

DIN EN 60749-28

ICS 31.080.01

Einsprüche bis 2012-09-02

Entwurf

**Halbleiterbauelemente –
Mechanische und klimatische Prüfverfahren –
Teil 28: Prüfung der Empfindlichkeit gegen elektrostatische
Entladungen (ESD) – Direct Contact Charged Device Model (DC-CDM)
(IEC 47/2123/CD:2012)**

Semiconductor devices –
Mechanical and climatic test methods –
Part 28: Electrostatic Discharge (ESD) Sensitivity Testing – Direct contact charged device
model (DC-CDM)
(IEC 47/2123/CD:2012)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-06-25 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 als Datei per E-Mail an dke@din.de 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 online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- 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 46 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	5
2 Begriffe	5
3 Standard-Prüfmodul	6
4 Prüfeinrichtung (CDM-Simulator)	6
4.1 Konstruktion der Prüfeinrichtung	6
4.2 Prüfbauelement (DUT)	6
4.3 Metall-Schiene/Platte	7
4.4 Aufbau der Prüfeinrichtung	7
5 Kalibrieren der Prüfeinrichtung	8
5.1 Wahl der Kalibrier-Prüfeinrichtung	8
5.2 Grundlagen des Kalibrierens der Prüfeinrichtung	8
5.3 Messgeräte	10
5.4 Kalibrierung der Prüfeinrichtung mit Hilfe einer Strommesszange	10
6 Prüfablauf	11
6.1 Anfangsmessungen	11
6.2 Prüfbeanspruchungen	11
6.3 Zwischen- und Endmessungen	12
7 Ausfallkriterien	12
8 Klassifikationskriterien	12
9 Übersicht wichtiger Angaben	13
Anhang A (normativ) Kalibrierung einer Prüfeinrichtung mit Metall-Schiene/Platte und 1 Ω - Radialwiderstand	14
A.1 Allgemeines	14
A.2 Schaltung zur Strommessung unter Verwendung eines 1 Ω -Radialwiderstandes zur Kalibrierung der Prüfeinrichtung	14
A.3 Ablauf zur Bewertung der Strom-Messschaltung	14
A.4 Ablauf der Kalibrierung der Prüfeinrichtung	15
Anhang B (informativ) Technische Grundlagen des Prüfverfahrens	18
B.1 Dielektrizitätskonstante der Isolationsschicht	18
B.2 Darstellung des Entladestroms und der Prüfschaltung	18
B.3 Positionierung des zu prüfenden Bauelementes	19
B.4 Elektrisches Potential der Metall-Trägerplatte und einer Teilung	19
B.5 Masseverbindung der Metall-Schiene/Platte	20
B.6 Impressionsverfahren beim Aufbau eines elektrischen Potentials auf dem Prüfbauelement	20
B.7 Verfahren der Entladung	21
B.8 Standard-Prüfmodul	21

	Seite
B.9 Kalibrierverfahren unter Verwendung eines 1 Ω -Radialwiderstandes	22
B.9.1 Allgemeines	22
B.9.2 Anpassung der Bewertung der Strom-Messschaltung bei Verwendung einer Strommesszange	22
B.9.3 Kompensation des Spitzenstroms beim Kalibrieren	22
B.10 Kalibrierverfahren beim Verwenden einer Strommesszange	23
Bilder	
Bild 1 – Beispiele für Entladeschaltungen, bei denen die Entladung durch das Schließen eines Schalters verursacht wird	7
Bild 2 – Beispiel für eine Entladeschaltung, bei der die Metall-Trägerplatte in zwei Teilstücke getrennt wurde und die Entladung durch das Berühren der Stirnseite der Metallschiene mit dem Bauelementanschluss verursacht wird	7
Bild 3 – Kalibrierungs-Prüfaufbau zum Messen des Entladestromflusses vom Standard-Prüfmodul zur Metall-Schiene/Platte (die Schaltung zum Aufladen wurde in dieser Darstellung weggelassen)	9
Bild 4 – Form der Stromkurve	9
Bild 5 – Kalibrierungs-Schaltung unter Verwendung einer Strommesszange	10
Bild A.1 – Schaltung zum Messen des Entladestroms (Schaltung zum Aufladen des Bauelementes ist in dieser Darstellung weggelassen)	14
Bild A.2 – Messverfahren zur Bewertung der Strom-Messschaltung	15
Bild A.3 – Form der Stromkurve	17
Bild B.1 – Hauptbestandteile des Entladestroms	18
Bild B.2 – Impressionsverfahren beim Aufbau des elektrischen Potentials auf dem Prüfbaulement über Feldinfluenz	21
Bild B.3 – Verhältnis zwischen Spitzenstrom und Drahtlänge	23
Bild B.4 – Beispiel für das Verhältnis zwischen Spannung und Spitzenstrom, gemessen mit einem alternativen Kalibrierverfahren	24
Tabellen	
Tabelle 1 – Maße der Standard-Prüfmodule	6
Tabelle 2 – Festgelegte Kurvenform des Stroms	9
Tabelle 3 – Bereich des Spitzenstroms (I_{p1}) für die Kalibrierung der Prüfeinrichtung	10
Tabelle 4 – Festlegung des Spitzenstroms (I_{p1}) bei dem alternativen Kalibrierungsverfahren	11
Tabelle 5 – DC-CDM-Empfindlichkeitsklassen	12
Tabelle A.1 – Festgelegte Kurvenform des Stroms	17
Tabelle A.2 – Bereich des Spitzenstroms I_{p1} für die gegenwärtig verwendete Prüfeinrichtung	17

