



(10) **DE 10 2010 002 839 A1** 2011.09.15

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 002 839.8**

(22) Anmeldetag: **12.03.2010**

(43) Offenlegungstag: **15.09.2011**

(51) Int Cl.: **C23C 14/56 (2006.01)**
C23C 16/54 (2006.01)

(71) Anmelder:

**VON ARDENNE Anlagentechnik GmbH, 01324,
Dresden, DE**

(72) Erfinder:

**Gottsmann, Lutz, 01900, Großröhrsdorf, DE;
Fuchs, Ingolf, 01099, Dresden, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Lippert, Stachow & Partner, 01309,
Dresden, DE**

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

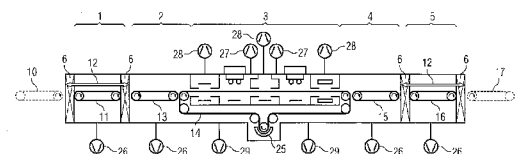
DE 10 2009 004493 B3

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Beschichtungsanlage und Verfahren zur Beschichtung von Halbleiterscheiben in Beschichtungsanlagen**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Beschichtung von Halbleiterscheiben vorgeschlagen, bei dem die Halbleiterscheiben innerhalb mindestens eines Funktionsbereichs beschichtet werden, wobei einzelne Halbleiterscheiben in mindestens zwei Reihen nebeneinander und in mindestens zwei Reihen hintereinander direkt auf ein Förderband mindestens einer Transporteinrichtung aufgelegt werden und auf dem Förderband in die Beschichtungsanlage hinein, durch mindestens einen Funktionsbereich hindurch und aus der Beschichtungsanlage heraus transportiert werden. Weiterhin wird eine Beschichtungsanlage vorgeschlagen, die ein Gehäuse mit einer Eingangsschleuse und einer Ausgangsschleuse sowie mindestens einen zwischen Eingangsschleuse und der Ausgangsschleuse angeordneten Funktionsbereich und mindestens zwei hintereinander angeordnete Transporteinrichtungen mit je einem Förderband zum Transport von Substraten umfasst, wovon sich mindestens eine Transporteinrichtung im oder durch den mindestens einen Funktionsbereich erstreckt, bei der die mindestens zwei hintereinander angeordneten Transporteinrichtungen relativ zueinander so angeordnet sind, dass Substrate, die auf dem Förderband einer vorhergehenden Transporteinrichtung liegen, im Betrieb der Beschichtungsanlage durch das Förderband der vorhergehenden Transporteinrichtung direkt auf das Förderband einer nachfolgenden Transporteinrichtung übergeben werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Beschichtung von Halbleiterscheiben in Beschichtungsanlagen.

[0002] Bei der Herstellung von Siliziumwafer-basierten Solarzellen durchlaufen Wafer verschiedene technologische Prozessschritte: Waferrohling – Solarzelle – Solarmodul. Die meisten dieser technologischen Teilprozesse erfolgen unter atmosphärischer oder inerte Umgebung (chemische Reinigung, Phosphatierung, Diffusion, Laserstrukturierung, Kontaktierung der Front und Rückseite, Feuerung). Der Transport der Wafer zwischen diesen und innerhalb von Teilprozessen erfolgt in der Regel über Fördersysteme nach bekanntem Stand der Technik (z. B. Förderriemen, Förderbänder, Förderrollen).

[0003] Innerhalb der Wertschöpfungskette zur Solarzelle findet nach heutigem Stand der Technik das Passivieren bzw. das Aufbringen der Passivierungsschicht (SiNx:H) auf der Frontseite des Wafers mittels Vakuumtechnologie (CVD oder PVD) statt. Um diese Beschichtung der Wafer mit SiNx:H großtechnisch und kostengünstig zu realisieren, kommen häufig Air-to-air Großflächenbeschichtungsanlagen zum Einsatz. Daraus resultiert die Notwendigkeit der taktzeitbezogenen chargierenden Zuführung vieler Wafer gleichzeitig von Atmosphäre zur Beschichtungsanlage, des sich anschließenden kontinuierlichen Transportes der Wafer während der Beschichtung sowie des taktzeitbezogenen chargierenden Abtransportes vieler Wafer gleichzeitig von der Beschichtungsanlage zur Atmosphäre.

[0004] Eine Air-to-air Großflächenbeschichtungsanlage für die vorher genannte Anwendung besteht im Wesentlichen aus einer Eingangssektion, einer oder mehreren Transfersektionen, einer oder mehreren Prozesssektionen und einer Ausgangssektion, wobei die Transfersektionen jeweils als Puffer zwischen zwei anderen Sektionen angeordnet sein können.

[0005] Die Wafer werden nach dem heutigen Stand der Technik mittels Automatisierungstechnik per Roboter vom ankommenden Transportsystem einzeln entnommen und auf Carrier positioniert. Der so bestückte Carrier transportiert dann die Wafer durch die Beschichtungsanlage, wonach die beschichteten Wafer wieder mittels Automatisierungstechnik per Roboter vom Carrier einzeln entnommen werden und auf das folgende Transportsystem abgelegt werden. Solche Carrier werden beispielsweise als Tablett aus CFC mit eingefrästen Fenstern zur Aufnahme je eines Substrats angeboten, wie beispielsweise in DE 20 2008 013 163 U1 beschrieben. Diese Carrier werden üblicherweise auf einer Anordnung von Transportwalzen liegend durch die Beschichtungsanlage transportiert. Solche Transportwalzen können

beispielsweise aus technischer Keramik bestehen, so dass auch bei hohen Temperaturen in den Behandlungsbereichen keine Probleme auftreten.

