

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
15. November 2012 (15.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/153232 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 21/677 (2006.01)

Oelsnitz (DE). **LIPPOLD, Patrick** [DE/DE];
Grosspillingsdorf 13A, 08451 Crimmitschau (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB2012/052184

(74) **Anwalt: STEINIGER, Carmen**; Ricarda-Huch-Strasse 4,
09116 Chemnitz (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Mai 2012 (02.05.2012)

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 050 324.2 12. Mai 2011 (12.05.2011) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ROTH & RAU AG** [DE/DE]; An der
Baumschule 6-8, 09337 Hohenstein-Ernstthal (DE).

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **MAI, Joachim**
[DE/DE]; Waldenburger Strasse 58, 04603 Nobitz (DE).
BALLMANN, Markus [DE/DE]; Erich-Mühsam-Strasse
2, 08062 Zwickau (DE). **MUELLER, Danny** [DE/DE];
Alfred-Neubert-Strasse 19, 09123 Chemnitz (DE).
SCHULZE, Thomas [DE/DE]; Konsumstrasse 3, 09376

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** SUBSTRATE-TRANSPORTING MODULE, LOADING AND UNLOADING SYSTEM, AND METHOD FOR
TRANSPORTING SUBSTRATES IN A SUBSTRATE-PROCESSING INSTALLATION

(54) **Bezeichnung :** SUBSTRATTRANSPORTMODUL, BELADE- UND ENTLADESYSTEM UND TRANSPORTVERFAHREN
FÜR SUBSTRATE IN EINER SUBSTRATBEARBEITUNGSANLAGE

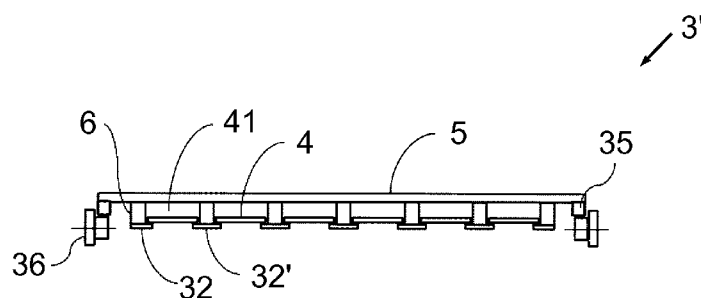


Fig. 3

(57) **Abstract:** The present invention relates to a substrate-transporting module of a substrate-processing installation, wherein the substrate-transporting module has a carrying device in the form of a carrying panel and/or of a carrying frame and is designed for horizontally accommodating, and horizontally transporting, at least one planar substrate or at least one planar substrate-transporting means. The invention also relates to a loading and unloading system of a substrate-processing installation having such a substrate-transporting module. In addition, the present invention relates to a method for transporting at least one planar substrate, or at least one planar substrate-transporting means, in a substrate-processing installation having at least one substrate-transporting module which has a carrying device in the form of a carrying panel and/or of a carrying frame. The problem of the present invention is that of making available a substrate-transporting module, a loading and unloading system, and a method for transporting substrates in a substrate-processing installation, which make it possible to avoid contamination from one section to the next of a continuous substrate-processing installation and which allow a substrate-processing installation to be operated more effectively. The intention here is for the substrate-transporting module and the corresponding loading and unloading system to

