

(19)



NL Octrooicentrum

(11)

2008514

(12) C OCTROOI

(21) Aanvraagnummer: **2008514**

(51) Int.Cl.:

H01L 31/0352 (2006.01)
(2006.01)

H01L 31/055

(22) Aanvraag ingediend: **21.03.2012**

(43) Aanvraag gepubliceerd:
-

(73) Octrooihouder(s):
Inter Chip Beheer B.V. te Waalre.

(47) Octrooi verleend:
25.09.2013

(72) Uitvinder(s):
**Petrus Joseph Cornelis van der Vleuten
te Waalre.**

(45) Octrooischrift uitgegeven:
02.10.2013

(74) Gemachtigde:
Ir. J.M.G. Dohmen c.s. te Eindhoven.

(54) **Solar cell.**

(57) The present invention relates to a solar cell comprising in a binder and/or filler material, semi conductor particles which convert electromagnetic radiation in a certain wavelength range to electricity and further comprising in a binder and/or filler material wavelength converting materials converting electromagnetic radiation of a wavelength outside of the wavelength range to electromagnetic radiation of a wavelength inside of the wavelength range.

NL C 2008514

Dit octrooi is verleend ongeacht het bijgevoegde resultaat van het onderzoek naar de stand van de techniek en schriftelijke opinie. Het octrooischrift komt overeen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Title: Solar cell

The present invention relates to a solar cell comprising semi conductor particles. The present invention further relates to a method for manufacturing a solar cell.

5 Photovoltaic solar cells present a unique potential for solving the world's energy related problems. The main challenge is to improve their performance and to lower their production costs and capital investment costs for production. The majority of today's solar cells make use of silicon wafers as absorbing material. Because of their relatively high material costs and limited possibilities for automated manufacturing, the cost reduction 10 potential of wafer based silicon solar cells is limited. Thin film solar cells offer better possibilities for cost reduction. However, the conversion efficiency of thin film solar cells is normally lower.

15 Thin film solar cells which make use of CIGS (Copper Indium Gallium Selenide) semiconductor material obtain conversion efficiencies in the same order of magnitude as wafer based silicon solar cells. CZTS (Copper Zinc Tin Sulfide) solar cells are expected to offer similar high conversion efficiencies in the future with lower material costs. Moreover, CZTS solar cells make use of abundant and low cost materials. Performance, costs and investment costs for manufacturing of CIGS/CZTS solar cells are highly influenced by their production method.

20 State of the art CIGS/CZTS solar cells are based on particles consisting of or coated with absorber material and integrated in a membrane. The performance of such concept is basically higher, because the particles can be produced and crystallized under non limiting conditions. The main challenges left are the engineering of an optimal module 25 manufacturing concept and an improvement of the packing density of the electromagnetic radiation absorbing particles. Particle based solar cell membranes are disclosed in US 3,480,818, US 2007/0089782A1, WO2010/006623A2, WO2010/000581A2 and US 2011/0232729A1.

Instead of improving the performance of the solar cell itself, matching the 30 incident solar radiation to a spectrum which is best suited for a basic solar cell is also investigated in the art. It is a problem of state of the art solar cells that 60% of the incident solar radiation is not converted into electrical energy due to spectral mismatch. Spectral mismatch results in the non-absorption of photons which carry less energy than the semiconductor band gap (energy range in a solid where no electron states can exist) and

the excess energy of photons, larger than the band gap. This band gap can also be represented in wave length and is here called the wavelength range.

It is an object of the present invention to improve the conversion efficiency of solar cells.

5 It is further an object of the present invention to improve the conversion efficiency of thin film solar cells.

It is further an object of the present invention to provide for a method to manufacture thin film solar cells.

One or more of the above objects is met by a solar cell according to the
10 present invention. A solar cell according to the present invention comprises semi conductor particles. These kinds of solar cells are referred to in the art as mono grain solar cells. These semi conductor particles convert electromagnetic radiation in a certain wavelength range to electric energy. Solar cells according to the present invention further comprise wavelength converting materials converting electromagnetic radiation of a wavelength outside of the wavelength range to electromagnetic radiation of a wavelength inside of the
15 wavelength range. Preferably, the solar cell according to the present invention is a thin film solar cell.