[0006] Nachteile dieser Verfahren und Vorrichtungen sind u. a. hohe Investitionen für Carrier und Automatisierungstechnik, unerwünschte Beschichtung der Carrier, daraus folgend die Notwendigkeit einer zyklischen Reinigung der Carrier mit der damit verbundenen Gefahr von Verschleiß und Wasseraufnahme, Eintrag unerwünschter Gaslasten in den Prozessbereich durch am Carrier haftendes Kondensat und eine dadurch bedingte Instabilität des Beschichtungsprozesses, eine vergleichsweise hohe Bruchrate von Wafern durch notwendigerweise extrem schnelle Lade- und Entladevorgänge.

[0007] Ebenfalls bekannt ist der Transport der Wafer nach einem elektrostatischen Prinzip: Der Wafer wird „nach unten frei hängend“ von einer Basisplatte elektrostatisch gehalten. Diese Lösung wird vorwiegend in Clusteranlagen der Halbleiterindustrie eingesetzt und kann aufgrund ihrer Komplexität (eine Basisplatte pro Wafer) und deren hoher Kosten kaum für Großflächenanwendungen skaliert werden. Weitere Verfahren und Vorrichtungen zum Handling, Transport, Aufbewahrung und Behandlung von Wafern sind aus der Halbleiterindustrie, d. h. der Herstellung elektronischer Bauelemente bekannt, wobei die dort verwendeten Beschichtungsanlagen in der Regel als Clusteranlagen ausgeführt sind.

[0008] Es besteht daher ein Bedarf, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu entwickeln, bei der Wafer ohne die Verwendung von Carriern durch Großflächen-Beschichtungsanlagen transportiert und beschichtet werden können. Günstig ist dabei eine Lösung, bei der mindestens 6–8 Wafertraces, d. h. in der Transportrichtung gesehen nebeneinander angeordnete Reihen von Wafern technisch möglich sind, um eine ausreichend hohe Anlagenproduktivität und Kostenvorteile zu erreichen.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Beschichtungsanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 8. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0010] Es wird ein Verfahren zur Beschichtung von Halbleiterscheiben mittels chemischer (CVD) oder physikalischer (PVD) Dampfphasenabscheidung, jeweils mit oder ohne thermische oder/und Plasmaunterstützung, bei Atmosphärendruck oder im Vakuum, beispielsweise Diffusionsprozesse oder/und Sputtern oder/und thermisches Verdampfen, in einer Beschichtungsanlage vorgeschlagen, bei dem die Halbleiterscheiben innerhalb mindestens eines Funktionsbereichs beschichtet werden, wobei einzel-

ne Halbleiterscheiben in mindestens zwei Reihen nebeneinander und in mindestens zwei Reihen hintereinander direkt auf ein Förderband mindestens einer Transporteinrichtung aufgelegt werden und auf dem Förderband in die Beschichtungsanlage hinein, durch mindestens einen Funktionsbereich hindurch und aus der Beschichtungsanlage heraus transportiert werden.

[0011] Unter einem Förderband sollen dabei alle Arten von verformbaren, langgestreckten Transportmitteln verstanden werden, die einen Transport von darauf abgelegten Halbleiterscheiben entlang eines Transportpfads durch eine Beschichtungsanlage ermöglichen. Von dem Begriff „Förderband“, wie er nachfolgend verwendet wird, sind daher breite, flache Gurte, auf denen Halbleiterscheiben abgelegt werden können, ebenso umfasst wie Anordnungen mehrerer schmaler Gurte, Riemen, Seile, Ketten usw. nebeneinander, bei denen jede Halbleiterscheibe gleichzeitig auf zwei oder mehr dieser Transportmittel aufliegt. Werden breite flache Gurte verwendet, auf denen Halbleiterscheiben vollflächig abgelegt werden, so hat dies den zusätzlichen Vorteil, dass eine ungewollte Beschichtung der Rückseite der Halbleiterscheiben vermieden wird.

[0012] Zusätzliche Funktionsbereiche können vorgesehen sein, durch die die Halbleiterscheiben hindurch bewegt werden und in denen die Halbleiterscheiben beschichtet oder/und vorbehandelt, beispielsweise gereinigt oder temperiert, oder/und nachbehandelt, beispielsweise gereinigt oder temperiert werden. Außerdem können vor oder/und hinter oder/und zwischen Funktionsbereichen Transferbereiche vorgesehen sein, durch welche die Halbleiterscheiben ebenfalls bewegt werden und in denen die Halbleiterscheiben ebenfalls temperiert werden können.

[0013] Die Halbleiterscheiben werden ohne weitere Hilfsmittel, wie Carrier oder dergleichen, direkt auf das Förderband aufgelegt. Dadurch wird es möglich, große Mengen von Halbleiterscheiben im Durchlaufverfahren zu beschichten, wobei Großflächenanlagen verwendet werden können. Gleichzeitig entfallen die aufwendigen Schritte des Be- und Entladens der Carrier mit Halbleiterscheiben, wie dies bisher erforderlich war.

[0014] Bei Großflächen-Durchlaufanlagen der beschriebenen Art werden häufig in der Transportrichtung der Substrate mehrere Transporteinrichtungen hintereinander angeordnet, um einerseits die relativ große Anlagenlänge zwischen Eintritts- und Austrittsschleuse leichter zu überbrücken, um unterschiedliche Transportgeschwindigkeiten innerhalb der Anlage zu realisieren oder/und um den unterschiedlichen Anforderungen an die Transporteinrichtung in verschiedenen Abschnitten der Beschichtungsanlage im

Hinblick auf Temperatur, aggressive Atmosphären usw. zu genügen.

