



(10) **DE 20 2012 000 683 U1** 2012.05.24

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2012 000 683.5**

(51) Int Cl.: **G01R 31/26 (2012.01)**

(22) Anmeldetag: **25.01.2012**

(47) Eintragungstag: **03.04.2012**

(43) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **24.05.2012**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**Kasper Mayntz, Paasch, Sønderborg, DK**

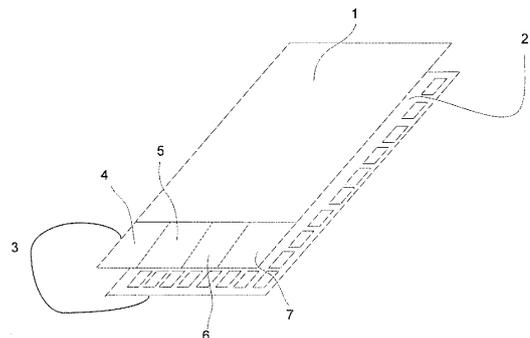
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**Brehm, Robert, 24983, Handewitt, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Ein mobiles Gerät für das Testen von Solarmodulen**

(57) Hauptanspruch: Ein tragbares Gerät für die Charakterisierung der Funktion von mindestens einem Solarpanel, durch folgendes gekennzeichnet:

1. Ein tragbares Gerät zur Charakterisierung der Funktionalität von mindestens einem Solarpanel, wobei die Vorrichtung Mittel zur Erzeugung beliebiger räumlich verteilter optischer Testmuster und Intensitätsprofile, wobei die Mittel aus der mindestens einer elektronischen Steuereinheit besteht und diese Einheit kontrolliert die Emission von mehreren Lichtquellen, wobei mindestens eine Form, für ein bestimmtes Solarpanel Typ geeignet, bewegliches Testmuster per Software erzeugt werden.
2. Gerät laut Antrag 1, wo als Lichtquellen Lichtemittierende Dioden (LED) mit mindestens einer bekannten Spektralverteilung benutzt werden.
3. Gerät laut Antrag 2, wobei die spektrale Emission des Gerätes das Spektrum des natürlichen Sonnenlichtes möglichst angepasst, wobei eine Kalibrierung zwischen dem Sonnenspektrum und der Lichtquellen mit Hilfe von konventionellen Mitteln möglich.
4. Gerät laut Antrag 3, wobei die spektrale Emission des Gerätes mittels der Änderung der elektrischen Energie zu den Lichtquellen...



**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein tragbares Gerät zum Testen von Solarzellen. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf ein tragbares Testgerät, groß genug, um ein bestimmtes Licht Panel (oder ausgewählte Teile davon) abzudecken und dieses Panel durch Erzeugung von Licht mit Hilfe von künstlichen Lichtquellen wie Glühlampen/Glühbirnen oder Leuchtdioden (LED) zu testen.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Solarmodule, die auf Dächern, Wänden, Tracking-Systeme etc. montiert sind, sind zu Testzwecken umständlich und schwer zu demontieren. Solarmodule werden in der Regel unter Laborbedingungen bei der Herstellung getestet, unter Verwendung von künstlichen Lampen, die Licht ähnlich dem Sonnenspektrum emittieren.

**[0003]** Aber sobald die Solarmodule in ihrer endgültigen Position installiert sind ist es nicht mehr praktisch möglich, ihren Wirkungsgrad unter simulierten Arbeitsbedingungen zu testen. Aber Tests nach der Montage sind aber relevant um Alterungserscheinungen und Phänomene zu untersuchen, vor allem den Wirkungsgrad. Die meisten Hersteller garantieren eine lange Lebensdauer und Leistung für ihre Solarmodule (z. B. 80% der Nennleistung nach 20 Jahren), aber es gibt bislang keine einfache Methode zur Überprüfung, wie die Leistung der Solarmodule zum Beispiel Jahre nach der Installation ist.

**[0004]** Punkt-Sensoren wie die Greentest FTV-100 sind auf dem Markt bekannt und sind im Grunde kalibrierte Fotodioden mit Verstärker und Display. Diese messen aber nur die natürliche Lichtintensität über einem Solarpanel, unter gegebenen Wetterbedingungen. Andere Geräte überwachen die einfallende Sonnenstrahlung auf ein Feld von Solarmodulen und überwachen gleichzeitig die Ausgangsleistung der Module. Das funktioniert aber nur, wenn genügend Sonnenlicht auf das Testfeld entfällt. Indirekte Tests können mittels Überwachung der Module mit thermographischen Kameras erfolgen. Das ergibt aber keine quantitative Messung der Leistung des Solarpanels, sondern nur einen Hinweis auf mögliche fehlerhafte Bereiche. Weder die Auswertung der Maximum Power Point-Kurve des Moduls, noch die Auswirkungen von teilweiser Verschattung des Moduls sind mit dieser Methode möglich.