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 47/2123/CD:2012 „Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 28: Electrostatic Discharge (ESD) Sensitivity Testing – Direct contact charged device model (DC-CDM)“ (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 47 „Semiconductor devices“ 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 631 „Halbleiterbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

**Halbleiterbauelemente –
Mechanische und klimatische Prüfverfahren –
Teil 28: Prüfung der Empfindlichkeit gegen elektrostatische Entladungen (ESD) –
Direct Contact Charged Device Model (DC-CDM)**

1 Anwendungsbereich

In diesem Teil der IEC 60749 ist das Direct Contact Charged Device Model (DC-CDM) als Prüfverfahren elektrostatischer Entladungen (ESD; en: Electrostatic Discharge) beschrieben, das zur Bewertung der Empfindlichkeit integrierter Schaltungen gegenüber elektrostatischen Entladungen anzuwenden ist.

Dieses Prüfverfahren kann verwendet werden, um die Auswirkungen der Entladung eines aufgeladenen Metallkörpers auf ein Halbleiter-Bauelement zu reproduzieren und zu bewerten.

Das in diesem Dokument beschriebene Prüfverfahren ist für in Gehäusen montierte Bauelemente anzuwenden. Falls es notwendig ist, Bauelemente zu bewerten, die im Waferverbund oder als Nacktchips (Bare-Dies) geliefert werden, so sind diese Bauelemente in Gehäuse zu montieren, von denen zu erwarten ist, dass diese der Endanwendung ähnlich sind.

Es gibt zwei Arten der CDM-Beanspruchung nämlich das DC-CDM-Verfahren und das Feldeffekt-Verfahren (F-CDM; en: Field Effect Charged Device Model). In der Detailspezifikation ist festzulegen, welches Prüfverfahren anzuwenden ist.

Dieses Prüfverfahren ist als zerstörendes Prüfverfahren klassifiziert.

ANMERKUNG Es ist beabsichtigt, das F-CDM-Prüfverfahren in einem gesonderten Teil der IEC 60749 festzulegen.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

2.1

Charged-Device-Model CDM

festgelegte Schaltung zum Charakterisieren eines ESD-Ereignisses, das auftritt, wenn ein Bauelement infolge triboelektrischer (reibungsspezifischer) Prozesse oder elektrostatischer Influenzprozesse elektrische Ladung angereichert hat und das Bauelement dann plötzlich ein auf Massepotential liegendes Objekt oder eine auf Massepotential liegende Oberfläche berührt

2.2

elektrostatische Entladung ESD (en: Electrostatic Discharge)

plötzlicher Übergang elektrostatischer Ladung zwischen Körpern unterschiedlichen elektrischen Potentials

2.3

Direct-Contact Charged-Device-Model DC-CDM

Modell eines aufgeladenen Bauelementes, wobei das zu prüfende Bauelement (DUT, en: Device Under Test) mit Hilfe eines Hochspannungsschalters entladen wird, nachdem das Bauelement vorher direkt über eine Hochspannungsquelle aufgeladen wurde

2.4

Field-Induced Charged-Device-Model F-DCM

Modell eines aufgeladenen Bauelementes, wobei das zu prüfende Bauelement (DUT; en: Device Under Test) über elektrostatische Influenz aufgeladen wurde

2.5**Standard-Prüfmodul**

Metallscheibe, die anstelle des zu prüfenden Bauelementes (DUT) verwendet wird, um die Kalibrierung bezüglich der Impulsform des CDM-Simulators durchzuführen

ANMERKUNG Es sind zwei Bauarten, eine große und eine kleine, festgelegt, die im CDM-Simulator für das Direct-Contact Charged-Device-Model und das Field-Induced Charged-Device-Model zu verwenden sind.

2.6**zu beanspruchender Bauelementeanschluss**

Anschluss des zu prüfenden Bauelements (DUT), der geprüft/beansprucht wird

3 Standard-Prüfmodul

Es müssen zwei Arten von Metallscheiben (entsprechend Tabelle 1), nämlich eine kleine und eine große, als Standard-Prüfmodule verwendet werden; und diese müssen aus Messing mit einer galvanischen Nickel- oder Gold/Nickel-Oberfläche hergestellt sein, alternativ ist eine Beschichtung mit Gold-Flash (Hauchvergoldung) über dem Nickel zugelassen.

Die Standard-Prüfmodule für den F-DCM-Simulator können mit Hilfe eines Ultraschallbades in Isopropanol über eine Dauer von ungefähr 20 s gereinigt und danach in einem leichten Luftstrom getrocknet werden, um während der Prüfbeanspruchung Ladungsverluste infolge Ableitungen zu vermeiden.

