

(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
25. Juni 2009 (25.06.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/077199 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
C01B 33/02 (2006.01) **C01B 33/037** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/010871
- (22) Internationales Anmeldedatum:
19. Dezember 2008 (19.12.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2007 063 169.5
19. Dezember 2007 (19.12.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **GEBR. SCHMID GMBH & CO.** [DE/DE]; Robert-Bosch-Strasse 32-34, 72250 Freudenstadt (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KAPPLER, Heinz** [DE/DE]; Bergwiese 11, 72280 Dornstetten-Aach (DE).
- (74) Anwalt: **RUFF, WILHELM, BEIER, DAUSTER & PARTNER**; Postfach 10 40 36, 70035 Stuttgart (DE).

- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND INSTALLATION FOR TREATING OR CLEANING Si BLOCKS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANLAGE ZUM BEARBEITEN BZW. REINIGEN VON Si-BLÖCKEN

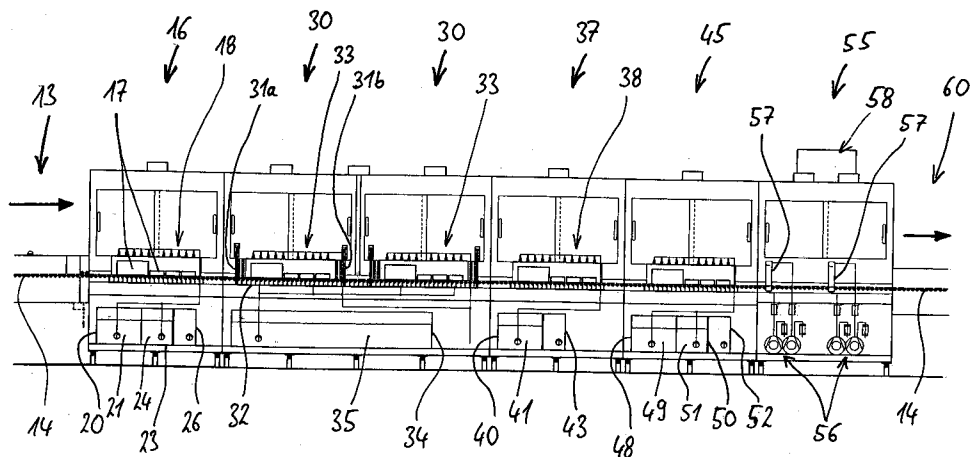


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to a method and installation for treating or cleaning Si blocks (17) to produce wafers for solar cells. According to the method, the Si blocks (17) are conveyed through various treatment modules (16, 30, 37, 45, 55) on a continuous, horizontal conveyor belt (14). In a first step or a cleaning module (16), the Si blocks are subjected to an alkaline cleaning step and then rinsed. In a second step or an etch-polish module (30), the blocks are subjected to etching polishing, an etching solution being applied to the Si blocks from all four sides. The blocks are then rinsed in a rinse module after etching polishing.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/077199 A2



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Zur Bearbeitung bzw. zur Reinigung von Si-Blöcken (17) zur Herstellung von Wafern für Solarzellen werden die Si-Blöcke (17) auf einer durchgehenden, horizontalen Transportbahn (14) transportiert durch verschiedene Behandlungsmodule (16, 30, 37, 45, 55). In einem ersten Schritt bzw. einem Reinigungsmodul (16) erfolgt ein alkalisches Reinigen und ein Spülen der Si-Blöcke. Danach erfolgt in einem zweiten Schritt bzw. einem Polierätzmodul (30) ein Polierätzen, wobei beim Polierätzen eine Ätzlösung von allen vier Seiten an die Si-Blöcke gebracht wird. Nach dem Polierätzen erfolgt ein Spülen in einem Spülmodul (37).

Beschreibung

Verfahren und Anlage zum Bearbeiten bzw. Reinigen von Si-Blöcken

Anwendungsgebiet und Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung bzw. zur Reinigung von Silizium-Blöcken sowie eine dazu ausgebildete Anlage.

Zur Herstellung von Wafern für die Photovoltaikindustrie werden aus Silizium zuerst sogenannte Ingots gegossen und diese danach in einzelne Blöcke mit gewünschter Kantenlänge aufgeteilt. Aus diesen Blöcken werden anschließend die einzelnen Wafer hergestellt bzw. herausgesägt. Dabei taucht oft das Problem auf, dass beim Sägen die Silizium-Blöcke brechen oder größere Risse entstehen, die die Wafer unbrauchbar machen können. Dabei besteht auch das Problem, dass durch das Sägen entstehende Risse Auslöser für weitere Risse sein können.

