

BERICHTIGTE FASSUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
01. August 2019 (01.08.2019)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2019/145486 A9**

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 31/18 (2006.01) H01L 21/306 (2006.01)  
H01L 31/0236 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)  
H01L 21/02 (2006.01)

04. Mai 2018 (04.05.2018) DE

(71) Anmelder: SINGULUS TECHNOLOGIES AG  
[DE/DE]; Fraunhoferstrasse 9, 82256 Fürstfeldbruck (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/051875

(72) Erfinder: IZAARYENE, Maher; Borinskistraße 2, 81243 München (DE). CORDA, Mirza; Wernher-von-Braun-Straße 13, 82256 Fürstfeldbruck (DE). WATTENBERG, Bianca; Hirtenstraße 47, 82239 Alling (DE). MENSCHICK, Martin Max; Aicherstr. 3, 81241 München (DE). MANDLMEIER, Benjamin; Am Bründl 25 A, 82343 Pöcking (DE). ECKSTEIN, Jens; Am Heideweg 28b, 85221 Dachau (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
25. Januar 2019 (25.01.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 201 239.3 26. Januar 2018 (26.01.2018) DE  
10 2018 206 980.8

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CLEANING ETCHED SURFACES OF A SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REINIGUNG VON GEÄTZTEN OBERFLÄCHEN EINES HALBLEITERSUBSTRATS

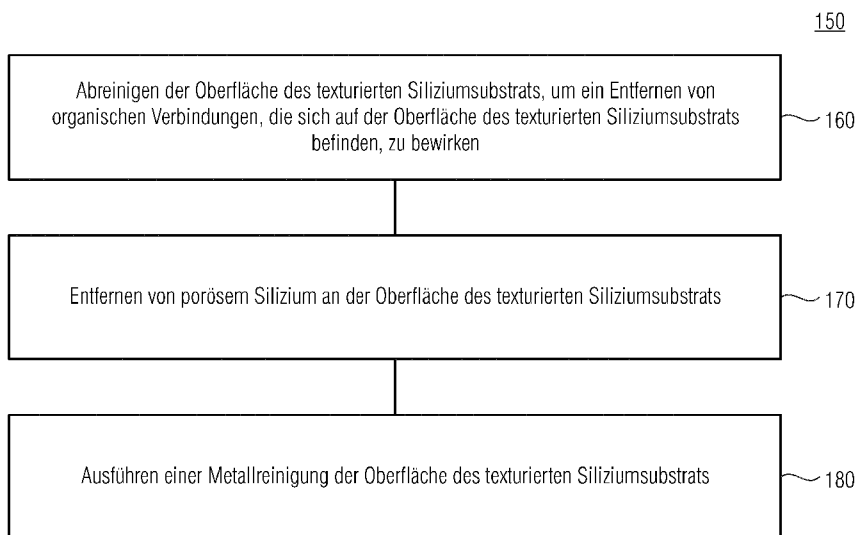


Fig. 1b

- 160 Cleaning the surface of the textured silicon substrate in order to cause a removal of organic compounds located on the surface of the textured silicon substrate
- 170 Removing porous silicon from the surface of the textured silicon substrate
- 180 Carrying out a metal cleaning of the surface of the textured silicon substrate

(57) Abstract: The invention relates to a method which comprises the cleaning of the surface of a textured silicon substrate and causes a removal of organic compounds located on the surface of the textured silicon substrate, and further comprises a removal of porous silicon from the surface of the textured silicon substrate and carrying out a metal cleaning of the surface of the textured silicon substrate.

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren umfasst ein Abreinigen der Oberfläche eines texturierten Siliziumsubstrats, und ein Entfernen von organischen Verbindungen, die sich auf der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats befinden, zu bewirken, und ein Entfernen von porösem Silizium an der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats und ein Ausführen einer Metallreinigung der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats.



WO 2019/145486 A9

(74) **Anwalt: KÖNIG, Andreas** et al.; c/o Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler, Schenk & Partner mbB, Radlkofenstr. 2, 81373 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(48) **Datum der Veröffentlichung dieser berichtigten**

**Fassung:**

19. September 2019 (19.09.2019)

(15) **Informationen zur Berichtigung:**

siehe Mitteilung vom 19. September 2019 (19.09.2019)

## Verfahren und Vorrichtung zur Reinigung von geätzten Oberflächen eines Halbleitersubstrats

5

### Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Behandeln einer Oberfläche eines texturierten Siliziumsubstrats. Die vorliegende Erfindung bezieht sich insbesondere auf ein Verfahren zur Reinigung von geätzten Oberflächen eines Halbleitersubstrats, wie es beispielsweise für Fotovoltaikmodule einsetzbar ist. Ausführungsbeispiele beziehen sich auf ein Verfahren zur Nachreinigung von multikristallinen Diamantdraht-gesägten Siliziumsubstraten. Eine Behandlung eines texturierten Siliziumsubstrats kann eine Reinigung desselben beinhalten, was beispielsweise unter Verwendung eines ozonhaltigen Mediums erfolgen kann.

Halbleitersubstrate können während ihrer Weiterverarbeitung texturiert werden, das bedeutet, die Oberfläche des Halbleitersubstrats kann behandelt werden, etwa um eine Aufräuhung durchzuführen. Eine Texturierung kann beispielsweise mittels einer sauren Textur im Inline-Verfahren erhalten werden. Diese sind beispielsweise in US 2010/0055398 A1 oder EP 2 232 526 B1 beschrieben.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zur asymmetrischen alkalischen Textur von Oberflächen ist in DE 10 2013 218 693 A1 beschrieben.

25

Eine Textur kann auch durch ein saures Ätzen erhalten werden, wie es beispielsweise in US 2015/0040983 A1 beschrieben ist.

30

Diamantdraht-gesägte multikristalline Wafer können ebenfalls texturiert werden.

Eine Texturierung kann mit sauren Medien auch unter Verwendung von additiven bzw. organischen Verbindungen erhalten werden. Hierfür kann eine Ätz-Mischung zum Produzieren einer texturierten Oberfläche auf Siliziumsubstraten verwendet werden. Eine derartige Ätz-Mischung kann zumindest ein Polymer aufweisen. Im Speziellen kann ein Polymer verwendet werden, das gegen Salpetersäure und Flusssäure resistent ist und/oder ein hydrophiles Polymer ist. Ein solches als Eindickmittel verwendetes Polymer kann aus der Gruppe

35

bestehend aus Zellulose, insbesondere Methylzellulose, Polyvinylalkohol und Polyethylenoxid gewählt werden. In CN 103132079 A sind Additive beschrieben, die aus Polyvinylalkohol und Polyethylenglykol-Alkohol bestehen.

5 Ein herkömmliches Verfahren wird anhand der Fig. 11 näher erläutert.

Fig. 11 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 1000 gemäß dem Stand der Technik. Ein Schritt 1010 umfasst ein Ätzen des Halbleitersubstrats, um dieses zu texturieren. In einem nachfolgenden Schritt 1020 erfolgt ein Spülen des Halbleitersubstrats,  
10 um Reste von Stoffen oder Materialien zu entfernen, die im Schritt 1010 mit dem Halbleitersubstrat in Verbindung gekommen sind. In einem Schritt 1030 erfolgt eine alkalische Nachreinigung des Halbleitersubstrats. Daraufhin wird erneut der Schritt 1020 ausgeführt, um das Halbleitersubstrat zu spülen. In einem Schritt 1040 erfolgt eine saure Nachreinigung des Halbleitersubstrats. Daraufhin wird das Spülen 1020 erneut ausgeführt, um das Halbleitersubstrat von Rückständen der sauren Nachreinigung 1040 zu reinigen. In einem Schritt  
15 1050 erfolgt eine Trocknung des Halbleitersubstrats.

Nachteilig an diesem Verfahren ist, dass Verunreinigungen auf dem Halbleitersubstrat zurückbleiben können.

20

Wünschenswert wären demnach Verfahren und Vorrichtungen zum Behandeln von Halbleitersubstraten, die eine effektive Reinigung ermöglichen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, ein Verfahren zum Behandeln einer Oberfläche eines texturierten Siliziumsubstrats und eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens zu schaffen, die in hoher Qualität gereinigte Halbleitersubstrate bereitstellen.

25

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

30

Eine Erkenntnis der vorliegenden Erfindung besteht darin, erkannt zu haben, dass durch die alkalische Nachreinigung und die saure Nachreinigung zwar manche Rückstände des Ätzens, insbesondere poröses Silizium und Metallverunreinigungen beseitigt werden können, dass jedoch andere Verunreinigungen zurückbleiben. In Verfahren gemäß Ausführungsbeispielen wird deshalb ein Abreinigen der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats zum Entfernen von organischen Verbindungen durchgeführt. Die organischen  
35

Verbindungen befinden sich auf der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats und können beispielsweise Rückstände des Ätzverfahrens und/oder des Kontakts des Halbleitersubstrats mit anderen Stoffen und/oder Personen sein. Durch Abreinigen der Oberfläche von den organischen Verbindungen wird eine hochgradig saubere texturierte Oberfläche erhalten, die für hochqualitative weiterverarbeitete Produkte verwendet werden kann, etwa Solarzellen. Als Abreinigen wird ein Reinigen durch Entfernen abzureinigender Stoffe verstanden.

Beispiele schaffen ein Verfahren zum Behandeln einer Oberfläche eines texturierten Siliziumsubstrats. Das Verfahren umfasst ein Abreinigen der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats, um ein Entfernen von organischen Verbindungen, die sich auf der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats befinden, zu bewirken. Das Verfahren umfasst ein Entfernen von porösem Silizium an der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats. Das Verfahren umfasst ferner ein Ausführen einer Metallreinigung der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats.

Beispiele schaffen eine Vorrichtung zum Durchführen eines solchen Verfahrens. Eine solche Vorrichtung umfasst eine Prozessmedienbereitstellungseinrichtung zum Bereitstellen von Medien zum Abreinigen, alkalischem Nachreinigen und saurem Nachreinigen der Oberfläche und umfasst eine Substrathandhabungseinrichtung, um das Siliziumsubstrat zu positionieren, um die Oberfläche zu behandeln.

Das Abreinigen zum Entfernen von organischen Verbindungen ermöglicht den Erhalt einer reinen Oberfläche und damit hochwertiger Produkte.

Beispiele der Offenbarung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 1b ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel, bei dem ein Abreinigen einer Oberfläche eines texturierten Siliziumsubstrats erfolgt;

- Fig. 2 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel, das einen optionalen Ätzschritt, optionale Spülschritte und einen optionalen Trocknungsschritt umfasst;
- 5 Fig. 3 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel, das eine Entfernung porösen Siliziums und/oder Metalls umfasst;
- Fig. 4 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel, das eine alkalische Nachreinigung umfasst;
- 10 Fig. 5 ein Ablaufdiagramm einer RCA-Reinigung nach dem Stand der Technik;
- Fig. 6 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß dem Stand der Technik, das dazu genutzt wird, das poröse Silizium zu entfernen und die Metallreinigung auszuführen;
- 15 Fig. 7 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel, das eine ozonbasierten Behandlung aufweist;
- 20 Fig. 8 eine schematische Darstellung einer zum Durchführen eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Offenbarung;
- Fig. 9 eine schematische Darstellung eines alternativen Beispiels einer Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Offenbarung, bei der eine Substrathandhabungseinrichtung als horizontales Transportsystem mit Rollen implementiert ist;
- 25 Fig. 10 eine schematische Darstellung eines alternativen Beispiels einer Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Offenbarung, bei dem eine Prozessmedienbereitstellungseinrichtung ein Prozessmedienbad aufweist; und
- 30 Fig. 11 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 1000 gemäß dem Stand der Technik.
- 35 Im Folgenden werden Beispiele der vorliegenden Erfindung detailliert und unter Verwendung der beigefügten Zeichnungen beschrieben. In der folgenden Beschreibung werden

viele Details beschrieben, um eine gründlichere Erklärung von Beispielen der Offenbarung zu liefern. Es ist jedoch für Fachleute offensichtlich, dass andere Beispiele ohne diese spezifischen Details implementiert werden können. Die Merkmale der unterschiedlichen Beispiele können miteinander kombiniert werden, es sei denn Merkmale einer entsprechenden Kombination schließen sich gegenseitig aus oder eine solche Kombination ist ausdrücklich ausgeschlossen. Im Folgenden werden gleiche Bezugszeichen für Elemente mit gleicher oder ähnlicher Funktionsweise genutzt, so dass auch ohne detaillierte Ausführung hierzu die Beschreibung zu diesen Elementen untereinander austauschbar ist.

10 Fig. 1a zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Verfahren 100 umfasst einen Schritt 110. Der Schritt 110 umfasst ein Abreinigen der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats, um ein Entfernen von organischen Verbindungen, die sich auf der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats befinden, zu bewirken. Der Schritt 110 umfasst ferner ein Entfernen von porösem Silizium an  
15 der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats und ein Ausführen einer Metallreinigung der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats.

Wie es nachfolgend noch näher erläutert wird, kann das Abreinigen, das Entfernen von porösem Silizium und das Ausführen der Metallreinigung auch in zumindest teilweise getrennten Schritten erfolgen, während anders ausgeführt auch zumindest zwei der drei Reinigungsschritte in einem gemeinsamen Schritt ausgeführt werden können oder, wie es in  
20 Fig. 1a dargestellt ist, alle drei Reinigungsschritte in einem gemeinsamen Schritt 110 ausgeführt werden können.