With wavelength range is meant the range wherein electromagnetic radiation is absorbed by the semiconductor material and converted into electric energy.
20 Hence electromagnetic radiation with a wavelength outside of the wavelength range is not converted to electric energy and/or absorbed by the semiconductor material and is the cause of spectral mismatch. Hence the wavelength converting material converts the spectral mismatched electromagnetic radiation into electromagnetic radiation matching the wavelength range of the solar cell. This results in a decrease of loss of energy due to
25 spectral mismatch and hence increases the efficiency of conversion of electromagnetic radiation to electric energy in the solar cell.

The semiconductor particles can be particles based on CIGS and/or CZTS material. An example of semiconductor particles which can be used in the present invention is disclosed in WO2010/006623 wherein the semiconductor materials are
30 disclosed as mono crystals (monograins).

The semiconductor particles can also be formed by a particulate base substance, semiconductor layers of a first conductive type that cover at least portions of the particulate base substance, and semiconductor layers of a second conductive type that

cover portions of the semiconductor layers of the first conductive type so as to form p/n junctions therewith.

The first conductive type and the second conductive type are different from each other. In the case that the first conductive type is a p-type semiconductor, the second 5 conductive type is an n-type semiconductor, and in the case that the first conductive semiconductor is n-type material, the second conductive type is p-type material, as is known in the art.

In an embodiment of the present invention the wavelength converting material comprises 2 components of which a first component converts electromagnetic 10 radiation of a wavelength which is longer than the wavelength range to a wavelength lying in the wavelength range (up converting component), and/or a second component converts electromagnetic radiation of a wavelength which is shorter than the wavelength range to a wavelength lying in the wavelength range (down converting component). Up conversion means that radiation of a longer wavelength is converted to radiation of a shorter 15 wavelength and hence to radiation with higher energy. Down conversion means that radiation of a short wavelength is converted to radiation of a longer wavelength and hence to radiation with lower energy.

Improved spectral conversion can be achieved by applying materials for down conversion, by applying materials for up conversion, or both. Down conversion 20 materials are preferably positioned in the solar cell such that it converts electromagnetic radiation before reaching the semiconducting material. Up conversion materials are preferably used for electromagnetic radiation which already has passed the semiconducting material.

In an embodiment of the present invention at least 2 components are 25 photoluminescent, preferably at least 1 of the components is phosphorescent. Photoluminescence is a process in which a substance absorbs electromagnetic radiation and then re-radiates electromagnetic radiation. The substances can be chosen depending on the wavelength or wavelengths on which the substance absorbs and radiates electromagnetic light. These substances are preferably chosen such that they absorb 30 electromagnetic radiation with a wavelength outside of the wavelength range of the semiconducting material and which substances radiate electromagnetic radiation at a wavelength lying within the wavelength range of the semiconducting material. This way also electromagnetic radiation with a wavelength outside of the wavelength range of the

semiconducting material contributes is utilized in the conversion of electromagnetic radiation to electric energy hence increasing the conversion efficiency of the solar cell.

In an embodiment of the present invention the wavelength converting material consists of structures such as quantum dots, luminescent dye molecules, or lanthanide compounds. The presence of structures as wavelength converting material resulted in a noticeable increase of efficiency of the solar cell.

The inventor found that the structures comprising lanthanide compounds provided good results. Very good results were obtained with nano-structures comprising lanthanide compounds.

In an embodiment of the present invention a binding or filler material for immobilizing the semi conductor particles is present between the semiconductor particles a binding material for immobilizing the semi conductor particles is present, preferably the binder or filler material is optically transparent. Preferably the binder and/or filler material is chosen from the group consisting of glass, acrylic resin (PMMA), epoxy resin, silicone rubber, silicone gel, polymer material (e.g. EVA or tedlar) or a composite or a combination of a plurality of such layers. In state of the art solar cells there is no need for transparent binding or filler material since no conversion material is present in the binding or filler material. For solar cells according to the present invention an increase in efficiency is observed when transparent material is used since more electromagnetic radiation is enabled to reach the conversion material.

