



(10) **DE 10 2010 016 512 A1** 2011.10.20

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 016 512.3**

(22) Anmeldetag: **19.04.2010**

(43) Offenlegungstag: **20.10.2011**

(51) Int Cl.: **F27B 9/02 (2006.01)**

**F27B 9/24 (2006.01)**

**H01L 21/677 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Roth & Rau AG, 09337, Hohenstein-Ernstthal, DE**

(74) Vertreter:  
**Steiniger, Carmen, 09116, Chemnitz, DE**

(72) Erfinder:  
**Scheit, Uwe, Dr., 15232, Frankfurt, DE; Meyer, Mirko, 09390, Gornsdorf, DE; Frigge, Steffen, Dr., 09577, Niederwiesa, DE; Staude, Mirko, 09113, Chemnitz, DE**

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

**DE 10 2006 020781 B3**

**DE 26 42 627 A1**

**US 2008/0 30 491 A1**

**WO 03/0 54 975 A2**

**JP 2008256229 A mit computergenerierter  
englischer Übersetzung dazu**

**JP 2007205592 A mit computergenerierter  
englischer Übersetzung dazu**

**2002277167 A mit computergenerierter  
englischer Übersetzung dazu**

**Patent Abstracts of Japan zur JP 20082562299  
A**

**Patent Abstracts of Japan zur JP 2002277167 A**

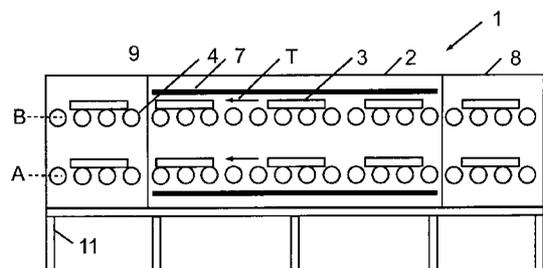
**Patent Abstracts of Japan zur JP 2007205592 A**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Mehrtagen-Rollenofen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Durchlaufanlage mit einem Rollentransportsystem für flächige Substrate und wenigstens einer temperierten Prozesskammer, in welcher die Substrate während ihres Durchlaufs durch die Prozesskammer bearbeitet werden. Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Durchlaufanlage aufzuzeigen, die bei vergleichbarem Substratdurchsatz durch die Anlage eine geringere Standfläche aufweist als im Stand der Technik bekannte Anlagen. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Durchlaufanlage wenigstens zwei übereinander angeordnete Transportebenen für die Substrate aufweist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Durchlaufanlage mit einem Rollentransportsystem für flächige Substrate und wenigstens einer temperierten Prozesskammer, in welcher die Substrate während ihres Durchlaufs durch die Prozesskammer bearbeitet werden.

**[0002]** Durchlaufanlagen der genannten Gattung wurden ursprünglich für die Glasindustrie zur Wärmebehandlung von Glasscheiben entwickelt, wobei die schweren planaren Glassubstrate auf Rollen durch die Anlage transportiert werden. Die Wärmebehandlung der Glassubstrate erfolgt unter normaler Umgebungsluft. Vorteilhaft an einer Rollendurchlaufanlage im Vergleich zu einer anderen Durchlaufanlage, die beispielsweise ein Transportband verwendet, ist, dass die Rollen im warmen Bereich der Anlage verbleiben und nicht aufgeheizt oder abgekühlt werden müssen. Dadurch wird Energie gespart.

**[0003]** Wegen der effizienten Energienutzung und der möglichen metallfreien Realisierung von Wärmebehandlungskammern in Durchlaufanlagen der genannten Gattung werden diese Anlagen auch in der Photovoltaikindustrie eingesetzt. Beispielsweise beschreibt die Druckschrift WO 03/054975 A2 einen Rollendurchlaufofen für die Bearbeitung von Solarwafern. Eine nachteilige Eigenschaft verfügbarer Durchlaufanlagen mit Rollentransportsystem ist die große Standfläche, die dieser Anlagentyp benötigt.

**[0004]** Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Durchlaufanlage aufzuzeigen, die bei vergleichbarem Substratdurchsatz durch die Anlage eine geringere Stellfläche aufweist als im Stand der Technik bekannte Anlagen.

**[0005]** Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Durchlaufanlage wenigstens zwei übereinander angeordnete Transportebenen für die Substrate aufweist.