25 Eine Ausführung der der Reinigungsschritte des Entfernen porösen Siliziums, der Metallreinigung und des Entfernen organischer Verbindungen in einem Schritt kann dabei so verstanden werden, dass ein entsprechender Reinigungsschritt, insbesondere ein isolierter und speziell hierauf eingerichteter Reinigungsschritt, etwa in einem separaten Prozessmedienbecken oder einem separaten Abschnitt einer Anlage, während des Verfahrens nicht  
30 noch einmal ausgeführt wird, insbesondere nicht anschließend, zumindest solange keine weitere Verarbeitung des Substrats erfolgt, die zu neuen Verunreinigungen führt, was eine erneute Abreinigung erforderlich machen kann. Das bedeutet, auf die Anordnung entsprechender Einrichtungsabschnitte kann verzichtet werden.

35 Fig. 1b zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 150 gemäß einem Ausführungsbeispiel, bei dem in einem Schritt 160 das Abreinigen der Oberfläche des

texturierten Siliziumsubstrats erfolgt, um ein Entfernen von organischen Verbindungen, die sich auf der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats befinden, zu bewirken. In einem Schritt 170 des Verfahrens 150 erfolgt das Entfernen von porösem Silizium an der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats. In einem Schritt 180 des Verfahrens 150 erfolgt das Ausführen einer Metallreinigung der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats. Eine Reihenfolge der Schritte 160, 170 und 180 ist dabei beliebig. Vor und/oder nach einem der Schritte 160, 170 und/oder 180 kann ein Spülen des Siliziumsubstrats erfolgen, beispielsweise durch Ausführen des Schrittes 1020. Gemeinschaftlich ergeben die Schritte 160, 170 und 180 den Schritt 110 des Verfahrens 100.

10

Nachfolgend wird nun erläutert, wie die einzelnen Schritte 110 bzw. 160, 170 und 180 ausgeführt werden können. Das Abreinigen in dem Schritt 110 und/oder 160 zum Entfernen der organischen Verbindungen kann dabei ganz oder teilweise durch Kontaktieren des Siliziumsubstrats mit einer oxidativen Komponente erfolgen. Beispielhafte oxidative Komponenten sind beispielsweise Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) oder Ozon ( $O_3$ ). Alternativ oder zusätzlich kann das Siliziumsubstrat auch mit einer alkalischen Komponente in Verbindung gebracht werden, beispielsweise Kaliumhydroxid (KOH). Alternativ oder zusätzlich kann auch eine RCA-(Radio Cooperation of America)Reinigung ausgeführt werden, die einen nasschemischen Reinigungsprozess umfasst. Eine RCA-Reinigung kann eine Reinigung des Halbleitersubstrats in zwei Bädern umfassen. Ein erstes Bad kann eine wässrige Lösung mit Ammoniumhydroxid und Wasserstoffperoxid beinhalten. Ein zweites Bad, in welches das Halbleitersubstrat nachfolgend gegeben wird, kann eine wässrige Lösung mit Salzsäure und Wasserstoffperoxid beinhalten. Das Abreinigen kann bei Raumtemperatur ausgeführt werden, kann aber auch in anderen Temperaturbereichen ausgeführt werden. Durch Verwenden eines geringfügig höheren Temperaturbereichs, beispielsweise in einem Bereich zwischen  $40^\circ C$  und  $70^\circ C$  kann eine hohe Effizienz der Reinigung erhalten werden. Das bedeutet, dass das Abreinigen in einem Bad erfolgen kann, etwa in einem sogenannten Batch-Verfahren. Das Verfahren kann auch eine Mehrzahl von Bädern aufweisen, in welche das jeweilige Halbleitersubstrat nacheinander gebracht wird. Alternativ kann auch zumindest ein Bad durch eine Benetzung mit der aufzubringenden Flüssigkeit ersetzt werden, etwa durch Verwendung von Sprühdüsen.

30

Das Entfernen 170 von porösem Silizium an der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats oder der entsprechende Teilschritt in dem Schritt 110 kann durch eine alkalische Nachreinigung und/oder durch die Behandlung mit Ozon erfolgen.

35

Das Ausführen 180 der Metallreinigung der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats oder der entsprechende Teilschritt in dem Schritt 110 kann durch eine saure Nachreinigung und/oder durch die Behandlung mit Ozon erfolgen. Die Metallreinigung 180 und/oder der entsprechende Teilschritt in dem Schritt 110 kann auch durch Kontaktieren des zu reinigenden Halbleitersubstrats mit einer wässrigen Lösung umfassend Wasser und zumindest  
5 eines aus Chlorwasserstoff (HCl) und Flusssäure (HF) erhalten werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch eine Lösung umfassend Flusssäure, Chlorwasserstoff und Ozon verwendet werden.

10 Insbesondere in dem Schritt 110 aber auch in dem Verfahren 150 ist eine Reihenfolge der alkalischen und sauren Nachreinigung beliebig. Das bedeutet, es kann auch, anders als in Fig. 1b dargestellt, auch zuerst der Schritt 180 und dann der Schritt 170 ausgeführt werden. Auch bezüglich des Schrittes 160 ist dabei eine Reihenfolge beliebig, das bedeutet, der Schritt 160 kann vor oder nach dem Schritt 170 und/oder vor oder nach dem Schritt 180  
15 ausgeführt werden. Die alkalische Nachreinigung kann beispielsweise durch Ausführen des Schritts 1030 erhalten werden. Die saure Nachreinigung kann beispielsweise durch Ausführen des Schritts 1040 ausgeführt werden.

Alternativ kann zum Erhalten der Reinigung von allen drei Bestandteilen, den organischen  
20 Verbindungen, dem porösen Silizium und der Metallverunreinigungen, auch Ozon verwendet werden. Durch die Verwendung von Ozon wird es möglich, die Schritte 160 oder 170 und/oder 180 miteinander zu kombinieren, um zumindest zwei der Schritte 160, 170 und 180 in einem gemeinsamen Schritt auszuführen. Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann dies auch so ausgeführt werden, dass die Schritte 160, 170 und 180 gemeinsam in dem  
25 Schritt 110 ausgeführt werden. Das bedeutet, dass das Abreinigen in dem Schritt 160 und/oder 110 auch ein Entfernen von porösem Silizium (Schritt 170) und/oder Texturadditiven, und/oder Metallen (Schritt 180) bewirken kann.

Die Verwendung von Ozon in den Schritten 160, 170 und/oder 180 kann auch als Ozon-  
30 basierte Behandlung der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats verstanden werden. Eine beispielhafte Ozonkonzentration für einen derartigen Schritt kann in einem Bereich von 1 ppm bis 150 ppm, von 5 bis 150 ppm oder von zumindest 10 bis 150 ppm aufweisen. Ausführungsbeispiele beziehen sich uneingeschränkt auch auf Untergrenzen von mehr als 30 ppm, etwa 31 ppm oder mehr, 35 ppm oder mehr, 40 ppm oder mehr oder gar 100 ppm  
35 oder mehr unter gleichzeitiger Verwendung der genannten Obergrenzen.

Unter Bezugnahme sowohl auf das Verfahren 150 aus Fig. 1b als auch auf das Verfahren 100 aus Fig. 1a werden bevorzugte Ausgestaltungen der Verfahren 100 und 150 erläutert. Unabhängig davon, ob die Reinigung in drei Schritten, reduziert auf zwei Schritte oder gemeinsam in einem Schritt unternommen werden, kann eine Kombination aus Ozon mit  
5 Flusssäure (HF) und/oder HCl zusätzlich zur oxidativen Entfernung organischer Materialien durch Ozon, d. h., das Ozon baut die organischen Verbindungen ab, durch einen abtragenden Mechanismus gleichzeitig organische Rückstände entfernt werden können, indem die Verunreinigungen oder Rückstände abgelöst werden, indem der Untergrund oder das Substrat geätzt wird. Hierfür sehen Ausführungsbeispiele vor, eine Konzentration von höchstens 1 % HF und/oder HCl zu verwenden. Bspw. entfernt das HF Siliziumoxid und durch  
10 das Entfernen der Oxidschicht werden auch auf der Oberfläche anhaftende organische Verunreinigungen oder deren Abbauprodukte abgelöst.

Durch Zugabe von HCl kann die Kombination HF/HCl und Ozon zusätzlich Metallverunreinigungen entfernt werden.  
15

Die HF-Konzentration wird im Rahmen der beschriebenen Ausführungsbeispiele bei höchstens 1,5 % oder höchstens 1 % gehalten, bevorzugt zwischen 0,05 % und 0,5 %.

20 Die HCl-Konzentration wird im Rahmen der beschriebenen Ausführungsbeispiele bei höchstens 1,5 % oder höchstens 1 % gehalten, bevorzugt zwischen 0,05 % und 0,5 %.

Zum Erreichen der gewünschten Ergebnisse genügen kurze Behandlungszeiten, die kürzer sein können als 5 min, bevorzugt zwischen 0,5 Minuten und 3,5 Minuten.

25

Die Lösung kann bevorzugt einen pH-Wert in einem Bereich von zumindest 0 und höchstens 7 aufweisen und bei einer Prozesstemperatur von zumindest 5°C und höchstens 80°C verwendet werden. Bevorzugt werden Temperaturen von zumindest 20°C und höchstens 65°C oder von zumindest 50°C und höchstens 65°C. Bevorzugt wird die Lösung auf Temperaturen oberhalb der Raumtemperatur erwärmt nämlich unter Berücksichtigung der  
30 Obergrenze von 80°C, 65°C oder 50°C auf Temperaturen von zumindest 30°C, zumindest 35°C oder zumindest 40°C, da mit steigender Temperatur die Löslichkeit von organischen Verbindungen / Rückständen verbessert wird und somit kleine oder kurze Aufnahmestrecken für das Einbringen des Ozons in die Lösung und/oder hohe Ozonkonzentrationen ermöglicht werden. Erhöhte Temperaturen bieten sich somit bei hohem Verschmutzungsgrad  
35 mit Metallverunreinigung und/oder kurzen Behandlungszeiten an.

Gemäß Ausführungsbeispielen kann eine hohe Ozonkonzentration bis in etwa 150 ppm verwendet werden, oder diese gar übersteigen. Bei zunehmender Ozonkonzentration sehen Ausführungsbeispiele vor, die Temperatur von den beschriebenen 23°C zu reduzieren, um  
5 eine gute Ozonlöslichkeit in dem Medium zu erhalten.

Fig. 2 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 200 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Verfahren 200 umfasst mehrere optionale Schritte, darunter einen optionalen Schritt 210, in welchem ein Ätzen des Halbleitersubstrats erfolgt, etwa um eine  
10 Texturierung von zumindest einer Oberfläche des Halbleitersubstrats zu erhalten. Während dem Ätzen können organische Verunreinigungen entstehen. Ein Grund hierfür ist, dass verwendete Texturadditive organische Verbindungen enthalten können und während oder nach dem Ätzschritt auf der Oberfläche verweilen können.

15 Ein oder mehrere Ziele des Ätzens 210 und/oder ein Hauptfokus hiervon können auf einer sauren isotropen Textur liegen, die mit einem Additiv versehen ist, um multikristalline Diamantdraht-gesägte Siliziumsubstrate zu behandeln. Das Additiv kann hierbei organisch oder anorganisch sein. Ein verwendetes Additiv kann als Bestandteil ein Polymer umfassen. Das Ätzen 210 kann auf verschiedene Arten ausgeführt werden. Eine Art ist beispielsweise  
20 ein metallunterstütztes chemisches Ätzen unter Verwendung von Metallpartikeln. Dies kann auch mit dem englischen Fachbegriff „Metal Assisted Chemical Etching (MACE)“ beschrieben werden. Es kann auch eine saure isotrope Textur, d. h., Stoffgemisch, verwendet werden. Eine solche saure isotrope Textur mit organischen und/oder anorganischen Additiven kann beispielsweise eine Kombination aus Flusssäure, Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>) und zumindest  
25 einem Additiv sein. Optional kann auch Wasser hinzugefügt werden, so dass die saure isotrope Textur mit Additiv auch eine Kombination aus Flusssäure, Salpetersäure, Wasser und dem Additiv sein kann. In der Ätzlösung kann, wie in DE 10 2016 210 883 A1 beschrieben, mit geringem Anteil von maximal wenigen Gew.% ein Additiv aus der Gruppe bestehend aus Alkohol, Tensid, Glykol enthalten sein. Durch das Ätzen 110. Durch das Ätzen  
30 210 können Ätzraten und das Erscheinungsbild der Halbleitersubstratoberfläche abhängig von der Temperatur und/oder der Zeit eingestellt werden.

Typischerweise können Temperaturbereiche im Bereich von 10°C bis 30°C und Ätzdauern im Bereich von 0,5 Minuten bis 10 Minuten verwendet werden. Additive und/oder additive  
35 Rückstände können an der Oberfläche anhaften und das Benetzungsverhalten für weitere Schritte verändern und/oder das Angreifen von weiteren Ätzmitteln inhibieren, d. h.

hemmen. Das Additiv kann eine oder mehrere Komponenten aufweisen und somit auch als ein Additiv oder eine Kombination aus mehreren Additiven verstanden werden. Die Verwendung von mehreren Additiven kann so erfolgen, dass die Kombination der Additive erst in einer Lösung oder in dem verwendeten Bad zusammenwirken, das bedeutet, dass bei  
5 Kombination der Additive für sich genommen noch keine Interaktion stattfindet. Das Ablösen von Verunreinigungen auf dem Wafer, etwa Metalle und/oder Metallionen, kann ebenfalls inhibiert werden.

