

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG  
(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
28. Juni 2012 (28.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2012/083944 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert [DE/DE]; Johannes-Schmid-Str. 8, 89143 Blaubeuren (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/075306
- (22) Internationales Anmeldedatum: 9. Dezember 2011 (09.12.2011) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MÜNZER, Adolf [DE/DE]; Stadionstr. 152, 85716 Unterschleißheim (DE). TEPPE, Andreas [DE/DE]; Stifterstr. 8, 78467 Konstanz (DE). SCHÖNE, Jan [DE/DE]; Obere Rheinstr. 7, 78479 Reichenau (DE). HEIN, Mathias [DE/DE]; Blarerstr. 42, 78462 Konstanz (DE). KRÜMBERG, Jens [DE/DE]; Mannheimer Str. 63, 78647 Konstanz (DE). KRÜMBERG, Sandra [DE/DE]; Mannheimer Str. 63, 78467 Konstanz (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2010 054 370.5 13. Dezember 2010 (13.12.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CENTROHERM PHOTOVOLTAICS AG (74) Anwalt: HEYERHOFF & GEIGER; Heiligenbreite 52, 88662 Überlingen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING SILICON SOLAR CELLS HAVING A FRONT-SIDED TEXTURE AND A SMOOTH REAR SIDE SURFACE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON SILIZIUMSOLARZELLEN MIT VORDERSEITIGER TEXTUR UND GLATTER RÜCKSEITEN OBERFLÄCHE

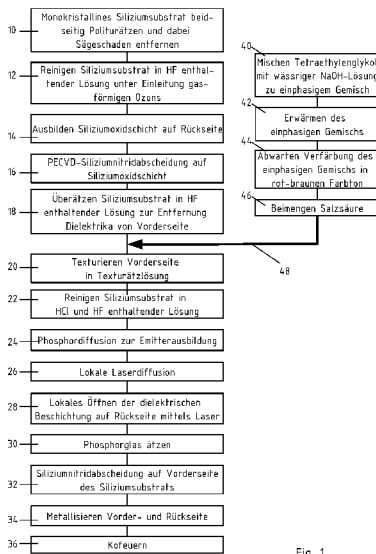


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a silicon solar cell which is smoothly etched on one side, in which a front and rear side of a silicon substrate are etched (10) to form a smooth texture, a dielectric coating is then applied onto the rear side of the silicon substrate (14, 16), and the front side of the silicon substrate is subsequently textured (20) by means of a texture etching medium. According to the invention, the dielectric coating formed on the rear side of the silicon substrate is used as an etching mask against the texture etching medium.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Herstellung einer einseitig glattgeätzten Siliziumsolarelle, bei welchem eine Vorderseite und eine Rückseite eines Siliziumsubstrats glattgeätzt werden (10), nachfolgend eine dielektrische Beschichtung auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildet wird (14, 16) und nachfolgend die Vorderseite des Siliziumsubstrats mittels eines Texturätzmediums texturiert wird (20), wobei die auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildete dielektrische Beschichtung als Ätzmaskierung gegenüber dem Texturätzmedium verwendet wird.

- 10 Monocrystalline silicon substrate is etch-polished on both sides while saw damage is removed  
12 Cleaning the silicon substrate in HF-containing solution with the addition of gaseous ozone  
14 Forming of silicon oxide layer on rear side  
16 Silicon nitride deposition by PECVD on silicon oxide layer  
18 Overetching the silicon substrate in a HF-containing solution for removing dielectrics from front side  
20 Texturing front side in texture etching solution  
22 Cleaning the silicon substrate in a solution containing HCl and HF  
24 Phosphorus diffusion for forming emitter  
26 Local laser diffusion  
28 Local opening of the dielectric coating on the rear side by laser  
30 Etching of phosphorus glass  
32 Silicon nitride deposition on front side of silicon substrate  
34 Metallizing front and rear sides  
36 Co-firing  
40 Mixing tetraethylene glycol with aqueous NaOH solution to form single-phase mixture  
42 Heating single-phase mixture  
44 Waiting until single-phase mixture has discolored to a red-brown color tone  
46 Admixing hydrochloric acid

WO 2012/083944 A2



**(81) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

## **Verfahren zur Herstellung von Siliziumsolarzellen mit vorderseitiger Textur und glatter Rückseitenoberfläche**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer einseitig glattgeätzten Siliziumsolarzelle.

5

Auf dem Gebiet der Photovoltaik wird eine Reduktion des für die Stromerzeugung erforderlichen Aufwands angestrebt. Dies kann zum einen durch eine Erhöhung des Wirkungsgrads gefertigter Solarzellen erreicht werden, zum anderen durch eine Reduktion des für die Herstellung von Solarzellen erforderlichen Aufwands. Eine Wirkungsgradverbesserung setzt voraus, dass ein größerer Anteil eingestrahelter Lichtquanten Elektron-Loch-Paare erzeugt und/oder ein größerer Anteil erzeugter Elektron-Loch-Paare vor deren Rekombination abgeführt wird. Die sogenannte Quantenausbeute oder Quanteneffizienz ist demzufolge zu verbessern.

10

15

Zu diesem Zweck kann die Oberfläche einer Siliziumsolarzelle, bzw. des für die Herstellung der Siliziumsolarzelle verwendeten Siliziumsubstrats, in an sich bekannter Weise mit einer Textur versehen werden. Solch eine Textur kann beispielsweise aus statistisch auf der Oberfläche verteilt angeordneten Pyramiden bestehen. Diese bewirken, dass einfallendes Licht zum Teil an den Pyramidenflächen mehrfach reflektiert wird, was gegenüber einer glatten Oberfläche eine erhöhte Lichteinkopplung in die Siliziumsolarzelle bewirkt und damit die Quantenausbeute verbessert. Des Weiteren wird durch Brechungseffekte ein vermehrt oberflächennaher Verlauf des eingekoppelten Lichts in der Siliziumsolarzelle bewirkt. Derart verlaufende Lichtanteile können näher an dem elektrischen Feld eines in der Siliziumsolarzelle ausgebildeten pn-Überganges absorbiert

20

25

30

werden und tragen infolgedessen mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit zum generierten Strom bei.

