(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
06. August 2020 (06.08.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/157062 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01J 1/02 (2006.01) *G01J 5/00* (2006.01)
G01J 1/04 (2006.01) *G01J 5/04* (2006.01)
G01J 1/42 (2006.01) *G01J 5/06* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/052041

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Januar 2020 (28.01.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 102 227.4
29. Januar 2019 (29.01.2019) DE

(71) Anmelder: **UNIVERSITÄT KONSTANZ** [DE/DE]; Universitätsstraße 10, 78464 Konstanz (DE).

(72) Erfinder: **HERGUTH, Axel**; Bruder-Klaus-Straße 10, 78467 Konstanz (DE). **DERRICKS, Christian**; Hubertusstraße 95, 47623 Kevelaer (DE).

(74) Anwalt: **QIP PATENTANWÄLTE, DR. KUEHN & PARTNER MBB**; Goethestrasse 8, 80336 München (DE).

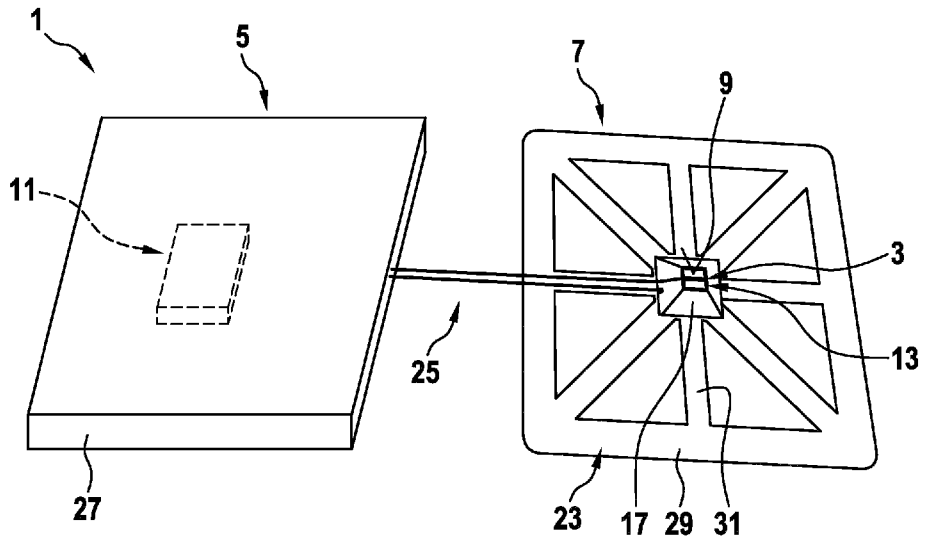
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

WO 2020/157062 A1

(54) **Title:** APPARATUS FOR MEASURING A RADIATION INTENSITY, PARTICULARLY IN A CONTINUOUS FURNACE

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG ZUM MESSEN EINER STRAHLUNGSINTENSITÄT INSBESONDERE IN EINEM DURCHLAUFOFEN

Fig. 1



(57) **Abstract:** An apparatus (1) for measuring a radiation intensity is presented, in particular for measuring radiation in a continuous furnace as used in the regeneration of solar cells during the production thereof. The apparatus (1) comprises a radiation sensor (3), a measuring device (5) and a holding device (7). The radiation sensor (3) has a radiation-sensitive detection area (9) and, when radiation impinges on the detection area (9), generates a radiation sensor signal, which is dependent on the radiation intensity. The measuring device (5) has measurement electronics (11) for controlling a function of the radiation sensor (3) and/or for evaluating the radiation sensor signal. The measuring device (5) further has a housing (27) which surrounds the measurement electronics (11) in a thermally insulating fashion in order to protect them from temperature-related damage in environments with temperatures of at least up to 100°C and radiation intensities of at least up to 1 kW/m^2. The holding device (7) holds the radiation sensor (3).

[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, ST, 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, KM, 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)*

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung (1) zum Messen einer Strahlungsintensität vorgestellt, insbesondere zur Strahlungsmessung in einem Durchlaufofen, wie er bei der Regeneration von Solarzellen im Rahmen von deren Herstellung eingesetzt wird. Die Vorrichtung (1) weist einen Strahlungssensor (3), eine Messeinrichtung (5) und eine Halteeinrichtung (7) auf. Der Strahlungssensor (3) weist eine strahlungsempfindliche Detektionsfläche (9) auf und erzeugt bei Auftreffen von Strahlung auf die Detektionsfläche (9) abhängig von der Strahlungsintensität ein Strahlungssensorsignal. Die Messeinrichtung (5) weist eine Messelektronik (11) auf, um eine Funktion des Strahlungssensors (3) zu steuern und/oder um das Strahlungssensorsignal auszuwerten. Die Messeinrichtung (5) weist ferner ein Gehäuse (27) auf, welches die Messelektronik (11) thermisch isolierend umgibt, um sie vor temperaturbedingten Beschädigungen in Umgebungen mit Temperaturen von zumindest bis zu 100°C und Strahlungsintensitäten von zumindest bis zu 1 kW/m^2 zu schützen. Die Halteeinrichtung (7) hält den Strahlungssensor (3).

VORRICHTUNG ZUM MESSEN EINER STRAHLUNGSINTENSITÄT INSBESONDERE IN EINEM DURCHLAUFOFEN

GEBIET DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung, mithilfe derer eine Strahlungsintensität, wie sie beispielsweise in einem typischerweise bei einer Herstellung von Solarzellen verwendeten Durchlaufofen auftritt, gemessen werden kann.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Strahlung in Form von elektromagnetischen Wellen kann beispielsweise als optisch sichtbares Licht oder als Infrarotstrahlung dazu eingesetzt werden, um auf Materialien bzw. Gegenstände durch zumindest teilweise Absorption der Strahlung Energie zu übertragen und diese somit zum Beispiel auf erhöhte Temperaturen zu heizen.

Beispielsweise können in Öfen starke Lampen dazu eingesetzt werden, um im Innern eines Ofens ein starkes Strahlungsfeld zu erzeugen und dadurch darin befindliche Substrate auf eine gewünschte Temperatur zu temperieren.

Derartige Öfen können für verschiedene Einsatzzwecke genutzt werden. Ein möglicher und weiter unten detaillierter erläuterter Einsatzzweck kann darin liegen, bei einer Herstellung von Solarzellen hierbei eingesetzte Silicium-Wafer während bestimmter Verfahrensschritte auf gewünschte Temperaturen zu heizen. Bei industriell einsetzbaren Herstellungsverfahren werden hierbei meist Durchlauföfen verwendet, bei denen zu heizende Substrate beispielsweise mittels eines umlaufenden Gürtels kontinuierlich durch ein von mehreren starken Lichtquellen erzeugtes Strahlungsfeld bewegt und dabei gezielt erhitzt werden.

Eine Intensität und eine räumliche Verteilung von in einem Ofen erzeugter Strahlung kann einen erheblichen Einfluss auf die Temperatur, die sich in einem in dem Ofen aufgenommenen Substrat einstellt, haben, insbesondere auf ein zeitliches Temperaturverhalten und/oder auf eine räumliche Temperatur-verteilung, und dadurch Ergebnisse von temperaturgetriebenen Verfahrensschritten erheblich beeinflussen. Ferner kann die Intensität und räumliche Verteilung von beispielsweise auf ein Halbleitersubstrat einwirkender Strahlung eine in dem Halbleitersubstrat strahlungsbedingt bewirkte Generation von Ladungsträgerpaaren beeinflussen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG UND VORTEILHAFTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Es kann somit ein Bedarf daran bestehen, eine lokal auftretende Strahlungsintensität zuverlässig und mit ausreichender Genauigkeit messen zu können, insbesondere in einem Durchlaufofen. Vorzugsweise sollte hierfür eine einfach handzuhabende, robuste und/oder kostengünstig bereitzustellende Vorrichtung eingesetzt werden können.

Einem solchen Bedarf kann mit dem Gegenstand gemäß dem Hauptanspruch entsprochen werden. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen sowie in der nachfolgenden Beschreibung dargelegt.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung zum Messen einer Strahlungsintensität insbesondere in einem Durchlaufofen beschrieben, wobei die Vorrichtung zumindest einen Strahlungssensor, eine Messeinrichtung und eine Halteeinrichtung aufweist. Der Strahlungssensor weist eine strahlungsempfindliche Detektionsfläche auf und ist dazu konfiguriert, bei Auftreffen von Strahlung auf die Detektionsfläche abhängig von der Strahlungsintensität ein Strahlungssensorsignal zu erzeugen. Die Messeinrichtung weist eine Messelektronik auf, um eine Funktion des Strahlungssensors zu steuern und/oder um das Strahlungssensorsignal auszuwerten. Die Messeinrichtung weist ferner ein Gehäuse auf, welches die Messelektronik derart temperierend umgibt und mit physikalischen Eigenschaften einschließlich einer thermisch trägen Masse, seiner thermischen Isolierwirkung und seines an seiner Außenoberfläche bewirkten Reflektionsvermögens ausgestaltet ist, um die Messelektronik während eines wenigstens 10 s dauernden Messvorgangs in Umgebungen mit Temperaturen von zumindest bis zu 100°C und Strahlungsintensitäten von zumindest bis zu 1 kW/m² vor temperaturbedingten Beschädigungen durch eine Erwärmung der Messelektronik auf über 150°C zu schützen. Die Halteeinrichtung hält den Strahlungssensor.