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/153232 A2



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

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

be capable of being designed in as cost-effective a manner as possible. This problem is solved, in the first instance, by a substrate-transporting module of a substrate-processing installation of the type in question above, wherein, from the carrying device, carrying elements with horizontally oriented bearing sections, which form a bearing means for the at least one planar substrate or the at least one planar substrate-transporting means, extend into a region beneath the carrying device, and wherein the carrying device can be coupled to a transporting system for transporting the substrate-transporting module in the substrate-processing installation. The problem is solved, in addition, by a loading and unloading system which utilizes the substrate-transporting module according to the invention and by a corresponding method.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Substrattransportmodul einer Substratbearbeitungsanlage, wobei das Substrattransportmodul eine Tragvorrichtung in Form einer Tragplatte und/oder eines Tragrahmens aufweist und für eine horizontale Aufnahme und einen horizontalen Transport wenigstens eines flächigen Substrates oder wenigstens eines flächigen Substrattransportobjektes ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft ferner eine Belade- und Entladesystem einer Substratbearbeitungsanlage mit einem solchen Substrattransportmodul. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Transport wenigstens eines flächigen Substrates oder wenigstens eines flächigen Substrattransportobjektes in einer Substratbearbeitungsanlage mit wenigstens einem Substrattransportmodul, welches eine Tragvorrichtung in Form einer Tragplatte und/oder eines Tragrahmens aufweist. Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Substrattransportmodul, ein Belade- und Entladesystem sowie ein Verfahren im Transport von Substraten in einer Substratbearbeitungsanlage zur Verfügung zu stellen, die es ermöglichen, Kontaminationen von einem Anlagenabschnitt in den nächsten Anlagenabschnitt einer Durchlauf-Substratbearbeitungsanlage zu vermeiden und die es erlauben, eine Substratbearbeitungsanlage effektiver zu betreiben. Dabei soll das Substrattransportmodul und das entsprechende Belade- und Entladesystem möglichst kostengünstig ausgebildet werden können. Diese Aufgabe wird einerseits durch ein Substrattransportmodul einer Substratbearbeitungsanlage der oben genannten Gattung gelöst, wobei sich von der Tragvorrichtung Tragelemente mit horizontal ausgerichteten Auflageabschnitten, welche eine Auflage für das wenigstens eine flächige Substrat oder das wenigstens eine flächige Substrattransportobjekt ausbilden, in einen Bereich unter die Tragvorrichtung erstrecken, und wobei die Tragvorrichtung mit einem Transportsystem für einen Transport des Substrattransportmoduls in der Substratbearbeitungsanlage koppelbar ist. Die Aufgabe wird ferner durch ein das erfindungsgemäße Substrattransportmodul nutzendes Belade- und Entladesystem sowie ein entsprechendes Verfahren gelöst.

Substrattransportmodul, Belade- und Entladesystem und Transportverfahren für Substrate in einer Substratbearbeitungsanlage

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Substrattransportmodul einer Substratbearbeitungsanlage, wobei das Substrattransportmodul eine Tragvorrichtung in Form einer Tragplatte und/oder eines Tragrahmens aufweist und für eine horizontale Aufnahme und einen horizontalen Transport wenigstens eines flächigen Substrates oder wenigstens eines flächigen Substrattransportobjektes ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft ferner eine Belade- und Entladesystem einer Substratbearbeitungsanlage mit einem solchen Substrattransportmodul. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Transport wenigstens eines flächigen Substrates oder wenigstens eines flächigen Substrattransportobjektes in einer Substratbearbeitungsanlage mit wenigstens einem Substrattransportmodul, welches eine Tragvorrichtung in Form einer Tragplatte und/oder eines Tragrahmens aufweist.

Im Stand der Technik ist es bekannt, in Substratbearbeitungsanlagen, wie beispielsweise Anlagen zur Herstellung von Solarzellen, Substrattransportmodule in Form von sogenannten Substraträgern oder Substratcarriern einzusetzen. Diese Substraträger dienen der Auflage von zu bearbeitenden Substraten, die typischerweise zeilen- und spaltenförmig auf dem Substraträger abgelegt werden. Der Substraträger ist hierzu beispielsweise platten- oder gitterförmig ausgebildet. Ferner ist der Substraträger derart ausgebildet, dass er in wenigstens einer Transportrichtung durch die Substratbearbeitungsanlage mit auf dem Substraträger angeordneten Substraten transportiert werden kann. Somit ist es möglich, dass die Substrate auf dem Substraträger aufliegend mehrere Bereiche in der Substratbearbeitungsanlage passieren können und somit fortlaufend in der Substratbearbeitungsanlage bearbeitet werden können.

Beim Durchfahren der Substratbearbeitungsanlage ist das in Form eines Substraträgers ausgebildete Substrattransportmodul horizontal ausgerichtet, sodass die typischerweise flächig ausgebildeten Substrate ebenfalls in horizontal ausgerichteter Weise die Substratbearbeitungsanlage durchfahren.

