



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 012 268 A1** 2008.09.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 012 268.5**

(22) Anmeldetag: **08.03.2007**

(43) Offenlegungstag: **11.09.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 31/0216** (2006.01)

H01L 31/18 (2006.01)

H01L 31/04 (2006.01)

H01L 31/0224 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Schmid Technology Systems GmbH, 78078
Niedereschach, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster &
Partner, 70174 Stuttgart**

(72) Erfinder:

**Habermann, Dirk, 79199 Kirchzarten, DE; Müller,
Patrik, Rorschach, CH**

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

WO 06/1 10 048 A1

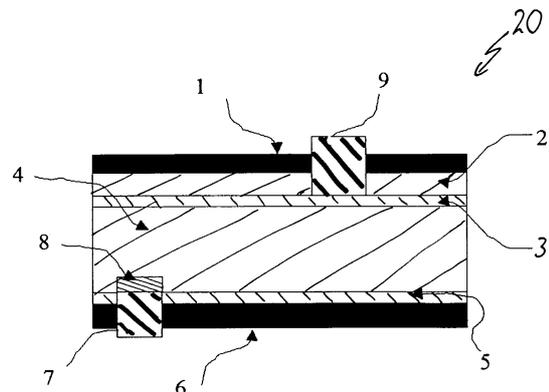
**PIETERS, B.E., u.a.: Optimization of a-SiGe:H solar
cells with graded intrinsic layers using
integrated optical and electrical
modeling. In: Thin Solid Films,
2004, Vol. 451-452, S. 294-297, ISBN 0040-6090;;**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle sowie damit hergestellte Solarzelle**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle (20) aus einem Silizium-Substrat (4) wird auf Vorder- und Rückseite zuerst eine erste Antireflexions-Schicht (2, 5) mit einem optischen Brechungsindex n zwischen 3,6 und 3,9 aufgebracht. Darauf wird eine zweiten Antireflexions-Schicht (1, 6) mit einem optischen Brechungsindex n zwischen 1,94 und 2,1 aufgebracht. Die Antireflexions-Schichten (1, 2, 5, 6) werden bis auf das Silizium-Substrat (4) darunter durchtrennt, um darin Metallkontakte (7, 9) zu dem Silizium-Substrat (4) einzubringen.



Beschreibung

Anwendungsgebiet und Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle aus Silizium bzw. aus einem Silizium-Substrat sowie eine mit einem derartigen Verfahren hergestellte Solarzelle.

[0002] Üblicherweise wird die Leistungsfähigkeit von Solarzellen beeinflusst von der Art der Oberfläche der Solarzelle bzw. einer Oberflächenbeschichtung. Hier stehen die Antireflexions- und die Passivierungseigenschaft im Vordergrund, um vor allem einen möglichst großen Einfall von Sonnenlicht in die Solarzelle zu ermöglichen. Üblicherweise weist eine Solarzelle an der Vorderseite eine Antireflexions-Schicht auf, beispielsweise SiN.