5 Ferner kann schräg im Volumen der Siliziumsolarzelle verlaufendes Licht einen längeren Weg zurücklegen, ehe es auf Grenzflächen der Siliziumsolarzelle trifft. Aufgrund vergleichsweise großer Absorptionslängen langwelliger, roter Lichtanteile des einfallenden Lichts ist dies insbesondere im roten Spektralbereich von Vorteil. Da in der industriellen Solarzellenfertigung immer dünnere Solarzellensubstrate verwendet werden,  
10 gewinnt der rote Spektralbereich zusätzlich an Bedeutung. Zur Verbesserung der Quantenausbeute wird daher auf der Rückseite des Siliziumsubstrats, also auf einer dem einfallenden Licht abgewandten Seite des Siliziumsubstrats, eine Metallschicht  
15 als optischer Spiegel aufgebracht. Infolgedessen kann auf einer Vorderseite des Siliziumsubstrats einfallendes, langwelliges Licht an der Rückseite des Siliziumsubstrats reflektiert werden. Hierdurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für eine Absorption langwelligigen Lichts im Volumen des Siliziumsubstrats und damit die Wahrscheinlichkeit für die Generation eines Elektron-Loch-Paares. Ohne optischen Spiegel an der Rückseite des Siliziumsubstrats würde hingegen ein größerer Lichtanteil das Siliziumsubstrat durchlaufen, ohne absorbiert zu  
20 werden.

25

Es hat sich allerdings gezeigt, dass metallische optische Spiegel mit einer hohen Ladungsträgerrekombinationsrate an der Grenzfläche des Metalls zu dem Siliziumsubstrat einhergehen. Dies lässt sich umgehen, indem statt metallischer Rückseiten-  
30 spiegel eine dielektrische Verspiegelung der Rückseite des Siliziumsubstrats vorgesehen wird. Zu diesem Zweck wird eine dielektrische Beschichtung auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildet. Diese kann aus einer oder mehreren dielektrischen Schichten bestehen. Die dielektrische Beschichtung

wird derart ausgebildet, dass auf die dielektrische Beschichtung treffende Lichtquanten zu einem möglichst großen Teil durch den Effekt der Totalreflexion reflektiert werden. Dieser Effekt ersetzt die im Falle der metallischen Rückseitenpiegel vorliegende Reflexion der Lichtquanten am optisch dichteren Medium.

Mit derartigen, als dielektrischen Rückseitenpiegeln dienenden dielektrischen Beschichtungen kann die Rekombinationsgeschwindigkeit der Ladungsträger an der Rückseite einer Siliziumsolarzelle deutlich verringert werden. Es können Rekombinationsgeschwindigkeiten von weniger als 500 cm/s erreicht werden. Ein bislang üblicher, ganzflächiger Aluminiumrückkontakt mit ausgebildetem Rückseitenfeld (häufig als back surface field bezeichnet) erreicht hingegen nur Rekombinationsgeschwindigkeiten in der Größenordnung von 1000 cm/s. Ein ohmscher und als Rückseitenpiegel verwendeter metallischer Rückkontakt ohne Rückseitenfeld weist sogar Rekombinationsgeschwindigkeiten von über  $10^6$  cm/s auf.

Wie bereits dargelegt wurde, beruht die spiegelnde Wirkung der dielektrischen Beschichtung auf dem Effekt der Totalreflexion von Licht an der dielektrischen Beschichtung. Diese stellt sich jedoch nur ein, wenn das Licht unter Winkeln auf die Grenzfläche zwischen Siliziumsubstrat und dielektrischer Beschichtung trifft, welche die Totalreflexionsbedingung erfüllen. Die Erfüllung dieser Bedingung wird durch eine schräge Lichteinkopplung in das Siliziumsubstrat begünstigt. Wie oben dargelegt wurde, kann eine schräge Lichteinkopplung mittels einer Textur auf der Vorderseite des Siliziumsubstrats für einen Teil des einfallenden Lichts realisiert werden. Um für einen möglichst großen Teil des in die Siliziumsolarzelle eingekoppelten Lichts die Bedingung für eine Totalreflexion an der Rückseite zu erfüllen, eignet sich am besten eine möglichst

glatte Rückseitenoberfläche des Siliziumsubstrats. Eine hohe Quantenausbeute lässt sich daher durch eine Textur auf der Vorderseite des Siliziumsubstrats in Verbindung mit einer möglichst glatt ausgeführten rückseitigen Oberfläche des Siliziumsubstrats realisieren.

In der industriellen Solarzellenfertigung werden Texturen üblicherweise nasschemisch mittels geeigneter Texturätzlösungen ausgebildet. Auch die Glättung, bzw. Politur, von Oberflächen der Siliziumsubstrate in industriellem Maßstab erfolgt nasschemisch. In der Regel werden hierbei die Siliziumsubstrate in entsprechende Ätzlösungen getaucht. Infolgedessen werden Texturen üblicherweise auf der Vorderseite, wie auch auf der Rückseite ausgebildet. In entsprechender Weise erfolgt eine Glättung der Oberfläche üblicherweise sowohl auf der Vorderseite wie auch auf der Rückseite. Die Ausbildung einer einseitigen Politur, bzw. die einseitige Glättung der Oberfläche des Siliziumsubstrats ist bislang hingegen mit einem erheblichen Fertigungsmehraufwand verbunden, welcher den Vorteil einer verbesserten Quantenausbeute in erheblichem Maß schmälert wenn nicht gar überkompensiert.

Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein aufwandsgünstiges Verfahren zur Herstellung von Siliziumsolarzellen mit vorderseitiger Textur und glatter rückseitiger Oberfläche zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand abhängiger Unteransprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer einseitig glattgeätzten Siliziumsolarzelle sieht vor, dass eine Vorderseite und eine Rückseite eines Siliziumsubstrats glattgeätzt

werden, nachfolgend eine dielektrische Beschichtung auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildet wird und im Weiteren die Vorderseite des Siliziumsubstrats mittels eines Texturätzmediums texturiert wird, wobei die auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildete dielektrische Beschichtung als Ätzmaskierung gegenüber dem Texturätzmedium verwendet wird.

