



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 34 059 T2** 2005.05.19

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 749 161 B1**

(51) Int Cl.⁷: **H01L 27/142**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 34 059.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 109 504.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **13.06.1996**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.12.1996**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **22.12.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.05.2005**

(30) Unionspriorität:

14884795 15.06.1995 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR

(73) Patentinhaber:

Kanegafuchi Kagaku Kogyo K.K., Osaka, JP

(72) Erfinder:

**Kurata, Shinichiro, Otsu-shi, Shiga 520-02, JP;
Hayashi, Katsuhiko, Otsu-shi, Shiga 520-01, JP;
Ishikawa, Atsuo, Otsu-shi, JP; Kondo, Masataka,
Kobe-shi, Hyogo 651-11, JP**

(74) Vertreter:

Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: **Integriertes Dünnschicht-Sonnenzellenmodul und Herstellungsverfahren**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer integrierten Dünnsfilm-Solarbatterie zur Bildung mehrerer Elementeinheiten, die auf einem Substrat miteinander verbunden werden, und eine durch dieses Verfahren hergestellte integrierte Dünnsfilm-Solarbatterie sowie insbesondere eine Verbesserung der elektrischen Kennwerte der Solarbatterie durch Verbessern der Qualität einer Grenzfläche zwischen einer Halbleiterschicht und einer Elektroden-schicht auf einer Gegenseite der Lichtempfangs-schicht, wodurch eine integrierte Dünnsfilm-Solarbatterie mit einer hohen Ausgangsleistung realisiert wird.

[0002] Die Verbreitung von Solarbatterien, die Energie aus Sonnenlicht direkt in Elektroenergie umwandeln, hat nunmehr in vollem Maß begonnen, und eine Solarbatterie auf Kristallbasis, dargestellt durch Einkristallsilicium, Mehrkristallsilicium o. ä., wird bereits als Solarbatterie zur Stromerzeugung im Freien praktisch eingesetzt. Andererseits richtete sich die Aufmerksamkeit auf eine Dünnsfilm-Solarbatterie, z. B. aus amorphem Silicium, als billige Solarbatterie, weil dafür weniger Rohmaterial verwendet wird. Allgemein ist aber eine solche Dünnsfilm-Solarbatterie noch in der Entwicklung, und derzeit laufen umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, damit die Dünnsfilm-Solarbatterie zu einer Solarbatterie entwickelt werden kann, die im Freien verwendet wird, was auf der Grundlage der tatsächlichen Ergebnisse beim Einsatz der Dünnsfilm-Solarbatterie als Stromquelle für ein solches Gerät wie einen Taschenrechner erfolgt, der bereits Verbreitung fand.

[0003] Die Herstellung der Dünnsfilm-Solarbatterie, wie in einer herkömmlichen Dünnsfilmvorrichtung, erfolgt durch ein Herstellungsverfahren, in dem das Abscheiden eines Dünnsfilms mit der CVD-Technik, Sputtertechnik o. ä. und das Strukturieren des Dünnsfilms wiederholt werden, um eine gewünschte Struktur zu erhalten. Zur Anwendung kommt normalerweise eine integrierte Struktur, in der mehrere Elementeinheiten auf einem einzelnen Substrat in Reihe oder parallel verbunden sind. Die Solarstrombatterie zum Freilufteinsatz benötigt eine große Fläche, die z. B. 400 × 800 mm Substratgröße übersteigt.

[0004] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittansicht der Struktur dieser herkömmlichen Dünnsfilm-Solarbatterie. Hierbei handelt es sich um die Struktur einer integrierten Dünnsfilm-Solarbatterie, die bisher allgemein verwendet wird und in der jede Elementeinheit **15** eine erste Elektroden-schicht **5**, eine aus amorphem Silicium o. ä. hergestellte Halbleiterschicht **9** und eine zweite Elektroden-schicht **13** hat, die in dieser Reihenfolge übereinander gestapelt sind. Die zueinander benachbarten Elementeinheiten **15** sind über eine in der Halbleiterschicht **9** gebildete Verbindungs-

öffnung **7** in Reihe miteinander verbunden. Gewöhnlich ist die erste Elektroden-schicht **5** aus einem transparenten elektrisch leitenden Film gebildet, z. B. Zinnoxid (SnO_2), Zinkoxid (ZnO) oder Indium-Zinn-Oxid (ITO), und die zweite Elektroden-schicht **13** ist aus einem Metallfilm gebildet, z. B. Aluminium (Al), Silber (Ag) oder Chrom (Cr).

[0005] Hergestellt wird diese herkömmliche integrierte Dünnsfilm-Solarbatterie durch ein Verfahren, das im folgenden anhand von [Fig. 2](#) beschrieben wird. Auf ein Glassubstrat **3** wird der aus SnO_2 , ZnO oder ITO hergestellte transparente elektrisch leitende Film als erste Elektroden-schicht **5** abgeschieden, und die erste Elektroden-schicht **5** wird in mehrere Teilstücke in Entsprechung zu Stromerzeugungs-bereichen zur Integration durch Laserritzen aufgeteilt. Danach wird die erste Elektroden-schicht **5** gereinigt, um die durch Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste zu entfernen. Die aus amorphem Silicium mit der Struktur eines pin-Übergangs hergestellte Halbleiterschicht **9** wird auf die gesamte Oberfläche der ersten Elektroden-schicht **5** durch die Plasma-CVD-Technik abgeschieden. Danach erfolgt wie bei der ersten Elektroden-schicht **5** nach Aufteilen der Halbleiterschicht **9** in mehrere Teilstücke durch die Laserritztechnik eine Reinigung der Halbleiterschicht **9**, um die durch Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste zu entfernen. Ferner wird als zweite Elektroden-schicht **13** ein aus Al, Ag, Cr o. ä. hergestellter Metallfilm auf die Halbleiterschicht **9** in einer einzelnen Schicht oder in mehreren Schichten abgeschieden und wie bei der ersten Elektroden-schicht **5** durch Laserritzen in mehrere Teilstücke aufgeteilt, wodurch eine integrierte Dünnsfilm-Solarbatterie mit einer großen Fläche fertiggestellt wird.

[0006] Bei dieser herkömmlichen integrierten Dünnsfilm-Solarbatterie stößt man aber auf eine Erscheinung, daß ein Kurven- bzw. Füllfaktor (FF-Wert) ihrer Ausgangskennwerte gering ist. Natürlich sind allgemein bei der Herstellung der integrierten Dünnsfilm-Solarbatterie die einzelnen Verfahrensbedingungen, z. B. Dicke der jeweiligen Elektroden-schichten **5** und **13** oder Qualität der Halbleiterschicht **9**, optimiert, um die Kennwerte zu verbessern. Da die große Fläche des Substrats **3** ein Experiment zum Optimieren der einzelnen Verfahrensbedingungen kompliziert macht, wird normalerweise eine Dünnsfilm-Solarbatterie mit einer kleinen Fläche durch ein einfaches Verfahren als Vorabexperiment zur Bewertung der Kennwerte hergestellt. Danach werden die so gewonnenen Optimalbedingungen der einzelnen Verfahren auf das Verfahren zur Herstellung der Dünnsfilm-Solarbatterie mit einer großen Fläche übertragen.