**[0006]** Durchlaufanlagen haben Aufgaben, wie beispielsweise die Temperaturbehandlung von Substraten, dabei ist ein Substrat mit einer vorgegebenen Temperatur für eine bestimmte Zeit zu bearbeiten. Die erforderliche Zeit kann entweder durch eine hohe Transportgeschwindigkeit und eine große Transportlänge oder durch eine geringe Transportlänge und eine geringe Transportgeschwindigkeit erreicht werden. Durch die Verteilung einer Transportlänge auf mehrere Transportebenen kann die Grundfläche der Durchlaufanlage um die Länge der zusätzlichen Transportebenen trotz der Verwendung einer hohen Transportgeschwindigkeit, die beispielsweise zur effektiven Auslastung weiterer Kammern benötigt wird, verkleinert werden. Des Weiteren weist die erfindungsgemäße mehretagige Durchlaufanlage Kos-

tenvorteile auf, beispielsweise weil der Isolationsaufwand für die gleiche Produktionsfläche in einer Anlage verkleinert wird.

**[0007]** In einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die wenigstens zwei übereinander angeordneten Transportebenen in wenigstens einer Prozesskammer der Durchlaufanlage vorgesehen. Durch die Anordnung von zwei oder mehr Transportebenen in einer Prozesskammer erhöhen sich die Kosten für die Kammer nur gering, da viele Kammerkomponenten wie Kammerwände und Isolierungen für alle Ebenen nur einmal benötigt werden. Die Durchlaufanlage weist in einer Minimalausrüstung eine Prozesskammer auf. Es können aber auch mehrere Prozesskammern oder andere Kammern, wie beispielsweise Schleusenammern mit mehreren Transportebenen, vorgesehen sein.

**[0008]** In einer alternativen Ausbildung der erfindungsgemäßen Durchlaufanlage sind wenigstens zwei der Transportebenen in übereinander liegenden Prozesskammern vorgesehen. Aus verschiedenen Gründen kann es günstig sein, die wenigstens zwei Transportebenen mechanisch, thermisch oder chemisch voneinander zu trennen, was in dieser erfindungsgemäßen Variante in den übereinander liegenden Prozesskammern realisierbar ist. Eine mechanische Trennung der einzelnen Transportebenen kann günstig sein, um beispielsweise den Schaden bei einem Substratbruch gering zu halten und ihn auf eine Transportebene zu begrenzen. Durch eine räumliche Trennung der einzelnen Transportebenen kann jedoch auch die Temperaturregelung für die einzelnen Transportebenen und/oder die Gasführung in den einzelnen Transportebenen von den jeweils anderen Transportebenen entkoppelt werden. Mitunter erwachsen aus dieser stärkeren Entkopplung Vorteile. Die übereinander liegenden Prozesskammern können je nach Konstruktion der konkreten Prozesskammer unterschiedlich ausgebildet sein. In einem Ausführungsbeispiel sind nur dünne Trennwände zur Trennung von zwei Kammern vorgesehen. In anderen Ausbildungen können übereinander auch vollständig ausgebildete Kammern vorgesehen sein, die separat voneinander betreibbar sind.

**[0009]** In einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Durchlaufanlage ist wenigstens ein Substrathubmittel vorgesehen, mit welchem jedes Substrat auf eine andere Transportebene transportierbar ist, wobei für jedes Substrat ein sukzessiver Durchlauf mehrerer Transportebenen vorgesehen ist. Wenn eine Kammer mehrere, nicht voneinander getrennte Transportebenen übereinander aufweist, kann es zu Prozessparametervariationen von Transportebene zu Transportebene kommen. Diese Abweichungen, beispielsweise Temperaturabweichungen, werden dann unerheblich, wenn jedes Substrat nacheinander alle Transportebenen durchläuft, da dann

jedes Substrat mit den gleichen Abweichungen bearbeitet wird und so der gesamte, in allen Ebenen stattfindende Bearbeitungsprozess auf das gewünschte Bearbeitungsergebnis hin geregelt werden kann. Für den Wechsel der Substrate auf eine andere Transportebene sind in diesem Fall ein oder mehrere Substrathubmittel vorgesehen. Das oder die Substrathubmittel können entweder direkt in der Prozesskammer oder auch an anderer geeigneter Stelle beispielsweise in speziellen Kammern für den Ebenenwechsel vorgesehen sein. Ein Substrathubmittel kann ein Fahrstuhl, ein Paternosterfahrstuhl, ein Handhabungsroboter oder ein anderes verfügbares Transportmittel sein.

**[0010]** In einem möglichen Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Durchlaufanlage weisen wenigstens zwei in Durchlaufrichtung der Substrate durch die Durchlaufanlage nacheinander vorgesehene Kammern eine unterschiedliche Anzahl von Transportebenen auf. In diesem Anlagentyp wird beispielsweise eine Kammer, in der ein langzeitiger Bearbeitungsprozess erfolgt, in mehreren Ebenen ausgeführt, während weitere Kammern der Anlage Standardkammern mit nur einer Ebene sind.