Tabelle 1 – Maße der Standard-Prüfmodule

Prüfmodul	klein	groß
Durchmesser (mm)	$9,0 \pm 0,1$	$25,0 \pm 0,2$
Dicke (mm)	$1,3 \pm 0,1$	$1,3 \pm 0,1$

4 Prüfeinrichtung (CDM-Simulator)**4.1 Konstruktion der Prüfeinrichtung**

Die Prüfeinrichtung ist auf Basis der unten festgelegten Prüfschaltungen zu konstruieren, wobei sie die Kalibrierungs- und Einstellbedingungen nach Abschnitt 5 erfüllen muss.

4.2 Prüfbauelement (DUT)

Das zu prüfende Bauelement (DUT) muss geeignet sein, auf einer Isolationsschicht, die selber auf einer Metall-Trägerplatte befestigt wurde, entsprechend Bild 1 oder Bild 2 platziert zu werden. Die Metall-Trägerplatte muss von ausreichend großer Fläche sein, um das DUT aufzunehmen, und muss geeignet sein, das Massepotential oder ein anderes stabiles Potential halten zu können. Die Metall-Trägerplatte darf, so wie in Bild 2 dargestellt, in zwei Teilstücke getrennt werden, damit das Halten unterschiedlicher stabiler elektrischer Potentiale möglich ist.

ANMERKUNG Die Isolationsschicht sollte eine Dicke von $(0,4 \pm 0,04)$ mm, eine Permittivität von $4,0 \pm 0,5$ bei 1 GHz, einen Volumenwiderstand größer oder gleich $1 \times 10^{15} \Omega \text{m}$ und eine Isolierdurchbruchsspannung größer als die hier verwendete Prüfspannung haben. Glasfaserverstärkte Epoxidharz-Werkstoffe (FR-4 usw.) haben eine Permittivität im Bereich von $4,0 \pm 0,5$ bei 1 GHz.

4.3 Metall-Schiene/Platte

Die Metall-Schiene/Platte ist mit dem Massepotential zu verbinden. Die Form der Metallschiene muss ein Rundstab, ein quadratisches Vierkantprofil, eine Scheibe oder eine quadratische Platte sein.

ANMERKUNG 1 Die Metall-Schiene/Platte sollte über einen Draht mit dem Massepotential verbunden sein (der Draht ist mit dem Masseanschluss des CDM-Simuliergehäuses zu verbinden).

ANMERKUNG 2 Die Prüfeinrichtung sollte den in Abschnitt 5 festgelegten Kalibrierungsbedingungen entsprechen, indem sowohl die Größe und Anordnung der Metall-Schiene/Platte als auch die Elektrodenlänge dementsprechend geändert werden.

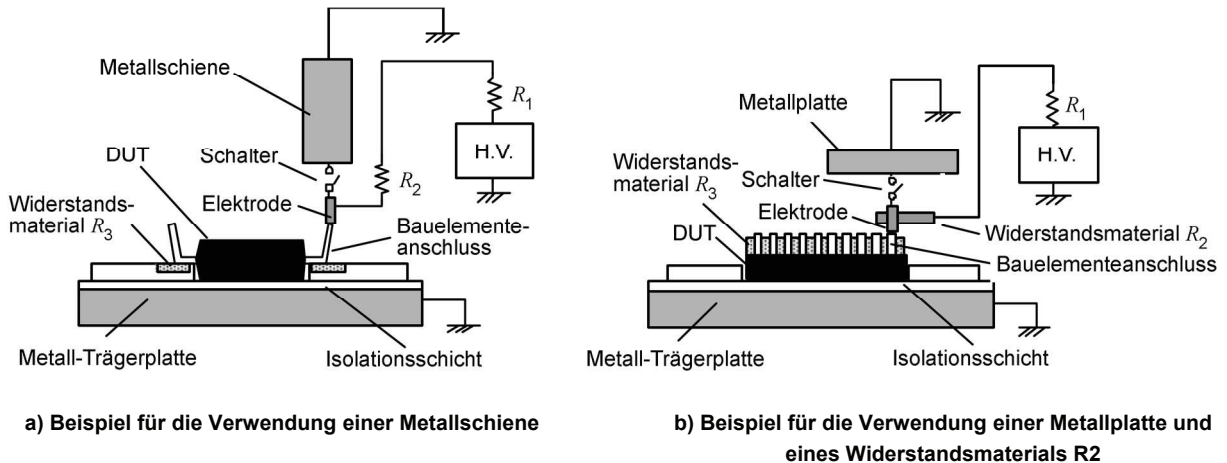


Bild 1 – Beispiele für Entladeschaltungen, bei denen die Entladung durch das Schließen eines Schalters verursacht wird