[0015] Beim Übergang von einer Transporteinrichtung auf eine nachfolgende Transporteinrichtung stellt sich das Problem der lagerichtigen Übergabe der Substrate, wenn die Halbleiterscheiben ohne Carrier direkt auf einem Förderband transportiert werden. Hierzu wäre es denkbar, die Halbleiterscheiben durch eine Handhabungseinrichtung zu greifen und von der ersten auf die zweite Transporteinrichtung zu übergeben, wie es aus dem Stand der Technik bei der Einzelbearbeitung von Wafern zur Herstellung integrierter Schaltkreise bekannt ist.

[0016] Bei der hier geplanten Massenbearbeitung von Halbleiterscheiben zur Herstellung von Solarzellen ist dies jedoch keine realistische Option, weil bei beispielsweise 8 Wafertraces an jeder einzelnen Übergabestelle zwischen zwei aufeinanderfolgenden Transporteinrichtungen auch mindestens 8, besser zwei Gruppen zu je 8 Handhabungseinrichtungen, die gruppenweise synchron arbeiten müssten, anzuordnen wären.

[0017] Daher wird gemäß einer Ausgestaltung des Verfahrens vorgeschlagen, dass die Halbleiterscheiben innerhalb der Beschichtungsanlage an mindestens einer Stelle von einer vorhergehenden Transporteinrichtung durch deren Förderband direkt auf das Förderband einer nachfolgenden Transporteinrichtung übergeben werden. Diese Verfahrensvariante setzt allerdings voraus, dass der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Transporteinrichtungen relativ gering ist, um eine problemlose Übergabe ohne Verrutschen zu gewährleisten. Hierzu kann es notwendig sein, für die Transporteinrichtung Umlenkwalzen mit geringem Durchmesser zu wählen. Wenn sich jedoch zwischen den aufeinanderfolgenden Transporteinrichtungen Hindernisse, beispielsweise Trennwände oder dergleichen befinden, so können die Transporteinrichtungen nicht mit beliebig kleinem Abstand zueinander angeordnet werden.

[0018] Für diesen Fall wird eine Verfahrensvariante vorgeschlagen, bei der zur Übergabe der Halbleiterscheiben die vorhergehende Transporteinrichtung oder/und die nachfolgende Transporteinrichtung zumindest temporär aus einer Betriebsposition in eine Übergabeposition bewegt wird, in der der Abstand zwischen der vorhergehenden Transporteinrichtung und der nachfolgenden Transporteinrichtung kleiner ist als in der Betriebsposition.

[0019] Wenn sich zwischen den aufeinanderfolgenden Transporteinrichtungen eine Trennwand mit einer Transferöffnung befindet, so kann die Transferöffnung durch ein Vakuumventil verschließbar sein, beispielsweise um eine Vakuumtrennung zwischen aufeinanderfolgenden Funktionsbereichen zu errei-

chen. Daher kann gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens vorgesehen sein, dass vor der Bewegung der vorhergehenden Transporteinrichtung oder/und der nachfolgenden Transporteinrichtung ein zwischen ihnen angeordnetes Vakuumventil geöffnet wird.

[0020] In einer anderen Ausgestaltung des Verfahrens werden das Obertrum und das Untertrum des endlosen Förderbands mindestens einer Transporteinrichtung durch je ein Kompartiment geführt, die getrennt voneinander evakuierbar sind. Kompartiments in diesem Sinne sind übereinander angeordnete Bereiche des Gehäuses der Beschichtungsanlage, die in einem oder mehreren aufeinanderfolgenden Funktionsbereichen beispielsweise durch eine zwischen Obertrum und Untertrum verlaufende, horizontal angeordnete Trennwand definiert werden.

[0021] Im Unterschied zur Verwendung endloser Förderbänder, die meist um mindestens zwei Umlenkwalzen geführt werden, kann in einer Weiterbildung des Verfahrens vorgesehen sein, dass das Förderband mindestens einer Transporteinrichtung durch Umspulen von einer Abwickelwalze auf eine Aufwickelwalze bewegt wird.

[0022] Auf diese Weise wird jeder Abschnitt des Förderbands nur ein einziges Mal an einer Behandlungseinrichtung, wie beispielsweise einer Sputtereinrichtung oder dergleichen vorbeigeführt, so dass die Verunreinigung des Förderbands durch Streudampf kein Problem mehr darstellt. Weiterhin kann hierdurch eine signifikante Verringerung des zu evakuierenden Volumens der Beschichtungsanlage erzielt werden, so dass dieses Verfahrensmerkmal auch losgelöst von den oben beschriebenen Verfahrensvarianten in jeder Art von Beschichtungsverfahren vorteilhaft sein kann.

[0023] Alternativ oder zusätzlich kann das Verfahren auch so ausgeführt werden, dass das Förderband mindestens einer Transporteinrichtung an mindestens einer Stelle von anhaftendem Kondensat gereinigt wird. Dies ist insbesondere bei endlosen Förderbändern von Vorteil, weil dadurch die wiederholte unerwünschte Beschichtung des Förderbands mit Streudampfteilchen vermieden wird, so dass das Dickenwachstum einer Streudampfschicht unterbrochen wird. Aber auch bei Förderbändern, die von einer Abwickelwalze auf eine Aufwickelwalze umgespult werden, ist diese Verfahrensvariante vorteilhaft, und zwar insbesondere dann, wenn das Förderband mehrmals verwendet werden soll.

