



(10) **DE 10 2011 103 539 A1** 2012.12.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 103 539.0**

(22) Anmeldetag: **07.06.2011**

(43) Offenlegungstag: **13.12.2012**

(51) Int Cl.: **H01L 31/0392 (2011.01)**

H01L 31/05 (2011.01)

H01L 31/18 (2011.01)

B23K 26/40 (2011.01)

(71) Anmelder:

**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80686, München,
DE; Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 79098,
Freiburg, DE**

(72) Erfinder:

**Janz, Stefan, Dr., 79106, Freiburg, DE; Lindekugel,
Stefan, 79211, Denzlingen, DE; Reber, Stefan, Dr.,
79194, Gundelfingen, DE; Jaus, Joachim, 79098,
Freiburg, DE; Schillinger, Kai, 79106, Freiburg,
DE; Rachow, Thomas, 19057, Schwerin, DE;
Bartsch, Jonas, 79117, Freiburg, DE**

(74) Vertreter:

**PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 80339,
München, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

WO 2006/ 053 518 A1

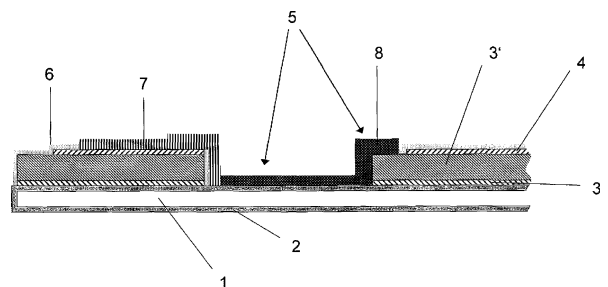
WO 2008/ 107 205 A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Solarmodul mit integrierter Verschaltung sowie Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Solarmodul auf Dünnschicht-Basis mit integrierter Verschaltung von mindestens zwei Solarzellen, die ein elektrisch nicht-leitfähiges Substrat oder ein elektrisch leitfähiges Substrat mit einer elektrisch nicht-leitfähigen Barrierschicht, auf dem eine Schichtstruktur, die mindestens eine kristalline Halbleiterschicht mit einer ersten Dotierung sowie mindestens eine kristalline Halbleiterschicht mit einer zweiten, zur ersten Dotierung entgegengesetzten Dotierung, abgeschieden ist, enthält. Die Schichtstruktur weist dabei Trenngräben auf, in denen die Emitterkontakte und Basiskontakte abgeschieden sind. Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung derartiger Solarmodule.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Solarmodul auf Dünnschicht-Basis mit integrierter Verschaltung von mindestens zwei Solarzellen, die ein elektrisch nicht-leitfähiges Substrat oder ein elektrisch leitfähiges Substrat mit einer elektrisch nicht-leitfähigen Barrierschicht, auf dem eine Schichtstruktur, die mindestens eine kristalline Halbleiterschicht mit einer ersten Dotierung sowie mindestens eine kristalline Halbleiterschicht mit einer zweiten, zur ersten Dotierung entgegengesetzten Dotierung, abgeschieden ist, enthält. Die Schichtstruktur weist dabei Trenngräben auf, in denen die Emitterkontakte und Basiskontakte abgeschieden sind. Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung derartiger Solarmodule.

[0002] Der Photovoltaikmarkt weltweit ist derzeit von Solarzellen-Modulen aus kristallinem Wafer-Silicium dominiert. Da die technologische Entwicklung des zugehörigen Zellkonzeptes schon sehr weit fortgeschritten ist, ist der theoretisch mögliche Maximalwirkungsgrad bei Forschungs-Solarzellen bereits zu ca. 90% erreicht. Bei industriell in Serie gefertigten Si-Wafer-Solarzellen wird durch Skalierung und Anpassung der dafür verwendeten Technologien angestrebt, diesen Bestwirkungsgrad zu approximieren. Um einen weiteren Kostenreduktionssprung zu ermöglichen, ist eine grundlegende Änderung des Modulkonzeptes notwendig. Eine vielversprechende Möglichkeit dafür ist das Konzept des integriert verschalteten kristallinen Silicium Dünnschichtmoduls.

[0003] Ein derartiges Konzept ist beispielsweise aus der WO 2008/107205 bekannt, in der frontseitig serienverschaltete Solarmodule beschrieben sind.