Aufgabe und Lösung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein eingangs genanntes Verfahren zur Bearbeitung bzw. Reinigung von Silizium-Blöcken und eine entsprechende Anlage zu schaffen, mit denen Probleme des Standes der Technik beseitigt werden können und insbesondere nach dem Aufteilen der Silizium-Ingots in Silizium-Blöcke eine Behandlung der freiliegenden Außenseiten der Silizium-Blöcke möglich ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 12. Vorteilhaft sowie bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindungen sind Gegenstand der weiteren Ansprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Manche Merkmale der Anlage werden zwar hauptsächlich im Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben, sie dienen aber gleichzeitig zur Erläuterung der Anlage und gelten allgemein dafür. Des weiteren wird der Wortlaut der Prioritätsanmeldung DE

102007063169.5 vom 19. Dezember 2007 derselben Anmelderin durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der vorliegenden Beschreibung gemacht. Der Wortlaut der Ansprüche wird durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

Erfindungsgemäß werden die Silizium-Blöcke für das Verfahren auf einer durchgehenden, horizontalen Transportbahn transportiert. In einem ersten Schritt erfolgt ein alkalisches Reinigen und Spülen der Silizium-Blöcke, wobei dies vorteilhaft nacheinander erfolgt, und zwar besonders vorteilhaft so, dass erst nach Abschluss des alkalischen Reinigens das Spülen erfolgt. Später wird in einem zweiten Schritt ein Polierätzen durchgeführt, wobei beim Polierätzen eine entsprechende Ätzlösung von allen vier Seiten bzw. an alle Seiten der Silizium-Blöcke gebracht wird. Nach dem Polierätzen erfolgt ein weiteres Spülen der Silizium-Blöcke. Dies kann unmittelbar anschließend erfolgen, muss es jedoch nicht. Ebenso kann zwischen dem ersten Schritt und dem zweiten Schritt noch ein Zwischenschritt durchgeführt werden.

Durch diese Behandlung bzw. Bearbeitung der Silizium-Blöcke werden vorhandene Risse an der Außenseite der Silizium-Blöcke, welche dann nachher beim Sägen der Wafer oder bei den fertig gestellten Wafern zur weiteren Rissbildung und zur Zerstörung führen können, geglättet bzw. beseitigt durch Ätzen. Durch das alkalische Reinigen davor wird ein Silizium-Block von Fremdkörpern gereinigt. Durch das später erfolgende Polierätzen werden die Mikrorisse dann beseitigt.

Der vorbeschriebene erste Schritt kann dabei so ausgestaltet sein, dass zuerst mit einer Reinigungslauge ein Silizium-Block alkalisch gereinigt wird und dann eben, wie dies beschrieben worden ist, sauber gespült wird bzw. dazu mit Wasser gespült wird. Dies erfolgt vorteilhaft in einem Behandlungsmodul bzw. einem ersten Behandlungsmodul einer entsprechend aufgebauten erfindungsgemäßen Anlage zur Bearbeitung bzw. Reinigung von Silizium-Blöcken.

Jeweils nach dem vorbeschriebenen ersten Schritt der alkalischen Reinigung bzw. des dabei enthaltenen Spülens und zusätzlich oder alternativ nach dem zweiten vorbeschriebenen Schritt des Polierätzens wird Flüssigkeit jeweils von den Silizium-Blöcken entfernt, was durch Luftzirkulation bzw. gezieltes und möglicherweise starkes Abblasen erfolgt. Dadurch können die Silizium-Blöcke sogar ganz getrocknet werden, wenn dies gewünscht oder benötigt wird, so dass die Flüssigkeit vollständig entfernt wird. In Ausgestaltung des Verfahrens wird nach dem Schritt des Polierätzens die Ätzlösung entfernt vor einem nachfolgenden Schritt zum Reinigungsspülen, so dass die Flüssigkeit zum Reinigungsspülen mit weniger Ätzlösung belastet bzw. verunreinigt wird. Hierbei kann zwar Ätzlösung weitgehend vollständig entfernt werden, wobei ein Reinigungsspülen immer noch notwendig ist zur guten Reinigung. Wie vorbeschrieben kann auch ein Abblasen zum Entfernen der Ätzlösung vorgesehen sein.

In nochmaliger Ausgestaltung der Erfindung kann nach dem Schritt des Reinigungsspülens nach dem Polierätzen ein sogenannter KOH-Prozessschritt erfolgen. Dabei wird ein Silizium-Block mit KOH-Ätzlösung benetzt, die beispielsweise 5%-ig sein kann, um eine weitere vorteilhafte Behandlung der Außenseiten des Silizium-Blocks zu erreichen. Nach dem KOH-Prozessschritt kann diese KOH-Lösung noch einmal abgespült werden, vorteilhaft wiederum mit Wasser. Dies kann in einem einzigen Behandlungsmodul einer entsprechenden Anlage erfolgen, um Platz zu sparen.

Vorteilhaft werden die Silizium-Blöcke entlang der Transportbahn nicht kontinuierlich transportiert, sondern laufen in Intervallen durch die Anlage. Dies bedeutet insbesondere, dass die Silizium-Blöcke in ein Behandlungsmodul eingefahren werden und dort entweder ruhend verbleiben oder aber intermittierend vor und zurück bewegt werden während des jeweiligen Schritts. Dadurch kann bei bestimmten vorgegebenen Behandlungsdauern während der einzelnen Schritte die Länge der Anlage im Vergleich zu einer reinen, kontinuierlichen Durchlaufanlage geringer gehalten werden. Um beispielsweise beim Schritt des Polierätzens eine ausreichend lange Behandlungsdauer bei hohem Durchsatz

zu erreichen, können hier zwei oder sogar noch mehr Behandlungsmodule parallel oder hintereinander vorgesehen sein für einen höheren Durchsatz.

