

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
13. Dezember 2012 (13.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/168250 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 31/12 (2006.01) *G01R 31/40* (2006.01)
G01R 31/26 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/060615
- (22) Internationales Anmeldedatum:
5. Juni 2012 (05.06.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 104 692.9 5. Juni 2011 (05.06.2011) DE
10 2011 051 091.5 15. Juni 2011 (15.06.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SCHOTT SOLAR AG** [DE/DE];
Hattenbergstraße 10, 55122 Mainz (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **NAGEL, Henning**
[DE/DE]; Bachstraße 15, 63755 Alzenau (DE).
- (74) Anwalt: **2K PATENTANWÄLTE BLASBERG, KEWITZ & REICHEL PARTNERSCHAFT**;
Corneliusstraße 18, 60325 Frankfurt am Main (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ASSESSING POTENTIAL INDUCED DEGRADATION OF SOLAR CELLS AND PHOTOVOLTAIC PANELS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR BEWERTUNG DER HOCHSPANNUNGSDEGRADATION VON SOLARZELLEN UND PHOTOVOLTAIK-MODULEN

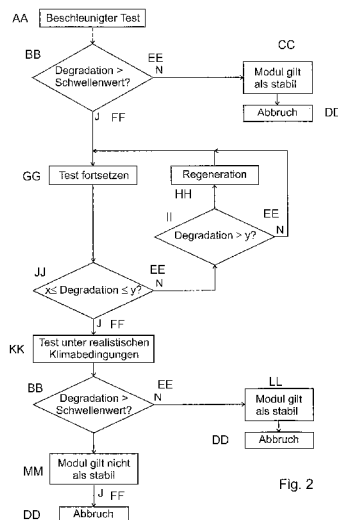


Fig. 2

AA Accelerated test
BB Degradation > threshold value?
CC Panel classed as stable
DD Abort
EE N
FF Y
GG Continue test
HH Regeneration
II Degradation
JJ x ≤ Degradation ≤ y?
KK Test in realistic climatic conditions
LL Panel classed as stable
MM Panel classed as not stable

(57) Abstract: The invention relates to a method for assessing potential induced degradation of solar cells and photovoltaic panels. In a first method step of said method, a first electric current is applied to a solar cell or to a photovoltaic panel, and, after the elapse of a first time interval, an electric characteristic of the solar cell or of the photovoltaic panel is measured. If the change in the electric characteristic or in the potential induced degradation derived therefrom exceeds a pre-defined first threshold value, the solar cell or the photovoltaic panel undergoes a second method step, in which the solar cell or the photovoltaic panel are subjected to different environmental conditions than during the first method step, preferably to simulated realistic operating conditions, and an electric characteristic of the solar cell or of the photovoltaic panel is measured, said electric characteristic being used to assess the potential induced degradation of the solar cell or of the photovoltaic panel.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bewertung der Hochspannungsdegradation von Solarzellen und Photovoltaik-Modulen, bei welchem Verfahren in einem ersten Verfahrensschritt an eine Solarzelle bzw. ein Photovoltaik-Modul eine erste elektrische Spannung angelegt wird und nach Ablauf

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

eines ersten Zeitintervalls eine elektrische Kenngröße der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls gemessen wird, die Solarzelle bzw. das Photovoltaik-Modul an einen zweiten Verfahrensschritt übergeben wird, wenn die Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungsdegradation einen vorbestimmten ersten Schwellenwert überschreitet und die Solarzelle bzw. das Photovoltaik-Modul in dem zweiten Verfahrensschritt anderen Umgebungsbedingungen als während des ersten Verfahrensschritts, bevorzugt simulierten realistischen Einsatzbedingungen, unterzogen wird und eine elektrische Kenngröße der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls gemessen wird, anhand der die Hochspannungsdegradation der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls bewertet wird.

5

VERFAHREN ZUR BEWERTUNG DER HOCHSPANNUNGSDEGRADATION VON SOLARZELLEN UND PHOTOVOLTAIK-MODULEN

10 Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Prioritäten der Deutschen Patentanmeldungen DE 10 2011 104 692.9 „VERFAHREN ZUR BEWERTUNG DER HOCHSPANNUNGS-DEGRADATION VON PHOTOVOLTAIK-MODULEN“, angemeldet am 5. Juni 2011 und DE 10 2011 051 091.5 „VERFAHREN ZUR BEWERTUNG DER HOCHSPANNUNGS-DEGRADATION VON PHOTOVOLTAIK-MODULEN“,
15 angemeldet am 15. Juni 2011, deren gesamter Inhalt hiermit im Wege der Bezugnahme ausdrücklich mit beinhaltet sei.

Gebiet der Erfindung

20 Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein die Bewertung von Solarzellen und Photovoltaik-Modulen, bspw. im Rahmen deren Herstellung, und betrifft insbesondere ein Verfahren zur Bewertung der Hochspannungsdegradation (High Voltage Stress (HVS) oder Potential Induced Degradation (PID)) von Solarzellen und Photovoltaik-Modulen. Ein weiterer Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung betrifft die Verwendung eines solchen
25 Verfahrens bei der Herstellung von Solarzellen oder Photovoltaik-Modulen.

Hintergrund der Erfindung

Ein typisches Photovoltaik-Modul umfasst eine Mehrzahl von Solarzellen, die mit Hilfe
30 von metallischen Verbindern in Reihe geschaltet sind. Die Solarzellen sind in ein Einbettungsmaterial einlaminiert, das isolierend ist und diese vor Witterungseinflüssen schützen soll. Heutzutage werden durch die Reihenschaltung der Solarzellen in einem Photovoltaik-Modul und die Reihenschaltung mehrerer solcher Photovoltaik-Module zu

5 einem System regelmäßig Systemspannungen von mehreren 100 Volt erzeugt, so dass sich sehr hohe elektrische Felder zwischen Solarzellen und Erdungspotential ergeben, die zu unerwünschten Verschiebungs- und Ableitströmen führen. Dadurch können insbesondere Ladungen auf der Oberfläche der Solarzellen dauerhaft deponiert werden, die deren Parallelwiderstand und somit deren Wirkungsgrad erheblich reduzieren können. In Photovoltaik-Modulen wird dieser Prozess insbesondere deshalb ermöglicht und in Gang gehalten, weil die Solarzellen im Modul doch nicht so hermetisch eingekapselt und isoliert sind, wie dies die Materialeigenschaften hergeben sollten. Das Einkapslungsmaterial, in welchem die Solarzellen eingebettet sind, der Modulrahmen und selbst das vordere Abdeckglas ermöglichen die Bildung von Leckströmen. Davon betroffen sind nicht nur kristalline Silizium-Solarzellen, sondern auch Dünnschicht-Solarzellen.

15 Bei hohen Systemspannungen kann es zu einer Reduktion des Parallelwiderstands von kristallinen Solarzellen und somit zur Leistungsdegradation kommen. Diese kann nach relativ langer Zeit abrupt einsetzen, und zwar dann, wenn die Flächenladungsdichte auf den Solarzellen einen gewissen Schwellenwert überschritten hat. Bis zu diesem Zeitpunkt ist es jedoch unmöglich abzuschätzen, ob das jeweilige Photovoltaik-Modul degradieren wird oder nicht. Dies macht es unmöglich, frühzeitig eine Voraussage über eine Modullebensdauer von mindestens 25 Jahren zu treffen.

20 J. Berghold, O. Frank et al., "Potential Induced Degradation of solar cells and panels", 5th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, 6-10 September 2010, Valencia, Spain, S. 3753-3759 und S. Pingel, O. Frank et al., "Potential Induced Degradation of solar cells and panels", Proceedings of the 35th IEEE PVSC, 2010, offenbaren ein Modultestverfahren, bei dem auf das Frontglas ein konstanter und kontinuierlicher Wasserfilm durch Aufsprühen aufgebracht wird und eine hohe Spannung zwischen Zellmatrix und Modulrahmen angelegt wird, um die Degradation elektrischer Kenngrößen zu bestimmen, insbesondere Strom-Spannungs-Kennlinien oder den Parallelwiderstand.

30 Durch Erhöhung der Temperatur, Spannung und Luftfeuchte oder durch Belegung der Module mit einem Wasserfilm kann die potentialinduzierte Degradation beschleunigt werden. Module, die in diesen beschleunigten Tests hinreichend lange absolut stabil sind, gelten als stabil für die gesamte Modullebensdauer. Für Module, die sich in diesen

beschleunigten Tests als nicht stabil herausstellen, muss das jedoch nicht zwangsläufig bedeuten, dass diese unter realen Einsatzbedingungen degradieren werden, weil die Bedingungen während den beschleunigten Tests nicht den tatsächlichen realen Einsatzbedingungen entsprechen. Folglich müssten diese als instabil geltenden Module eigentlich unter realistischen Klimabedingungen mit vollständiger Simulation von tatsächlichen Einsatzbedingungen getestet werden, was jedoch wegen des vorstehend beschriebenen Verhaltens des abrupten Einsetzens der Degradation eine sehr lange Testzeit zur Folge hätte.