Unter einer Vorderseite des Siliziumsubstrats ist dabei diejenige Seite des Siliziumsubstrats zu verstehen, welche bei der aus dem Siliziumsubstrat gefertigten Solarzelle dem einfallenden Licht zugewandt wird. Dementsprechend stellt die Rückseite des Siliziumsubstrats diejenige Seite dar, welche bei der fertigen Solarzelle dem einfallenden Licht abgewandt ausgerichtet wird. Unter einem Glättätzen im Sinne der vorliegenden Erfindung ist ein Ätzen zu verstehen, mittels welchem die Oberfläche des Siliziumsubstrats derart geglättet wird, dass einfallendes Licht mit einer Wellenlänge zwischen 400 nm und 1000 nm zu mindestens 15 % reflektiert wird. Ein Politurätzen im vorliegenden Sinne stellt einen Sonderfall des Glättätzens dar, bei welchem die Oberfläche des Siliziumsubstrats derart geglättet wird, dass einfallendes Licht mit einer Wellenlänge zwischen 400 nm und 1000 nm zu mindestens 25 % reflektiert wird.

Die dielektrische Beschichtung wird im vorliegenden Sinne als Ätzmaskierung verwendet, wenn die dielektrische Beschichtung von dem Texturätzmedium im Rahmen der für die Texturierung der Vorderseite erforderlichen Ätzzeiten nicht in relevantem Umfang geätzt wird. Idealerweise wäre die Ätzmaskierung, d. h. die dielektrische Beschichtung, gegenüber dem Texturätzmedium chemisch inert. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Grundsätzlich ist es ausreichend, die Dicke der dielektrischen Beschichtung sowie deren Dichte derart zu wählen, dass die dielektrische Beschichtung nicht in relevantem Umfang entfernt

wird, sodass die Rückseite des Siliziumsubstrats durch die dielektrische Beschichtung gegenüber dem Texturätzmedium geschützt wird und die dielektrische Beschichtung in einer gewünschten Dicke auf dem Siliziumsubstrat verbleibt.

5

Da die als Ätzmaskierung verwendete dielektrische Beschichtung bei der fertigen Solarzelle als optischer Rückseitenspiegel eingesetzt wird, kann sie auf dem Siliziumsubstrat verbleiben. Gegenüber anderen Ätzmaskierungen bietet dies den Vorteil, dass die Ätzmaskierung nach dem Texturieren der Vorderseite nicht entfernt zu werden braucht und das Siliziumsubstrat dennoch vollständig in das Texturätzmedium eingetaucht werden kann. Dies ermöglicht eine aufwandsgünstige einseitige Texturierung des Siliziumsubstrats auf dessen Vorderseite. Da die Vorderseite und die Rückseite des Siliziumsubstrats glattgeätzt werden, ergibt sich gegenüber einer rückseitig texturierten und auf der Rückseite mit einer dielektrischen Beschichtung als optischen Rückseitenspiegel versehenen Solarzelle der Vorteil, dass die dielektrische Beschichtung aufgrund der glatteren rückseitigen Oberfläche des Siliziumsubstrats eine homogenere Dicke aufweist, was sich vorteilhaft auf die optischen wie auch die elektrischen Eigenschaften der dielektrischen Beschichtung auswirkt. Des Weiteren kann mit derselben Menge an dielektrischem Beschichtungsmaterial eine dickere dielektrische Beschichtung ausgebildet werden oder bei vergleichbarer Dicke die Menge des eingesetzten dielektrischen Beschichtungsmaterials reduziert werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass eine texturierte Rückseite eine größere Oberfläche aufweist (etwa um den Faktor 1,7) als eine glatte Rückseite, und daher die eingesetzte Menge an dielektrischem Beschichtungsmaterial im Falle der texturierten Rückseite auf einer größeren Oberfläche zu verteilen ist. Zudem kann als Nebeneffekt eine erhöhte Bruchfestigkeit der Siliziumsubstrate aufgrund deren glatter rückseitiger Oberfläche bewirkt werden.

Das Glattätzen von Vorder- und Rückseite des Siliziumsubstrats kann zeitgleich in einem gemeinsamen Ätzschritt erfolgen.

5 Vorteilhafterweise werden Sägeschäden oder sonstige Oberflächendefekte des Siliziumsubstrats im Rahmen des Glattätzens geätzt und dabei entfernt.

Als Siliziumsubstrate können monokristalline Siliziumsubstrate  
10 verwendet werden, bei welchen sich die Erfindung besonders bewährt hat.

Vorzugsweise wird die Rückseite des Siliziumsubstrats mittels der dielektrischen Beschichtung elektrisch passiviert. Hier-  
15 durch wird die Oberflächenrekombinationsgeschwindigkeit der Ladungsträger an der Rückseite des Siliziumsubstrats verringert. Aufgrund der glatten rückseitigen Oberfläche des Siliziumsubstrats gegenüber einer strukturierten oder texturierten rückseitigen Oberfläche kann eine verbesserte Passivierungswirkung erzielt werden, da keine Inhomogenitäten an Spitzen  
20 von Texturen oder Strukturen auftreten.

Vorzugsweise wird als dielektrische Beschichtung ein Stapel dielektrischer Schichten ausgebildet. Es hat sich als vorteil-  
25 haft erwiesen, zu diesem Zweck zunächst eine Siliziumoxidschicht auf der Rückseite des Siliziumsubstrats auszubilden und nachfolgend auf der Siliziumoxidschicht eine Siliziumnitridschicht auszubilden. Dabei wird die Siliziumoxidschicht vorzugsweise in einer Dicke von weniger als 100 nm und die Siliziumnitridschicht vorzugsweise in einer Dicke von weniger  
30 als 200 nm ausgebildet. Die Siliziumoxidschicht kann mittels thermischer Oxidation des Siliziumsubstrats ausgebildet oder mittels plasmagetriebener chemischer Abscheidung aus der Dampfphase auf das Siliziumsubstrat aufgebracht werden. Die

Siliziumnitridschicht wird bevorzugt mittels einer plasma-getriebenen chemischen Abscheidung aus der Dampfphase (PECVD) ausgebildet.