**[0005]** WO29129430A2 beschreibt ein stationäres Solar-parametrisches Test-Modul und Prozesse, bezieht sich jedoch nicht für auf Anwendung, wo ein solches System mobil oder tragbar sein könne.

**[0006]** US2A237895A1 und US29278546A1 beschreibt stationäre optische Systeme für die Charakterisierung von der Konversion-Leistung von Solarzellen, aber diese Systeme sind nicht für großflächige Anlagen oder dem Testen nach der Installation geeignet. Sie sind nur für einzelne Solarzellen vorgesehen.

**[0007]** US07667479 beschreibt eine Vorrichtung zum Prüfen von Solarzellen/Module, die das Sonnenlicht konzentrieren, aber unter Produktionsbedingungen in einer gut kontrollierten Umgebung.

**[0008]** US06639421 beschreibt eine Einrichtung und Verfahren für die Messung der Eigenschaften eine Solarzelle unter Produktionsbedingungen. Diese Methode ist nicht für Feldversuche geeignet.

**[0009]** US7338196 beschreibt einer Design einer Low-Profile-Lichtplatte, montiert mit LEDs an den Kanten und mit Polymer gefüllt. Diese Erfindung ist nicht mit einer Schaltung zum Testen von Solarmodule ausgestattet Solar-Panel Tests und die Intensität der an den Kanten montierten LEDs sind nicht in der Lage ein beliebiges Lichtmuster mit ausreichender Intensität zu erzeugen.

**[0010]** US7476557 und US 7677943 beschreiben das Verfahren zur Herstellung einer Lichtplatte aus aktivem Polymer mit integrierter LED-chips, so dass sowohl eine höhere Packungsdichte sowie geringere Gesamtkosten im Vergleich zur Verwendung von gekapselten LEDs. Ein vorgegebene Lichtmuster kann während des Produktionsprozesses festgelegt werden, aber nach der Produktion ist es fixiert und kann nicht variiert werden. Der Einsatz solcher Lichtplatten zur Prüfung von Solarmodulen wird nicht erwähnt und die Anwendung in ihrer jetzigen Form ist nicht optimal, aufgrund des Fehlen der Erzeugung von Lichtmuster.

**[0011]** US 2007/0247842 A1 offenbart eine Leuchte mit gekapselten LEDs, mit optimierten wärmeleitenden Eigenschaften. Die Leuchte ist für die Innenbeleuchtung gedacht.

**[0012]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Prüfung der Leistungsfähigkeit von Solarmodulen nach der Installation zu ermöglichen, so dass es nicht nötig wird diese zu demontieren und an ein Testlabor zu schicken, was mit großen Kosten verbunden ist.

**[0013]** Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Gerät zu liefern, dass in der Lage ist, mindestens ein Teil eines Solarmoduls unter wechselnden Lichtintensitäten und Intensitätsverteilungen zu testen.

**[0014]** Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Test-Gerät zu liefern, das er-

laubt montierte Solarmodule oder Teile mit Hilfe einer Vielzahl von verschiedenen Beleuchtungen zu testen, was sonst mit montierten Modulen nicht möglich ist.

#### ZUAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0015]** Die Aufgaben der vorliegenden Erfindung werden mit dem in Anspruch 1 definierten Gerät gelöst.

**[0016]** Die neuen technischen Mittel enthalten ein Testgerät (1) geeignet für die Montage auf einem Solarmodul (2). Dieses Gerät besteht zumindest zum Teil von Licht emittierenden Mittel (8, 9, 10), zum Beispiel LEDs, deren emittiertes Licht zumindest ein Teil des Solarmoduls beleuchtet.

**[0017]** Die Tests die mit Hilfe des Geräts in einer Gestaltung der Erfindung durchgeführt werden können sind zum Beispiel Tests mit voll normierter Lichtintensität, bei dem das gesamte Solarmodul mit hoher Intensität beleuchtet wird unter gleichzeitiger Messung der produzierten elektrischen Leistung und Anschließend wird die bekannte Intensität des Lichts mit der gemessenen Leistung verglichen.

**[0018]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das aus dem Testgerät gestrahlte Intensitätsmuster variiert werden um Schatten-Effekte, Sonnenaufgang, Dämmerung und andere Situationen, in denen die Intensität in Betracht gezogen werden kann, zu simulieren.

**[0019]** Künstliche Testmuster können leicht durch die Steuerung der Leistung der Lichtquellen erzeugt werden, entweder durch Einzelansteuerung oder in Ansteuerung in Gruppen von Lichtquellen, abhängig von dem tatsächlichen Bau des Testgerätes.

**[0020]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das Solarmodul mit dem Testgerät operationell verbunden werden (3) und mit Mitteln zur Analyse der Eigenschaften der genannten Solar-Panel, wie die Maximum Power Point Kurve als Funktion des emittierten Lichts, ausgestattet werden.