Zusammenfassung der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein beschleunigtes Verfahren zur realistischen Bewertung der Degradation von Solarzellen und Photovoltaik-Modulen unter dem Einfluss einer hohen elektrischen Spannung, der sogenannten potentialinduzierten Degradation (PID; Hochspannungs-Degradation), bereitzustellen. Weitere Gesichtspunkte der vorliegenden Erfindung betreffen die Verwendung eines solchen Verfahrens bei der Herstellung von Solarzellen oder Photovoltaik-Modulen.

Bei einem Verfahren nach der vorliegenden Erfindung wird im Wesentlichen ein zweistufiger Test verwendet. In einem ersten Verfahrensschritt wird an eine Solarzelle bzw. ein Photovoltaik-Modul eine erste elektrische Spannung, ganz besonders bevorzugt eine elektrische Gleichspannung, angelegt und nach Ablauf eines ersten vorbestimmten Zeitintervalls eine elektrische Kenngröße der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls gemessen. In diesem ersten Verfahrensschritt kann insbesondere ein beschleunigter Test vorgenommen werden, wie nachfolgend noch ausführlicher erläutert. Die Solarzelle bzw. das Photovoltaik-Modul wird im Anschluss an den ersten Verfahrensschritt nur dann an einen zweiten Verfahrensschritt übergeben, wenn die Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungsdegradation einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet. Dieser vorbestimmte erste Schwellenwert kann vergleichsweise gering sein oder auch den natürlichen Betriebsschwankungen einer als stabil geltenden Solarzelle bzw. eines als stabil geltenden Photovoltaik-Moduls entsprechen, also im Wesentlichen auch verschwindend sein. Wird dieser erste vorbestimmte Schwellenwert nicht überschritten, so wird die Solarzelle bzw. das

Photovoltaik-Modul als stabil bewertet und das Testverfahren abgebrochen. Wenn hingegen der erste vorbestimmte Schwellenwert überschritten wird, so wird die Solarzelle bzw. das Photovoltaik-Modul in einem zweiten Verfahrensschritt anderen Umgebungsbedingungen als während des ersten Verfahrensschrittes unterzogen, wie nachfolgend erläutert, und dabei mindestens einmal eine elektrische Kenngröße der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls gemessen, anhand der die Hochspannungsdegradation der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls bewertet werden kann. Insbesondere können diese während des zweiten Verfahrensschritts vorherrschenden Bedingungen realistische Einsatzbedingungen simulieren, wie nachfolgend näher erläutert.

Somit werden nicht sämtliche Solarzellen bzw. Photovoltaik-Module beiden Verfahrensschritten unterzogen, sondern nur die nach dem ersten Verfahrensschritt als möglicherweise instabil bewerteten Solarzellen bzw. Photovoltaik-Module. Auch wenn dies für einzelne Solarzellen bzw. Photovoltaik-Module durchaus eine vergleichsweise lange Testdauer bedeuten kann, so kann erfindungsgemäß die durchschnittliche Testdauer je Solarzelle bzw. Photovoltaik-Modul signifikant reduziert werden, was so Herstellungskosten reduzieren hilft, aber dennoch eine realistische Bewertung der Degradation von Solarzellen bzw. Photovoltaik-Modulen unter dem Einfluss einer hohen elektrischen Spannung ermöglicht.

Bevorzugt wird in dem ersten bzw. zweiten Verfahrensschritt eine erste bzw. zweite elektrische Spannung zwischen der Solarzelle und einer Gegenelektrode oder zwischen der Zellmatrix eines Photovoltaik-Moduls und einer Gegenelektrode angelegt. Hierzu liegt die Solarzelle bzw. das Photovoltaik-Modul mit der Rückseite zweckmäßig auf einer geerdeten Bodenplatte auf, wobei die vorgenannte erste bzw. zweite Spannung mittels einer Gegenelektrode an die Vorderseite der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls angelegt wird. Als Gegenelektrode eignet sich insbesondere ein elastischer, elektrisch leitfähiger Kunststoff, der gegen die Vorderseite der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls geeignet angedrückt wird. Die Gegenelektrode liegt zweckmäßig vollflächig an der Vorderseite der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls an und wird zu diesem Zweck mittels einer Druckplatte oder dergleichen gegen die Vorderseite der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls gedrückt. Die Gegenelektrode muss nicht notwendigerweise an der gesamten Oberfläche der Vorderseite der Solarzelle bzw. des

Photovoltaik-Moduls anliegen, tut dies jedoch gemäß einer weiter bevorzugten Ausführungsform.

Bevorzugt wird in dem ersten Verfahrensschritt ein beschleunigter Test vorgenommen, während dem durch Erhöhung von Temperatur und/oder Spannung und/oder Luftfeuchte die potential-induzierte Degradation beschleunigt wird. Zu diesem Zweck wird es insbesondere bevorzugt, wenn die in dem ersten Verfahrensschritt vorherrschende Temperatur größer als 60° C ist und noch bevorzugter 85° C beträgt und dabei eine hohe relative Luftfeuchtigkeit vorherrscht, vorzugsweise von größer als 60 % und noch bevorzugter von 85%. Zur weiteren Beschleunigung des Tests kann die Oberfläche der Photovoltaik-Module mit Wasser besprüht oder mit nassen Tüchern belegt werden. Solarzellen bzw. Photovoltaik-Module, die in diesem beschleunigten Test hinreichend lange absolut stabil sind, was durch Vorgabe der Länge des ersten vorbestimmten Zeitintervalls einfach beeinflusst werden kann, gelten erfindungsgemäß als stabil für die gesamte Modul-Lebensdauer. Nur für diejenigen Solarzellen bzw. Module, die als möglicherweise instabil bewertet werden, wird ein weiterer Test in dem sich anschließenden zweiten Verfahrensschritt vorgenommen, insbesondere unter Simulierung realistischer Einsatzbedingungen.

Zur weiteren Beschleunigung in dem ersten Verfahrensschritt ist die erste Spannung eine Gleichspannung und beträgt bevorzugt zumindest -500 V und noch bevorzugter etwa -1.000 V. Es hat sich gezeigt, dass bei derart hohen negativen Spannungen zwischen der Solarzelle und einer Gegenelektrode bzw. der Zellmatrix und dem Rahmen eines Photovoltaik-Moduls eine potential-induzierte Degradation hinreichend schnell anhand messbarer elektrischer Kenngrößen festgestellt werden kann, so dass mit ausreichend hoher Wahrscheinlichkeit auf das Gesamtverhalten während der Modul-Lebensdauer zurückgeschlossen werden kann.

Bei rahmenlosen Modulen werden leitfähige Klammern, Klebestreifen oder Ähnliches an den Modulen angebracht. Diese werden statt des Rahmens mit dem Pluspol der Spannungsquelle verbunden.

Das erste Zeitintervall kann dabei zumindest eine Woche, bevorzugt etwa vier Wochen betragen. Über den ersten Schwellenwert kann der prozentuale Anteile von Solarzellen bzw. Photovoltaik-Modulen, die dem weiteren zweiten Verfahrensschritt unterzogen werden sollen, signifikant variiert werden. Als ausreichend für eine aussagekräftige Bewertung der Solarzellen bzw. Photovoltaik-Module hat sich ein erster vorbestimmter Schwellenwert von zumindest 1 %, bevorzugter zumindest 2,0 % und noch bevorzugter etwa 5,0 % herausgestellt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden zur Simulation von realistischen Einsatzbedingungen auf die Solarzelle bzw. das Photovoltaik-Modul einwirkende Parameter bzw. physikalische Größen unter Zugrundelegung von vorbestimmten Tages- und Nachtlängen stufenweise oder allmählich periodisch variiert. So kann beispielsweise unter Zugrundelegung einer Anwendung in mitteleuropäischen Regionen im Sommer eine entsprechende Tageslänge von etwa 12 bis 16 Stunden und eine Nachtlänge von etwa 12 bis 8 Stunden zugrunde gelegt werden und können in diesen Zeitintervallen weitere Parameter oder Größen, wie beispielsweise Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, an die Solarzelle bzw. das Photovoltaik-Modul anliegende Spannung und/oder einfallende Lichtleistung stufenweise oder allmählich, beispielsweise ein tatsächliches Tag- oder Nachtprofil annähernd, periodisch variiert werden, und zwar entsprechend der Gesamttageslänge. Derartige Testbedingungen lassen sich auch einfach protokollieren und in Form eines Standards festlegen.

Zur Simulation der Tagesparameter kann insbesondere während der vorbestimmten Taglänge eine Spannung von zumindest -300 V und bevorzugter von etwa -400 V an die Solarzelle bzw. das Photovoltaik-Modul angelegt werden oder dieses mit einer vorbestimmten einfallenden Lichtleistung beschienen werden und während der vorbestimmten Nachtlänge eine Spannung von 0 V (Lagerung ohne Anlegen einer Spannung) oder eine verschwindende Lichtleistung vorherrschen. Durch letzteres wird die Regeneration der Solarzelle bzw. des Solarmoduls über Nacht berücksichtigt. Entsprechend können auch die Umgebungstemperaturen variiert werden, beispielsweise während der vorbestimmten Tageslänge zumindest 45°C und bevorzugter etwa 75°C betragen und während der vorbestimmten Nachtlänge niedriger sein, und zwar bevorzugt 15°C betragen. Derartige Parameter können in einfacher Weise an die klimatischen

Bedingungen des Ziel-Einsatzortes angepasst werden und in einer üblichen Klimakammer ohne weiteres vorgegeben und simuliert werden.