Ist der Substraträger plattenförmig ausgebildet, liegen die Substrate flächig auf der Oberfläche des Substraträgers auf. Ist der Substraträger gitterförmig ausgebildet, sind die Substrate in sogenannten Trägernestern, die in dem Substraträger ausgebildet sind,

angeordnet. In den Trägernestern werden die Substrate typischerweise nur an ihren Rändern auf entsprechenden Haltebereichen der Trägernester abgelegt. So ist es bei beiden Substratträgervarianten möglich, insbesondere die Oberfläche der jeweiligen Substrate zu bearbeiten.

In der Substratbearbeitungsanlage werden beispielsweise an den Substraten Beschichtungsprozesse, Diffusionsprozesse, Ätzprozesse, Feuerungsprozesse oder Reinigungsprozesse vorgenommen. Bei den jeweiligen Prozessen sind nicht nur die Substrate sondern auch das jeweils eingesetzte Substrattransportmodul den jeweiligen Bedingungen des Prozesses ausgesetzt. So wird beispielsweise bei einer Beschichtung eines Substrates auch das Substrattransportmodul in dem jeweiligen Anlagenabschnitt mit beschichtet. Bei sogenannten Durchlauf- bzw. Inline-Substratbearbeitungsanlagen bewegt sich das Substrattransportmodul mit den aufgenommenen Substraten fortlaufend durch die Substratbearbeitungsanlage und passiert dabei unterschiedliche Anlagenbereiche, die teilweise durch völlig unterschiedliche Randbedingungen gekennzeichnet sind. Dadurch werden mit dem Substrattransportmodul teilweise von einem Anlagenabschnitt in den nächsten prozessunfreundliche Fremdatome und/ oder -moleküle des vorherigen Anlagenabschnittes in den nächsten Anlagenabschnitt übertragen. Hierdurch kann es zu Kontaminationen in dem nächsten Anlagenabschnitt kommen, die sich auf den dortigen Prozess ungünstig auswirken.

Da beispielsweise bei Abscheideprozessen in der Substratbearbeitungsanlage im Stand der Technik das Substrattransportmodul mit beschichtet wird, weist das Substrattransportmodul nach einiger Zeit eine für weitere Anwendungen unvorteilhafte Beschichtung auf, die in entsprechenden zeitlichen Abständen entfernt werden muss. Hierfür muss der als Substrattransportmodul dienende Substratträger in regelmäßigen Abständen aus der Substratbearbeitungsanlage ausgebaut und gereinigt werden. Beispielsweise werden hierbei die Beschichtungen durch Ätzen des Substratträgers entfernt. Mit dem Ausbau des Substratträgers aus der Substratbearbeitungsanlage ist ein entsprechender Arbeitsaufwand verbunden. Zusätzlich kann der Substratträger während seiner Reinigung nicht in der Substratbearbeitungsanlage eingesetzt werden, sodass es notwendig ist, Ersatzsubstratträger bereit zu halten oder die entsprechende Substratbearbeitungsanlage für die Reinigungszeit nicht benutzen zu können. Zudem müssen gereinigte Substratträger nach der Reinigung vorkonditioniert werden. Das heißt, sie müssen nach der Reinigung mit einer bestimmten Grundsichtdicke wiederbeschichtet werden, da sich ansonsten Probleme bei den jeweiligen

Prozessabläufen ergeben. Auch mit der Vorkonditionierung ist ein entsprechender Zeit- und Arbeitsaufwand verbunden.

Die im Stand der Technik verwendeten Substratträger müssen darüber hinaus aus hochtemperaturbeständigen Materialien ausgebildet sein, sodass sie die teilweise in den Anlagenabschnitten verwendeten hohen Temperaturen unbeschadet überstehen. Damit eignet sich für diese Substratträger nur eine begrenzte Anzahl von Materialien, welche teilweise sehr teuer und schwierig in der Verarbeitung sind.

