DIN EN IEC 62787 (VDE 0126-47)

DIN

Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation" bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 27.160

Einsprüche bis 2021-05-26

Entwurf

Konzentrator-Photovoltaik(CPV)-Solarzellen und -Anordnungen von Solarzellen auf Trägern (CoC) – Zuverlässigkeitsqualifikation (IEC 82/1602/CDV:2019); Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 62787:2019

Concentrator photovoltaic (CPV) solar cells and cell-on-carrier (COC) assemblies – Reliability qualification
(IEC 82/1602/CDV:2019);
German and English version prEN IEC 62787:2019

Cellules solaires photovoltaïques à concentration (PVC) et ensembles de cellules sur support (COC) –
Qualification de fiabilité
(IEC 82/1602/CDV:2019);
Version allemande et anglaise prEN IEC 62787:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-03-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe 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 67 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62787:2021-04

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 62787:2019 „Konzentrator-Photovoltaik(CPV)-Solarzellen und -Anordnungen von Solarzellen auf Trägern (CoC) – Zuverlässigkeitsqualifikation“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 82/1602/CDV:2019-08 „Concentrator photovoltaic (CPV) solar cells and cell-on-carrier (COC) assemblies – Reliability qualification“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 62787:2019 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV 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 IEC/TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC. Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 373 „Photovoltaische Solarenergie-Systeme“ 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.

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten 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. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62787:2021-04

Konzentrator-Photovoltaik(CPV)-Solarzellen und -Anordnungen von Solarzellen auf Trägern (CoC) – Zuverlässigkeitsqualifikation

Inhalt

Seite

1 Anwendungsbereich und Zweck ... 4
2 Normative Verweisungen ... 4
3 Begriffe ... 5
3.2 Lieferanten und Kunden ... 5
3.3 Betriebsumgebung ... 6
4 Auswahl der Prüflinge ... 7
5 Kennzeichnung ... 7
6 Beschreibungsverfahren für die Messung der Leistung nackter Zellen und CoCs, die Eignungsprüfungen unterzogen werden ... 8
6.1 Messung der I-U-Hellkennlinie ... 8
6.2 Messung der I-U-Dunkelkennlinie ... 8
6.3 Elektrolumineszenz-Aufnahmen ... 9
6.4 Röntgen- und akustisches Mikroskopie (SAM) ... 9
6.5 Sichtprüfung ... 9
6.6 Messung des Wärmewiderstands ... 10
7 Annahmekriterien ... 10
8 Dokumentation und Bericht ... 22
9 Änderungen und erneute Qualifikation ... 22
10 Belastungsprüfungen für die Qualifikation ... 23
10.1 Prüfung der ESD-Zerstörschwelle ... 23
10.2 Prüfung der Haftfähigkeit von Metallen an der Vorderseite und der Rückseite ... 24
10.3 Prüfung der Lagerung bei hoher Temperatur ... 24
10.4 Temperaturwechselprüfung ... 25
10.5 Prüfung bei hoher Temperatur mit Stromeinspeisung ... 26
10.6 Prüfung mit feuchter Wärme und schwachem Vorlicht ... 27
10.7 Prüfung der Lötbarkeit ... 28
10.8 Beleuchtungsprüfung ... 30
10.9 Prüfung der Kontaktfestigkeit von Draht/Bändchen ... 30
10.10 Prüfung der Haftfähigkeit des Chips ... 34
10.11 Scherfestigkeitsprüfung von Verbindern ... 35
10.12 Scherfestigkeitsprüfung der Bypass-Diode ... 36

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62787:2021-04

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Internationale Norm legt die Mindestanforderungen für die Qualifikation von Konzentrator-Photovoltaik(CPV)-Zellen und -Anordnungen von Solarzellen auf Trägern (CoC) für den Einbau in CPV-Empfänger, -Module und -Systeme fest.