**[0011]** In einer besonders geeigneten Ausführung der erfindungsgemäßen Durchlaufanlage weist die Durchlaufanlage eine Aufheizkammer und eine Abkühlkammer mit einer Transportebene und wenigstens eine dazwischen angeordnete Prozesskammer mit mehreren Transportebenen auf. Während Aufheizkammer und Abkühlkammer Standardkammern sein können, die auch in anderen Anlagen verwendet werden können, ist nur die Prozesskammer eine Neuerung mit mehreren Transportebenen. Die Integration einer solchen Anlage mit Standardschnittstellen zur Fertigungsumgebung kann besonders einfach in die Fertigung integriert werden.

**[0012]** In einer bevorzugten Variante der vorgeschlagenen Durchlaufanlage ist die Temperatur in der Prozesskammer auf jeder Transportebene separat regelbar. Die Temperatur der Substrate in der Prozesskammer ist ein wichtiger Parameter mit entscheidendem Einfluss auf die Prozessergebnisse. Deshalb ist es wichtig, die Temperatur so exakt wie möglich einstellen zu können. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass auf jeder Transportebene jeweils oberhalb und unterhalb der Substrate eine Heizmatte vorgesehen ist. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann in jeder Transportebene auch nur jeweils oberhalb oder nur jeweils unterhalb der Substrate eine Heizvorrichtung vorgesehen sein.

**[0013]** Durch die separate Ausführung der Heizung und Temperaturregelung für jede Ebene wird eine ausreichend hohe Flexibilität in der Temperaturregelung erreicht. Wenn zur Prozessierung der Sub-

strate weitere Parameter neben der Temperatur wesentlich sind, kann auch für die weiteren Parameter, wie zum Beispiel die Gaszusammensetzung, eine separate Regelung dieses Parameters in jeder Transportebene der Prozesskammer vorgesehen sein. Die Ausbildung einer separaten Temperaturregelung für jede Ebene stellt andererseits natürlich einen gewissen Aufwand dar, auf die, wenn eine ausreichende Temperaturkonstanz durch andere Maßnahmen erreichbar ist, nach Möglichkeit auch verzichtet werden kann.

**[0014]** In einer alternativen erfindungsgemäßen Durchlaufanlage ist zur Ausbildung einer gemeinsamen Atmosphäre in allen Transportebenen einer Prozesskammer ein Gebläse vorgesehen. Durch das Gebläse kann die Temperatur von einer für die Prozesskammer vorgesehenen Heizung gleichmäßig in der gesamten Prozesskammer verteilt werden. Dieser Typ von Anlagen ist beispielsweise dann einsetzbar, wenn in der Prozesskammer keine Prozessgasströmung zu beachten ist oder wenn in der Prozesskammer keine Temperaturgradienten vorgesehen sind. Diese Art von Prozesskammer ist vorrangig für Prozesse mit niedrigen oder moderaten Temperaturen in atmosphärischem Druck vorgesehen.

**[0015]** Vorzugsweise zeichnet sich die erfindungsgemäße Durchlaufanlage dadurch aus, dass sie ein Diffusionsofen ist. Derzeit besteht hauptsächlich in Diffusionsöfen die Anforderung einer langen Substratbearbeitung, die mit großen Ofenstandflächen verbunden ist. Daher ist für diese Anwendung der Einsatz von Mehrebenenkammern besonders attraktiv. Die Erfindung kann jedoch auch in anderen Öfen oder Anlagen eingesetzt werden, um diese zu verkürzen.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausführung der vorgeschlagenen Durchlaufanlagen weist das Rollentransportsystem Transportrollen auf, die derart profiliert sind, dass ein Kontakt der Rückseiten der zu transportierenden Substrate mit der Transportrolle verhindert oder minimiert wird, ohne dass die Transportrolle hierfür eine Unterbrechung aufweist. Bei verschiedenen Substraten, beispielsweise wenn die Oberflächen der Substrate von der idealen Planarität abweichen, kann es bei zylinderförmigen Transportrollen zu einer Spuruntreue bei dem Transport durch die Anlage kommen. Zur Gewährleistung der Spurtreue können als Profilierung auf den Transportrollen seitliche Führungen für die Substrate vorgesehen sein. Desweiteren ist mitunter eine vollständige Auflage der Substrate auf den Transportrollen ungünstig, beispielsweise weil ein Abrieb einer Rückseitenbeschichtung auftreten kann. In solchen Fällen kann das Profil der Transportrollen derart verjüngt sein, dass die Substrate nur mit ihren Rändern oder nur in bestimmten Bereichen auf den Transportrollen aufliegen.