**[0021]** Umwelt- und Montage-Parameter wie zum Beispiel Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Neigung, und weitere können auch mit dafür vorgesehenen Sensoren (6) gemessen und während der Testsequenz verarbeitet werden.

**[0022]** Das Testgerät kann mit elektronischen Schaltungen wie Belastungen (4), MPPT (Max Power Point Tracker) (5), Kontrolpanel (22), Display (26), Schreiber/Datenlogger/Kommunikationsmittel (30), Prüf-ablauf Generatoren etc. ausgestattet werden.

**[0023]** Das Testgerät kann Beispielsweise via einer externen Energiequelle mittels elektrische Leistung oder auch durch interne Batteriespeicher (eventuell wiederaufladbar) (23) mit Energie versorgt werden und kann entweder durch eine montiertes Bedienteil/ Display oder über Fernzugriff gesteuert werden.

**[0024]** Durch Variation des Lichtmusters auf dem Solarmodul ausgesetzt und gleichzeitigem Messen der erzeugten Strom-Spannungsverhältnisse kann das Testgerät zur Erkennung und Isolierung von Fehler im SolarModul benutzt werden. Dadurch kann die Art der Fehler (verminderte Leistung, Verkabelung etc.) identifiziert werden, sowie ihre Position im Solarmodul.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0025]** [Abb. 1](#) zeigt das Testgerät der vorliegenden Erfindung auf einem Solarmodul in voller Größe montiert.

**[0026]** [Abb. 2](#) zeigt das Testgerät der vorliegenden Erfindung auf einem Ausschnitt eines Solarmoduls montiert.

**[0027]** [Abb. 3](#) zeigt eine Lichtquelle in der vorliegenden Erfindung.

**[0028]** [Abb. 4](#) zeigt einen simulierten Schatten auf einem Solarmodul.

**[0029]** [Abb. 5](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel der Prüfeinrichtung, die faltbar ist.

**[0030]** [Abb. 6](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel der Prüfeinrichtung, die flexibel ist.

**[0031]** [Abb. 7](#) zeigt einen Versuchsaufbau, bei dem das Testgerät der vorliegenden Erfindung auf ein Solarpanel montiert ist.

**[0032]** [Abb. 8](#) zeigt einen schematischen Aufbau des Testgerätes.

**[0033]** [Abb. 9](#) zeigt eine Sequenz für die Generierung von Testbildern.

**[0034]** [Abb. 10](#) zeigt ein Flow Diagramm für eine Fehlererkennung und ein Algorithmus zur Fehlereingrenzung.

**[0035]** [Abb. 11](#) zeigt eine Montage wo das Restgerät mit einer Rollanordnung über Mehrere Solarmodule bewegt werden kann.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG  
DER ERFINDUNG

**[0036]** Das Gerät der vorliegenden Erfindung umfasst vorzugsweise eine flache Struktur mit Licht Emittieren (vorzugsweise LEDs), montiert in einem geeigneten Muster.

**[0037]** Bezugnehmend auf [Abb. 1](#) wird ein Testgerät (1) in voller Größe gemäß einer bevorzugten Gestaltung der Erfindung gezeigt. Das Gerät ist auf einem Solarmodul (2) montiert und schirmt das Solarpanel von dem Licht der Umgebung ab. Das Licht das vom Testgerät generiert wird beleuchtet. die Solarzelle, die einen Strom erzeugt das via einer Verbindung (3) zwischen dem Testgerät und dem Solarpanel aufgenommen wird. Das Testgerät umfasst ferner eine elektronische Last (4) und einen Max Power Point Tracker (MPPT) (5), sowie sensorische Ausrüstung (6) mit Mittel zur Datenaufzeichnung und zur Kommunikation (7).

**[0038]** Bezugnehmend auf [Abb. 2](#) ist eine alternative Ausgestaltung der Erfindung, wo das Testgerät eine Licht emittierende Fläche (31), kleiner als das Solarpanel (32) das zu untersuchten ist, hat. Der Bereich (33) des Testgerätes, der kein Licht emittiert, ist vorzugsweise schwarz und/oder reflektierend und schirmt den Teil des Solar-Panel unterhalb von dem Licht der Umgebung (34) ab.

**[0039]** Im Bezug auf [Abb. 3](#) gibt es eine weitere Ausgestaltung der Erfindung gezeigt, in der das Testgerät mit verschiedenen Arten von Lichtquellen, wie zum Beispiel Rot (8), Grün (9) und Blau (10) ausgestattet ist (Farben sind in Grauton dargestellt) mit jeweils eigenen charakteristischen Emissionsspektren. Dadurch können spektral unterschiedliche Lichtszenarien durch Variation der Stromaufnahme auf jede einzelne Lichtquelle auf elektronischem Wege (11) erzeugt werden kann.