Ein weiteres Problem bei den im Stand der Technik verwendeten Substratträgern ist es, dass die jeweiligen Verfahren und Vorrichtungen zum Be- und Entladen der Substratträger noch nicht ausgereift sind. So werden beispielsweise Roboterhandlingsysteme eingesetzt, die die jeweiligen Substrate an deren Substratoberfläche ansaugen und dann auf den jeweiligen Substratträger ablegen. Durch das Ansaugen an der Substratoberfläche kann es zu einer Beschädigung der Substrate in diesen Bereichen führen, wobei gerade die Substratoberfläche diejenige ist, die insbesondere bei Solarzellen auf keinen Fall beschädigt werden darf.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Substrattransportmodul, ein Belade- und Entladesystem sowie ein Verfahren im Transport von Substraten in einer Substratbearbeitungsanlage zur Verfügung zu stellen, die es ermöglichen, Kontaminationen von einem Anlagenabschnitt in den nächsten Anlagenabschnitt einer Durchlauf-Substratbearbeitungsanlage zu vermeiden und die es erlauben, eine Substratbearbeitungsanlage effektiver zu betreiben. Dabei soll das Substrattransportmodul und das entsprechende Belade- und Entladesystem möglichst kostengünstig ausgebildet werden können.

Diese Aufgabe wird einerseits durch ein Substrattransportmodul einer Substratbearbeitungsanlage gelöst, wobei das Substrattransportmodul für eine horizontale Aufnahme und für einen horizontalen Transport wenigstens eines flächigen Substrates oder wenigstens eines flächigen Substrattransportobjektes ausgebildet ist, wobei das Substrattransportmodul eine Tragvorrichtung in Form einer Tragplatte oder eines Tragrahmens aufweist, von welcher sich Tragelemente mit horizontal ausgerichteten Auflageabschnitten, welche eine Auflage für das wenigstens eine flächige Substrat oder das wenigstens eine flächige Substrattransportobjekt ausbilden, in einen Bereich unter die Tragvorrichtung erstrecken, und wobei die Tragvorrichtung mit einem

Transportsystem für einen Transport des Substrattransportmoduls in der Substratbearbeitungsanlage koppelbar ist.

Bei der Beschreibung „unter der Tragvorrichtung“ oder „auf den Auflageabschnitten“ oder ähnlichen im Folgenden verwendeten Lagebezeichnungen wird immer von der für den typischen Gebrauch einer Substratbearbeitungsanlage verwendeten Ausrichtung der Elemente der Substratbearbeitungsanlage ausgegangen, bei welchem das Substrattransportmodul in horizontaler Ausrichtung durch die Substratbearbeitungsanlage bewegt wird und „unten“ in Richtung des Bodens der Substratbearbeitungsanlage und oben in Richtung der Decke der Substratbearbeitungsanlage bedeutet.

Der erfindungsgemäße Ansatz besteht darin, dass das als Substratträger verwendete Substrattransportmodul einerseits eine Tragvorrichtung und andererseits wenigstens einen Substratauflagebereich aufweist. Die Tragvorrichtung weist Elemente auf, die an das Transportsystem der Substratbearbeitungsanlage angepasst sind, sodass das Substrattransportmodul mittels der Tragvorrichtung in horizontaler Ausrichtung durch die Substratbearbeitungsanlage transportiert werden kann. Wenigstens ein Substratauflagebereich ermöglicht die horizontale Auflage von Substraten auf dem Substrattransportmodul, sodass die Substrate auf dem Substrattransportmodul aufliegend durch die Substratbearbeitungsanlage transportiert werden können. Die Verbindung zwischen der Tragvorrichtung und dem wenigstens einen Substratauflagebereich erfolgt durch die an der Tragvorrichtung befestigten oder mit der Tragvorrichtung verbundenen Tragelemente. Dabei besitzen die Tragelemente horizontal ausgerichtete Auflageabschnitte. Auf den Auflageabschnitten können entweder die Substrate selbst abgelegt werden, oder es wird auf den Auflageabschnitten wenigstens ein flächiges Substrattransportobjekt aufgelegt, auf welchen wiederum wenigstens ein Substrat abgelegt werden kann.