Ohne den Umfang der Erfindung in irgendeiner Weise zu beschränken, können Ideen und mögliche Merkmale zu Ausführungsformen der Erfindung unter anderem als auf den nachfolgend beschriebenen Gedanken und Erkenntnissen beruhend angesehen werden.

Wie einleitend bereits angedeutet, kann eine räumliche Temperaturverteilung und/oder ein zeitliches Temperaturverhalten, wie sie sich in einem in einem Ofen, insbesondere einem Durchlaufofen, aufgenommenen Bauelement einstellen, erheblichen Einfluss darauf haben, welche chemischen und/oder physikalischen Reaktionen in dem Bauelement auftreten. Daher sollten diese Temperatur-

parameter möglichst genau bekannt sein, um sie dann in gewünschter Weise beeinflussen zu können.

In Öfen, in denen ein Heizen überwiegend strahlungsbasiert erfolgt, kann es daher nötig sein, lokal und/oder zeitlich variierende Strahlungsintensitäten genau messen zu können.

Es wird vorgeschlagen, eine zu diesem Zweck einsetzbare Vorrichtung mit wenigstens einem Strahlungssensor, möglicherweise auch mehreren Strahlungssensoren, auszustatten. Der Strahlungssensor kann die in dem Ofen zum Heizen eingesetzte Strahlung an seiner Detektionsfläche detektieren und daraufhin ein Strahlungssensorsignal erzeugen, welches in eindeutiger Weise von der detektierten Strahlungsintensität abhängt. Vorzugsweise verändert sich das Strahlungssensorsignal linear mit der detektierten Strahlungsintensität.

Um das von dem Strahlungssensor erzeugte Strahlungssensorsignal auszuwerten und/oder Funktionen des Strahlungssensors zu steuern, verfügt die vorgeschlagene Vorrichtung ferner über eine ergänzende Einrichtung, welche hierin als Messeinrichtung bezeichnet wird. Die Messeinrichtung verfügt hierzu über eine Messelektronik, d.h. eine elektronische Schaltung, insbesondere eine Mikroelektronik.

Da eine solche Messelektronik im Allgemeinen temperaturempfindlich ist, verfügt die Messeinrichtung ferner über ein Gehäuse. Das Gehäuse umgibt die Messelektronik und ist derart temperierend, d.h. thermisch isolierend und/oder mit einer thermisch trägen Masse versehen, ausgestaltet, dass es bei den in einem auszuweisenden Ofen typischerweise auftretenden Temperaturen von beispielsweise bis zu 100 °C, vorzugsweise auch bei höheren Temperaturen von bis zu 200 °C, bis zu 250 °C, bis zu 300 °C, bis zu 350 °C, bis zu 400 °C, bis zu 600 °C, bis zu 800 °C, bis zu 1000 °C, oder sogar mehr, die Messelektronik davor bewahren kann, während eines Messvorgangs schädigend hohe Temperaturen anzunehmen. Ferner soll das Gehäuse derart ausgestaltet und temperierend sein, dass auch aufgrund von auftreffender Strahlung bei den in

Öfen typischerweise herrschenden Strahlungsintensitäten von bis zu 1 kW/m², oder vorzugsweise bis zu 5 kW/m², bis zu 10 kW/m², bis zu 20 kW/m², bis zu 30 kW/m² oder sogar bis zu 100 kW/m², keine schädigend hohen Temperaturen im Innern des Gehäuses auftreten. Anders ausgedrückt soll das Gehäuse aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften wie seiner thermisch trägen Masse, seiner thermischen Isolierwirkung und/oder seines an seiner Außenoberfläche bewirkten Reflektionsvermögens die darin aufgenommene Messelektronik vor thermischer Schädigung schützen. Beispielsweise kann das Gehäuse derart ausgestaltet sein, dass die Messelektronik sich bei den genannten Bedingungen während eines beispielsweise 10 s, 20 s, 30 s, 40 s, 60 s oder länger dauernden Messvorgangs auf nicht mehr als eine für die Funktion der Messelektronik als unkritisch angesehene Temperatur von beispielsweise 80 °C, 100 °C, 120 °C oder 150 °C erhitzt.

Die Messeinrichtung kann mit ihrem Gehäuse eine eigenständige Baugruppe darstellen. Im Vergleich zu der Messeinrichtung kann der Strahlungssensor verhältnismäßig klein sein und wird daher von einer speziellen Halteeinrichtung mechanisch gehalten.

Gemäß einer Ausführungsform kann der Strahlungssensor ein Halbleiterbauelement sein, insbesondere eine Solarzelle.

Strahlungssensoren in Form von Halbleiterbauelementen können einfach, kostengünstig und/oder robust bereitgestellt werden.

Beispielsweise kann der Strahlungssensor eine Fotodiode sein, in der durch auftreffende Strahlung elektrische Ladungsträger erzeugt werden und somit ein mit der Strahlungsintensität korrelierendes elektrisches Strahlungssensorsignal erzeugt werden kann.

Als spezielle Ausgestaltung eines Halbleiterbauelements kann als Strahlungssensor eine Solarzelle eingesetzt werden. Solarzellen sind eine Art flächige Fotodiode, bei der die Detektionsfläche verhältnismäßig groß ist und im Wesentlichen der gesamten hin zu einer Strahlungsquelle gerichteten Oberfläche der Solarzelle entspricht. Insbesondere

zum Messen von Strahlungsintensitäten in Öfen, die selbst beim Fertigen von Solarzellen eingesetzt werden sollen, kann es vorteilhaft sein, eine Solarzelle als Strahlungssensor einzusetzen, da diese sich im Allgemeinen insbesondere hinsichtlich ihrer optischen Eigenschaften, aber auch hinsichtlich anderer physikalischer Eigenschaften, ähnlich verhalten kann, wie die zu fertigenden Solarzellen.

Gemäß einer Ausführungsform kann die Detektionsfläche des Strahlungssensors kleiner als 50 cm^2, vorzugsweise kleiner als 25 cm^2, kleiner als 10 cm^2, kleiner als 5 cm^2, kleiner als 2 cm^2 oder sogar kleiner als 1 cm^2 sein.

In einem Strahlungssensor mit einer solchen verhältnismäßig kleinen Detektionsfläche wird nur wenig Strahlung absorbiert und somit ein Strahlungssensorsignal mit einem verhältnismäßig geringen elektrischen Strom generiert. Solche Strahlungssensorsignale sind einfacher zu übermitteln und auszuwerten als Strahlungssensorsignale mit hohen Stromstärken, welche von großflächigen Strahlungssensoren erzeugt würden. Insbesondere kann es vorteilhaft sein, einen umso kleinflächigeren Strahlungssensor zu verwenden, je höher die erwarteten zu messenden Strahlungsintensitäten sind. Dabei kann es vorteilhaft sein, die Größe der Detektionsfläche derart zu bemessen, dass bei den angenommenen maximal zu messenden Strahlungsintensitäten eine von dem Strahlungssensor generierte Signalstromstärke möglichst kleiner als 2 A, vorzugsweise kleiner als 1 A oder kleiner als 0,5 A, bleibt.

Gemäß einer Ausführungsform kann die vorgeschlagene Vorrichtung ferner einen Temperatursensor aufweisen, welcher an oder nahe dem Strahlungssensor angeordnet ist und welcher abhängig von einer lokal vorherrschenden Temperatur ein Temperatursensorsignal erzeugt. Dabei kann die Messelektronik der Messeinrichtung die Funktion des Strahlungssensors unter Berücksichtigung des Temperatursensorsignals steuern und/oder das Strahlungssensorsignal unter Berücksichtigung des Temperatursensorsignals auswerten.

Es wurde erkannt, dass die Funktionsweise des Strahlungssensors von der aktuell bei ihm vorherrschenden Temperatur beeinflusst sein kann. Je nach vorherrschender Temperatur kann ein Strahlungssensorsignal bei gleicher tatsächlicher

Strahlungsintensität größer oder kleiner sein. Um diesen bei der Strahlungsmessung wirkenden Einfluss bei der Steuerung des Strahlungssensors und/oder der Auswertung der von dem Strahlungssensor gelieferten Strahlungssensorsignale berücksichtigen zu können, wird daher vorgeschlagen, in der Nähe des Strahlungssensors ergänzend einen Temperatursensor vorzusehen. Der Temperatursensor kann technisch auf unterschiedliche Weise ausgebildet sein. Insbesondere kann der Temperatursensor dazu ausgestaltet sein, Temperaturen von bis zu 200°C, bis zu 300°C, bis zu 400°C, bis zu 600°C, bis zu 1000 °C oder sogar mehr messen zu können. Beispielsweise kann der Temperatursensor als Thermoelement Temperaturen mithilfe des thermoelektrischen Effekts messen. Insbesondere kann der Temperatursensor als Mantelthermoelement ausgestaltet sein.

Dabei kann gemäß einer konkreten Ausgestaltung der Temperatursensor vorzugsweise an einer von der Halteeinrichtung abgewandten Oberfläche des Strahlungssensors angeordnet sein.

Anders ausgedrückt kann der Temperatursensor an einer Oberfläche des Strahlungssensors angebracht sein, welche im Einsatz hin zu den die Strahlungsintensität erzeugenden Strahlungsquellen gerichtet ist. In einer solchen räumlichen Anordnung kann der Temperatursensor einfach an dem Strahlungssensor angebracht werden, da die von der Halteeinrichtung abgewandte Oberfläche leicht zugänglich ist. Beispielsweise kann der Temperatursensor bei einem als Solarzelle ausgebildeten Strahlungssensor auf einen Metallkontakt, insbesondere einen Busbar, aufgebracht, d.h. beispielsweise an gelötet, werden.