Preferably the bottom half of the solar cell (i.e. the bottom of the solar cell is the side not facing the sun during operation) is filled with binding and/or filler material comprising up conversion material and the top half with filling material comprising down conversion material.

In an embodiment of the present invention the wavelength converting materials are present in the binder material, preferably the down and up converting components are present as separate layers in the binder material.

In an embodiment of the present invention a solar cell comprises the following layers:

- 30 a. A transparent conductive electrode;
- b. A buffer layer
- c. A layer comprising the semi conductor particles, the wavelength converting material and the binder material; and

d. A back contact.

The layers are listed in the order starting from the solar side being layer a. to the bottom side of the solar cell being layer d. Hence electromagnetic radiation traveling through the solar cell firstly encounters layer a. and lastly layer d. Both layer a and d are formed by a conductive material. The solar cell can further comprise a reflective layer for reflecting radiation which passed through the transparent conductive electrode, buffer layer and the layer comprising the semi conductor particles, the wavelength converting material and the binder material. Further an anti reflective layer can be present on the conductive electrode.

10 The present invention further provides a method for producing a solar cell comprising the steps of:

- i. Mixing a wavelength converting component in an optically transparent binder and/or filler material to obtain a mixture;
- ii. Forming a plate shaped article from the mixture obtained in step i.
- iii. Arranging the semiconductor particles in the plate shaped article of step ii., obtaining layer c;
- iv. Forming a first electrode (back contact) at one side of layer c;
- v. Forming a buffer layer on a second side of layer c;
- vi. Forming a second electrode (transparent conductive electrode) on top 20 of the buffer layer of step vi.

The transparent conductive electrode preferably consists of a transparent conductive oxide (TCO) or a TCO with an additional metal grid.

With the method according to the present invention a solar cell with improved conversion efficiency can be manufactured. Preferably this method is used to manufacture solar cells according to the present invention.

In an embodiment of the present invention in step i. two mixtures are obtained by mixing a wavelength converting component for up conversion in an optically transparent binder and/or filler material to obtain a first mixture and mixing the wavelength converting component for down conversion in a second batch of an optically transparent binder material to obtain a second mixture. If two mixtures are obtained in step ii of the present invention each of the two mixtures can be used to separately to obtain plate shaped articles or the two mixtures can be mixed after which one plate shaped article is obtained.

The particles are provided to the plate shaped article in such a way that the filler and/or binder material fills e space between the particles .

Preferably if two plate shaped articles are obtained in step ii. The particles are provided in such a way to the plate shaped articles that the binding material which 5 comprises the wavelength converting materials for up conversion is filling the space at the bottom side of the cell to be obtained and the binding material which comprises the wavelength converting materials for down conversion is filling the space at the top of the cell to be obtained.

Preferably step ii. is subdivided in a step of providing the particles to a 10 surface after which the plate shaped article is provided on top of the particles. And next applying pressure and heat allowing the particles to move into the plate shaped article. Such a method is for example disclosed in US2011/0232729.