[0007] Obwohl aber ausgezeichnete Zahlenwerte durch das Vorabexperiment gewonnen werden, läßt sich bei Übertragung seiner Optimalbedingungen auf

das Verfahren zur Herstellung der Dünnschicht-Solarbatterie mit einer großen Fläche kein ähnlich ausgezeichnetes Ergebnis wie die im Vorabexperiment gewonnenen Zahlenwerte erhalten, und die meisten Ergebnisse haben einen verringerten FF-Wert. Daher ist eine Verbesserung des FF-Werts für die integrierte Dünnschicht-Solarbatterie mit einer großen Fläche unabdingbar und dringend erforderlich, um den photoelektrischen Wirkungsgrad zu verbessern.

[0008] Unter den bestehenden Umständen wurde im Rahmen der Erfindung die Ursache für die Senkung des FF-Werts mit dem Ergebnis näher untersucht, daß nachgewiesen wurde, daß die Grenzfläche zwischen der Halbleiterschicht **9** und der zweiten Elektrodenerschicht **13** bewirkt, daß der FF-Wert verringert ist.

[0009] **Fig. 3** zeigt eine Querschnittsstruktur einer Dünnschicht-Solarbatterie mit einer kleinen Fläche, die im o. g. Vorabexperiment zum Einsatz kommt. Die Dünnschicht-Solarbatterie mit einer kleinen Fläche erhält man so, daß eine aus SnO_2 , ZnO , ITO o. ä. hergestellte erste Elektrodenerschicht **5**, eine aus amorphem Silicium o. ä. hergestellte Halbleiterschicht **9** und eine aus Al, Ag, Cr o. ä. hergestellte zweite Elektrodenerschicht **13** auf einem Substrat **3** in dieser Reihenfolge gestapelt werden und abschließend eine Strukturierung am Umfang der zweiten Elektrodenerschicht **13** und Halbleiterschicht **9** durchgeführt wird. Gemessen werden die Kennwerte dieser Solarbatterie durch Anlegen einer Meßsonde an einem freiliegenden Abschnitt **5a** der ersten Elektrodenerschicht **5** und der zweiten Elektrodenerschicht **13**. Die Dünnschicht-Solarbatterie mit einer kleinen Fläche wird keiner Reinigungsbearbeitung unterzogen, da die Halbleiterschicht **9** auf das Substrat **3** abgeschieden wird, bis die zweite Elektrodenerschicht **13** darauf abgeschieden wird, weil die erste Elektrodenerschicht **5**, die Halbleiterschicht **9** und die zweite Elektrodenerschicht **13** kontinuierlich gebildet werden. Anders ausgedrückt wurde nachgewiesen, daß eine Grenzfläche zwischen der Halbleiterschicht **9** und der zweiten Elektrodenerschicht **13** Feuchtigkeit usw. absorbiert und die Erzeugung eines natürlichen Oxidfilms auf der amorphen Silicioberfläche erleichtert ist, wodurch der FF-Wert verringert ist. Da aber bei der integrierten Dünnschicht-Solarbatterie mit einer großen Fläche die Laserritztechnik zum Strukturieren angewendet wird, treten zwangsläufig die durch Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste auf. Werden die Reste nicht entfernt, ist die Haftung der zweiten Elektrodenerschicht **13** und der ersten Elektrodenerschicht **5** in einer Verbindungsöffnung **7** beeinträchtigt. Dies hat einen stärkeren negativen Einfluß auf die Kennwerte und die Zuverlässigkeit der Solarbatterie als die Senkung des FF-Werts. Somit ist die Reinigungsbearbeitung zum Entfernen der durch Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste im Verfahren zur Herstellung der integrierten Dünnschicht-Solarbatterie mit

einer großen Fläche wesentlich.

[0010] Das o. g. herkömmliche Verfahren macht es unmöglich, den FF-Wert zu verbessern, während die Reinigungsbearbeitung durchgeführt wird.

[0011] Weitere Solarbatterien sind in den US 542578, US 4755475, DE 37 14 920, JP 55108780 und EP 113959 offenbart. Die Erfindung wurde angesichts der o. g. Umstände gemacht, weshalb eine Aufgabe der Erfindung darin besteht, eine integrierte Dünnschicht-Solarbatterie nach Anspruch 1 mit einer Struktur, die den FF-Wert bei Durchführung der Reinigungsbearbeitung verbessern kann, sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung nach Anspruch 8 bereitzustellen.

[0012] Zur Lösung der o. g. Probleme besteht die Erfindung in der Bereitstellung einer integrierten Dünnschicht-Solarbatterie mit mehreren in Reihe verbundenen Elementeinheiten, wobei mehrere Halbleiterschichten auf mehreren ersten Elektrodenerschichten angeordnet sind, die in mehrere Bereiche auf einem Substrat so aufgeteilt sind, daß jede der Halbleiterschichten auf zwei benachbarten ersten Elektroden gebildet ist und eine Verbindungsöffnung auf einer der beiden ersten Elektroden hat, eine elektrisch leitende Schicht in einem Bereich mit Ausnahme der Verbindungsöffnung auf jeder der Halbleiterschichten gebildet ist, eine zweite Elektrodenerschicht auf jeder der elektrisch leitenden Schichten in einem Zustand angeordnet ist, in dem die zweite Elektrodenerschicht mit einer der beiden Elektrodenerschichten durch die Verbindungsöffnung elektrisch verbunden ist, um so einen zwischen der zweiten Elektrodenerschicht und der anderen ersten Elektrodenerschicht eingefügten Bereich als Elementeinheit zu bilden.

[0013] Die elektrisch leitende Schicht ist aus einem transparenten elektrisch leitenden Filmmaterial hergestellt, das aus einem transparenten Metalloxidmaterial besteht, und das transparente elektrisch leitende Filmmaterial kann hauptsächlich Zinnoxid, Zinkoxid oder Indium-Zinn-Oxid enthalten.

[0014] Ferner kann diese integrierte Dünnschicht-Solarbatterie durch ein Verfahren zur Herstellung der integrierten Dünnschicht-Solarbatterie hergestellt werden, wobei nach Bildung mehrerer erster Elektrodenerschichten in Entsprechung zu mehreren Stromerzeugungsbereichen auf einem Substrat mehrere Halbleiterschichten mit jeweils einer Verbindungsöffnung, durch die ein Teil jeder ersten Elektrodenerschicht freiliegen kann, und mehrere elektrisch leitende Schichten auf den ersten Elektrodenerschichten über den mehreren Stromerzeugungsbereichen gebildet werden und dann nach Bildung einer zweiten Elektrodenerschicht auf den elektrisch leitenden Schichten die zweite Elektrodenerschicht in mehrere Teilstücke in Entsprechung zu den mehreren Stromerzeugungsbereichen

bereichen aufgeteilt wird, indem mindestens die zweite Elektrodenschicht und die elektrisch leitende Schicht in der Umgebung jeder der Verbindungsöffnungen entfernt werden, um dadurch mehrere in Reihe verbundene Elementeinheiten zu bilden, die jeweils aus einem zwischen jeder ersten Elektrodenschicht und der zweiten Elektrodenschicht eingefügten Bereich auf dem Substrat gebildet sind.

