

(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
16. Dezember 2010 (16.12.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/142684 A4

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 31/0224 (2006.01) **H01L 31/072** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/058016
- (22) Internationales Anmeldedatum:
8. Juni 2010 (08.06.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 024 598.7 10. Juni 2009 (10.06.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **INSTITUT FÜR SOLARENERGIEFORSCHUNG** [DE/DE]; Am Ohrberg 1, 31860 Emmerthal (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HARDER, Nils-Peter** [DE/DE]; Spittastraße 6, 31787 Hameln (DE). **SCHMIDT, Jan** [DE/DE]; Friedrich-Sander-Weg 6, 31789 Hameln (DE). **BRENDEL, Rolf** [DE/DE]; Sandbeke 21, 31789 Hameln (DE).
- (74) Anwalt: **MAIWALD PATENTANWALTS GMBH**; Dr. Ralph Kühn, Elisenhof, Elisenstraße 3, 80335 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, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- mit geänderten Ansprüchen und Erklärung gemäss Artikel 19 Absatz 1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SOLAR CELL HAVING A CONTACT STRUCTURE WITH LOW RECOMBINATION LOSSES, AND METHOD FOR THE PRODUCTION OF SUCH SOLAR CELLS

(54) Bezeichnung : SOLARZELLE MIT KONTAKTSTRUKTUR MIT GERINGEN REKOMBINATIONSVLUSTEN SOWIE HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR SOLCHE SOLARZELLEN

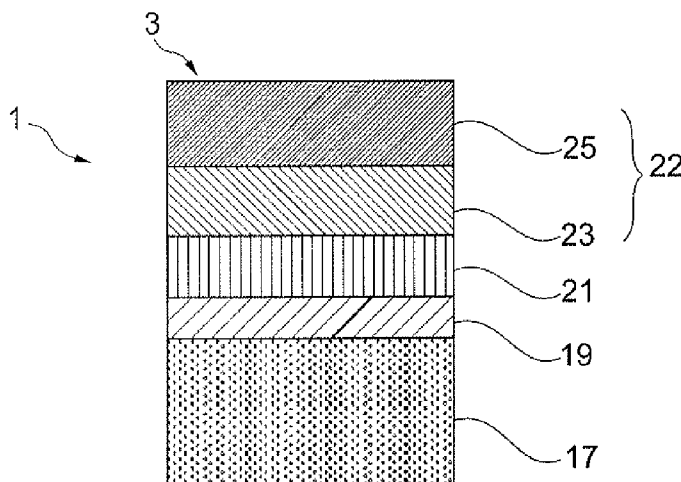


Fig. 2

(57) Abstract: A concept for a highly efficient solar cell, especially on the basis of high-quality crystalline silicon, as well as a method for producing such a solar cell are disclosed. In the solar cell (1), a contact structure (3) is formed using a layered stack arrangement that comprises a first layer (19) made of an electrically insulating material, a second layer (21) made of a semiconductor material, and a third layer (22) made of an electrically conductive material. The first (dielectric) layer is disposed between the substrate (17) and the second (semiconducting) layer (21) and is designed in such a way that a significant degree of charge carrier tunneling can occur between the substrate (17) and the second layer (21) through the first layer (19). The semiconductor material of the solar cell substrate and the semiconductor material of the second layer have different electrical properties as a result of different band structures such that the electron/hole selectivity of the tunneling process within the contact structure can be influenced, thus allowing the recombination losses caused by the contact structure to be significantly reduced.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/142684 A4