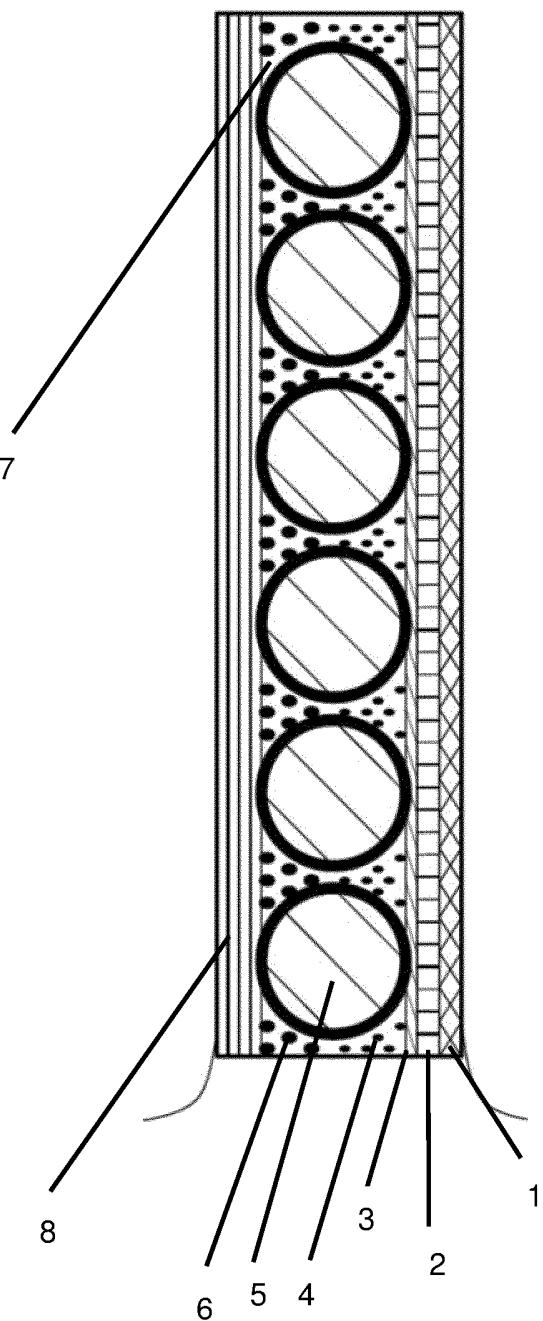
Figure 1 discloses a preferred embodiment of the present invention. The depicted solar cell comprises an anti reflection layer (1), a transparent conductive electrode 15 (TCE, 2), a buffer layer (3), a down conversion component (4), semiconductor particles (5), up conversion material (6), transparent binder and/or filler material (7) and a back contact (8). In figure 1 the anti reflective layer is positioned on the sun facing side of the solar cell. The back contact (8) is positioned on the bottom side of the solar cell i.e the side facing away from the sun. In figure 1 the up and down conversion components (6, 4) are 20 positioned such that radiation traveling through the solar cell first encounters the down conversion component (4) and next the up conversion component (6).

CONCLUSIES

1. Zonnecel die in een bindmiddel en/of vulmiddelmateriaal, halfgeleiderdeeltjes die elektromagnetische straling van een bepaald golflengtegebied omzet naar elektriciteit omvat en die verder in een bindmiddel- en/of vulmiddelmateriaal golflengte-omzettende materialen die elektromagnetische straling van een golflengte uit een golflengtegebied naar elektromagnetische straling van een golflengte binnen het golflengtegebied omzet.
2. Zonnecel volgens de voorgaande conclusie, waarbij het golflengte-omzettende materiaal 2 componenten omvat waarvan een eerste component elektromagnetische straling van een golflengte die langer is dan het golflengtegebied omzet naar een golflengtegebied die in het golflengtegebied ligt (omhoog converterende component) omzet, en/of een tweede component die elektromagnetische straling van een golflengte die korter is dan het golflengtegebied naar een golflengte die in het golflengtegebied (omlaag converterende component) ligt omzet.
3. Zonnecel volgens conclusie 2, waarbij de ten minste twee componenten fotoluminescerend zijn, bij voorkeur is de ten minste een van de componenten fosforescerend.
4. Zonnecel volgens een of meer van de voorgaande conclusies, waarbij het golflengte-omzettend materiaal bestaat uit nanostructuren zoals quantum dots, luminescerende kleurmoleculen, of lanthanideverbindingen.
5. Zonnecel volgens een of meer van de voorgaande conclusies, waarbij tussen de halfgeleidermaterialen een bindmiddel- en/of vulmateriaal optisch transparant is.
6. Zonnecel volgens de voorgaande conclusie, waarbij de golflengte-omzettende materialen aanwezig zijn in het bindmiddelmateriaal, bij voorkeur zijn de omlaag en omhoog converterende componenten aanwezig als afzonderlijke lagen in het bindmiddelmateriaal.
7. Zonnecel volgens een of meer van de voorgaande conclusies die de volgende lagen omvat:
 - a. een transparant geleidende elektrode;
 - b. een bufferlaag;