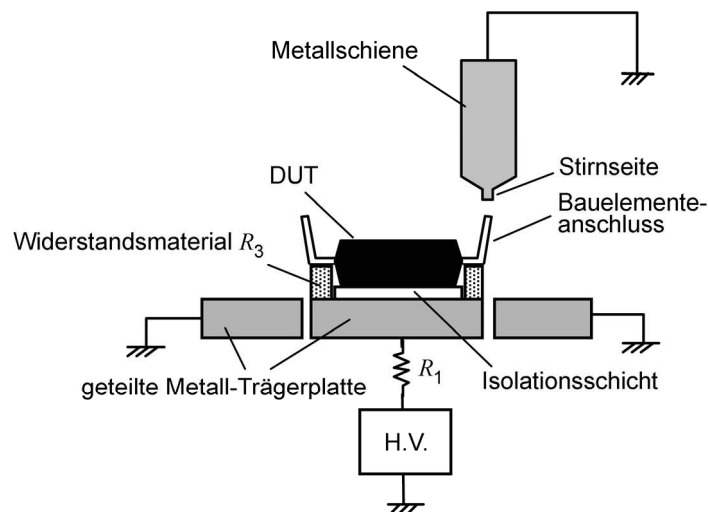


Bild 2 – Beispiel für eine Entladeschaltung, bei der die Metall-Trägerplatte in zwei Teilstücke getrennt wurde und die Entladung durch das Berühren der Stirnseite der Metallschiene mit dem Bauelementanschluss verursacht wird

4.4 Aufbau der Prüfeinrichtung

Alle Anschlüsse des zu prüfenden Bauelementes müssen geeignet sein, das von der Hochspannungsquelle (H.V.) bereitgestellte Prüfpotential, so wie in Bild 1 und Bild 2 gezeigt, zu halten. Wenn eine Hochspannungsquelle mit den Bauelementeanschlüssen über einen Draht verbunden wird, so ist ein Lastwiderstand (R_1), der für die Prüfspannung geeignet ist, in Reihe zwischen Hochspannungsquelle und Bauelementeanschluss zu schalten. Der Widerstand R_1 sollte einen Widerstand im Bereich von 10 M Ω bis 100 M Ω haben, wobei dieser

Wert auch größer sein darf, vorausgesetzt, die Festlegungen entsprechend Abschnitt 5 werden eingehalten. Wenn eine Hochspannungsquelle mit dem Anschluss eines zu prüfenden Bauelementes über eine Elektrode verbunden wird, so ist ein Widerstand/Widerstandsmaterial (R_2) mit einem Widerstand im Bereich von 1 M Ω bis 10 M Ω nahe der Elektrode in Reihe zu schalten.

Ein Widerstandsmaterial (R_3) ist mit allen Anschlüssen des zu prüfenden Bauelementes zu verbinden, um sicherzustellen, dass das Potential auf allen Anschlüssen mit der Prüfspannung übereinstimmt. Das Widerstandsmaterial R_3 muss einen Volumenwiderstand im Bereich von $1 \times 10^4 \Omega \text{m}$ bis $1 \times 10^8 \Omega \text{m}$ haben.

ANMERKUNG 1 Falls es unmöglich ist, mit dem Widerstandsmaterial R_3 alle Anschlüsse des zu prüfenden Bauelementes zu verbinden, so sollten mindestens der zu prüfende Anschluss sowie die Versorgungsanschlüsse des Bauelementes (siehe 5.4) für das Aufladen geeignet sein.

ANMERKUNG 2 Die Lage von R_2 sollte nahe der Elektrode sein, um die Auswirkungen der Verdrahtung während der Entladung zu vermeiden. Falls R_2 ein Widerstandsmaterial ist, dann ist dieses Material direkt mit der Elektrode zu verbinden, so wie in Bild 1 b) gezeigt.

5 Kalibrieren der Prüfeinrichtung

5.1 Wahl der Kalibrier-Prüfeinrichtung

Falls in der relevanten Detailspezifikation nicht anders festgelegt, ist die Kalibrierung der Prüfeinrichtung mit einer Strommesszange, so wie in 5.4 festgelegt, durchzuführen. Wenn die Prüfeinrichtung eine Metall-Schiene/Platte mit einem 1 Ω -Radialwiderstand zum Messen des Entladestroms hat, dann ist die Kalibrierung alternativ nach dem Verfahren entsprechend Anhang A durchzuführen, falls das in der relevanten Detailspezifikation gefordert ist.

Es werden zwei Prüfklassen, Prüfkategorie A und Prüfkategorie B, beschrieben (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4). Die Prüfkategorie B ist die bevorzugte Prüfkategorie für das DC-CDM-Prüfverfahren, da es schwierig ist, genaue Spitzenstrommessungen bei Frequenzen größer 1 GHz zu messen. Prüfkategorie A ist als Alternative aufgenommen, weil diese Klasse den gleichen Spitzenwert des Entladestroms wie auch beim F-DCM-Verfahren erfordert. Die Aufnahme der Prüfkategorie A erlaubt einen Vergleich zwischen dem DC-CDM- und dem F-CDM-Prüfverfahren.

ANMERKUNG Falls die Metall-Schiene/Platte mit einem 1 Ω -Radialwiderstand verwendet wird, kann die Schaltungsinduktivität die Kurvenform oberhalb von 1 GHz beeinträchtigen. Deshalb wird das Verfahren mit der Strommesszange vorgezogen.

