

	DIN IEC/TR 61340-5-5 (VDE 0300-5-5)	DIN
	Dies ist zugleich eine VDE-Leitlinie im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 17.220.20; 31.020

**Elektrostatik –
Teil 5-5: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische
Phänomene –
Verpackungssysteme zur Verwendung in der Elektronikfertigung
(IEC TR 61340-5-5:2018)**

Electrostatics –
Part 5-5: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena –
Packaging systems used in electronic manufacturing
(IEC TR 61340-5-5:2018)

Électrostatique –
Partie 5-5: Protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques –
Systèmes d'emballage utilisés pour la fabrication électronique
(IEC TR 61340-5-5:2018)

Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer VDE-Leitlinie erstellt und ist die Übernahme eines Technischen Reports der IEC (IEC TR).

Gesamtumfang 37 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieses Dokuments ist 2020-11-01.

Inhalt		Seite
Nationales Vorwort.....		6
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten		7
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....		8
Einleitung		9
1 Anwendungsbereich		10
2 Normative Verweisungen		10
3 Begriffe und Abkürzungen		10
3.1 Begriffe		10
3.2 Abkürzungen		12
4 Aufgaben von ESD-Schutzverpackungen		12
4.1 Analyse der elektrostatischen Risiken (Was kann ESD-Probleme verursachen).....		12
4.2 Ladungserzeugung (Trennung).....		13
4.3 Reduzierung von elektrostatisch aufgeladenen Teilen in der Umgebung.....		15
4.4 Elektrostatische Anziehung und Abstoßung.....		15
4.5 Ableitung von elektrostatischen Aufladungen		16
4.6 Barrieren gegen den ESD Strom.....		16
4.7 Schutz gegen elektrostatische Felder		16
4.8 Chemische Reaktion und Ausgasungen		17
4.9 Feuchtigkeitssperre		17
4.10 Umweltbedingungen, die Verpackungen beeinflussen		17
4.11 Eigenschaften von Verpackungsmaterial		17
4.11.1 Allgemeines		17
4.11.2 Geringe Aufladbarkeit.....		17
4.11.3 Ableitung elektrostatischer Aufladung		18
4.11.4 Leitfähige Materialien		18
4.11.5 Abschirmend gegen elektrostatische Felder		18
4.11.6 Abschirmend gegen elektrostatische Entladungen		18
5 Materialtypen		19
5.1 Gefüllte Polymere		19
5.2 Intrinsisch leitfähig oder ableitfähig		19
5.3 Oberflächenbeschichtungen.....		19
5.4 Antistatische Behandlungen		19
5.5 Eloxierte Materialien (z. B. Schiffchen innerhalb von Bestückungsautomaten, Metallröhrchen).....		19

5.6	Materialverarbeitung	20
5.6.1	Vakuumformen	20
5.6.2	Spritzguss	20
5.6.3	Prägung	20
5.6.4	Vakuumbedampfung	20
5.6.5	Oberflächenbeschichtung	20
5.6.6	Laminierung	21
6	Existierende Normen für Verpackungsmaterialien	21
6.1	IEC 61340-5-3	21
6.2	ANSI/ESD S541	21
6.3	Militärische Normen und andere verpackungsbezogene Dokumente	21
6.3.1	Allgemeines	21
6.3.2	MIL PRF 81705 (E) (Folien)	21
6.3.3	MIL STD 3010	22
6.3.4	MIL PRF 131	22
7	Existierende Prüfmethode für Verpackungsmaterialien	22
7.1	IEC 61340-2-1 – Fähigkeit von Materialien und Erzeugnissen, elektrostatische Ladungen abzuleiten	22
7.2	IEC TR 61340-2-2 – Messung der Aufladbarkeit	22
7.3	IEC 61340-2-3 – Prüfungen von Widerständen und spezifischen Widerständen	22
7.4	IEC 61340-4-8 – Schirmwirkung gegen elektrostatische Entladung – Beutel	23
8	Auswahl einer Verpackungstechnologie	23
8.1	Bestimmung der Eigenschaften für Verpackungsmaterialien	23
8.2	Innerhalb der EPA	24
8.3	Außerhalb der EPA oder zwischen EPAs	24
8.4	Bewertung von Verpackungsmerkmalen	24
8.5	Prüfmethode der Ladungsableitung	24
8.6	Widerstandsprüfmethode	24
8.7	Abschirmtest	25
9	Entspricht das Verpackungssystem dem beabsichtigten Zweck?	25
10	Neue Prüfkonzepte und Entwicklungspläne	25
10.1	Allgemeines	25
10.2	Ein-Punkt Elektrode	26
10.3	Parallele Platten	26
10.4	Pin-Point Elektroden (Nadelspitzenelektroden oder Miniaturpunktelektroden)	27
10.5	Prüfmethode für Abschirmungseigenschaften	27
10.6	Ladungserzeugung – triboelektrische Prüfmethode	27
10.7	Triboelektrische Aufladung von Abdeckbändern	29
10.8	Prüfmethode Entladungseigenschaften	30