[0015] Diese integrierte Dünnschicht-Solarbatterie ist so gestaltet, daß die erste Elektrodenschicht in mehrere Bereiche auf dem Substrat durch das herkömmliche Verfahren aufgeteilt ist, die Halbleiterschicht so in mehrere Bereiche ausgebildet ist, daß jede der Halbleiterschichten auf zwei benachbarten ersten Elektroden gebildet ist und eine Verbindungsöffnung auf einer der beiden ersten Elektroden hat, die elektrisch leitende Schicht in einem Bereich mit Ausnahme der Verbindungsöffnung auf jeder der Halbleiterschichten gebildet ist und die zweite Elektrodenschicht auf jeder der elektrisch leitenden Schichten in einem Zustand angeordnet ist, in dem die zweite Elektrodenschicht mit einer der beiden Elektrodenschichten durch die Verbindungsöffnung elektrisch verbunden ist. Mit einer solchen Struktur sind mehrere in Reihe verbundene Elementeinheiten gebildet, die jeweils durch einen zwischen der zweiten Elektrodenschicht und der anderen ersten Elektrodenschicht eingefügten Bereich gebildet sind.

[0016] Die Dünnschicht-Solarbatterie der Erfindung hat eine Struktur, bei der die Verbindungsöffnung durch die Laserritztechnik gebildet werden kann, nachdem die Halbleiterschicht und die elektrisch leitende Schicht nacheinander abgeschieden sind, da die elektrisch leitende Schicht in einem Bereich mit Ausnahme der Verbindungsöffnung auf der Halbleiterschicht wie zuvor beschrieben gebildet ist. Das heißt, die Dünnschicht-Solarbatterie der Erfindung hat eine Struktur, mit der sie hergestellt werden kann, ohne daß die Halbleiterschicht in direktem Kontakt mit Wasser, das zur Reinigung verwendet wird, oder Außenluft steht. Somit wird in der integrierten Dünnschicht-Solarbatterie der Erfindung kein natürlicher Oxidfilm infolge des Reinigungsverfahrens auf der Oberfläche der Halbleiterschicht erzeugt.

[0017] In diesem Beispiel ist die elektrisch leitende Schicht aus einem transparenten elektrisch leitenden Filmmaterial hergestellt, das aus einer transparenten Metalloxidschicht besteht, z. B. SnO_2 , ZnO oder ITO, kein natürlicher Oxidfilm wird durch das Reinigungsverfahren auf ihrer Oberfläche erzeugt, und die Grenzfläche zwischen der elektrisch leitenden Schicht und der zweiten Elektrodenschicht wird auch in einem ausgezeichneten Zustand gehalten. Zudem tritt kein Legieren zwischen der elektrisch leitenden Schicht und der Halbleiterschicht auf. Somit können etwaige Faktoren, die zur Beeinträchtigung des FF-Werts führen, vollständig ausgeschlossen wer-

den.

[0018] Das Verfahren zur Herstellung der integrierten Dünnschicht-Solarbatterie mit dieser Struktur läuft wie folgt ab:

[0019] Zunächst wird die erste Elektrodenschicht auf dem Substrat so gebildet, daß sie mehreren Stromerzeugungsbereichen entspricht. Der aus SnO_2 , ZnO , ITO o. ä. hergestellte transparente elektrisch leitende Film wird auf das Substrat abgeschieden, und zur Integration wird die erste Elektrodenschicht dann in Entsprechung zu den mehreren Stromerzeugungsbereichen durch die Laserritztechnik geschmolzen und abgetrennt. Anschließend wird ein Reinigungsverfahren, z. B. Waschen mit Wasser, an der ersten Elektrodenschicht durchgeführt, um die durch Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste zu entfernen. Obwohl Feuchtigkeit auf die Oberfläche der ersten Elektrodenschicht durch das Reinigungsverfahren gezogen wird, bildet sich kein natürlicher Oxidfilm darauf, da die erste Elektrodenschicht ein Metalloxid ist.

[0020] Anschließend werden mehrere Halbleiterschichten mit jeweils einer Verbindungsöffnung, durch die ein Teil jeder ersten Elektrodenschicht freiliegen kann, und mehrere elektrisch leitende Schichten auf den ersten Elektrodenschichten über den mehreren Stromerzeugungsbereichen durch die Plasma-CVD-Technik gebildet. Die Halbleiterschicht ist aus einer amorphen Siliciumschicht mit z. B. einer pin-Übergangsstruktur gebildet, und die elektrisch leitende Schicht kann aus SnO_2 , ZnO , ITO o. ä. hergestellt sein. Beim Bilden der Verbindungsöffnung werden nach Abscheidung sowohl der Halbleiterschicht als auch der elektrisch leitenden Schicht diese durch die Laserritztechnik geschmolzen und abgetrennt, um so die Verbindungsöffnung in einer Nutenform auszubilden.

[0021] Ähnlich wird ein Reinigungsverfahren, z. B. Waschen mit Wasser, durchgeführt, um die durch Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste zu entfernen. Dabei steht die Halbleiterschicht nicht in direktem Kontakt mit Wasser, da ihre Oberfläche mit der elektrisch leitenden Schicht bedeckt ist, was dazu führt, daß kein natürlicher Oxidfilm infolge des Reinigungsverfahrens auf der Oberfläche der Halbleiterschicht erzeugt wird. Obwohl Feuchtigkeit auf die Oberfläche der ersten Elektrodenschicht gezogen wird, wird kein natürlicher Oxidfilm darauf erzeugt, da die elektrisch leitende Schicht aus einem Metalloxid, z. B. SnO_2 , ZnO oder ITO, hergestellt ist. Somit fungiert die elektrisch leitende Schicht als Schutzschicht für die Halbleiterschicht.

[0022] Anschließend wird nach Bildung der aus Al, Ag, Cr o. ä. hergestellten zweiten Elektrodenschicht auf den elektrisch leitenden Schichten die zweite

Elektrodenschicht in Entsprechung zu den mehreren Stromerzeugungsbereichen aufgeteilt, indem mindestens die zweite Elektrodenschicht und die elektrisch leitende Schicht in der Umgebung jeder der Verbindungsöffnungen entfernt werden, um so mehrere in Reihe verbundene Elementeinheiten zu bilden, die jeweils aus einem zwischen jeder ersten Elektrodenschicht und der zweiten Elektrodenschicht eingefügten Bereich auf dem Substrat gebildet sind. Ähnlich werden die zweite Elektrodenschicht und die elektrisch leitende Schicht durch die Laserritztechnik entfernt, und ein Reinigungsverfahren, z. B. Waschen mit Wasser, wird durchgeführt, um die durch Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste zu entfernen.