Gerade auch für ein Erhöhen des Durchsatzes kann vorgesehen sein, dass der Schritt des Spülens nach dem Schritt des Polierätzens in einem separaten Behandlungsmodul erfolgt, und zwar in einem Behandlungsmodul zum Spülen bzw. über einem speziell dafür vorgesehenen Auffangbehälter. Es ist insbesondere auch bei mehreren Behandlungsmodulen zum Polierätzen möglich, ein einziges Behandlungsmodul zum Spülen vorzusehen.

Einerseits ist es möglich, zumindest beim Schritt des Polierätzens die Silizium-Blöcke von oben sowie entlang der Längsseiten und auch von unten mit Ätzlösung anzusprühen bzw. zu bespritzen, was unter Umständen auch schwallartig erfolgen kann mit größeren Mengen an Ätzlösung. Dabei kann Ätzlösung auch zirkulierend verwendet werden, so dass die insgesamt vorzuhaltende Menge an Ätzlösung nicht allzu groß ist. Alternativ dazu kann zumindest das Polierätzen durch zumindest teilweises Eintauchen eines Silizium-Blocks in die Ätzlösung oder ein Ätzbad erfolgen. Dabei kann entweder ein weiteres Besprühen des Silizium-Blocks von oben erfolgen.

Vorteilhaft kann ein Silizium-Block jedoch vollständig in ein Ätzbad eingetaucht werden. Dies kann derart erfolgen, dass der Silizium-Block in eine Kammer des Behandlungsmoduls zum Polierätzen eingebracht wird, insbesondere auf gleicher Höhe der horizontalen Transportbahn der Anlage. Anschließend wird, vorteilhaft ohne Absenken des Silizium-Blocks, die Kammer seitlich und nach unten abgedichtet, beispielsweise durch Klappen, insbesondere bei starren Seitenwänden durch Einlaufklappen und Auslaufklappen. Nach dem Abdichten der Kammer kann die Ätzlösung eingebracht werden, vorteilhaft wie vorgenannt von oben und mit steigendem Füllstand, besonders vorteilhaft bis ein Silizium-Block vollständig eingetaucht ist. Ist die gewünschte Behandlungsdauer erreicht, wird die Ätzlösung abgelassen, dann werden die Klappen geöffnet und der Silizium-Block herausgefahren. Vorteilhaft ist dabei das Volumen der Kammer des Behandlungsmoduls nur wenig größer als der Silizium-Block selber. Besonders

vorteilhaft sind dies etwa 10% bis 30%, so dass bei vollständigem Eintauchen des Silizium-Blocks in die Ätzlösung deren gesamte benötigte Menge nicht allzu groß ist. Bei einem Behandlungsmodul zum Besprühen der Silizium-Blöcke ist das Behandlungsmodul vorteilhaft erheblich größer auszubilden, da Sprühdüsen odgl. vorgesehen sein müssen.

Ein Spülvorgang entweder nach dem alkalischen Reinigen oder dem Polierätzen, möglicherweise auch nach dem KOH-Prozess, erfolgt vorteilhaft mit Wasser, wobei besonders vorteilhaft Wasser unterschiedlichen Reinheitsgrades verwendet werden kann. Es ist beispielsweise möglich, einen letzten Spülgang bei einer Spülabfolge an einem Silizium-Block mit Frischwasser durchzuführen, welches nach dem Spülen aufgefangen wird. Bei der nächsten Spülabfolge beim nächsten Silizium-Block wird dann dieses Wasser für einen vorletzten Spülgang verwendet, und dann beispielsweise in erneuter Abfolge bei der nächsten Spülabfolge als drittletzter bzw. erster Spülgang verwendet. So wird quasi das zum Spülen verwendete Wasser stufenweise verwendet und dabei stärker verschmutzt, so dass jeweils aber sichergestellt ist, dass spätere Spülgänge bei einer Spülabfolge mit jeweils etwas sauberem bzw. weniger verschmutztem Wasser durchgeführt werden. Vorteilhaft erfolgt ein letzter Spülgang jeweils mit Frischwasser. Dabei kann auch vorgesehen sein, dass für diesen letzten Spülgang weniger Wasser verwendet wird als für die Spülgänge davor, wodurch ebenfalls der Frischwasserverbrauch gesenkt werden kann. Dazu weist eine erfindungsgemäße Anlage mit mehreren Behandlungsmodulen jeweils entsprechende Wasserbehälter oder Wasserbecken auf sowie entsprechende Ventile und Pumpen, um die Wasserwege bereitzustellen und verwenden zu können.

Die intermittierende Bewegung eines Silizium-Blocks während eines Prozessschrittes wird vorteilhaft beim Polierätzen vorgesehen. In der Praxis ist dies relativ leicht dadurch zu bewerkstelligen, dass eine Transportbahn beispielsweise durch entsprechende Transportrollen gebildet wird und diese entsprechend angetrieben werden.