5 Wird ein Stapel dielektrischer Schichten aus einer auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildeten Siliziumoxidschicht und einer nachfolgend auf der Siliziumoxidschicht ausgebildeten Siliziumnitridschicht eingesetzt, so hat es sich in der Praxis bewährt, Siliziumoxidschichten in einer Dicke zwischen 5 nm und 100 nm, vorzugsweise zwischen 10 nm und 50 nm,  
10 auszubilden. In diesem Zusammenhang hat es sich ferner bewährt, Siliziumnitridschichten in einer Dicke zwischen 50 nm und 200 nm, vorzugsweise zwischen 70 nm und 150 nm, auszubilden.

15

Vorteilhafterweise wird die dielektrische Beschichtung während eines Zeitraums von wenigstens 5 Minuten auf Temperaturen von wenigstens 700°C gehalten, bevor ein metallhaltiges Medium auf die dielektrische Beschichtung aufgebracht wird. Auf diese  
20 Weise kann die dielektrische Beschichtung verdichtet und damit deren Widerstandsfähigkeit gegen Ätzmedien oder ein Durchfeuern von metallhaltigen Pasten durch die dielektrische Beschichtung erhöht werden.

25 Vorzugsweise werden die Vorderseite und die Rückseite des Siliziumsubstrats in einer alkalischen Ätzlösung glattgeätzt. In diesem Zusammenhang haben sich Wasser enthaltende NaOH- oder KOH-Lösungen mit einer NaOH- oder KOH-Konzentration von 10 bis 50 Gewichtsprozent, besonders bevorzugt von 15 bis 30 Gewichtsprozent, bewährt. Die Verwendung derartiger Ätzlösungen  
30 ist aufwandsgünstig. Zudem erlauben sie ein Glattätzen von Siliziumsubstraten in großen Stückzahlen und sind somit in der industriellen Massenfertigung einsetzbar. Des Weiteren sind mit Ätzlösungen, die die genannten NaOH- oder KOH-

Konzentrationen aufweisen, Reflexionen über 35 % im Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 1000 nm realisierbar, sodass sie ein Politurätzen ermöglichen.

5 Bevorzugt wird als Texturätzmedium eine alkalische Texturätzlösung verwendet, vorzugsweise eine NaOH oder KOH aufweisende Texturätzlösung. Wie bereits erwähnt wurde, erlauben derartige Texturätzlösungen eine aufwandsgünstige Verfahrensführung und sind zudem für die industrielle Massenfertigung gut geeignet.

10

Vorteilhafterweise wird vor dem Ausbilden der dielektrischen Beschichtung eine Oberfläche des Siliziumsubstrats zumindest auf dessen Rückseite gereinigt. Die elektrische Passivierungswirkung der dielektrischen Beschichtung kann hierdurch verbessert werden. Vorzugsweise erfolgt dies mittels einer HF enthaltenden Lösung, in welche gasförmiges Ozon eingeleitet wird. Dies ermöglicht eine aufwandsgünstige Reinigung. Alternativ können bekannte Reinigungssequenzen, beispielsweise eine sogenannte „IMEC-Reinigung“ oder eine unter dem Begriff „RCA-Reinigung“ bekannt gewordene Reinigungssequenz verwendet werden. Diese sind jedoch mit einem Mehraufwand verbunden. Eine gegenüber diesen Reinigungssequenzen aufwandsgünstigere Alternative besteht darin, eine HCl und HF enthaltende Lösung zu verwenden. In der Praxis hat es sich bewährt, das Siliziumsubstrat zum Zwecke der Reinigung der Rückseite in die verwendete Lösung einzutauchen.

15  
20  
25

Bevorzugt wird nach dem Ausbilden der dielektrischen Beschichtung zumindest die Vorderseite des Siliziumsubstrats mittels einer HF enthaltenden Lösung überätzt, um beim Ausbilden der dielektrischen Beschichtung auf der Vorderseite des Siliziumsubstrats abgeschiedene Dielektrika zu entfernen. Auf diese Weise kann eine Beeinträchtigung der Textur durch parasitäre Dielektrika auf der Vorderseite des Siliziumsubstrats vermie-

30

den oder zumindest verringert werden. Bei einer aufwandsgünstigen Ausführungsvariante wird das Siliziumsubstrat in die HF enthaltende Lösung eingetaucht. Dabei gelangt die HF enthaltende Lösung auch mit der auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildeten dielektrischen Beschichtung in Kontakt. Die HF-Konzentration der HF enthaltenden Lösung und die Ätzzeit werden vorteilhafterweise in diesem Fall derart gewählt, dass die dielektrische Beschichtung nur geringfügig geätzt wird. In der Praxis haben sich als HF enthaltende Lösungen zum Überätzen der Vorderseite des Siliziumsubstrats wässrige HF-Lösungen mit einer HF-Konzentration von weniger als 5 Gewichtsprozent, vorzugsweise von weniger als 2 und besonders bevorzugt von weniger als 1 Gewichtsprozent, bewährt.

Vorzugsweise wird nach dem Texturieren der Vorderseite des Siliziumsubstrats ein Emitter auf der Vorderseite des Siliziumsubstrats ausgebildet, indem Dotierstoff in die Vorderseite des Siliziumsubstrats eindiffundiert wird. Da während dieses Diffusionsschritts die dielektrische Beschichtung bereits auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildet ist, kann diese während des Diffusionsvorgangs als Diffusionsbarriere verwendet werden. Dies ermöglicht eine aufwandsgünstige Realisierung einer einseitigen Emitterdiffusion unabhängig von der Art der eingesetzten Diffusionstechnologie. So kann die Diffusion beispielsweise im Stapelbetrieb mittels einer  $\text{POCl}_3$ -Diffusion oder in einem Durchlaufdiffusionsofen unter Verwendung von Diffusionsquellen realisiert werden, welche auf die Vorderseite des Siliziumsubstrats aufgebracht werden (sogenannte Precursor-Diffusion). Eine Kantenisolation kann daher entfallen.