5.2 Grundlagen des Kalibrierens der Prüfeinrichtung

Bei der Kalibrierungsbeanspruchung wird der Fluss des Entladestroms vom Standard-Prüfmodul in die Metall-Schiene/Platte, wie in Bild 3 gezeigt, gemessen.

In der Praxis bedeutet das für eine tatsächliche Kalibrierung, dass ein Strommessaufnehmer, wie z. B. die Strommesszange oder der 1 Ω -Radialwiderstand, in die Prüfeinrichtung aufgenommen werden muss. Die idealisierten Kennwerte ohne den Strommessaufnehmer sind im Bild 4 sowie den Tabellen 2 und 3 festgelegt.

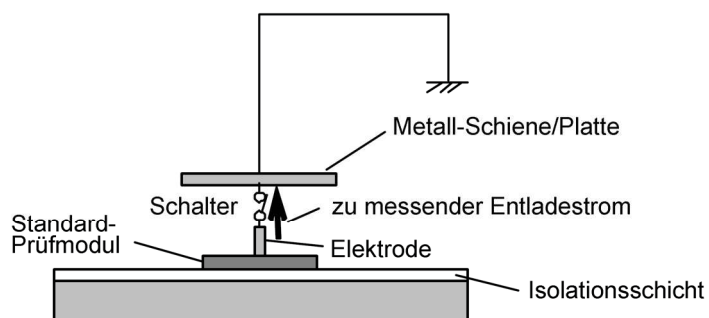


Bild 3 – Kalibrierungs-Prüfaufbau zum Messen des Entladestromflusses vom Standard-Prüfmodul zur Metall-Schiene/Platte (die Schaltung zum Aufladen wurde in dieser Darstellung weggelassen)

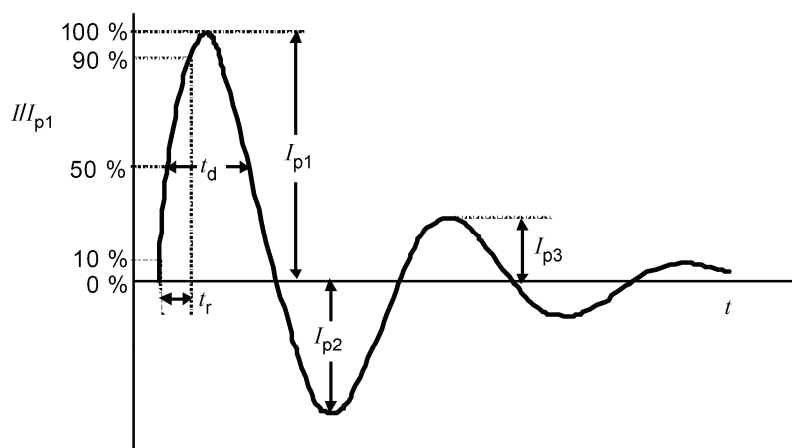


Bild 4 – Form der Stromkurve

Tabelle 2 – Festgelegte Kurvenform des Stroms

Kenngröße (Einheit)	Symbol	Festgelegte Werte	
		kleines Standard-Prüfmodul	großes Standard-Prüfmodul
Anstiegszeit (ps)	t_r	≤ 300	≤ 400
Impulsbreite (ps)	t_d	≤ 600	≤ 800
Spitzenstrom (A)	I_{p1}	siehe Tabelle 3	siehe Tabelle 3
Unterschwingstrom (A)	I_{p2}	kleiner als 50 % von I_{p1}	kleiner als 50 % von I_{p1}
Überschwingstrom (A)	I_{p3}	kleiner als 25 % von I_{p1}	kleiner als 25 % von I_{p1}

Tabelle 3 – Bereich des Spitzenstroms (I_{p1}) für die Kalibrierung der Prüfeinrichtung

Prüfbedingungen	Kalibrierungsspannung (V)	Spitzenstrom I_{p1}	
		kleines Standard-Prüfmodul	großes Standard-Prüfmodul
A	200	–	4,5 A $\pm$ 10 %
	500	5,75 A $\pm$ 10 %	11,5 A $\pm$ 10 %
	1000	11,5 A $\pm$ 10 %	–
B	500	4,0 A $\pm$ 10 %	5,5 A $\pm$ 10 %
	1000	8,0 A $\pm$ 10 %	11,0 A $\pm$ 10 %
	1500	12,0 A $\pm$ 10 %	16,5 A $\pm$ 10 %
	2000	16,0 A $\pm$ 10 %	22,0 A $\pm$ 10 %