Um ähnlich wie bei dem Wasser auch den Verbrauch an Ätzlösung senken zu können, kann vorgesehen sein, dass auch beispielsweise die Ätzlösung zum Polierätzen, unter Umständen auch die alkalische Reinigungslauge oder die KOH-Behandlungsflüssigkeit, in einem rezirkulierenden System auf die Silizium-Blöcke gesprüht wird. So wird die absolut benötigte Menge an Behandlungsflüssigkeit erreicht. Dabei kann vorgesehen sein, dass stets ein gewisser Teil abgeführt wird bzw. stets neue Behandlungsflüssigkeit nachgeführt wird. Alternativ sind permanente Reinigungsmöglichkeiten wie Filter odgl. möglich, je nach Art der Behandlungsflüssigkeit.

Die erfindungsgemäße Anlage zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens weist also mehrere eigene Behandlungsmodule auf, wobei zumindest für das alkalische Reinigen sowie das Polierätzen jeweils ein Behandlungsmodul vorgesehen ist. Vorteilhaft ist auch für den KOH-Prozess ein eigenes Behandlungsmodul vorgesehen. Um den Durchsatz zu erhöhen, können entweder mehrere solcher Anlagen vorgesehen sein oder aber diese zumindest teilweise parallel arbeiten. Die Behandlungsmodule sind im Wesentlichen wie übliche Behandlungsmodule für derartige Nassprozesse im In-Line-Verfahren ausgebildet. In manche Behandlungsmodule kann der Spülschritt mit Wasser eingebaut sein durch entsprechende Düsen und entsprechende Wasserbehälter. Vorteilhaft ist hinter dem Behandlungsmodul zum Polierätzen und vor dem Behandlungsmodul für den KOH-Prozess ein separates Spülmodul vorgesehen, insbesondere auch deswegen, um den Durchsatz gerade am zeit-aufwendigen Schritt mit dem Polierätzen zu erhöhen.

Ein Trockenmodul zum Entfernen von Behandlungsflüssigkeit von einem Silizium-Block bzw. auch zum direkten Trocknen weist vorteilhaft mindestens einen Ventilator auf, möglicherweise auch themische Trockner wie Wärmestrahler oder Heizer.

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 Zwischenüberschriften und einzelne Abschnitte beschränkt die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer Allgemeingültigkeit.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird im Folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Seitendarstellung einer Anlage bestehend aus mehreren Modulen zur Reinigung von Silizium-Blöcken,
- Fig. 2 eine schematische Funktionsdarstellung eines Reinigungs-Moduls mit verschiedenen Flüssigkeitstanks und
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Polierätz-Moduls mit Eintauchen der Silizium-Blöcke in eine Polierätz-Flüssigkeit.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist eine Seitendarstellung einer erfindungsgemäßen Anlage 11 zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens dargestellt. Die Anlage 11 besteht aus mehreren Behandlungsmodulen, die im Folgenden im Einzelnen erläutert werden.

Ganz links ist ein Einlaufmodul 13 dargestellt, welches im Wesentlichen aus einer Transportbahn 14 besteht mit üblichen Transportrollen. Vor dem Einlaufmodul 13 befindet sich beispielsweise eine Formgebung der Silizium-Blöcke aus den eingangs genannten Silizium-Ingots.

Nach dem Einlaufmodul 13 kommt ein Reinigungsmodul 16, welches mit einem geschlossenen Gehäuse ausgebildet ist, wie dies an sich üblich und bekannt ist. In dem Reinigungsmodul 16 sind verschieden große Silizium-Blöcke 17 dar-

gestellt, wie dies in Fig. 2 auch in Vergrößerung zu erkennen ist mit funktionaler Darstellung. Das Reinigungsmodul 16 weist zwei Sprühvorrichtungen 18a und 18b auf, wobei die Sprühvorrichtung 18a über der Transportbahn 14 und somit über den Silizium-Blöcken ist und die Sprühvorrichtung 18b darunter. Weitere, nicht dargestellte Sprühvorrichtungen können an den Längsseiten angeordnet sein.

Die Sprühvorrichtungen 18 werden aus einem Tank 20 für alkalische Reinigungslauge 21 gespeist sowie aus einem Tank 23 für Spülwasser 24 und aus einem Frischwasseranschluss 26. Über zwei Pumpen 27a und 27b sowie Ventile 28a – c wird der Zulauf zu den Sprühvorrichtungen 18 gesteuert. Über Ventile 28 d und e wird der Ablauf aus dem Reinigungsmodul 16 bzw. einer entsprechenden Wanne in die Tanks 20 oder 23 gesteuert. Der Ablauf ist hier derart, dass zuerst mittels der Pumpe 27a und geöffneten Ventilen 28a und d und ansonsten geschlossenen Ventilen die Silizium-Blöcke 17 mit der Reinigungslauge 21 aus dem Tank 20 für eine vorgegebene Zeit besprüht werden. Dabei können die Silizium-Blöcke entweder still stehen auf der Transportbahn 14 oder aber intermittierend vorwärts- und rückwärts bewegt werden.