Ziel dieser Qualifikationsnorm ist die Bestimmung der optoelektronischen, mechanischen und thermischen Eigenschaften sowie der Verarbeitungseigenschaften von CPV-Zellen und CoCs, um nachzuweisen, dass sie Montageprozessen und CPV-Anwendungsumgebungen standhalten können. Die Eignungsprüfungen dieser Norm dienen dem Nachweis, dass Zellen oder CoCs für typische Montageprozesse geeignet sind und bei ordnungsgemäßer Montage die Prüfungen nach IEC 62108 bestehen können.

2 Normative Verweisungen

Verfahren, die bei der der in diesem Dokument geforderten Durchführung von Prüfungen und Messung von Parametern angewendet werden, sollten den verfügbaren internationalen Normen entsprechen, sofern in diesem Dokument nicht anders angegeben.

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test.*

IEC 60749-3:2017, *Semiconductor devices - Mechanical and climatic test methods - Part 3: External visual examination.*

IEC 60749-6:2017, *Semiconductor devices - Mechanical and climatic test methods - Part 6: Storage at high temperature.*

IEC 60749-14:2003, *Semiconductor devices - Mechanical and climatic test methods - Part 14: Robustness of terminations (lead integrity).*

IEC 60749-21:2011, *Semiconductor devices - Mechanical and climatic test methods - Part 21: Solderability.*

IEC 60749-22:2002, *Semiconductor devices - Mechanical and climatic test methods - Part 22: Bond strength.*

IEC61193-2:2007, *Quality assessment systems-Part 2 selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages.*

IEC 62108:2016, *Concentrator Photovoltaic (CPV) modules and assemblies – Design Qualification and type approval.*

IEC 62670-1:2013, *Photovoltaic concentrators (CPV) - Performance testing - Part 1: Standard conditions.*

IEC TS 62789 :2014, *Photovoltaic concentrator cell documentation.*

IEC 60904-1-1:2017, *Photovoltaic devices – Part 1-1: Measurement of current-voltage characteristics of multi-junction photovoltaic devices.*

IEC TS 61836:2016, *Solar photovoltaic energy systems - Terms, definitions and symbols.*

ECSS-E-ST-20-08C, *Rev 1. Space engineering. Photovoltaic assemblies and components - Part 7.5.8: Coating adherence (CA).*

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62787:2021-04

IEC 60721-2-1:2013, *Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity.*

MIL.ST-883-K, *Test Method Standard- Microcircuits Method 2019.9 Die shear strength.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC TS 61836 und IEC 62108. Um darüber hinaus eine einheitliche Anwendung und ein gemeinsames Verständnis der Terminologie sicherzustellen, werden in den folgenden Abschnitten verschiedene Begriffe im Zusammenhang mit Bauelementen, Betriebsumgebungen und Akteuren kommerzieller Transaktionen beschrieben.

3.1
Terminologie für Bauelemente

Diese Dokument definiert die Eignungsprüfungen für zwei Ebenen der Anordnung von Konzentrator-Photovoltaik-Bauelementen: 1) Zelle oder nackte Zelle und 2) Zelle auf einem Träger (CoC). Es ist zu beachten, dass in der Industrie eine Vielzahl von alternativen Benennungen verwendet wird, wie Solarzellenanordnung, Empfänger usw.

3.1.1
Nackte Zelle

Nackte Zelle bezieht sich auf die Chip-Ebene eines Halbleiters. Die physische Form bei einer kommerziellen Transaktion darf eine abgetrennte Solarzelle, ein gesägter Wafer auf einer Folie oder auch ein verarbeiteter Wafer sein. Allen gemeinsam ist, dass die qualifizierte Konfiguration völlig ungeschützt und nicht bereit für die Verbindung mit dem Rest eines CPV-Moduls ist. Bei dieser qualifizierten Konfiguration ist der Kunde für die gesamte Integration und Montage verantwortlich.

Bei einigen Eignungsprüfungen werden die nackten Zellen auf ein Substrat, einen Kühlkörper oder eine andere Trägerart montiert (siehe Bild 1c). Das bietet mechanische Stabilität, robuste elektrische Kontakte und ein geeignetes Wärmemanagement, was aber bei der Qualifikation der nackten Solarzellen nicht berücksichtigt wird.