[0003] Die Herstellung einer konventionellen Solarzelle beinhaltet eine Folge von Prozessschritten, die im Folgenden in verkürzter Form dargestellt werden. Als Basis dienen meist mono- oder polykristalline p-Si-Wafer, die zur Verbesserung der Absorptionseigenschaften an der Oberfläche über einen Ätzprozess texturiert werden. Dieser Ätzprozess wird bei monokristallinem Silizium mit einem Gemisch aus Natron- oder Kalilauge mit Isopropylalkohol durchgeführt. Polykristallines Silizium wird mit einer Lösung aus Fluss- und Salpetersäure geätzt. Anschließend werden weitere Ätz-Reinigungssequenzen durchgeführt, um die Oberfläche optimal für den folgenden Diffusionsprozess vorzubereiten. Bei diesem Prozess wird ein pn-Übergang im Silizium durch die Diffusion von Phosphor in eine Tiefe von ca. 0,5 µm erzeugt. Der pn-Übergang trennt die durch Licht gebildeten Ladungsträger. Zur Erzeugung des pn-Übergangs wird der Wafer auf ca. 800°C–950°C in einem Ofen in Anwesenheit einer Phosphorquelle erhitzt, meist ein Gasgemisch oder eine wässrige Lösung. Hierbei dringt Phosphor in die Siliziumoberfläche ein. Die mit Phosphor dotierte Schicht ist negativ leitend im Gegensatz zur positiv leitenden Bor-dotierten Basis. Bei diesem Prozess entsteht an der Oberfläche ein Phosphorglas, das in den Folgeschritten durch eine Ätzung mit HF entfernt wird. Anschließend wird auf die Silizium-Oberfläche eine rund 80 nm dicke Schicht, meist bestehend aus SiN:H, zur Reduzierung der Reflexion und zur Passivierung aufgebracht. Dann werden metallische Kontakte auf der Vorderseite (Silber) und Rückseite (Gold oder Silber) aufgebracht. Bei diesem Prozess wird zur Herstellung eines so genannten BSF (Backsurfacefield), vorteilhaft aus Aluminium, ein Teil des aufgetragenen Aluminiums auf der Wafer-Rückseite im anschließenden Feuerungsschritt in das Silizium einlegiert.

Aufgabe und Lösung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde,

ein eingangs genanntes Verfahren sowie eine damit hergestellte Solarzelle zu schaffen, mit denen Nachteile des Standes der Technik vermieden werden können und insbesondere der Wirkungsgrad einer Solarzelle weiter gesteigert werden kann.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Solarzelle mit den Merkmalen des Anspruchs 12. Vorteilhaft sowie bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Ansprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Der Wortlaut der Ansprüche wird durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0006] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass auf ein dotiertes Silizium-Substrat, welches also bereits vorbehandelt ist für die weitere Fertigung einer Solarzelle, zumindest auf einer Seite eine erste Schicht mit einem optischen Brechungsindex n aufgebracht wird, wobei der Brechungsindex zwischen 3,5 und 4,0 liegt. Auf diese erste Schicht wird eine zweite Schicht mit einem optischen Brechungsindex n zwischen 1,9 und 2,2 aufgebracht. Es wird also im Rahmen der Erfindung ein zweischichtiger Aufbau für eine Oberflächenbeschichtung einer Solarzelle bzw. eine Antireflexions-Schicht geschaffen. Dadurch kann die Reflexion von auf die Solarzelle fallendem Licht nochmals reduziert werden, sodass mehr Licht in die Solarzelle einfällt und deren Wirkungsgrad damit höher wird. Des Weiteren kann durch einen solchen mehrschichtigen Aufbau auch eine Passivierung der Vorderseite der Solarzelle verbessert werden.

[0007] In Ausgestaltung der Erfindung kann die erste Schicht einen Brechungsindex zwischen 3,6 und 3,9 aufweisen. Sie kann Silizium und/oder Germanium aufweisen bzw. daraus bestehen. Vorteilhaft besteht sie aus a-SiGe oder a-SiGe:H. In diesem Fall wird also diese Schicht aus diesem Material nicht als Halbleiterschicht eingesetzt, sondern sie soll antireflektierend wirken.

[0008] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann die zweite Schicht einen Brechungsindex n aufweisen, der zwischen 1,94 und 2,1 liegt. Durch einen derartigen Schichtaufbau wird eine besonders gut wirkende gesamte Antireflexions-Beschichtung erreicht. Des Weiteren kann die zweite Schicht Silizium aufweisen bzw. daraus bestehen, vorteilhaft SiN(x):H.

[0009] Zwar ist es möglich, beispielsweise bei einer nur vorderseitig bestrahlten Solarzelle, einen derartigen doppelten Schichtaufbau für eine Antireflexions-Schicht nur an der Vorderseite vorzusehen. Vorteilhaft weisen jedoch beide Seiten der Solarzelle einen derartigen doppelten Schichtaufbau auf, zumindest wenn beide Seiten mit Licht bestrahlt werden sollen.