[0024] Es versteht sich, dass eine Reinigung des Förderbands einer Transporteinrichtung innerhalb einer Beschichtungsanlage auch unabhängig von den oben beschriebenen Merkmalen und Verfahrensvarianten stets sinnvoll und vorteilhaft ist, weil dadurch

die ununterbrochene Verfahrenszeit signifikant erhöht wird, wodurch die Produktivität des Verfahrens gesteigert werden kann.

[0025] Zur Durchführung des Verfahrens wird weiterhin eine Beschichtungsanlage vorgeschlagen, die ein Gehäuse mit einer Eingangsschleuse und einer Ausgangsschleuse sowie mindestens einen zwischen Eingangsschleuse und der Ausgangsschleuse angeordneten Funktionsbereich und mindestens zwei hintereinander angeordnete Transporteinrichtungen mit je einem Förderband zum Transport von Substraten umfasst, wovon sich mindestens eine Transporteinrichtung im oder durch den mindestens einen Funktionsbereich erstreckt, bei der die mindestens zwei hintereinander angeordneten Transporteinrichtungen relativ zueinander so angeordnet sind, dass Substrate, die auf dem Förderband einer vorhergehenden Transporteinrichtung liegen, im Betrieb der Beschichtungsanlage durch das Förderband der vorhergehenden Transporteinrichtung direkt auf das Förderband einer nachfolgenden Transporteinrichtung übergeben werden.

[0026] Zusätzliche Funktionsbereiche können vorgesehen sein, durch die die Halbleiterscheiben hindurch bewegt werden und in denen die Halbleiterscheiben oder/und vorbehandelt, beispielsweise gereinigt oder temperiert, oder/und nachbehandelt, beispielsweise gereinigt oder temperiert werden. Außerdem können vor oder/und hinter oder/und zwischen Funktionsbereichen Transferbereiche vorgesehen sein, durch welche die Halbleiterscheiben ebenfalls bewegt werden und in denen die Halbleiterscheiben ebenfalls temperiert werden können.

[0027] In einer Ausgestaltung der Beschichtungsanlage ist mindestens eine Transporteinrichtung zwischen einer Betriebsposition und einer Übergabeposition hin und her bewegbar, wobei der Abstand zwischen der vorhergehenden Transporteinrichtung und der nachfolgenden Transporteinrichtung in der Übergabeposition kleiner ist als in der Betriebsposition.

[0028] Hierzu kann mindestens eine Transporteinrichtung in der Beschichtungsanlage in der Transportrichtung verschiebbar gelagert sein, wobei zur Realisierung der Verschiebung eine Antriebseinrichtung, beispielsweise ein Linearantrieb mit der Transporteinrichtung in Wirkverbindung stehen kann.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist zwischen einer vorhergehenden Transporteinrichtung und einer nachfolgenden Transporteinrichtung eine Trennwand mit einer Transferöffnung und einem Vakuumventil angeordnet, wobei das Vakuumventil wahlweise die Transferöffnung freigebend oder blockierend stellbar ist.

[0030] In einer weiteren Ausgestaltung der Beschichtungsanlage verläuft das Förderband mindestens einer Transporteinrichtung zwischen zwei in der Transportrichtung hintereinander angeordneten Funktionsbereichen durch mindestens eine Gas-separationseinrichtung, beispielsweise durch eine spaltförmige Transferöffnung einer vertikalen Trennwand oder/und zwischen zwei horizontal angeordneten Trennwänden, die oberhalb und unterhalb des Förderbands angeordnet sind, hindurch.

[0031] In diesem Fall ist demnach kein Vakuumventil vorgesehen, sondern das Förderband läuft durch die Transferöffnung oder zwischen den Trennwänden hindurch, wobei die Transfeöffnung bzw. der Abstand der horizontalen Trennwände zueinander zweckmäßig so schmal gehalten ist, dass das Förderband mit den darauf liegenden Substraten gerade kollisionsfrei hindurchpasst, um eine möglichst gute Vakuumtrennung zu erzielen.

[0032] Mindestens eine Transporteinrichtung kann ein endloses Förderband umfassen, welches um zwei Umlenkwalzen geführt ist. Dabei kann weiterhin vorgesehen sein, dass das Obertrum und das Untertrum des endlosen Förderbands mindestens einer Transporteinrichtung durch je ein Kompartiment verlaufen, die getrennt voneinander evakuierbar sind. Hierzu ist zwischen den beiden Kompartiments zweckmäßig eine horizontale Trennwand angeordnet, die sich zwischen Obertrum und Untertrum von einer Umlenkwalze zu der anderen Umlenkwalze erstreckt.

[0033] Alternativ oder zusätzlich kann mindestens eine Transporteinrichtung ein Förderband umfassen, welches sich zwischen einer Abwickelwalze und einer Aufwickelwalze erstreckt. Hierdurch kann eine signifikante Verringerung des zu evakuierenden Volumens der Beschichtungsanlage erzielt werden, so dass die Verwendung einer derartigen Transporteinrichtung auch losgelöst von den oben beschriebenen Vorrichtungsvarianten in jeder Art von Beschichtungsanlage vorteilhaft sein kann.

[0034] Das Förderband mindestens einer Transporteinrichtung kann aus einem Fasermaterial, beispielsweise Papier, synthetischem Papier, Keramikpapier oder Gewebe bestehen.