Alternativ oder zusätzlich kann auch ein elektrochemisches Ätzen ausgeführt werden. Weitere Beispiele zur Verwendung während des Ätzverfahrens sind beispielsweise eine chemische Kantenisolation, eine Glättung der Oberfläche, d. h., Ausführen einer Politur, eine selektive Emitterentfernung, eine Entfernung von Sägeschäden, insbesondere bei Diamantdraht-gesägten Siliziumsubstraten, eine Behandlung lediglich einer Hauptseite (einseitige Behandlung) oder eine Behandlung beider Hauptseiten (zweiseitige Behandlung).  
10 Das bedeutet, die Verwendung einer sauren isotropen Textur kann optional unter Verwendung eines Additivs erfolgen, wobei dieses Additiv organisch oder anorganisch sein kann. In einem Beispiel kann das Ätzen ohne Additiv durchgeführt werden.

Das Ätzen 210 kann zu Rückständen auf zumindest einer der Oberflächen des Halbleitersubstrats führen. Diese Rückstände können ein poröses Silizium sein, können alternativ oder zusätzlich Metallverunreinigungen umfassen, können aber auch alternativ oder zusätzlich organische Verunreinigungen umfassen. Zum Entfernen, insbesondere der Additivkomponenten, kann ein optionaler Schritt 220 ausgeführt werden, in welchem ein Spülen des Halbleitersubstrats erfolgt. Das Spülen 220 bzw. die Entfernung der Additivkomponenten kann in mindestens einem Schritt und/oder einem Durchgang erfolgen. Das bedeutet, es kann auch öfters gespült werden. Das Spülen 220 kann die Kontaktierung des Halbleitersubstrats mit Wasser umfassen, das bedeutet, ein Medium des Spülvorgangs 220 kann Wasser sein. Alternativ oder zusätzlich kann auch Ozon, Flusssäure, Chlorwasserstoff und/oder andere Mittel verwendet werden. Der Spülvorgang 220 kann in einem Temperaturbereich von beispielsweise zumindest 5°C und höchstens 90°C erfolgen, beispielsweise um das Sieden von Wasser zu vermeiden. Beispielsweise kann ein Spülvorgang, der mit dem Fachbegriff „Quick Dump Rinse“ bezeichnet werden kann, verwendet werden. Es können Überlaufspüler und/oder Kaskadenspüler eingesetzt werden. Beispielsweise kann ein Spülvorgang einen festen Verbrauch an Spülmedium beinhalten, vorteilhafterweise kann  
20  
25  
30  
35 der Spülvorgang dynamisch auf den Verunreinigungsgrad des Wafers und/oder des Spülmediums angepasst werden.

Der Schritt 220 kann insbesondere dann ausgeführt werden, wenn das Verfahren den Schritt 210 umfasst.

- 5 Alternativ zu dem Schritt 210 kann für das Abreinigen und/oder die Entfernung von porösem Silizium und/oder Metall auch ein vorgeätztes Halbleitersubstrat bereitgestellt werden.

In beiden Fällen erfolgt in einem Schritt 230 des Verfahrens 200 ein Abreinigen von organischen Verbindungen von dem Halbleitersubstrat, etwa der im Schritt 210 entstandenen.

- 10 Dies kann beispielsweise im Rahmen des Schritts 110 und/oder des Schritts 160 erfolgen. Gleichzeitig können hierdurch Metallverunreinigungen auftreten.

Das Verfahren 200 umfasst ferner einen optionalen Schritt 240, in welchem ein erneutes Spülen des Halbleitersubstrats erfolgen kann, insbesondere, wenn das Abreinigen 230 und  
15 das Entfernen des porösen Siliziums und/oder das Ausführen der Metallreinigung in zumindest zwei Schritten erfolgt.

- Das Verfahren 200 umfasst einen Schritt 250, in welchem die Entfernung von porösem Silizium und/oder von Metall durch eine ozonbasierte Behandlung erfolgt. Hier können  
20 bspw. die im Schritt 230 auftretenden Metallverunreinigungen entfernt werden. In diesem Fall sind beispielsweise die Schritte 170 und 180 miteinander kombiniert, wobei für die Kombination die ozonbasierte Behandlung verwendet wird. Insbesondere bei Verwendung der ozonbasierten Behandlung in dem Schritt 250 können die Schritte 230 und 250 auch  
25 gemeinsam, d. h. zeitgleich, durchgeführt werden, so dass auf den Schritt 240 ohne Einschränkung allein deswegen verzichtet werden kann, da die Abreinigung der organischen Verbindungen, das Entfernen des porösen Siliziums und/oder die Metallreinigung zeitgleich erfolgt.

- Es zeigt sich, dass durch die wechselseitige Erzeugung neuer Verunreinigungen durch Aus-  
30 führen der Reinigungsschritte 210 und 230 ein Verbesserungspotential darin besteht, diese neu erzeugten Verunreinigungen im gleichen Schritt gleich wieder mit zu entfernen oder dadurch zu verhindern. Dies ermöglicht, dass eine geringe Abmessung der entsprechenden Anlage erhalten werden kann, bspw. wenn ein gemeinsames Becken, Bad oder ein gemeinsamer Behandlungsbereich für alle drei Reinigungsschritte genutzt wird.

Das Verfahren kann basierend auf unterschiedlichen Einstellungsparametern und/oder verwendeten Materialien so angepasst werden, dass die ozonbasierte Behandlung ausgelegt ist, um eines oder mehrere des alkalischen Nachreinigens, des Entferns porösen Siliziums, der Metallreinigung und des Entferns von organischen Verbindungen zu bewirken.

5 Bspw. kann eine Hinzugabe von Komponenten, Bestandteilen oder Additiven in das Reinigungsmedium unterschiedliche Einstellungen bewirken. Gemäß einem Ausführungsbeispiel können alle drei Reinigungsschritte in einem gemeinsamen Becken bei zumindest näherungsweise konstanten Bedingungen erhalten werden. Eine Reinigung von organischen Verunreinigungen kann dabei besonders effektiv bei höheren Temperaturen und höherer Ozonkonzentrationen durchgeführt werden und kann – für sich genommen – auch lediglich mit  
10 Ozon und Wasser durchgeführt werden. Eine zusätzliche Entfernung von porösem Silizium kann durch Hinzugabe von Flusssäure erhalten werden. Es ist bekannt, eine Metallreinigung nur mit HF / HCl durchzuführen. Eine Verwendung einer Kombination aus Flusssäure, Chlorwasserstoff und Ozon und/oder eine Kombination aus Flusssäure und Ozon ermöglicht das gleichzeitige Ausführen aller drei Schritte, der Entfernung organischer Verbindungen,  
15 der Metallrückstände und des porösen Siliziums.

Im Nachgang hierzu kann in einem optionalen Schritt 260 ein erneuter Spülvorgang durchgeführt werden. Nachfolgend hierzu umfasst das Verfahren 200 einen Schritt 270, in welchem ein Trocknen des Halbleitersubstrats erfolgt. Der Schritt 270 kann nach dem Abreinigen erfolgen. Die Trocknung kann in einem Temperaturbereich von zumindest 0°C erfolgen, d. h., einem Zustand, in welchem Wasser flüssig vorliegt, um eine Verdunstung des Grundstoffs Wasser zu ermöglichen. Bevorzugt wird ein Temperaturbereich von zumindest 25°C und höchstens 100°C. Die Temperatur kann über einen Verlauf des Schritts 270 konstant oder variabel sein. Beispielsweise kann ein variabler Temperaturverlauf mit zunehmender Temperatur dazu beitragen, einen Materialstress in dem Halbleitersubstrat gering zu halten. Bei geringen Temperaturen oder geringen Temperaturunterschieden kann auf einen derartigen Schritt der Temperaturanpassung auch verzichtet werden. Der Schritt 270 kann im Medium Luft ausgeführt werden. Alternativ oder zusätzlich kann anstelle von Luft  
25 oder zusätzlich zur Luft auch ein Inertgas angeordnet sein. Der Schritt 270 kann auch unter Verwendung eines IPA-Trockners ausgeführt werden (IPA = Isopropylalkohol). Alternativ oder zusätzlich kann auch eine Heißluft verwendet werden, die beispielsweise einen Stickstoffstrom über das Halbleitersubstrat leitet.

35 Der Schritt 260 kann nach der ozonbasierten Behandlung und vor einer Trocknung in dem Schritt 270 erfolgen bzw. vor einem Ende des Verfahrens erfolgen. Das Ende des

Verfahrens kann ein Ablegen des Halbleitersubstrats umfassen, was ebenfalls als ein Trocknen verstanden werden kann, beispielsweise bei Umgebungsluft. Der Schritt 260 kann durch Benetzen des Halbleitersubstrats mit einem Medium, das zumindest eines aus Wasser, Ozon, Flusssäure und/oder Chlorwasserstoff umfasst, beinhalten. Eine eventuelle  
5 Ozonkonzentration liegt dabei im Bereich von 1 ppm bis 5 ppm oder weniger. Die Zeit, mit der das Halbleitersubstrat in dem Schritt 260 mit Ozon in Kontakt kommt und/oder die Konzentration desselben ist dafür ausgebildet, um eventuelle Rückstände des Schrittes 270 abzureinigen, während in dem Schritt 750 eine Behandlung des Substrats selbst mit Ozon erfolgen kann.

10

Wie die anderen Spülschritte, kann das Spülen im Schritt 260 in einem Temperaturbereich von 5°C bis 90°C durchgeführt werden.

15

Fig. 3 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 300 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Verfahren 300 unterscheidet sich bezüglich eines Schrittes 350 von dem Verfahren 200. Der Schritt 350 wird anstelle des Schrittes 250 ausgeführt und umfasst die Entfernung des porösen Siliziums und/oder des Metalls. Während dies im Verfahren 200 durch die ozonbasierte Behandlung, gegebenenfalls kombinatorisch, erhalten wird, kann im Schritt 350 auch ein anderer Schritt zum Entfernen des porösen Siliziums und/oder  
20 des Metalls ausgeführt werden, beispielsweise indem eine alkalische Nachreinigung ausgeführt wird und/oder indem eine saure Nachreinigung ausgeführt wird. Es versteht sich, dass in dem Schritt 350 auch mehrere Teil-Schritte ausführbar sind. Gemäß Ausführungsbeispielen kann ein Verfahren auch die Schritte 250 und 350 aufweisen.

25

Fig. 4 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 400 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Verglichen mit den Verfahren 200 und 300 unterscheidet sich das Verfahren 400 von diesen Ausführungsbeispielen, dass das Verfahren einen Schritt 451 umfasst, in welchem eine alkalische Nachreinigung erfolgt. Dieser Schritt kann nach dem optionalen Schritt 240 erfolgen. In einem Schritt 452, der nach dem Schritt 451 ausführbar ist,  
30 erfolgt ein Spülen des Halbleitersubstrats. Der Schritt 452 kann gleich oder ähnlich ausgeführt werden, wie der Schritt 220. Nach dem Schritt 452 kann eine saure Nachreinigung in einem Schritt 453 ausgeführt werden, in welchem beispielsweise die Metallreinigung durchgeführt wird.

35

Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der vorliegenden Beispiele kann die ozonbasierte Behandlung eingesetzt werden, um das poröse Silizium zu entfernen und/oder die

Metallreinigung auszuführen, das bedeutet, die Metallrückstände zu entfernen. Zwar ist es beispielsweise aus US 6,503,333 B2 bekannt, Ozon zum Spülen zu verwenden, wie es beispielsweise anhand der Fig. 5 gezeigt ist. Die dort beschriebenen Schritte 32 und 36 beziehen sich auf die beiden Bäder der RCA-Reinigung, wobei nach jedem Bad eine Quick-Dump-Rinse-Spülung umfassend Ozon ( $O_3$ ) ausgeführt wird. Auch in DE 10 2010 054 370 A1 ist eine Verwendung von Ozon zur Reinigung beschrieben. Der alkalische Ätzprozess ist mit einem zusätzlichen Reinigungsschritt unter Verwendung von Flusssäure und Ozon kombiniert, um eine polierte und saubere Oberfläche bereitzustellen, die für eine  $SiO_2/SiN_x$ -Stapelpassivierung verwendet wird. Hier erfolgt jedoch lediglich ein Entfernen von Reinigungsmittelrückständen.

Demgegenüber bietet der Einsatz der ozonbasierten Behandlung in dem Schritt 250 die Möglichkeit, die Anzahl der chemischen Prozessschritte zu verringern, da gleichzeitig die porösen Silizium-Materialien als auch die Metalle und gegebenenfalls auch die organischen Verbindungen abgereinigt werden können. Damit kann auch eine Reduzierung der Anzahl der Spülschritte erhalten werden. Dies ermöglicht die Verringerung der Prozesszeit und mithin eine Durchsatzerhöhung bezogen auf bestehende Anlagen und/oder Prozesse. Ferner wird eine Verringerung des Chemikalienverbrauchs ermöglicht und eine geringere Abmessung der sequenziell arbeitenden Anlagen, das bedeutet, kürzere Anlagen. Daraus ferner erhaltene Vorteile, insbesondere wenn der geringe Chemikalienverbrauch in der Vermeidung von Chlorwasserstoff, Kaliumhydroxid und/oder Wasserstoffperoxid besteht, liegt in den geringen Kosten zum Betrieb der Anlage. Auch die geringere Anzahl von Reinigungsschritten ermöglicht den Erhalt geringerer Kosten. Indirekt können auch Entsorgungskosten gespart werden, da weniger (unterschiedliche) Abwasserarten erhalten werden.