[0010] Bei einem Herstellungsverfahren kann vorgesehen sein, dass zuerst beide Seiten des Silizium-Substrats mit der ersten Schicht beschichtet werden. Anschließend kann auf beide Seiten die zweite Schicht aufgebracht werden. So ist eine besser handhabbare Prozesstechnik möglich.

[0011] In Ausgestaltung der Erfindung kann die erste Schicht Silizium und Germanium aufweisen, beispielsweise die vorgenannten Verbindungen. Es kann vorgesehen sein, dass zumindest die erste Schicht für sich gesehen, insbesondere auch die zweite Schicht bzw. die erste Schicht und die zweite Schicht zusammen, einen Gradienten der Konzentration von Germanium aufweisen, der ansteigt. Ein solcher Gradient kann beispielsweise bei Herstellung bzw. Aufbringung der Schichten erzeugt werden. Auch dadurch lassen sich die Antireflexions-Eigenschaften und die Passivierungs-Eigenschaften positiv beeinflussen.

[0012] Bei weiterer Bearbeitung des Silizium-Substrats ist es möglich, zumindest auf einer Seite des Substrats die Schichten teilweise zu entfernen, um einen Kontakt zu dem darunter befindlichen dotierten Silizium-Substrat zu erzeugen bzw. aufzubringen. Ein solcher Kontakt ist vorteilhaft metallisch bzw. besteht aus Metall. Er kann besonders vorteilhaft linienförmig bzw. gitterartig sein, zumindest jedoch auf einer Vorderseite der Solarzelle nur geringe Fläche einnehmen für eine geringstmögliche Abschattung.

[0013] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein elektrischer Kontakt, wie er beispielsweise als Linienkontakt aufgebracht wird, so hergestellt wird, dass er von der ersten Schicht nicht direkt berührt wird bzw. keine Verbindung zu dieser aufweist. Dazu kann beispielsweise die erste Schicht durch eine dielektrische Schicht von dem elektrischen Kontakt getrennt sein, wobei eine derartige dielektrische Schicht beispielsweise aus SiN besteht. Vorteilhaft wird die dielektrische Schicht von der zweiten Schicht gebildet. Bei einem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren ist es möglich, dass die erste Schicht auf das Silizium-Substrat aufgebracht wird und dann strukturiert wird derart, dass ein Strukturverlauf grundsätzlich der Form der elektrischen Kontakte entspricht, die aufgebracht werden müssen. Allerdings kann eine Struktur auf etwas größerer Fläche bzw. jeweils mit etwas größerer Breite in die Schicht eingebracht werden bzw. diese entfernt werden. Danach wird die zweite Schicht auf die erste Schicht aufgebracht, wobei die zweite Schicht dann auch in die Bereiche eingebracht wird, die in der ersten Schicht dem Strukturverlauf entsprechend entfernt worden sind. Anschließend wird die zweite Schicht mit einem dünneren Verlauf strukturiert bzw. entfernt bis auf das darunter liegende Silizium-Substrat in der Form, dass in die dabei entstehende Struktur die elektrischen Kontakte mit dem ge-

wünschten Verlauf eingebracht werden können. Auf diese Art und Weise wird nicht nur der erfindungsgemäße Schichtaufbau erreicht, sondern es wird gleichzeitig erreicht, dass die elektrischen Kontakte nicht mit der ersten Schicht in Berührung kommen. Ein Strukturieren der Schichten kann beispielsweise mechanisch erfolgen, vorteilhaft jedoch mit Laser.

[0014] Das Silizium-Substrat kann zur Vorbereitung vor dem Aufbringen der erfindungsgemäßen Schichten an einer Oberseite n-dotiert sein, vorteilhaft mit Phosphor. An der Rückseite kann eine p-dotierte Schicht erzeugt werden, die dünner sein sollte und die vorteilhaft mit aSiGe-Bor dotiert ist bzw. daraus besteht.