Nach ausreichendem Besprühen mit der Reinigungslauge 21 wird mittels der Pumpe 27b und geöffneten Ventilen 28b und e und ansonsten geschlossenen Ventilen in einem ersten Spülgang mit dem Spülwasser 24 aus dem Spülwassertank 23 über die Sprühvorrichtungen 18 ein erstes Mal gespült. Danach werden die Ventile wieder geschlossen. Dann werden die Ventile 28c und 28e geöffnet und die anderen Ventile geschlossen, so dass aus dem Frischwasseranschluss 26 bzw. mit Frischwasser über die Sprühvorrichtungen 18 gesprüht wird. Das durch das Spülen verunreinigte Frischwasser läuft dann über das Ventil 28e in den Spülwassertank 23, so dass hier nur gering verschmutztes Wasser zugeführt wird. Eine Reinigung bzw. Erneuerung sowohl der Reinigungslauge 21 als auch des Spülwassers 24 ist für den Fachmann problemlos möglich. So wird also das vorbeschriebene zweistufige Spülen durchgeführt. In gleicher Art und Weise könnte mit zwei unterschiedlichen Spülwassern unterschiedlichen Verschmutzungsgrades ein dreistufiges Spülen erfolgen.

Nach dem Reinigungsmodul 16 werden die Siliziumblöcke 17 in ein Polierätzmodul 30 eingefahren. In der Fig. 1 sind zwei davon hintereinander dargestellt, wobei es darüber hinaus auch noch möglich ist, mehrere davon nebeneinander, also parallel, anzuordnen, um insgesamt einen höheren Durchsatz zu schaffen. Des Weiteren ist es hier natürlich auch möglich, Silizium-Blöcke 17 zuerst in dem linken Polierätzmodul 30 und dann in dem rechten Polierätzmodul 30 jeweils nacheinander zu behandeln.

Aus der funktionalen Darstellung mit Vergrößerung gemäß Fig. 3 ist zu erkennen, dass ein Polierätzmodul 30 Klappen 31a und b aufweist, die nach unten gefahren werden können und mit einem Boden 32 unterhalb der Transportbahn 14 und in Zusammenarbeit mit nicht dargestellten Seitenwänden ein dichtes Becken bilden. Nach dem Einfahren der Silizium-Blöcke 17 werden die Klappen 31 nach unten gefahren zum Herstellen des flüssigkeitsdichten Beckens. Dann wird mittels der Sprühvorrichtungen 33 Ätzlösung zum Polierätzen aus einem Flüssigkeitstank 34 auf die Silizium-Blöcke 17 aufgebracht und dabei das Becken gefüllt mit einem Füllstand über die Blöcke hinaus. Unter Umständen mit einer Bewegung der Silizium-Blöcke 17 auf intermittierende Weise wird eine vorgegebene Zeitdauer abgewartet. Es werden etwa 25 µm vom Siliziummaterial der Silizium-Blöcke abgetragen. Dann wird die Ätzlösung abgelassen und wieder in den Flüssigkeitstank 34 zurückgeführt und danach die Klappen 31 nach oben gefahren und die Silizium-Blöcke 17 auf der Transportbahn 14 weiter nach rechts transportiert.

Hinter den Polierätzmodulen 30 befindet sich ein Spülmodul 37. Dieses ist ähnlich aufgebaut wie das Reinigungsmodul 16 und weist eine Sprühvorrichtung 38 oberhalb der Silizium-Blöcke auf und, ähnlich wie auch in Fig. 2 dargestellt, entsprechende Sprühvorrichtungen unterhalb der Silizium-Blöcke 17. Gespeist wird die Sprühvorrichtung 38 bzw. gespült wird mit Spülwasser 41 aus einem Spülwassertank 40 und Frischwasser aus einem Frischwasseranschluss 43. Dies kann mindestens zweistufig erfolgen wie im Bezug auf die Fig. 2 und das Reinigungsmodul beschrieben.

Nach dem Spülmodul 37 folgt das KOH-Prozessmodul 45 mit wiederum ähnlichem Aufbau wie das Reinigungsmodul 16. Es weist Sprühvorrichtungen 46 auf, vorteilhaft sowohl über als auch unter den Silizium-Blöcken 17 bzw. der Transportbahn 14. Diese dienen zum Ausbringen von KOH-Ätzlösung 49 aus einem Flüssigkeitstank 48, Spülwasser 51 aus einem Spülwassertank 50 und Frischwasser aus einem Frischwasseranschluss 52. Die Prozessabfolge ist grundsätzlich wie für das Reinigungsmodul beschrieben, lediglich die Behandlungszeiten können variieren. Nach dem KOH-Prozessmodul 45 ist ein Trocknungsmodul 55 vorgesehen. Hier werden die gespülten Silizium-Blöcke 17 vom KOH-Prozess eingefahren und mittels Ventilatoren 56 und Luftdüsen 57 trocken geblasen. An der Oberseite des Trocknungsmoduls 55 sind Filter 58 vorgesehen zum Filtern der Luft.

Hinter dem Trocknungsmodul 55 befindet sich ein Auslaufmodul 60, mit dem die Silizium-Blöcke 17 nach der Reinigung und Trocknung zur weiteren Verarbeitung weiter transportiert werden.