5 Ergänzend kann dabei die in dem zweiten Verfahrensschritt vorherrschende relative Luftfeuchtigkeit vergleichsweise hoch gewählt werden, beispielsweise größer als 60% sein und bevorzugter 85% betragen. Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird dann, wenn nach dem ersten Verfahrensschritt eine Degradation festgestellt wird, der erste Verfahrensschritt solange fortgeführt, bis die Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungsdegradation innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt, der variabel vorgegeben werden kann und beispielsweise 4% bis 10% betragen kann.

15 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die elektrische Kenngröße eine Spannungs-Strom-Kennlinie (UI) und/oder ein Parallelwiderstand der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls und/oder die für eine vorbestimmte einfallende Lichtleistung tatsächlich erzeugte elektrische Leistung bzw. der Wirkungsgrad der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls.

20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird zur weiteren Beschleunigung jedenfalls während des ersten Verfahrensschrittes ein elektrisch leitfähiger elastischer Kunststoff, vorzugsweise Schaumstoff, Gummi oder Silikon, auf die Vorderseite der jeweiligen Solarzelle bzw. des jeweiligen Photovoltaikmoduls aufgedrückt und eine Gleichspannung, die größer als -50 V ist und insbesondere die Größenordnung von mehreren -100 V bis beispielsweise etwa -1.000 V erreichen kann, zwischen den leitfähigen Kunststoff und die jeweilige Solarzelle bzw. die Zellmatrix im jeweiligen Photovoltaikmodul angelegt.

25 Bevorzugt ist die jeweilige Solarzelle bzw. das jeweilige Photovoltaikmodul während des Hochspannungs-Degradationsprozesses dabei unmittelbar auf einer geerdeten Bodenplatte angeordnet, beispielsweise aus Edelstahl. Die Gleichspannung wird dabei bevorzugt gleichmäßig an die Vorderseite des jeweiligen Photovoltaikmoduls angelegt.

30 Überraschenderweise hat es sich gezeigt, dass durch diese Testbedingungen reale Einsatzbedingungen gut simuliert werden können. Insbesondere lassen sich Leckströme einfach und zuverlässig detektieren, ohne dass dabei das jeweilige Photovoltaikmodul einer feuchten Umgebung oder gar einem permanenten Wasserfilm ausgesetzt zu werden

braucht. Vielmehr kann erfindungsgemäß die jeweilige Solarzelle bzw. das jeweilige Photovoltaikmodul quasi unter Trockenbedingungen zuverlässig getestet werden. Die Solarzellen können somit nach bestandem Test zum Einbau in Photovoltaik-Module unmittelbar weiter verwendet werden, ohne dass aufwendige Reinigungs- und Weiterverarbeitungsprozesse erforderlich wären, um die jeweiligen Solarzellen überhaupt geeignet für den weiteren Verbau in Photovoltaik-Module zu machen.

Die Hochspannung kann dabei an den leitfähigen Kunststoff über eine Hochspannungselektrode angelegt werden, wobei bevorzugt die gesamte Rückseite der leitfähigen Kunststoffschicht, also die der Vorderseite der Solarzelle bzw. des Photovoltaikmoduls abgewandte Rückseite des Kunststoffs, zumindest in dem der Solarzelle bzw. dem Photovoltaikmodul unmittelbar gegenüberliegenden Bereich vollständig mit einer leitfähigen Schicht überzogen bzw. beschichtet ist, insbesondere einer Metallschicht bzw. Metallisierung. So können Ladungen noch gleichmäßiger verteilt werden.

Zur Bereitstellung zuverlässiger Testbedingungen wird der elektrisch leitfähige Kunststoff bevorzugt mit einem vorbestimmten und gleichmäßig über die gesamte Fläche der jeweiligen Solarzelle bzw. des jeweiligen Photovoltaikmoduls verteilten Druck beaufschlagt, wobei der Druck bevorzugt so gewählt ist, dass der Kunststoff seine elastischen Eigenschaften beibehält und somit für einen erneuten Test wiederverwendbar ist. Dabei sollte auf einen gewissen Mindestdruck geachtet werden, um eine vollflächige Anlage des Kunststoffs auf der Vorderseite der jeweiligen Solarzelle bzw. des jeweiligen Photovoltaikmoduls zu gewährleisten. Dieser Druck kann beispielsweise zumindest 0,3 kPa betragen.

Als elektrisch leitfähige Kunststoffe eignen sich dabei insbesondere Kunststoffe auf Styrol- oder Polyurethanbasis oder auch geschäumte Kunststoffe, wie beispielsweise Schaumstoffe, hergestellt insbesondere auch unter inerten Gasatmosphären, insbesondere Edelgasatmosphären. Ferner eignet sich leitfähiger Gummi oder Silikon.

Zur gleichmäßigen Verteilung des Drucks auf die gesamte Fläche der jeweiligen Solarzelle bzw. des jeweiligen Photovoltaikmoduls kann dabei der Druck mittels einer auf die

Rückseite des leitfähigen Kunststoffs einwirkenden isolierenden Kunststoffplatte ausgeübt werden. Dabei kann insbesondere eine faserverstärkte Kunststoffplatte eingesetzt werden, was eine vergleichsweise hohe Biegesteifigkeit ermöglicht und somit eine Vergleichmäßigung des Drucks auch bei lokaler Krafteinwirkung auf die Kunststoffplatte.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Spannung, vorzugsweise eine Gleichspannung, von einer Hochspannungsquelle mittels zumindest einer Elektrode angelegt, die mit der Rückseite, d.h. mit der Vorderseite der jeweiligen Solarzelle bzw. des jeweiligen Photovoltaikmoduls abgewandten Seite, des leitfähigen Kunststoffs verbunden ist und diese kontaktiert.

Zur gleichmäßigen Verteilung des Drucks werden in einer weiteren Ausführungsform jeweils 2 Photovoltaikmodule gegeneinander gepresst, wobei sich der leitfähige Kunststoff zwischen ihnen befindet. In diesem Fall wird der leitfähige Kunststoff an mindestens einer Stelle seitlich kontaktiert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die elektrische Kenngröße der Solarzelle mittels einer Messelektrode gemessen, die mittels einer isolierenden Hülse, insbesondere einer Kunststoffhülse, den leitfähigen Kunststoff durchgreift und mit der Vorderseite der jeweiligen Solarzelle in Kontakt steht. Zur Kontaktierung der Vorderseite der Solarzelle kann dabei ein berührender Kontakt ausreichend sein. Dabei kann die Dicke des leitfähigen Kunststoffs variieren, beispielsweise je nach den zu realisierenden Testbedingungen oder aufgrund der Druckbeaufschlagung. Somit sind die Messelektrodenhülsen bevorzugt höhenverstellbar ausgelegt.

Alternativ befinden sich bei Rückkontaktsolarzellen in der Vorrichtung mindestens zwei getrennte Kontakte auf der Rückseite.

Bevorzugt liegt der Schichtwiderstand des leitfähigen Kunststoffs, d.h. der spezifische Widerstand/Dicke, im Bereich zwischen und 10^5 bis 10^{11} Ω/sq , um eine gleichmäßige Aufladung der Oberfläche der Solarzelle bzw. des Photovoltaikmoduls zu gewährleisten.

Ein weiterer Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung betrifft ferner die Verwendung eines Verfahrens, wie vorstehend beschrieben, bei der Herstellung von Photovoltaik-Modulen, wobei nur solche Solarzellen und fertig komplettierte Photovoltaik-Module tatsächlich weiterverwendet bzw. ausgeliefert werden dürfen, deren Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungsdegradation entweder nach dem ersten Verfahrensschritt den ersten vorbestimmten Schwellenwert nicht überschreitet oder nach dem zweiten Verfahrensschritt einen zweiten vorbestimmten Schwellenwert nicht überschreitet. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann dabei der zweite vorbestimmte Schwellenwert kleiner oder gleich dem ersten vorbestimmten Schwellenwert sein.

Figurenbeschreibung

Nachfolgend wird die Erfindung in beispielhafter Weise und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben werden, woraus sich weitere Merkmale, Vorteile und zu lösende Aufgaben ergeben werden. Es zeigen:

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung einen Messaufbau zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 ein schematisches Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 3 mögliche Leistungsverläufe von Solarzellen bzw. Photovoltaik-Modulen unter Testbedingungen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Ausführliche Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen

Zunächst wird nachfolgend anhand der Fig. 1 der prinzipielle Aufbau einer Messvorrichtung 15 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben, und zwar am Beispiel der Messung der Hochspannungsdegradation eines Photovoltaik-Moduls 8. Das Photovoltaik-Modul 8 ist auf einer geerdeten Bodenplatte 16 aufgelegt, die bevorzugt aus einem Edelstahl hergestellt ist. Auf der Bodenplatte 16 liegt die Rückseite des Photovoltaik-Moduls 8 auf. Sofern der Rand des Rahmens (nicht dargestellt) von der mit der Rückseitenfolie bedeckten Rückseite vorsteht, kann in dem mittleren Bereich des

Photovoltaik-Moduls 8 ein erhabener Abschnitt vorgesehen sein, der vollflächig an der Rückseite des Photovoltaik-Moduls 8 unmittelbar anliegt.