[0015] Es ist möglich, auf beiden Seiten des Substrats einen vorbeschriebenen zweischichtigen Aufbau für Antireflexions- und Passivierungs-Eigenschaften vorzusehen, wobei auch auf beiden Seiten eine elektrische vorbeschriebene Kontaktierung vorgesehen ist. Ein rückseitiger Schichtaufbau wird dabei auf p-dotiertes Silizium aufgebracht.

[0016] Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird. Die Unterteilung der Anmeldung in einzelne Abschnitte sowie Zwischen-Überschriften beschränken die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer Allgemeingültigkeit.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0017] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) einen Schnitt durch eine Solarzelle mit zwei Schichten mit unterschiedlichem optischem Brechungsindex auf beiden Seiten sowie darin eingebrachten Kontakten,

[0019] [Fig. 2](#) eine Abwandlung der Solarzelle aus [Fig. 1](#) mit einer etwas abgewandelten Kontaktanordnung auf der Vorderseite und

[0020] [Fig. 3](#) eine nochmalige Abwandlung der Solarzelle aus [Fig. 1](#) mit nochmals abgewandelter Kontaktierung an Vorder- und Rückseite.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0021] In [Fig. 1](#) ist eine Solarzelle **20** im Schnitt dar-

gestellt. Auf einem Substrat **4** aus p-dotiertem Silizium ist auf der in der Zeichnung nach oben weisenden Vorderseite eine dünnere Schicht **3** aus phosphor-dotiertem n-Silizium aufgebracht. Auf der Schicht **3** ist vordere erste Antireflexions-Schicht **2** aufgebracht, welche einen optischen Brechungsindex n zwischen 3,6 und 3,9 aufweist. Auf dieser vorderen ersten Schicht **2** ist eine vordere zweite Antireflexions-Schicht **1** aufgebracht. Deren optischer Brechungsindex n liegt zwischen 1,94 und 2,1.

[0022] An der Rückseite des Substrats **4** ist eine rückseitige erste Antireflexions-Schicht **5** vorgesehen, deren Brechungsindex n der vorderen ersten Antireflexions-Schicht **2** entspricht. Darauf wiederum ist eine rückseitige zweite Antireflexions-Schicht **6** vorgesehen, deren Brechungsindex n wiederum der vorderen ersten Antireflexions-Schicht **1** entspricht.

[0023] Das Beschichten des Substrats **4** bzw. das vorherige Dotieren ist eingangs erläutert worden. Vorteilhaft werden auf das Substrat **4** mit der vorderseitigen n-Silizium-Schicht **3** erst die vordere und die rückseitige erste Antireflexions-Schichten **2** und **5** aufgebracht. In einem weiteren Verfahrensschritt werden die vorderen und rückseitigen zweiten Antireflexions-Schichten **1** und **6** aufgebracht.

[0024] Zur Herstellung der elektrischen Kontakte werden in die Vorderseite bzw. die vorderen ersten und zweiten Antireflexions-Schichten **1** und **2** Gräben eingebracht, beispielsweise durch Laser-Bearbeitung. In diese Gräben werden Metallkontakte **9** eingebracht auf vorbeschriebene Art und Weise, beispielsweise gedruckt. Der elektrische Kontakt **9** besteht vorteilhaft aus Aluminium und kontaktiert auch die n-Silizium-Schicht **3**.

[0025] An der Rückseite der Solarzelle **20** ist eine ähnliche Kontaktierung durchgeführt worden, wobei zuerst die beiden rückseitigen Antireflexions-Schichten **5** und **6** durchtrennt worden sind bis auf das Substrat **4**. In den dadurch entstehenden Gräben ist ein weiterer metallischer Kontakt **7** aus Aluminium eingebracht worden, ähnlich wie zuvor für die Vorderseite beschrieben. Dabei bildet sich zwischen dem Aluminium-Kontakt **7** und dem Substrat **4** aus p-dotiertem Silizium ein sogenanntes Aluminium-Backsurfacefield **8** aus, wie dies dem Fachmann allgemein bekannt ist.