**(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recher-
chenberichts:**

28. April 2011

**Veröffentlichungsdatum der geänderten Ansprüche und Er-
klärung:**

21. Juli 2011

Es wird ein Konzept für eine hocheffiziente Solarzelle, insbesondere auf Basis qualitativ hochwertigen kristallinen Siliziums, sowie ein Herstellungsverfahren für eine solche Solarzelle vorgeschlagen. Bei der Solarzelle (1) wird eine Kontaktstruktur (3) mit Hilfe einer Schichtenstapelanordnung ausgebildet, die eine erste Schicht (19) aus einem elektrisch isolierenden Material, eine zweite Schicht (21) aus einem Halbleitermaterial und eine dritte Schicht (22) aus einem elektrisch leitfähigen Material aufweist. Die erste, dielektrische Schicht ist hierbei zwischen dem Substrat (17) und der zweiten, halbleitenden Schicht (21) angeordnet und derart ausgebildet, dass ein signifikantes Tunneln von Ladungsträgern zwischen dem Substrat (17) und der zweiten Schicht (21) durch die erste Schicht (19) hindurch ermöglicht ist. Das Halbleitermaterial des Solarzellensubstrates und das Halbleitermaterial der zweiten Schicht weisen aufgrund unterschiedlicher Bandstrukturen verschiedene elektrische Eigenschaften auf. Auf diese Weise kann eine Elektronen-/Loch- Selektivität des Tunnelprozesses innerhalb der Kontaktstruktur beeinflusst werden, wodurch sich durch die Kontaktstruktur bewirkte Rekombinationsverluste signifikant reduzieren lassen.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

beim Internationalen Büro eingegangen am 10. Mai 2011 (10.05.2011)

1. Solarzelle (1) mit einem Substrat (17) aus einem ersten Halbleitermaterial, wobei die Solarzelle zur Bildung einer Kontaktstruktur (3) angrenzend an eine Oberfläche des Substrates (17) eine Schichtenstapelanordnung aufweist, aufweisend:
eine erste Schicht (19) aus einem elektrisch isolierenden Material,
eine zweite Schicht (21) aus einem zweiten Halbleitermaterial,
eine dritte Schicht (22) aus einem elektrisch leitfähigen Material,
wobei die erste Schicht (19) zwischen dem Substrat (17) und der zweiten Schicht (21) angeordnet ist,
wobei die erste Schicht (19) derart ausgebildet ist, dass ein signifikantes Tunneln von Ladungsträgern zwischen dem Substrat (17) und der zweiten Schicht (21) durch die erste Schicht (19) hindurch ermöglicht ist, und
wobei das erste Halbleitermaterial und das zweite Halbleitermaterial aufgrund verschiedener Bandstrukturen verschiedene elektrische Eigenschaften aufweisen,,
wobei in dem Substrat an einer Oberfläche p-Typ-artige Bereiche (43) und n-Typ-artige Bereiche (41) durch Eindiffundieren geeigneter Dotanden ausgebildet sind;
wobei zur Bildung einer Kontaktstruktur (3) an zumindest einem der p-Typ-Bereiche (43) und der n-Typ-Bereiche (41) die Schichtenstapelanordnung ausgebildet ist,
wobei zur Bildung einer Kontaktstruktur (3) sowohl an den p-Typ-artigen Bereichen (43) als auch an den n-Typ- artigen Bereichen (41) eine jeweilige Schichtenstapelanordnung ausgebildet ist,
wobei das zweite Halbleitermaterial zur Bildung der Schichtenstapelanordnung, die die p-Typ- artigen Bereiche (43) kontaktiert, und das zweite Halbleitermaterial zur Bildung der Schichtenstapelanordnung, die die n-Typ- artigen Bereiche (41) kontaktiert, verschiedene elektrische Eigenschaften aufweisen.