[0004] Dieses Konzept lehnt sich an die existierenden Dünnschichtkonzepte an, die integrierte Serienverschaltungen von streifenförmigen Solarzellen auf einem Glas-Superstrat realisieren. Die Übertragung dieser gängigen Konzepte auf z. B. kristalline Si-Dünnschicht-Solarzellen, deren Halbleiterschicht nach dem Verfahren des Zonenschmelzens (RexWE: Rekristallisiertes Waferäquivalent) hergestellt wurde. Dieses besteht darin, eine elektrisch nicht leitende Platte z. B. mittels Atmosphärendruck Gasphasenabscheidung (APCVD) zu verkapseln und z. B. einseitig mit kristallinem Si (ebenfalls APCVD) zu beschichten. Danach wird diese feinkristalline Si Schicht mittels Zonenschmelzen (ZMR) rekristallisiert. Auf diese kristalline Vorlage wiederum wird nun epitaktisch (mit APCVD) Silicium mit einer anderen Dotierung abgeschieden. Hier treten jedoch folgende Probleme auf:

- das RexWE-Verfahren ist ein Substrat-, kein Superstrat-Konzept. Damit muss die Verschaltung von der Vorderseite geschehen, nicht von der Rückseite
- die elektronische Qualität des Halbleiters „kristallines Si“ ist um ein vielfaches höher als die

der klassischen Dünnschicht-Solarzellen (amorphes Si, Cadmiumtellurid, Kupferindiumselenid). Aus diesem Grund darf im Strukturierungsprozess keine Schädigung eingebracht werden, was jedoch bei den klassischen Verfahren der Fall sein kann.

– Höchste Wirkungsgrade zu erhalten, müssen Textur-, Passivierungs-, und lokale Kontaktierungstechniken in das Verschaltungskonzept eingebaut werden. Auch dies ist bei den klassischen Dünnschichttechniken, sowie bei ersten Ansätzen zur Verschaltung von c-Si-Schichtsystemen, nicht durchgehend realisierbar.

[0005] Ausgehend hiervon war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Solarmodule mit integrierter Verschaltung und gleichzeitig möglichst geringem Materialabtrag herzustellen, wobei die Herstellung einfach zu handhaben und schnell durchzuführen sein soll.

[0006] Diese Aufgabe wird durch das Solarmodul mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch das Verfahren zur Herstellung von Solarmodulen mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Die weiteren abhängigen Ansprüche zeigen vorteilhafte Weiterbildungen auf.

[0007] Erfindungsgemäß wird ein Solarmodul auf Dünnschichtbasis mit integrierter Verschaltung von mindestens zwei Solarzellen bereitgestellt, das ein elektrisch nicht-leitfähiges Substrat oder ein elektrisch leitfähiges Substrat mit einer elektrisch nicht-leitfähigen Barrierschicht, auf dem eine Schichtstruktur, die mindestens eine kristalline Halbleiterschicht mit einer ersten Dotierung sowie mindestens eine kristalline Halbleiterschicht mit einer zweiten, zur ersten Dotierung entgegengesetzten Dotierung enthält, abgeschieden ist, enthält. Dabei weist das Solarmodul isolierende Trenngräben zwischen den einzelnen Solarzellen auf. Dabei ist in den Trenngräben die Schichtstruktur entfernt. Zumindest in einem Teil der Trenngräben und zumindest auf Bereichen der Schichtstruktur sind mindestens ein Emitterkontakt und mindestens ein Basiskontakt mittels Gasphasenabscheidung, Spritzen, Sputtern, Drucken oder Aufdampfverfahren abgeschieden.

[0008] Unter Abscheidung im Sinne der vorliegenden Erfindung werden neben einer Gasphasenabscheidung ebenso eine gespritzte Aufbringung, Druckverfahren sowie Aufdampfverfahren verstanden.

[0009] Die vorliegende Erfindung basiert somit auf einer neuen Solarzellen-Architektur einer integrierten Verschaltung des wenige μm dünnen Siliziumschichtstapels auf dem Substrat. Dabei werden Techniken zum Ablatieren und Trennen des Schichtstapels sowie zu dessen Texturierung, Passivierung, Isolierung

und Verschaltung eingesetzt. Bei der vorliegenden Erfindung sind daher die folgenden Aspekte hervorzuheben:

- Effektiv texturierte Solarzellenvorderseite bei geringem Materialabtrag
- Sehr effiziente Passivierung der Solarzellenfrontseite sowie der offenen Flanken der Schicht durch eine Passivierungs- und Antireflexionschicht
- Schädigungsarme Herstellung eines isolierenden Trenngrabens
- Schädigungsarmes Freilegen des Basismaterials
- Verschattungsarme Metallkontakte zur Serienschaltung von Einzelstreifen
- Rekombinationsarme Metallkontakte durch lokale, punkt- oder streifenförmige Metallkontakte, unter denen die Si-Schicht zur weiteren Verminderung der Rekombination hochdotiert ist.
- Möglichkeit, integrierte Bypassdioden zu jeder Einzelzelle zu realisieren, die das Modul vor Zerstörung schützen und den Stromertrag optimieren.

[0010] Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Konzeptes basiert auf der integrierten Verschaltung der von der Fläche völlig variablen Solarzellen, da man von einer durchgängigen Substratfläche ausgeht und diese völlig frei in Solarzellenfelder einteilt. Durch die spezielle Solarzellen- und Verschaltungsarchitektur können für kristalline Silizium sehr hohe Wirkungsgrade erzielt werden, welche zudem kostengünstig realisiert werden können, da bereits die gesamte Modulfläche prozessiert werden kann.