	Seite
10.9 Andere Widerstandsprüfmethode	30
Anhang A (informativ) Verpackungen Formen und Typen	31
A.1 Verpackungsmaterialien für elektronische Komponenten	31
A.2 Geprägte Gurte/Gurtbänder	31
A.3 Abdeckbänder	31
A.4 Typen und Materialien von Spulen/Rollen	33
A.5 Spritzguss Trays	33
A.6 Stangenmagazine und Schienen und andere Konfigurationen von Verpackungsmaterialien	35
A.7 Clam shell („Klemm-Schale“) und Testsockel	35
A.8 Beutel	35
A.9 Transportbehälter und andere starre Behälter	36
Literaturhinweise	37

Bilder

Bild 1 – Aufladung durch Influenz – Erdung eines Leiters in einem elektrischen Feld	13
Bild 2 – Zweiter Teil des Vorganges der Aufladung durch Influenz	14
Bild 3 – Erster Entladungspuls, wie in Bild 1 b) gezeigt	14
Bild 4 – Zweiter Entladepuls, wie in Bild 2 gezeigt	14
Bild 5 – Ein-Punkt Elektrode Testaufbau	26
Bild 6 – Ein-Punkt Elektrode in Gurtbandtasche	26
Bild 7 – Prüfmethodeaufbau mit zwei parallelen Platten	27
Bild 8 – Prüfaufbau mit isolierten Rollen für Bandtests	28
Bild 9 – Widerstandsmessung Rolle zu Rolle	28
Bild 10 – Prüfaufbau Ladungsabbau – Rolle zu Rolle	29
Bild 11 – Abdeckband Überprüfungskonzepte	29
Bild 12 – Prüfmethode Entladungseigenschaften	30
Bild A.1 – Beispiele für geprägte (Taschen-) Gurtbänder für unterschiedliche Bauelemente	31
Bild A.2 – Abdeckband	32
Bild A.3 – Abdeckband	32
Bild A.4 – Abdeckband	32
Bild A.5 – Abdeckband	32
Bild A.6 – Abdeckband	32
Bild A.7 – Abdeckband	32
Bild A.8 – Abdeckband	32
Bild A.9 – Unterschiedliche Spulentypen	33
Bild A.10 – Unterschiedliche Spulentypen	33
Bild A.11 – Unterschiedliche Spulentypen	33
Bild A.12 – Unterschiedliche Spulentypen	33
Bild A.13 – Unterschiedliche Tray Typen	34

Bild A.14 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.15 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.16 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.17 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.18 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.19 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.20 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.21 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.22 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.23 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.24 – Unterschiedliche Typen von Stangenmagazinen	35
Bild A.25 – Unterschiedliche Typen von Stangenmagazinen	35
Bild A.26 – Unterschiedliche Typen von Stangenmagazinen	35
Bild A.27 – Clam shells.....	35
Bild A.28 – Beutel mit Abschirmung gegen elektrostatische Entladungen	36
Bild A.29 – Beutel mit Sperrschicht gegen Feuchtigkeit – Metallfolienbeutel	36
Bild A.30 – Beutel mit Sperrschicht gegen Feuchtigkeit – Metallbedampfung.....	36
Bild A.31 – Tragekiste	36
Bild A.32 – Transportbox	36

Tabellen

Tabelle 1 – Prüfmethode für elektrostatische Schutzverpackungen	25
---	----

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Entwurf: E DIN IEC/TR 61340-5-5 (VDE 0300-5-5):2019-08.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 185 „Elektrostatik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

VDE-Leitlinien sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Die VDE-Leitlinien enthalten sicherheitstechnische Festlegungen mit einem im Vergleich zu den VDE-Bestimmungen wesentlich erweiterten Ermessensraum für eigenverantwortliches sicherheitstechnisches Handeln.