[0017] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung deren Aufbau, Funktion und Vorteile werden im Folgenden anhand von Figuren näher erläutert werden, wobei die Figuren folgendes zeigen:

[0018] **Fig. 1** eine schematische Querschnittseitenansicht einer Durchlaufanlage mit zwei durchgehenden Transportebenen in der gesamten Anlage;

[0019] **Fig. 2** eine schematische Querschnittseitenansicht einer Durchlaufanlage mit drei voneinander separierten Transportebenen;

[0020] **Fig. 3** eine schematische Querschnittseitenansicht einer Durchlaufanlage mit sukzessivem Substratdurchlauf durch mehrere Transportebenen; und

[0021] **Fig. 4** einen schematischen Längsschnitt einer profilierten Transportrolle.

[0022] **Fig. 1** beinhaltet eine mögliche Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Durchlaufanlage **1**. Die Durchlaufanlage **1** weist eine Aufheizkammer **8**, eine Prozesskammer **2** und eine Abkühlkammer **9** auf, wobei jede Kammer zwei Transportebenen A und B aufweist. Die Kammern werden von einem Chassis **11** getragen. Die Substrate **3** werden in einer Transportrichtung T von Transportrollen **4** durch die Durchlaufanlage **1** befördert. Während des Transportes durch die Durchlaufanlage **1** erfolgt eine Temperaturbearbeitung der Substrate **3**. Dazu weist die Prozesskammer **2** in jeder Transportebene A und B jeweils eine Heizmatte **7** auf. In anderen, nicht dargestellten Ausbildungen können auch Heizstäbe, Heizrohre, Lampenheizungen oder andere Heizungen zum Einsatz kommen, die dem Fachmann auf dem Gebiet der Erfindung bekannt sind.

[0023] **Fig. 1** ist eine rein schematische Darstellung zur Verdeutlichung der erfinderischen Idee. Für die Funktion der Durchlaufanlage **1** sind viele hier nicht dargestellte Komponenten erforderlich, welche für die Beschreibung der erfinderischen Idee unwesentlich sind, die aber dem einschlägigen Fachmann bekannt sind und daher nicht der separaten Darstellung bedürfen. Die Durchlaufanlage **1** ist in **Fig. 1** in keiner Weise maßstabsgerecht dargestellt, beispielsweise ist die Längsausdehnung der Anlage stark gestaucht gezeichnet.

[0024] Die Durchlaufanlage **1** ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Diffusionsofen, in welchem die Substrate **3** mit einer bestimmten Temperatur beaufschlagt werden, um eine Diffusion in den Substraten **3** zu erreichen. In anderen, nicht dargestellten Fällen kann die Durchlaufanlage **1** auch ein Feuerungssofen, in dem beispielsweise aus einer metallorganischen Paste durch Feuern ein Metall hergestellt wird, ein Trocknungssofen, eine Beschich-

tungsanlage, eine Ätzanlage oder eine sonstige Substratbearbeitungsanlage sein. Die verschiedenen Anlagen weisen jeweils prozessspezifische Merkmale auf, die hier wegen ihrer Unwesentlichkeit im Hinblick auf die vorliegende Erfindung nicht dargestellt sind.

[0025] Im Vergleich zu herkömmlichen Durchlaufanlagen mit einer Transportebene weist die dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Durchlaufanlage **1** eine größere Bauhöhe auf, durch welche Raum für eine zusätzliche zweite Transportebene B bereitgestellt wird. Wenn die Durchlaufanlage **1** mit den gleichen Parametern, beispielsweise der gleichen Transportgeschwindigkeit, wie eine entsprechende Anlage mit einer einzigen Transportebene betrieben wird, weist die Durchlaufanlage kann die zweite Transportebene B der doppelten Durchsatz erreicht werden.

[0026] In der dargestellten Durchlaufanlage **1** sind sowohl die Aufheizkammer **8** als auch die Abkühlkammer **9** mit zwei Transportebenen A, B ausgestattet. Die Substrate **3** müssen daher auf beiden Transportebenen A, B bereitgestellt bzw. entnommen werden. Die Bereitstellung bzw. die Entnahme der Substrate **3** kann im einfachsten Fall manuell durch das Bedienungspersonal vorgesehen sein, je nach Kundenwunsch ist jedoch auch eine entsprechende Automatisierungstechnik möglich.

[0027] Die Substrate **3** sind in dem skizzierten Ausführungsbeispiel Silizium-Solarwafer, die derzeit die häufigsten Substrate in der Photovoltaik sind. In anderen, nicht dargestellten Fällen können die Substrate **3** auch großflächige Glassubstrate mit oder ohne Beschichtung, Folien mit einer Beschichtung oder sonstige Werkstücke sein.