Vorliegend wurde jedoch erkannt, dass Ozon zum Entfernen von porösem Silizium und/oder ausführender Metallreinigung und/oder dem Abreinigen von den organischen Verbindungen durch Behandeln der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats mit der ozonbasierten Behandlung erfolgen kann.

Fig. 6 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 600 gemäß dem Stand der Technik, das dazu genutzt wird, das poröse Silizium zu entfernen und die Metallreinigung auszuführen. Hierfür weist das Verfahren 600 einen Schritt 630 auf, der beispielsweise als Schritt 1030 des Verfahrens 1000 implementierbar ist und dazu genutzt wird, um das poröse Silizium zu entfernen. Ferner weist das Verfahren 600 einen Schritt 640 auf, der

zur Metallreinigung eingesetzt wird, etwa unter Ausführung des Schritts 1040 des Verfahrens 1000.

Fig. 7 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 700 gemäß einem Ausführungsbeispiel, das einen Schritt 750 der ozonbasierten Behandlung aufweist. Mittels des Schrittes 750 können nicht nur die Schritte 630 und 640 des Verfahrens 600 ausgeführt werden, sondern auch der Schritt 160 des Abreinigens der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats von den organischen Verbindungen.

Die ozonbasierte Behandlung kann somit das Ätzen von porösem Silizium, d. h., die Entfernung desselben, und die Metallreinigung in einem Schritt kombinieren. Alternativ oder zusätzlich kann die Ozonbehandlung auch für eine Beseitigung von organischen Rückständen verwendet werden. Die Ozonbehandlung 750 kann beispielsweise in mindestens einem Schritt ausgeführt werden, das bedeutet, sie kann auch wiederholt bzw. iterativ ausgeführt werden.

Ozonkonzentrationen von Ozon, das bspw. in einer flüssigen, etwa wässrigen Lösung in einem Bad enthalten ist, in welches das Halbleitersubstrat getaucht wird oder welche über das Halbleitersubstrat gesprüht wird, kann in einem Bereich von zumindest 1 bis höchstens 150 ppm liegen. Bevorzugt werden Konzentrationen von zumindest 5 oder zumindest 10 ppm. Eine derartige Lösung kann Wasser, eine Säure, Flusssäure und/oder Chlorwasserstoff umfassen. Die Lösung kann bevorzugt einen pH-Wert in einem Bereich von zumindest 0 und höchstens 7 aufweisen und bei einer Prozesstemperatur von zumindest 5°C und höchstens 80°C verwendet werden. Bevorzugt werden Temperaturen von zumindest 20°C und höchstens 65°C oder von zumindest 50°C und höchstens 65°C. Das bedeutet, dass bei der ozonbasierten Behandlung das Ozon möglicherweise in einer wässrigen Lösung gelöst oder ein Bestandteil hiervon ist, so dass ein Benetzen des Halbleitersubstrats mit der wässrigen Lösung dazu führt, dass die wässrige Lösung mit dem Halbleitersubstrat bzw. den Rückständen darauf reagieren kann. Das Ozon kann neben der Form im gelösten Zustand, auch in Form von elementaren Gasblasen vorkommen. Hierbei handelt es sich um die Kombination von gelöstem Ozon und gasförmigen Ozon. Die Ozongasblasen können in einem Beispiel positiv die Anströmung an den Wafer beeinflussen und Rückstände effektiver von der Oberfläche entfernen. Das Benetzen kann mittels eines Bades, in welches das Halbleitersubstrat eingebracht wird, erfolgen und/oder mittels eines Besprühens.

Die beschriebenen Verfahren können in hierfür ausgelegten Vorrichtungen ausgeführt werden. Hierfür sind sowohl Anwendungen als Batch-Verfahren (Vorrichtungen mit mehreren Wannen) oder Inline-Verfahren (Vorrichtungen zum Besprühen des Halbleitersubstrats) vorgesehen. Das bedeutet, es sind Vorrichtungen mit zumindest einem Bad und/oder einer  
5 Wanne zum Aufnehmen des Wafers vorgesehen und/oder es ist zumindest eine Transportstrecke vorgesehen, entlang derer der Wafer behandelt wird. Dies kann beispielsweise mittels Besprühen oder dergleichen erfolgen. In einem Batch-Verfahren wird der Wafer in die Prozesslösung getaucht, während er bei Inline-Verfahren während des Transports behandelt wird.

10

Die ozonbasierte Behandlung ist besonders vorteilhaft kombinierbar mit der Bereinigung der organischen Stoffe. Ein derartiges Verfahren kann somit auch als Verfahren zur Behandlung von geätzten Oberflächen eines Halbleitersubstrats unter Verwendung von ozonhaltigem Medium bezeichnet werden. Die hierin und in diesem Zusammenhang beschriebenen Ausführungsbeispiele beziehen sich insofern auf ein Verfahren und eine Vorrichtung  
15 zur Behandlung eines texturierten Siliziumsubstrats und insbesondere ein Verfahren zum Reinigen unter Verwendung eines ozonhaltigen Mediums. Dabei wird, im Vergleich zum Stand der Technik, nicht auf das Abspülen abgestellt, sondern auf einen separaten Schritt unter Verwendung des ozonhaltigen Mediums, in welchem die entsprechenden und zu entfernenden Stoffe durch das Ozon mit entfernt werden. Das bedeutet, das Ozon interagiert mit dem Halbleitersubstrat bzw. den Rückständen.

20

Unter erneuter Bezugnahme auf die Fig. 7 ist der Schritt 210 zum Ätzen des Halbleitersubstrats ebenfalls optional. Wenn das Verfahren 700 so ausgestaltet ist, dass es den Schritt  
25 210 umfasst, so kann dieser vor dem ozonbasierten Behandeln 750 durchgeführt werden und ausgeführt werden, um das texturierte Siliziumsubstrat zu erhalten. Wie bereits vorangehend erläutert, kann das ozonbasierte Behandeln mit Flußsäure und/oder Chlorwasserstoff ausgeführt werden. Auch hier kann das Ätzen zumindest eines aus einem metallunterstützten chemischen Ätzen, einem elektrochemischen Ätzen, einem Ätzen mit saurer  
30 isotroper Textur und/oder einem Ätzen mit saurer isotroper Textur mit organischen und/oder anorganischen Additiven umfassen. Das Ätzen kann alternativ oder zusätzlich eine chemische Kantenisolation und/oder eine Glättung der Oberfläche und/oder eine selektive Emittenterentfernung und/oder eine Sägeschadenentfernung und/oder eine einseitige Behandlung oder zweiseitige Behandlung umfassen.

35

- Fig. 8 zeigt schematisch ein Beispiel einer Vorrichtung 80 zum Durchführen eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Offenbarung. Die Vorrichtung 80 umfasst eine Prozessmedienbereitstellungseinrichtung zum Bereitstellen von Medien zum Abreinigen, alkalischem Nachreinigen und saurem Nachreinigen der Oberfläche. Die Vorrichtung 80 umfasst ferner
- 5 eine Substrathandhabungseinrichtung, die konfiguriert ist, um das Substrat 82 zu positionieren. Bei dem Substrat 82 kann es beispielsweise um einen Wafer handeln. Genauer gesagt kann die Prozessmedienbereitstellungseinrichtung so ausgeführt sein, dass sie Rollen 86 aufweist, die einen Transport und eine Benetzung des Substrats 82 mit einem sauren oder alkalischen und/oder ozonhaltigen Medium ermöglichen. Bspw. kann zumindest eine
- 10 der Rollen 86 einen Hohlraum zur Aufnahme des Mediums aufweisen und so gebildet sein, dass das Medium durch eine Mantelfläche hindurch an das Substrat gelangen kann, bspw. über eine poröse Oberfläche der Rolle. Alternativ oder zusätzlich kann die Prozessmedienbereitstellungseinrichtung ein Medienbecken aufweisen, in dem sich das saure oder alkalische und/oder ozonhaltige Medium befindet. Es versteht sich, dass die Vorrichtung 80 meh-
- 15 rere Rollen und/oder Medienbecken aufweisen kann, um das Substrat 82 mit unterschiedlichen Medien in Verbindung zu bringen. Alternativ kann auch die Rolle und/oder das Becken zwischen einzelnen Schritten geleert, gegebenenfalls gereinigt und neu befüllt werden.
- 20 Die Substrathandhabungseinrichtung weist Rollen 86 auf, über die das Substrat 82 transportiert wird. Die Rollen 86 können ein horizontales Transportsystem darstellen, das bedeutet, es kann eine Funktionsintegration zwischen Prozessmedienbereitstellungseinrichtung und Substrathandhabungseinrichtung erfolgen. Die Rollen 86 können die Funktion haben, das Medium zu der Unterseite des Substrats 82 zu transportieren. Beispielsweise können
- 25 die Rollen 86 zu diesem Zweck zumindest teilweise in dem Medium angeordnet sein und eine poröse oder schwammartige Oberfläche aufweisen oder das Medium aus einem inneren Hohlkörper bereitstellen. Dadurch kann die Unterseite des Substrats 82 mit dem Medium benetzt und somit behandelt werden.
- 30 Fig. 9 zeigt ein alternatives Beispiel einer Vorrichtung 90 zum Durchführen eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Offenbarung, bei der die Substrathandhabungseinrichtung wiederum als horizontales Transportsystem mit Rollen 86, über die das Substrat 82 transportiert wird, implementiert ist. Die Vorrichtung 90 kann ähnlich der in DE 10 2009 060 931 A1 oder
- 35 WO 2011/076920 A1 beschriebenen Vorrichtung sein, so dass bspw. die Vorrichtung 90 zur Behandlung von Silizium-Wafern 82 als Siliziumsubstrate dargestellt ist, und zwar in Durchlaufrichtung dieser Silizium-Wafer 82. Dabei liegen sie entlang einer horizontalen

Transportbahn, die von Transportrollen 86 auf Transportwellen 87 gebildet ist. Mehrere Silizium-Wafer können dabei nebeneinander durch die Anlage 90 gefahren werden und viele hintereinander mit geringem Abstand. Oberhalb der Transportbahn entlang der das Substrat 82 bewegt wird, kann die Prozessmedienbereitstellungseinrichtung ein Schwallrohr 94  
5 als Benetzungsvorrichtung vorgesehen umfassen, welches einen Abstand von wenigen Zentimetern zu der Oberseite der Substrate 82, etwa Silizium-Wafer aufweist und über die gesamte Breite der Transportbahn reicht. Das Schwallrohr 94 oder mehrere Schwallrohre 94 hintereinander überdecken die Transportbahn in der Länge. Der Abstand der Schwallrohre 94 kann beispielsweise etwa 15 cm betragen, möglicherweise aber auch etwas mehr  
10 oder etwas weniger oder sich auch im Verlauf der Transportbahn ändern.

Des Weiteren kann an dem Schwallrohr 94 eine Nachdosierung 98 zum Nachdosieren von Additiv als separater Anschluss vorgesehen sein. Hier kann ein eingangs genanntes Additiv oder mehrere davon nachdosiert bzw. der Ätzlösung 85 zudosiert werden. Dies kann derart  
15 kurz vor dem Ausbringen der Ätzlösung 85 aus dem Schwallrohr 94 erfolgen, dass eine Verdunstung der vorgenannten leicht flüchtigen Additive sehr gering gehalten wird oder ganz vermieden werden kann.

Das Schwallrohr 94 weist an seiner Unterseite mehrere Schwalldüsen 96 auf, die als einfache Löcher, Öffnungen oder Schlitze ausgebildet sein können. Durch sie kann das Medium bzw. die Ätzlösung 85 austreten und auf die Oberseite des Silizium-Wafers 82 kommen und sich dort verteilen, wie es dargestellt ist. Im Gegensatz zu der in DE 10 2009 060 931 A1 beschriebenen alkalischen Ätzlösung kann eine andere, bspw. saure Ätzlösung verwendet  
20 werde, wie es bspw. in der DE 10 2007 063 202 A1 beschrieben ist, wobei zusätzlich das Abreinigen erfolgt. Ein dort beschriebenes Verfahren kann in zwei Schritten ausgeführt werden. Bei beiden Schritten können saure Ätzlösungen verwendet werden. Bei dem ersten Schritt erfolgt eine Fokussierung auf die Textur der Oberseite, und im zweiten Schritt auf eine Politur von der Unterseite. Zwischen den Schritten kann ein Spülen mit Wasser erfolgen.  
25

30

Gemäß einer Ausführungsform kann die Prozessmedienbereitstellungseinrichtung alternativ oder zusätzlich zu den Schwalldüsen 96 untere Sprühdüsen und obere Sprühdüsen aufweisen, um das Medium von beiden Seiten bezüglich des Substrats 82 bereitzustellen, um beide Hauptoberflächen des Wafers 82 zu behandeln. Alternativ können Sprühdüsen nur  
35 auf einer Seite vorgesehen sein. Obwohl in Fig. 9 fünf Schwalldüsen 96 auf gezeigt sind,

kann eine andere Anzahl, z. B. nur eine Schwalldüse oder eine höhere Anzahl, etwa zwei, drei, vier, sechs, zehn oder mehr, vorgesehen sein.

