

(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
2. April 2009 (02.04.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/039906 A3

PCT

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 31/055 (2006.01) H01L 31/052 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/005779
- (22) Internationales Anmeldedatum: 15. Juli 2008 (15.07.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2007 045 546.3
24. September 2007 (24.09.2007) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]**; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE). **ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT FREIBURG [DE/DE]**; Fahnenbergplatz, 79085 Freiburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **GOLDSCHMIDT, Jan Christoph [DE/DE]**; Basler Strasse 10, 79100 Freiburg (DE). **LÖPER, Philipp [DE/DE]**; Vauban-Allee 2, 79100 Freiburg (DE). **PETERS, Marius [DE/DE]**; Dunanstrasse 5, 79110 Freiburg (DE).
- (74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR**; Patent- und Rechtsanwälte, Theresienhöhe 13, 80339 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

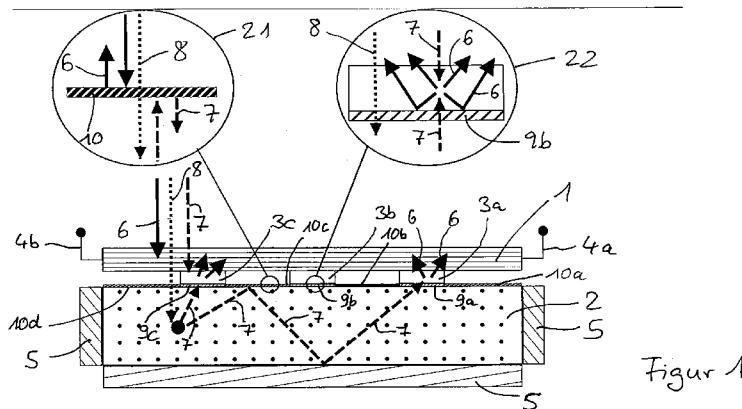
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MORE EFFICIENT SOLAR ELEMENT, AND METHOD FOR INCREASING EFFICIENCY

(54) Bezeichnung: SOLARELEMENT MIT GESTEIGERTER EFFIZIENZ UND VERFAHREN ZUR EFFIZIENZSTEIGERUNG



Figur 1

(57) Abstract: The invention relates to a more efficient solar element and a method for increasing the efficiency of a solar cell. The solar cell according to the invention is composed of a luminescent element, an up-converter, and at least one selectively reflecting structure.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Solarelement mit gesteigerter Effizienz sowie ein Verfahren zur Steigerung der Effizienz einer Solarzelle. Die Solarzelle nach der Erfindung besteht dabei aus einem Lumineszenten Element, einem Hochkonverter sowie mindestens einer selektiv reflektierenden Struktur.

WO 2009/039906 A3



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

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts:

17. Dezember 2009

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/005779

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L31/055 H01L31/052

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)
H01L

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | <p>STRUMPEL ET AL: "Modifying the solar spectrum to enhance silicon solar cell efficiency-An overview of available materials" SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, NL, vol. 91, no. 4, 10 December 2006 (2006-12-10), pages 238-249, XP005882124 ISSN: 0927-0248 page 238, column 1 - page 239, column 1, paragraph 2</p> <p>-----</p> <p>-/-</p> | 1-17 |

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 document 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

6 Oktober 2009

19/10/2009

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Pantelidis, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/005779