30

Vorzugsweise wird das Siliziumsubstrat vor der Eindiffusion von Dotierstoff mittels einer Ätzlösung gereinigt. In diesem Zusammenhang hat sich die Reinigung mittels einer HF und HCl enthaltenden Ätzlösung bewährt. Die Zusammensetzung der Ätzlö-

sung und Ätzparameter wie die Ätzdauer sind so zu wählen, dass die dielektrische Beschichtung auf der Rückseite des Siliziumsubstrats nicht in relevantem Umfang geätzt wird. In der Praxis haben sich HF und HCl enthaltende Ätzlösungen mit einer  
5 HF-Konzentration von weniger als 5 Gewichtsprozent, vorzugsweise von weniger als 2 und besonders bevorzugt von weniger als 1 Gewichtsprozent, bewährt.

Wie oben dargelegt wurde, kann als Texturätzmedium eine NaOH  
10 oder KOH aufweisende Texturätzlösung Verwendung finden. Wie sich herausstellte, kann es jedoch vorkommen, dass derartige Texturätzlösungen, die in der Regel Isopropylalkohol enthalten, eine glatt- oder politurgeätzte Siliziumoberfläche lokal nicht oder mit zeitlicher Verzögerung angreifen. Dies kann zu  
15 Inhomogenitäten in der Textur führen. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht daher vor, dass als Texturätzmedium eine Texturätzlösung verwendet wird, welche NaOH und KOH enthält sowie ein Erzeugnis, welches erhältlich ist durch Mischen wenigstens  
20 einphasigen Gemischs, Erwärmen des einphasigen Gemischs auf eine Temperatur von 80°C und Ruhenlassen des einphasigen Gemischs unter Umgebungsluft bis das einphasige Gemisch sich verfärbt. Unter Base ist hierbei grundsätzlich jede Verbindung und jedes Element zu verstehen, welches in der Lage ist, in  
25 wässriger Lösung Hydroxid-Ionen zu bilden. Bevorzugt wird als Base ein Alkalihydroxid oder ein Ammoniumhydroxid, besonders bevorzugt Kalium- oder Natriumhydroxid verwendet. Der Masseanteil des verwendeten Alkalihydroxids an den zum Zwecke der Ausbildung des einphasigen Gemisches gemischten Bestandteilen,  
30 beispielsweise Tetraethylenglykol und Kaliumhydroxid, beträgt 1 bis 10 Masseprozent, vorzugsweise etwa 7 Masseprozent.

Unter einem einphasigen Gemisch ist vorliegend zu verstehen, dass das Gemisch, selbst bei längerer Standzeit von einigen

Stunden, nicht in mehrere Phasen unterschiedlicher Dichte separiert. Umgebungsluft im vorliegenden Sinne ist ein Gasgemisch, wie es üblicherweise auf der Erde in von Menschen besiedelten Bereichen vorliegt. Unter dem Begriff des Ruhenlassens ist nicht zwingend eine absolute Ruhe des Gemischs zu verstehen. Grundsätzlich kann das Gemisch auch bewegt werden. Eine Verfärbung des einphasigen Gemischs liegt vor, wenn das einphasige Gemisch seine Farbe gegenüber seiner ursprünglichen Farbe ändert. Insbesondere liegt eine Verfärbung vor, wenn ein zuvor transparentes einphasiges Gemisch eine Farbe annimmt. Die Dauer des Ruhenlassens bis zu der Verfärbung hängt von vielen Parametern ab, insbesondere den gemischten Substanzen. Überwiegend bedarf es eines Ruhenlassens während einer Zeit von etwa 15 Minuten bis 16 Stunden.

15

Die beschriebene Weiterbildung ermöglicht es, auf der glattgeätzten vorderseitigen Oberfläche des Siliziumsubstrats eine vollständige und gleichmäßige Textur auszubilden.

20

Eine Variante der beschriebenen Weiterbildung sieht vor, dass das in der Texturätzlösung enthaltene Erzeugnis erhältlich ist durch Mischen wenigstens eines Polyethylenglykols mit einer Base und Wasser unter Ausbildung eines einphasigen Gemischs, Erwärmen des einphasigen Gemischs auf eine Temperatur von 80°C und Ruhenlassen des einphasigen Gemischs unter Umgebungsluft bis das einphasige Gemisch sich verfärbt. Vorzugsweise wird in diesem Fall bei der Herstellung des Erzeugnisses eine wässrige Alkalihydroxidlösung mit dem wenigstens einen Polyethylenglykol vermischt.

30

In einer weiteren Variante der beschriebenen Weiterbildung wird als in der Texturätzlösung enthaltenes Erzeugnis ein Erzeugnis verwendet, welches erhältlich ist durch Mischen wenigstens eines Polyethylenglykols mit einer Base unter Ausbil-

5 dung eines einphasigen Gemischs, Erwärmen des einphasigen Gemischs auf eine Temperatur von 80°C, Ruhelassen des einphasigen Gemischs unter Umgebungsluft bis das einphasige Gemisch sich verfärbt und Beimengung einer nicht-oxidierenden Säure zu dem einphasigen Gemisch nach dessen Verfärbung. Bei dieser nicht-oxidierenden Säure handelt es sich vorzugsweise um Salzsäure oder Essigsäure. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die nicht-oxidierende Säure derart beizumengen, dass sich ein pH-Wert von kleiner als 7, vorzugsweise von kleiner als 3, einstellt. Durch den Einsatz eines solchen Erzeugnisses kann einer vorzeitigen Verschlechterung der Ätzwirkung der Texturätzlösung entgegengewirkt werden.

15 Bei den beschriebenen Varianten der Weiterbildung wird stets vorzugsweise ein Erzeugnis eingesetzt, welches Ruhengelassen wurde, bis das einphasige Gemisch einen Farbton annahm, der im optischen Farbspektrum zwischen orange und rot-braun liegt, besonders bevorzugt bis es einen rot-braunen Farbton annimmt.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt den Einsatz aufwands-günstiger alkalischer Ätz- und Texturätzlösungen. Des Weiteren erlaubt es eine Minimierung der von dem Siliziumsubstrat abgeätzten Siliziummenge und damit auch eine Reduzierung des Verbrauchs an Ätzmedien, was sich beides vorteilhaft auf den 25 Herstellungsaufwand für eine Solarzelle auswirkt.