VDE-Leitlinien sind angebracht, wenn die Vielfalt der zu betrachtenden Sachlagen oder Gestaltungsmöglichkeiten nach vorherrschender Meinung durch unmittelbar anwendbare Anweisungen nicht erfasst werden kann. Sie dienen dem Anwender als Beispielsammlung oder Grundlage für eigene sicherheitstechnische Entscheidungen. Für sich allein sind sie nicht als ausreichende Entscheidungsgrundlage für die Genehmigungs- und Überwachungsbehörden oder die Anwender geeignet.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 101 „Electrostatics“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

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

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

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

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

Für den Fall einer datierten Verweisung im Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60079-32-2	IEC 60079-32-2	DIN EN 60079-32-2 (VDE 0170-32-2)	VDE 0170-32-2
EN 60286-1	IEC 60286-1	DIN EN 60286-1	—
EN 60286-2	IEC 60286-2	DIN EN 60286-2	—
EN IEC 60286-3	IEC 60286-3	DIN EN IEC 60286-3	—
EN 60286-4	IEC 60286-4	DIN EN 60286-4	—
EN IEC 60286-5	IEC 60286-5	DIN EN IEC 60286-5	—
EN 60286-6	IEC 60286-6	DIN EN 60286-6	—
EN 61340 (alle Teile)	IEC 61340 (alle Teile)	DIN EN 61340 (VDE 0300) (alle Teile)	VDE 0300
EN 61340-2-1	IEC 61340-2-1	DIN EN 61340-2-1 (VDE 0300-2-1)	VDE 0300-2-1
—	IEC TR 61340-2-2	—	—
EN 61340-2-3	IEC 61340-2-3	DIN EN 61340-2-3 (VDE 0300-2-3)	VDE 0300-2-3
EN 61340-4-8	IEC 61340-4-8	DIN EN 61340-4-8 (VDE 0300-4-8)	VDE 0300-4-8
EN 61340-5-1	IEC 61340-5-1	DIN EN 61340-5-1 (VDE 0300-5-1)	VDE 0300-5-1
EN 61340-5-3:2015	IEC 61340-5-3:2015	DIN EN 61340-5-3 (VDE 0300-5-3):2016-04	VDE 0300-5-3

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60079-32-2 (VDE 0170-32-2), *Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 32-2: Elektrostatische Gefährdungen – Prüfverfahren*

DIN EN 60286-1, *Gurtung und Magazinierung von Bauelementen für automatische Verarbeitung – Teil 1: Gurtung von Bauelementen mit axialen Anschlüssen*

DIN EN 60286-2, *Gurtung und Magazinierung von Bauelementen für automatische Verarbeitung – Teil 2: Gurtung von Bauelementen mit einseitig herausgeführten Anschlussdrähten*

DIN EN 60286-4, *Gurtung und Magazinierung von Bauelementen für automatische Verarbeitung – Teil 4: Stangenmagazine für elektronische Bauelemente mit verschiedenen Gehäusen*

DIN EN 60286-6, *Gurtung und Magazinierung von Bauelementen für automatische Verarbeitung – Teil 6: Schüttgutbehälter für oberflächenmontierbare Bauelemente*

DIN EN 61340 (VDE 0300) (alle Teile), *Elektrostatik*

DIN EN 61340-2-1 (VDE 0300-2-1), *Elektrostatik – Teil 2-1: Messverfahren – Fähigkeit von Materialien und Erzeugnissen, elektrostatische Ladungen abzuleiten*

DIN EN 61340-2-3 (VDE 0300-2-3), *Elektrostatik – Teil 2-3: Prüfverfahren zur Bestimmung des Widerstandes und des spezifischen Widerstandes von festen Werkstoffen, die zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung verwendet werden*

DIN EN 61340-4-8 (VDE 0300-4-8), *Elektrostatik – Teil 4-8: Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen – Schirmwirkung gegen elektrostatische Entladung – Beutel*