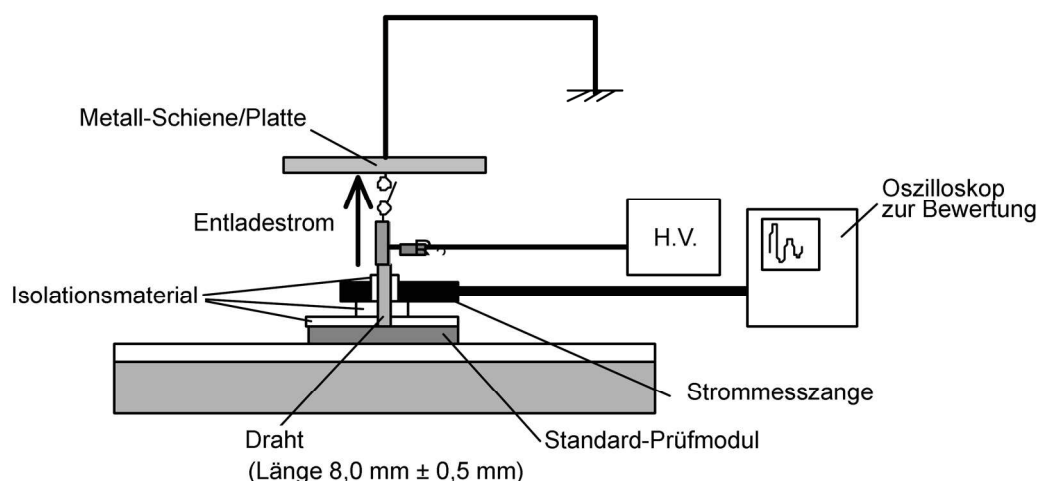
5.3 Messgeräte

- (1) Es ist ein Oszilloskop mit einer Einzelschuss-Bandbreite von mindestens 2 GHz bei einer Eingangs-impedanz von 50 Ω zu verwenden. Falls ein Sampling-Oszilloskop verwendet wird, dann muss eine Echtzeit-Samplingrate von mindestens 10 GHz verwendet werden.
- (2) Es ist eine Strommesszange mit einer Bandbreite von mindestens 2 GHz zu verwenden, um die Strom-Messschaltung entsprechend 5.4 zu bewerten, bevor die Prüfeinrichtung kalibriert wird.

5.4 Kalibrierung der Prüfeinrichtung mit Hilfe einer Strommesszange

5.4.1 Kalibrierungsschaltung

Um die angelegte Spannung unter Verwendung einer Strommesszange zu messen, wird ein Metalldraht von 8 mm Länge dem in Abschnitt 3 festgelegten Standard-Prüfmodul hinzugefügt. Die Prüfeinrichtung muss, wie in Bild 5 gezeigt, über die Messung des Entladestroms vom Standard-Prüfmodul zur Metall-Schiene/Platte kalibriert werden, wobei eine Strommesszange oder ein Oszilloskop entsprechend 5.3 zu verwenden ist.



ANMERKUNG Da die Strommesszange nicht für die bei diesem Verfahren geforderte Hochspannung geeignet ist, ist es notwendig, die Isolation zwischen der Strommesszange und der Hochspannungsschaltung sicherzustellen.

Bild 5 – Kalibrierungs-Schaltung unter Verwendung einer Strommesszange

5.4.2 Kalibrierungsablauf

Die Kalibrierung ist wie folgt durchzuführen.

- (1) Das Standard-Prüfmodul und die Isolationsschicht sind mit Isopropanol zu reinigen.
- (2) Das Standard-Prüfmodul ist auf die Isolationsschicht, die über der Metall-Trägerplatte liegt, zu montieren. Nachdem ein Draht von 8 mm Länge durch das Loch für die Messung mit der Stromzange geführt wurde, sind das Standard-Prüfmodul und die Sonde der CDM-Prüfeinrichtung mit den beiden Enden des Drahts, so wie in Bild 5 gezeigt, zu verbinden.
- (3) Eine Spannung ist an dem Standard-Prüfmodul anzulegen. Falls nicht anders festgelegt, dann müssen die Spannungen +500 V, -500 V, +1 000 V und -1 000 V verwendet werden, um dem Prüfspannungsbereich zu entsprechen.

ANMERKUNG Falls eine Prüfung über 1 000 V durchzuführen ist, sollte eine höhere Spannung, wie z. B. 2000 V, zusätzlich verwendet werden.

- (4) Der Kurvenverlauf des Stroms muss mit der Strom-Messschaltung durch das Schließen des Schalters gemessen werden.
- (5) Alle Werte außer dem Spitzenstrom müssen den Anforderungen nach Bild 4 und Tabelle 2 entsprechen, und der Spitzenstrom muss die Anforderungen entsprechend Tabelle 4 erfüllen.

ANMERKUNG Beim Messverfahren wie in Bild 5 gezeigt, wird die Verwendung eines Drahtabstandshalters von 8 mm den Spitzenstrom gegenüber den in Tabelle 4 angegebenen Werten reduzieren. Beim Verwenden dieses Verfahrens ist eine gute Korrelation zwischen den Werten in den Tabellen 3 und 4 hergestellt.