3.1.2
Zelle auf einem Träger
COC (en: cell on carrier)

Eine Zelle auf einem Träger (CoC) besteht mindestens aus einer Zelle, die auf einen Zellenträger geklebt und mit diesem elektrisch verbunden ist (siehe Bild 1b). Dabei handelt es sich um eine verhältnismäßig kleine, montierte Einheit in einem relativ vollständigen und robusten Gehäuse. Eine Zelle auf einem Träger kann wahlfrei eine Bypass-Diode, eine Verkapselung der Zelle und/oder der Verbindungen und einen Verbinder zur Vereinfachung der Reihen- oder Parallelschaltung umfassen. Alternativ kann eine CoC auch mehrere Zellen enthalten. Eine CoC umfasst kein optisches Element.

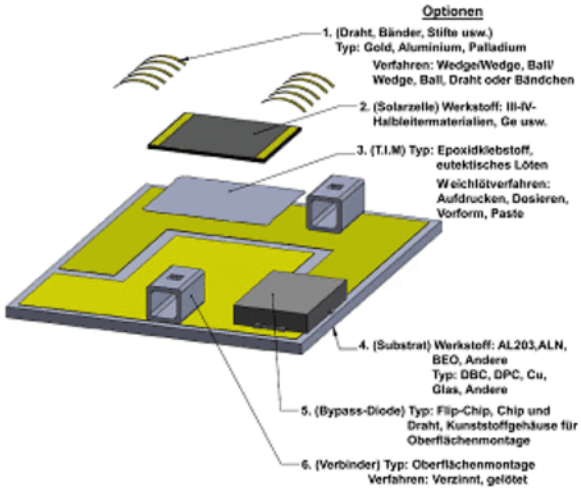
Bild 1 zeigt ein Explosionsschema der allgemeinen Komponenten einer CoC mit zwei Fotos. Es ist zu beachten, dass diese Fotos relativ einfache Baugruppen veranschaulichen, die eine primäre photovoltaische Einrichtung enthalten.

3.2 Lieferanten und Kunden

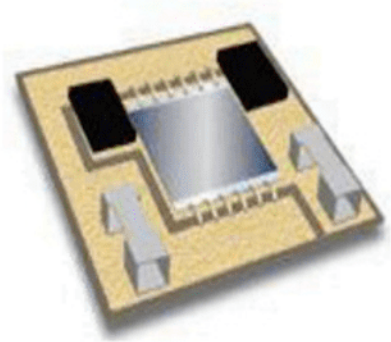
In dieser Norm wird der Begriff „Lieferant“ für jede Instanz verwendet, die CPV-Wafer (gesägt oder ungesägt), CPV-Solarzellen (vereinzelt auf Folien in Sägerahmen, einzelne Zellen in Trays oder auf Rollen) oder CoCs an einen Kunden liefert. Mit „Kunde“ wird jede Instanz bezeichnet, die einige dieser Produkte vom Lieferanten kauft.

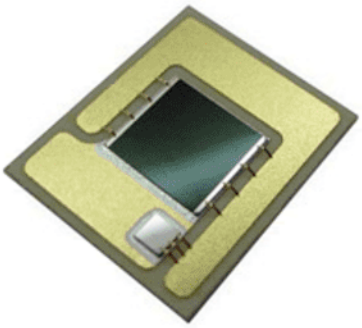
Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62787:2021-04



a) CoC-Explosionschema





b) Zelle auf einem Träger (CoC) mit Verbindern und zwei gekapselten Dioden. In dieser Konfiguration für den Verkauf bestimmt.

c) Prüfanordnung für eine nackte Zelle, die als Prüfeinrichtung für die Qualifikation nackter Zellen dient. Bypass-Dioden können enthalten sein oder nicht. Nicht zum Verkauf angebotene CoC

Bild 1 – Schematische Darstellung und Fotos der Prüfanordnung von Zellen auf Trägern und nackten Zellen