Für die vorbeschriebenen Verfahrensschritte kann eine alkalische Reinigungsflüssigkeit aus dem Stand der Technik verwendet werden. Die Ätzlösung zum Polierätzen kann ein Gemisch sein aus 49%-iger HF-Lösung und 69%-iger HNO₃-Lösung in einem Verhältnis 1:4 bis 1:7. Die Prozesstemperatur kann zwischen 15° C und 25° C liegen, also im Wesentlichen bei Raumtemperatur. Für den KOH-Prozess wird 5%-ige KOH-Lösung verwendet, ebenfalls bei einer Temperatur von 15° C bis 25° C. Die Taktzeit bei einer solchen Anlage kann bei etwa zweieinhalb Minuten liegen. Die Ätzzeit jeweils bei der alkalischen Reinigung sowie beim Polierätzen, unter Umständen auch beim KOH-Prozess kann bei etwa eineinhalb Minuten liegen.

Wichtig und vorteilhaft ist die durchgehende Transportbahn 14. Vorteilhaft ist auch die intermittierende Bewegung der Silizium-Blöcke in den einzelnen Behandlungsmodulen, um die Einwirkungszeit bzw. die Prozesszeit zu erhöhen. Das Spülen im Spülmodul 37 erfolgt deswegen separat vom Polierätzmodul 30,

um bei diesem Vorgang, der eigentlich die längste Prozesszeit benötigt, den Durchsatz zu erhöhen und des Weiteren auch um nicht zu viel Polierätzlösung 35 ins Abwasser gelangen zu lassen. Beim KOH-Prozessmodul 45 ist dies weniger kritisch.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung bzw. Reinigung von Si-Blöcken, wobei die Si-Blöcke auf einer durchgehenden, horizontalen Transportbahn transportiert werden, wobei in einem ersten Schritt ein alkalisches Reinigen und ein Spülen der Si-Blöcke erfolgt und danach in einem zweiten Schritt ein Polierätzen, wobei beim Polierätzen eine Ätzlösung von allen vier Seiten an die Si-Blöcke gebracht wird, wobei nach dem Polierätzen noch einmal ein Spülen erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Schritt zuerst mit Reinigungslauge alkalisch gereinigt wird und dann mit Wasser gespült wird, vorzugsweise in einem ersten Behandlungsmodul einer Anlage.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem ersten Schritt der alkalischen Reinigung bzw. des Spülens und nach dem zweiten Schritt des Polierätzens Flüssigkeit von den Si-Blöcken entfernt wird bzw. diese getrocknet werden durch Luftzirkulation bzw. Abblasen, wobei vorzugsweise Flüssigkeit vollständig entfernt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Schritt des Polierätzens die Ätzlösung entfernt wird vor einem nachfolgenden Schritt zum Reinigungsspülen, wobei insbesondere die Ätzlösung durch Abblasen entfernt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Schritt des Reinigungsspülens ein KOH-Prozessschritt erfolgt, vorzugsweise als letzter Schritt mit Behandlungsflüssigkeit, insbesondere mit nochmals anschließendem Reinigungsspülen und vorzugsweise mit abschließendem Trocknen, wobei in dem KOH-Prozessschritt KOH-Lösung auf die Si-Blöcke gebracht wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Reinigungsspülens nach dem Schritt des Polierätzens in einem Behandlungsmodul zum Spülen bzw. über einem Auffangbehälter separat von dem Behandlungsmodul zum Polierätzen erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Transport bzw. Durchlauf der Si-Blöcke entlang der Transportbahn nicht kontinuierlich bzw. in Intervallen oder intermittierend erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim Polierätzen die Si-Blöcke von oben und von allen vier Seiten sowie von unten mit Ätzlösung angesprüht werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Polierätzen durch zumindest teilweises Eintauchen der Si-Blöcke in Ätzlösung erfolgt, vorzugsweise vollständiges Eintauchen, wobei insbesondere die Si-Blöcke in eine Kammer des Behandlungsmoduls zum Polierätzen eingebracht werden, insbesondere auf gleicher Höhe der horizontalen Transportbahn, wobei anschließend die Kammer seitlich und nach unten abgedichtet wird und mit Ätzlösung befüllt wird für die Dauer des Schrittes des Polierätzens.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Spülen mit Wasser unterschiedlichen Reinheitsgrades erfolgt, wobei vorzugsweise ein letzter Spülgang bei einer Spülabfolge mit Frischwasser erfolgt und dieses nach dem Spülen aufgefangen wird und bei der nächsten Spülabfolge für einen vorletzten Spülgang vor dem letzten Spülgang verwendet wird, wobei vorzugsweise nach dem Besprühen der Si-Blöcke mit der Reinigungslauge ein Spülen

zuerst mit Wasser des letzten Spülgangs der vorherigen Spülabfolge erfolgt und dann als abschließender Spülgang mit Frischwasser gespült wird, wobei insbesondere für den letzten Spülgang weniger Wasser verwendet wird als für die Spülgänge davor.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ätzlösung zum Polierätzen, insbesondere auch die anderen Behandlungsflüssigkeiten, in einem rezirkulierenden System auf die Si-Blöcke gesprüht werden.
12. Anlage mit mehreren Behandlungsmodulen zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eigene Behandlungsmodule der Durchlauf-Anlage zur Behandlung der Si-Blöcke vorgesehen sind für den ersten Schritt des Vorreinigens und den zweiten Schritt des Polierätzens sowie den weiteren Schritt mit dem KOH-Prozess.
13. Anlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass für einen Spülschritt nach dem Polierätzen und vor dem KOH-Prozess ein Spülmodul zwischen diesen beiden vorgesehen ist und vorzugsweise nach dem Behandlungsmodul für den KOH-Prozess ein Trockenmodul vorgesehen ist mit Ventilatoren bzw. Trocknungsmitteln.
14. Anlage nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass für einen Spülschritt nach dem ersten Schritt mit dem alkalischen Reinigen und Spülen der Si-Blöcke und vor dem Polierätzen ein Spülmodul zwischen diesen beiden vorgesehen ist.