DIN EN 61340-5-1 (VDE 0300-5-1), *Elektrostatik – Teil 5-1: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene – Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 61340-5-3 (VDE 0300-5-3):2016-04, *Elektrostatik – Teil 5-3: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene – Eigenschaften und Anforderungen für die Klassifizierung von Verpackungen, welche für Bauelemente verwendet werden, die gegen elektrostatische Entladungen empfindlich sind (IEC 61340-5-3:2015); Deutsche Fassung EN 61340-5-3:2015*

DIN EN IEC 60286-3, *Gurtung und Magazinierung von Bauelementen für automatische Verarbeitung – Teil 3: Gurtung von oberflächenmontierbaren Bauelementen auf Endlosgurten*

DIN EN IEC 60286-5, *Gurtung und Magazinierung von Bauelementen für automatische Verarbeitung – Teil 5: Flachmagazine*

Einleitung

Verpackungsmaterialien, die im Rahmen von Kontroll-Programm-Plänen zum Schutz vor elektrostatischen Entladungen (ESD) (en: electrostatic discharge) verwendet werden, werden oft über die Messung des elektrischen Widerstandes definiert. Hersteller von Verpackungsmaterialien vertrauen auf Prüfverfahren, die in der Industrie anerkannt und standardisiert sind, um sicherzustellen, dass die von ihnen gelieferten Produkte den von der Industrie gestellten Anforderungen entsprechen. Andererseits sind weitere Merkmale, die ein Verpackungsmaterial besitzen muss, oft schwierig zu quantifizieren, und führen so zu Verunsicherungen zwischen den Herstellern von Verpackungsmaterialien und den Endkunden.

Der zunehmende Einsatz von automatisierten Produktionsanlagen bei der Herstellung von elektronischen Produkten hat zu Veränderungen im Design und in der Form von Verpackungsmaterialien, die für elektronische Bauelemente und Komponenten vorgesehen sind, geführt. Im Besonderen werden sehr kleine Bauelemente wie SMD-Widerstände und -Kondensatoren in Gurtbändern auf Spulen verpackt, welche von automatischen Anlagen entpackt werden. Kleine Bauelemente erfordern kleine Verpackungen. Sehr kleine Verpackungen können mit den existierenden, von der Industrie anerkannten Prüfverfahren, nicht ausreichend genau auf ihre elektrischen Eigenschaften hin untersucht werden.

Viele Verpackungsmaterialien, die in der Elektronikindustrie eingesetzt werden, besitzen nicht die grundlegenden Basiseigenschaften, die allgemein mit dem Schutz vor Elektrostatik in Verbindung gebracht werden, wie zum Beispiel Abdeckklebebänder aus Papier. In diesem Dokument werden anerkannte und bewährte Verfahren aus der Industrie besprochen, die diese Standardverpackungen beinhalten. Es werden auch andere Verpackungsformen für nicht ESDS (en: electrostatic discharge sensitive item – elektrostatisch empfindliches Bauelement), welche in die EPA (en: electrostatic protected area – ESD-Schutzzone) eingebracht werden, sowie Handhabungsempfehlungen für diese Verpackungsformen, beschrieben. Dieser technische Report wurde von einer aus verschiedenen Gremien zusammengesetzten gemeinsamen Arbeitsgruppe erarbeitet, so dass die Anforderungen für den ESD-Schutz und die Anwendung von Maßnahmen zum Schutz von Produkten mit den Interessen der Lieferanten und der Anwender von kleinsten elektronischen Bauelementen abgestimmt werden konnten.

**Elektrostatik –
Teil 5-5: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische
Phänomene –
Verpackungssysteme zur Verwendung in der Elektronikfertigung**

1 Anwendungsbereich

In diesem Teil der internationalen Normenreihe IEC 61340 werden Anforderungen an Verpackungsmaterialien diskutiert, die für elektrostatisch empfindliche Bauelemente (ESDS) (en: electrostatic discharge sensitive item) wie auch für nicht-elektrostatisch empfindliche Bauelemente verwendet werden. Diese Anforderungen können zutreffen auf Verpackungsmaterialien wie gestanzte Gurtbänder, Trays, Röhren (Stangenmagazine) sowie Schienen und andere, die in der Fertigung und bei der Verarbeitung und Handhabung von elektronischen Bauelementen eingesetzt werden, wo in anderen Normen beschriebene Testmethoden oftmals unzureichend sind. Themen wie die Entstehung von elektrostatischen Aufladungen, die elektrostatische Anziehung und Abstoßung sind hier ebenfalls enthalten. Die Empfehlungen und Diskussionen in diesem Dokument können auch für andere Arten von Verpackungen anwendbar sein, die nicht durch andere Prüfverfahren evaluiert werden können.