[0011] Die vorliegende Erfindung weist dabei gegenüber der aus dem Stand der Technik bekannten Silizium-Wafer-Technologie folgende Vorteile auf:

- Einsatz sehr geringer Mengen von hochreinem kristallinem Si (nur wenige μm) bei trotzdem sehr hoher mechanischer Stabilität durch das Substrat,
- Einfache Variation der Zellflächen für das optimale Strom/Spannungsverhältnis im Modul,
- Großes Kostenreduktionspotential durch höheren Durchsatz und Ausbeute bei der Modulverschaltung sowie Einsparungen von Sekundärmaterialien wie zum Beispiel Glas, Backsheet oder Rahmenmaterialien,
- Höhere Kundenakzeptanz durch homogeneres Erscheinungsbild.

[0012] Vorzugsweise besteht das Substrat aus einem Material ausgewählt aus der Gruppe der Zirkonsilikate, Graphite, Glaskeramiken, Silikatkeramiken, Oxidkeramiken, insbesondere Aluminiumoxid, Titanoxid oder Siliciumoxid, Nitridkeramiken, insbesondere Siliciumnitrid oder Titanitrid, Mulliten, Porzellan, Sintersilizium, Sintermetalle sowie deren Verbunde oder enthält diese im Wesentlichen.

[0013] In den Bereichen des Solarmoduls der isolierenden Trenngräben ist die Schichtstruktur vorzugsweise durch Ablation, besonders bevorzugt mittels Flüssigkeitsstrahl-geführtem Laser (LCP) oder Trockenlaser entfernt.

[0014] Eine weitere bevorzugte Variante sieht vor, dass mindestens ein Trenngraben eine Bypassdiode definiert. Diese ermöglichen es im Falle des Defektes einer Solarzelle, dass diese Solarzelle überbrückt werden kann, so dass die Funktion des Solarmoduls im Ganzen nicht eingeschränkt wird. Die Bypassdiode ist dabei vorzugsweise über elektrische Kontakte mit dem Emitter-Kontakt und dem Basis-Kontakt verbunden.

[0015] Vorzugsweise kann das Solarmodul im Bereich der Trenngräben eine oder mehrere Flankenisolierungen zur Verhinderung von Kurzschlüssen aufweisen.

[0016] Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Schichtstruktur zusätzlich eine frontseitige Isolationsschicht aufweist. Vorzugsweise besitzt die frontseitige Isolationsschicht auch noch die Funktion einer Passivierungsschicht.

[0017] Die Barrierschicht besteht vorzugsweise aus einer nitridischen Schicht, insbesondere Bornitrid oder Siliciumnitrid, einer oxidischen Schicht, insbesondere Siliciumoxid, Aluminiumoxid oder Tantaloxid, oder einer carbidischen Schicht, insbesondere Siliciumcarbid oder Titanicarbide, oder Kombinationen hiervon oder enthält diese im Wesentlichen.

[0018] Die Barrierschicht kann dabei zwischen Substrat und Schichtstruktur angeordnet sein. Ebenso ist es möglich, dass das Substrat im Ganzen mit der Barrierschicht vollständig verkapselt ist.

[0019] Erfindungsgemäß wird ebenso ein Verfahren zur Herstellung eines Solarmoduls auf Dünnschicht-Basis mit integrierter Verschaltung von mindestens zwei Solarzellen bereitgestellt, das die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- a) Bereitstellung eines elektrisch nicht-leitfähigen Substrats oder eines elektrisch leitfähigen Substrats (bevorzugt 100–5000 μm Dicke) mit einer elektrisch nicht-leitfähigen Barrierschicht (bevorzugt 100 nm bis 100 μm Dicke) mit darauf, bevorzugt mittels Atmosphärendruck-CVD, abgeschiedener und, bevorzugt teilweise mittels Zonenschmelzverfahren (ZMR) rekristallisierter, Schichtstruktur, die mindestens eine kristalline Halbleiterschicht (bevorzugt 0,1–50 μm Dicke) mit einer ersten Dotierung von z. B. 1×10^{16} – $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ Bor sowie mindestens eine kristalline Halbleiterschicht mit einer zweiten, zur ersten Dotierung entgegengesetzten Dotierung von z. B. 1×10^{18} – $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ Phosphor enthält,

b) bereichsweise Entfernung der Schichtstruktur vom Substrat zur Erzeugung von isolierenden Trenngräben, vorzugsweise mit einer Breite von 10–1000 μm , und

c) Abscheiden des Emitterkontaktes, vorzugsweise aus Silber, und des Basiskontaktes, vorzugsweise aus Aluminium, und bevorzugt mit einer Dicke von 1–10 μm in zumindest einem Teil der Trenngräben und zumindest auf Bereichen der Schichtstruktur.