[0035] Dies ist ein weiteres Merkmal, das in jeder beliebigen Beschichtungsanlage, die eine Transporteinrichtung mit einem Förderband aufweist, Vorteile mit sich bringt, weil dadurch die Grundlage für die einmalige Verwendung eines Förderbands geschaffen wird, so dass die zeit- und arbeitsaufwendige Reinigung entfällt und die Vakuumanlage durch einfachen Austausch des Förderbands schnell wieder in Betrieb genommen werden kann.

[0036] In einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass mindestens zwei aufeinanderfolgende Transporteinrichtungen so ansteuerbar sind, dass sie wahlweise unterschiedliche oder gleiche Transportgeschwindigkeiten aufweisen. Hierdurch wird das chargenweise Übernehmen von Substraten von einer ersten Transporteinrichtung auf eine zweite Transporteinrichtung bei gleicher Transportgeschwindigkeit ermöglicht, wonach die zweite Transporteinrichtung stehenbleibt, entlang der Transportrichtung in eine Übergabeposition verschoben wird und anschließend die Substrate auf eine dritte Transporteinrichtung übergibt, wobei die zweite und dritte Transporteinrichtung auf die gleiche Transporteinrichtung eingestellt werden.

[0037] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung weist mindestens ein endloses Förderband einer Transporteinrichtung an mindestens einer Stelle eine lösbare Verbindung zur Demontage aufweist, so dass die Ersetzung eines verunreinigten Förderbands durch ein neues Förderband erleichtert wird.

[0038] Wie oben bereits ausgeführt, kann weiterhin vorgesehen sein, dass in mindestens einem Funktionsbereich eine Heizeinrichtung zur Erwärmung der Substrate angeordnet ist. Zur indirekten Beheizung der Substrate kann mindestens eine Heizeinrichtung unterhalb des Förderbands einer Transporteinrichtung angeordnet sein.

[0039] In ähnlicher Weise kann weiterhin vorgesehen sein, dass in mindestens einem Funktionsbereich eine Kühleinrichtung zur Kühlung der Substrate angeordnet ist, beispielsweise eine Kühleinrichtung, die eine Kombination von steuerbar kühlbaren und steuerbar beheizbaren Flächenelementen umfasst, die auf entgegengesetzten Seiten der Substrate angeordnet sind.

[0040] Schließlich wird bei der beschriebenen Beschichtungsanlage vorgeschlagen, dass in mindestens einem Funktionsbereich mindestens eine Reinigungseinrichtung zur Reinigung des Förderbands mindestens einer Transporteinrichtung von anhaftendem Kondensat angeordnet ist.

[0041] Es versteht sich, dass eine innerhalb der Beschichtungsanlage angeordnete Reinigungseinrichtung auch unabhängig von den oben beschriebenen Merkmalen und Vorrichtungsvarianten stets sinnvoll und vorteilhaft ist, weil dadurch das Wartungsintervall der Beschichtungsanlage signifikant erhöht wird, wodurch die Produktivität der Beschichtungsanlage gesteigert werden kann.

[0042] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der vorgeschlagenen Beschichtungsanlage anhand eines Ausführungsbeispiels und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen

[0043] Fig. 1 einen schematisierten Längsschnitt durch die Beschichtungsanlage, und

[0044] Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 1, in dem die Einzelheiten der Prozesssektion besser erkennbar sind.

[0045] Bei der dargestellten Beschichtungsanlage sind hintereinander eine Eingangssektion 1, eine erste Transfersektion 2, eine Prozesssektion 3, eine zweite Transfersektion 4 und eine Ausgangssektion 5 angeordnet, wobei die Eingangssektion 1 und die Ausgangssektion 5 beidseitig durch Vakuumventile 6 begrenzt sind.

[0046] An den Eingangs- und Ausgangssektionen 1 und 5 und an den Transfersektionen 2 und 4 sind Vakuumerzeuger 26, beispielsweise Turbomolekularpumpen, angeordnet.

[0047] Substrate (Wafer) werden in einem Übergabebereich vor der Eingangssektion 1 der Beschichtungsanlage von einer dort angeordneten externen Transporteinrichtung 10 auf eine in der Transportrichtung bewegliche erste Transporteinrichtung 11 mit einer Antriebseinrichtung 12, die in der Fig. 1 durch einen Doppelpfeil symbolisiert ist, übergeben. Die erste Transporteinrichtung 11 ist in der Eingangssektion 1 angeordnet und wird für die Übergabe der Halbleiterscheiben durch das Vakuumventil 6 hindurch in den Übergabebereich der externen Transporteinrichtung 10 bewegt. Dort übernimmt die erste Transporteinrichtung 11 die Substrate chargenweise und transportiert sie in die Eingangssektion 1 hinein. Anschließend wird das äußere Vakuumventil 6 geschlossen. Die zu beschichtende Seite der Substrate ist während des gesamten Transportes durch die Beschichtungsanlage nach oben gerichtet.

[0048] Nach dem Evakuieren der Eingangssektion 1 wird das innere Vakuumventil 6 zwischen Eingangssektion 1 und erster Transfersektion 2, die bereits evakuiert ist, geöffnet. Die erste Transporteinrichtung 11 wird durch das Vakuumventil 6 hindurch in den Übergabebereich der zweiten Transporteinrichtung 13 bewegt. Anschließend übergibt die erste Transporteinrichtung 11 die Substrate chargenweise auf die zweite Transporteinrichtung 13, welche die Substrate kontinuierlich mit nur kleinen, konstanten Abständen an die sich kontinuierlich bewegende dritte Transporteinrichtung 14, die in der Prozesssektion 3 angeordnet ist, übergibt.