3.3 Betriebsumgebung

CPV-Systeme sind in der Regel für den Betrieb in dem in IEC 60721-2-1 definierten „Freiluftklima", mit Ausnahme des polaren Klimas, ausgelegt. Abhängig von den Einzelheiten des Systementwurfs können die nackten Solarzellen und CoCs gegen die Einwirkung von feuchter Wärme, Frost, Kondensation und anderen Elementen der CPV-Anwendungsumgebung geschützt sein oder nicht. Bild 2 zeigt schematische Darstellungen von zwei CPV-Systementwürfen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62787:2021-04

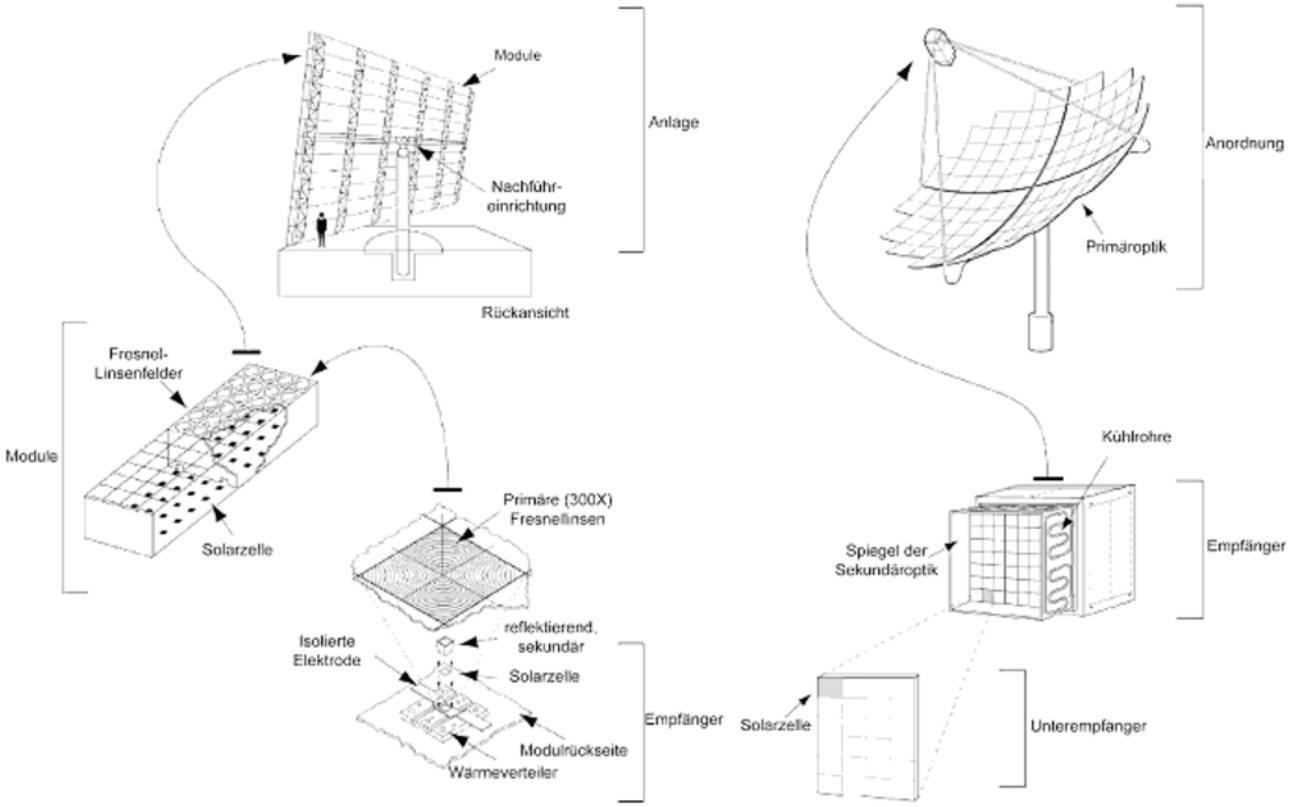


Bild 2 – Repräsentative Muster von CPV-Systemen, in denen Zellen und CoCs eingesetzt werden

Ungeachtet des spezifischen Entwurfsansatzes bewirkt die hohe einfallende Bestrahlungsstärke, die auf die Solarzellen in CPV-Systemen auftrifft, dass diese bei (lokalen) Temperaturen arbeiten, die deutlich höher sein können als die maximale Umgebungstemperatur, die für das gesamte System festgelegt ist.