Tabelle 4 – Festlegung des Spitzenstroms (I_{p1}) bei dem alternativen Kalibrierungsverfahren

Prüfbedin- gungen	Kalibrierungsspannung (V)	Werte des Spitzenstroms I_{p1}	
		kleines Standard-Prüfmodul	großes Standard-Prüfmodul
A	200	2,0 A ± 10 %	3,8 A ± 10 %
	500	5,0 A ± 10 %	9,5 A ± 10 %
	1000	10,0 A ± 10 %	19,0 A ± 10 %
B	500	3,5 A ± 10 %	4,5 A ± 10 %
	1000	7,0 A ± 10 %	9,0 A ± 10 %
	1500	10,5 A ± 10 %	13,5 A ± 10 %
	2000	14,0 A ± 10 %	18,0 A ± 10 %

6 Prüfablauf

6.1 Anfangsmessungen

Die Messungen sind entsprechend den Festlegungen zu Kenngrößen und Messbedingungen in der relevanten Detailspezifikation durchzuführen.

6.2 Prüfbeanspruchungen

- (1) Das zu prüfende Bauelement ist auf die Isolationsschicht zu platzieren. Die Umgebungstemperatur muss während der Prüfbeanspruchung (25 ± 5) °C betragen.
- (2) Alle Anschlüsse des zu prüfenden Bauelementes sind mit dem Widerstandsmaterial R3 zu verbinden. Die Elektrode ist entsprechend Bild 1 und Bild 2 mit dem zu prüfenden Anschluss bei geöffnetem Schalter zu verbinden.
- (3) Die Hochspannungsquelle ist auf die festgelegte Prüfspannung entsprechend der relevanten Detailspezifikation einzustellen.

ANMERKUNG Falls alle Anschlüsse eines zu prüfenden Bauelementes aufzuladen sind, es aber nicht möglich ist, alle Bauelementeanschlüsse mit dem Widerstandsmaterial R_3 zu verbinden, kann die Spannung an das zu prüfende Bauelement ohne Verwendung des Widerstandsmaterials R_3 , wie im Folgenden beschrieben, angelegt werden. Als Erstes ist die Elektrode der Prüfeinrichtung mit dem Masseanschluss des zu prüfenden Bauelementes zu verbinden und anschließend ist die Prüfspannung anzulegen. Danach ist die Elektrode vom Masseanschluss des Prüfbau-elementes zu entfernen, wobei aber die Prüfspannung gehalten wird. Die Elektrode mit der gehaltenen Prüfspannung wird dann mit den anderen Versorgungsanschlüssen (V_{cc} , usw.) verbunden. Zum Schluss wird die Elektrode mit der gehaltenen Prüfspannung an den zu prüfenden Bauelementeanschluss gelegt. Diese Prozedur ist für jeden zu prüfenden Bauelementeanschluss zu wiederholen.

- (4) Der Schalter nach Bild 1 ist zu schließen bzw. mit der Stirnseite der Metall-Entladeschiene nach Bild 2 ist der zu prüfende Bauelementeanschluss zu berühren, um diese Entladekonfiguration zwischen Prüfbau-element und der Metall-Entladeschiene zu beanspruchen.

ANMERKUNG Der Kontakt zwischen der Elektrode bzw. Stirnseite und dem zu prüfenden Bauelementeanschluss ist während der Beanspruchung zu bestätigen.

- (5) Es ist ein Entladevorgang durchzuführen, falls in der relevanten Detailspezifikation nicht anders festgelegt. Falls mehrere Entladevorgänge durchzuführen sind, sind die Prozessschritte (3) und (4) entsprechend zu wiederholen. Allerdings ist eine Pause von mindestens 0,1 s zwischen den Entladevorgängen einzuhalten.

ANMERKUNG Sofern in der relevanten Detailspezifikation festgelegt, ist die Polarität der Prüfspannung zu wechseln und es sind die Prozessschritte (3) bis (5) durchzuführen.

- (6) Die Prozessschritte (2) bis (5) sind am nächsten zu prüfenden Bauelementeanschluss durchzuführen und dieser Vorgang ist solange zu wiederholen, bis alle Bauelementeanschlüsse geprüft wurden.
- (7) Die Polarität der Prüfspannung ist zu wechseln und die Prozessschritte (2) bis (6) sind durchzuführen.

ANMERKUNG Nachdem der Schritt (6) beendet wurde, sind die Zwischenmessungen durchzuführen oder mit dem Prozedurschritt (7) an einem anderen Prüfbau-element fortzufahren.

6.3 Zwischen- und Endmessungen

Die Messungen sind entsprechend den Festlegungen zu Kenngrößen und Messbedingungen in der relevanten Detailspezifikation durchzuführen.

7 Ausfallkriterien

Ein Bauelement gilt als ausgefallen, wenn es nach der ESD-Beanspruchung nicht mehr den Datenblatt-Festlegungen entspricht.

8 Klassifikationskriterien

Alle Muster müssen die Prüfanforderungen entsprechend diesem Dokument bis zu einer bestimmten Spannungshöhe erfüllen, um das Bauelement, so wie es der jeweiligen Empfindlichkeitsklassifikation entspricht, zu klassifizieren.