[0023] Da beschreibungsgemäß im Herstellungsverfahren der Erfindung die Halbleiterschicht nicht in direktem Kontakt mit Reinigungswasser oder Außenluft steht, hat die Grenzfläche zwischen der Halbleiterschicht und zweiten Elektrodenschicht eine verbesserte Qualität, was zu einer Verbesserung des FF-Werts der Solarbatterie beiträgt.

[0024] Diese und weitere Aufgaben und Merkmale der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen deutlicher hervor. Es zeigen:

[0025] [Fig. 1](#) eine Querschnittansicht zum Erläutern der Struktur einer erfindungsgemäßen integrierten Dünnschicht-Solarbatterie;

[0026] [Fig. 2](#) eine Querschnittansicht zum Erläutern der Struktur einer herkömmlichen integrierten Dünnschicht-Solarbatterie; und

[0027] [Fig. 3](#) eine Querschnittansicht zum Erläutern einer Dünnschicht-Solarbatterie mit einer kleinen Fläche, die zur Untersuchung der Verfahrensbedingungen für die Herstellung der integrierten Dünnschicht-Solarbatterie verwendet wird.

[0028] Im folgenden werden spezifische Ausführungsformen der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben.

Erste Ausführungsform

[0029] [Fig. 1](#) zeigt ein Beispiel für eine Querschnittstruktur einer erfindungsgemäßen integrierten Dünnschicht-Solarbatterie **1**. In diesem Beispiel ist eine integrierte Dünnschicht-Solarbatterie **1** mit mehreren in Reihe verbundenen Elementeinheiten **15** dargestellt. In der integrierten Dünnschicht-Solarbatterie **1** sind mehrere Halbleiterschichten **9** auf mehreren ersten Elektrodenschichten **5** angeordnet, die in mehrere Bereiche auf einem Substrat **3** so aufgeteilt sind, daß jede der Halbleiterschichten **9** auf zwei benachbarten ersten Elektroden **5** gebildet ist und eine Verbindungsöff-

nung **7** auf einer der beiden ersten Elektroden **5** hat. Eine elektrisch leitende Schicht **11** ist in einem Bereich mit Ausnahme der Verbindungsöffnung **7** auf jeder der Halbleiterschichten **9** gebildet. Eine zweite Elektrodenschicht **13** ist auf jeder der elektrisch leitenden Schichten **11** in einem Zustand angeordnet, in dem die zweite Elektrodenschicht **13** mit einer der beiden Elektrodenschichten **5** durch die Verbindungsöffnung **7** elektrisch verbunden ist, wodurch ein zwischen der zweiten Elektrodenschicht **13** und der anderen ersten Elektrodenschicht **5** eingefügter Bereich als Elementeinheit **15** gebildet ist.

[0030] Im folgenden wird ein Verfahren zur Herstellung dieser integrierten Dünnschicht-Solarbatterie anhand von [Fig. 1](#) näher beschrieben.

[0031] Ein aus SnO_2 , ZnO , ITO o. ä. hergestellter, transparenter elektrisch leitender Film wird auf das Glassubstrat **3** als erste Elektrodenschicht **5** abgeschieden, und zur Integration wird die erste Elektrodenschicht **5** dann in Entsprechung zu mehreren Stromerzeugungsbereichen durch die Laserritztechnik geschmolzen und abgetrennt, um so mehrere Trennnuten **17** zu bilden. Zum Beispiel werden bei einer integrierten Dünnschicht-Solarbatterie mit einer großen Fläche mehrere streifenförmige Stromerzeugungsbereiche in einer Richtung des Substrats **3** gebildet. Bei der integrierten Dünnschicht-Solarbatterie mit einer großen Fläche wird als ein Beispiel ein $910 \times 455 \times 4 \text{ mm}^3$ großes Glassubstrat verwendet, und der Oberflächenwiderstand der ersten Elektrodenschicht **5** wird auf die Größenordnung von 10 Ohm eingestellt. Danach wird die erste Elektrodenschicht **5** gereinigt, um die durch Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste zu entfernen. Eine amorphe Siliciumhydridschicht mit einer pin-Struktur wird auf die gesamte Oberfläche der in Entsprechung zu den Stromerzeugungsbereichen gebildeten ersten Elektrodenschichten **5** als Halbleiterschicht **9** durch die Plasma-CVD-Technik abgeschieden. Die amorphe Siliciumhydridschicht wird auf die im folgenden beschriebene Weise erzeugt.

[0032] Zunächst wird das Substrat **3** in eine Hochvakuumkammer mit 10^{-5} Torr (1 Torr = 133,3 Pa) oder weniger gegeben, und Silan (SiH_4), Diboran (B_2H_6) und Methan (CH_4) werden dann als Filmbildungsgase bei einer Substrattemperatur von 140 bis 200°C eingeleitet. Der Reaktionsdruck wird auf etwa 1,0 Torr eingestellt, und p-leitendes amorphes Siliciumhydridcarbid wird in einer Dicke von 50 bis 200 Å (10 Å = 1 nm) durch HF-Entladung abgeschieden. Danach wird nur Silangas als Filmbildungsgas in die Kammer eingeleitet, der Reaktionsdruck wird auf 0,2 bis 0,7 Torr eingestellt, und i-leitendes amorphes Siliciumhydrid wird in einer Dicke von etwa 3000 Å durch HF-Entladung abgeschieden. Ferner werden Silan, Phosphin (PH_3) und Wasserstoff (H_2) als Filmbildungsgase in die Kammer eingeleitet, der Reaktionsdruck wird auf

etwa 1,0 Torr eingestellt, und n-leitendes mikrokristallines Silicium wird in einer Dicke von etwa 100 bis 200 Å durch HF-Entladung abgeschieden.

[0033] Die zuvor beschriebenen Abscheidungsbedingungen der Halbleiterschicht **9** sind lediglich als ein Beispiel angegeben. Zum Beispiel können die ersten Elektrodenschichten **5** auch eine n-i-p-Struktur oder Tandemstruktur haben. Das Primärmaterial der Halbleiterschicht **9** kann nicht nur amorphes Siliciumhydrid sein, sondern auch amorphes Silicium, polykristallines oder mikrokristallines oder eine Kombination daraus. Außerdem kann Silicium durch Siliciumcarbid, Silicium-Germanium, Germanium, eine III-V-Verbindung, II-VI-Verbindung, I-III-VI-Verbindung o. ä. ersetzt sein. Ferner kann es durch eine Kombination aus diesen Verbindungen ersetzt sein.