[0026] Der Vorteil der doppelten Antireflexions-Schichten **1** und **2** an der Vorderseite sowie **5** und **6** an der Rückseite der Solarzelle **20** gegenüber üblichen, einschichtigen Antireflexions-Schichten, beispielsweise aus SiN, liegt in einem um ein vielfaches geringeren Reflexionsgrad, insbesondere im Wellenlängenbereich unter 550 nm und über 700 nm. Somit ist die Licht- und damit auch die Energieausbeute der erfindungsgemäßen Solarzelle erheblich

verbessert.

[0027] In [Fig. 2](#) ist eine weitere Solarzelle **120** dargestellt. Sie besteht wiederum aus einem Substrat **104** wie zuvor zu [Fig. 1](#) beschrieben, welches an seiner Oberseite eine phosphor-dotierte n-Siliziumschicht **103** aufweist. Auf die Vorderseite und Rückseite sind erste Antireflexions-Schichten **102** und **105** aufgebracht. Auf diese sind wiederum zweite Antireflexions-Schichten **101** und **106** aufgebracht. Die optischen Brechungsindizes können so sein wie zu [Fig. 1](#) beschrieben.

[0028] Während an der Rückseite die Kontaktierung wiederum erfolgt mit einem Aluminium-Metallkontakt **107**, der in einen Graben in die beiden rückseitigen Antireflexions-Schichten eingebracht worden ist, und sich einem dadurch ausbildenden Aluminium-Backsurfacefield **108**, ist die Kontaktierung an der Vorderseite etwas abgewandelt. Hier ist in die vordere erste Antireflexions-Schicht **102** ein Graben eingebracht worden bzw. diese ist auf einer Breite durchtrennt worden, welche erheblich größer ist als der nachher aufzubringende elektrische Kontakt **109**. Anschließend ist die vordere zweite Antireflexions-Schicht **101** aufgebracht worden. In diese ist dann ein weiterer Graben eingebracht worden bzw. sie ist bis auf die n-Siliziumschicht **103** durchtrennt worden auf einer Breite, welche derjenigen des Kontakts **109** entspricht. Anschließend ist der Kontakt **109** wie zuvor beschrieben eingebracht worden. Der Vorteil liegt hier darin, dass der metallische Kontakt **109**, wie zuvor beschrieben worden ist, nur direkt mit der n-Siliziumschicht **103** verbunden ist bzw. an diese kontaktiert ist, nicht jedoch mit der vorderen ersten Antireflexions-Schicht **102**. Die Abschnitte der vorderen zweiten Antireflexions-Schicht **101**, die sich zwischen der vorderen ersten Antireflexions-Schicht **102** und dem Metallkontakt **109** befinden, wirken als dielektrische Schicht zur Isolierung des Vorderseitenkontakts der Solarzelle **120**.

[0029] In [Fig. 3](#) ist eine weitere Variation einer Solarzelle **220** dargestellt, welche ähnlich wie in [Fig. 2](#) die Ausbildung der vorderseitigen Kontaktierung auch an der Rückseite vorsieht. Dies bedeutet, dass zwischen der rückseitigen ersten Antireflexions-Schicht **205** und den hinten aufgetragenen Metallkontakten **207** aus Aluminium ein Teil der rückseitigen zweiten Antireflexions-Schicht **206** mit Abschnitten **213** an die Rückseite des Substrats **204** reicht. Die Abschnitte **213** bilden eine dielektrische Schicht zur Isolierung des rückseitigen Metallkontakts **207** gegen die rückseitige erste Antireflexions-Schicht **205**. Auch hier ist wiederum das Aluminium-Backsurfacefield **208** ausgebildet. Ansonsten entspricht der Aufbau der Solarzelle **220** mit Substrat **204**, n-Siliziumschicht **203** und vorderseitiger Antireflexions-Beschichtung durch die vordere erste Antireflexions-Schicht **202** und die vordere zweite Antirefle-

xions-Schicht **201** mit dem vorderseitigen Metallkontakt **209** dem Aufbau aus [Fig. 2](#). Dies gilt auch für das Herstellungsverfahren.