**[0040]** In [Abb. 4](#) wird eine weitere Ausgestaltung der Erfindung gezeigt, wobei die Lichtverteilung variiert wird, um Schatten (12) auf ein Solarpanel (13) zu simulieren. In [Abb. 5](#) wird eine alternative Ausgestaltungen der Erfindung gezeigt, wobei Teile der Prüfeinrichtung (14) faltbar sind, so dass das Gerät während des Transports oder der Lagerung gefaltet werden kann.

**[0041]** In [Abb. 7](#) wird ein Test mit der vorliegenden Erfindung gezeigt, wobei mehrere Geräte (16) operativ zusammengekoppelt sind, um Tests von größeren mit einander verbunden Solarmodulen (17), sowie eine Situation, wo das selbe Testgerät (16) verwendet wird, um mehr als nur ein Solarmodul (18) zur gleichen Zeit zu testen.

**[0042]** In [Abb. 8](#) wird eine weitere Ausgestaltung der Erfindung gezeigt, wobei das Licht des Testgeräts (19) durch optische Elemente konditioniert wird, zum Beispiel Reflektoren (20) und diffuser (21).

**[0043]** In [Abb. 9](#) wird eine andere Möglichkeit des inneren Aufbaus des Testgeräts angezeigt, mit einem Steuergerät (22), Batterie (23), LED-Treiber-Schaltung (24), Licht (LED), Lampen (25), Display (26), elektronische Last (27), Tracking-Schaltung (28), Kommunikations- und Aufnahmeeinrichtung (29) und die Energiebilanz um Solarmoduls (30) unter Test zu messen.

**[0044]** In [Abb. 10](#) wird ein möglicher Algorithmus zur Erzeugung von einem Lichtmuster gezeigt für die Prüfung bestimmter Bereiche eines Solarmoduls unter Test. Ein mögliches Flussdiagramm wird gezeigt. Ein schwarzer Fleck in ein Lichtmuster wird systematisch von Position zu Position im Bereich des Lichtfelds bewegt, bis ein Variation des Energieerzeugung des Solarmoduls erkannt werden kann. Wenn ein inaktives (oder mit weniger Aktivität) identifiziert ist, versucht der Algorithmus die Größe und Form der Bereich, zu bestimmen.

**[0045]** In [Abb. 11](#) wird eine Möglichkeit der Montage des Testgeräts angezeigt, wobei man das Testgerät (37) mit einer Montagefunktion oder Roll-Funktion (35) ausgestattet ist, so dass man das Testgerät oder Teile davon auf, in Reihen aufgestellten Solarmodule (36) montieren kann und somit das Testgerät von einem Solarmodul zur anderen leicht bewegen kann.

## ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### Zitierte Patentliteratur

- WO 29129430 A2 [0005]
- US 2237895 A1 [0006]
- US 29278546 A1 [0006]
- US 07667479 [0007]
- US 06639421 [0008]
- US 7338196 [0009]
- US 7476557 [0010]
- US 7677943 [0010]
- US 2007/0247842 A1 [0011]

**Schutzansprüche**

1. Ein tragbares Gerät für die Charakterisierung der Funktion von mindestens einem Solarpanel, durch folgendes gekennzeichnet:

1. Ein tragbares Gerät zur Charakterisierung der Funktionalität von mindestens einem Solarpanel, wobei die Vorrichtung Mittel zur Erzeugung beliebiger räumlich verteilter optischer Testmuster und Intensitätsprofile, wobei die Mittel aus der mindestens einer elektronische Steuereinheit besteht und diese Einheit kontrolliert die Emission von mehreren Lichtquellen, wobei mindestens eine Form, für ein bestimmtes Solarpanel Typ geeignet, bewegliches Testmuster per Software erzeugt werden.

2. Gerät laut Antrag 1, wo als Lichtquellen Lichtemittierende Dioden (LED) mit mindestens einer bekannten Spektralverteilung benutzt werden.

3. Gerät laut Antrag 2, wobei die spektrale Emission des Gerätes das Spektrum des natürlichen Sonnenlichtes möglichst angepasst, wobei eine Kalibrierung zwischen des Sonnenspektrums und der Lichtquellen mit Hilfe von konventionellen Mittel möglich.

4. Gerät laut Antrag 3, wobei die spektrale Emission des Gerätes mittels der Änderung der elektrischen Energie zu den Lichtquellen variiert werden kann.

5. Gerät laut einem der oberen Anträge, wo das Gerät mit einer mindestens teilweise transparenten optischen Schicht ausgestattet ist, um die Intensitätsverteilung auszuglätten.

6. Gerät laut einem der oberen Anträge, wo das Gerät aus faltbaren Sub-Panels konstruiert ist, um Transport/Lagerung und Gebrauch zu erleichtern.