Wie in der Fig. 1 dargestellt, wird auf die Vorderseite des Photovoltaik-Moduls 8, d.h. auf die transparente Glas-Abdeckscheibe, ein elektrisch leitfähiger, elastischer Kunststoff 1 aufgedrückt. Dieser hat bevorzugt einen Schichtwiderstand (= spezifischer Widerstand/Dicke) im Bereich zwischen und 10^5 bis 10^{11} Ω/sq . Die dem Photovoltaik-Modul 8 abgewandte Rückseite des leitfähigen Kunststoffs 1 oder die Vorderseite der Druckplatte 7 kann mit einer Metallplatte bzw. Metallisierung (in der Fig. 1 ohne Bezugszeichen dargestellt) versehen sein. Der elastische Kunststoff 1 wird mittels einer Druckplatte 7, bevorzugt aus einem faserverstärkten Kunststoff, gleichmäßig mit Druck beaufschlagt. So kommt es zu einer vollflächigen Anlage des Kunststoffs 1 auf der Oberseite des Photovoltaik-Moduls 8, wobei gleichzeitig eine konstante elektrische Potentialdifferenz zwischen der Druckplatte 7 und der Zellmatrix im Photovoltaik-Modul 8 erzeugt wird. Genauer gesagt wird die konstante elektrische Potentialdifferenz durch Anlegen einer geeigneten Spannung, bevorzugt einer Hochspannung, an die Metallplatte bzw. Metallisierung erzeugt, wobei die Rückseite des Photovoltaik-Moduls 8 vollflächig auf der geerdeten Bodenplatte 16 aufliegt. Die Druckplatte 7 dient dabei nicht nur einer Druckbeaufschlagung, sondern auch einer Isolation zur Umgebung. Zur Beaufschlagung der Metallplatte bzw. Metallisierung mit der Hochspannung erstreckt sich zumindest eine Hochspannungs-Kontaktelektrode 17 durch die Druckplatte 7 hindurch bis zu der Metallplatte bzw. Metallisierung, die jeweils mit einer Hochspannungsquelle 20 verbunden ist. Die Hochspannungs-Kontaktelektrode 17 ist zweckmäßig in eine isolierende Kontakthülse eingeschraubt. Die Hochspannungs-Kontaktelektrode 17 ist elektrisch gegen die Druckplatte 7 isoliert.

Alternativ kann mit dem gleichen, typischerweise bzgl. der Abmessungen aber kleineren Aufbau das Verfahren auch auf mindestens eine nicht eingekapselte Solarzelle angewendet werden. In diesem Fall ist in die Druckplatte 7 zumindest eine isolierende Kontakthülse 18 eingeschraubt, in die ein Messkontakt eingesetzt ist, welcher die Vorderseite, insbesondere die Vorderseitenmetallisierung der zu bewertenden Solarzelle, berührt, um die elektrische Kenngröße ableiten zu können. Bei Rückkontaktsolarzellen ohne

Vorderseitenmetallisierung befinden sich alternativ in der Vorrichtung mindestens zwei getrennte Kontakte auf der Rückseite.

Die im Aufbau verwendeten Kunststoffe bzw. Schaumstoffe, Kabel etc. sind für Temperaturen bis zu etwa 130°C ausgelegt, wobei der Plattenabstand zwischen Druckplatte 7 und Bodenplatte 16 für die Anwendung des Verfahrens auf Solarzellen zwischen 10 und 20 mm einstellbar ist. Die Kontakthülsen 18 sind daher höhenverstellbar ausgelegt. Damit der leitfähige elastische Kunststoff 1 während des Tests nicht seitlich wegrutscht, sind an der Druckplatte 7 Positionierungsmittel, beispielsweise in Form von seitlichen Vorsprüngen, vorgesehen, die den Kunststoff in seiner Position halten.

Wie in der Fig. 1 gezeigt, ist die Bodenplatte 16 mit einem Erdungspotential und die Hochspannungs-Kontaktelektrode 17 mit einer Hochspannungsquelle 20 verbunden.

Für die Anwendung des Verfahrens auf Solarzellen ist jeder Messpunkt, der über den Messkontakt 18 ausgebildet, ist über ein entgegengesetzt angeordnetes Zener-Diodenpaar Z1...Z40 zum Schutz gegen ungewollte Spannungsspitzen bei der Messung parallel zu dem Messgerät 22, insbesondere einem Digital-Multimeter, geschaltet. Treten Spannungen von beispielsweise größer als 12 V oder kleiner als -12 V während der Messung an den Messkontakten 18 auf, dann bricht das antiseriell angeordnete Zener-Diodenpaar durch und schließt den Stromkreis kurz. Mit Hilfe des Multiplexers 21 können die elektrischen Kenngrößen an einer Mehrzahl von diskreten Messpunkten 18, die den vorgenannten Kontakthülsen entsprechen, sequentiell und in einer vorbestimmten zeitlichen Reihenfolge gemessen werden, indem der jeweilige Messkontakt 18 zugeschaltet bzw. durchgeschaltet wird. Die Ausgangssignale des Messgeräts 22 werden einer Auswertungseinrichtung 23 übergeben, beispielsweise einem Computer, welcher die gewonnenen Messdaten auswertet und/oder grafisch aufbereitet.

Gemäß der Fig. 1 ist der gesamte Messbereich einschließlich der Bodenplatte 16, des elektrisch leitfähigen, elastischen Kunststoffs 1 und der Druckplatte 7 in einer Klimakammer 19 angeordnet, in welcher geeignete Umgebungsbedingungen simuliert werden können, insbesondere erhöhte Temperaturen von beispielsweise 85° C und/oder eine vorbestimmte relative Luftfeuchtigkeit von beispielsweise 85 %. Ergänzend oder

alternativ kann auch nur der leitfähige Kunststoff 1 und/oder die zu messende Solarzelle bzw. das zu messende Photovoltaik-Modul auf einer vorbestimmten Temperatur gehalten werden, beispielsweise von größer als 40° C.

5 Für einen Schnelltest in dem ersten Verfahrensschritt wird eine Spannung von bevorzugt einigen -100 V, beispielsweise von -1.000 V, zwischen dem leitfähigen elastischen Kunststoff 1 und der zu testenden Solarzelle bzw. dem zu testenden Photovoltaik-Modul angelegt. Mittels der Klimakammer 19 werden dabei gleichzeitig, zur weiteren Beschleunigung, eine hohe Temperatur von größer als 60 ° C und eine hohe relative
10 Luftfeuchtigkeit von größer als 60 %, beispielsweise eine Temperatur von 85° C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 85 %, eingestellt. Der in der Fig. 1 dargestellte leitfähige elastische Kunststoff 1, der auf die Vorderseite der Solarzelle oder die vordere Modulabdeckung gedrückt wird, dient dabei einer weiteren Beschleunigung des Tests, zumindest während des ersten Verfahrensschrittes. Alternativ kann die Photovoltaik-
15 Modul-Vorderseite auch mit Wasser besprüht oder mit nassen Tüchern abgedeckt werden. Zur Erhöhung der Leitfähigkeit kann das Wasser Salze enthalten. Wiederholend in gewissen Zeitabständen wird das Photovoltaik-Modul von der Spannung getrennt und die elektrische Kenngröße bestimmt, insbesondere eine Spannungs-Strom-Kennlinie (UI) und/oder der Parallel-Widerstand (Dunkelkennlinie und/oder Hellkennlinie), und/oder die
20 tatsächlich erzeugte elektrische Leistung bei Einfall einer vorbestimmten Lichtleistung. Alternativ kann die Messung der Kenngröße auch ohne Trennung der Spannung erfolgen. Das ist insbesondere das bevorzugte Verfahren bei der Messung der Kenngröße mindestens einer zu testenden Solarzelle, d. h. Spannungs-Strom-Kennlinie (UI) und/oder der Parallel-Widerstand (Dunkelkennlinie und/oder Hellkennlinie), und/oder die
25 tatsächlich erzeugte elektrische Leistung bei Einfall einer vorbestimmten Lichtleistung.