Des Weiteren ist das erfindungsgemäße Verfahren mit modernem Solarzellenherstellungsverfahren kompatibel. So können beispielsweise problemlos Laserdiffusionsschritte zur Ausbildung einer selektiven Emitterstruktur oder Schritte zur lokalen 30 Öffnung der dielektrischen Beschichtung auf der Rückseite des Siliziumsubstrats mittels Laser oder Ätzpaste integriert werden. Bewährte Herstellungsschritte wie die Ausbildung einer Antireflexionsbeschichtung und gleichzeitige Passivierung des

Siliziumsubstratvolumens mittels Wasserstoff durch Aufbringen einer Siliziumnitridschicht können problemlos mit der Erfindung kombiniert werden.

- 5 Die nachfolgende Tabelle zeigt die Solarzellenparameter zweier Silizium solarzellen:

	Wirkungs- grad %	Kurzschluß- strom mA/cm <sup>3</sup>	Leerlauf- Spannung mV	Füllfaktor %
Rückseite glatt:	18,75	37,8	637	77,9
Rückseite texturiert:	16,13	35,2	604	75,9

- Diese unterscheiden sich dadurch, dass eine Silizium solarzelle  
 10 in Übereinstimmung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wurde und eine dielektrische Beschichtung aufweist, welche auf einer glatten Rückseite ausgebildet wurde. Bei der zweiten Silizium solarzelle wurde die dielektrische Beschichtung hingegen auf einer texturierten Rückseite ausgebildet.  
 15 Wie sich anhand der Werte für Kurzschlußstrom und Leerlaufspannung zeigt, kann im Fall der Solarzelle mit einer glatten Rückseite die verbesserte Lichtreflexion an der Solarzellenrückseite und die dielektrische Passivierung der Rückseite gewinnbringend genutzt werden, während die Solarzelle mit textu-  
 20 rierter Rückseite Werte aufweist, die sich nur wenig von denen von Solarzellen ohne dielektrische Rückseitenpassivierung unterscheiden.

- Im Weiteren wird die Erfindung anhand einer Figur näher erläutert.  
 25 tert. Es zeigt:

Figur 1 Schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens. Bei diesem wird ein monokristallines Siliziumsubstrat beidseitig, d. h. Vorder- und Rückseite, politurgeätzt 10. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel erfolgt dies in einer KOH-Lösung mit einer KOH-Konzentration von 25 Gewichtsprozent. Wie oben dargelegt wurde, stellt das Politurätzen einen Sonderfall des Glattätzens dar. Dabei wird zweckmäßigerweise der auf dem Siliziumsubstrat vorhandene Sägeschaden geätzt und in dieser Weise entfernt 10.

Im Weiteren wird das Siliziumsubstrat in einer HF enthaltenen Lösung, in welche gasförmiges Ozon eingeleitet wird, gereinigt 12. Wie bereits erläutert wurde, stellt dies eine aufwands-günstige Reinigungsmöglichkeit dar. Grundsätzlich können jedoch auch andere an sich bekannte Reinigungssequenzen verwendet werden. Wie oben beschrieben wurde, lässt sich durch diesen Reinigungsschritt 12 die elektrische Passivierungswirkung einer nachfolgend ausgebildeten dielektrischen Beschichtung verbessern.

Zum Zwecke des Ausbildens einer dielektrischen Beschichtung wird im Weiteren eine Siliziumoxidschicht auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildet 14. Dies kann mittels thermischer Oxidation der rückseitigen Oberfläche des Siliziumsubstrats erfolgen oder durch Abscheiden von Siliziumoxid auf der Rückseite des Siliziumsubstrats. Im letzteren Fall wird vorzugsweise eine plasmagetriebene chemische Abscheidung aus der Dampfphase (PECVD) eingesetzt. Nachfolgend wird mittels PECVD eine Siliziumnitridschicht auf der ausgebildeten Siliziumoxidschicht abgeschieden 16. Diese Siliziumnitridschicht bildet

zusammen mit der zuvor ausgebildeten 14 Siliziumoxidschicht die dielektrische Beschichtung.

5 Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird nachfolgend das Siliziumsubstrat in einer HF enthaltenden Lösung überätzt 18, um auf der Vorderseite des Siliziumsubstrats abgeschiedene, parasitäre Dielektrika zu entfernen. Das Überätzen 18 wird hier mittels eines kurzzeitigen Eintauchens des Siliziumsubstrats in die HF enthaltende Lösung realisiert, was teilweise als  
10 „HF-Dip“ bezeichnet wird. Die HF-Konzentration der HF enthaltenden Lösung und die Ätzzeit werden so gewählt, dass die auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildete dielektrische Beschichtung nur geringfügig geätzt wird, sodass deren Funktion nicht beeinträchtigt wird.

15

Im Weiteren wird die Vorderseite des Siliziumsubstrats mittels einer Texturätzlösung texturiert 20. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird hierzu das Siliziumsubstrat in die Texturätzlösung eingetaucht. Die auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildete 14, 16 dielektrische Beschichtung wird dabei als Ätzmaskierung gegenüber der Texturätzlösung verwendet,  
20 sodass auf der Rückseite des Siliziumsubstrats keine Textur ausgebildet wird.

25 Damit die Vorderseite des Siliziumsubstrats in der Texturätzlösung texturiert werden kann 20, wird zuvor die hierfür erforderliche Texturätzlösung bereitgestellt 48. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel erfolgt dies durch Bereitstellen 48 einer NaOH enthaltenden Texturätzlösung, welche zudem ein Erzeugnis  
30 enthält, welches, wie in Figur 1 schematisch angedeutet, erhältlich ist durch Mischen 40 von Tetraethylenglycol mit einer wässrigen NaOH-Lösung unter Ausbildung eines einphasigen Gemischs, Erwärmen 42 des einphasigen Gemischs auf eine Temperatur von 80°C, Ruhenlassen des einphasigen Gemischs unter Umge-

bungsluft, d. h. Abwarten 44, bis eine Verfärbung des einphasigen Gemischs in einen rot-braunen Farbton eintritt und nachfolgendes Beimengen 46 von Salzsäure zu dem einphasigen Gemisch.