7. Gerät laut einem der oberen Anträge, wo das Gerät mit Mittel zur Kommunikation ausgestattet wird, wobei Fernanwendung, Speicherung von Daten sowie Kontrolle möglich ist.

8. Gerät laut einem der oberen Anträge, wo das Licht von den optischen Quellen mit Hilfe von Reflektierenden/Transmittierenden Strukturen wie zum Beispiel Winston-Reflektoren oder Fresnel-Optik, geleitet wird.

9. Gerät laut einem der oberen Anträge, wo das vom Gerät erzeugte Licht verschiedene direkte/indirekte Lichtverhältnisse, vergleichbar zu natürlichen Lichtverhältnisse, simulieren kann.

10. Gerät laut einem der oberen Anträge wo externe Sensoren (Potential, Position, Neigung/Orientierung, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Sonnen-Intensität etc.) angeschlossen werden können.

11. Gerät laut einem der oberen Anträge dass mindestens einen Datenlogger für die Registrierung von Solar-Panel-Daten (Strom, Spannung, Temperatur, Hochfrequenz-Impedanz-Charakteristik, Leistung, Arbeitspunkt, Betriebsparameter etc.) enthält.

12. Gerät laut einem der oberen Anträge wo das Gerät mit einer Schaltung ausgestattet ist die es ermöglicht Solar-Wechselrichter oder andere Elektronik in den Prüfablauf einzubeziehen.

13. Gerät laut einem der oberen Anträge wo mindestens ein Teil des Testgeräts flexibel ist und auf ein Solarpanel gerollt werden kann.

14. Gerät laut einem der oberen Anträge wo das Gerät leichtgewichtig ist, und somit die Bedienung durch nur einen Benutzer ermöglicht wird.

15. Gerät laut einem der oberen Anträge wo das Gerät mit einem Display ausgestattet ist.

16. Gerät laut einem der oberen Anträge wo das Gerät aus mehreren mit einander verbunden Teilgeräten besteht.

17. Gerät laut einem der oberen Anträge wo das Gerät mit einer Montagefunktion oder Roll-Funktion ausgestattet ist, so dass man das Testgerät oder Teile davon auf, in Reihen aufgestellten Solarpanelen, montieren kann und somit das Testgerät von einem Solarpanel zur anderen leicht bewegen kann.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Abbildung 1