Ein Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend anhand der Fig. 2 ausführlicher beschrieben. Zunächst wird in dem ersten Verfahrensschritt ein sogenannter beschleunigter Test ausgeführt, wie dieser vorstehend bereits beschrieben wurde. Wenn
30 innerhalb eines festgelegten Zeitraums von beispielsweise 4 Wochen keine Degradation auftritt oder die Degradation einen vorbestimmten ersten Schwellenwert nicht überschreitet, der beispielsweise 1 %, bevorzugter zumindest 2,0 % und noch bevorzugter etwa 5,0 % beträgt, so gelten die Solarzellen bzw. die Module als stabil und das weitere

Verfahren wird abgebrochen. Falls jedoch eine Degradation auftritt und insbesondere die Degradation einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, wie dieser insbesondere vorstehend ausgeführt wurde, so wird der beschleunigte Test solange fortgeführt, bis die Degradation der Der Solarzell- bzw. Modulleistung in einem vorbestimmten Bereich liegt, insbesondere wenn die Degradation größer als X (beispielsweise $X = 4\%$) und kleiner gleich Y ($Y = 10\%$) ist. Danach endet der erste Verfahrensschritt.

Falls aufgrund der gewählten Messintervalle, zu denen die elektrische Kenngröße gemessen wird, die tatsächliche Leistungsdegradation dann größer sein sollte als Y, werden die Solarzellen bzw. Module in einem Zwischenschritt teilweise regeneriert, bis die Leistungsdegradation in dem geforderten Bereich zwischen X und Y liegt. Zu diesem Zweck kann zunächst abgefragt werden, ob die Degradation größer oder gleichgroß Y ist. Wenn dies nicht der Fall ist, wird der beschleunigte Test fortgesetzt und kehrt das Verfahren zurück zu dem Block „Test fortsetzen“. Wenn die Degradation größer oder gleichgroß Y ist, so erfolgt in einem Zwischenschritt eine Regeneration der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls, insbesondere bei Lagerung der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls ohne Anlegen einer Spannung (0 V) und bei einer Temperatur von 25°C oder bei erhöhter Temperatur und/oder Rückwärtsspannung (umgepolter Spannung).

Liegt schließlich die Leistungsdegradation in dem geforderten Bereich zwischen X und Y, beginnt in einem zweiten Verfahrensschritt der Test unter realistischen Klimabedingungen. Hierzu werden unter Zugrundelegung von vorbestimmten Tages- und Nachtlängen Parameter oder physikalische Größen, die auf das Photovoltaik-Modul und damit die Solarzellen einwirken, stufenweise oder allmählich periodisch variiert. Beispielfhaft kann die Temperatur während einer zugrunde gelegten Nachtlänge 15°C betragen und die Solarzelle bzw. das Photovoltaik-Modul ohne Anlegen einer Spannung gelagert werden (0 V) und kann die Temperatur während einer zugrunde gelegten Tageslänge zumindest 45°C , beispielsweise 75°C , betragen und die an die Solarzelle bzw. das Photovoltaik-Modul angelegte Spannung zumindest -300 V, beispielsweise -400 V, betragen oder zusätzlich eine vorbestimmte Lichtleistung auf die Vorderleiste der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls einfallen. Dabei kann die relative Luftfeuchtigkeit gleichzeitig zumindest 60 % betragen, bevorzugt 85 %. Wenn die Solarzellen bzw. Photovoltaik-Module in dieser Zeit eine Leistungsdegradation überschreiten (beispielsweise einen Schwellenwert $Z = 6\%$), so

gelten diese als nicht stabil und werden ausgesondert. Wird der vorgenannte Schwellenwert Z nicht überschritten, so gilt die Solarzelle bzw. das Photovoltaik-Modul als stabil und das Testverfahren wird abgebrochen.

5 Die Fig. 3 zeigt den gemessenen Leistungsverlauf von Solarzellen bzw. Photovoltaik-Modulen beispielhaft während eines Tests. Aufgetragen ist die tatsächlich erzeugte elektrische Leistung bei einer vorbestimmten einfallenden Lichtleistung, bezogen auf die entsprechende Leistung zu Beginn des Tests, aufgetragen über die Testdauer. Der erste Verfahrensschritt kann beispielsweise 18 Tage lang ausgeführt werden und zur
10 Beschleunigung bei Temperaturen von 85° C, einer relativen Luftfeuchte von 85 % und Anlegen einer Spannung von -1.000 V ausgeführt werden. Anschließend erfolgt die Prüfung unter realistischen Einsatzbedingungen, beispielsweise 75° C tagsüber/15° C nachts, 85 % relative Luftfeuchte, -400 V tags/0 V nachts. Dargestellt sind zwei mögliche zeitliche Verläufe, nämlich einerseits eine sich invers exponentiell einer relativen Leistung von 96% annähernden Kurve und andererseits einer sich invers an einen Grenzwert von
15 etwa 89,5% annähernden Kurve. Wie man der Fig. 3 ohne weiteres entnehmen kann, können die Messpunkte während des zweiten Verfahrensschrittes mit hoher Aussagekraft in die Zukunft extrapoliert werden, also auf den Wert, an den sich die jeweilige elektrische Kenngröße tatsächlich annähert. Dieser Grenzwert kann ohne weiteres aus einer grafischen
20 Darstellung abgelesen oder errechnet werden. Anhand dieses Grenzwertes wird dann die tatsächliche Leistungsdegradation bewertet. Wenn diese größer als ein zweiter vorbestimmter Schwellenwert (Z) ist, gelten die Module nicht als stabil, ansonsten als stabil.

25 Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist auf eine Messvorrichtung zum Durchführen des vorgenannten Mess- bzw. Bewertungsverfahrens gerichtet, wie diese beispielhaft in der Fig. 1 dargestellt ist.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist ferner auf ein
30 Verfahren zur Herstellung von Solarzellen oder Photovoltaik-Modulen mit mehreren solcher Solarzellen unter Verwendung des vorgenannten Mess- bzw. Bewertungsverfahrens gerichtet.

Hierzu werden zunächst Solarzellen mittels eines geeigneten Herstellungsverfahrens ausgebildet. Anschließend werden die Solarzellen einzeln oder in Gruppen mittels der in der Fig. 1 dargestellten Messvorrichtung bewertet. Bei einem solchen Verfahren werden nur solche Solarzellen weiterverwendet, also beispielsweise gebrauchsfertig verpackt oder zu Photovoltaik-Modulen weiter verarbeitet, deren Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungsdegradation entweder nach dem vorgenannten ersten Verfahrensschritt den ersten vorbestimmten Schwellenwert nicht überschreitet oder nach dem vorgenannten zweiten Verfahrensschritt einen zweiten vorbestimmten Schwellenwert nicht überschreitet.

Bei einem Verfahren zur Herstellung von Photovoltaik-Modulen können zunächst auch die Photovoltaik-Module mittels eines geeigneten Herstellungsverfahrens ausgebildet werden. Anschließend werden die Photovoltaik-Module jeweils mittels der in der Fig. 1 dargestellten Messvorrichtung bewertet. Bei einem solchen Verfahren werden nur solche Photovoltaik-Module weiterverwendet, also beispielsweise gebrauchsfertig verpackt fertig konfektioniert, deren Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungsdegradation entweder nach dem vorgenannten ersten Verfahrensschritt den ersten vorbestimmten Schwellenwert nicht überschreitet oder nach dem vorgenannten zweiten Verfahrensschritt einen zweiten vorbestimmten Schwellenwert nicht überschreitet.

Zusammenfassend wird somit ein Testverfahren offenbart, mit dem innerhalb relativ kurzer Zeit aussagekräftige Kenngrößen zuverlässig abgeleitet werden können und eine zuverlässige Vorhersage bezüglich des Leistungsverhaltens während der Gesamtlebensdauer der Solarzelle bzw. des Photovoltaik-Moduls gemacht werden kann. Aufgrund der Testergebnisse können einzelne Solarzellen bzw. Photovoltaik-Module aussortiert werden.

Bezugszeichenliste

	1	Leitfähiger elastischer Kunststoff
5	7	Druckplatte
	8	Solarzelle bzw. Photovoltaik-Modul
	15	Messvorrichtung
	16	Basisplatte
	17	Hochspannungs-Kontaktelektrode
10	18	Messkontakt
	19	Klimakammer
	20	Hochspannungsquelle
	21	Multiplexer
	22	UI-Messgerät (Digitalmultimeter oder 4-Quadranten-Quelle)
15	23	Auswertungseinrichtung (Computer)

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Bewertung der Hochspannungsdegradation von mindestens einer Solarzelle oder eines Photovoltaik-Moduls (8), bei welchem Verfahren
- in einem ersten Verfahrensschritt zwischen der Solarzelle und einer Gegenelektrode oder zwischen der Zellmatrix des Photovoltaik-Moduls und der Gegenelektrode eine erste elektrische Spannung angelegt wird und nach Ablauf
- 10 eines ersten Zeitintervalls eine elektrische Kenngröße der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls gemessen wird,
- die Solarzelle oder das Photovoltaik-Modul an einen zweiten Verfahrensschritt übergeben wird, wenn die Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungs-Degradation einen vorbestimmten ersten
- 15 Schwellenwert überschreitet, und
- die Solarzelle oder das Photovoltaik-Modul in dem zweiten Verfahrensschritt anderen Umgebungsbedingungen als während des ersten Verfahrensschritts unterzogen wird und eine elektrische Kenngröße der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls gemessen wird, anhand der die Hochspannungsdegradation
- 20 der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls bewertet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei mit den anderen Umgebungsbedingungen während des zweiten Verfahrensschritts realistische Einsatzbedingungen der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls simuliert werden, die zeitlich variieren.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei zur Simulation von realistischen Einsatzbedingungen auf die Solarzelle oder das Photovoltaik-Modul einwirkende Parameter oder Größen unter Zugrundelegung von vorbestimmten Tages- und Nachtlängen stufenweise oder allmählich periodisch variiert werden.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die auf die Solarzelle oder das Photovoltaik-Modul einwirkenden Parameter oder Größen zumindest eine an die Solarzelle

oder das Photovoltaik-Modul anliegende elektrische Spannung und eine Umgebungstemperatur umfassen.