- c. een laag die de halfgeleiderdeeltjes, de golflengte-omzettende materiaal en het bindmiddelmateriaal omvat; en
 - d. een achtercontact.
8. Werkwijze om een zonnecel te vervaardigen die de stap omvat van:
- i. het mengen van een golflengte-omzettende component in een optisch transparant bindmiddel- en/of vulmiddelmateriaal om een mengsel te verkrijgen;
 - ii. het vormen van een plaatvormig deel van het mengsel verkregen in stap i.;
 - iii. het arrangeren van de halfgeleiderdeeltjes in het plaatvormig deel van stap ii. ter verkrijging van laag c;
 - iv. het vormen van een eerste elektrode (achtercontact) op een zijde van laag c;
 - v. het vormen van een buffermateriaal op een tweede zijde van laag c;
 - vi. het vormen van een tweede elektrode (transparant geleidende elektrode) op de bufferlaag van stap v.

Figure 1





Agentschap NL
Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

OCTROOIAANVRAAG NR.:
NO 138313
NL 2008514

ONDERZOEKSRAPPORT

BETREFFENDE HET RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK

RELEVANTE LITERATUUR

Categorie ¹	Literatuur met, voor zover nodig, aanduiding van speciaal van belang zijnde tekstgedeelten of figuren.	Van belang voor conclusie(s) nr:	Classificatie (IPC)		
Y,D	US 3 480 818 A (VELDE TIES SIEBOLT TE) 25 november 1969 (1969-11-25) * het gehele document * -----	1-7	INV. H01L31/0352 H01L31/055		
Y	WO 2008/051235 A2 (UNIV ILLINOIS [US]; NAYFEH MUNIR H [US]; STUPKA MATTHEW [US]; AL SAUD) 2 mei 2008 (2008-05-02) * bladzijde 4, regel 9 - bladzijde 5, regel 10 * * bladzijde 8, regels 14-28 * * bladzijde 14, regel 8 - bladzijde 16, regel 4; conclusies 1-6,13; figuren 1A, 1B,8,9 * -----	1,2,4,5, 7			
Y	WO 2009/097627 A2 (NLITEN ENERGY CORP [US]; CHIN ALAN [US]; KESHAVARZ MAJID [US]) 6 augustus 2009 (2009-08-06) * alineas [0051], [0055], [0080] - [0083], [0114] - [0116]; conclusies 1,12,17.; figuren 1-3,6-9,14 * -----	1-4,7			
Y	GALLAGHER ET AL: "Quantum dot solar concentrators: Electrical conversion efficiencies and comparative concentrating factors of fabricated devices", SOLAR ENERGY, PERGAMON PRESS. OXFORD, GB, deel 81, nr. 6, 11 mei 2007 (2007-05-11), bladzijden 813-821, XP022071340, ISSN: 0038-092X, DOI: 10.1016/J.SOLENER.2006.09.011 * het gehele document * -----	6	Onderzochte gebieden van de techniek H01L		
A	----- -----	1-5			
Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op:					
Plaats van onderzoek:	Datum waarop het onderzoek werd voltooid:	Bevoegd ambtenaar:			
Berlijn	31 oktober 2012	Visentin, Alberto			
<u>1 CATEGORIE VAN DE VERMELDE LITERATUUR</u>					
X: de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur Y: de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht A: niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft O: niet-schriftelijke stand van de techniek P: tussen de voorrangsdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur					
T: na de indieningsdatum of de voorrangsdatum gepubliceerde literatuur die niet bewarend is voor de octrooiaanvraag, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding E: eerdere octrooi(aanvraag), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven D: in de octrooiaanvraag vermeld L: om andere redenen vermelde literatuur &: lid van dezelfde octroifamilie of overeenkomstige octroopublicatie					

1

EOB FORM 02-83 (P0414B)