Fig. 10 zeigt ein alternatives Beispiel einer Vorrichtung 120 zum Durchführen eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Offenbarung, bei dem die Prozessmedienbereitstellungseinrichtung ein Prozessmedienbad 122, in dem sich das Medium 84, beispielsweise ein saures Medium, befindet, aufweist.

Eine Substrathandhabungseinrichtung 124, die in Fig. 10 lediglich sehr schematisch gezeigt ist, ist ausgebildet, um das Substrat 82 beispielsweise in waagerechter Ausrichtung (linker Teil von Fig. 10) oder in vertikaler Ausrichtung (rechter Teil von Fig. 10) in das Medium 84 einzutauchen. Die Substrathandhabungseinrichtung 124 kann zu diesem Zweck geeignete Halter oder Greifer aufweisen, um Substrate einzeln oder mehrere Substrate gleichzeitig zu halten bzw. zu greifen und in das Medium 84 einzutauchen.

Bei Beispielen kann die Substrathandhabungseinrichtung Transportrollen oder in DE 10 2012 210 618 A1 näher beschriebene Transportketten aufweisen, die ausgebildet sind, um ein Substrat oder mehrere Substrate schwimmend über die Oberfläche des Mediums 84 zu führen oder die ausgebildet sind, um ein Substrat oder mehrere Substrate in das Medium 84 einzutauchen.

Das Medium 84 kann jeweils zumindest ein Medium des jeweiligen Prozessschrittes sein, die im Zusammenhang mit den Verfahren der hierin dargelegten Offenbarung beschrieben sind.

Obwohl einige Aspekte der vorliegenden Offenbarung als Merkmale im Zusammenhang mit einer Vorrichtung beschrieben wurden, ist es klar, dass eine solche Beschreibung ebenfalls als eine Beschreibung entsprechender Verfahrensmerkmale betrachtet werden kann. Obwohl einige Aspekte der vorliegenden Offenbarung als Merkmale im Zusammenhang mit einem Verfahren beschrieben wurden, ist klar, dass eine solche Beschreibung auch als eine Beschreibung entsprechender Merkmale einer Vorrichtung bzw. der Funktionalität der Vorrichtung betrachtet werden kann.

Die oben beschriebenen Beispiele sind nur darstellend für die Grundsätze der vorliegenden Offenbarung. Es ist zu verstehen, dass Modifikationen und Variationen der Anordnungen und der Einzelheiten, die beschrieben sind, für Fachleute offensichtlich sind. Es ist daher

beabsichtigt, dass die Offenbarung nur durch die beigefügten Patentansprüche und nicht durch die spezifischen Einzelheiten, die zum Zwecke der Beschreibung und Erklärung der Beispiele dargelegt sind, begrenzt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Behandeln einer Oberfläche eines texturierten Siliziumsubstrats, das  
5 ein
- Abreinigen (110; 160; 230; 750) der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats, um ein Entfernen von organischen Verbindungen, die sich auf der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats befinden, zu bewirken,  
10
- Entfernen (110; 170; 250; 350; 451; 630; 750) von porösem Silizium an der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats, und
- Ausführen einer Metallreinigung (110; 180; 250; 350; 453; 640; 750) der Oberfläche  
15 des texturierten Siliziumsubstrats,
- aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Abreinigen (110; 160; 230; 750), das Entfernen (110; 170; 250; 350; 451; 630; 750) und das Ausführen der Metallreinigung (110; 180; 250; 350; 453; 640; 750) in einem gemeinsamen Schritt (110) ausgeführt wird.  
20
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem der gemeinsame Schritt unter Verwendung eines Mediums ausgeführt wird, das Ozon, HF und HCl aufweist.  
25
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem HF eine Konzentration von höchstens 1,5 % aufweist und HCl eine Konzentration von höchstens 1,5 % aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Abreinigen (110; 160; 230; 750) der Oberfläche mit einer oxidativen und/oder einer alkalischen Komponente durchgeführt wird.  
30
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die oxidative Komponente mindestens eines von Wasserstoffperoxid und Ozon umfasst und/oder die alkalische Komponente Kaliumhydroxid umfasst.  
35

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Abreinigen (110; 160; 230; 750) der Oberfläche eine RCA-Reinigung umfasst, wobei die RCA-Reinigung eine Reinigung in zwei Bädern umfasst, wobei ein erstes Bad eine wässrige Lösung mit Ammoniumhydroxid und Wasserstoffperoxid beinhaltet, und wobei ein zweites Bad eine wässrige Lösung mit Salzsäure und Wasserstoffperoxid beinhaltet.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Abreinigen (110; 160; 230; 750) der Oberfläche ein Entfernen von porösem Silizium, organischen Verbindungen und/oder Texturadditiven bewirkt.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Abreinigen (110; 160; 230; 750) der Oberfläche bei einer Temperatur erfolgt, die im Bereich von 40°C bis 70°C liegt.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, des Weiteren ein Ätzen (210), das vor dem Abreinigen (110; 160; 230; 750) der Oberfläche durchgeführt wird, umfassend.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Ätzen (210) mindestens eines von metallunterstütztes chemisches Ätzen, elektrochemisches Ätzen, Ätzen mit saurer isotroper Textur oder Ätzen mit saurer isotroper Textur mit organischen oder Anorganischen Additiven umfasst.
12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Ätzen (210) ein Ätzen mit saurer isotroper Textur mit organischen oder Anorganischen Additiven umfasst, und die Textur HF, HNO<sub>3</sub> und ein Additiv oder HF, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O und ein Additiv umfasst.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das Ätzen (210) bei einer Temperatur erfolgt, die im Bereich von 10°C bis 30°C liegt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei eine Dauer des Ätzens (210) im Bereich von 0,5-10 Minuten liegt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei das Ätzen (210) eine chemische Kantenisolation, Glättung der Oberfläche, selektive Emitterentfernung, Sägeschadenentfernung, einseitige Behandlung oder zweiseitige Behandlung umfasst.
16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, des Weiteren umfassend: Trocknen (270), das nach dem Abreinigen (160; 230) durchgeführt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei das Trocknen (270) bei einer Temperatur, die in einem Temperaturbereich von 25°C bis 100°C liegt, durchgeführt wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 oder 17, wobei das Trocknen (270) bei konstanter Temperatur oder einen variablen Temperaturverlauf durchgeführt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, wobei das Trocknen (270) mit einem Medium durchgeführt wird, wobei das Medium mindestens eines von Luft und Inertgas umfasst.
20. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, des Weiteren umfassen mindestens ein:  
Spülen (220, 240, 260, 452), das zwischen einem Ätzen und dem Abreinigen der Oberfläche und/oder zwischen dem Abreinigen der Oberfläche und dem alkalischen Nachreinigen und/oder zwischen dem alkalischen Nachreinigen und dem sauren Nachreinigen und/oder zwischen dem sauren Nachreinigen und einem Trocknen erfolgt.
21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei das Spülen (220, 240, 260, 452) mittels eines Mediums erfolgt, wobei das Medium mindestens eines von Wasser, Ozon, HF oder HCl umfasst.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 oder 21, wobei das Spülen (220, 240, 260, 452) in einem Temperaturbereich von 5°C bis 90°C durchgeführt wird.
23. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Entfernen (110; 170; 250; 350; 451; 630; 750) von porösem Silizium durch ein alkalisches Nachreinigen (451) der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats erfolgt, und/oder bei dem das Ausführen der Metallreinigung (110; 180; 250; 350; 453; 640; 750) durch ein saures Nachreinigen (453) der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats erfolgt.
24. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 22, bei dem das Entfernen (110; 170; 250; 350; 451; 630; 750) von porösem Silizium und/oder das Ausführen der Metallreinigung (110; 180; 250; 350; 453; 640; 750) durch eine ozonbasierte Behandlung (110; 750) der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats erfolgt.
25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei das ozonbasierte Behandeln (110; 750) mit einer Ozonkonzentration von 1 bis 150 ppm in einem ozonhaltigen sauren Medium durchgeführt wird.
26. Verfahren nach Anspruch 24 oder 25, wobei das ozonbasierte Behandeln (110; 750) mit HF und/oder HCl durchgeführt wird.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 26, wobei das ozonbasierte Behandeln (110; 750) in einem pH-Wert-Bereich von 0 bis 7 durchgeführt wird.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 27, wobei das ozonbasierte Behandeln (110; 750) in einem Temperaturbereich von 5°C bis 80°C durchgeführt wird.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 28, des Weiteren umfassend:  
Ätzen (210), das vor dem ozonbasierten Behandeln (110; 750) durchgeführt wird, um das texturierte Siliziumsubstrat zu erhalten.
30. Verfahren nach Anspruch 29, wobei das Ätzen (210) mindestens eines von

metallunterstütztes chemisches Ätzen, elektrochemisches Ätzen, Ätzen mit saurer isotroper Textur oder Ätzen mit saurer isotroper Textur mit organischen oder anorganischen Additiven

5 umfasst.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 oder 30, wobei das Ätzen (210) eine

10 chemische Kantenisolation, Glättung der Oberfläche, selektive Emitterentfernung, Sägeschadentfernung, einseitige Behandlung oder zweiseitige Behandlung

umfasst.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 31, des Weiteren umfassend:

15

Trocknen (270), das nach dem ozonbasierten Behandeln (110; 750) durchgeführt wird.

33. Verfahren nach Anspruch 32, wobei das Trocknen (270) bei einer Temperatur, die  
20 in einem Temperaturbereich von 25°C bis 100°C liegt, durchgeführt wird.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 oder 33, wobei das Trocknen (270) bei konstanter Temperatur erfolgt oder einen variablen Temperaturverlauf aufweist.

25 35. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 34, wobei das Trocknen (270) mit einem Medium durchgeführt wird, wobei das Medium mindestens eines von Luft und Inertgas umfasst.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 35, des Weiteren mindestens ein:

30

Spülen (220, 240, 260, 452), das zwischen einem Ätzen (21) und dem ozonbasierten Behandeln (25) und/oder zwischen dem ozonbasierten Behandeln (25) und einem Trocknen (29)

35 umfassend.

37. Verfahren nach Anspruch 36, wobei das Spülen (220, 240, 260, 452) mittels eines Mediums erfolgt, wobei das Medium mindestens eines von Wasser, Ozon oder HF umfasst.
- 5 38. Verfahren nach Anspruch 37, wobei, wenn das Medium zum Spülen (220, 240, 260, 452) Ozon umfasst, das Spülen bei einer Ozonkonzentration von 1 bis 3 ppm erfolgt.
39. Verfahren nach einem der Ansprüche 36 bis 38, wobei das Spülen (220, 240, 260, 452) in einem Temperaturbereich von 5°C bis 90°C durchgeführt wird.
- 10 40. Vorrichtung (80; 90; 120) zum Durchführen eines Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 39, die eine Prozessmedienbereitstellungseinrichtung zum Bereitstellen von Medien zum Abreinigen, alkalischen Nachreinigen und sauren Nachreinigen der Oberfläche umfasst und eine Substrathandhabungseinrichtung (124), um das Siliziumsubstrat (82) zu positionieren, um die Oberfläche zu behandeln.
- 15 41. Vorrichtung (80; 90; 120) nach Anspruch 40, bei der die Prozessmedienbereitstellungseinrichtung zumindest eine poröse Rolle zum Transport und Benetzen des Substrats und/oder ein Prozessmedienbecken aufweist.
- 20

100

1/12

110

Abreinigen der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats, um ein Entfernen von organischen Verbindungen, die sich auf der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats befinden, zu bewirken

und

Entfernen von porösem Silizium an der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats

und

Ausführen einer Metallreinigung der Oberfläche des texturierten Siliziumsubstrats