5

Nach dem Texturieren 20 der Vorderseite des Siliziumsubstrats in der Texturätzlösung wird das Siliziumsubstrat in einer HCl und HF enthaltenden Lösung gereinigt 22. Die Ätzparameter werden dabei derart gewählt, dass die dielektrische Beschichtung auf der Rückseite des Siliziumsubstrats nicht in relevantem  
10 Umfang geätzt wird. Im Weiteren erfolgt eine Phosphordiffusion 24 zum Zwecke des Ausbildens eines Emitters auf der Vorderseite des Siliziumsubstrats. Während der Phosphordiffusion 24 dient die dielektrische Beschichtung auf der Rückseite des Siliziumsubstrats als Diffusionsbarriere, sodass kein Phosphor  
15 in die Rückseite des Siliziumsubstrats eindiffundieren kann.

Im Weiteren kann eine optionale, lokale Laserdiffusion 26 auf der Vorderseite des Siliziumsubstrats erfolgen. Hierbei kann  
20 beispielsweise das Siliziumsubstrat lokal derart erhitzt werden, sodass eine lokal verstärkte Eindiffusion von Phosphor aus einem während der Phosphordiffusion 24 gebildeten Phosphorglas in das Siliziumsubstrat erfolgt. Insbesondere können auf diese Weise selektive Emitterstrukturen ausgebildet werden.  
25

Im Weiteren wird die dielektrische Beschichtung auf der Rückseite des Siliziumsubstrats lokal mittels eines Lasers, bzw. dessen Laserstrahlung, geöffnet 28. Über diese lokalen Öffnungen kann im Weiteren mittels einer auf die dielektrische Beschichtung aufgebracht Metallisierung die Rückseite des Siliziumsubstrats kontaktiert werden.  
30

Es folgt ein Ätzen 30 des Phosphorglases. Auf der Vorderseite des Siliziumsubstrats wird sodann ein wasserstoffhaltiges Siliziumnitrid abgeschieden 32, welches als Antireflexionsbeschichtung der Solarzelle dient und dessen Wasserstoffgehalt 5 eine Defektpassivierung im Volumen des Siliziumsubstrats ermöglicht.

Im Weiteren Verfahrensverlauf werden die Vorder- und die Rückseite des Siliziums in an sich bekannter Weise metallisiert 10 34, beispielsweise mittels bekannter Druckverfahren wie Siebdruckverfahren, und die Metallisierungen auf der Vorder- und der Rückseite anschließend koge feuert 36, um die elektrischen Vorder- und Rückseitenkontakte der Solarzelle herzustellen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer einseitig glattgeätzten Siliziumsolarzelle, bei welchem
  - 5 - eine Vorderseite und eine Rückseite eines Siliziumsubstrats glattgeätzt werden (10),
  - nachfolgend eine dielektrische Beschichtung auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildet wird (14, 16) und
  - 10 - nachfolgend die Vorderseite des Siliziumsubstrats mittels eines Texturätzmediums texturiert wird (20), wobei die auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildete dielektrische Beschichtung als Ätzmaskierung gegenüber dem Texturätzmedium verwendet wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Rückseite des Siliziumsubstrats mittels der dielektrischen Beschichtung elektrisch passiviert wird.
3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass als dielektrische Beschichtung eine Stapel dielektrischer Schichten ausgebildet wird (14, 16).
4. Verfahren nach Anspruch 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
25 dass zum Zwecke der Ausbildung (14, 16) einer dielektrischen Beschichtung zunächst eine Siliziumoxidschicht auf der Rückseite des Siliziumsubstrats ausgebildet (14) und nachfolgend auf der Siliziumoxidschicht eine Siliziumnitridschicht ausgebildet wird (16), wobei vorzugsweise die Siliziumoxidschicht in einer Dicke von weniger als 100 nm und  
30

die Siliziumnitridschicht in einer Dicke von weniger als 200 nm ausgebildet werden.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
5 dass eine dielektrische Beschichtung ausgebildet wird, deren Dicke einen Wert zwischen 100 nm und 200 nm aufweist.
  
6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
10 dass die Vorderseite und die Rückseite des Siliziumsubstrats in einer alkalischen Ätzlösung glattgeätzt werden (10), vorzugsweise in einer Wasser enthaltenden NaOH- oder KOH-Lösung mit einer NaOH- oder KOH-Konzentration von 10 bis 50 Gewichtsprozent und besonders bevorzugt in einer Wasser enthaltenden NaOH- oder KOH-Lösung mit einer NaOH-  
15 oder KOH-Konzentration von 15 bis 30 Gewichtsprozent.
  
7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass als Texturätzmedium eine alkalische Texturätzlösung verwendet wird (20), vorzugsweise eine NaOH oder KOH auf-  
20 weisende Texturätzlösung.
  
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass vor dem Ausbilden (14, 16) der dielektrischen Beschichtung eine Oberfläche des Siliziumsubstrats zumindest  
25 auf dessen Rückseite gereinigt wird (12), vorzugsweise mittels einer HF enthaltenden Lösung, in welche gasförmiges Ozon eingeleitet wird (12).