Alternativ wäre vorstellbar, den Temperatursensor an einer der Halteeinrichtung zugewandten Oberfläche des Strahlungssensors anzuordnen. Bei einer solchen Positionierung wäre der Temperatursensor im Einsatz nicht direkter Beleuchtung ausgesetzt, wodurch die tatsächliche Temperatur des Strahlungssensors genauer ermittelt werden könnte. Allerdings kann diese Oberfläche aufgrund der Halteeinrichtung schwieriger zugänglich sein. Außerdem kann in dieser Konstellation durch den Temperatursensor beispielsweise ein Wärmekontakt zwischen dem

Strahlungssensor und der Halteeinrichtung negativ beeinflusst werden.

Gemäß einer Ausführungsform weist die Halteeinrichtung einen Kühlkörper auf, der verglichen mit dem Strahlungssensor ein deutlich größeres Volumen, eine deutlich höhere Wärmekapazität und/oder eine deutlich höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist.

Anders ausgedrückt kann an der Halteeinrichtung ein Bauelement vorgesehen sein, welches verglichen mit dem Strahlungssensor eine größere thermisch träge Masse aufweist und vorzugsweise auch eine hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist und welches somit beim Einbringen in einen Ofen seine eigene Temperatur weniger schnell ändert als der Strahlungssensor dies alleine tun würde und dabei in dem Strahlungssensor generierte Wärme ableitet. Ein solches Bauelement wirkt für den Strahlungssensor dann als passiver Kühlkörper. Der Strahlungssensor kann dabei direkt an dem Kühlkörper angeordnet sein oder zumindest in gut wärmeleitendem Kontakt zu dem Kühlkörper stehen. Dementsprechend kann Wärme, die in dem Strahlungssensor durch Absorption der zu detektierenden Strahlung entsteht, schnell und effizient abgeleitet werden und so eine Überhitzung des Strahlungssensors vermieden werden. Das Volumen, die Wärmekapazität und/oder die Wärmeleitfähigkeit des Kühlkörpers bzw. des diesen bildenden Materials können beispielsweise wenigstens 20 %, vorzugsweise wenigstens 50 %, wenigstens 100 % oder wenigstens 200 % größer sein als bei dem Strahlungssensor.

Gemäß einer konkreten Ausgestaltung kann der Kühlkörper eine sich verjüngende Geometrie, insbesondere in Form eines Pyramidenstumpfes oder eines Kegelstumpfes, mit einer größeren Grundfläche und einer im Vergleich zu der Grundfläche kleineren Deckfläche aufweisen. Dabei kann der Strahlungssensor an der Deckfläche des Pyramidenstumpfes angeordnet sein.

Ein sich verjüngender, insbesondere Pyramidenstumpf-förmiger Kühlkörper kann einerseits ein verhältnismäßig großes Kühlvolumen bereitstellen. Andererseits können die Seitenflächen eines solchen Pyramidenstumpf-förmigen Kühlkörpers derart geneigt orientiert sein, dass daran reflektierte Strahlung von dem an der Deckfläche angeordneten Strahlungssensor weg gerichtet wird. Hierdurch kann vermieden werden,

dass an dem Kühlkörper reflektierte Anteile der in dem Ofen vorherrschenden Strahlung bei der Strahlungsintensitätsmessung zu Verfälschungen des Messergebnisses führen. Die Deckfläche des Kühlkörpers kann in etwa gleich groß sein wie die Fläche des Strahlungssensors. Dabei kann die Grundfläche des Kühlkörpers beispielsweise mehr als doppelt so groß, vorzugweise mehr als fünfmal so groß oder mehr als zehnmal so groß wie die Deckfläche des Kühlkörpers sein.

Für den Fall, dass die hier vorgeschlagene Vorrichtung über mehrere Strahlungssensoren verfügt, können diese auf mehreren Pyramidenstumpf-förmigen Kühlkörpern angeordnet sein. Dabei können sowohl die Strahlungssensoren als auch die Kühlkörper in unterschiedlichen Orientierungen ausgerichtet sein. Hierdurch können beispielsweise inhomogene Strahlungsfelder vorteilhaft ausgemessen werden und dabei die Kühlkörper jeweils so ausgerichtet werden, dass an ihren Oberflächen auftreffende Strahlung derart reflektiert wird, dass sie den gesamten Messvorgang möglichst nicht stört.

Gemäß einer weiteren konkreten Ausgestaltung kann eine Oberfläche des Kühlkörpers dazu ausgebildet sein, auftreffende Strahlung weit überwiegend zu reflektieren.

Anders ausgedrückt kann der Kühlkörper insbesondere an den an die Deckfläche angrenzenden Seitenflächen hellfarben, weiß oder sogar metallisch reflektierend ausgebildet sein, sodass zumindest mehr als 50%, vorzugsweise mehr als 80%, mehr als 90% oder sogar mehr als 98% der auftreffenden Strahlungsintensität reflektiert werden. Hierdurch kann verhindert werden, dass erhebliche Anteile der in dem Ofen vorherrschenden und auf den Kühlkörper auftreffenden Strahlung in dem Kühlkörper absorbiert werden und diesen übermäßig erwärmen.

Gemäß einer Ausführungsform kann die Halteeinrichtung sich über eine Grundfläche erstrecken, welche wenigstens fünffach größer, vorzugsweise wenigstens zehnfach größer oder sogar wenigstens hundertfach größer, ist als die Detektionsfläche des Strahlungssensors.

Mit anderen Worten kann der vorzugweise kleinflächige Strahlungssensor auf einer im Vergleich hierzu deutlich großflächigeren Halteeinrichtung gehalten sein. Die Halteeinrichtung kann hierbei eine Grundfläche aufweisen, welche in einer ähnlichen Größenordnung liegt, wie die Grundfläche von typischerweise in dem Ofen zu temperierenden Solarzellen. Solche Solarzellen weisen heutzutage meist Grundflächen von zwischen 100x100mm² und 200x200mm² auf. Die genannte Grundfläche braucht hierbei von der Halteeinrichtung nicht notwendigerweise vollflächig abgedeckt werden. Stattdessen kann die Halteeinrichtung beispielsweise Streben aufweisen, welche sich über diese Grundfläche erstrecken, um sich über die gesamte Grundfläche hinweg beispielsweise an einem Gürtel eines Durchlaufofens abstützen zu können.

Im Falle eines Durchlaufofens, in dem beispielsweise ein aus Metallgliedern zusammengesetzter Gürtel dazu eingesetzt wird, Solarzellen durch ein Strahlungsfeld im Innern des Ofens hindurch zu bewegen, kann somit der kleinflächige Strahlungssensor mit seiner großflächigen Halteeinrichtung problemlos auf den Gürtel platziert werden, wohingegen der kleine Strahlungssensor alleine Gefahr laufen könnte, zwischen einzelne Glieder dieses Gürtels zu rutschen.

Gemäß einer Ausführungsform kann die Halteeinrichtung ein nachfolgend als Flächenelement bezeichnetes flächiges Bauelement aufweisen, welches eine Abstützfläche der Halteeinrichtung bildet.

Anders ausgedrückt kann die Halteeinrichtung mehrteilig aufgebaut sein und dabei beispielsweise zusätzlich zu dem Kühlkörper das großflächige Flächenelement aufweisen. Während der Kühlkörper meist massiv und beispielsweise aus Metall ausgebildet sein kann, um eine hohe Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität bieten zu können, soll das Flächenelement lediglich die Abstützfläche der Halteeinrichtung, d.h. diejenige Fläche, mit der die Halteeinrichtung bei einer Messung in einem Ofen abgestützt wird, vergrößern, braucht aber selbst keine hohe Wärmeleitfähigkeit oder Wärmekapazität aufweisen. Eine Fläche des Flächenelements kann dabei deutlich größer, d.h. wenigstens doppelt, fünffach oder zehnmal so groß wie die Grundfläche des Kühlkörpers sein.

Gemäß einer konkreten Ausgestaltung kann das Flächenelement dazu ausgebildet sein, auftreffende Strahlung weit überwiegend zu absorbieren.

Beispielsweise kann das Flächenelement zumindest an seiner zu dem Kühlkörper gerichteten Oberfläche dunkelfarbig oder sogar schwarz sein. Dementsprechend wird während eines Messvorgangs auftreffende Strahlung allenfalls zu einem geringen Teil an dem Flächenelement reflektiert, wohingegen deutlich mehr als 50 %, vorzugsweise deutlich mehr als 80 %, 90 % oder sogar 98 % der auftretenden Strahlung von dem Flächenelement absorbiert werden. Hierdurch kann verhindert werden, dass an dem Flächenelement reflektierte Strahlung ein von dem Strahlungssensor generiertes Messergebnis verfälschen kann.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Messeinrichtung und die Halteeinrichtung separate Bauteile. Der Strahlungssensor ist hierbei mit der Messeinrichtung über flexible Verbindungsleitungen zur Signalübertragung verbunden. Eventuell kann die hierin beschriebene Vorrichtung auch über mehrere Strahlungssensoren verfügen, welche jeweils separat von der Messeinrichtung und gegebenenfalls auch separat voneinander vorgesehen sein können.