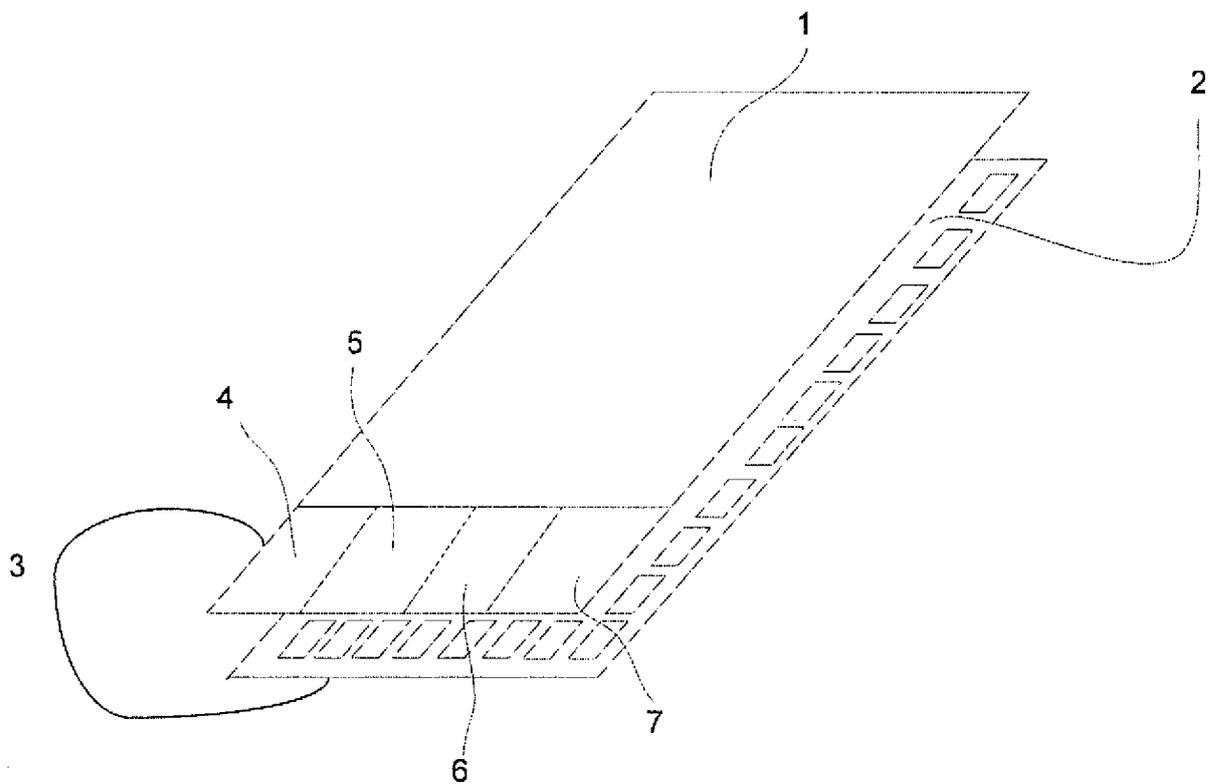


Abbildung 2

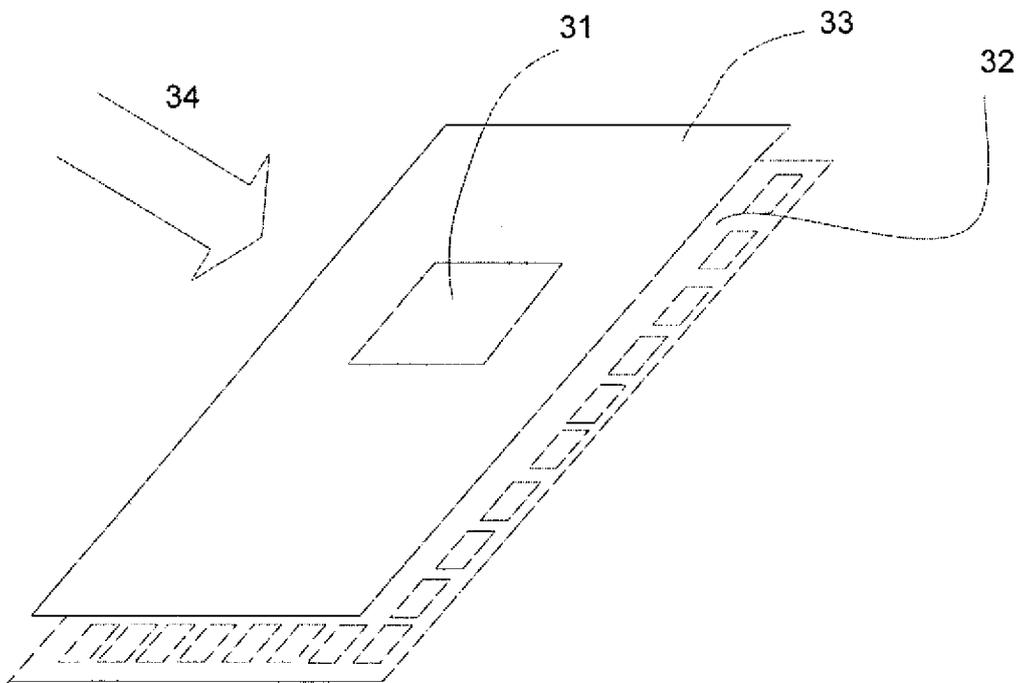
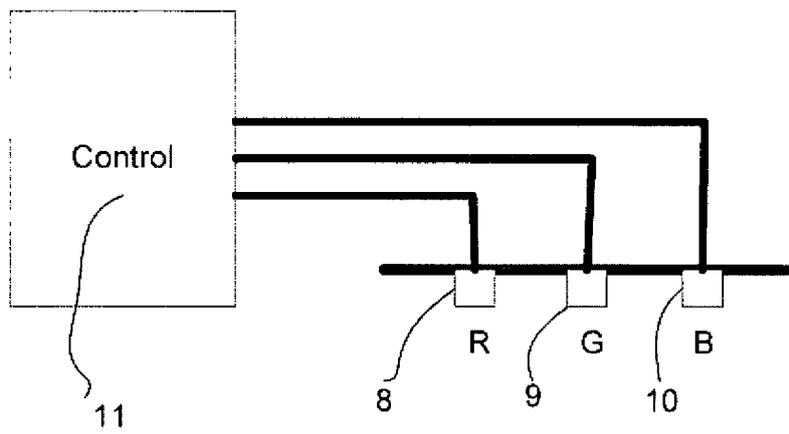
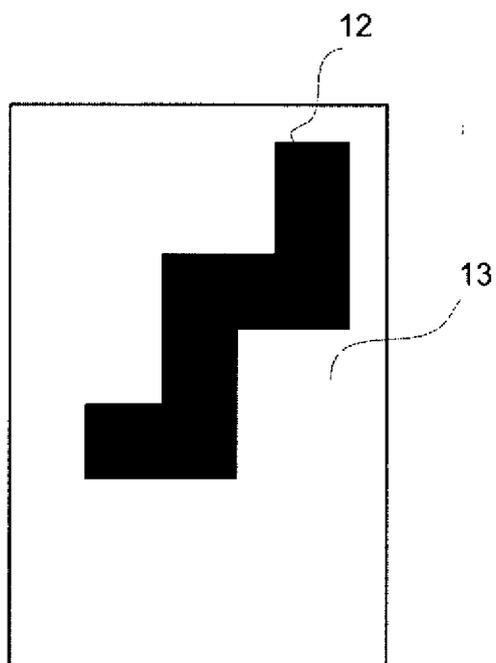