4 Auswahl der Prüflinge

Die bei der Eignungsprüfung verwendeten Prüflinge von Bauelementen müssen nach IEC 61193-2 aus mindestens zwei Fertigungslosen nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden und den definierten Herstellungs- und Prüfschritten des Prozessbeschreibungsdokuments (en: Process Identification Document, PID) unterzogen werden.

Die Anzahl der bei jeder Eignungsprüfung zu prüfenden Bauelemente darf nicht geringer sein als der in Abschnitt 7 (Annahmekriterien) festgelegte Umfang der Prüflinge. Um der Anzahl der Bauelemente eine statistische Bedeutung zu geben, wurde die Norm IEC 61193-2 verwendet, da sie eine Fehlerwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Anzahl der Prüflinge zuweist.

Die Prüflinge für jede Prüfung der Tabellen 1a und 1b müssen nach dem Zufallsprinzip aus dem Qualifikationslos ausgewählt werden. Das Qualifikationslos muss ein Fertigungslos von mindestens 1 000 nackten Zellen/CoCs sein. Das Fertigungslos muss in mindestens zwei Epitaxieserien und drei Metall-/ARC-Abscheidungen gebildet werden, die in verschiedenen Wochen durchgeführt werden.

5 Kennzeichnung

Aufgrund der sehr kleinen Maße nackter Solarzelle ist eine Kennzeichnung auf der Zelle in der Regel nicht möglich. Aus diesem Grund muss eine ID-Abbildung angewendet werden. Was die zu prüfende CoC betrifft, muss diese für die spätere Nachverfolgung der Datensätze eindeutig gekennzeichnet oder identifiziert werden. Die erforderlichen Informationen sowohl für nackte Zellen als auch für CoCs sind:

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62787:2021-04

- Name, Monogramm oder Symbol des Herstellers;
- Typ- oder Modellnummer;
- Seriennummer;
- Polarität der Klemmen oder Anschlüsse;
- das Datum, der Ort der Herstellung und die für die Zelle verwendeten Werkstoffe sollten angegeben oder aus der Seriennummer abzuleiten sein.

6 Beschreibungsverfahren für die Messung der Leistung nackter Zellen und CoCs, die Eignungsprüfungen unterzogen werden

Mit der Beschreibung der optoelektronischen Leistung auf der Grundlage von Strom-/Spannungs-Kennlinien (I-U-Kennlinien) unter Beleuchtung wird versucht, den Abfall der optoelektronischen Leistung von Prüflingen zu ermitteln, der durch die geforderten Eignungsprüfungen verursacht wird. Dafür muss vor und nach den Eignungsprüfungen eine I-U-Kennlinie unter Beleuchtung aufgenommen werden. Das Ziel der I-U-Kennlinie unter Beleuchtung ist die Ermittlung des relativen Leistungsabfalls und nicht die Ermittlung der absoluten Ausgangsleistung. Für CoCs wird außerdem eine akustische Mikroskopie (en: Scanning Acoustic Microscopy, SAM) gefordert.

Darüber hinaus können Elektrolumineszenz-Aufnahmen und eine I-U-Dunkelkennlinie diagnostische Informationen über Defekte und Veränderungen innerhalb des Bauelements liefern. Vor und nach Eignungsprüfungen kann die I-U-Dunkelkennlinie für die betreffenden Spannungs- und Strombereiche aufgenommen werden. Elektrolumineszenz-Bilder werden in dieser Norm nicht ausdrücklich empfohlen, aber sie könnten eine große Hilfe sein, wenn sie für jedes Bauelement bei verschiedenen Stromeinspeisungspegeln vor und nach bestimmten Eignungsprüfungen aufgenommen werden.