[0049] Die Prozesssektion 3 ist durch vertikale Trennwände in fünf Funktionsbereiche unterteilt. Im ersten Funktionsbereich (dem Vorbehandlungsbereich, der gleichzeitig der Gasseparation dient), der durch einen Vakuumerzeuger 28 evakuierbar ist, ist eine Vorbehandlungseinrichtung 19 (im Ausführungsbeispiel eine Heizeinrichtung mit je einem ober-

halb und unterhalb der Transportebene der Substrate angeordneten Heizelement) angeordnet, im zweiten und vierten Funktionsbereich, den Beschichtungsbereichen, die durch je einen Vakuumerzeuger 27 evakuierbar sind, sind je eine Beschichtungseinrichtung 20 (im Ausführungsbeispiel je ein Doppel-Rohrmagnetron) angeordnet, dazwischen im dritten Funktionsbereich ist ein Gasseparationsbereich angeordnet und im fünften Funktionsbereich (dem Nachbehandlungsbereich, der gleichzeitig der Gasseparation dient), der durch einen Vakuumerzeuger 28 evakuierbar ist, ist eine Kühleinrichtung angeordnet, die ein unterhalb der Transportebene angeordnetes steuerbares Kühlelement 22 und ein oberhalb der Transportebene angeordnetes steuerbares Heizelement 23 umfasst.

[0050] In den Beschichtungsbereichen und im dazwischen befindlichen Gasseparationsbereich sind außerdem unterhalb des Förderbands der dritten Transporteinrichtung 14 jeweils Heizeinrichtungen 24 angeordnet, um die Substrate zur Aufrechterhaltung einer wählbaren Temperatur indirekt zu beheizen. Oberhalb der Heizeinrichtungen 24 sind jeweils Beschichtungsschutzeinrichtungen 18, beispielsweise Glasscheiben, angeordnet, um die Heizeinrichtungen 24 vor ungewollter Beschichtung zu schützen. Diese stellen somit zugleich die Gegensputterebene dar.

[0051] Weiterhin ist die Prozesssektion 3 durch eine horizontale Trennwand 9 in ein unteres Kompartiment 7 und ein oberes Kompartiment 8 unterteilt, so dass das Obertrum und das Untertrum des Förderbands der dritten Transporteinrichtung 14 durch verschiedene Kompartments verläuft. Das untere Kompartiment 7 ist durch einen Vakuumerzeuger 29 evakuierbar. Darüber hinaus ist im unteren Kompartiment 7 eine Reinigungseinrichtung 25, beispielsweise eine Bürste o. ä., angeordnet, die das Förderband der dritten Transporteinrichtung 14 ständig von unerwünschter Beschichtung reinigt.

[0052] An den Trennwänden zwischen den Funktionsbereichen sind tunnelartige Gasseparationseinrichtungen 21 angeordnet, die durch horizontale Trennwände gebildet sind, die an schlitzförmigen Transferöffnungen der Trennwände oberhalb und unterhalb des Förderbands der dritten Transporteinrichtung 14 angebracht sind und durch die das Förderband der dritten Transporteinrichtung 14 hindurch verläuft.

[0053] Anschließend übergibt die dritte Transporteinrichtung 14 die Substrate auf die vierte Transporteinrichtung 15, die in der zweiten Transfersektion 4 angeordnet ist.

[0054] Von der vierten Transporteinrichtung 15 werden die Substrate anschließend chargenweise auf die in der Transportrichtung durch eine Antriebsein-

richtung **12** bewegliche fünfte Transporteinrichtung **16** übergeben, die in der Ausgangssection **5** angeordnet ist. Dazu wird die fünfte Transporteinrichtung **16** durch das zwischen der zweiten Transfersection **4** und der Ausgangssection **5** angeordnete Vakuumventil **6** hindurch in den Übergabebereich der vierten Transporteinrichtung **15** bewegt, nachdem das Vakuumventil **6** zu diesem Zweck geöffnet wurde.

[0055] Nachdem die fünfte Transporteinrichtung **16** die Substrate in die Ausgangssection **5** transportiert hat, wird diese belüftet und die fünfte Transporteinrichtung **16** transportiert die Substrate in den Übergabebereich einer externen Transporteinrichtung **17**, die hinter der der Ausgangssection **5** angeordnet ist. Hier werden die Substrate von dem externen Transportsystem **17** zu weiteren Bearbeitungsschritten transportiert.

[0056] Die Transporteinrichtungen **11**, **13**, **14**, **15** und **16** haben endlose Förderbänder, welche mindestens an ihren äußeren Positionen über Umlenkwalzen geleitet werden. Zusätzliche mechanische Unterstützungen zwischen den Umlenkwalzen, die in den Figuren nicht dargestellt sind, gewährleisten eine exakte lineare Bewegungsrichtung der Förderbänder.

[0057] Die Transporteinrichtungen **11**, **13**, **14**, **15** und **16** sind so ausgeführt, dass sie an ihren äußeren Umlenkwalzen die Substrate mit konstanter Geschwindigkeit und linearer Bewegungsrichtung von einer vorhergehenden Transporteinrichtung übernehmen können und zur folgenden Transporteinrichtung übergeben können, ohne dass der Einsatz von Handhabungseinrichtungen nötig ist. Dies wird erreicht, indem der Achsabstand der äußeren Umlenkwalzen kleiner als die halbe Substratlänge ist und indem das über die Umlenkwalzen geführte Förderband in seinem inneren Aufbau dazu geeignet ist, während des Umlenkens auftretende innere Zug- und Druckspannungen dauerhaft zu kompensieren.