[0034] Eine elektrisch leitende Schicht **11** wird nacheinander auf die Halbleiterschichten **9** ohne Durchführung eines Reinigungsverfahrens durch die Sputtertechnik abgeschieden. Insbesondere wird das Substrat **3**, auf das die Halbleiterschichten **9** abgeschieden sind, in eine Sputterkammer gegeben, aus der dann ein Gas bis auf ein Hochvakuum von 1×10^{-6} Torr oder mehr abgezogen wird. Argongas (Ar) wird als Sputtergas in die Sputterkammer eingeleitet, wonach mit Aluminiumoxid (Al_2O_3) dotiertes ZnO in einer Dicke von 800 bis 1000 Å unter einem Druck von 1 bis 5 mTorr durch HF-Entladung abgeschieden wird. Das Material der elektrisch leitenden Schicht **11** ist ein transparentes elektrisch leitendes Material, das aus einem Metalloxidmaterial besteht, z. B. SnO_2 oder ITO. Ferner kann das Material ein Laminat aus diesen Materialien sein. Wichtig ist, daß die elektrisch leitende Schicht **11** auf die Halbleiterschichten **9** ohne Durchführung eines Reinigungsverfahrens nacheinander abgeschieden wird. Stärker bevorzugt kann die elektrisch leitende Schicht **11** z. B. in einer Vorrichtung nacheinander abgeschieden werden, in der eine CVD-Kammer mit der Sputterkammer gekoppelt ist, ohne die leitende Schicht **11** nach Abscheidung der Halbleiterschicht **9** der Atmosphäre auszusetzen.

[0035] Anschließend werden die Halbleiterschicht **9** und die elektrisch leitende Schicht **11** durch die Laserritztechnik gleichzeitig geschmolzen und getrennt, um so mehrere Verbindungsöffnungen **7** benachbart zu den Trennnuten **17** der ersten Elektrodenschichten **5** herzustellen, die bereits gebildet wurden. Nach Durchführung einer Reinigung an den Verbindungsöffnungen **7**, um die durch das Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste zu entfernen, wird dann ein Metall, z. B. Al, Ag, Cr o. ä., auf die elektrisch leitenden Schichten **11** als zweite Elektrodenschicht **13** durch die Sputtertechnik oder Vakuum-Dampfabscheidungstechnik wie zuvor beschrieben abgeschieden. Danach werden mindestens die zweite Elektrodenschicht **13**, die elektrisch leitende Schicht **11** und die n-leitende mikrokristalline Silici-

umschicht in der Umgebung jeder der Verbindungsöffnungen **7** auf einer Gegenseite der Trennnut **17** der ersten Elektrodenschicht **5** im Hinblick auf jede der Verbindungsöffnungen **7** durch die Laserritztechnik entfernt, um dadurch eine obere Trennnut **19** zu bilden, so daß die zweite Elektrodenschicht **13** in mehrere Stromerzeugungsbereiche aufgeteilt wird. Mit dieser Anordnung sind mehrere Elementeinheiten **15**, die jeweils aus einem zwischen der ersten Elektrodenschicht **5** und der zweiten Elektrodenschicht **13** eingefügten Bereich bestehen, in Reihe verbunden und auf dem Substrat **3** gebildet.

[0036] Abschließend werden die Elementeinheiten **15** gereinigt, um die durch Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste zu entfernen, und bei Bedarf wird eine geeignete Passivierungsschicht, hergestellt aus Epoxidharz o. ä., auf das Endprodukt aufgetragen.

Zweite Ausführungsform

[0037] Die Verfahren bis zur Abscheidung der Halbleiterschicht **9** werden im gleichen Ablauf wie in der o. g. ersten Ausführungsform durchgeführt. Danach wird eine elektrisch leitende Schicht **11** auf die Halbleiterschicht **9** ohne Durchführung eines Reinigungsverfahrens durch die Sputtertechnik nacheinander abgeschieden. Insbesondere wird das Substrat **3**, auf dem die Halbleiterschichten **9** abgeschieden sind, in eine Sputterkammer gegeben, aus der dann ein Gas bis auf ein Hochvakuum von 1×10^{-6} Torr oder mehr abgezogen wird. Argongas (Ar) wird als Sputtergas in die Sputterkammer eingeleitet, wonach mit Aluminiumoxid (Al_2O_3) dotiertes ZnO in einer Dicke von etwa 500 Å unter einem Druck von 1 bis 5 mTorr durch HF-Entladung abgeschieden wird. Das Material der elektrisch leitenden Schicht **11** kann ein transparentes elektrisch leitendes Material, z. B. SnO_2 oder ITO, oder ein Laminat aus diesen Materialien anstelle von ZnO sein. Wichtig ist wie zuvor, daß die elektrisch leitende Schicht **11** auf die Halbleiterschichten **9** ohne Durchführung eines Reinigungsverfahrens nacheinander abgeschieden wird. Stärker bevorzugt kann die elektrisch leitende Schicht **11** z. B. in einer Vorrichtung nacheinander abgeschieden werden, in der eine CVD-Kammer mit der Sputterkammer gekoppelt ist, ohne die leitende Schicht **11** nach Abscheidung der Halbleiterschicht **9** der Atmosphäre auszusetzen.

[0038] Danach werden die Halbleiterschicht **9** und die elektrisch leitende Schicht **11** durch die Laserritztechnik gleichzeitig geschmolzen und getrennt, um so mehrere Verbindungsöffnungen **7** benachbart zu den Trennnuten **17** der ersten Elektrodenschichten **5** herzustellen, die bereits gebildet wurden. Nach Durchführung einer Reinigung an den Verbindungsöffnungen **7**, um die durch das Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste zu entfernen, wird dann ein Mehrschichtfilm, der aus einer aus ZnO,

SnO₂, ITO o. ä. hergestellten transparenten elektrisch leitenden Schicht und einer aus Al, Ag, Cr o. ä. hergestellten Metallschicht besteht, auf die elektrisch leitenden Schichten **11** als zweite Elektrodenschicht **13** durch die Sputtertechnik oder Vakuum-Dampfab-scheidungs-technik wie zuvor abgeschieden. Insbesondere wird das Substrat **3**, auf das die elektrisch leitenden Schichten **11** abgeschieden sind, in eine Sputterkammer gegeben, aus der dann ein Gas bis auf ein Hochvakuum von 1×10^{-5} oder mehr Torr abgezogen wird. Ar-Gas wird als Sputtergas in die Sputterkammer eingeleitet, wonach mit Al₂O₃ dotiertes ZnO in einer Dicke von etwa 500 Å unter einem Druck von 1 bis 5 mTorr durch HF-Entladung abgeschieden wird. Danach wird das Substrat **3** in eine Sputterkammer gegeben, aus der dann ein Gas bis auf ein Hochvakuum von 1×10^{-5} Torr oder mehr abgezogen wird. Ar-Gas wird als Sputtergas in die Sputterkammer eingeleitet, und Ag wird in einer Dicke von etwa 3000 Å als Metallschicht durch HF-Entladung unter einem Druck von 1×10^{-5} oder mehr abgeschieden. Erwünscht ist, ZnO und Ag nacheinander ohne Unterbrechung des Vakuums abzuschneiden. Wird aber das Vakuum in der Kammer einmal unterbrochen, kann die Schicht in einer weiteren Kammer oder Vorrichtung abgeschieden werden. Außerdem kann die Metallschicht eine Mehrschichtstruktur haben, z. B. als Laminat aus beispielsweise Ag und Al, und die Dicke kann auf mindestens 1000 Å oder mehr eingestellt werden, obwohl dies von der Art des Materials abhängt. Weiterhin kann das HF-Sputtern durch Gleichstromsputtern ersetzt sein.