2. Solarzelle nach Anspruch 1, wobei das erste Halbleitermaterial und das zweite Halbleitermaterial verschiedene Bandlücken aufweisen.
3. Solarzelle nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das erste Halbleitermaterial mit kristallinem Silizium (c-Si) ausgebildet ist und das zweite Halbleitermaterial mit amorphem Silizium (a-Si) ausgebildet ist.
4. Solarzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das elektrisch isolierende Material mit Aluminiumoxid ausgebildet ist.
5. Solarzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das elektrisch leitfähige Material mit Metall ausgebildet ist.
6. Solarzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das elektrisch leitfähige Material mit leitfähigem Oxid ausgebildet ist.
7. Solarzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das erste Halbleitermaterial und das zweite Halbleitermaterial entgegengesetzte Halbleitertypen aufweisen.
8. Solarzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei zwischen der ersten Schicht (19) aus elektrisch isolierendem Material und der zweiten Schicht (21) aus dem zweiten Halbleitermaterial eine weitere Schicht (31) aus intrinsischem Halbleitermaterial ausgebildet ist.
9. Solarzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei an einem Bereich des Substrates (17) zwischen benachbarten durch jeweilige Schichtenstapelanordnungen kontaktierten Bereichen eine dazwischenliegende Schicht (27, 29) vorgesehen ist, die andere elektrische Eigenschaften aufweist als die elektrisch isolierenden ersten

Schichten (19) der jeweiligen Schichtenstapelanordnungen.

10. Solarzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Kontaktstruktur (3) mit einer Schichtenstapelanordnung zur Bildung eines ersten Grids (7) der Kontaktstruktur (3) zu Bereichen einer ersten Polarität der Solarzelle ausgebildet ist und wobei ferner ein zweites Grid (5') der Kontaktstruktur (3) zu Bereichen der Solarzelle (1) mit einer der ersten Polarität entgegengesetzten zweiten Polarität ausgebildet ist, wobei bei dem zweiten Grid (5') eine Schicht (37) aus elektrisch leitfähigem Material das Substrat (17) der Solarzelle (1) direkt kontaktiert.
11. Verfahren zum Herstellen einer Solarzelle, aufweisend:
Bereitstellen eines Substrates (17) aus einem ersten Halbleitermaterial
Ausbilden von p-Typ-artigen Bereichen (43) und n-Typ-artigen Bereichen (41) in dem Substrat an einer Oberfläche durch Eindiffundieren geeigneter Dotanden;
Ausbilden von Schichtenstapelanordnungen zur Bildung einer Kontaktstruktur (3) angrenzend an eine Oberfläche des Substrates (17), wobei die Schichtenstapelanordnungen aufweisen:
eine erste Schicht (19) aus einem elektrisch isolierenden Material,
eine zweite Schicht (21) aus einem zweiten Halbleitermaterial,
eine dritte Schicht (22) aus einem elektrisch leitfähigen Material,
wobei die erste Schicht (19) zwischen dem Substrat (17) und der zweiten Schicht (21) angeordnet wird,
wobei die erste Schicht (19) derart ausgebildet wird, dass ein signifikantes Tunneln von Ladungsträgern zwischen dem Substrat (17) und der zweiten Schicht (21) durch die erste Schicht (19) hindurch ermöglicht ist, und
wobei das erste Halbleitermaterial und das zweite Halbleitermaterial aufgrund verschiedener Bandstrukturen verschiedene elektrische Eigenschaften aufweisen, wobei zur Bildung einer Kontaktstruktur (3) sowohl an den p-Typ-artigen Bereichen (43) als auch an den n-Typ-artigen Bereichen (41) eine jeweilige

Schichtenstapelanordnung ausgebildet ist, wobei das zweite Halbleitermaterial zur Bildung der Schichtenstapelanordnung, die die p-Typ- artigen Bereiche (43) kontaktiert, und das zweite Halbleitermaterial zur Bildung der Schichtenstapelanordnung, die die n-Typ- artigen Bereiche (41) kontaktiert, verschiedene elektrische Eigenschaften aufweisen.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die erste Schicht durch Atomlagendeposition ALD abgeschieden wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei die zweite Schicht durch ein PECVD-Verfahren abgeschieden wird.

IN ARTIKEL 19 (1) GENANNT ERKLÄRUNG

In die geänderten Ansprüche gemäß Art. 19 PCT wurden die Merkmale des ursprünglichen Anspruchs 10 aufgenommen. Der Gegenstand eines derart geänderten Patentanspruchs wurde im Schriftlichen Bescheid der Internationalen Recherchebehörde bereits als neu und erfinderisch angesehen.