[0058] Weiterhin ist zumindest die dritte Transporteinrichtung **14** so ausgeführt, dass die Substrate während ihrer kontinuierlichen Transportbewegung thermisch vorbehandelt werden können. Dies wird erreicht, indem das die Vorbehandlungseinrichtung **19** erreichende kalte Teilstück des Förderbands aufgrund seiner geringen Wärmekapazität gut geeignet ist, sehr schnell und gemeinsam mit den auf ihm liegenden Substraten auf die gewünschte Vorbehandlungstemperatur aufgeheizt zu werden.

[0059] Zumindest die dritte Transporteinrichtung **14** ist weiterhin durch isolierende und Strahlungsverluste kompensierende Maßnahmen gut geeignet, im weiteren Verlauf die gewünschte Substrattemperatur zu erhalten.

[0060] Weiterhin ist das Förderband zumindest der dritten Transporteinrichtung **14** so ausgeführt, dass die Substrate während des Durchfahrens der Funktionsbereiche so beschichtet werden, dass unerwünschte Beschichtung der Substratrückseite vermieden wird. Dies wird erreicht, indem das Förderband entweder eine geschlossene Oberfläche besitzt oder beim Einsatz von Förderbändern mit löchriger Oberfläche auf der Unterseite nah am Förderband befindliche Sammler für Streudampf aufweist.

[0061] Weiterhin ist zumindest die dritte Transporteinrichtung **14** so ausgeführt, dass ihr Förderband beim Durchfahren der Gasseparationseinrichtungen keiner zwingenden Unterstützung durch mechanische Elemente gegen Durchhängen bedarf. Dies wird erreicht, indem die spezifische Zugspannung des Förderbands in Abhängigkeit von dessen Dichte und der Länge des frei gespannten Teilstückes so gewählt wird, dass es in diesem Bereich technisch nur unwesentlich durchhängen kann, sodass eine störende Berührung mit der Gasseparationseinrichtung vermieden wird.

Bezugszeichenliste

1	Eingangssection
2	erste Transfersection
3	Prozesssection
4	zweite Transfersection
5	Ausgangssection
6	Vakuumventil
7	unteres Kompartiment
8	oberes Kompartiment
9	horizontale Trennwand
10	externe Transporteinrichtung
11	erste Transporteinrichtung
12	Antriebseinrichtung
13	zweite Transporteinrichtung
14	dritte Transporteinrichtung
15	vierte Transporteinrichtung
16	fünfte Transporteinrichtung
17	externe Transporteinrichtung
18	Beschichtungsschutzeinrichtung
19	Vorbehandlungseinrichtung
20	Beschichtungseinrichtung
21	Gasseparationseinrichtung
22	steuerbares Kühlelement
23	steuerbares Heizelement
24	Heizeinrichtung
25	Reinigungseinrichtung
26	Vakuumerzeuger für Eingangs-, Ausgangs- und Transfersectionen
27	Vakuumerzeuger für Beschichtungsbereich
28	Vakuumerzeuger für Gasseparationsbereich, Vorbehandlungsbereich und Nachbehandlungsbereich
29	Vakuumerzeuger für unteres Kompartiment

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 202008013163 U1 [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Beschichtung von Halbleiterscheiben in einer Beschichtungsanlage, bei dem die Halbleiterscheiben innerhalb mindestens eines Funktionsbereichs beschichtet werden, wobei einzelne Halbleiterscheiben in mindestens zwei Reihen nebeneinander und in mindestens zwei Reihen hintereinander direkt auf ein Förderband mindestens einer Transporteinrichtung aufgelegt werden und auf dem Förderband in die Beschichtungsanlage hinein, durch mindestens einen Funktionsbereich hindurch und aus der Beschichtungsanlage heraus transportiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleiterscheiben innerhalb der Beschichtungsanlage an mindestens einer Stelle von einer vorhergehenden Transporteinrichtung durch deren Förderband direkt auf das Förderband einer nachfolgenden Transporteinrichtung übergeben werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Übergabe der Halbleiterscheiben die vorhergehende Transporteinrichtung oder/und die nachfolgende Transporteinrichtung zumindest temporär aus einer Betriebsposition in eine Übergabeposition bewegt wird, in der der Abstand zwischen der vorhergehenden Transporteinrichtung und der nachfolgenden Transporteinrichtung kleiner ist als in der Betriebsposition.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Bewegung der vorhergehenden Transporteinrichtung oder/und der nachfolgenden Transporteinrichtung ein zwischen ihnen angeordnetes Vakuumventil geöffnet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Obertrum und das Untertrum des endlosen Förderbands mindestens einer Transporteinrichtung durch je ein Kompartiment geführt werden, die getrennt voneinander evakuierbar sind.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Förderband mindestens einer Transporteinrichtung durch Umspulen von einer Abwickelwalze auf eine Aufwickelwalze bewegt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Förderband mindestens einer Transporteinrichtung an mindestens einer Stelle von anhaftendem Kondensat gereinigt wird.

8. Beschichtungsanlage, umfassend ein Gehäuse mit einer Eingangsschleuse und einer Ausgangs-

schleuse sowie mindestens einen zwischen Eingangsschleuse und der Ausgangsschleuse angeordneten Funktionsbereich und mindestens zwei hintereinander angeordnete Transporteinrichtungen mit je einem Förderband zum Transport von Substraten, wovon sich mindestens eine Transporteinrichtung im oder durch den mindestens einen Funktionsbereich erstreckt, und wobei die mindestens zwei hintereinander angeordneten Transporteinrichtungen relativ zueinander so angeordnet sind, dass Substrate, die auf dem Förderband einer vorhergehenden Transporteinrichtung liegen, im Betrieb der Beschichtungsanlage durch das Förderband der vorhergehenden Transporteinrichtung direkt auf das Förderband einer nachfolgenden Transporteinrichtung übergeben werden.

9. Beschichtungsanlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Transporteinrichtung zwischen einer Betriebsposition und einer Übergabeposition hin und her bewegbar ist, wobei der Abstand zwischen der vorhergehenden Transporteinrichtung und der nachfolgenden Transporteinrichtung in der Übergabeposition kleiner ist als in der Betriebsposition.

10. Beschichtungsanlage nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einer vorhergehenden Transporteinrichtung und einer nachfolgenden Transporteinrichtung eine Trennwand mit einer Transferöffnung und einem Vakuumventil angeordnet ist, wobei das Vakuumventil wahlweise die Transferöffnung freigebend oder blockierend stellbar ist.

11. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Förderband mindestens einer Transporteinrichtung zwischen zwei in der Transportrichtung hintereinander angeordneten Funktionsbereichen durch mindestens eine Gasseparationseinrichtung, beispielsweise durch eine spaltförmige Transferöffnung einer vertikalen Trennwand oder/und zwischen zwei horizontal angeordneten Trennwänden, die oberhalb und unterhalb des Förderbands angeordnet sind, hindurch verläuft.

12. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Transporteinrichtung ein endloses Förderband umfasst, welches um zwei Umlenkwalzen geführt ist.

13. Beschichtungsanlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Obertrum und das Untertrum des endlosen Förderbands mindestens einer Transporteinrichtung durch je ein Kompartiment verlaufen, die getrennt voneinander evakuierbar sind.

14. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Transporteinrichtung ein Förderband umfasst, welches sich zwischen einer Abwickelwalze und einer Aufwickelwalze erstreckt.

15. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Förderband mindestens einer Transporteinrichtung aus einem Fasermaterial besteht.

16. Beschichtungsanlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasermaterial Papier, synthetisches Papier, Keramikpapier oder Gewebe ist.

17. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei aufeinanderfolgende Transporteinrichtungen so ansteuerbar sind, dass sie wahlweise unterschiedliche oder gleiche Transportgeschwindigkeiten aufweisen.

18. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein endloses Förderband einer Transporteinrichtung an mindestens einer Stelle eine lösbare Verbindung zur Demontage aufweist.

19. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens einem Funktionsbereich eine Heizeinrichtung zur Erwärmung der Substrate angeordnet ist.

20. Beschichtungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Heizeinrichtung unterhalb des Förderbands einer Transporteinrichtung angeordnet ist.

21. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens einem Funktionsbereich eine Kühleinrichtung zur Kühlung der Substrate angeordnet ist.

22. Beschichtungsanlage nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kühleinrichtung eine Kombination von steuerbar kühlbaren und steuerbar beheizbaren Flächenelementen umfasst, die auf entgegengesetzten Seiten der Substrate angeordnet sind.

23. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens einem Funktionsbereich mindestens eine Reinigungseinrichtung zur Reinigung des Förderbands mindestens einer Transporteinrichtung von anhaftendem Kondensat angeordnet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

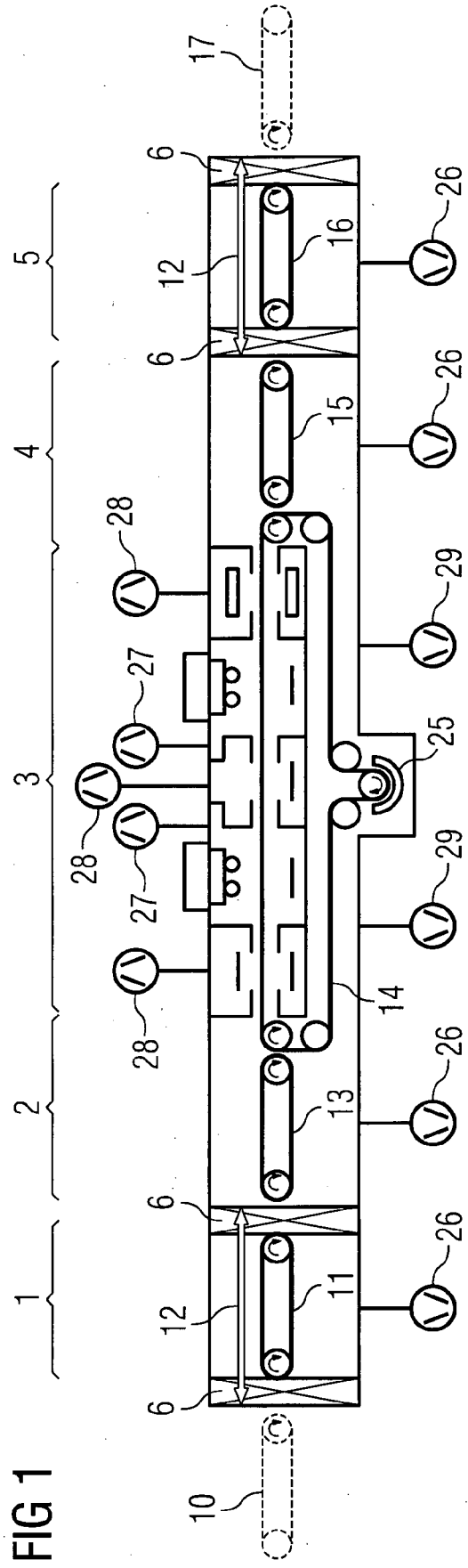


FIG 1

FIG 2