Tabelle 5 – DC-CDM-Empfindlichkeitsklassen

Klasse	Prüfbedingung A	Prüfbedingung B
Klasse I	< 200 V	< 300 V
Klasse II	200 V bis < 500 V	300 V bis < 750 V
Klasse III	500 V bis 1 000 V	750 V bis 1 500 V
Klasse IV	≥ 1 000 V	≥ 1 500 V

9 Übersicht wichtiger Angaben

Die folgenden Einzelheiten müssen in der anzuwendenden Spezifikation festgelegt werden:

- (1) Kalibrierspannung (siehe 5.4.2 (3));
- (2) Kenngrößen und Messbedingungen für die Anfangsmessungen (siehe 6.1);
- (3) Umgebungstemperatur während der Beanspruchung (falls anders festgelegt) (siehe 6.2 (1));
- (4) Prüfspannung (siehe 6.2 (3));
- (5) Anzahl der Entladevorgänge (falls anders als festgelegt) (siehe 6.2 (5));
- (6) Pause zwischen den Entladevorgängen (falls anders als festgelegt) (siehe 6.2 (5));
- (7) Verfahren zum Wechseln der Polarität der Prüfspannung (falls anders als festgelegt) (siehe 6.2 (5) und 6.2 (7));
- (8) Kenngrößen und Messbedingungen für die Zwischen- und Endmessungen (falls anders als festgelegt) (siehe 6.3).

Anhang A (normativ)

Kalibrierung einer Prüfeinrichtung mit Metall-Schiene/Platte und 1 Ω -Radialwiderstand

A.1 Allgemeines

Eine Prüfeinrichtung, die eine Metall-Schiene/Platte sowie einen 1 Ω -Radialwiderstand zum Messen des Entladestroms enthält, muss die Anforderungen dieses Anhangs zur Kalibrierung erfüllen. Zuerst ist die Schaltung zur Strommessung, die zur Kalibrierung der Prüfeinrichtung verwendet wird, entsprechend A.3 zu bewerten. Anschließend ist nach A.4 die Kalibrierung der Prüfeinrichtung unter Verwendung der Schaltung zur Strommessung durchzuführen.

A.2 Schaltung zur Strommessung unter Verwendung eines 1 Ω -Radialwiderstandes zur Kalibrierung der Prüfeinrichtung

Im Bild A.1 wird eine Schaltung zur Strommessung gezeigt, die zur Kalibrierung der Prüfeinrichtung verwendet wird. Der Entladestrom vom Standard-Prüfmodul ist mit Hilfe eines 1 Ω -Radialwiderstandes, eines schwer biegsamen 50 Ω -Koaxialkabels und eines Oszilloskops zu messen.

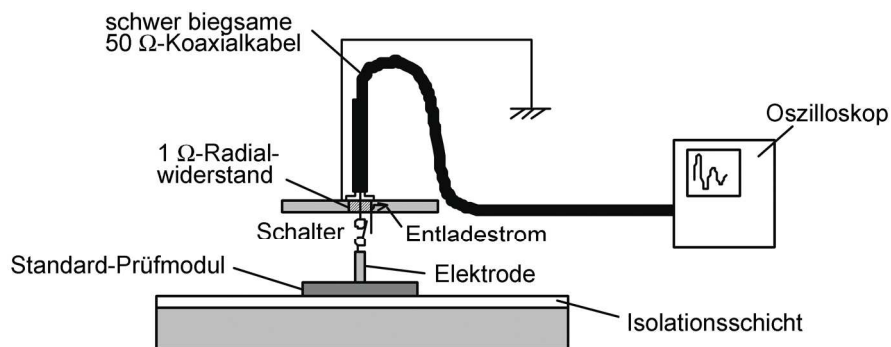


Bild A.1 – Schaltung zum Messen des Entladestroms (Schaltung zum Aufladen des Bauelementes ist in dieser Darstellung weggelassen)

A.3 Ablauf zur Bewertung der Strom-Messschaltung

Die Strom-Messschaltung, die zur Kalibrierung der Prüfeinrichtung entsprechend Bild A.1 verwendet wird, ist nach folgendem Ablauf zu bewerten, und zwar vor dem Kalibrieren der Prüfeinrichtung.

- (1) Das Standard-Prüfmodul ist mit Isopropanol zu reinigen.
- (2) Zur Bewertung der Strom-Messschaltung ist der Schaltungsaufbau entsprechend Bild A.2 zu verwenden, wobei zuerst das Standard-Prüfmodul auf 100 V aufzuladen ist, danach ist der Schalter zu schließen und der Entladestrom vom Standard-Prüfmodul mit Hilfe der Strommesszange und dem 1 Ω -Radialwiderstand zu ermitteln. Simultane Messungen sind nicht notwendig; das Oszilloskop darf zum Messen jedes aktuellen Entladestroms bewegt werden. Allerdings ist das für die Messung nicht benötigte Kabel mit 50 Ω abzuschließen. Bei diesem Ablauf sind die Spitzenwerte des Entladestroms, die sowohl über den 1 Ω -Radialwiderstand als auch die Strommesszange ermittelt werden, aufzuzeichnen.
- (3) Die Spitzenströme sind nach dem Wechseln des Standard-Prüfmoduls erneut zu messen.