1/2

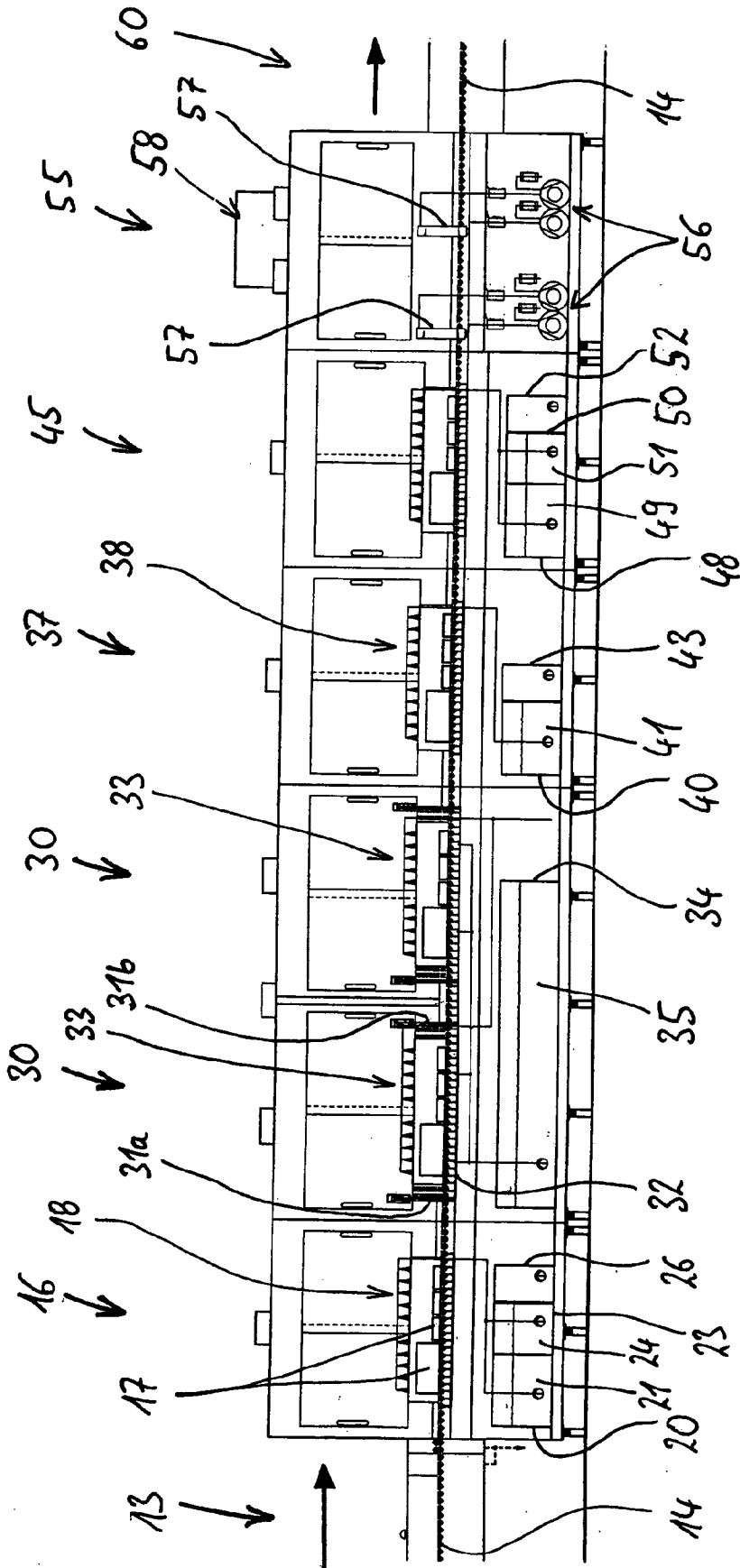


Fig.1

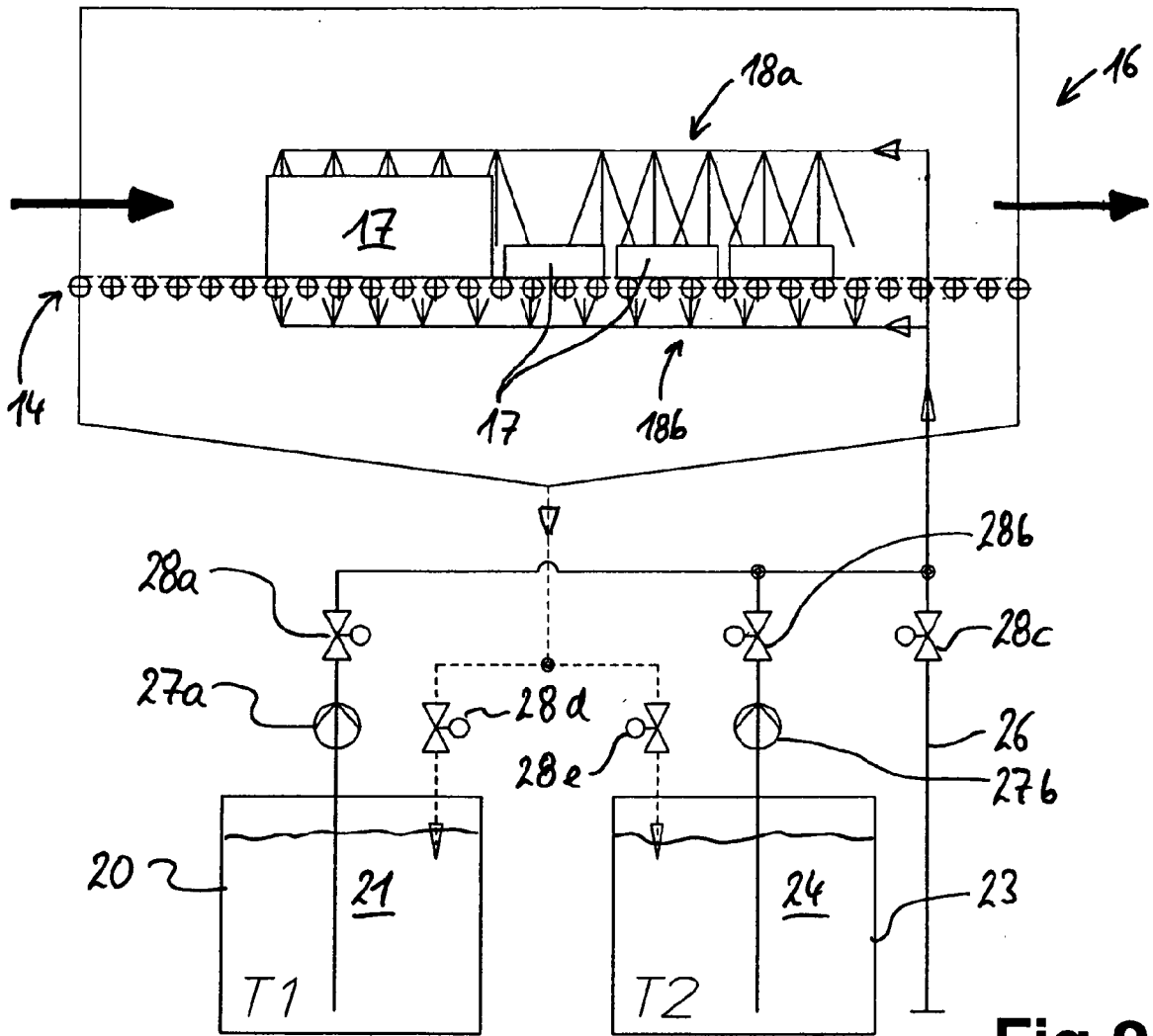