[0030] Die Form der vorderseitigen und rückseitigen Kontakte ist in den dargestellten Fig. zwar jeweils gleich. Sie können jedoch sich unterscheiden, beispielsweise können auch an einer Seite linienartige Kontakte und an der anderen Seite davon abweichende Kontaktformen vorgesehen sein.

[0031] Durch die Eigenschaften der ersten Antireflexions-Schicht, insbesondere an der Vorderseite, zu dem Silizium-Substrat darunter können die optischen Eigenschaften optimal eingestellt werden. Des Weiteren ist eine möglichst spannungsfreie Beschichtung des Silizium-Substrats möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle (**20, 120, 220**) aus Silizium, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf ein dotiertes Silizium-Substrat (**4, 104, 204**) zumindest auf einer Seite eine erste Schicht (**2, 5, 102, 105, 202, 205**) mit einem optischen Brechungsindex n zwischen 3,5 und 4,0 aufgebracht wird und auf diese erste Schicht (**2, 5, 102, 105, 202, 205**) eine zweite Schicht (**1, 6, 101, 106, 201, 206**) mit einem optischen Brechungsindex n zwischen 1,9 und 2,2 aufgebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (**2, 5, 102, 105, 202, 205**) einen Brechungsindex n zwischen 3,6 und 3,9 aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (**2, 5, 102, 105, 202, 205**) Silizium und/oder Germanium aufweist, wobei sie vorzugsweise a-SiGe oder a-SiGe:H ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (**2, 5, 102, 105, 202, 205**) SiGe aufweist, wobei vorzugsweise zumindest die erste Schicht (**2, 5, 102, 105, 202, 205**), insbesondere auch die zweite Schicht (**1, 6, 101, 106, 201, 206**) bzw. beide Schichten zusammen, einen Gradienten ansteigender Konzentration von Ge aufweist bzw. ein solcher Gradient erzeugt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Schicht (**1, 6, 101, 106, 201, 206**) einen Brechungsindex n zwischen 1,94 und 2,1 aufweist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Schicht (**1, 6, 101, 106, 201, 206**) Silizium aufweist,

wobei sie vorzugsweise SiN(x):H ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf beide Seiten eines dotierten Silizium-Substrats (**4, 104, 204**) zuerst beidseitig die erste Schicht (**2, 5, 102, 105, 202, 205**) und dann beidseitig die zweite Schicht (**1, 6, 101, 106, 201, 206**) aufgebracht wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest auf einer Seite des Silizium-Substrats (**4, 104, 204**) die beiden Schichten (**1, 2, 5, 6, 101, 102, 105, 106, 201, 202, 205, 206**) teilweise, insbesondere linienförmig, entfernt werden zur Aufbringung eines Kontakts (**7, 9, 107, 109, 207, 209**), insbesondere eines metallischen Kontakts, auf das darunter liegende dotierte Silizium-Substrat (**4, 104, 204**).

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein elektrischer Kontakt (**107, 109, 207, 209**), insbesondere in linienartiger Form, auf das Silizium-Substrat (**104, 204**) derart aufgebracht wird, dass die erste Schicht (**102, 202, 205**) den elektrischen Kontakt nicht direkt berührt, wobei vorzugsweise die erste Schicht (**102, 202, 205**) durch eine dielektrische Schicht (**112, 212, 213**), insbesondere aus SiN, von dem elektrischen Kontakt getrennt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Aufbringen der ersten Schicht (**102, 202, 205**) diese strukturiert wird mit einem Strukturverlauf, der den aufzubringenden elektrischen Kontakten (**109, 207, 209**) entspricht und mit größerer Breite als die elektrischen Kontakte (**109, 207, 209**), wobei anschließend die zweite Schicht (**101, 201, 206**) auf die erste Schicht (**102, 202, 205**) aufgebracht wird und eine Kontaktstruktur in die zweite Schicht (**101, 201, 206**) eingebracht wird mit dem endgültigen Verlauf der elektrischen Kontakte, wobei danach die elektrischen Kontakte (**109, 207, 209**) in diese Kontaktstruktur eingebracht werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Silizium-Substrat (**4, 104, 204**) an einer Oberseite (**3, 103, 203**) n-dotiert ist, vorzugsweise mit Phosphor, wobei an der Rückseite eine p-dotierte Schicht erzeugt wird, insbesondere eine dünnere Schicht, wobei vorzugsweise die p-dotierte Schicht aus a-Si:Ge-Bor besteht bzw. damit dotiert ist.