RELEVANTE LITERATUUR		
Categorie ¹	Literatuur met, voor zover nodig, aanduiding van speciaal van belang zijnde tekstgedeelten of figuren.	Van belang voor conclusie(s) nr:
A	US 2 904 613 A (ELLIOTT PARADISE MAURICE) 15 september 1959 (1959-09-15) * het gehele document * -----	1,7
A	FR 2 417 188 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR] COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 7 september 1979 (1979-09-07) * het gehele document *	1-8
A	DE 10 2007 047088 A1 (BUSKUEHL MARTIN [DE]) 9 april 2009 (2009-04-09) * het gehele document *	1-8
A	WO 2009/157879 A1 (UNIV SINGAPORE [SG]; YI GUANG-SHUN [SG]; CHOW GAN MOOG [SG]) 30 december 2009 (2009-12-30) * bladzijde 9, regel 1 - bladzijde 11, regel 10 * * bladzijde 13, regel 14 - bladzijde 16, regel 5 * * bladzijde 24, regel 4 - bladzijde 25, regel 13 * * bladzijde 36, regel 25 - bladzijde 42, regel 17; figuren 4,6,11,12 *	1-8
A	US 4 514 580 A (BARTLETT ROBERT W [US]) 30 april 1985 (1985-04-30) * het gehele document *	1,5,7
A	WO 2010/104890 A2 (UNIV NORTH CAROLINA [US]; HASAN MOHAMAD-ALI [US]; FIDDY MICHAEL [US];) 16 september 2010 (2010-09-16) * het gehele document *	1-4,6,7

¹ CATEGORIE VAN DE VERMELDE LITERATUUR

- X: de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur
- Y: de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht
- A: niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft
- O: niet-schriftelijke stand van de techniek
- P: tussen de voorrangsdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur

- T: na de indieningsdatum of de voorrangsdatum gepubliceerde literatuur die niet bezwarend is voor de octrooiaanvraag, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding
- E: eerder octroi(aanvraag), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven
- D: in de octrooiaanvraag vermeld
- L: om andere redenen vermelde literatuur
- &: lid van dezelfde octrooifamilie of overeenkomstige octrooipublicatie

**AANHANGSEL BEHORENDE BIJ HET RAPPORT BETREFFENDE
HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK,
UITGEVOERD IN DE OCTROOIAANVRAGE NR.**

NO 138313
NL 2008514

Het aanhangsel bevat een opgave van elders gepubliceerde octrooiaanvragen of octrooiën (zogenaamde leden van dezelfde octrooifamilie), die overeenkomen met octrooischriften genoemd in het rapport.

De opgave is samengesteld aan de hand van gegevens uit het computerbestand van het Europees Octrooibureau per
De juistheid en volledigheid van deze opgave wordt noch door het Europees Octrooibureau, noch door het Bureau voor de Industriële eigendom gegarandeerd; de gegevens worden verstrekt voor informatiedoeleinden.

31-10-2012

In het rapport genoemd octrooigeschrift		Datum van publicatie		Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
US 3480818	A	25-11-1969	AT BE CH DE GB NL NO SE US	261698 B 685030 A 468723 A 1564424 A1 1158922 A 6510095 A 118984 B 329448 B 3480818 A	10-05-1968 03-02-1967 15-02-1969 14-05-1970 23-07-1969 06-02-1967 09-03-1970 12-10-1970 25-11-1969
WO 2008051235	A2	02-05-2008	BR CN EP US WO	P10618291 A2 101405088 A 1949452 A2 2009308441 A1 2008051235 A2	30-08-2011 08-04-2009 30-07-2008 17-12-2009 02-05-2008
WO 2009097627	A2	06-08-2009	CN EP JP US WO	101990713 A 2245673 A2 2011511464 A 2009194160 A1 2009097627 A2	23-03-2011 03-11-2010 07-04-2011 06-08-2009 06-08-2009
US 2904613	A	15-09-1959	GEEN		
FR 2417188	A1	07-09-1979	GEEN		
DE 102007047088	A1	09-04-2009	DE EP WO	102007047088 A1 2212917 A2 2009043340 A2	09-04-2009 04-08-2010 09-04-2009
WO 2009157879	A1	30-12-2009	GEEN		
US 4514580	A	30-04-1985	GEEN		
WO 2010104890	A2	16-09-2010	US WO	2011315219 A1 2010104890 A2	29-12-2011 16-09-2010



Agentschap NL
Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

SCHRIJFTELIJKE OPINIE

DOSSIER NUMMER NO138313	INDIENINGSDATUM 21.03.2012	VOORRANGSDATUM --	AANVRAAGNUMMER NL2008514
CLASSIFICATIE INV. H01L31/0352 H01L31/055			
AANVRAGER Inter Chip Beheer B.V.			