Fig.2

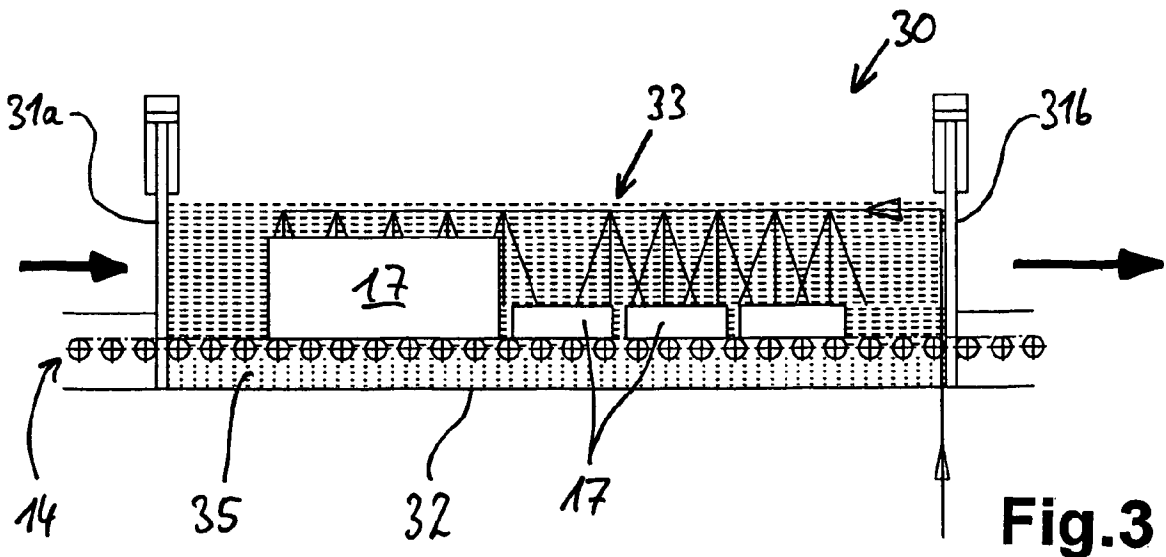


Fig.3