[0028] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird die zur Substratbearbeitung erforderliche Wärme von widerstandsbeheizten Heizmatten **7** erzeugt, wobei in jeder Transportebene A und B jeweils eine Heizmatte **7** über den Substraten **3** oder unter den Substraten **3** vorgesehen ist. Andere mögliche, aber nicht dargestellte Heizelemente sind beispielsweise Stabheizungen, Lampenheizungen, Mikrowellenheizungen, Induktionsheizungen oder Umluftheizungen.

[0029] **Fig. 2** zeigt die Durchlaufanlage **1'** als ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Durchlaufanlage. Die Durchlaufanlage **1** weist hier mehrere Transportebenen A, B, C auf, die durch Zwischenwände voneinander separiert sind. Durch diese Separation ist der Prozessbereich in die Prozesskammern **21**, **22**, **23** unterteilt, entsprechend ist auch der Eingangsbereich in die Aufheizkammern **81**, **82**, **83** und der Ausgangsbereich in die Abkühlkammern **91**, **92**, **93** unterteilt. Die übereinander liegenden Prozesskammern **21**, **22**, **23** sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel nur durch dünne Trenn-

wände voneinander separiert, da in allen Transportebenen A, B, C der gleiche Bearbeitungsprozess vorgesehen ist, in jeder Transportebene A, B, C die gleichen Temperaturen herrschen und eine thermische Isolation zwischen den Transportebenen A, B, C nicht erforderlich ist. In anderen Ausführungsbeispielen können die übereinander liegenden Transportebenen aber auch mit unterschiedlichen Prozessen bei unterschiedlichen Temperaturen betrieben werden, wobei dann die übereinander liegenden Transportebenen mehr wie komplette übereinander angeordnete Prozesskammern aufgebaut und zu betrachten sind.

**[0030]** Ein Vorteil der Separation der einzelnen Transportebenen A, B, C ist eine mechanische Entkopplung der einzelnen Transportebenen A, B, C voneinander, wodurch bei einem mechanischen Problem in einer der Transportebenen A, B, C, beispielsweise einem Substratbruch, der Schaden auf die eine Transportebene begrenzt bleibt und die Substrate **3** in den anderen Transportebenen nicht in Mitleidenschaft gezogen werden. Desweiteren werden die Prozessbedingungen in den Prozesskammern **21, 22, 23** stärker voneinander entkoppelt. So ist beispielsweise die Temperaturregelung für jede Prozesskammer **21, 22, 23** separat möglich, was beispielsweise für eine Erhöhung der Temperaturgenauigkeit genutzt werden kann. Oder es kann für jede Transportebene A, B, C separat ein gewünschter Gasfluss eingestellt werden, sodass die Substrate **3** in jeder Transportebene bei jeweils einer gleichen Gasströmung bearbeitet werden können. Nachteilig an der Separierung der einzelnen Prozesskammern **21, 22, 23** sind ein höherer Fertigungsaufwand sowie ein höherer Wartungsaufwand beim Service der Durchlaufanlage **1'**.

**[0031]** Fig. 3 zeigt in einer schematischen Skizze den Querschnitt einer alternativen erfindungsgemäßen Durchlaufanlage **1''**, bei welcher für jedes Substrat **3** ein sukzessiver Durchlauf durch mehrere Transportebenen A, B, C, D, E vorgesehen ist. Dadurch, dass jedes Substrat **3** alle Transportebenen durchläuft, ist das Prozessergebnis bei diesem Anlagentyp für jedes Substrat **3** gleich, die Durchlaufanlage **1''** kann als Ganzes kontrolliert und geregelt werden, ohne die einzelnen Transportebenen A, B, C, D, E technisch separat behandeln zu müssen.

**[0032]** In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist nur die Prozesskammer **24** beispielhaft fünf Transportebenen A, B, C, D, E auf, während die Aufheizkammer **8** und die Abkühlkammer **9** jeweils in einer Ebene vorgesehen sind. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird die gesamte Kammer **24** von einem einzigen Heizer **6** und einem Gebläse **12** im Umluftbetrieb durch Umluft U geheizt. In anderen, nicht dargestellten Ausführungen der erfindungsgemäßen Durchlaufanlage können auch andere Heizer,

wie beispielsweise Heizmatten oder Lampenheizer, in einer oder mehreren Ebenen eingesetzt werden.

**[0033]** In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein diskontinuierlicher Substrattransport in der Prozesskammer **24** vorgesehen, wobei die Substrate **3** vor einem oder mehreren Hubmittel(n) **5** angehalten werden, bis das Hubmittel **5** verfügbar ist. Dann wird das Substrat auf das Hubmittel **5** transportiert und von dem Hubmittel **5** aus auf der nächsten Transportebene weitertransportiert. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den Hubmitteln **5** um Fahrstühle, die zur Ausführung einer bidirektionalen Hubbewegung H ausgebildet sind. In anderen, nicht dargestellten Ausgestaltungen der Erfindung können auch Paternosterfahrstühle oder Roboter verwendet werden, die entweder innerhalb der Prozesskammer **24** oder auch außerhalb der Prozesskammer **24** vorgesehen sind.

