungsrichtung gekennzeichnet sein. Außerdem muss das zu prüfende Bauteil auf dem Schwingungsgenerator mithilfe der Haltevorrichtung befestigt sowie mit der festgelegten Schwingungsfrequenz und Schwingungsbeschleunigung beansprucht werden.

5.2 Elektrischer Ausgangsanschluss

Das zu prüfende Bauelement muss einen elektrischen Ausgangsanschluss haben.

6 Prüfbedingungen

6.1 Schwingungsfrequenz

Die Schwingungsfrequenz muss während der Prüfung konstant sein. Beim Ändern der Frequenz muss die Schwingung vor dem Einstellen der geänderten Frequenz gestoppt werden. In Falle eines Frequenzdurchlaufs (Wobbelfrequenz) muss die Wobbelrate ausreichend klein sein, um unerwünschte Einflüsse auf Kenngrößen der Energieerzeugung zu minimieren. Die Prüfergebnisse beim Wobbeln müssen für beide Richtungen (klein zu groß und umgekehrt) aufgezeichnet werden. Außerdem muss die Schwingungsfrequenz die Resonanzfrequenz einschließen.

6.2 Schwingungsbeschleunigung

Die Schwingungsbeschleunigung muss während der Prüfbeanspruchung konstant sein.

6.3 Wellenform

Die Wellenform der Schwingung muss sinusförmig sein.

6.4 Externe Last

Die externe Last muss ein reiner Widerstand mit einem bekannten Wert sein. Weiterhin sind die parasitären Kapazitäten sowohl der externen Last als auch des Ausgangsdetektors zu messen.

6.5 Prüfdauer

Die Prüfdauer muss groß genug sein, um die elektrische Ausgangsleistung des Energieerzeugers für die Prüfung im Vergleich zu Schwingungsfrequenz und Schwingungsbeschleunigung zu stabilisieren.

6.6 Umgebungs-Prüfbedingungen

Sowohl die Temperatur als auch die relative Feuchte sollten während der Prüfbeanspruchung konstant gehalten werden.

7 Prüfdurchführung

7.1 Allgemeines

Im Folgenden sind die Messverfahren angegeben und die Messbedingungen sind für die Schwingungseinrichtung bezüglich MEMS-Bauelementen zum Energy-Harvesting, so wie in Bild 1 dargestellt, anzuwenden.

7.2 Schwingungsfrequenz-Verhalten

Die folgenden Schritte sind beim Messen hinsichtlich des Schwingungsfrequenz-Verhaltens durchzuführen.

- Es ist eine Umgebungstemperatur und relative Feuchte einzustellen;
- das DUT ist auf dem Schwingungsgenerator mithilfe der Einspann- und Haltevorrichtung zu befestigen;
- eine externe Last ist an den Ausgang des DUT anzuschließen;
- es ist für die Schwingungsfrequenz, um das DUT in Schwingungen zu versetzen, eine sinusförmige Spannung an den Schwingungsgenerator anzulegen;
- die Schwingungsfrequenz und die Schwingungsamplitude sind am DUT zu messen;
- am DUT sind Ausgangsspannung und Ausgangsleistung zu messen.

7.3 Schwingungsbeschleunigungs-Verhalten

Die folgenden Schritte sind beim Messen hinsichtlich des Schwingungsbeschleunigungs-Verhaltens durchzuführen.

- Es ist eine Umgebungstemperatur und relative Feuchte einzustellen;
- das DUT ist auf dem Schwingungsgenerator mithilfe der Einspann- und Haltevorrichtung zu befestigen;
- eine externe Last ist an den Ausgang des DUT anzuschließen;
- es ist für die Schwingungsfrequenz, um das DUT in Schwingungen zu versetzen, eine sinusförmige Spannung an den Schwingungsgenerator anzulegen;
- die Schwingungsfrequenz und die Schwingungsbeschleunigung sind am DUT zu messen;
- am DUT sind Ausgangsspannung und Ausgangsleistung zu messen.

7.4 Messbedingungen und elektrische Kenngrößen der externen Last

Die Messbedingungen und elektrischen Kenngrößen der externen Last entsprechend Bild 1 sind wie folgt.

- Es ist eine Umgebungstemperatur und eine relative Feuchte einzustellen;
- Es sind die Werte eines festgelegten Widerstands und der parasitären Kapazität sowohl der externen Last als auch des Ausgangesdetektors, so wie in Bild 1 dargestellt, zu messen.

ANMERKUNG Der Widerstand als externe Last sollte festgelegt werden, indem der Widerstandswert, der parasitäre Kapazitätswert und die angeschlossenen Einrichtungen und Systeme des DUT in die Betrachtung einbezogen werden.

8 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben enthalten.

- Pflichtangaben
 - a) Verweis auf diese internationale Norm;
 - b) Form, Masse und Maße des geprüften Bauelements zum Energy-Harvesting;
 - c) Prüf- und Messeinrichtung;
 - d) Einzelheiten zu Ausgangsdetektor und Datenrekorder;
 - e) Art der Befestigung des Bauelements zum Energy-Harvesting auf dem Schwingungsgenerator;
 - f) Prüfbedingungen
 - Schwingungsfrequenz;
 - Schwingungsbeschleunigung;
 - Externe Last;
 - Parasitäre Kapazität;
 - Prüfdauer;
 - Umgebungs-Prüfbedingungen (Temperatur und relative Feuchte);
 - g) Prüfergebnisse
 - Ausgangsspannung;
 - Ausgangsleistung.
- Optionale Angaben
 - a) Zweck der Prüfung;
 - b) Struktur und Aufbau des geprüften Bauteils;
 - c) Prinzip der Energieerzeugung.