Mit anderen Worten können die Messeinrichtung einerseits und die Halteeinrichtung mit dem daran gehaltenen Strahlungssensor andererseits physikalisch als getrennte Einheiten ausgebildet sein. Die Messeinrichtung mit ihrem Gehäuse sowie die Halteeinrichtung können dabei jeweils für sich selbsttragend und/oder verhältnismäßig starr ausgebildet sein.

Um unter anderem Strahlungssensorsignale von dem Strahlungssensor an die Messeinrichtung übertragen zu können, sind zwischen beiden Einheiten elektrisch leitfähige Verbindungsleitungen vorgesehen. Die Verbindungsleitungen können dabei ausreichend flexibel sein, sodass die beiden Einheiten trotz bestehender Signalübertragungsmöglichkeit relativ zueinander bewegt werden können. Eine solche aus zumindest zwei Teileinheiten bestehende Vorrichtung, bei der jede Teileinheit in etwa die Größe einer typischen Solarzelle aufweisen kann, kann vorteilhaft gehandhabt und/oder in einem Ofen aufgenommen bzw. durch einen Durchlaufofen bewegt werden.

Gemäß einer Ausführungsform kann die Messelektronik dazu konfiguriert sein, den Strahlungssensor unter Anlegen einer elektrischen Gegenspannung zu betreiben.

Anders ausgedrückt wurde es als vorteilhaft erkannt, insbesondere einen als Fotodiode oder Solarzelle ausgebildeten Strahlungssensor nicht spannungsfrei, sondern mit einer geringfügigen elektrischen Gegenspannung zu betreiben. Die Gegenspannung kann als Sperrspannung wirken. Zu diesem Zweck kann die Messelektronik über eine elektrische Spannungsquelle, beispielsweise in Form einer Batterie, verfügen. Die Gegenspannung sollte deutlich geringer als eine Durchbruchspannung der Fotodiode bzw. der Solarzelle sein, d.h. beispielsweise geringer als 10 V, vorzugsweise geringer als 3 V oder sogar geringer als 1,5 V, sein.

Wie weiter unten detaillierter dargestellt, kann durch das Anlegen der Gegenspannung ein nichtlineares Ansprechen des Strahlungssensors vermieden bzw. verringert werden. Hierdurch kann eine Sensitivität erhöht bzw. eine Auswertung von Messergebnissen vereinfacht werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass mögliche Merkmale und Vorteile von Ausführungsformen der Erfindung hierin teilweise mit Bezug auf strukturelle Eigenschaften einer erfindungsgemäß ausgestalteten Vorrichtung und teilweise mit Bezug auf deren funktionale Eigenschaften beschrieben sind. Ein Fachmann wird erkennen, dass die für einzelne Ausführungsformen beschriebenen Merkmale in analoger Weise geeignet auf andere Ausführungsformen übertragen werden können, angepasst werden können und/oder ausgetauscht werden können, um zu weiteren Ausführungsformen der Erfindung und möglicherweise Synergieeffekten zu gelangen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Nachfolgend werden vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen weiter erläutert, wobei weder die

Zeichnungen noch die Erläuterungen als die Erfindung in irgendeiner Weise einschränkend auszulegen sind.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zum Messen einer Strahlungsintensität gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine vergrößerte perspektivische Ansicht eines Strahlungssensors auf einer Halteeinrichtung einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 zeigt einen Graphen zum Veranschaulichen einer Abhängigkeit eines Strahlungssensorsignalstroms von einer detektierten Lichtintensität.

Die Figuren sind lediglich schematisch und nicht maßstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen in den verschiedenen Zeichnungen gleiche bzw. gleichwirkende Merkmale.

BESCHREIBUNG VON VORTEILHAFTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Um ein Verständnis von Ausführungsformen der Erfindung und ihren Einsatzmöglichkeiten und Vorteilen zu verbessern, wird nachfolgend zunächst eine mögliche Anwendung beschrieben, für die die hierin beschriebene Vorrichtung entwickelt wurde und eingesetzt werden kann. Ferner werden alternative Lösungsansätze beschrieben, welche analysiert wurden, um den bei der beschriebenen Anwendung auftretenden Anforderungen gerecht zu werden. Erst anschließend werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

a) Hintergrund

Wafer-basierte Silicium-Solarzellen dominieren derzeit den Markt für photovoltaische Energieerzeugung. Es ist bekannt, dass Silicium-basierte Solarzellen unter sogenannter Licht-induzierte Degradation (LID) leiden können,

d.h. die Leistungsfähigkeit der Solarzellen kann sich unter Beleuchtung sukzessive verringern. Es sind verschiedene Formen von lichtinduzierter Degradation bekannt. Untersuchungen haben ergeben, dass beispielsweise durch Licht bzw. damit erzeugte Überschussladungsträger eine Bildung von Defekten in einem Silicium-Wafer oder an dessen Oberfläche induziert werden kann.

Einigen Arten von lichtinduzierter Degradation ist gemein, dass sie nicht nur durch Beleuchtung bzw. Injektion von Überschussladungsträgern ausgelöst werden bzw. deren Kinetik beschleunigt wird, sondern dass es, unter gewissen Bedingungen, auch bei fortgesetzter Beleuchtung bei erhöhter Temperatur zu einer dauerhaften Neutralisation der Defekte und damit zu einer dauerhaften sogenannten Regeneration der Leistungsfähigkeit von Solarzellen kommen kann. Daher bietet sich die Möglichkeit, zumindest bestimmte LID-Arten zu neutralisieren, indem Solarzellen nach ihrer Fertigstellung für eine bestimmte Zeit bei erhöhter Temperatur beleuchtet und somit ein Degradation-Regeneration-Zyklus möglichst beschleunigt durchlaufen wird, bevor die Solarzellen beim Endanwender zum Einsatz kommen.

In US 2016/0141445 A1, US 2011/0162716 A1, US 8,263,176 B2 und US 2010/0243036 A1 sind Verfahren und Vorrichtungen zum Herstellen eines Photovoltaikelements mit stabilisiertem Wirkungsgrad beschrieben. In den vergangenen Jahren wurden hierzu von verschiedenen Firmen Beleuchtungsanlagen, die der Regeneration von Solarzellen dienen, auf den Markt gebracht.

Da bei der Massenproduktion von Solarzellen in der Regel eine Inline-Produktion bevorzugt wird, bei der Solarzellen nicht in größeren Gruppen (Batches), sondern sequenziell prozessiert werden, bietet sich auch für solche Regenerationsanlagen eine Durchlaufanlage an, bei der Solarzellen auf einem Transportmedium wie einem umlaufenden Gürtel durch eine oder mehrere beleuchtete und gegebenenfalls erwärmte Zonen transportiert werden. In einer solchen Zone wird ein intensives Strahlungsfeld beispielsweise in einem Wellenlängenbereich von optisch sichtbarem Licht oder Infrarotlicht generiert. Zur Beleuchtung können

thermische Lichtquellen wie beispielsweise Halogenlampen oder alternativ auch Leuchtdioden (LEDs) oder Laser eingesetzt werden.

Dabei können in einem Durchlaufofen, wie er typischerweise zum Regenerieren von Solarzellen eingesetzt wird, Temperaturen von bis zu 400 °C und/oder Beleuchtungsintensitäten von bis zu 100 Sonnen (stromäquivalent) erreicht werden. Erfahrungen zeigen, dass zum Beispiel bei der Regeneration von sogenannter Bor-Sauerstoff-korrelierter LID Temperaturen im Bereich von 200-300 °C während bis zu 1 Minute bei Beleuchtungsintensitäten von etwa 10 Sonnen (ca. 10 kW/m²) eingesetzt werden.

Für eine erfolgreiche Durchführung eines Regenerationsprozesses kann dabei die richtige Kombination aus Temperatur, Beleuchtungsstärke bzw. Injektion und Dauer erforderlich sein. Bereits verhältnismäßig geringfügige Abweichungen beispielsweise bei der in einem Durchlaufofen herrschenden Strahlungsintensität können einen erheblichen Einfluss auf den Regenerationsprozess haben.

Es kann daher ein Bedarf an einer Vorrichtung bestehen, mit der Strahlungsintensitäten und vorzugsweise auch Temperaturen in einem Ofen, insbesondere einem Durchlaufofen, quantitativ überwacht werden können.

b) Alternative Lösungsansätze

Es wurde bereits eine Vielzahl verschiedener Ansätze getestet bzw. analysiert, mit denen dem oben genannten Bedarf entsprochen werden sollte und mit denen insbesondere die Strahlungsintensität in einem Durchlaufofen gemessen werden sollte. Einige dieser Ansätze werden nachfolgend kurz erörtert.

In einem ersten Ansatz wird der Durchlaufofen geöffnet, sodass eine beleuchtete Zone zumindest teilweise offen liegt und händisch die Beleuchtungsintensität gemessen werden kann. Allerdings stellt sich bei hohen Beleuchtungsintensitäten die Frage nach einer arbeitsschutzrechtlichen Zulässigkeit eines solchen Ansatzes. Bereits ein LED-basierter Durchlaufofen, spätestens jedoch ein Laser-basierter

Durchlaufofen, muss entsprechend bestimmter Schutzklassen, d.h. beispielsweise einer Laser-Schutzklasse, betrieben werden. Ein Öffnen eines solchen Systems ist in der Regel nicht zulässig, ohne die Umgebung geeignet zu schützen. In einer industriellen Massenproduktion erscheint ein solcher Ansatz daher nicht sinnvoll.