**[0034]** Das Hubmittel **5** kann in anderen Ausführungsbeispielen der Erfindung auch in größerer Entfernung von der mit mehreren Transportebenen ausgestatteten Prozesskammer **24** vorgesehen sein. Beispielsweise kann in einem nicht dargestellten erfindungsgemäßen Anlagentyp ein Substrat **3** zunächst eine Temperaturbearbeitungskammer mit mehreren Transportebenen in einer ersten Transportebene durchlaufen, anschließend eine Beschichtungskammer mit einer Transportebene durchlaufen, daran anschließend von einem Hubmittel **5** auf eine zweite Transportebene transportiert werden und nachfolgend die Temperaturbearbeitungskammer auf einer zweiten Transportebene durchlaufen. In einer solchen Durchlaufanlage kann auch eine mehrfache Abfolge von Abscheidung und Temperaturbehandlung durch einen Substratumlauflauf realisiert werden. In einer anderen, nicht dargestellten Variante der Erfindung werden auf unterschiedlichen Transportebenen einer Prozesskammer durch geeignete lokal wirkende Heizmittel, wie beispielsweise Lampenheizungen, unterschiedliche Temperaturen eingestellt, und die einzelnen Transportebenen sind zur Erfüllung unterschiedlicher Aufgaben in einer Abfolge von Bearbeitungsschritten vorgesehen.

**[0035]** Die Fig. 4 zeigt einen schematischen Längsschnitt durch eine profilierte Transportrolle **4'**. Transportrollen haben üblicherweise anders als hier dargestellt kreiszylindrische Oberflächen. Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung werden weitere Rollenprofile, wie das in Fig. 4 beispielhaft dargestellte Profil, eingesetzt, um die Transportsystemzuverlässigkeit und der Substratrückseitensauberkeit zu verbessern. Die schematisch dargestellte Transportrolle **4'** weist in ihrem Durchmesser Verjüngungen zur Führung der Substrate **3** auf. Die Verjüngungen sind symmetrisch zur Rotationsachse R der Transportrolle **4'** ausgebildet. In dem dargestellten bevorzugten Profil sind steile Seitenführungen **40** und flache Einschnü-

rungen **41** vorgesehen. Die steilen Seitenführungen **40** dienen der Verbesserung der Spurtreue der Substrate **3**. Die flachen Einschnürungen **41** dienen hingegen zur Minimierung der Auflagefläche der Substrate **3** auf den Transportrollen **4'**, die sich in dem dargestellten Ausführungsbeispiel auf zwei Punkte am Substratrand beschränkt. Im Bereich der Einschnürungen **41** ist ein Abstand zwischen der Rolleneroberfläche und der Substratrückseite ausgebildet. Dadurch kann beispielsweise der Abrieb von Beschichtungen auf dem Substrat **3** vermieden werden. Statt der hier dargestellten Profilierung können auch weitere Typen von Profilierungen, beispielsweise nutförmige Waferführungen oder ringförmige Substratauflagen, eingesetzt werden.

**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**

- WO 03/054975 A2 [\[0003\]](#)

**Patentansprüche**

1. Durchlaufanlage (1, 1') mit einem Rollentransportsystem für flächige Substrate (3) und wenigstens einer temperierten Prozesskammer (2, 21, 22, 23), in welcher die Substrate (3) während ihres Durchlaufs durch die Prozesskammer (2, 21, 22, 23) bearbeitet werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Durchlaufanlage (1, 1') wenigstens zwei übereinander angeordnete Transportebenen (A, B, C, D, E) für die Substrate (3) aufweist.

2. Durchlaufanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei übereinander angeordneten Transportebenen (A, B, C, D, E) in wenigstens einer Prozesskammer (2) der Durchlaufanlage (1, 1') vorgesehen sind.

3. Durchlaufanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei der Transportebenen (A, B, C) in übereinander liegenden Prozesskammern (21, 22, 23) vorgesehen sind.

4. Durchlaufanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Substrathubmittel (5) vorgesehen ist, welches jedes Substrat (3) auf eine andere Transportebene (A, B, C, D, E) transportiert und wobei für jedes Substrat (3) ein sukzessiver Durchlauf mehrerer Transportebenen (A, B, C, D, E) vorgesehen ist.

5. Durchlaufanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei in Durchlaufrichtung der Substrate (3) durch die Durchlaufanlage (1, 1') nacheinander vorgesehene Prozesskammern (8, 2, 9) eine unterschiedliche Anzahl von Transportebenen (A, B, C, D, E) aufweisen.

6. Durchlaufanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchlaufanlage eine Aufheizkammer (8) und/oder eine Abkühlkammer (9) mit jeweils einer Transportebene und wenigstens eine dazwischen angeordnete Prozesskammer (2) mit mehreren Transportebenen (A, B, C, D, E) aufweist.

7. Durchlaufanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur in der wenigstens einen Prozesskammer (2) auf jeder Transportebene (A, B, C, D, E) separat regelbar ist.

8. Durchlaufanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausbildung einer gemeinsamen Atmosphäre in allen Transportebenen (A, B, C, D, E) in der wenigstens einen Prozesskammer (2) ein Gebläse (12) vorgesehen ist.

9. Durchlaufanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchlaufanlage (1, 1') ein Diffusionsofen ist.

10. Durchlaufanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rollentransportsystem Transportrollen (4') aufweist, die derart profiliert sind, dass ein Kontakt der Rückseiten der zu transportierenden Substrate (3) mit der Transportrolle (4') verhindert oder minimiert wird, ohne dass die Transportrolle (4') hierfür eine Unterbrechung aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