Deze schriftelijke opinie bevat een toelichting op de volgende onderdelen:

- Onderdeel I Basis van de schriftelijke opinie
- Onderdeel II Voorrang
- Onderdeel III Vaststelling nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid niet mogelijk
- Onderdeel IV De aanvraag heeft betrekking op meer dan één uitvinding
- Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid
- Onderdeel VI Andere geciteerde documenten
- Onderdeel VII Overige gebreken
- Onderdeel VIII Overige opmerkingen

	DE BEVOEGDE AMBTENAAR Visentin, Alberto
--	--

SCHRIFTELIJKE OPINIE

Onderdeel I Basis van de Schriftelijke Opinie

1. Deze schriftelijke opinie is opgesteld op basis van de meest recente conclusies ingediend voor aanvang van het onderzoek.
2. Met betrekking tot **nucleotide en/of aminozuur sequenties** die genoemd worden in de aanvraag en relevant zijn voor de uitvinding zoals beschreven in de conclusies, is dit onderzoek gedaan op basis van:
 - a. type materiaal:
 - sequentie opsomming
 - tabel met betrekking tot de sequentie lijst
 - b. vorm van het materiaal:
 - op papier
 - in elektronische vorm
 - c. moment van indiening/aanlevering:
 - opgenomen in de aanvraag zoals ingediend
 - samen met de aanvraag elektronisch ingediend
 - later aangeleverd voor het onderzoek
3. In geval er meer dan één versie of kopie van een sequentie opsomming of tabel met betrekking op een sequentie is ingediend of aangeleverd, zijn de benodigde verklaringen ingediend dat de informatie in de latere of additionele kopieën identiek is aan de aanvraag zoals ingediend of niet meer informatie bevatten dan de aanvraag zoals oorspronkelijk werd ingediend.
4. Overige opmerkingen:

SCHRIFTELIJKE OPINIE

Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid

1. Verklaring

Nieuwheid	Ja: Conclusies 1-8 Nee: Conclusies
Inventiviteit	Ja: Conclusies Nee: Conclusies 1-8
Industriële toepasbaarheid	Ja: Conclusies 1-8 Nee: Conclusies

2. Citaties en toelichting:

Zie aparte bladzijde

Onderdeel VII Overige gebreken

De volgende gebreken in de vorm of inhoud van de aanvraag zijn opgemerkt:

Zie aparte bladzijde

Onderdeel VIII Overige opmerkingen

De volgende opmerkingen met betrekking tot de duidelijkheid van de conclusies, beschrijving, en figuren, of met betrekking tot de vraag of de conclusies nawerkbaar zijn, worden gemaakt:

Zie aparte bladzijde

Re Item V

Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1.) Reference is made to the following document(s):

- D1 US 3 480 818 A (VELDE TIES SIEBOLT TE) 25 november 1969
- D2 WO 2008/051235 A2 (UNIV ILLINOIS [US]; NAYFEH MUNIR H [US]; STUPKA MATTHEW [US]; AL SAUD) 2 mei 2008
- D3 WO 2009/097627 A2 (NLITEN ENERGY CORP [US]; CHIN ALAN [US]; KESHAVARZ MAJID [US]) 6 augustus 2009
- D4 GALLAGHER ET AL: "Quantum dot solar concentrators: Electrical conversion efficiencies and comparative concentrating factors of fabricated devices", SOLAR ENERGY, PERGAMON PRESS. OXFORD, GB, deel 81, nr. 6, 11 mei 2007 (2007-05-11), bladzijden 813-821,

2.) The present application does not meet the criteria of patentability, because the subject-matter of claim 1 does not involve an inventive step.