In diesem Dokument werden Probleme erörtert im Zusammenhang mit:

- 1) technischen Anforderungen für die Auswahl und die Entwicklung von Verpackungsmaterialien und Verpackungssystemen;
- 2) Spezifikationen für Verpackungsmaterialien zum Schutz vor elektrostatischen Entladungen;
- 3) existierenden Prüfmethoden für Verpackungsmaterialien und deren Einschränkungen;
- 4) Empfehlungen für die Evaluierung von Verpackungsmaterialien mit sehr kleinen Abmessungen;
- 5) industriell allgemein anerkannten und bewährten Verfahrensweisen.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

ESD Schutzverpackung

Behälter und andere umhüllende Verpackungen, welche Eigenschaften und Funktionen zur Begrenzung elektrostatischer Ladungserzeugung, zur Ableitung elektrostatischer Ladungen oder zur Minimierung der Einwirkung von elektrostatischen Feldern besitzen

3.1.2

direkt anliegende Verpackung

Material, das mit ESD-empfindlichen Bauteilen (ESDS) in direkten Kontakt kommt

3.1.3**umhüllende Verpackung**

Material, das keinen Kontakt zum ESDS hat, das aber verwendet wird, um eine oder mehrere direkt anliegende Verpackungen zu umhüllen

3.1.4**leitfähiges Material**

Material mit oberflächen- oder volumenleitfähigen Eigenschaften, die üblicherweise über ihren elektrischen Widerstand spezifiziert werden, der unter dem von dissipativem Material liegt

3.1.5**ableitfähiges Material**

Material mit oberflächen- oder volumenleitfähigen Eigenschaften, die über dem elektrischen Widerstand von leitfähigem, aber niedriger als der Widerstand von isolierendem Material liegen

3.1.6**isolierendes Material**

Material mit einem elektrischen Widerstand, der ausreichend hoch ist, den Ladungsfluss bis zu einem gewissen Grad zu verhindern

3.1.7**gering aufladbar**

antistatisch

Eigenschaft eines Materials, die elektrostatische Aufladung bzw. den elektrostatischen Ladungstransfer durch Kontakt und Trennung (triboelektrische Aufladung) zu limitieren

3.1.8**Oberflächenwiderstand**

Quotient aus einer Gleichspannung, die zwischen zwei Elektroden einer spezifizierten Konfiguration auf derselben Oberfläche eines Probekörpers angelegt wird, und dem Strom zwischen den Elektroden

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Oberflächenwiderstand wird in Ω angegeben.

3.1.9**spezifischer Oberflächenwiderstand**

für den elektrischen Strom, der über eine Fläche fließt, wird das Verhältnis von Gleichspannungsabfall je Einheitslänge zum Oberflächenstrom je Einheitsbreite angegeben

Anmerkung 1 zum Begriff: Der spezifische Oberflächenwiderstand ist der Widerstand zwischen zwei Elektroden auf den gegenüberliegenden Seiten eines Quadrats und ist unabhängig von der Größe des Quadrats oder seiner Maßeinheiten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Oberflächenwiderstand wird in Ω angegeben. Der spezifische Oberflächenwiderstand wird üblicherweise in Ω/sq angegeben, um ihn vom Oberflächenwiderstand zu unterscheiden.

3.1.10**Volumenwiderstand**

Quotient aus der Gleichspannung je Dickeneinheit und dem Strom je Flächeneinheit, der durch ein Material fließt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Volumenwiderstand wird in Ω angegeben.