Indem erfindungsgemäß zwei Ebenen, das heißt die durch die Tragvorrichtung vorgegebene Tragebene und die durch die Auflageabschnitte vorgegebene Auflageebene, geschaffen werden, ergibt sich ein räumlicher Bereich zwischen der Tragvorrichtung und den Auflageabschnitten, in welchen das wenigstens eine flächige Substrat oder das wenigstens eine flächige Substrattransportobjekt gehoben werden kann, wobei das wenigstens eine flächige Substrat oder das wenigstens eine flächige Substrattransportobjekt in dieser angehobenen Position nicht mehr auf den Auflageabschnitten aufliegt. In dieser angehobenen Position kann das Substrat-

transportmodul ohne mit dem wenigstens einen flächigen Substrat oder dem wenigstens einen flächigen Substrattransportobjekt zu kollidieren von diesem wegbewegt werden.

Somit ist es möglich, mit Hilfe des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls Substrate oder Substrattransportobjekte in einen Substratbearbeitungsbereich einer Substratbearbeitungsanlage hinein zu fahren, das Substrat oder das Substrattransportobjekt in einer geeigneten Stellung von den Auflageabschnitten auszuheben und daraufhin das Substrattransportmodul wieder aus dem Substratbearbeitungsbereich der Substratbearbeitungsanlage heraus zu fahren. Dies ermöglicht es wiederum, dass das als Substratträger fungierende Substrattransportmodul nicht während der Substratbearbeitung in dem jeweiligen Substratbearbeitungsbereich verbleiben muss und nur das wenigstens eine flächige Substrat oder das wenigstens eine flächige Substrattransportobjekt während der Substratbearbeitung in diesem Substratbearbeitungsbereich belassen wird. Entsprechend wirken sich die auf das Substrat bzw. das Substrattransportobjekt einwirkenden Prozessbedingungen nicht gleichzeitig auf das Substrattransportmodul aus, welches außerhalb des Substratbearbeitungsbereiches positioniert werden kann, aus. Nach erfolgter Substratbearbeitung kann das Substrattransportmodul wieder in den Substratbearbeitungsbereich gefahren werden und die Substrate bzw. Substrattransportobjekte wieder aufnehmen, um diese in den nächsten Anlagenabschnitt oder aus der Substratbearbeitungsanlage heraus zu transportieren.

Somit können erfindungsgemäß Kontaminationen, Beschichtungen oder andere Beeinflussungen des Substrattransportmoduls vermieden werden. Darüber hinaus ergibt sich eine weitaus breitere Auswahlmöglichkeit für die für das erfindungsgemäße Substrattransportmodul einsetzbaren Materialien, da diese nicht unbedingt mehr die Temperaturfestigkeit von bisherigen Substratträgern aus dem Stand der Technik aufweisen müssen.

Da es möglich ist, das erfindungsgemäße Substrattransportmodul während der Substratbearbeitung aus dem jeweiligen Substratbearbeitungsbereich zu entfernen, fällt durch den Wegfall entsprechender Beschichtungen des Substrattransportmoduls auch der Aufwand für die Reinigung und die nachfolgende Vorkonditionierung gereinigter Substrattransportmodule weg.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die Tragvorrichtung wenigstens einen Transportsystemadapter auf. Die Tragvorrichtung

kann eine flächig ausgebildete Tragplatte aufweisen, auf welcher beispielsweise mehrere Substrate aufgelegt werden können. Die Tragplatte kann in einen Tragrahmen eingepasst sein, welcher wiederum auf Elementen des Transportsystems der Substratbearbeitungsanlage aufliegen oder mit diesen gekoppelt sein kann. Innerhalb des Tragrahmens können jedoch auch gitterförmig angeordnete Tragebalken vorgesehen sein. Dabei werden zwischen den gitterförmig angeordneten Tragebalken entsprechende Öffnungen ausgebildet, die vorzugsweise wenigstens der Größe der Substratoberflächen der zu bearbeitenden Substrate entsprechen. Als Transportsystemadapter können unterschiedlichste technische Ausbildungen verwendet werden. So können beispielsweise Transportsystemadapter jeweils auf den beiden gegenüberliegenden Seiten des Substrattransportmoduls, die sich parallel zu der Substrattransportrichtung erstrecken, vorgesehen sein.