Document D2 is regarded as being the prior art closest to the subject-matter of claim 1, and discloses a solar cell made of a semiconductor material capable of converting light of a predetermined wavelength range in electric energy and further comprising wavelength converting materials embedded in a binding material converting electromagnetic radiation of a certain wavelength outside the predetermined range to electromagnetic radiation inside the predetermined wavelength range (see D2, page 4, line 9 - page 5, line 10; page 8, lines 14-28; page 14, line 8 - page 16, line 4; claims 1-6, 13; figures 1A, 1B, 8, 9).

The subject-matter of claim 1 therefore differs from this known solar cell device in that the solar cell comprises semiconductor particles embedded in a binding agent and is therefore new.

The problem to be solved by the present invention may therefore be regarded as that of reducing production costs of the solar cells and improve the possibilities for automated manufacturing of the same.

The solution proposed in claim 1 of the present application cannot be considered as involving an inventive step for the following reasons:

A solar cell device comprising semiconductor particles embedded in a binding agent is described in document D1 (see D1, column 5, line 68 - column 7, line 50; claims 1-12; figures 1-14) and has been employed for the same purpose providing the same advantages as in the present application.

It would be obvious to the person skilled in the art, namely when the same result with corresponding advantages is to be achieved, to apply the special technical features of this device, namely semiconductor particles embedded in a binding agent as converting material, to the solar cell device according to document D2, thereby arriving, without needing an inventive step, at the device according to claim 1.

3.) Dependent claims 2-7 do not contain any features which, in combination with the features of any claim to which they refer, meet the requirements of inventive step, see documents D1-D4 and references applying to this documents cited in the search report (see D1, column 5, line 68 - column 7, line 50; claims 1-12; figures 1-14) (see D2, page 4, line 9 - page 5, line 10; page 8, lines 14-28; page 14, line 8 - page 16, line 4; claims 1-6, 13; figures 1A, 1B, 8, 9) (see D3, paragraphs 51, 55, 80-83, 114-116; claims 1, 12, 17; figures 1-3, 6-9, 14) (see D4, the whole document).

4.) The subject-matter of independent method claim 8, although not disclosed in details in the cited state of the art documents, is considered as not involving an inventive step for the following reasons:

The claim describes method steps to produce a solar cell, which are considered obvious for the skilled man, wishing to produce a solar cell device having the features of claims 1 and 7. Indeed the claimed steps do not contain any specific technical features or parameters of the method, and they merely describe how to arrange the different layers of the solar cell device to come to a functioning device.

The skilled man would be able to produce the claimed solar cell device also without the need for general instructions about "how to do it", just considering the teachings of the state of the art and the general knowledge about the field.

Consequently claim 8 is also judged as not inventive.

5.) All claims 1-8 meet the requirements of industrial applicability.

Re Item VII

Certain defects in the application

The relevant background art disclosed in documents D2-D4 is not mentioned

in the description, nor are these documents identified therein.

Re Item VIII

Certain observations on the application

The subject-matter of claims 1, 7 and 8 is not clear.

Indeed in claim 1 the structure of the solar cell is not disclosed, the only defined features being semiconductor particles embedded in a binding agent and wavelength converting materials also embedded in a binding agent. It is not clear how the cell could work, for example it is not specified if the semiconductor particles comprise an active junction, or if another material is needed to form an active (hetero)junction.

Moreover it is not clear how the generated electrical energy can be transported outside the device. It is considered that at least the device features of claim 7 are essential features for the claimed device, whereby also said features are very general and does not allow to clearly define the structure of the device. For example in claim 7 a buffer layer is claimed, but no materials to be used are indicated and moreover it is not clear how the buffer layer could form an active junction with the layer comprising semiconductor and wavelength converting particles. It is clear to the skilled man that only specific semiconductor materials can be used as buffer layer in combination with the material of the semiconductor particles.

Also no supporting substrate for the structure is defined.

Similar objections are valid for claim 8: details of the method steps and of the used materials are not given and it is not clear how a working solar cell structure could result from the series of steps here claimed.