**Fig. 1a**

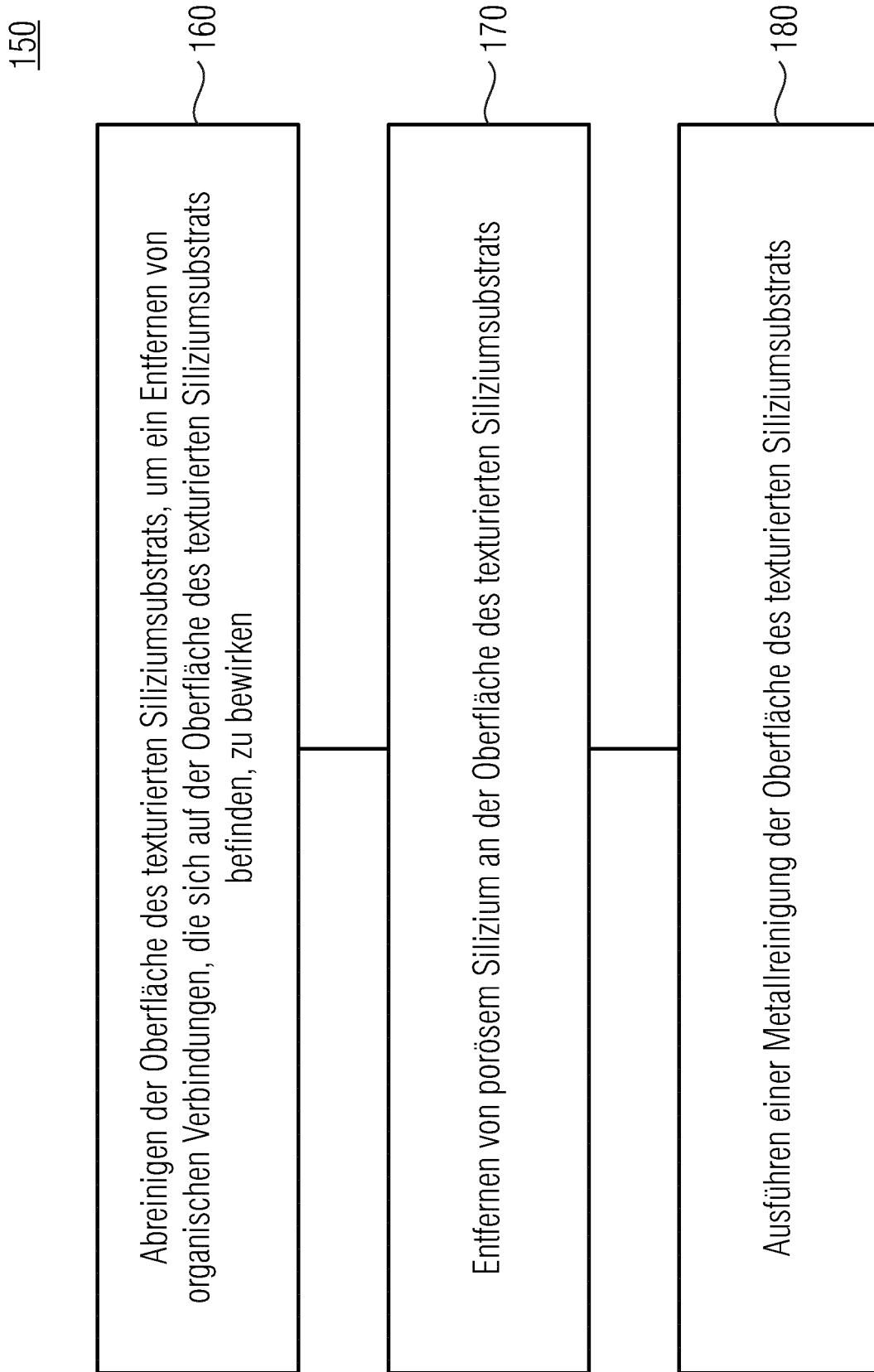


Fig. 1b

200

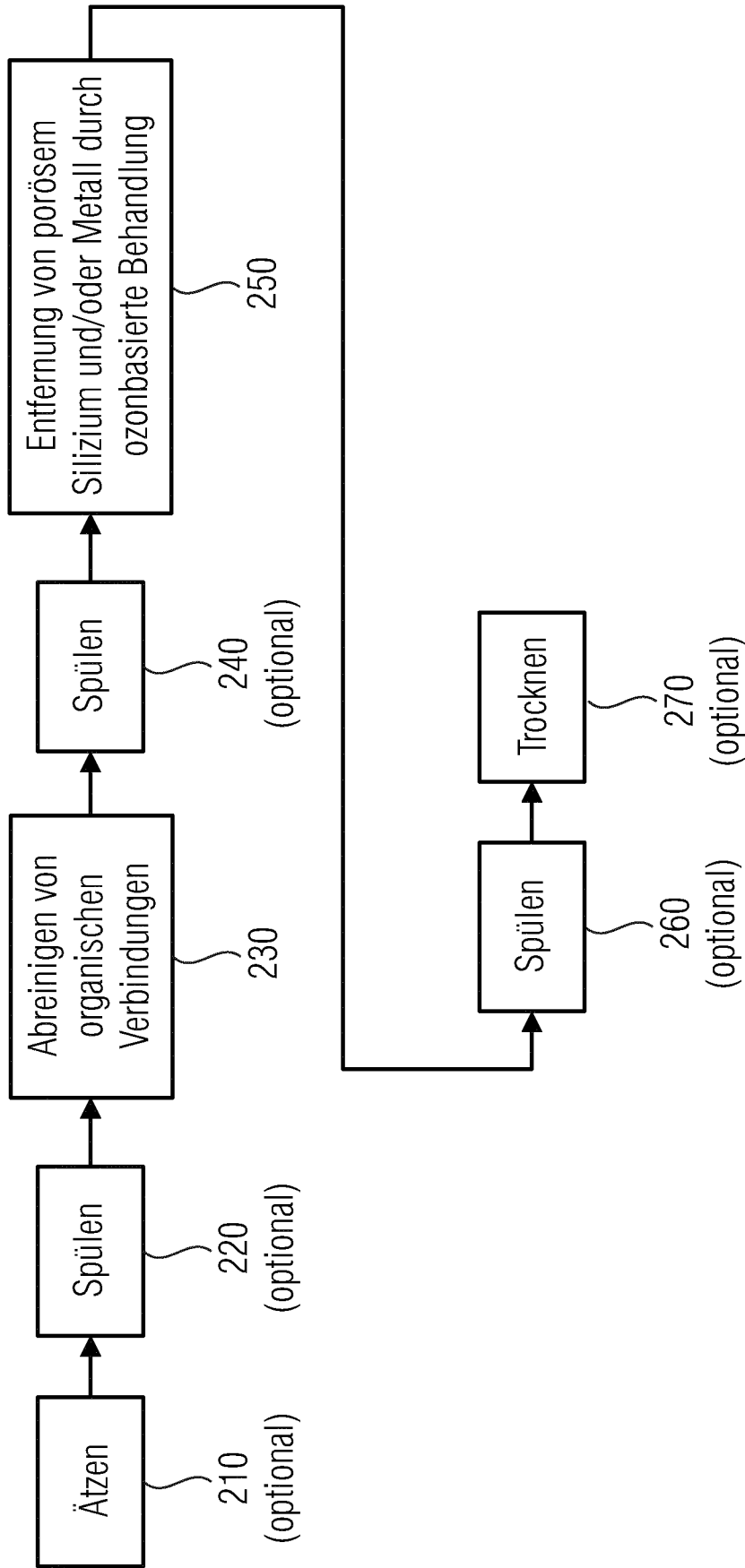


Fig. 2

300

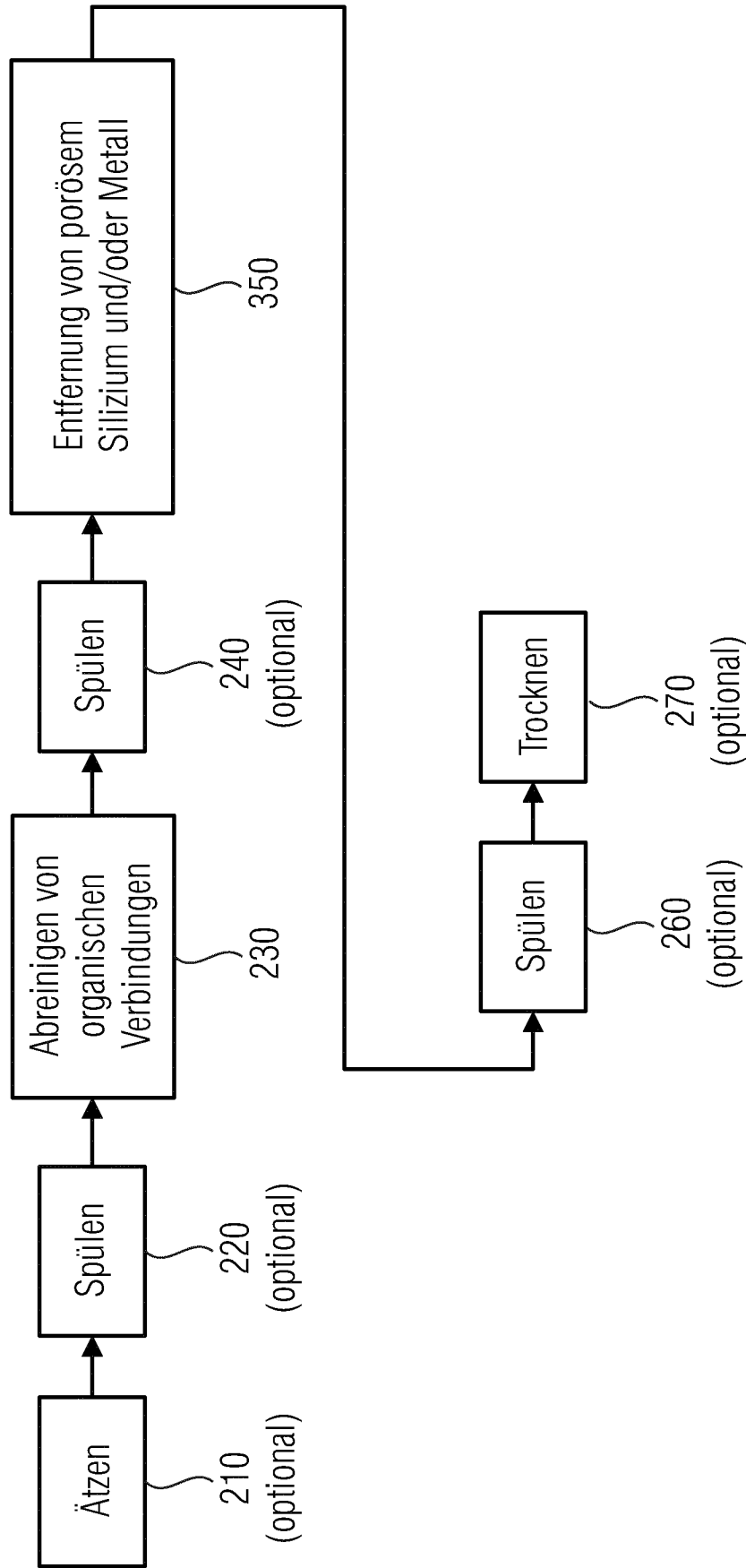


Fig. 3

400

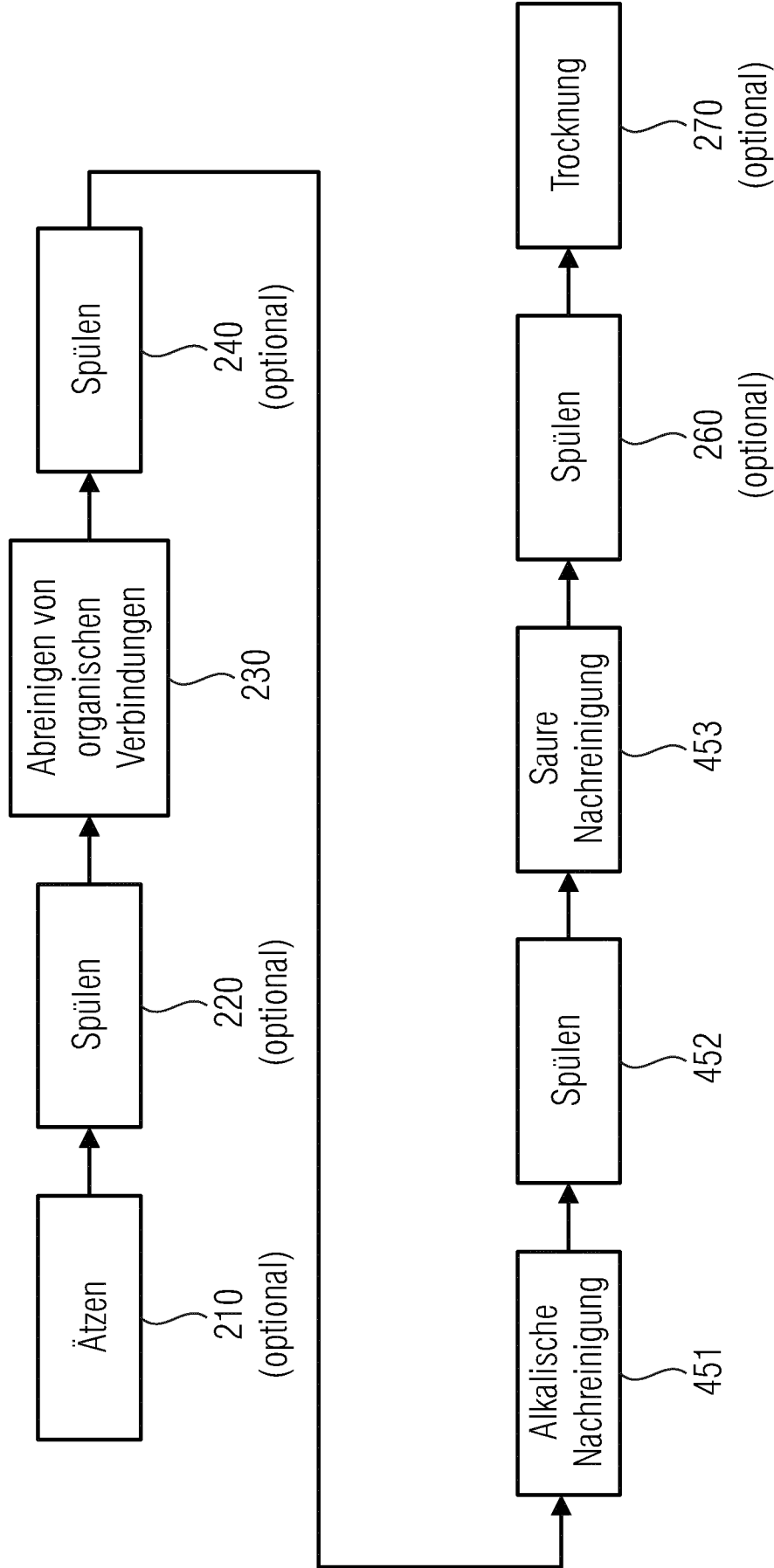


Fig. 4

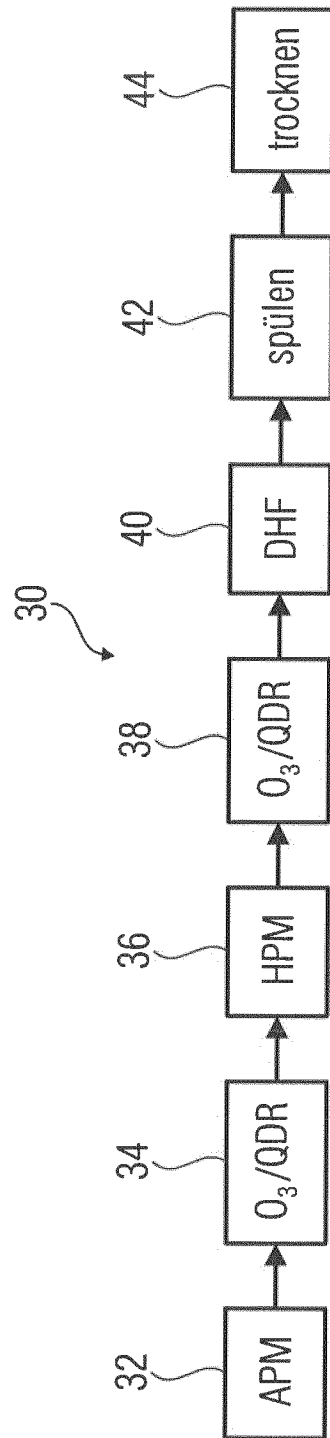


Fig. 5

600

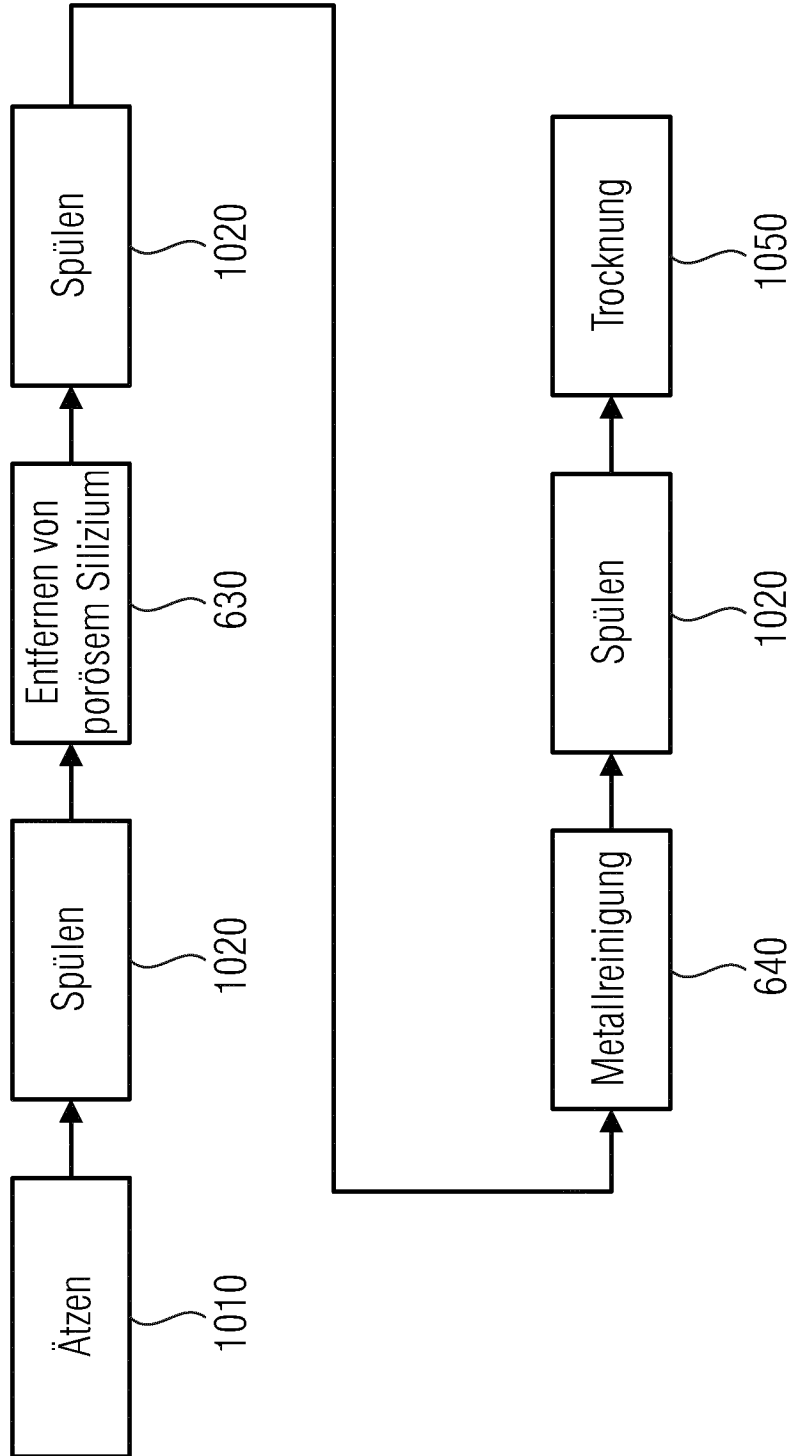


Fig. 6

700

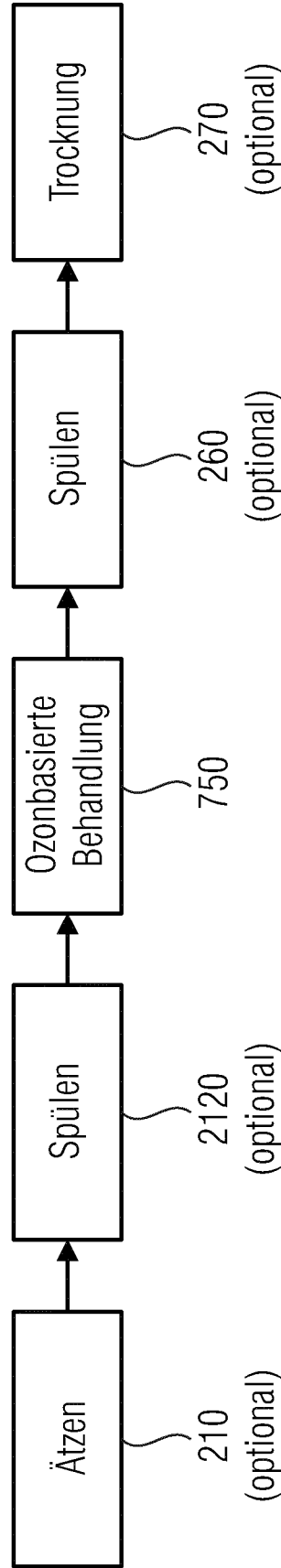


Fig. 7

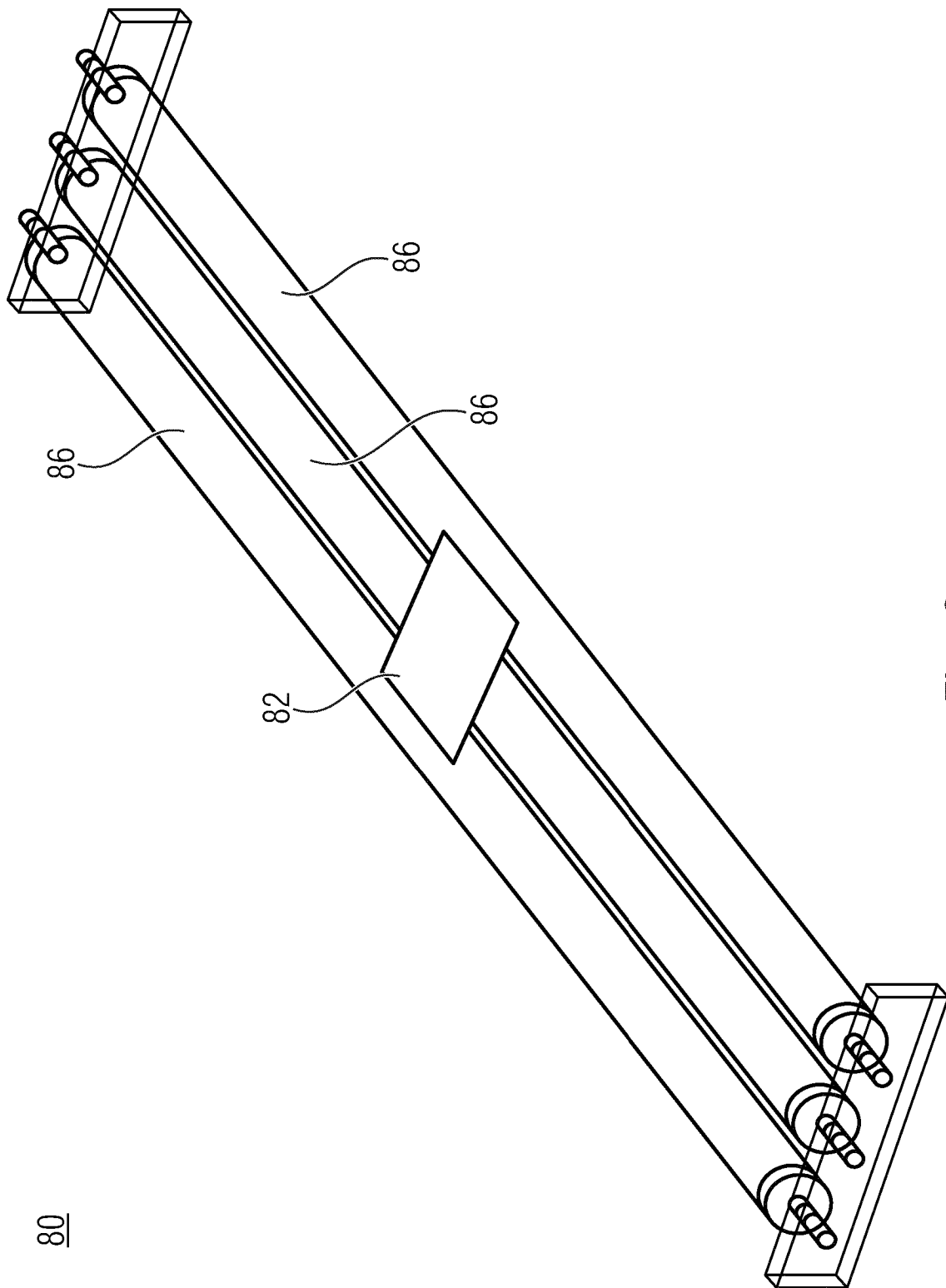


Fig. 8

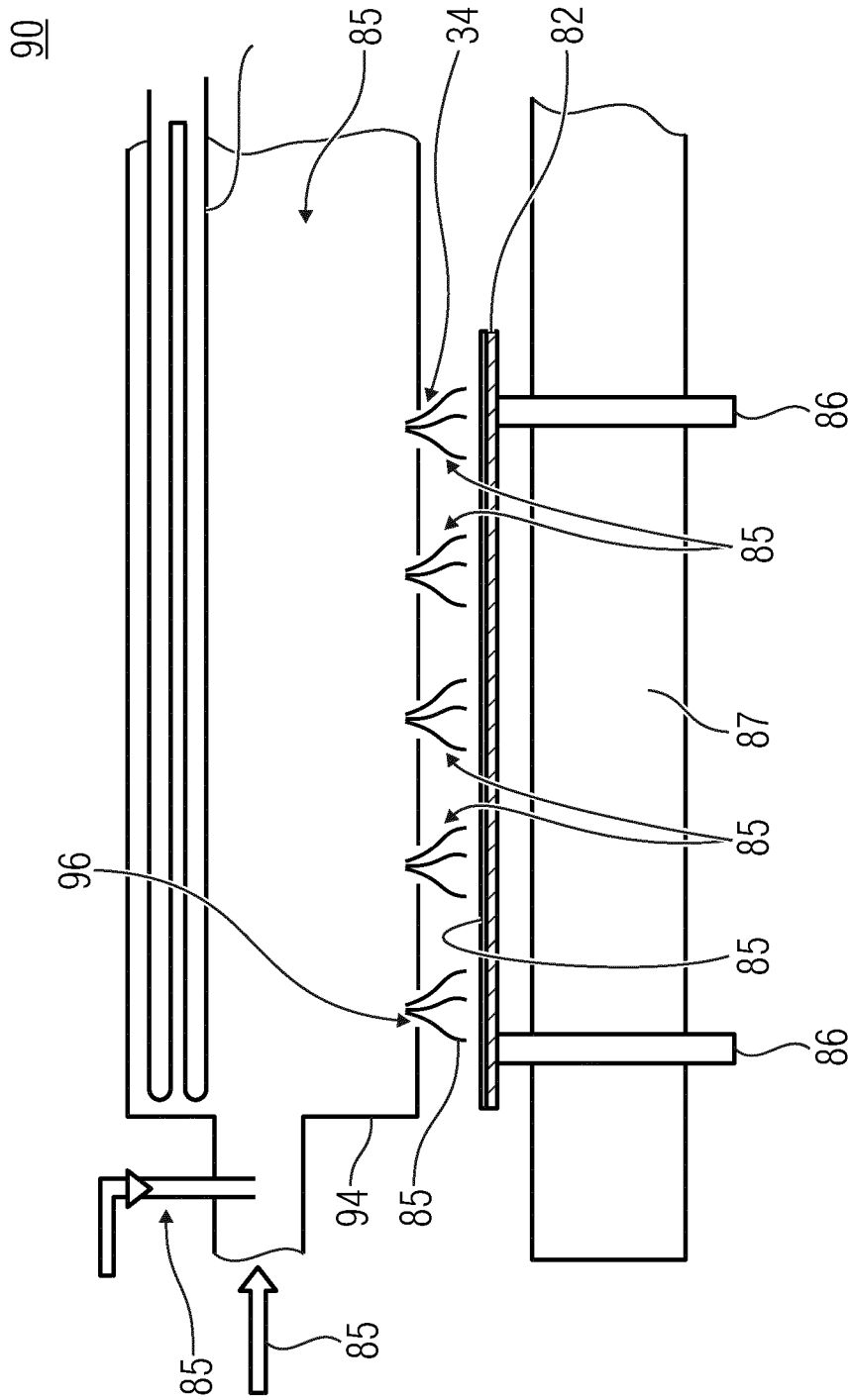


Fig. 9

120

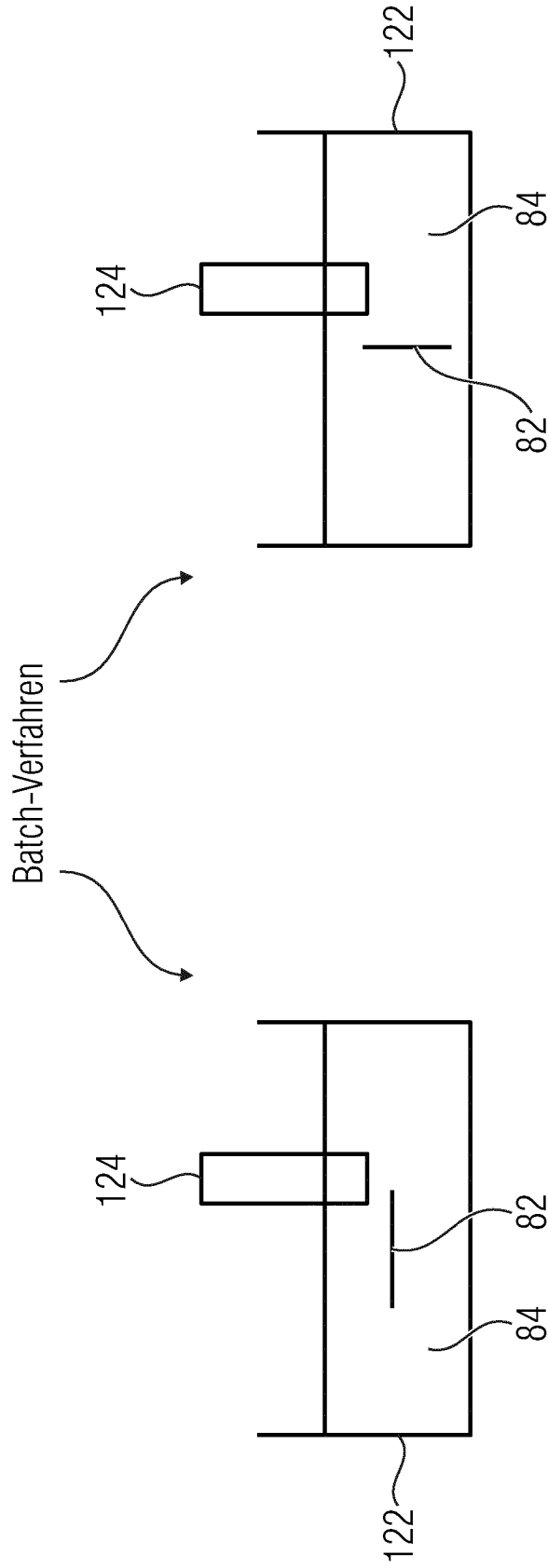


Fig. 10

1000

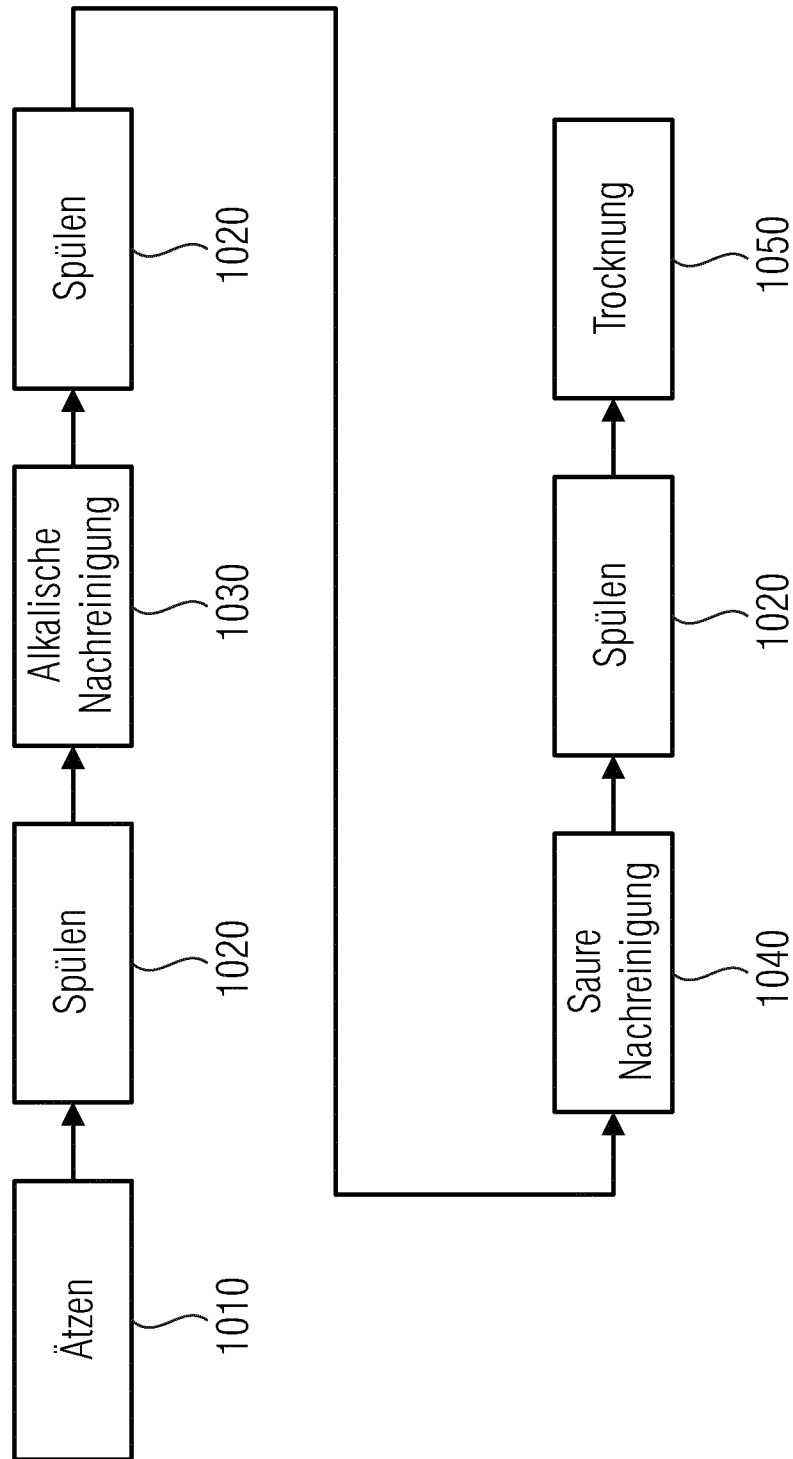


Fig. 11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/051875

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H01L 31/18</i> (2006.01)i; <i>H01L 31/0236</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/02</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/306</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/67</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2011079250 A1 (REINHARDT KAREN A [US] ET AL) 07 April 2011 (2011-04-07) abstract paragraphs [0027] - [0036] figure 1	1,2,5-27,29-40 3,4,41
X A	CHRISTOPHER KRANZ ET AL. "Industrial Cleaning Sequences for Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -passivated PERC Solar Cells" <i>ENERGY PROCEDIA</i> , NL, Vol. 55, 2014, pages 211-218 DOI: 10.1016/j.egypro.2014.08.121 ISSN: 1876-6102, XP055596603 abstract page 212, paragraph 1 - page 216, paragraph 1	1,5-7,9-39 2-4,8,40,41
X A	DE 102012107669 A1 (SOLARWORLD INNOVATIONS GMBH [DE]) 27 February 2014 (2014-02-27) abstract paragraphs [0025], [0032], [0036], [0045], [0048]	1-6,8-39 7,40,41