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass nach dem Ausbilden (14, 16) der dielektrischen Be-  
schichtung zumindest die Vorderseite des Siliziumsubstrats  
5 mittels einer HF enthaltenden Lösung überätzt wird (18), um  
beim Ausbilden der dielektrischen Beschichtung auf der Vor-  
derseite des Siliziumsubstrats abgeschiedene Dielektrika zu  
entfernen.
10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
10 dadurch gekennzeichnet,  
dass nach dem Texturieren (20) der Vorderseite des Silizi-  
umsubstrats durch Eindiffusion von Dotierstoff in die Vor-  
derseite des Siliziumsubstrats ein Emitter ausgebildet wird  
(24).
- 15 11. Verfahren nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Siliziumsubstrat vor der Eindiffusion (24) von Do-  
tierstoff mittels einer Ätzlösung gereinigt wird (22), vor-  
zugsweise mittels einer HF und HCl enthaltenden Ätzlösung.
- 20 12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Texturätzmedium eine Texturätzlösung verwendet  
wird (20), welche ein Element aus der Gruppe bestehend aus  
NaOH und KOH enthält sowie ein Erzeugnis, welches erhält-  
25 lich ist durch
- Mischen (40) wenigstens eines Polyethylenglykols mit ei-  
ner Base unter Ausbildung eines einphasigen Gemischs;
  - Erwärmen (42) des einphasigen Gemischs auf eine Tempera-  
tur von 80°C und
  - 30 - ruhen lassen (44) des einphasigen Gemischs unter Umge-  
bungsluft bis das einphasige Gemisch sich verfärbt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass als Texturätzmedium eine Texturätzlösung verwendet  
wird, welche ein Element aus der Gruppe bestehend aus NaOH  
5 und KOH enthält sowie ein Erzeugnis, welches erhältlich ist  
durch
- Mischen (40) wenigstens eines Polyethylenglykols mit ei-  
ner Base und Wasser unter Ausbildung eines einphasigen  
Gemischs;
  - 10 - Erwärmen (42) des einphasigen Gemischs auf eine Tempera-  
tur von 80°C und
  - ruhen lassen (44) des einphasigen Gemischs unter Umge-  
bungsluft bis das einphasige Gemisch sich verfärbt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass als Texturätzmedium eine Texturätzlösung verwendet  
wird (20), welche ein Element aus einer Gruppe bestehend  
aus NaOH und KOH enthält sowie ein Erzeugnis, welches er-  
hältlich ist durch
- 20 - Mischen (40) wenigstens eines Polyethylenglykols mit ei-  
nem Element aus einer Gruppe bestehend aus NaOH und KOH  
unter Ausbildung eines einphasigen Gemischs;
  - Erwärmen (42) des einphasigen Gemischs auf eine Tempera-  
tur von 80°C und
  - 25 - ruhen lassen (44) des einphasigen Gemischs unter Umge-  
bungsluft bis das einphasige Gemisch sich verfärbt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass als Texturätzmedium eine Texturätzlösung verwendet  
30 wird (20), welche ein Element aus der Gruppe bestehend aus  
NaOH und KOH enthält sowie ein Erzeugnis, welches erhält-  
lich ist durch

- Mischen (40) wenigstens eines Polyethylenglykols mit einer Base unter Ausbildung eines einphasigen Gemischs;
- Erwärmen (42) des einphasigen Gemischs auf eine Temperatur von 80°C;
- 5 - ruhen lassen (44) des einphasigen Gemischs unter Umgebungsluft bis das einphasige Gemisch sich verfärbt und
- Beimengen (46) einer nicht-oxidierenden Säure, vorzugsweise Salzsäure oder Essigsäure, zu dem einphasigen Gemisch nach dessen Verfärbung.

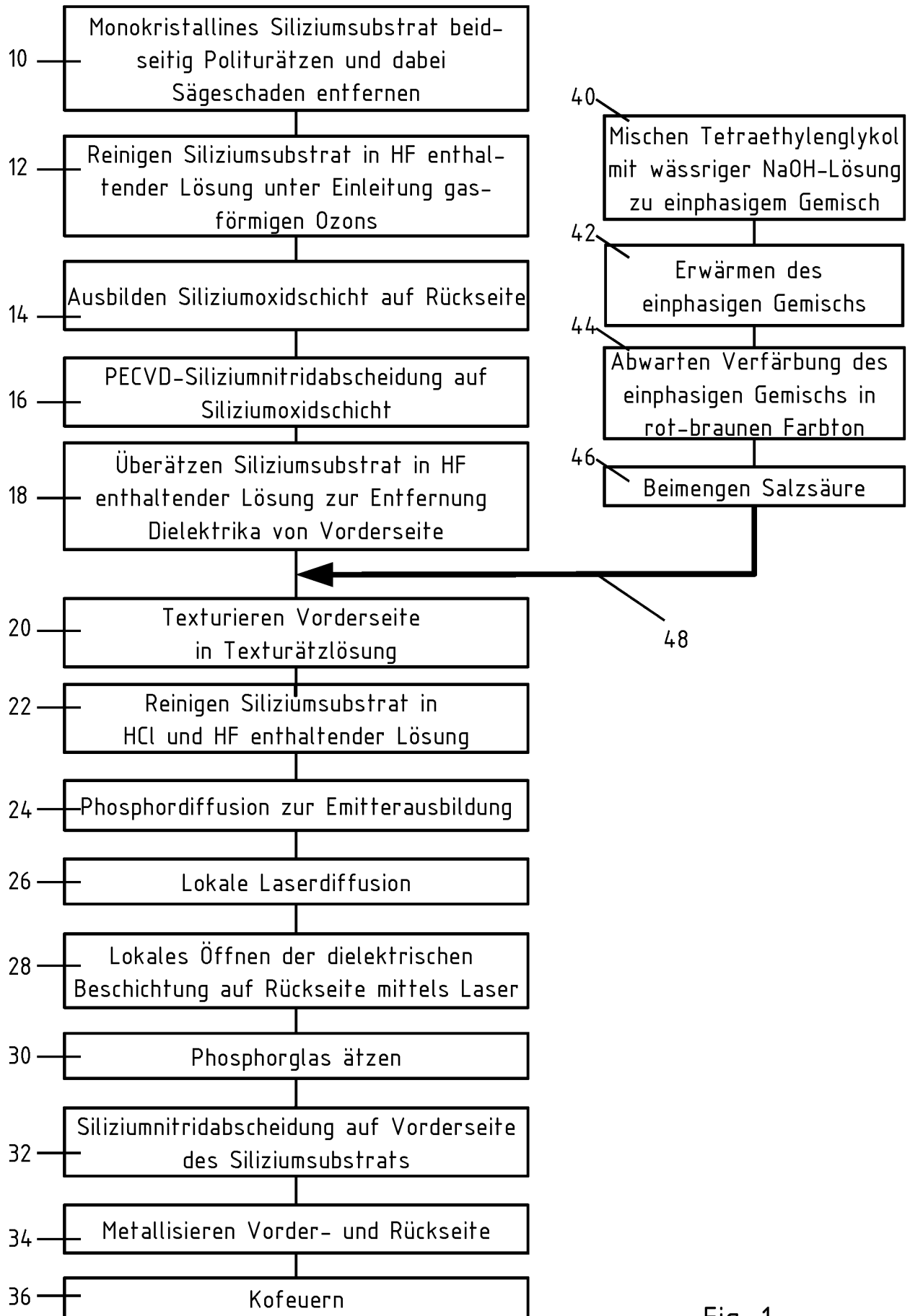


Fig. 1