In einem zweiten Ansatz wird eine aufgenommene elektrische Leistung der in einem Durchlaufofen eingesetzten Strahlungsquellen überwacht. Dies kann allerdings den Nachteil haben, dass damit einerseits nicht gewährleistet ist, dass einer gleichen aufgenommenen elektrischen Leistung auch eine vergleichbare optische abgegebene Leistung gegenübersteht. Altert beispielsweise die Strahlungsquelle, kann sich deren optische Ausbeute verändern. Beispielsweise kann eine typischerweise verkapselte LED mit der Zeit einen Teil ihrer optischen Leistung einbüßen, weil sich beispielsweise das Verkapselungsmaterial durch lange thermische Belastung eintrübt. Zum anderen gibt die aufgenommene elektrische Leistung nicht zwangsläufig an, wo, das heißt in welchen Bereichen des Durchlaufofens, die abgegebene optische Leistung ihre Wirkung entfaltet. Zum Beispiel erzeugt eine Anordnung paralleler Halogenstrahler in gewissen räumlichen Abständen vergleichsweise hohe Beleuchtungsintensitäten direkt unterhalb der Halogenstrahler, aber vergleichsweise geringe Beleuchtungsintensitäten zwischen benachbarten Halogenstrahlern.

Bei einem dritten Ansatz werden in einer Durchlaufanlage optische Sensoren platziert, welche einer Messung von Strahlungsintensitäten dienen. Es bietet sich hierbei entweder die Möglichkeit an, die Sensoren direkt in der beleuchteten Zone zu installieren. In diesem Fall ist darauf zu achten, dass die Sensoren erhöhten Temperaturen ausgesetzt sind. Es kann ein Risiko bestehen, dass Materialien, die in den Sensoren beispielsweise zur Verkapselung oder für Lötverbindungen eingesetzt werden, solchen Temperaturen nicht standhalten. Daher ist oftmals zumindest eine passive, besser jedoch eine aktive Kühlung nötig, um einen dauerhaften Betrieb der Sensoren ermöglichen zu können. Alternativ kann ein Sensor außerhalb des heißen Bereichs im Ofen platziert werden und eine optische Leistung beispielsweise mittels einer Glasfaser zum Sensor transportiert werden. Ein Nachteil dieses Lösungsansatzes ist, dass die Intensitätsüberwachung

räumlich unflexibel ist und insbesondere bauliche Veränderungen erfordert, welche unter anderem eine Funktionalität beeinträchtigen können.

Bei einem vierten Ansatz wird ein Beleuchtungssensor an einer langen Lanze befestigt, die entlang eines Durchlaufkanals in einen Durchlaufofen von dessen Eingangs- oder Ausgangsseite her eingeführt werden kann. Eine solche Lanze kann beispielsweise in Form eines Rohres ausgeführt sein, sodass Gas oder eine Flüssigkeit zur Temperierung des Beleuchtungssensors eingesetzt werden kann. Bei einer Länge typischer Durchlauföfen von einigen Metern ergibt sich dabei eine entsprechende Lanzenlänge von ebenfalls einigen Metern. Eine derart lange Lanze ist in einem engen Umfeld schwer zu handhaben und in einer industriellen Massenproduktion kaum einsetzbar, insbesondere wenn eine vorgelagerte bzw. eine nachgelagerte Produktionsanlage eng an dem für die Regeneration eingesetzten Durchlaufofen steht, wie es in der industriellen Massenfertigung üblich ist. Ein größerer Abstand zwischen Anlagen wäre hier gleichbedeutend mit einem größeren Footprint und würde den Einsatz eines solchen Systems verteuern.

Die genannten Ansätze zur Messung von Strahlungsintensitäten in einem Durchlaufofen können zwar prinzipiell funktionieren, erscheinen jedoch vergleichsweise wenig praktikabel oder aufwendig.

c) Ausführungsformen der Erfindung

Ausführungsformen des hierin beschriebenen Ansatzes können ermöglichen, Vorteile einer arbeitsrechtlich sicheren Handhabung, eines flexiblen Einsatzes sowie verhältnismäßig geringer Nachrüstkosten zu vereinen.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 1 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die Vorrichtung 1 kann insbesondere zum Messen einer Strahlungsintensität in einem Durchlaufofen eingesetzt werden.

Die Vorrichtung 1 umfasst einen Strahlungssensor 3, eine Messeinrichtung 5 sowie eine Halteeinrichtung 7. Der Strahlungssensor 3 weist eine strahlungsempfindliche Detektionsfläche 9 auf. Wenn Strahlung auf diese Detektionsfläche 9 trifft, erzeugt der Strahlungssensor 3 abhängig von der Strahlungsintensität ein Strahlungssensorsignal. Dieses Strahlungssensorsignal kann über flexible Verbindungsleitungen 25 an die Messeinrichtung 5 übermittelt werden. Die Messeinrichtung 5 verfügt über eine Messelektronik 11. Die Messelektronik 11 kann das Strahlungssensorsignal auswerten. Alternativ oder ergänzend kann die Messelektronik 11 eine Funktion des Strahlungssensors 3 steuern.

Beispielsweise kann die Messelektronik 11 aus einem Miniaturrechner (Raspberry Pi oder Pi Zero) zur Steuerung einer Datenerfassung, interner Berechnungen, Datenspeicherung und Kommunikation nach außen hin bestehen. Hierbei kann die Messelektronik 11 einen Strom-Spannung-Wandler aufweisen, der das Strahlungssensorsignal des Strahlungssensors 3 für einen Analog-Digital-Wandler aufbereitet.

Die Messelektronik 11 ist mit dem Strahlungssensor 3 über Verbindungsleitungen 25 in Form flexibler Drähte oder Kabel verbunden, sodass sowohl der von der Halteeinrichtung 7 gehaltene Strahlungssensor 3 als auch die Messeinrichtung 5 einzeln bewegt und beispielsweise in den Durchlaufofen eingeführt werden können, zumindest solange die Verbindungsleitungen 25 weder starr noch gespannt sind.

Um die Messelektronik 11 vor den in einem Durchlaufofen herrschenden hohen Temperaturen und Strahlungsintensitäten schützen zu können, ist sie in einem Gehäuse 27 untergebracht. Das Gehäuse 27 verfügt über eine thermische Isolierung und/oder eine thermisch träge Masse, welche dafür sorgt, dass während des Messvorgangs trotz hoher Umgebungstemperaturen und/oder starker Beleuchtungsintensitäten, wie sie im Inneren des Durchlaufofens vorherrschen, innerhalb des Gehäuses 27 keine Temperaturen entstehen und auf die Messelektronik 11 einwirken, welche die Messelektronik 11 stören oder sogar

schädigen würden. Ferner kann das Gehäuse 27 an seiner Außenseite verspiegelt sein oder zumindest stark reflektierend sein, sodass Strahlung kaum absorbiert wird.

Um Strahlungsintensitäten beispielsweise in einem Durchlaufofen messen zu können, kann somit die Vorrichtung 1 mit ihrer Messeinrichtung 5 sowie ihrem separat vorgesehenen und von der Halteeinrichtung 7 gehaltenen Strahlungssensor 3 auf den Gürtel des Durchlaufofens gesetzt werden. Die gesamte Vorrichtung 1 wird dann durch das Innere des Durchlaufofens bewegt und kann dabei das dort herrschende Strahlungsfeld und gegebenenfalls auch die dort herrschenden bzw. an dem Strahlungssensor bewirkten Temperaturen vermessen.

Aus den dabei erhaltenen präzisen Daten können Rückschlüsse darauf gezogen werden, welche Strahlungsintensitäten beispielsweise auf Solarzellensubstrate wirken, die unter den selben Bedingungen durch den Durchlaufofen bewegt werden.

Als räumlich separater Strahlungssensor 3 kann hierbei ein optischer Sensor wie eine Fotodiode eingesetzt werden. Alternativ kann eine Solarzelle 13 als Strahlungssensor 3 eingesetzt werden, was den Vorteil mit sich bringen kann, dass diese vergleichbare optische Eigenschaften wie die eigentlich zu produzierenden Solarzellen aufweisen kann, sodass bei einer Auswertung von Strahlungssensor-signalen beispielsweise keine Korrekturen von optischen Einflüssen nötig sein können.

Dabei ist es jedoch im Allgemeinen nicht sinnvoll, als Strahlungssensor 3 eine typische industriell hergestellte Solarzelle einzusetzen, welche eine große Fläche von beispielsweise 15,6 x 15,6 cm^2 aufweist. Eine solche großflächige Solarzelle würde bereits bei einer Beleuchtung von lediglich einer Sonne (ca. 1 kW/m^2) Ströme von etwa 10 A generieren. Bei den zur Regeneration eingesetzten Durchlauföfen werden Strahlungsintensitäten von typischerweise 10 Sonnen und mehr eingesetzt, sodass die von einer großen Solarzelle generierten Stromstärken für präzise Messungen kaum mehr zu handhaben wären.

Daher wird als Strahlungssensor 3 vorzugsweise eine sehr kleine Solarzelle eingesetzt, deren Detektionsfläche kleiner als 50 cm^2, d.h. beispielsweise lediglich 1 cm^2 groß, ist. Der Strahlungssensor 3 bzw. dessen Größe kann je nach erwarteter zu messender Strahlungsintensität angepasst werden.