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>17 June 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>26 June 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Ekoué, Adamah</b>  Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ANAMARIA MOLDOVAN ET AL. "Combined Ozone/HF/HCl Based Cleaning and Adjusted Emitter Etch-Back for Silicon Solar Cells" <i>DIFFUSION AND DEFECT DATA.</i> , CH, Vol. 195, 2013, pages 305-309 DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.195.305 ISSN: 0377-6883, XP055502934	1-6,8-40
A	abstract page 305, paragraph 1-3 page 308, paragraph 1 figure 1	7,41
X	US 2017301805 A1 (YAMARIN HIROYA [JP] ET AL) 19 October 2017 (2017-10-19)	1,2,5,6,8-22, 24,25,29-39
A	abstract paragraphs [0059] - [0089]	3,4,7,23,26-28
X	DE 102016210883 A1 (SINGULUS TECH AG [DE]) 21 December 2017 (2017-12-21)	40,41
A	cited in the application abstract paragraphs [0025] - [0032] figure 1	1-39

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/051875**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2011079250	A1	07 April 2011	US	2011079250	A1	07 April 2011
				WO	2011040966	A2	07 April 2011
-----							
DE	102012107669	A1	27 February 2014	NONE			
-----							
US	2017301805	A1	19 October 2017	CN	107148677	A	08 September 2017
				JP	5963999	B1	03 August 2016
				JP	WO2016080348	A1	27 April 2017
				TW	201630203	A	16 August 2016
				US	2017301805	A1	19 October 2017
				WO	2016080348	A1	26 May 2016
-----							
DE	102016210883	A1	21 December 2017	CN	109643675	A	16 April 2019
				DE	102016210883	A1	21 December 2017
				EP	3472857	A1	24 April 2019
				TW	201812952	A	01 April 2018
				US	2019122914	A1	25 April 2019
				WO	2017216350	A1	21 December 2017
-----							

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L31/18 H01L31/0236 H01L21/02 H01L21/306 H01L21/67 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2011/079250 A1 (REINHARDT KAREN A [US] ET AL) 7. April 2011 (2011-04-07)	1,2, 5-27, 29-40
A	Zusammenfassung Absätze [0027] - [0036] Abbildung 1	3,4,41
X	CHRISTOPHER KRANZ ET AL: "Industrial Cleaning Sequences for Al2O3-passivated PERC Solar Cells", ENERGY PROCEDIA, Bd. 55, 2014, Seiten 211-218, XP055596603, NL ISSN: 1876-6102, DOI: 10.1016/j.egypro.2014.08.121	1,5-7, 9-39