Die Transportsystemadapter können beispielsweise Laufschiene sein, die zum Laufen auf Rollen eines als Rollentransportsystems ausgebildeten Transportsystems der Substratbearbeitungsanlage vorgesehen sind. In einer anderen Variante der Erfindung ist es möglich, dass die Transportsystemadapter Rollenanordnungen sind, die zum Abrollen auf feststehenden Laufschiene des Transportsystems der Substratbearbeitungsanlage vorgesehen sind. Ferner ist es möglich, dass als Transportsystemadapter Magnetanordnungen eingesetzt werden, die zur Ausbildung eines Linearmotors innerhalb des Transportsystems der Substratbearbeitungsanlage vorgesehen sind.

Weist die Tragvorrichtung einen Tragrahmen mit gitterförmig angeordneten Tragebalken auf, ist es besonders günstig, wenn wenigstens in einer Richtung ausgerichtete Tragebalken Nuten zur Aufnahme der jeweils in der anderen Richtung verlaufenden Tragebalken aufweisen und die in den Nuten der Tragebalken aufgenommenen Tragebalken durch Verbindungsklammern arretiert sind. Auf diese Weise wird eine einfach zusammensteckbare und wieder demontierbare Tragvorrichtung ausgebildet, wobei es ohne Weiteres möglich ist, verschlissene Tragebalken durch neue zu ersetzen. Zudem können durch die frei wählbaren Anordnungen der Nuten Tragvorrichtungen geschaffen werden, die an unterschiedliche Substratgrößen anpassbar sind.

Vorteilhafterweise sind die Tragelemente zwischen den Transportsystemadaptern der Tragvorrichtung vorgesehen. So befinden sich die Transportsystemadapter typischerweise in den Außenbereichen der Tragvorrichtung, während sich die Tragelemente typischerweise in den Innenbereichen des Substrattransportmoduls

befinden. So kann das Substrattransportmodul an seinen Außenbereichen, die parallel zu der Transportrichtung des Substrattransportmoduls vorgesehen sind, geeignet gelagert und mit dem Transportsystem der Substratbearbeitungsanlage gekoppelt werden, während in den Innenbereichen des Substrattransportmoduls, die dann auch in den Innenbereichen der Substratbearbeitungsanlage vorgesehen sind, die Aufnahme der Substrate und deren Transport durch die Substratbearbeitungsanlage erfolgen kann.

Vorzugsweise ist das Substrattransportmodul derart ausgebildet, dass es einen Vertikalkanal aufweist, durch den das wenigstens eine Substrat oder das wenigstens eine Substrattransportobjekt auf die Auflage und von der Auflage bewegbar ist. Unter einem Vertikalkanal wird hierbei ein freier Bereich verstanden, in welchem das wenigstens eine Substrat oder das wenigstens eine Substrattransportobjekt frei in vertikaler Richtung bewegbar ist. Da einer Bewegung des wenigstens einen Substrates oder des wenigstens einen Substratobjektes in dem Vertikalkanal nichts entgegen steht, kann das wenigstens eine Substrat oder das wenigstens eine Substrattransportobjekt innerhalb des Vertikalkanals in eine horizontale Ebene gebracht werden, in welcher ein ungehinderter Abtransport des Substrattransportmoduls möglich ist, ohne dass eine Kollision zwischen dem Substrattransportmodul und dem wenigstens einen Substrat oder dem wenigstens einen Substrattransportobjekt stattfindet. Umgekehrt kann das Substrattransportmodul dann, wenn sich das wenigstens eine Substrat oder das wenigstens eine Substrattransportobjekt in dieser horizontalen Ebene oberhalb der Auflage befindet, in Richtung des Substrates oder des Substrattransportobjektes bewegt werden, um dieses nachfolgend wieder auf der Auflage aufnehmen zu können.