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | STRUMPEL C ET AL: "Enhancing Silicon Solar Cell Efficiency by Modifying the Solar Spectrum" PHOTOVOLTAIC ENERGY CONVERSION, CONFERENCE RECORD OF THE 2006 IEEE 4TH WORLD CONFERENCE ON, IEEE, PI, 1 January 2006 (2006-01-01), pages 87-90, XP031007244 ISBN: 978-1-4244-0016-4 the whole document ----- | 1 |
| A | WO 03/079457 A (UNISEARCH LTD [AU]; TRUPKE THORSTEN [AU]; GREEN MARTIN ANDREW [AU]; WU) 25 September 2003 (2003-09-25) abstract page 6, line 24 – page 9, line 5 page 9, line 29 – page 10, line 22; figure 9 ----- | 1,16 |
| A | C. STRÜMPPEL ET AL.: "Erbium-Doped Up-Converters on Silicon Solar Cells: Assessment of the Potential" PROCEEDINGS OF THE 20TH EUROPEAN PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY CONF. 2005, 2005, pages 43-46, XP002543131 the whole document ----- | 1 |
| A | A.SHALAV, B. S. RICHARDS, T. TRUPKE: "Application of Na YF ₄ : Er ³⁺ up-converting phosphors for enhanced near-infrared silicon solar cell response" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 86, no. 1, 2005, page 13505, XP002543132 the whole document ----- | 1 |
| A | TRUPKE T ET AL: "Improving solar cell efficiencies by up-conversion of sub-band-gap light" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 92, no. 7, 1 October 2002 (2002-10-01), pages 4117-4122, XP012057396 ISSN: 0021-8979 the whole document ----- | 1 |
| A | GB 1 562 994 A (STANDARD TELEPHONES CABLES LTD) 19 March 1980 (1980-03-19) the whole document ----- | 1,16 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/005779

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| WO 03079457 | A 25-09-2003 | NONE | |
| GB 1562994 | A 19-03-1980 | NONE | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/005779

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L31/055 H01L31/052

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBiete

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | <p>STRUMPEL ET AL: "Modifying the solar spectrum to enhance silicon solar cell efficiency-An overview of available materials" SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, NL, Bd. 91, Nr. 4, 10. Dezember 2006 (2006-12-10), Seiten 238-249, XP005882124 ISSN: 0927-0248 Seite 238, Spalte 1 – Seite 239, Spalte 1, Absatz 2</p> <p>-----</p> <p>-/-</p> | 1-17 |



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* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum 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 Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum 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 anderen 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 |
| 6. Oktober 2009 | 19/10/2009 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter Pantelidis, D |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

| |
|---|
| Internationales Aktenzeichen PCT/EP2008/005779 |
|---|

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | STRUMPEL C ET AL: "Enhancing Silicon Solar Cell Efficiency by Modifying the Solar Spectrum" PHOTOVOLTAIC ENERGY CONVERSION, CONFERENCE RECORD OF THE 2006 IEEE 4TH WORLD CONFERENCE ON, IEEE, PI, 1. Januar 2006 (2006-01-01), Seiten 87-90, XP031007244 ISBN: 978-1-4244-0016-4 das ganze Dokument | 1 |
| A | WO 03/079457 A (UNISEARCH LTD [AU]; TRUPKE THORSTEN [AU]; GREEN MARTIN ANDREW [AU]; WU) 25. September 2003 (2003-09-25) Zusammenfassung Seite 6, Zeile 24 - Seite 9, Zeile 5 Seite 9, Zeile 29 - Seite 10, Zeile 22; Abbildung 9 | 1,16 |
| A | C. STRÜMPTEL ET AL.: "Erbium-Doped Up-Converters on Silicon Solar Cells: Assessment of the Potential" PROCEEDINGS OF THE 20TH EUROPEAN PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY CONF. 2005, 2005, Seiten 43-46, XP002543131 das ganze Dokument | 1 |
| A | A. SHALAV, B. S. RICHARDS, T. TRUPKE: "Application of Na YF ₄ : Er ³⁺ up-converting phosphors for enhanced near-infrared silicon solar cell response" APPLIED PHYSICS LETTERS, Bd. 86, Nr. 1, 2005, Seite 13505, XP002543132 das ganze Dokument | 1 |
| A | TRUPKE T ET AL: "Improving solar cell efficiencies by up-conversion of sub-band-gap light" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, Bd. 92, Nr. 7, 1. Oktober 2002 (2002-10-01), Seiten 4117-4122, XP012057396 ISSN: 0021-8979 das ganze Dokument | 1 |
| A | GB 1 562 994 A (STANDARD TELEPHONES CABLES LTD) 19. März 1980 (1980-03-19) das ganze Dokument | 1,16 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/005779

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 03079457 | A 25-09-2003 | KEINE | |
| GB 1562994 | A 19-03-1980 | KEINE | |