A	Zusammenfassung Seite 212, Absatz 1 - Seite 216, Absatz 1	2-4,8, 40,41
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
17. Juni 2019		26/06/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Ekoué, Adamah

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2012 107669 A1 (SOLARWORLD INNOVATIONS GMBH [DE]) 27. Februar 2014 (2014-02-27)	1-6,8-39
A	Zusammenfassung Absätze [0025], [0032], [0036], [0045], [0048]	7,40,41
X	----- ANAMARIA MOLDOVAN ET AL: "Combined Ozone/HF/HCl Based Cleaning and Adjusted Emitter Etch-Back for Silicon Solar Cells", DIFFUSION AND DEFECT DATA., Bd. 195, 2013, Seiten 305-309, XP055502934, CH ISSN: 0377-6883, DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.195.305	1-6,8-40
A	Zusammenfassung Seite 305, Absatz 1-3 Seite 308, Absatz 1 Abbildung 1	7,41
X	----- US 2017/301805 A1 (YAMARIN HIROYA [JP] ET AL) 19. Oktober 2017 (2017-10-19)	1,2,5,6, 8-22,24, 25,29-39
A	Zusammenfassung Absätze [0059] - [0089]	3,4,7, 23,26-28
X	----- DE 10 2016 210883 A1 (SINGULUS TECH AG [DE]) 21. Dezember 2017 (2017-12-21) in der Anmeldung erwähnt	40,41
A	Zusammenfassung Absätze [0025] - [0032] Abbildung 1	1-39
	-----	

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/051875

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011079250 A1	07-04-2011	US 2011079250 A1	07-04-2011
		WO 2011040966 A2	07-04-2011
-----			
DE 102012107669 A1	27-02-2014	KEINE	
-----			
US 2017301805 A1	19-10-2017	CN 107148677 A	08-09-2017
		JP 5963999 B1	03-08-2016
		JP WO2016080348 A1	27-04-2017
		TW 201630203 A	16-08-2016
		US 2017301805 A1	19-10-2017
		WO 2016080348 A1	26-05-2016
-----			
DE 102016210883 A1	21-12-2017	CN 109643675 A	16-04-2019
		DE 102016210883 A1	21-12-2017
		EP 3472857 A1	24-04-2019
		TW 201812952 A	01-04-2018
		US 2019122914 A1	25-04-2019
		WO 2017216350 A1	21-12-2017
-----			