[0020] Vorzugsweise wird nach Schritt a) eine Texturierung des Substrats mit darauf abgeschiedener Schichtstruktur durchgeführt. Dies wird bevorzugt durch Plasmatextur, Gasphasentextur oder nasschemische Textur umgesetzt.

[0021] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Entfernung der Schichtstruktur in Schritt b) mittels Ablation erfolgt. Hierbei sind besonders flüssigkeitsstrahlgeführte Laser-Verfahren (LCP) oder Trockenlaser-Verfahren bevorzugt.

[0022] Die Emitterkontakte und Basiskontakte können vorzugsweise mittels Aufdampfen, Drucken oder Sputtern von Metallen mit anschließendem Feuern der Kontakte zur Kontaktherstellung, insbesondere mit einem RTP-Ofen oder durch Laserfeuern erfolgen.

[0023] Vorzugsweise kann zwischen Schritt b) und c) eine frontseitige Isolationsschicht auf der Halbleiterschicht abgeschieden wird.

[0024] Die Herstellung der mindestens einen frontseitigen Isolationsschicht erfolgt vorzugsweise mittels thermischer Oxidation von Silizium oder durch Abscheidung mittels plasmaverstärkter chemischer Gasphasenabscheidung (PECVD) oder Atomlagenabscheidung (ALD).

[0025] Vor der Abscheidung der Isolationsschicht kann vorzugsweise mittels eines Laserschnittes eine Unterbrechung der oberen Halbleiterschicht, d. h. der Schicht mit der zweiten Dotierung, erreicht werden. Dieser Laserschnitt wird vorzugsweise mittels Flüssigkeitsstrahl-geführtem Laser (LCP) oder Trockenlaser erzeugt.

[0026] Es ist weiter bevorzugt, dass vor Schritt c) eine Flankenisolation erfolgt. Diese Flankenisolation wird bevorzugt mittels einer gedruckten, aufgedampften, abgeschiedenen oder gewachsenen oxidischen, nitridischen oder carbidischen Schicht realisiert.

[0027] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass in mindestens einem Trenngraben eine Bypass-Diode integriert wird, die über elektrische Kontakte mit dem Emitter und der Basis verbunden werden.

[0028] Anhand des nachfolgenden Beispiels und der nachfolgenden Figuren soll der erfindungsgemäße Gegenstand näher erläutert werden, ohne diesen auf die hier gezeigten spezifischen Ausführungsformen einschränken zu wollen.

[0029] [Fig. 1](#) zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung einen ersten erfindungsgemäßen Gegenstand.

[0030] [Fig. 2](#) zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung einen zweiten erfindungsgemäßen Gegenstand.

[0031] [Fig. 3](#) zeigt eine Draufsicht eines erfindungsgemäßen Solarmoduls.

[0032] In [Fig. 1](#) ist ein erstes erfindungsgemäßes Solarmodul auf Dünnschicht-Basis mit integrierter Verschaltung von zwei Solarzellen im Querschnitt dargestellt. Hierin ist ein Substrat **1**, das sowohl elektrisch leitend als auch elektrisch nicht-leitend sein kann, vollständig von einer Verkapselungsschicht **2**, die im vorliegenden Fall elektrisch nicht-leitend ist, umgeben. Auf der Verkapselungsschicht **2** ist eine Schichtstruktur abgeschieden, die aus einer hochdotierten Schicht **3**, einer normal dotierten Schicht **3'** und einer zur Schicht **3** entgegengesetzt hoch dotierten Schicht **4** aus kristallinem Silizium abgeschieden wird. Gleichzeitig ist die Schichtstruktur unterbrochen durch einen Trenngraben **5**, der durch Ablation entfernt wurde. Im Trenngraben **5** sowie bereichsweise auf der Schichtstruktur sind der Emitterkontakt **7** und der Basiskontakt **8** abgeschieden. Weiterhin ist frontseitig zur Schichtstruktur noch eine Isolationsschicht bzw. Passivierungsschicht **6** abgeschieden.

[0033] In [Fig. 2](#) ist eine zweite Variante des erfindungsgemäßen Solarmoduls auf Dünnschicht-Basis dargestellt. Der Aufbau von Substrat und Schichtstruktur entspricht hier der [Fig. 1](#). Zusätzlich ist in [Fig. 2](#) noch eine Unterbrechung der Schichtstruktur mittels eines Laserschnittes **5'** dargestellt. Ebenso zusätzlich weist die linke Solarzelle am Rand des Trenngrabens eine Flankenisolation **6'** auf. Der Basiskontakt **8** zeigt zusätzlich einen lasergefeuerten Kontakt **8'**.