[0039] Danach werden mindestens die zweite Elektrodenschicht **13**, die elektrisch leitende Schicht **11** und die n-leitende mikrokristalline Siliciumschicht in der Umgebung jeder der Verbindungsöffnungen **7** auf einer Gegenseite der Trennut **17** der ersten Elektrodenschicht **5** im Hinblick auf jede der Verbindungsöffnungen **7** durch die Laserritztechnik entfernt, um dadurch eine obere Trennut **19** zu bilden, so daß die zweite Elektrodenschicht **13** in mehrere Stromerzeugungsbereiche aufgeteilt wird. Mit dieser Anordnung sind mehrere Elementeinheiten **15**, die jeweils aus einem zwischen der ersten Elektrodenschicht **5** und der zweiten Elektrodenschicht **13** eingefügten Bereich bestehen, in Reihe verbunden und auf dem Substrat **3** gebildet. Abschließend werden die Elementeinheiten **15** gereinigt, um die durch Laserritzen geschmolzenen und abgetrennten Reste zu entfernen, und bei Bedarf wird eine geeignete Passivierungsschicht, hergestellt aus Epoxidharz o. ä., auf das Endprodukt aufgetragen.

[0040] Für diese Ausführungsform ist wichtig, daß die Dicke von ZnO, das auf die Halbleiterschicht **9** abgeschieden wird, in einem Bereich von 600 bis 1200 Å, vorzugsweise 800 bis 1000 Å eingestellt ist. Grund dafür ist, daß von der Seite des Glassubstrats **3** einfallendes Licht auf der Seite der zweiten Elektroden-

schicht **13** wirksam reflektiert wird, um einen "Lichteinschlußeffekt" zu erhalten. Somit wird in der ersten Ausführungsform, in der die zweite Elektrodenschicht **13** nur aus Metall hergestellt ist, ZnO als elektrisch leitende Schicht **11** in einer Dicke von 800 bis 1000 Å abgeschieden. In der zweiten Ausführungsform, in der die zweite Elektrodenschicht **13** eine Doppelschichtstruktur hat, die aus der transparenten elektrisch leitenden Schicht und der Metallschicht besteht, werden ZnO als elektrisch leitende Schicht **11** und Ag als zweite Elektrodenschicht **13** mit jeweils 500 Å Dicke abgeschieden, was eine Gesamtdicke von 1000 Å ergibt.

[0041] Dieses Produkt der Erfindung und das herkömmliche Produkt, das einem Reinigungsverfahren in einem Zustand unterzogen wurde, in dem die Oberfläche der Halbleiterschicht freiliegt, wurden im Hinblick auf den FF-Wert und photoelektrischen Wirkungsgrad unter künstlichem Sonnenlicht von AM 1,5 miteinander verglichen. Als Ergebnis hatte das herkömmliche Produkt einen FF-Wert von 0,61 bis 0,68 und einen photoelektrischen Wirkungsgrad von 7,3 bis 9,0%, während das erfindungsgemäße Produkt einen FF-Wert von 0,68 bis 0,71 und einen photoelektrischen Wirkungsgrad von 8,8 bis 10,4% hatte. Somit wurde nachgewiesen, daß der FF-Wert und photoelektrische Wirkungsgrad erheblich verbessert sind.

[0042] Ferner lassen sich mit der Erfindung die im folgenden dargestellten Sekundärwirkungen erzielen. Allgemein hat Ag einen hohen Reflexionsfaktor, aber keine so ausgezeichnete Haftung an der darunterliegenden Schicht. Bei Verwendung von Ag als zweite Elektrodenschicht **13** der Solarbatterie wie in der Erfindung gibt es einen Fall, in dem Ag zu einer Verbesserung des photoelektrischen Wirkungsgrads beiträgt, aber die Haftfestigkeit zwischen Ag und der ersten Elektrode geschwächt ist. Jedoch ist die Struktur der Erfindung von großem Nutzen, dieses Problem zu verhindern. Anders ausgedrückt wird die Unebenheit der Oberfläche der auf der Halbleiterschicht **9** gebildeten elektrisch leitenden Schicht **11** erhöht, wodurch die Haftfestigkeit zwischen der elektrisch leitenden Schicht **11** und der auf die leitende Schicht **11** abgeschiedenen zweiten Elektrodenschicht **13** verbessert werden kann. Da in der erfindungsgemäßen Struktur die Halbleiterschicht **9** auf beiden Seiten jeder Verbindungsöffnung **7** vorhanden ist, kommt es trotz geschwächter Haftfestigkeit zwischen der ersten Elektrodenschicht **5** und der zweiten Elektrodenschicht **13** in der Verbindungsöffnung **7** dazu, daß die elektrisch leitende Schicht **11** an der zweiten Elektrodenschicht **13** mit hoher Haftfestigkeit auf beiden Seiten der Verbindungsöffnung **7** haftet, was die Trennung zwischen der ersten Elektrodenschicht **5** und der zweiten Elektrodenschicht **13** in der Verbindungsöffnung **7** verhindern kann. In diesem Beispiel könnte daran denken, die Oberfläche der ersten Elektroden-

schicht **5** aufzurauen. Ist jedoch die Unebenheit der Oberfläche der ersten Elektroden-schicht **5** erhöht, so besteht aufgrund der Dicke der Halbleiterschicht **9** von 3000 bis 4000 Å eine hohe Gefahr der Erhöhung eines Leckstroms, der zwischen der ersten Elektroden-schicht **5** und der zweiten Elektroden-schicht **13** fließt. Somit ist ein solcher Gedanke unvorteilhaft. Eine erhöhte Unebenheit der Oberfläche der elektrisch leitenden Schicht **11** kann auch zu unregelmäßiger Reflexion von einfallendem Licht auf der Seite der zweiten Elektroden-schicht **13** beitragen, was beim o. g. "Lichteinschlußeffekt" von großem Nutzen ist.

[0043] Die Struktur, bei der die zweite Elektroden-schicht **13** der Erfindung eine Doppelschichtstruktur hat, die aus dem transparenten elektrisch leitenden Film und der Metallschicht besteht, ist auch in der JP-A-60-41878 offenbart. Allerdings unterscheidet sich eine Hauptaufgabe der in dieser Druckschrift veröffentlichten Struktur völlig von der der Erfindung. Außerdem trägt eine solche Struktur auch unter ihrem strukturellen Gesichtspunkt nicht zu einer Verbesserung der Haftfestigkeit zwischen der o. g. ersten Elektroden-schicht **5** und der zweiten Elektroden-schicht **13** bei.