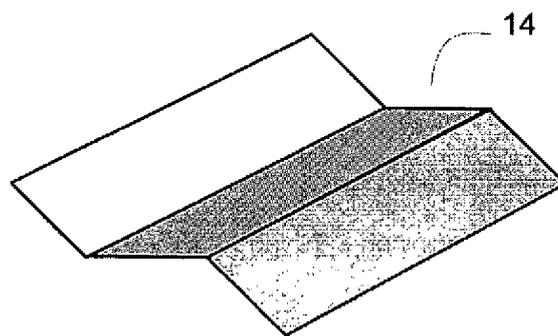
Abbildung 3



**Abbildung 4**



**Abbildung 5**



**Abbildung 6**

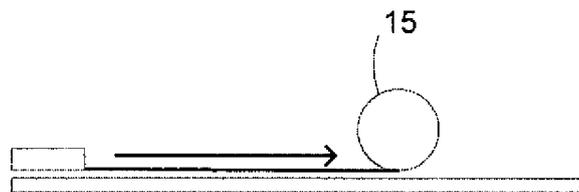


Abbildung 7

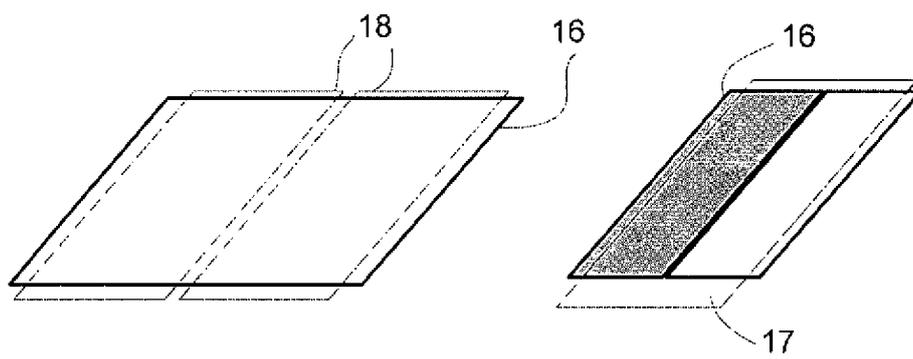