- 5 5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die an die Solarzelle oder das Photovoltaik-Modul anliegende elektrische Spannung eine Gleichspannung ist.
- 10 6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die an der Solarzelle oder dem Photovoltaik-Modul anliegende Gleichspannung während der vorbestimmten Tageslänge zumindest -300 V beträgt und während der vorbestimmten Nachtlänge 0 V beträgt und/oder wobei
die vorherrschende Umgebungstemperatur während der vorbestimmten Tageslänge zumindest 45°C beträgt, und während der vorbestimmten Nachtlänge niedriger ist.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in dem ersten Verfahrensschritt ferner eine erhöhte Temperatur von größer 60°C und eine hohe relative Luftfeuchtigkeit von größer als 60 % angelegt wird, bevorzugt eine Temperatur von 85°C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 85 %.
- 20 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste elektrische Spannung eine Gleichspannung ist, die zumindest -500 V und bevorzugt etwa -1000 V beträgt.
- 25 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste vorbestimmte Zeitintervall zumindest eine Woche und bevorzugt etwa 4 Wochen beträgt und wobei der vorbestimmte erste Schwellenwert zumindest 1 %, bevorzugt zumindest 2 % und noch bevorzugter 5,0 % beträgt.
- 30 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die vorherrschende relative Luftfeuchtigkeit in dem zweiten Verfahrensschritt größer als 60 % ist und bevorzugt 85 % beträgt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest der zweite Verfahrensschritt in einer Klimakammer (19) ausgeführt wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Verfahrensschritt so lange ausgeführt wird, bis die Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungsdegradationen innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungsdegradation in einem Bereich zwischen 4 % und 10 % liegt.
14. Verfahren einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrische Kenngröße eine Spannungs-Strom-Kennlinie (UI) und/oder ein Parallelwiderstand (R_{shunt}) und/oder die bei einer vorbestimmten Lichtleistung tatsächlich erzeugte elektrische Leistung der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls ist.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein leitfähiger elastischer Kunststoff (1) auf die Vorderseite der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls (8) gedrückt wird und dieser als Gegenelektrode verwendet wird, insbesondere die elektrische Spannung zwischen Kunststoff (1) und Solarzelle bzw. Zellmatrix im Photovoltaik-Modul angelegt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei der Kunststoff (1) mit einem vorbestimmten und gleichmäßig über die Fläche der jeweiligen Solarzelle oder des jeweiligen Photovoltaik-Moduls verteilten Druck beaufschlagt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei der Druck des Kunststoff (1) gegen die Solarzelle oder das Photovoltaik-Modul größer als 0,3 kPa ist.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, wobei der Druck mittels einer Platte (7) über die Fläche der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls (8) vergleichmäßig wird.

19. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, wobei der Druck über die Fläche des ersten Photovoltaik-Moduls (8) mittels eines zweiten Photovoltaik-Moduls, das gegen das erste Photovoltaik-Modul (8) gedrückt wird, gleichmäßig wird, wobei sich der leitfähige elastische Kunststoff (1) zwischen den beiden Photovoltaik-Modulen befindet.
20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei zwischen die Zellmatrix des zweiten Photovoltaik-Moduls (17) und den leitfähigen, elastischen Kunststoff (1) ebenfalls eine elektrische Spannung angelegt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, wobei die Gleichspannung von einer Hochspannungsquelle (20) mittels zumindest einer Elektrode (17) an eine der Vorderseite der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls (8) abgewandten Seite des leitfähigen Kunststoffs (1) angelegt wird.
22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorderseite des Photovoltaik-Moduls im ersten Verfahrensschritt und/oder im zweiten Verfahrensschritt mit Wasser bedeckt ist oder mit Wasser besprüht wird.
23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorderseite des Photovoltaik-Moduls mit nassen Tüchern bedeckt ist.
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, wobei das Wasser oder das Wasser der nassen Tücher Salze zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit enthält.
25. Verfahren nach Anspruch 22, 23 oder 24, wobei das Wasser oder das Wasser der nassen Tücher als Gegenelektrode verwendet wird.
26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Modulrahmen des Photovoltaik-Moduls als Gegenelektrode verwendet wird.
27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der leitfähige Kunststoff ein auf Styrol- oder Polyurethanbasis hergestellter Kunststoff oder ein

geschäumter Kunststoff ist, beispielsweise ein Schaumstoff, hergestellt insbesondere auch unter inerten Gasatmosphären, insbesondere Edelgasatmosphären.

- 5 28. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 26, wobei der leitfähige Kunststoff ein leitfähiger Gummi oder Silikon ist.
- 10 29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der leitfähige Kunststoff nicht klebt, insbesondere nicht an der Solarzelle oder dem Photovoltaik-Modul anhaftet.
- 15 30. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei der Herstellung von Solarzellen oder Photovoltaik-Modulen, wobei nur solche Solarzellen oder Photovoltaik-Module weiterverwendet werden dürfen, deren Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungsdegradation entweder nach dem ersten Verfahrensschritt den ersten vorbestimmten Schwellenwert nicht überschreitet oder nach dem zweiten Verfahrensschritt einen zweiten vorbestimmten Schwellenwert nicht überschreitet.
- 20 31. Verwendung nach Anspruch 30, wobei der zweite vorbestimmte Schwellenwert kleiner oder gleich dem ersten vorbestimmten Schwellenwert ist.
- 25 32. Vorrichtung zur Bewertung der Hochspannungsdegradation von mindestens einer Solarzelle oder eines Photovoltaik-Moduls (8), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 29, mit
- 30 einer geerdeten Bodenplatte (16), die ausgelegt ist, sodass eine Rückseite der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls (8) auf dieser aufliegt,
- einer Druckplatte (7) zum Ausüben eines Drucks gegen die Bodenplatte (16),
- einer Spannungsquelle (20) zum Erzeugen einer elektrischen Spannung,
- einer Gegenelektrode (1), die mit der Gegenelektrode (1) leitend verbunden ist, um mit der elektrischen Spannung beaufschlagt zu werden, und
- einer Mess- und Steuerungseinrichtung (23), wobei

die Mess- und Steuerungseinrichtung so ausgelegt ist, dass

in einem ersten Verfahrensschritt zwischen der Solarzelle und der Gegenelektrode oder zwischen der Zellmatrix des Photovoltaik-Moduls und der Gegenelektrode eine erste elektrische Spannung angelegt wird und nach Ablauf eines ersten Zeitintervalls eine elektrische Kenngröße der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls gemessen wird,

die Solarzelle oder das Photovoltaik-Modul an einen zweiten Verfahrensschritt übergeben wird, wenn die Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungs-Degradation einen vorbestimmten ersten Schwellenwert überschreitet,

die Solarzelle oder das Photovoltaik-Modul in dem zweiten Verfahrensschritt anderen Umgebungsbedingungen als während des ersten Verfahrensschritts unterzogen wird und

eine elektrische Kenngröße der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls gemessen wird, anhand der die Hochspannungsdegradation der Solarzelle oder des Photovoltaik-Moduls bewertet wird.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, wobei die Gegenelektrode (1) aus einem elastischen, elektrisch leitfähigen Kunststoff) ausgebildet ist, die zwischen der Druckplatte (7) und der auf der Bodenplatte (16) aufliegenden Solarzelle oder einem auf der Bodenplatte (16) aufliegenden Photovoltaik-Modul (8) angeordnet ist und von der Druckplatte (7) gegen die Solarzelle oder das Photovoltaik-Modul (8) gedrückt wird.

34. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 32 oder 33 in einer Vorrichtung zur Herstellung von Solarzellen oder Photovoltaik-Modulen, wobei nur solche Solarzellen oder Photovoltaik-Module weiterverwendet werden dürfen, deren Veränderung der elektrischen Kenngröße oder der daraus abgeleiteten Hochspannungsdegradation entweder nach dem ersten Verfahrensschritt den ersten vorbestimmten Schwellenwert nicht überschreitet oder nach dem zweiten Verfahrensschritt einen zweiten vorbestimmten Schwellenwert nicht überschreitet.