3.1.11**Abschirmung gegen elektrostatische Entladung**

Materialien die ein elektrisches Feld abschwächen und den Energieeintrag begrenzen, der von einer elektrostatischen Entladung induziert wird

3.1.12**Abschirmung gegen elektrostatische Felder**

Materialien, die ein elektrostatisches Feld abschwächen (dämpfen)

3.2 Abkürzungen

CDM	charged device model	Simulationsmodell "Aufgeladenes Objekt"
CPM	charged plate monitor	Simulationsmodell "Aufgeladene Platte"
EPA	ESD protected area	ESD-Schutzzone
ESD	electrostatic discharge	elektrostatische Entladung
ESDS	electrostatic discharge sensitive item	ESD-empfindliches Bauelement
HBM	human body model	Simulationsmodell "Mensch als Ladungsträger"

4 Aufgaben von ESD-Schutzverpackungen

4.1 Analyse der elektrostatischen Risiken (Was kann ESD-Probleme verursachen)

Die Gefahren für elektronische Bauteile, Baugruppen und Anlagen (allgemein als ESDS bezeichnet) durch elektrostatische Phänomene kann viele Formen annehmen und wird generell zusammengefasst als die direkte elektrostatische Entladung von einem aufgeladenen Leiter zu einem ESDS oder eine elektrostatische Entladung von einem ESDS zu einem Leiter (mit unterschiedlichem Potential) oder gegen Erde wenn das ESDS besonders hoch aufgeladen ist. Ein Schaden an einem ESDS resultiert immer aus einem zu hohem Stromfluss durch die Struktur des ESDS.

Es ist wichtig zu wissen, dass der Transfer von elektrostatischen Ladungen (Trennung von Ladungen) immer dann stattfindet, wenn zwei Materialien in Kontakt kommen und sich trennen. Die resultierende Ladungstrennung erzeugt immer ein gleichwertiges positives und negatives elektrostatisches Potential auf den getrennten Oberflächen. Die elektrischen Widerstände der beteiligten Materialien und die Unterschiede der Wechselwirkungen entscheiden darüber, wie viele Ladungsträger getrennt werden und wo die Ladungen nach der Trennung zu finden sind. Aufgeladene Materialien, mit der Fähigkeit Strom zu leiten (Ladungsableitung), können durch Kontakt zur Masse (Erde) neutralisiert werden. Der Grad der Ladungsneutralisation/Ladungsableitung wird durch den elektrischen Widerstand des Materials und den Widerstand am Kontaktpunkt zwischen Material und Erde bestimmt. Je höher der Widerstand des Materials und dessen Widerstand zur Masse, desto länger wird die Ladungsneutralisation dauern. Ein positiv aufgeladenes Material erhält fehlende Elektronen von Masse und ein negativ aufgeladenes Material wird Elektronen an Masse abgeben.

Die Höhe einer Entladung, die ein ESDS unbeschadet aushalten kann, wird durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt. Dazu gehören Einflussfaktoren wie Bauteilfestigkeit, Layout des Bauteils, Menge des Ladungstransfers durch das ESDS, die gesamte Energie während des Entladevorgangs und Umgebungseinflüsse.

Die Entladungen in ein ESDS können durch Kontakt mit einem geladenen Leiter, inklusive einer aufgeladenen Person, eines Anlagenteils, Werkzeugs oder einer Halterung oder jeder anderen aufgeladenen leitfähigen Komponente in einem Prozess verursacht werden. Die Reduzierung der möglichen gefährlichen Entladungen in ein ESDS ist eine der grundlegenden Methoden zum Schutz vor elektrostatischen Entladungen. Die Gefährdung durch aufgeladene leitfähige Teile wird reduziert, wenn alle leitfähigen Teile gemeinsam an einen Potentialausgleich angeschlossen sind. Ein geerdetes leitfähiges Teil kann keine elektrostatische Ladung halten.

Die Entladung von aufgeladenen ESDS gegen Erde kann kontrolliert werden, wenn die mögliche Aufladung des ESDS selbst reduziert wird. Ist ein ESDS einmal aufgeladen, ist es schwierig diese Ladung zu reduzieren, ohne einen gefährlichen Stromfluss durch das ESDS zu riskieren. Darum ist das Verpackungsdesign einer der Schlüsselfaktoren, um die Neigung zur Generierung von Aufladung zwischen dem ESDS und dem Verpackungsbehälter für Lagerung und Transport zu reduzieren.

Die Erzeugung von Ladung kann nicht bis auf „Null“ reduziert werden, aber Sie kann bis unterhalb eines Wertes begrenzt werden, der ein mögliches Risiko für das ESDS darstellt. Üblicherweise wird dies durch das Design der Oberflächen, chemische Änderungen oder Additive in Materialien zur Veränderung der Aufladungseigenschaften von Oberflächen oder die Veränderung des elektrischen Widerstandes oder der Eigenschaft zur Ladungsableitung von Verpackungen erreicht.