6.1 Messung der I-U-Hellkennlinie

Diese Messung ist ein zwingend vorgeschriebenes Beschreibungsverfahren. Alle Prüflinge müssen bei 25 °C mit dem AM1.5D-Spektrum nach IEC 62670-1 und bei einer für die vorgesehene Anwendung repräsentativen Gesamtlichtstärke gemessen werden. Für die Zwecke dieses Beschreibungsverfahrens wird 1 Sonnenäquivalent des AM1.5D-Spektrums eine Gesamtleistungsdichte (Bestrahlungsstärke) von 0,1 W/cm² haben, so dass eine Lichtintensität von 100 W/cm² = 1 000 Sonnen entspricht. Die Parameter und Messverfahren für die Messung der I-U-Hellkennlinie sind in IEC 60904-1:2017 festgelegt.

Die I-U-Kennlinie unter Beleuchtung muss vor und nach den Eignungsprüfungen aufgenommen werden. Der Schwerpunkt der I-U-Kennlinie unter Beleuchtung ist der relative Leistungsabfall und nicht die absolute Ausgangsleistung. Der relative Leistungsabfall P_d ist wie folgt definiert:

$$P_d(\%) = \frac{P_i - P_f}{P_i} 100 \quad (1)$$

Dabei ist P_f die maximale Leistung, die nach der angegebenen Prüfung gemessen wird, und P_i ist die maximale Leistung, die vor der angegebenen Prüfung gemessen wird. In dieser Norm sollten mindestens J_{sc} (Kurzschlussstromdichte), V_{oc} (Leerlaufspannung), FF (Füllfaktor), P_{max} (maximale Leistung) und der Wirkungsgrad verwendet werden und diese Werte sind in den Qualifikationsbericht für die Auswertung der vorher/nachher ausgeführten Belastungsprüfungen aufzunehmen.

6.2 Messung der I-U-Dunkelkennlinie

Diese Messung ist ein zwingend vorgeschriebenes Beschreibungsverfahren für die Prüfung der Zerstörschwelle bei einer Entladung statischer Elektrizität (en: electrostatic discharge, ESD), während sie für den Rest wahlfrei ist. Die hohe Betriebsstromdichte von CPV-Einrichtungen kann mitunter die Erkennung von Defekten auf niedrigen Ebenen oder den Beginn des Abfalls überdecken. Messungen der I-U-Dunkelkennlinie, die vor und nach einer Umweltprüfung durchgeführt werden, können für eine Eignungsprüfung ein empfindlicheres Maß für Beschädigungen oder Verschlechterungen liefern.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62787:2021-04

6.3 Elektrolumineszenz-Aufnahmen

Diese Messung ist ein wahlfreies Beschreibungsverfahren. Der in die Zellen eingespeiste Vorwärts-Vorstrom kann an Defekten oder strahlenförmig rekombinieren. Um den gesamten Bereich an Informationen zu erfassen, wird empfohlen, Elektrolumineszenz-Bilder mit einer Stromeinspeisung im Bereich von 1 % bis 10 % von I_{sc} bei maximaler Konzentration aufzunehmen, um falsche Ausfallmeldungen zu vermeiden. Unabhängig von dieser Empfehlung sind auch andere Stromeinspeisungspegel sowie die Erfassung von Elektrolumineszenz-Karten bei verschiedenen eingespeisten Strompegeln zulässig. Bei der Beschreibung von nackten Solarzellen muss eine ordnungsgemäße Wärmeableitung vorgesehen werden, um ein thermisches Durchgehen zu vermeiden. Jegliches Überschwingen aufgrund einer Verbindung mit einer Stromversorgungseinrichtung oder mit einem Stromkreis oder aufgrund einer Trennung von diesen ist zu vermeiden. Siehe IEC 63202-2 für eine hilfreiche Anleitung.