[0034] In [Fig. 3](#) ist eine Draufsicht eines erfindungsgemäßen Solarmoduls dargestellt. Hier sind die Basis **11** und der Emitter **12** der einzelnen Solarzellen dargestellt. Ebenso zeigt die Abbildung Metallfinger zur Emitterkontaktierung **13**. Der Basiskontakt **14** weist lasergefeuerte Kontakte **14'** auf. Zusätzlich ist eine Bypassdiode **15** integriert, die über die Kontakte **16'** und **16''** mit den Basiskontakten **14** verbunden ist.

Beispiel

[0035] Im Folgenden wird eine mögliche Prozessfolge zur Herstellung eines integriert verschalteten kristallinen Si-Dünnschichtmoduls mit einigen Zusatzoptionen dargestellt:

1. Textur der Silicium Oberfläche mittels Plasmaintextur
2. c-Si Ablation des gesamten Si-Stapels (14–50 μm) zur Zelltrennung mit geringer Oberflächenschädigung mittels LCP
3. Gezielte Ablation (0.1 bis 40 μm tief) des Emitters auf einer Breite von etwa 10–500 μm mit geringer Schädigung mittels LCP-Laser
4. Laserschnitt mittels LCP-Laser
5. Passivieren aller Silicium Oberflächen thermische Oxidation
6. Flankenisolation mittels oxidischer Inkjetpaste
7. Kontaktfinger am Emitter durch Aufdampfen von Metallen
8. Basiskontakt durch Aufdampfen von Metallen
9. Feuern der Kontakte im RTP Ofen
10. Laser-gefeuerte Kontakte am Basiskontakt

[0036] Alternativ kann der Schritt 1 nach dem Schritt 3 durchgeführt werden, mit dem Vorteil, dass die Schritte 2 und 3 durch Nachätzen eventuell verbliebener Reste unterstützt werden können. Falls der Schichtaufbau bereits texturiert ist, oder keine Textur benötigt wird, weil z. B. ein effizienter diffuser Rückseitenspiegel auf Schicht 1 oder 2 eingebaut wurde, kann Schritt 1 auch ersatzlos entfallen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- WO 2008/107205 [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Solarmodul auf Dünnschicht-Basis mit integrierter Verschaltung von mindestens zwei Solarzellen enthaltend

ein elektrisch nicht-leitfähiges Substrat (1) oder ein elektrisch leitfähiges Substrat (1) mit einer elektrisch nicht-leitfähigen Barrierschicht (2), auf dem eine Schichtstruktur, die mindestens eine kristalline Halbleiterschicht (3) mit einer ersten Dotierung sowie mindestens eine kristalline Halbleiterschicht (4) mit einer zweiten, zur ersten Dotierung entgegengesetzten Dotierung, abgeschieden ist, wobei das Solarmodul isolierende Trenngräben (5), in denen die Schichtstruktur entfernt ist, zwischen den einzelnen Solarzellen aufweist und wobei zumindest in einem Teil der Trenngräben (5) und zumindest auf Bereichen der Schichtstruktur ein Emitterkontakt (7) und ein Basiskontakt (8) mittels Gasphasenabscheidung, Spritzen, Sputtern, Drucken oder Aufdampfverfahren abgeschieden sind.

2. Solarmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat aus einem Material ausgewählt aus der Gruppe der Zirkonsilikate, Graphite, Glaskeramiken, Silikatkeramiken, Oxidkeramiken, insbesondere Aluminiumoxid, Titanoxid oder Siliciumoxid, Nitridkeramiken, insbesondere Siliciumnitrid oder Titanitrid, Mulliten, Porzellan, Sintersilicium, Sintermetalle sowie deren Verbunde besteht oder dieses im Wesentlichen enthält.

3. Solarmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtstruktur in den isolierenden Trenngräben (5) durch Ablation, insbesondere mittels flüssigkeitsstrahl-geführtem Laser (LCP) oder Trockenlaser, entfernt ist.

4. Solarmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein weiterer Trenngraben (5) eine integrierte Bypass-Diode (15) definiert, die über elektrische Kontakte (11, 12) mit dem Emitterkontakt (7) und dem Basiskontakt (8) verbunden sind.

5. Solarmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trenngräben eine Flankenisolation (6') aufweisen.

6. Solarmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtstruktur eine frontseitige Isolationsschicht (6) aufweist.

7. Solarmodul nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die frontseitige Isolationsschicht (6) eine Passivierungsschicht darstellt.

8. Solarmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Barrierschicht aus einer nitridischen Schicht, insbesondere Bornitrid oder Siliciumnitrid, einer oxidischen Schicht, insbesondere Siliciumoxid, Aluminiumoxid oder Tantaloxid oder einer carbidischen Schicht, insbesondere Siliciumcarbid oder Titancarbid, oder Kombinationen hiervon besteht oder diese im Wesentlichen enthält.

9. Solarmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch nicht-leitfähige Substrat (1) mit der Barrierschicht (2) vollständig verkapselt ist.

10. Verfahren zur Herstellung eines Solarmoduls auf Dünnschicht-Basis mit integrierter Verschaltung von mindestens zwei Solarzellen, mit folgenden Schritten:

a) Bereitstellung eines elektrisch nicht-leitfähigen Substrats (1) oder eines elektrisch leitfähigen Substrats (1) mit einer elektrisch nicht-leitfähigen Barrierschicht (2) mit darauf abgeschiedener Schichtstruktur, die mindestens eine kristalline Halbleiterschicht (3) mit einer ersten Dotierung sowie mindestens eine kristalline Halbleiterschicht (4) mit einer zweiten, zur ersten Dotierung entgegengesetzten Dotierung enthält,

b) bereichsweise Entfernung der Schichtstruktur vom Substrat zur Erzeugung von isolierenden Trenngräben, und

c) Abscheiden des Emitterkontaktes (7) und des Basiskontaktes (8) in zumindest einem Teil der Trenngräben und zumindest auf Bereichen der Schichtstruktur.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass nach Schritt a) eine Texturierung des Substrats (1) mit darauf abgeschiedener Schichtstruktur, insbesondere eine Plasmatextur, eine Gasphasentextur oder eine nasschemische Textur, erfolgt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfernung der Schichtstruktur in Schritt b) mittels Ablation erfolgt, insbesondere mittels flüssigkeitsstrahl-geführtem Laser (LCP) oder Trockenlaser.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Schritt b) und c) eine frontseitige Isolationsschicht (6) auf der Halbleiterschicht (4) abgeschieden wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Herstellung der mindestens einen frontseitigen Isolationsschicht (6) mittels thermischer Oxidation von Silicium oder durch Abscheidung mittels plasmaverstärkter chemischer Gaspha-

senabscheidung (PECVD) oder Atomlagenabscheidung (ALD) erfolgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Erzeugung des Emittterkontaktes (7) und des Basiskontaktes (8) mittels Aufdampfen, Drucken oder Sputtern von Metallen mit anschließendem Feuern der Kontakte zur Kontaktherstellung, insbesondere mit einem RTP-Ofen oder durch Laserfeuern erfolgt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass nach Schritt b) ein Laserschnitt mittels flüssigkeitsstrahl-geführtem Laser (LCP) oder Trockenlaser erfolgt.

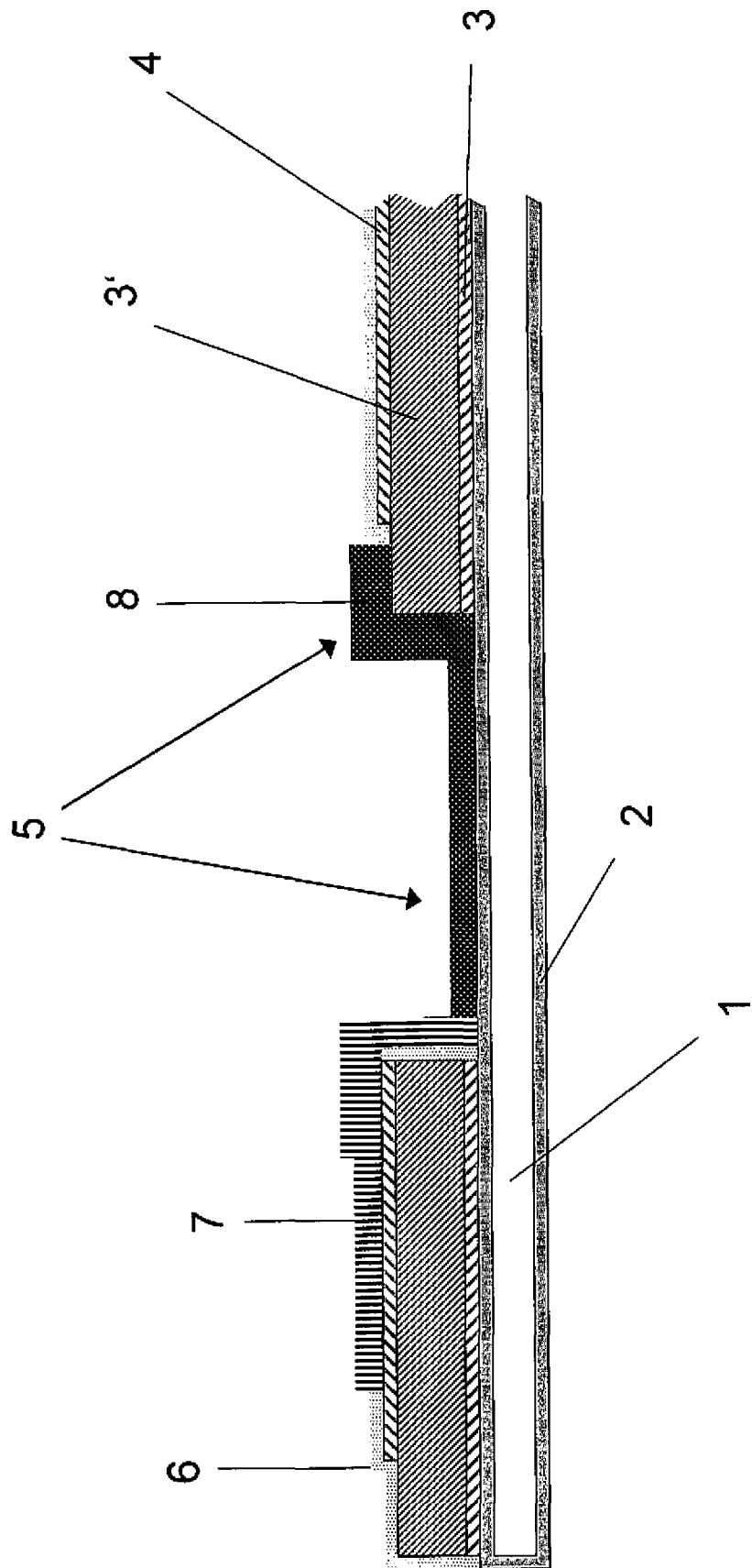
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass vor Schritt c) eine Flankenisolation, insbesondere mittels einer gedruckten, aufgedampften, abgeschiedenen oder gewachsenen oxidischen, nitridischen oder karbidischen Schicht, erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein weiterer Trenngraben (5) eine integrierte Bypass-Diode (15) definiert, die über elektrische Kontakte (11, 12) mit dem Emittter (7) und der Basis (8) verbunden werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 18 zur Herstellung eines Solarmoduls nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