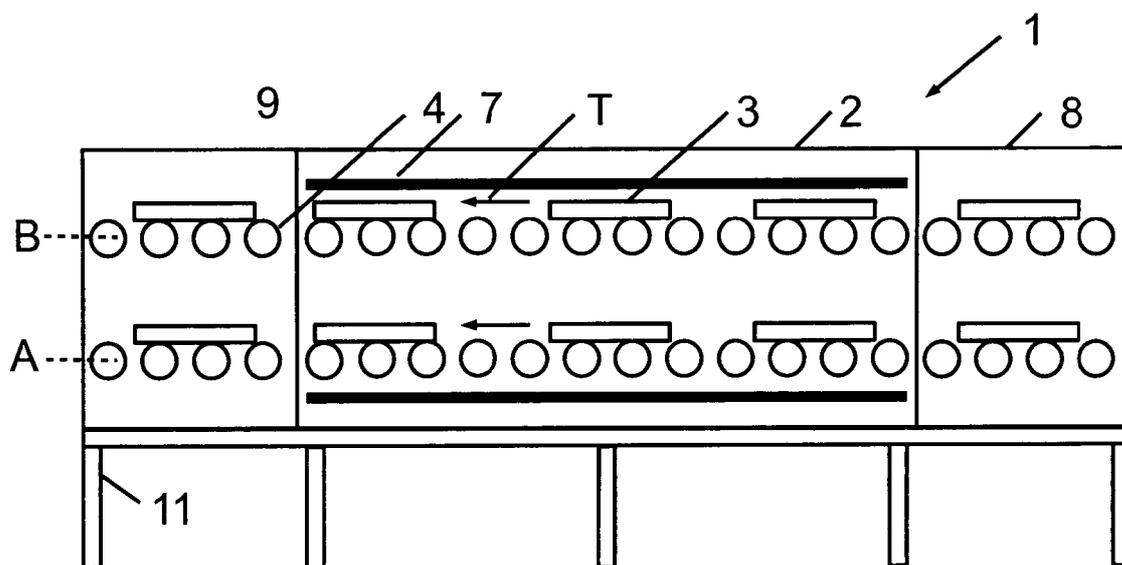


Fig. 1

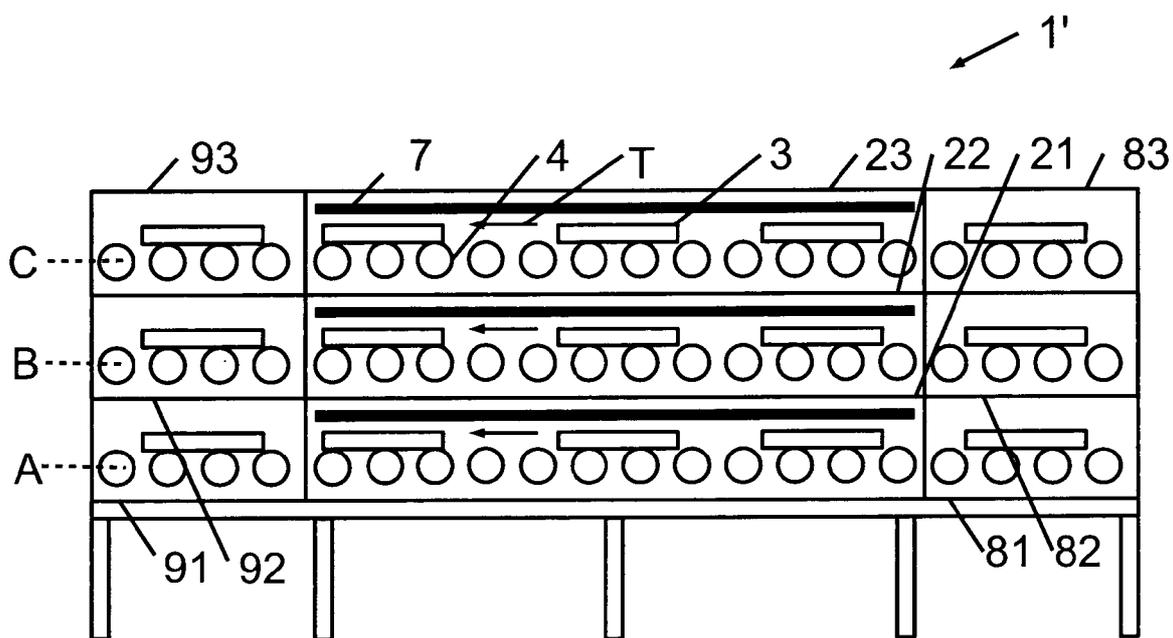


Fig. 2

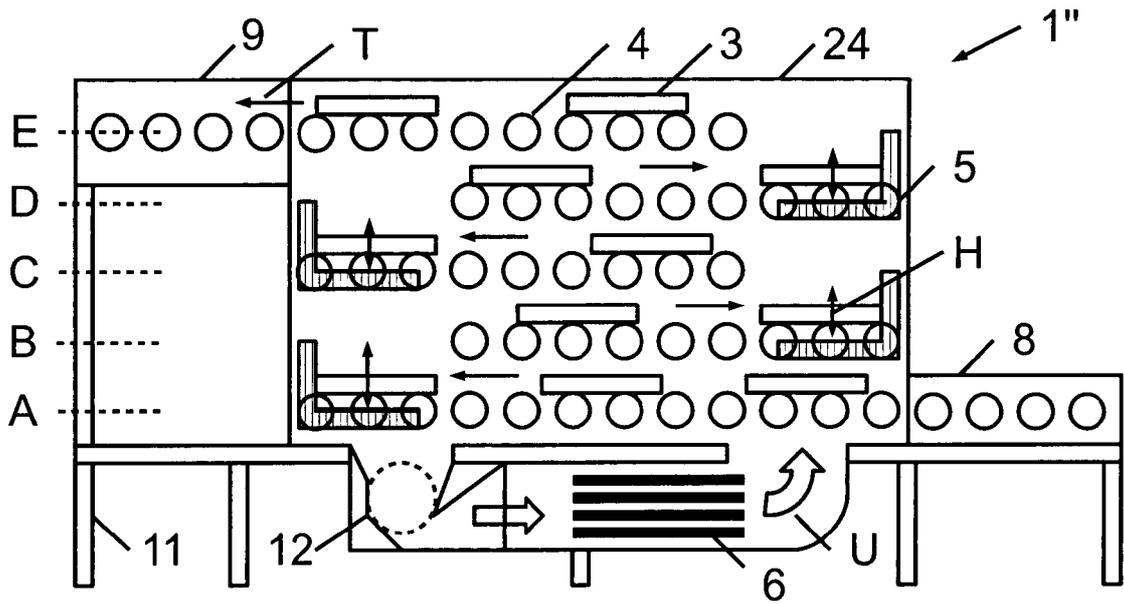


Fig. 3

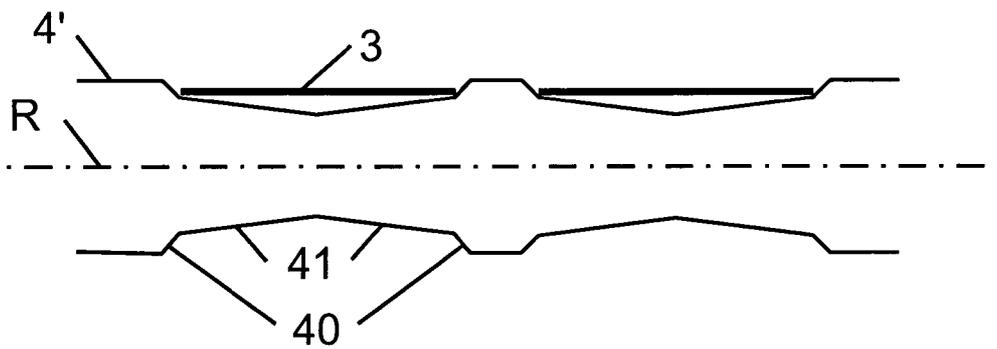


Fig. 4