Aufgrund der hohen Strahlungsintensität und der erhöhten Umgebungstemperatur in einem Durchlaufofen muss nicht nur die Messelektronik 11, sondern auch der Strahlungssensor 3 vor Beschädigungen durch übermäßige Erhitzung geschützt werden. Eine aktive Kühlung beispielsweise mithilfe von Flüssigkeiten oder Gasen erscheint kaum umsetzbar. Daher wird bei der Vorrichtung 1 auf eine passive Kühlung zurückgegriffen.

Sitzt der Strahlungssensor 3 auf einem Kühlkörper 17 mit großer Oberfläche, so kann Wärme über Gaskonvektion oder thermische Abstrahlung abgetragen werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Kühlkörper 17 eine stark reflektierende Oberfläche aufweist und somit auftreffende Strahlung kaum absorbiert. Ein thermisch gut leitfähiges Material des Kühlkörpers 17 bietet zudem die Möglichkeit, Wärme, die im Strahlungssensor 3 zur Absorption während der Intensitätsmessung anfällt, effektiv abzuleiten und gleichmäßig auf den Kühlkörper 17 zu verteilen. Eine entsprechend thermisch gut leitfähige Anbindung des Strahlungssensors 3 an den Kühlkörper 17 ist somit vorteilhaft. Aufgrund typischerweise eingeschränkter Möglichkeiten von Gaskonvektion in einem Durchlaufofen, welcher die Temperatur einer Solarzelle im Bereich von über 200 °C halten soll, wird angenommen, dass eine Faltung der Oberfläche des Kühlkörpers 17 wenig Effekt bringt, solange sie die effektive Fläche des Kühlkörpers 17 zur thermischen Abstrahlung nicht vergrößert.

Der Kühlkörper 17 kann somit auch massiv ausgeführt sein. Dies kann den Vorteil bieten, dass der Kühlkörper 17 eine große thermisch träge Masse aufweist, die einer Erwärmung des Kühlkörpers 17 sowie des daran angebrachten Strahlungssensors 3 entgegenwirkt bzw. diese verzögert. Insbesondere bietet sich die Möglichkeit, den Kühlkörper 17 durch eine geeignete Wahl von Materialien,

Geometrien und/oder Abmessungen so zu gestalten, dass ein Temperaturanstieg in dem daran angebrachten Strahlungssensor 3 während eines Messvorgangs derart begrenzt ist, dass eine Beschädigung des Strahlungssensors 3 vermieden wird. Beispielsweise sollte bei Lötverbindungen nicht die Schmelztemperatur erreicht werden.

Eine sich hin zu einer Deckfläche 21 verjüngende Geometrie beispielsweise in Form eines Pyramidenstumpfes, wie beispielhaft in Fig. 2 veranschaulicht, erscheint für den Kühlkörper 17 vorteilhaft. Der Strahlungssensor 3 kann dann an der Deckfläche 21 angebracht sein. Vorzugsweise ist der Strahlungssensor 3 flächig und in gutem thermischen Kontakt an die Deckfläche 21 angelagert. Der Strahlungssensor 3 und die Deckfläche 21 können hierbei etwa gleich groß sein. Hin zu einer der Deckfläche 21 entgegengesetzten Grundfläche 19 vergrößert sich der Querschnitt des Kühlkörpers 17, sodass der Kühlkörper 17 ein großes Volumen erhält. Außerdem sind Seitenflächen 20 zwischen der Grundfläche 19 und der zu dieser parallelen Deckfläche 21 vorzugsweise derart schräg orientiert, dass sie beispielsweise in einem Winkel von vorzugsweise mehr als 45° zu der Deckfläche 21 angeordnet sind. Hierdurch kann erreicht werden, dass auf die Seitenflächen 20 auftreffende Strahlung weg von dem auf der Deckfläche 21 angebrachten Strahlungssensor 3 reflektiert wird und somit dessen Messergebnis nicht verfälscht.

Die Form einer vierseitigen Pyramide bzw. eines Pyramidenstumpfes mit vorzugsweise verspiegelten Seitenflächen 20 kann für den Kühlkörper 17 einen guten Kompromiss aus vorteilhaften Reflexionseigenschaften, geringer Absorption und großem Volumen bzw. großer Masse bei geringer Höhe darstellen. Der Kühlkörper 17 kann dabei sowohl als elektrischer Rückkontakt dienen als auch als thermisch träge Masse fungieren. Es sind jedoch auch andere Formen von Kühlkörpern 17 denkbar.

Des Weiteren sollte berücksichtigt werden, dass Durchlauföfen, die im industriellen Einsatz zur Regeneration von Solarzellen eingesetzt werden, auf große Substratabmessungen von beispielsweise 15,6 x 15,6 cm^2 ausgelegt sind.

Kleinere Gegenstände wie beispielsweise ein kleinflächiger Strahlungssensor 3 können unter Umständen solche Anlagen nicht oder nur mit technischer Unterstützung durchlaufen. Die Halteeinrichtung 7 bzw. der daran vorgesehene Kühlkörper 17 sollten daher hinsichtlich ihrer Form und Abmessungen so ausgelegt sein, dass sie durch eine solche Anlage hindurch transportiert werden können.

Dabei kann es vorteilhaft sein, die von einem Gürtel des Durchlaufofens abzustützende Fläche der Halteeinrichtung 7 zu vergrößern, indem ergänzend ein Flächenelement 23 vorgesehen wird. Dieses Flächenelement 23 kann beispielsweise an der Grundfläche 19 des Kühlkörpers 17 angebracht sein und eine deutlich größere Fläche als diese Grundfläche 19 aufweisen. Insbesondere kann die Fläche des Flächenelements derjenigen einer in dem Durchlaufofen zu regenerierenden Solarzelle entsprechen. Das Flächenelement 23 braucht dabei nicht durchgängig sein. Stattdessen kann das Flächenelement 23, wie in den Figuren dargestellt, einen Rahmen 29 aufweisen, mit dem sich das Flächenelement 23 an dem Gürtel des Durchlaufofens abstützen kann. Von dem Rahmen 29 aus können sich Streben 31 zum Zentrum des Flächenelements 23 erstrecken. Die Streben 31 können beispielsweise an einem zentralen Kreuzungspunkt den Kühlkörper 17 abstützen. Alternativ kann der Kühlkörper 17 auch außermittig gehalten sein.

Ferner können für die Vorrichtung auch mehrere Strahlungssensoren 3 vorgesehen sein. Jeder dieser Strahlungssensoren 3 kann dann beispielsweise auf einem von mehreren separaten Kühlkörpern 17 angeordnet sein. Die Kühlkörper 17 wiederum können an verschiedenen Positionen auf einem gemeinsamen Flächenelement 23 oder alternativ auch auf separaten Flächenelementen 23 angeordnet sein.

Um Reflexionen auftreffender Strahlung und damit einhergehende Störungen von Messergebnissen des Strahlungssensors 3 zu minimieren, kann eine Oberfläche des Flächenelements 23 dunkel bzw. schwarz ausgebildet sein, um auftreffende Strahlung weit überwiegend zu absorbieren.

In der Regel hängt ein Messsignal des Strahlungssensors 3 auch von der Eigentemperatur des Strahlungssensors 3 ab. Um diese Temperatur messen zu können, kann für die Vorrichtung 1 ergänzend ein Temperatursensor 15 vorgesehen sein. Der Temperatursensor 15 kann an oder in der Nähe des Strahlungssensors 3 angeordnet sein, um die dort lokal vorherrschende Temperatur messen zu können. Beispielsweise kann der Temperatursensor 15 ein Mantelthermoelement sein. Der Temperatursensor 15 kann beispielsweise an einem Busbar 33 der den Strahlungssensor 3 bildenden Solarzelle 13 angebracht, insbesondere angelötet, sein. Ein von dem Temperatursensor 15 ausgegebenes Temperatursensorsignal kann von der Messeinrichtung 5 bzw. deren Messelektronik 11 dazu verwendet werden, die Funktion des Strahlungssensors 3 temperaturgerecht zu steuern und/oder das von dem Strahlungssensor 3 generierte Strahlungssensorsignal unter Berücksichtigung der aktuell gemessenen Temperatur geeignet auszuwerten.

Im Falle eines Strahlungssensors 3, der wie eine Solarzelle 13 ein Stromsignal generiert, besteht prinzipiell die Möglichkeit, den Strahlungssensor 3 mithilfe der Messelektronik 11 in einem photovoltaischen Modus (d.h. Spannung $V > 0$ und Stromstärke $I < 0$), d.h. ohne Anlegen einer Vorspannung, zu betreiben. Dabei kann es jedoch aufgrund von Widerständen zwischen dem Strahlungssensor 3 und der Messelektronik 11 oder auch in dem Strahlungssensor 3 selbst zu Nichtlinearitäten bei dem Strahlungssensorsignal in Abhängigkeit von Strahlungsintensitäten kommen. Dies ist in dem Graphen in Fig. 3 veranschaulicht. Um diesen Effekt zu minimieren, kann es vorteilhaft sein, den Strahlungssensor 3 nicht im photovoltaischen Modus, sondern durch Anlegen einer Gegenspannung in einem photoleitenden Modus ($V < 0$ und $I < 0$), d.h. in Sperrrichtung zu betreiben. Hierdurch kann ein Einsetzen von Nichtlinearitäten vermieden oder zumindest verzögert werden.