6.4 Röntgen- und akustisches Mikroskopie (SAM)

SAM ist das bevorzugte Beschreibungsverfahren, um den Zustand der Verbindung zwischen der Rückseite der Solarzelle und dem Träger zu ermitteln. Ihre Anwendung aber nur für CoCs zwingend vorgeschrieben. Da die Verfügbarkeit der SAM nicht so weit verbreitet ist wie die der Röntgenmikroskopie, wird die folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Messung durch Röntgenmikroskopie vor der Eignungsprüfung, um den Blasenbereich zu messen. Es sind nur weniger als 5 % Blasen in der Gesamtfläche und weniger als 1 % für die größte Blase zulässig.[1]
- Nach der Eignungsprüfung wird die SAM durchgeführt und es sind keine Risse zulässig.

Um etwas über den wissenschaftlichen Hintergrund der SAM zu erfahren, können einige Verweisungen herangezogen werden.

6.5 Sichtprüfung

In mehreren Prüfungen der Tabellen 1a und 1b ist das Annahmekriterium das Nichtvorhandensein von größeren sichtbaren Beschädigungen (en: Major Visual Defects (MVD)). Es müssen optische Geräte mit einer dreifachen bis zehnfachen Vergrößerung und großem Sichtfeld verwendet werden. Für die Zwecke der Bauarteignung und -zulassung werden die folgenden Beschädigungen als größere sichtbare Beschädigungen angesehen:

- gebrochene, rissige, verbogene, versetzte oder abgehobene äußere Oberflächen, Anschlüsse und Kontakte;
- gebrochene oder rissige Solarzellen;
- Blasen, Grübchen, sichtbare Korrosion, Verunreinigung oder Delaminierung;
- Verlust der mechanischen Unversehrtheit;
- CoC-Tafel delaminiert, abgeschält, verbeult oder mit Ablösungen;
- heiße Flecken und verbrannte Teile;
- Ungleichmäßigkeit der Antireflexionsbeschichtung.

Weitere Einzelheiten zu sichtbaren Beschädigungen werden in der Norm IEC 60749-3: 2017 betrachtet und außerdem sind die Produktspezifikationen in der Dokumentation des Lieferanten zu prüfen.

Darüber hinaus erfordern bestimmte CoC-Eignungsprüfungen die visuelle Bestätigung einiger Beschädigungen wie Sägeverlust, Drahtbruch, Bereich der Lotabdeckung usw.

---

[1] M. Yazdan Mehr, A. Bahrami, H. Fischer, S. Gielen, R. Corbei, W.D. van Driel, G. Q. Zhang, "An Overview of Scanning Acoustic Microscope, a Reliable Method for Non-destructive Failure Analysis of Microelectronic Components", 2015 16th international Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems, DOI: 10.1109/EuroSimE.2015.7103077

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62787:2021-04

6.6 Messung des Wärmewiderstands

Diese Messung ist ein Beschreibungsverfahren für die CoC-Prüfung bei hoher Temperatur mit Stromeinspeisung zur Identifizierung thermischer Beschädigungen, die vor und nach der Prüfung durchgeführt werden muss. Folgendes Verfahren wird durchgeführt:

- Die CoC wird mit gutem thermischem Kontakt auf einen Träger mit einem programmierbaren Temperaturregler bei natürlicher Konvektion angebracht. Zwischen CoC und Träger wird direkt unter dem Ort der Solarzelle ein sehr dünnes Thermoelement angebracht. Die programmierbare Temperaturregelung kann durch ein Peltier-Kühlmodul, einen Flüssigkeitskühler usw. realisiert werden. Die Temperatur wird auf (40 ± 0,4) °C eingestellt.
- In die CoC wird ein Vorwärts-Vorstrom von 0,5 I_{sc} eingespeist (erreicht bei maximaler Konzentration). Nach einer Übergangsperiode wird die stationäre Temperatur der Solarzelle erreicht, bei der die Spannung der CoC gemessen wird, so dass die Verlustleistung der CoC (P_{CoC}) bestimmt werden kann.
- Die Temperatur der CoC-Rückplatte (T_{bp}) wird mit dem Thermoelement gemessen.
- Mit einer Infrarot-Wärmebildkamera wird ein Bild der Solarzelle in senkrechter Richtung zur CoC-Oberfläche aufgenommen. Diese Infrarot-Wärmebildkamera muss eine Pixelauflösung haben, die deutlich unter der Größe der Solarzelle liegt. Die im Infrarotbild dargestellt maximale Temperatur der Solarzelle (T_c) wird aufgezeichnet.
- Der Wärmewiderstand zwischen der Zelle und der Rückplatte der CoC ($R_{th,c-bp}$) wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$R_{th,c-bp} = \frac{T_c - T_{bp}}{P_{CoC}} \quad (2)$$

7 Annahmekriterien

Die Bauart der nackten Zelle sollte mit bestandenen Eignungsprüfungen als geeignet bewertet werden und daher die Bauartzulassung nach IEC 62787 erhalten, wenn jeder Prüfling die Anforderungen aller Prüfungen in Tabelle 1a erfüllt. Genauso sollte die Bauart der CoC mit bestandenen Eignungsprüfungen als geeignet bewertet werden und daher die Bauartzulassung nach IEC 62787 erhalten, wenn jeder Prüfling die Anforderungen aller Prüfungen in Tabelle 1b erfüllt. Außerdem müssen nackte Solarzellen, die bei der Herstellung von CoCs verwendet werden, zuvor nach dieser Norm IEC 62787 qualifiziert werden.

Sofern im anwendbaren Prüfverfahren nicht anders angegeben, müssen alle in Belastungsprüfungen beobachteten Ausfälle unabhängig von der Ausfallart dokumentiert werden. Das Ausschließen von Ausfällen aus der Prüfauswertung und den Prüfergebnissen muss klar begründet werden und die Informationen zu diesen Ausfällen müssen für eine Überprüfung auf Antrag verfügbar sein.

Falls im Verlauf der Prüfungen einige Ausfälle beobachtet werden, sollte das folgende Verfahren zur Beurteilung und zur erneuten Prüfung angewendet werden:

a) Mehr als drei nicht bestandene Prüfungen der Tabelle 1a oder 1b sind nicht zulässig und es muss angenommen werden, dass das Bauelement dann die Qualifikationsanforderungen nicht erfüllt hat.

b) Wenn eine oder zwei geprüfte Bauarten die Prüfung nicht bestehen, weil zwei oder mehr Prüflinge die Annahmekriterien der gleichen Prüfung in Tabelle 1a (für nackte Zellen) oder Tabelle 1b (für CoCs) nicht erfüllen, muss angenommen werden, dass das Bauelement die Qualifikationsanforderungen nicht erfüllt hat.

c) Wenn eine oder zwei geprüfte Bauarten die Prüfung nicht bestehen, weil ein Prüfling die gleiche Prüfung nicht besteht, können zwei weitere Prüflinge der Prüfung von Beginn an unterzogen werden, die die Anforderungen dann erfüllen müssen.

d) Wenn im Fall c) alle Prüflinge die Prüfung bestehen, muss das Bauelement als den Qualifikationsanforderungen entsprechend bewertet werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62787:2021-04

e) Wenn im Fall c) einer oder mehrere dieser Prüflinge die Prüfung ebenfalls nicht bestehen, muss angenommen werden, dass das Bauelement die Qualifikationsanforderungen nicht erfüllt hat.

f) Im Fall a), b) oder e) müssen üblicherweise nach einer Verbesserung des Entwurfs oder der Verarbeitung alle in Tabelle 1a (für nackte Zellen) oder in Tabelle 1b (für CoCs) beschriebenen Prüfungen wiederholt werden. Es muss ein Bericht der Nichtübereinstimmungen vorgelegt werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62787:2021-04