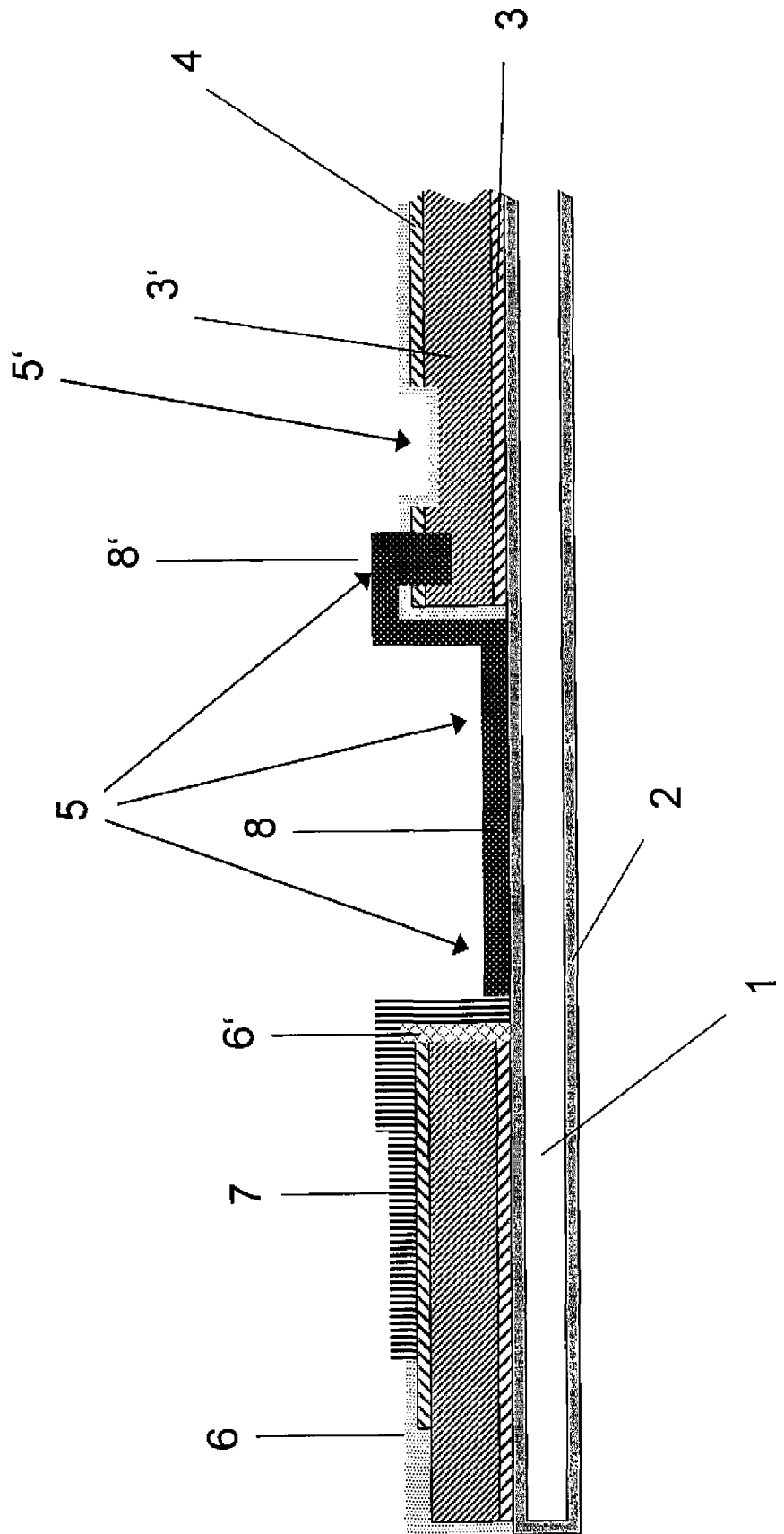
Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