Fig. 3 zeigt den gemessenen Strom Isc einer Solarzelle 13 bei Beleuchtung mit einem Laser in Abhängigkeit von der Leistung des Lasers (angegeben in Prozent der möglichen Maximalleistung). Ein Strom Isc von ca. 450 mA entspricht dabei

einer Strahlungsintensität von ca. zehn Sonnen (ca. 10 kW/m²). Das deutlich zu erkennende Abknicken der Messkurven bzw. die Abweichung von der Gerade bereits bei kleinen Intensitäten kennzeichnet das Einsetzen von Nichtlinearitäten (siehe untere beiden Kurven bei Raumtemperatur bzw. bei 80°C), welches durch Anlegen der Gegenspannung hinausgezögert werden kann (siehe obere beiden Kurven bei Raumtemperatur bzw. bei 80°C).

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass Begriffe wie „aufweisend", „umfassend", etc. keine anderen Elemente oder Schritte ausschließen und Begriffe wie „eine" oder „ein" keine Vielzahl ausschließen. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung zum Messen einer Strahlungsintensität
3	Strahlungssensor
5	Messeinrichtung
7	Halteeinrichtung
9	Detektionsfläche
11	Messelektronik
13	Solarzelle
15	Temperatursensor
17	Kühlkörper
19	Grundfläche
20	Seitenflächen
21	Deckfläche
23	Flächenelement
25	Verbindungsleitungen
27	Gehäuse
29	Rahmen
31	Streben
33	Busbar

Ansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Messen einer Strahlungsintensität, insbesondere in einem Durchlaufofen, wobei die Vorrichtung (1) aufweist:
einen Strahlungssensor (3),
eine Messeinrichtung (5), und
eine Halteeinrichtung (7),
wobei der Strahlungssensor (3) eine strahlungsempfindliche Detektionsfläche (9) aufweist und bei Auftreffen von Strahlung auf die Detektionsfläche (9) abhängig von der Strahlungsintensität ein Strahlungssensorsignal erzeugt,
wobei die Messeinrichtung (5) eine Messelektronik (11) aufweist, um eine Funktion des Strahlungssensors (3) zu steuern und/oder um das Strahlungssensorsignal auszuwerten,
wobei die Messeinrichtung (5) ferner ein Gehäuse (27) aufweist, welches die Messelektronik (11) derart temperierend umgibt und mit physikalischen Eigenschaften einschließlich einer thermisch trägen Masse, seiner thermischen Isolierwirkung und seines an seiner Außenoberfläche bewirkten Reflektionsvermögens ausgestaltet ist, um die Messelektronik (11) während eines wenigstens 10 s dauernden Messvorgangs in Umgebungen mit Temperaturen von zumindest bis zu 100°C und Strahlungsintensitäten von zumindest bis zu 1 kW/m² vor temperaturbedingten Beschädigungen durch eine Erwärmung der Messelektronik (11) auf über 150°C zu schützen,
wobei die Halteeinrichtung (7) den Strahlungssensor (3) hält.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Strahlungssensor (3) ein Halbleiterbauelement, insbesondere eine Solarzelle (13), ist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die Detektionsfläche (9) kleiner als 50cm² ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner aufweisend einen Temperatursensor (15), welcher an oder nahe dem Strahlungssensor (3) angeordnet ist

und welcher abhängig von einer lokal vorherrschenden Temperatur ein Temperatursensorsignal erzeugt, wobei die Messelektronik (11) der Messeinrichtung (5) die Funktion des Strahlungssensors (3) unter Berücksichtigung des Temperatursensorsignals steuert und/oder das Strahlungssensorsignal unter Berücksichtigung des Temperatursensorsignals auswertet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei der Temperatursensor (15) an einer von der Halteeinrichtung (7) abgewandten Oberfläche des Strahlungssensors (3) angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Halteeinrichtung (7) einen Kühlkörper (17) aufweist, der verglichen mit dem Strahlungssensor (3) ein deutlich größeres Volumen, eine deutlich höhere Wärmekapazität und/oder eine deutlich höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei der Kühlkörper (17) eine sich verjüngende Geometrie, insbesondere in Form eines Pyramidenstumpfes, mit einer größeren Grundfläche (19) und einer kleineren Deckfläche (21) aufweist und wobei der Strahlungssensor (3) an der Deckfläche (21) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 und 7, wobei eine Oberfläche des Kühlkörpers (17) dazu ausgebildet ist, auftreffende Strahlung überwiegend zu reflektieren.

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Halteeinrichtung (7) sich über eine Grundfläche (19) erstreckt, welche wenigstens fünffach größer ist als die Detektionsfläche (9) des Strahlungssensors (3).

10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Halteeinrichtung (7) ein Flächenelement (23) aufweist, welches eine Abstützfläche der Halteeinrichtung (7) bildet.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei das Flächenelement (23) dazu ausgebildet ist, auftreffende Strahlung überwiegend zu absorbieren.

12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Messeinrichtung (5) und die Halteeinrichtung (7) separate Bauteile sind und wobei der Strahlungssensor (3) mit der Messeinrichtung (5) über flexible Verbindungsleitungen (25) zur Signalübertragung verbunden ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Messelektronik (11) dazu konfiguriert ist, den Strahlungssensor (3) unter Anlegen einer elektrischen Gegenspannung zu betreiben.