[0044] Wie zuvor beschrieben wurde, sorgt die Erfindung für ausgezeichnete Vorteile, die im folgenden aufgeführt sind.

[0045] Die Dünnschicht-Solarbatterie der Erfindung hat eine Struktur, bei der die Verbindungsöffnung durch die Laserritztechnik hergestellt werden kann, nachdem die Halbleiterschicht und die elektrisch leitende Schicht nacheinander abgeschieden sind, da die elektrisch leitende Schicht in einem Bereich mit Ausnahme der Verbindungsöffnung auf der Halbleiterschicht beschreibungsgemäß gebildet wird. Das heißt, die Dünnschicht-Solarbatterie der Erfindung hat eine Struktur, die hergestellt werden kann, ohne daß die Halbleiterschicht in direktem Kontakt mit zur Reinigung verwendetem Wasser oder Außenluft kommt, was sich von der herkömmlichen Dünnschicht-Solarbatterie unterscheidet. Da somit in der integrierten Dünnschicht-Solarbatterie der Erfindung kein natürlicher Oxidfilm infolge des Reinigungsverfahrens auf der Oberfläche der Halbleiterschicht erzeugt wird, ist der FF-Wert verglichen mit der herkömmlichen integrierten Dünnschicht-Solarbatterie erheblich verbessert, wodurch sich eine erhebliche Steigerung des photoelektrischen Wirkungsgrads realisieren läßt.

[0046] Ist die elektrisch leitende Schicht aus einem transparenten elektrisch leitenden Filmmaterial hergestellt, z. B. SnO_2 , ZnO oder ITO, wird kein natürlicher Oxidfilm auf ihrer Oberfläche durch das Reinigungsverfahren erzeugt, und auch die Grenzfläche zwischen der elektrisch leitenden Schicht und der zweiten Elektroden-schicht bleibt in einem ausge-

zeichneten Zustand. Da ferner kein Legieren zwischen der elektrisch leitenden Schicht und der Halbleiterschicht auftritt, lassen sich etwaige Faktoren, die zur Beeinträchtigung des FF-Werts führen, vollständig ausschließen, wodurch eine Verbesserung des photoelektrischen Wirkungsgrads mit größerer Sicherheit erreicht werden kann.

[0047] Da erfindungsgemäß ferner die Halbleiterschicht auf beiden Seiten jeder Verbindungsöffnung vorhanden ist, wo die erste Elektroden-schicht an der zweiten Elektroden-schicht haftet, die Unebenheit der Oberfläche der elektrisch leitenden Schicht erhöht ist und die Haftfestigkeit zwischen der elektrisch leitenden Schicht und der darauf abgeschiedenen zweiten Elektroden-schicht verbessert ist, haftet, trotz der geschwächten Haftfestigkeit zwischen der ersten Elektroden-schicht und der zweiten Elektroden-schicht in der Verbindungsöffnung, die elektrisch leitende Schicht an der zweiten Elektroden-schicht mit einer hohen Haftfestigkeit auf beiden Seiten der Verbindungsöffnung, wodurch die Trennung der ersten Elektroden-schicht und der zweiten Elektroden-schicht in der Verbindungsöffnung verhindert werden kann. Somit weist die erfindungsgemäße Dünnschicht-Solarbatterie eine ausgezeichnete Zuverlässigkeit auf.

[0048] Wird ferner das transparente elektrisch leitende Material für die elektrisch leitende Schicht verwendet, so wird von der Substratseite einfallendes Licht wirksam reflektiert, wodurch der "Lichteinschlußeffekt" erhalten und ein Beitrag zur Verbesserung des Ausgangsstroms geleistet werden kann.

[0049] Die vorstehende Darstellung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung dient zur Veranschaulichung und Beschreibung. Sie soll weder erschöpfend sein noch die Erfindung auf die genauen offenbarten Formen beschränken, und Abwandlungen sowie Varianten sind angesichts der vorstehenden Lehren möglich oder lassen sich aus der praktischen Umsetzung der Erfindung ableiten. Ausgewählt und beschrieben wurden die Ausführungsformen, um die Grundsätze der Erfindung und ihre praktische Anwendung zu erläutern, damit der Fachmann die Erfindung in verschiedenen Ausführungsformen und mit verschiedenen Abwandlungen nutzen kann, die für den speziell erwogenen Einsatzfall geeignet sind. Der Schutzzumfang der Erfindung soll durch die beigefügten Ansprüche festgelegt sein.

Patentansprüche

1. Integrierte Dünnschicht-Solarbatterie (**1**), die mehrere in Reihe verbundene Elementeinheiten (**15**) hat, mit:
einem Substrat (**3**);
mehreren ersten Elektroden-schichten (**5**) aus transparentem leitendem Oxid, die in mehrere Bereiche aufgeteilt und auf dem Substrat (**3**) gebildet sind;

mehreren Laminaten mit jeweils einer Halbleiterschicht (9) und einer auf die Halbleiterschicht (9) laminierten ersten elektrisch leitenden Schicht (11), die auf den ersten Elektroden (5) so angeordnet sind, daß jedes der Lamine auf zwei benachbarten ersten Elektroden (5) gebildet ist und eine Verbindungsöffnung (7) auf einer der beiden ersten Elektroden (5) hat, wobei die erste elektrisch leitende Schicht nicht in der Verbindungsöffnung gebildet ist; und

zweiten Elektroden (13) aus metallischem Material, die auf jedem der Lamine in einem Zustand angeordnet sind, in dem die zweiten Elektroden (13) mit einer der beiden ersten Elektroden (5) durch die Verbindungsöffnung (7) elektrisch verbunden sind, um einen zwischen der zweiten Elektroden (13) und der anderen ersten Elektroden (5) eingefügten Bereich als Elementeinheit (15) zu bilden;

dadurch gekennzeichnet, daß

die erste elektrisch leitende Schicht (11) aus einem transparenten Metalloxidmaterial besteht.

2. Integrierte Dünnschicht-Solarbatterie nach Anspruch 1, wobei die erste elektrisch leitende Schicht (11) eine Dicke in einem Bereich von 600 Å bis 1200 Å ($10 \text{ Å} = 1 \text{ nm}$) hat.

3. Integrierte Dünnschicht-Solarbatterie nach Anspruch 1 oder 2, ferner mit einer zweiten elektrisch leitenden Schicht aus transparentem Metalloxid zwischen der ersten transparenten elektrisch leitenden Schicht (11) und der zweiten Elektroden (13).

4. Integrierte Dünnschicht-Solarbatterie nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die zweite Elektroden (13) aus Silber besteht.

5. Integrierte Dünnschicht-Solarbatterie nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das transparente Metalloxidmaterial der ersten und zweiten transparenten elektrisch leitenden Schicht (11) aus Zinkoxid, Zinnoxid oder Indium-Zinn-Oxid besteht.