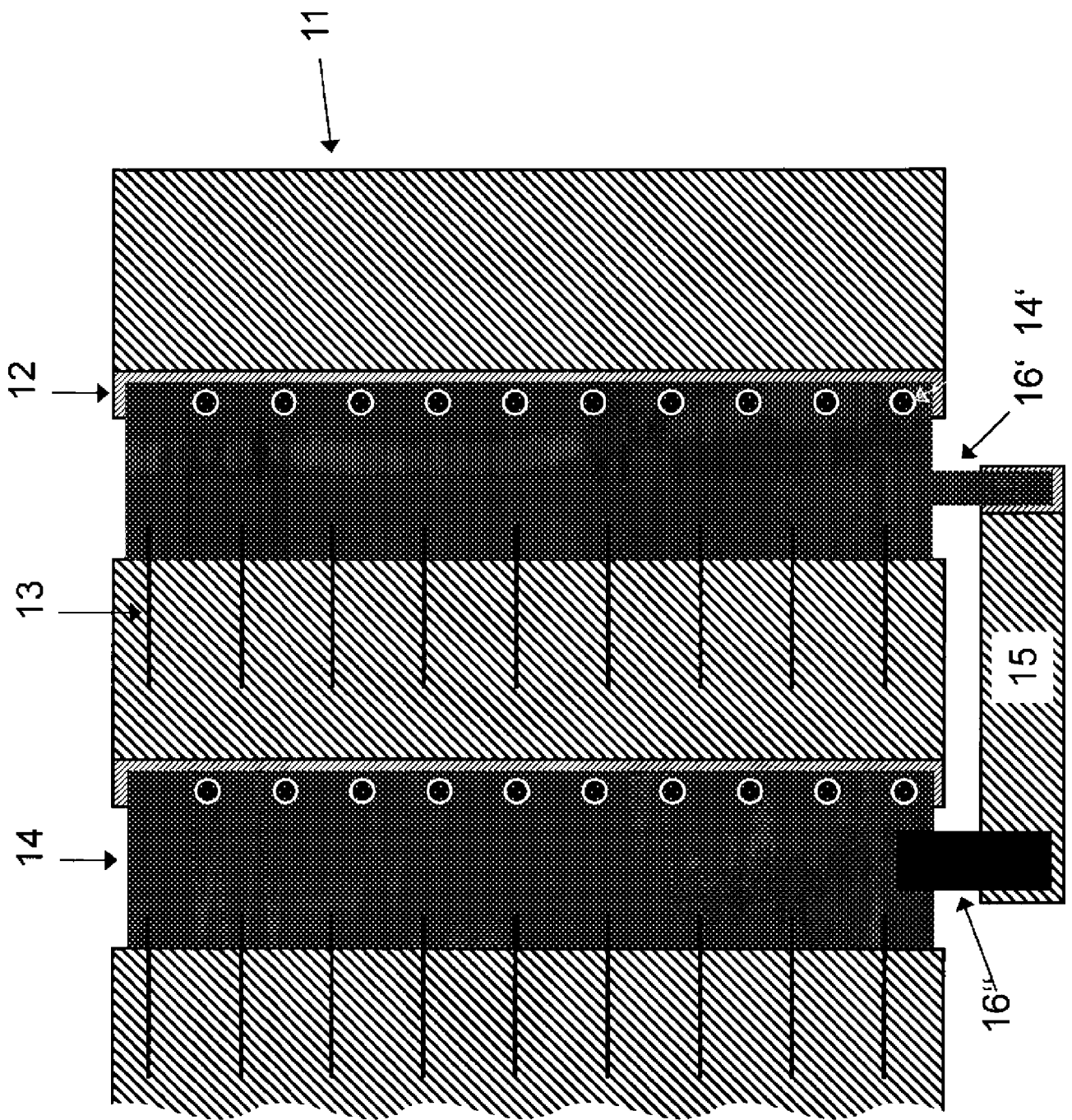
Anhängende Zeichnungen



Figur 1

Figur 2





Figur 3