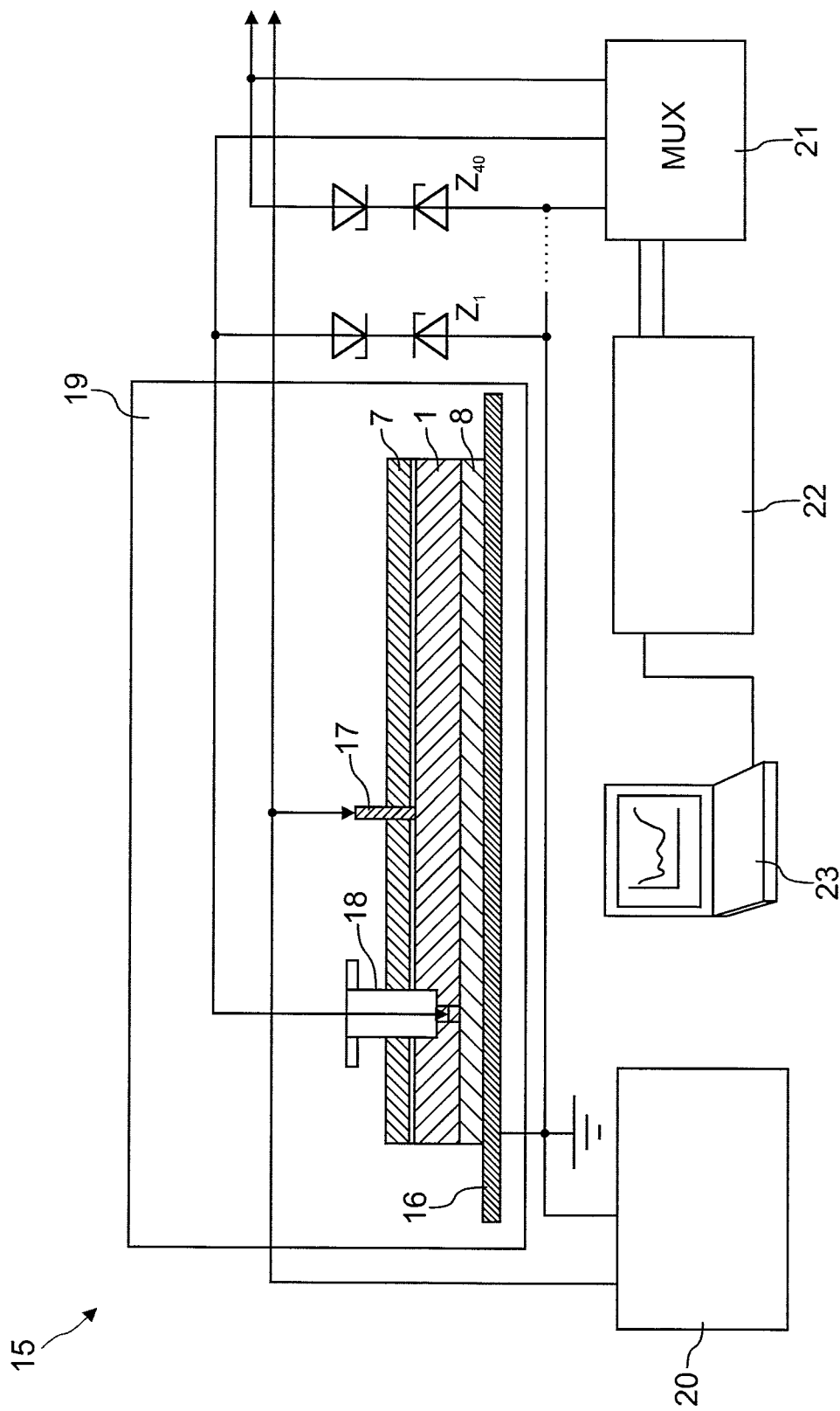


Fig. 1

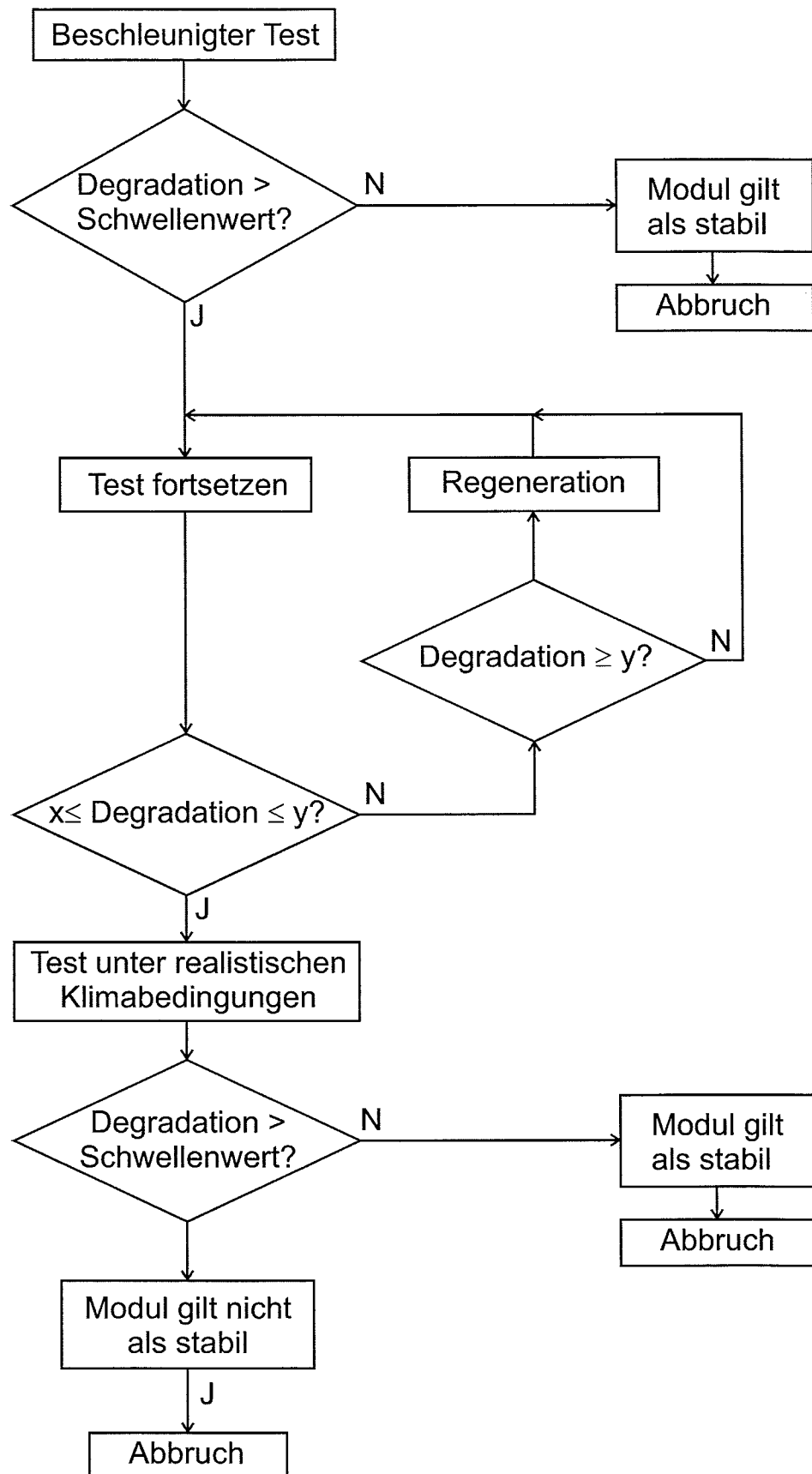


Fig. 2

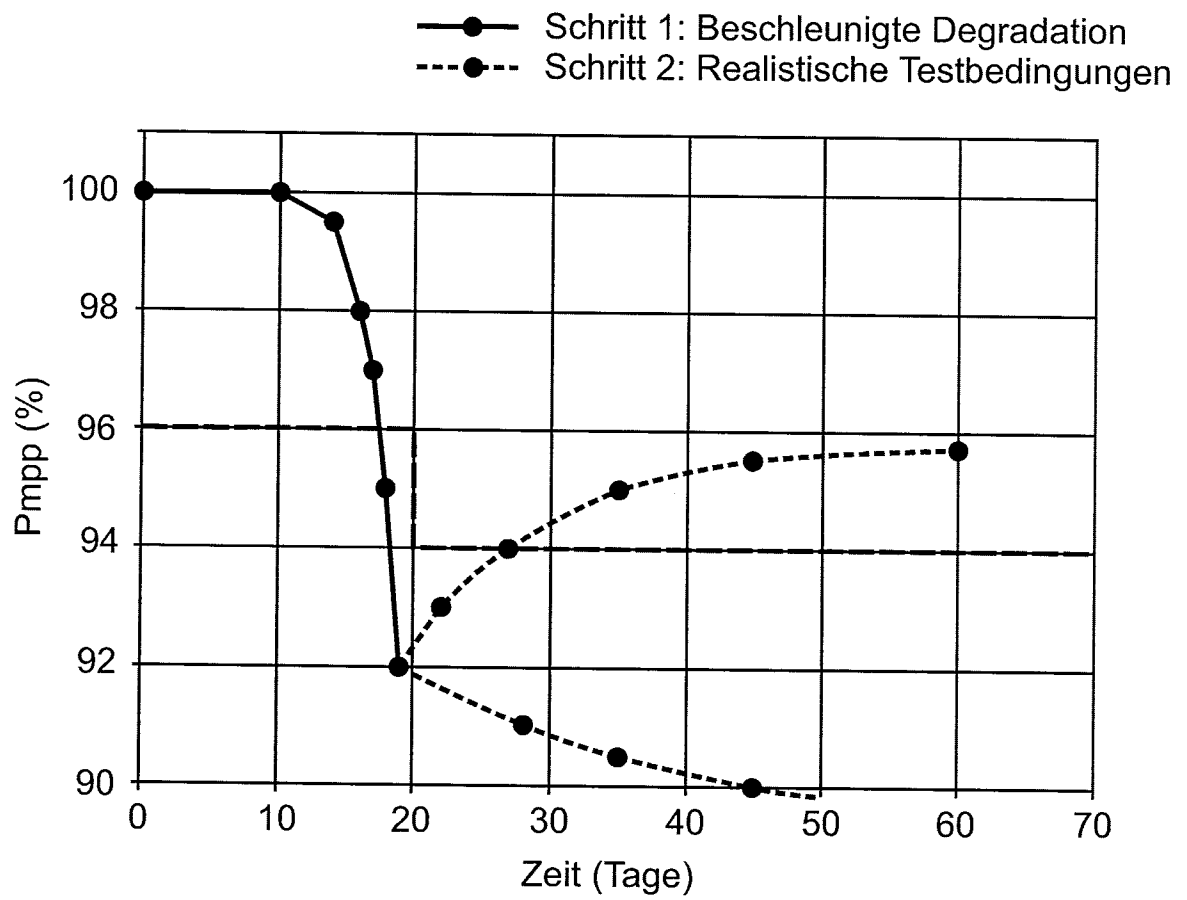


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/060615

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R31/12 G01R31/26 G01R31/40
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MON G R ET AL: "The Role of Electrical Insulation in Electrochemical Degradation of Terrestrial Photovoltaic Modules", IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRICAL INSULATION, IEEE, US, vol. EI-20, no. 6, 1 December 1985 (1985-12-01), pages 989-996, XP011177549, ISSN: 0018-9367, DOI: 10.1109/TEI.1985.348741	1-14, 30-34
Y	the whole document ----- -/--	15-29



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 October 2012

Date of mailing of the international search report

19/10/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Koll, Hermann

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/060615

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Dan Ton et al.: "Accelerated Aging Tests in Photovoltaic, Summary Report", U.S. Department of Energy 1 January 2007 (2007-01-01), pages 1-E-2, XP002684419, Retrieved from the Internet: URL: http://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/pv_accelerated_aging_summary.pdf [retrieved on 2012-10-02] page 21 - page 25	1-14, 30-34
A	DEBLASIO R ET AL: "Interim qualification tests and procedures for terrestrial photovoltaic thin-film flat-plate modules", PROCEEDINGS OF THE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE. LAS VEGAS, OCT. 7 - 11, 1991; [PROCEEDINGS OF THE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE], NEW YORK, IEEE, US, vol. CONF. 22, 7 October 1991 (1991-10-07), pages 796-801, XP010039322, DOI: 10.1109/PVSC.1991.169318 ISBN: 978-0-87942-636-1 paragraph [04.4]; figure 1 paragraph [4.11]	1-34
A	MON G R ET AL: "Reliability studies of photovoltaic module insulation systems", 19890925; 19890925 - 19890928, 25 September 1989 (1989-09-25), pages 324-329, XP010090538, page 328, column 1, paragraph 2 - column 2, paragraph 2	1-34
A	SUGIMURA R S ET AL: "Electrical isolation design and electrochemical corrosion in thin-film photovoltaic modules", 19880926; 19880926 - 19880930, 26 September 1988 (1988-09-26), pages 1103-1109, XP010070455, page 1104, column 2, paragraph 5 - page 1108, column 2, paragraph 7	1-34
Y	DE 10 2009 049704 A1 (HARREXCO AG [DE]) 28 April 2011 (2011-04-28) paragraph [0028] paragraph [0072]; figure 13	15-29
A	DE 10 2008 019703 A1 (HARREXCO AG [DE]) 22 October 2009 (2009-10-22) paragraph [0022]; figures 4, 6 -/--	15-29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/060615

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/304512 A1 (KARPOV VICTOR G [US] ET AL) 2 December 2010 (2010-12-02) paragraph [0093] - paragraph [0097] -----	15-29
A	US 2010/117671 A1 (VAALER ERIK [US] ET AL) 13 May 2010 (2010-05-13) paragraph [0025]; figure 4 -----	15-29
A	US 2011/003404 A1 (WANG PETER [US] ET AL) 6 January 2011 (2011-01-06) paragraph [0025]; figure 3A -----	15-29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/060615

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009049704 A1	28-04-2011	NONE	
DE 102008019703 A1	22-10-2009	DE 102008019703 A1	22-10-2009
		US 2011148432 A1	23-06-2011
		WO 2009127422 A2	22-10-2009
US 2010304512 A1	02-12-2010	US 2010304512 A1	02-12-2010