12. Solarzelle (**20, 120, 220**), dadurch gekennzeichnet, dass sie aus einem Silizium-Substrat (**4, 104, 204**) hergestellt ist, das mit einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche behandelt worden ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

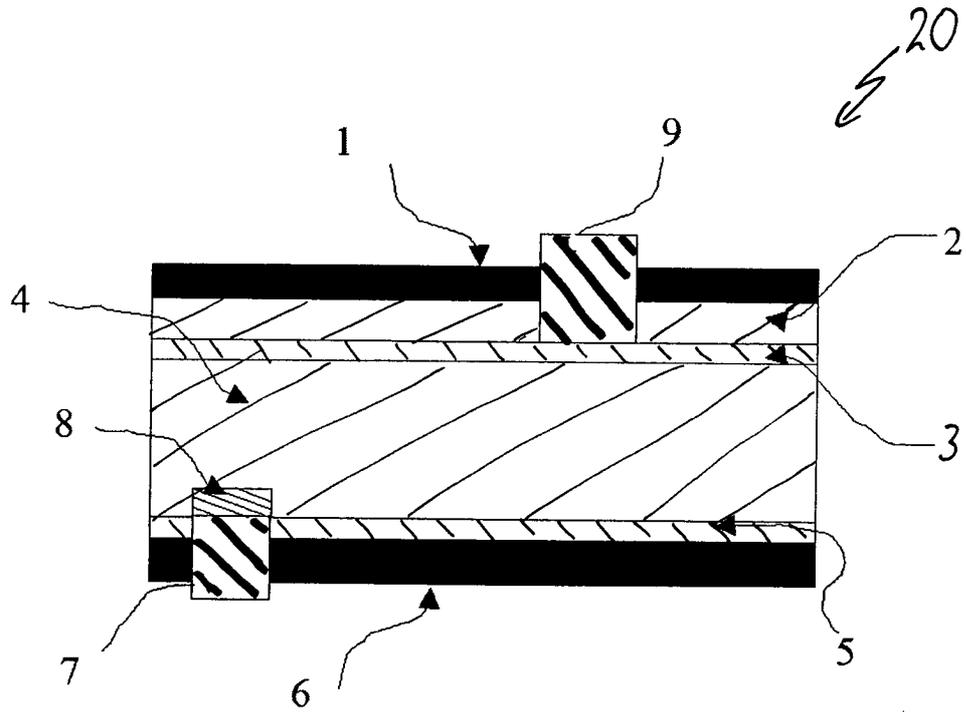


Fig.1

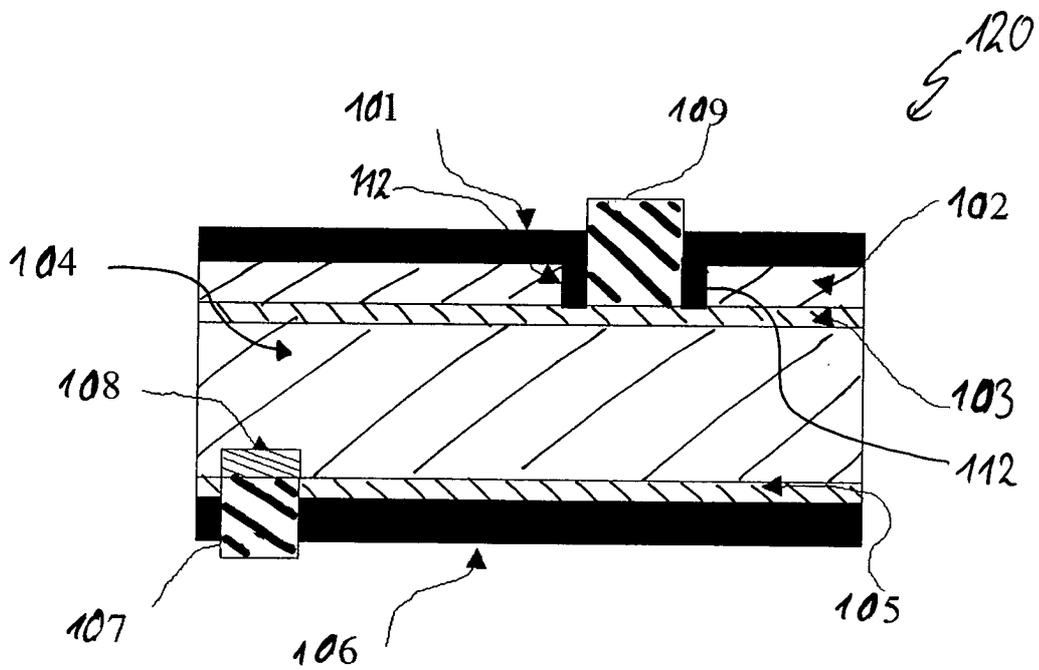


Fig.2

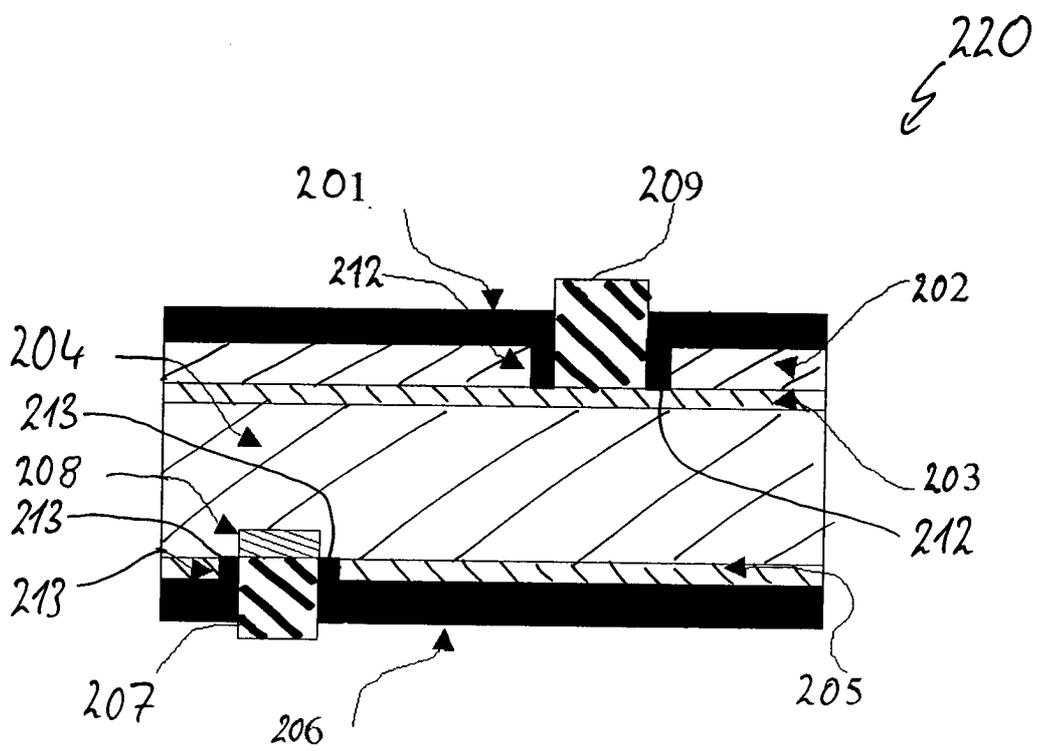


Fig.3