Abbildung 8

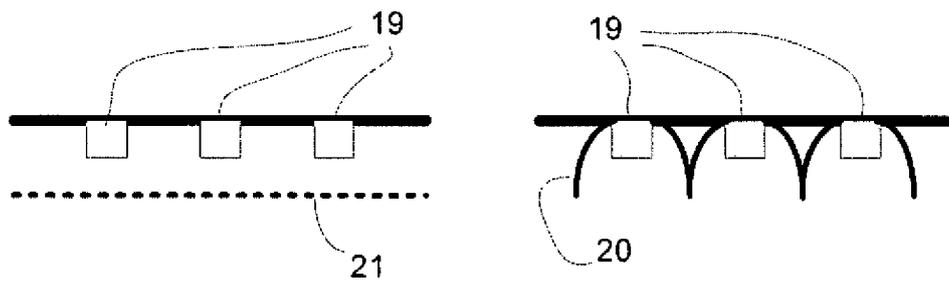


Abbildung 9

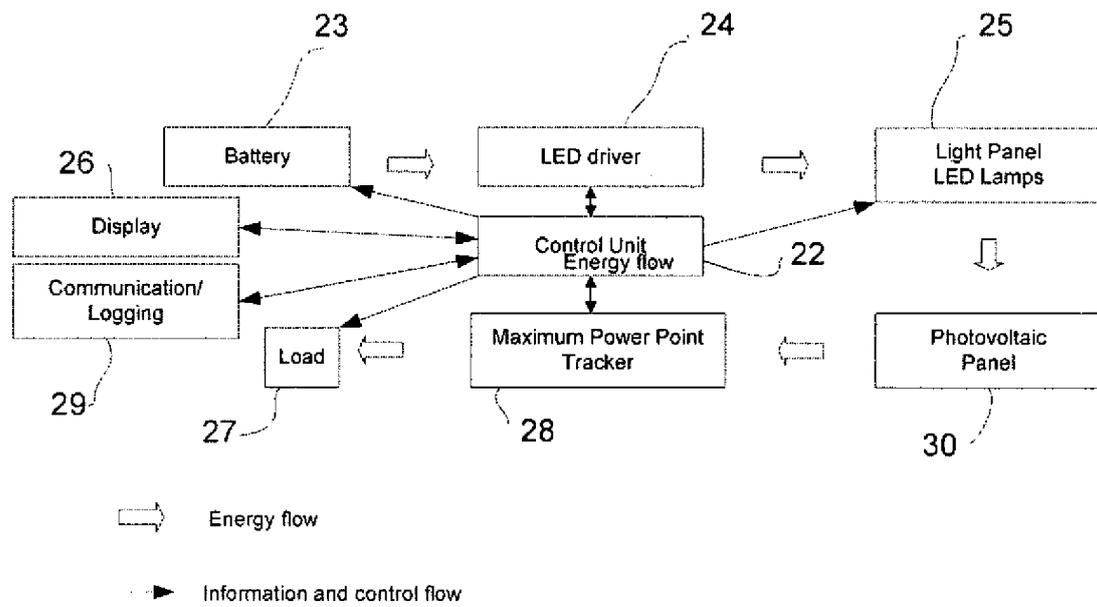


Abbildung 10

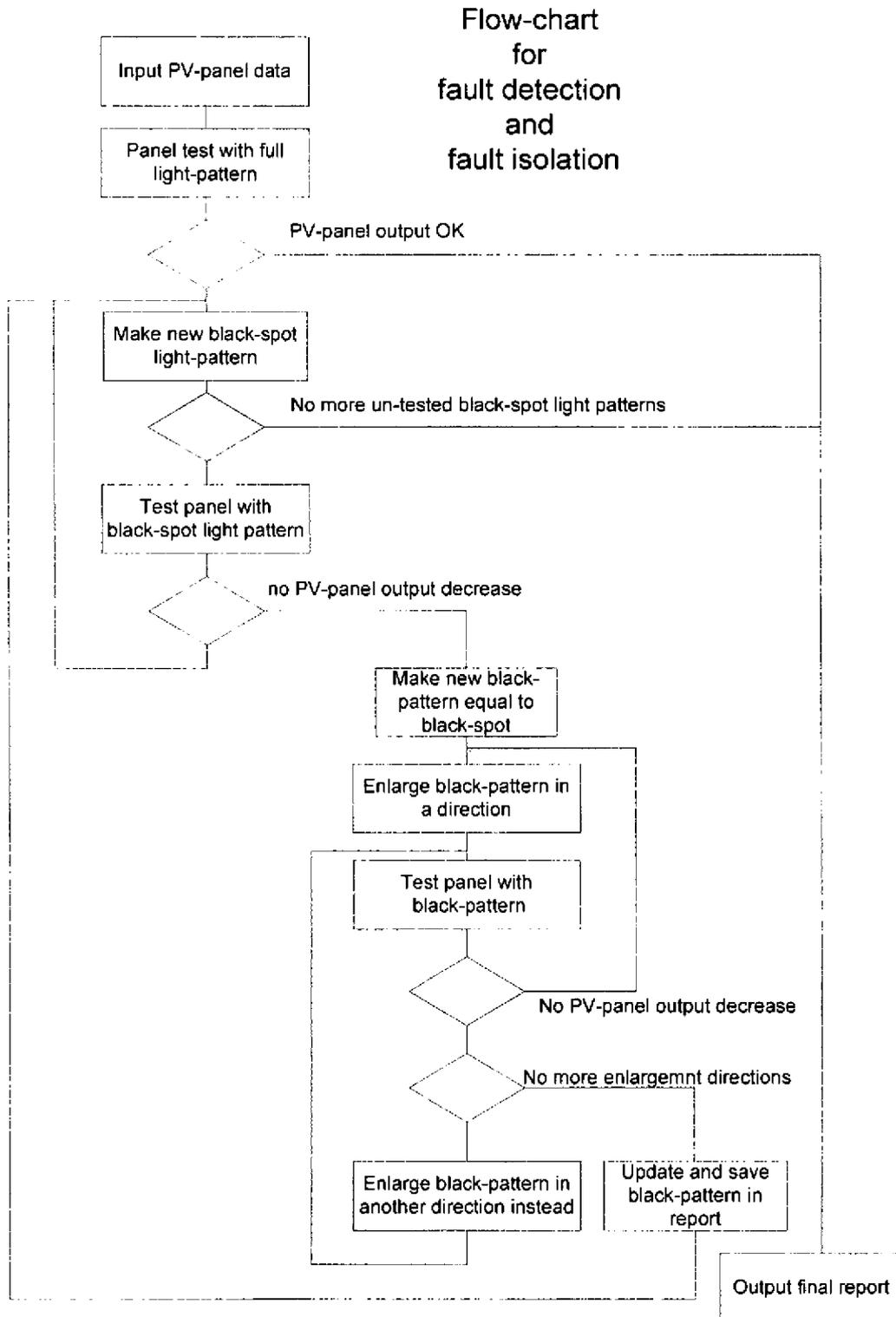


Abbildung 11