Fig. 1

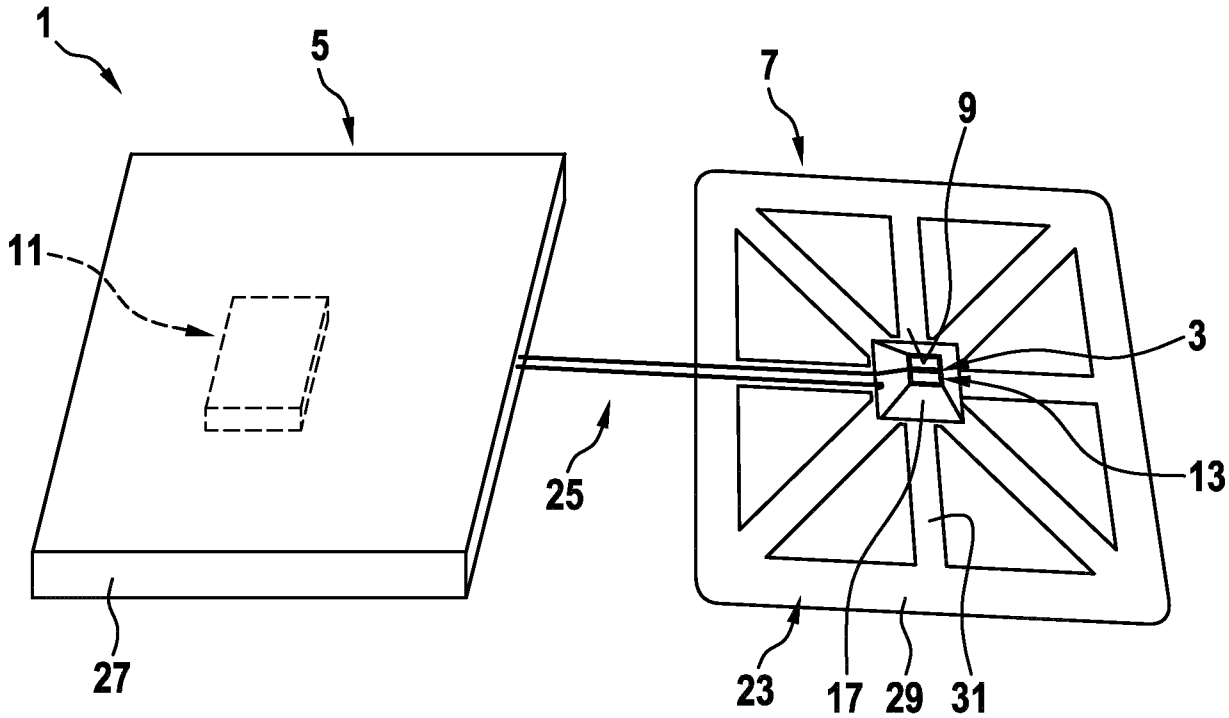


Fig. 2

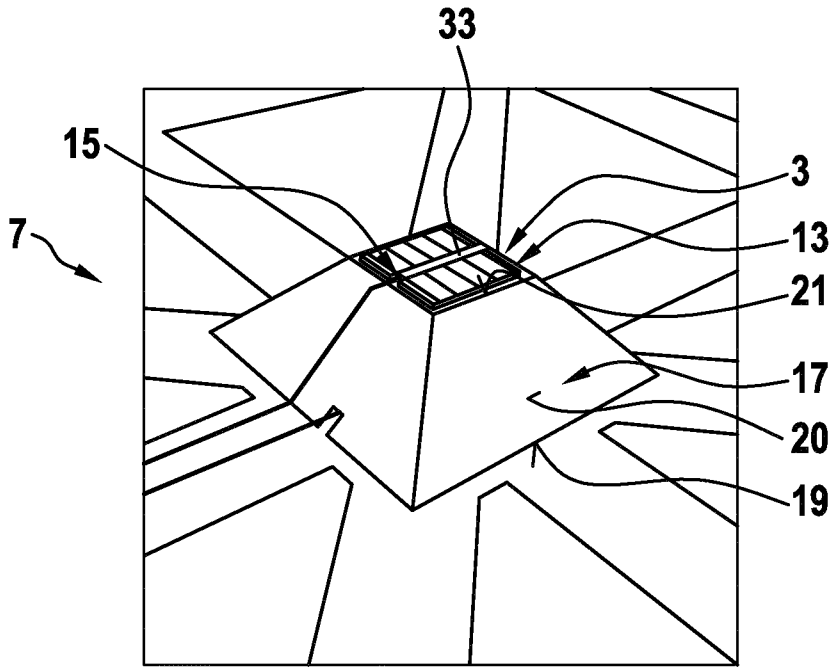
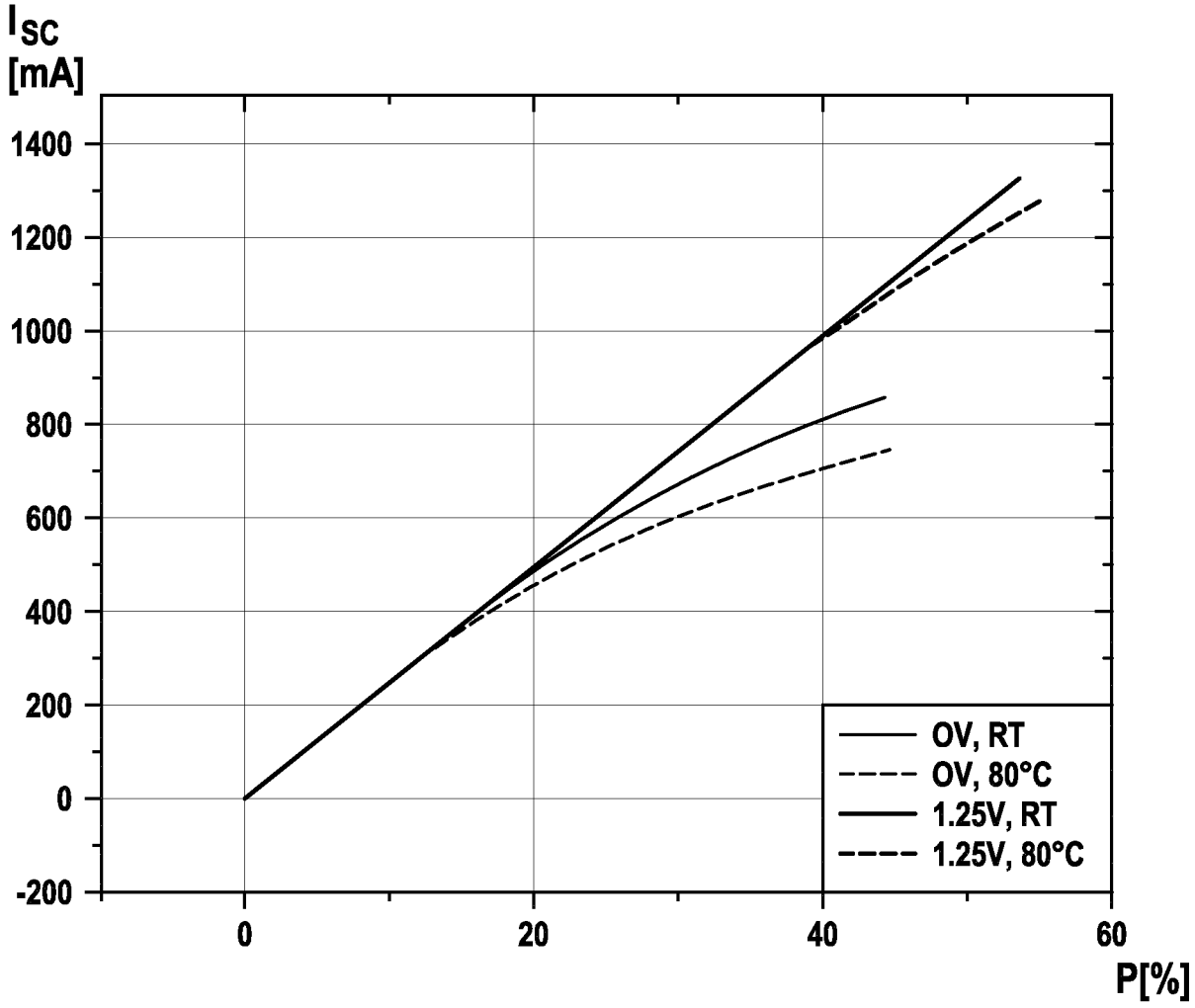


Fig. 3


Isc
[mA]
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
-200
0
20
40
60
P[%]
OV, RT
OV, 80°C
1.25V, RT
1.25V, 80°C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/052041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01J 1/02(2006.01)i; ***G01J 1/04***(2006.01)i; ***G01J 1/42***(2006.01)i; ***G01J 5/00***(2006.01)i; ***G01J 5/04***(2006.01)i; ***G01J 5/06***(2006.01)i

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)

G01J

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, 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	EP 0370763 A1 (KIDDE WALTER AEROSPACE INC [US]) 30 May 1990 (1990-05-30)	1-3,13
Y	column 1, lines 33-40; figure 2 column 4, lines 30-35 column 5, line 47 - column 6, line 4	2,4,5,12
Y	US 3170329 A (ROBERT PREDIGER FRED ET AL) 23 February 1965 (1965-02-23) column 2, lines 34-59; figure 3 column 1, line 33 - line 40	2,4,5
X	US 2016369649 A1 (OLECHNOWICZ BENJAMIN JOHN [US] ET AL) 22 December 2016 (2016-12-22)	1-3,12,13
Y	paragraphs [0069], [0077], [0080] - [0083]; figure 1	2,4,5,12

☐ 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	Date of mailing of the international search report
05 May 2020	**08 July 2020**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Schmidt, Charlotte** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/052041

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-5, 12, 13
A measuring device and details regarding the radiation sensor, an additional temperature sensor for compensation, and the use of a separate measurement housing.

1.1. claims: 1-3
A measuring device and details regarding the radiation sensor. This group thus relates to the problem of finding a suitable radiation sensor.

1.2. claims: 4, 5
A measuring device and details regarding the use of an additional temperature sensor. This group thus relates to the problem of the compensation of the radiation sensor.

1.3. claims: 12, 13
A measuring device and details regarding the use of a separate measurement housing. This group thus relates to the problem of better protecting the electronics.

2. claims: 6-11
A measuring device and details regarding the design of the cooling body and holding device. This group thus relates to the problem of protecting by design measures the radiation sensor against heating.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☑ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1-5, 12, 13**

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/052041

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP 0370763 A1	30 May 1990	DE 68923153 T2	25 January 1996
		EP 0370763 A1	30 May 1990
		US 4988884 A	29 January 1991
US 3170329 A	23 February 1965	NONE	
US 2016369649 A1	22 December 2016	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/052041

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01J1/02 G01J1/04 G01J1/42 G01J5/00 G01J5/04
G01J5/06
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01J

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	EP 0 370 763 A1 (KIDDE WALTER AEROSPACE INC [US]) 30. Mai 1990 (1990-05-30) Spalte 1, Zeilen 33-40; Abbildung 2 Spalte 4, Zeilen 30-35 Spalte 5, Zeile 47 - Spalte 6, Zeile 4	1-3,13 2,4,5,12
Y	US 3 170 329 A (ROBERT PREDIGER FRED ET AL) 23. Februar 1965 (1965-02-23) Spalte 2, Zeilen 34-59; Abbildung 3 Spalte 1, Zeile 33 - Zeile 40	2,4,5
X Y	US 2016/369649 A1 (OLECHNOWICZ BENJAMIN JOHN [US] ET AL) 22. Dezember 2016 (2016-12-22) Absätze [0069], [0077], [0080] - [0083]; Abbildung 1	1-3,12, 13 2,4,5,12

☐ 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
5. Mai 2020	08/07/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Schmidt, Charlotte

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/052041

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-5, 12, 13

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchengebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.

☐ Die zusätzlichen Recherchengebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.

☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN **PCT/ISA/** 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-5, 12, 13

   Eine Messvorrichtung sowie Details zu dem Strahlungssensor, einem weiteren Temperatursensor zur Kompensation, sowie die Verwendung eines separaten Messgehäuses.

1.1. Ansprüche: 1-3

   Eine Messvorrichtung sowie Details zu dem Strahlungssensor. Diese Gruppe befasst sich somit mit dem Problem einer geeigneten Strahlungssensor zu finden.

1.2. Ansprüche: 4, 5

   Eine Messvorrichtung sowie Details zu die Verwendung eines zusätzlichen Temperatursensors. Diese Gruppe befasst sich somit mit dem Problem der Kompensation des Strahlungssensors.

1.3. Ansprüche: 12, 13

   Eine Messvorrichtung sowie Details zur Verwendung eines separaten Messgehäuses. Diese Gruppe befasst sich somit mit dem Problem die Elektronik noch besser zu schützen.

---

2. Ansprüche: 6-11

   Eine Messvorrichtung sowie Details zur Konstruktion des Kühlkörpers und Halteeinrichtung. Diese Gruppe befasst sich somit mit dem Problem den Strahlungssensor vor Erwärmung durch konstruktive Maßnahmen zu schützen.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/052041

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0370763 A1	30-05-1990	DE 68923153 T2	25-01-1996
		EP 0370763 A1	30-05-1990
		US 4988884 A	29-01-1991
US 3170329 A	23-02-1965	KEINE	
US 2016369649 A1	22-12-2016	KEINE	