		WO 2009073501 A2	11-06-2009
US 2010117671 A1	13-05-2010	NONE	
US 2011003404 A1	06-01-2011	CN 101943744 A	12-01-2011
		US 2011003404 A1	06-01-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01R31/12 G01R31/26 G01R31/40 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01R		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	MON G R ET AL: "The Role of Electrical Insulation in Electrochemical Degradation of Terrestrial Photovoltaic Modules", IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRICAL INSULATION, IEEE, US, Bd. EI-20, Nr. 6, 1. Dezember 1985 (1985-12-01), Seiten 989-996, XP011177549, ISSN: 0018-9367, DOI: 10.1109/TEI.1985.348741	1-14, 30-34
Y	das ganze Dokument ----- -/--	15-29
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. Oktober 2012		19/10/2012
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Koll, Hermann

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	Dan Ton et al.: "Accelerated Aging Tests in Photovoltaic, Summary Report", U.S. Department of Energy 1. Januar 2007 (2007-01-01), Seiten 1-E-2, XP002684419, Gefunden im Internet: URL: http://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/pv_accelerated_aging_summary.pdf [gefunden am 2012-10-02] Seite 21 - Seite 25	1-14, 30-34
A	DEBLASIO R ET AL: "Interim qualification tests and procedures for terrestrial photovoltaic thin-film flat-plate modules", PROCEEDINGS OF THE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE. LAS VEGAS, OCT. 7 - 11, 1991; [PROCEEDINGS OF THE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE], NEW YORK, IEEE, US, Bd. CONF. 22, 7. Oktober 1991 (1991-10-07), Seiten 796-801, XP010039322, DOI: 10.1109/PVSC.1991.169318 ISBN: 978-0-87942-636-1 Absatz [04.4]; Abbildung 1 Absatz [4.11]	1-34
A	MON G R ET AL: "Reliability studies of photovoltaic module insulation systems", 19890925; 19890925 - 19890928, 25. September 1989 (1989-09-25), Seiten 324-329, XP010090538, Seite 328, Spalte 1, Absatz 2 - Spalte 2, Absatz 2	1-34
A	SUGIMURA R S ET AL: "Electrical isolation design and electrochemical corrosion in thin-film photovoltaic modules", 19880926; 19880926 - 19880930, 26. September 1988 (1988-09-26), Seiten 1103-1109, XP010070455, Seite 1104, Spalte 2, Absatz 5 - Seite 1108, Spalte 2, Absatz 7	1-34
Y	DE 10 2009 049704 A1 (HARREXCO AG [DE]) 28. April 2011 (2011-04-28) Absatz [0028] Absatz [0072]; Abbildung 13	15-29
A	DE 10 2008 019703 A1 (HARREXCO AG [DE]) 22. Oktober 2009 (2009-10-22) Absatz [0022]; Abbildungen 4, 6 -/--	15-29

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2010/304512 A1 (KARPOV VICTOR G [US] ET AL) 2. Dezember 2010 (2010-12-02) Absatz [0093] - Absatz [0097] -----	15-29
A	US 2010/117671 A1 (VAALER ERIK [US] ET AL) 13. Mai 2010 (2010-05-13) Absatz [0025]; Abbildung 4 -----	15-29
A	US 2011/003404 A1 (WANG PETER [US] ET AL) 6. Januar 2011 (2011-01-06) Absatz [0025]; Abbildung 3A -----	15-29

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/060615

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009049704 A1	28-04-2011	KEINE	
DE 102008019703 A1	22-10-2009	DE 102008019703 A1	22-10-2009
		US 2011148432 A1	23-06-2011
		WO 2009127422 A2	22-10-2009
US 2010304512 A1	02-12-2010	US 2010304512 A1	02-12-2010
		WO 2009073501 A2	11-06-2009
US 2010117671 A1	13-05-2010	KEINE	
US 2011003404 A1	06-01-2011	CN 101943744 A	12-01-2011
		US 2011003404 A1	06-01-2011