6. Integrierte Dünnschicht-Solarbatterie nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Halbleiterschichten (9) mit Wasserstoff dotiert sind.

7. Integrierte Dünnschicht-Solarbatterie nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei die Gesamtdicke der ersten und zweiten transparenten Metalloxidschicht auf 1000 Å eingestellt ist.

8. Verfahren zur Herstellung einer integrierten Dünnschicht-Solarbatterie (1), die mehrere in Reihe verbundene Elementeinheiten (15) hat, mit den folgenden Schritten in der genannten Reihenfolge:

Bilden mehrerer erster Elektroden (5) aus transparentem leitendem Oxid auf einem Substrat (3), wobei jede der Schichten (5) die erste Schicht der

mehreren Elementeinheiten (15) ist;

Bilden eines Laminats mit einer Halbleiterschicht (9) und einer auf die Halbleiterschicht (9) laminierten ersten elektrisch leitenden Schicht (11), das die mehreren ersten Elektroden (5) bedeckt;

Bilden von Verbindungsöffnungen (7), von denen jede das Laminat durchdringt und einen Teil jeder ersten Elektroden (5) freilegt;

Bilden einer zweiten Elektroden (13) aus metallischem Material auf dem Laminat in einem Zustand, in dem die zweite Elektroden (13) mit jeder ersten Elektroden (5) durch die Verbindungsöffnung (7) elektrisch verbunden ist; und

Bilden von Isolierstrukturen (19) zum Aufteilen der zweiten Elektroden (13) in mehrere zweite Elektrodenbereiche (13) in einem Zustand, in dem die zweiten Elektrodenbereiche (13) mit einer von zwei benachbarten ersten Elektroden (5) durch die Verbindungsöffnung (7) elektrisch verbunden sind, um einen zwischen dem zweiten Elektrodenbereich (13) und der anderen ersten Elektroden (5) eingefügten Bereich als Elementeinheit (15) zu bilden; dadurch gekennzeichnet, daß

die erste elektrisch leitende Schicht (11) aus einem transparenten Metalloxidmaterial hergestellt ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Dicke der ersten transparenten elektrisch leitenden Schichten (11) in einem Bereich von 600 Å bis 1200 Å eingestellt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Halbleiterschichten (9) mit Wasserstoff dotiert sind.

11. Verfahren nach Anspruch 8, 9 oder 10, wobei die transparenten elektrisch leitenden Schichten (11) gebildet werden, ohne Wasser oder Außenluft nach Bildung der Halbleiterschichten (9) ausgesetzt zu sein.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, ferner mit dem folgenden Schritt:

Bilden einer zweiten elektrisch leitenden Schicht aus transparentem Metalloxid zwischen der ersten transparenten elektrisch leitenden Schicht (11) und der zweiten Elektroden (13).

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei die transparenten Metalloxidmaterialien der ersten und zweiten transparenten elektrisch leitenden Schicht aus Zinkoxid, Zinnoxid oder Indium-Zinn-Oxid hergestellt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei die zweiten Elektroden (13) aus Silber hergestellt werden.

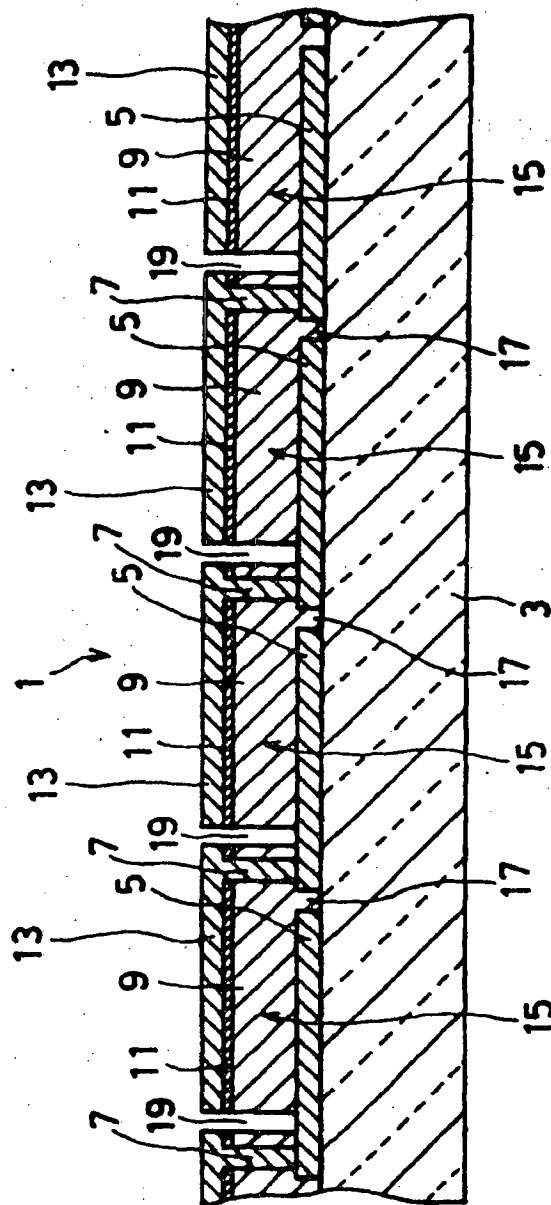
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die zweiten Elektroden (13) durch Abscheiden der Metallschicht aus Silber im Vakuum nach Abscheiden

der ersten und/oder zweiten transparenten Metalloxidschicht aus Zinkoxid, Zinnoxid oder Indium-Zinn-Oxid gebildet werden.

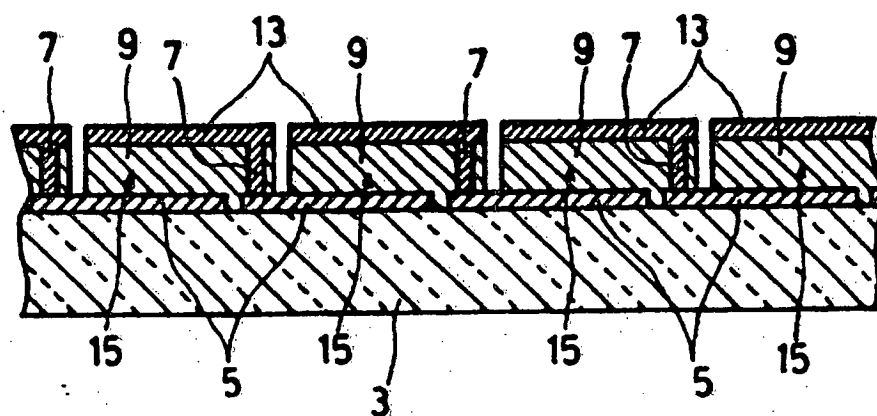
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, wobei die Gesamtdicke der ersten und zweiten transparenten Metalloxidschicht auf 1000 Å eingestellt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

(F i g. 1)



(Fig. 2)



(Fig. 3)