In einem besonders günstigen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist das Substrattransportmodul wenigstens einen nach unten teilweise offenen Horizontalkanal auf, der sich zwischen der Tragvorrichtung und der Auflage befindet und der, wenn sich das wenigstens eine flächige Substrat oder das wenigstens eine flächige Substrattransportobjekt in einer Hubstellung in dem wenigstens einen Horizontalkanal befindet, eine horizontale Relativbewegung zwischen dem wenigstens einen Substrat oder dem wenigstens einen Substrattransportobjekt und dem Substrattransportmodul erlaubt, wobei der Horizontalkanal dadurch ausgebildet wird, dass an geschlossenen Seiten des Horizontalkanals die Tragelemente vorgesehen sind und innerhalb des Horizontalkanals keine Tragelemente vorgesehen sind. Der Horizontalkanal kann sich beispielsweise innerhalb des oben beschriebenen Vertikalkanals befinden. Unter einem Horizontalkanal wird erfindungsgemäß ein freier Bereich verstanden, innerhalb dessen das wenigstens eine flächige Substrat oder das wenigstens eine flächige

Substrattransportobjekt in horizontaler Richtung ungehindert bewegbar ist bzw. in welchem das wenigstens eine flächige Substrat oder das wenigstens eine flächige Substrattransportobjekt während einer horizontalen Relativbewegung des Substrattransportmoduls relativ zu dem wenigstens einen Substrat oder Substrattransportobjekt gehalten werden kann. Durch diese ungehinderte Relativbewegbarkeit des Substrattransportmoduls relativ zu dem Substrat bzw. dem Substrattransportobjekt kann dieses zu dem Substrat oder dem Substrattransportobjekt hin bewegt werden, um eine Aufnahme des Substrates oder Substrattransportobjektes auf dem Substrattransportmodul zu ermöglichen. Ferner kann auch das Substrattransportmodul von dem Substrat oder dem Substrattransportobjekt weg bewegt werden, sodass es bei einer Bearbeitung des Substrates nicht mit bearbeitet wird.

Dabei ist es möglich, dass wenigstens zwei Horizontalkanäle in einer horizontalen Ebene nebeneinander vorgesehen sind. Das heißt, in diesen Horizontalkanälen können beispielsweise mehrere Substrate oder Substrattransportobjekte aufgenommen werden, wobei die Horizontalkanäle zwar in einer einzigen horizontalen Ebene, aber getrennt voneinander vorgesehen sind.

Andererseits ist es auch günstig, wenn in einer Ausführungsform der Erfindung wenigstens zwei Horizontalkanäle in übereinander angeordneten horizontalen Ebenen ausgebildet sind, wobei in jedem der wenigstens zwei übereinander ausgebildeten Horizontalkanäle Auflageabschnitte der Tragelemente vorgesehen sind. Auf diese Weise kann man mehrere übereinander angeordnete Auflagebereiche für Substrate schaffen, sodass mittels eines einzigen Substrattransportmoduls sehr viele Substrate in einen Substratbearbeitungsbereich gebracht werden können und das Substrattransportmodul sukzessiv entladen werden kann, wobei das Substrattransportmodul nach der Entladung der Substrate wieder aus dem Substratbearbeitungsbereich der Substratbearbeitungsanlage heraus bewegt werden kann. Nach erfolgter Substratbearbeitung kann das mehrstufige Substrattransportmodul wieder in den Substratbearbeitungsbereich gebracht werden, und die Substrate oder Substrattransportobjekte mit Substraten können wieder von dem Substrattransportmodul aufgenommen und in einen weiteren Abschnitt der Substratbearbeitungsanlage transportiert werden.

Als Substrattransportobjekt kann erfindungsgemäß beispielsweise eine Substratauflageplatte oder ein Substrataufnahmerahmen, welcher beispielsweise gitterförmig ausgebildet sein kann, verwendet werden.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist das Substrattransportmodul sich in den Bereich unter der Tragvorrichtung erstreckende Ausrichtelemente auf, welche jeweils wenigstens eine in Richtung des wenigstens einen auf die Tragelemente aufzulegenden Substrates oder Substrattransportobjektes ausgerichtete Schräge aufweisen, wobei die Ausrichtelemente als Anschläge für auf Tragelementen in wenigstens einem Aufnahmebereich des Substrattransportmoduls liegende Substrate oder Substrattransportobjekte vorgesehen sind. Diese Ausbildung des erfindungsgemäßen Substratmoduls ermöglicht es, das jeweilig auf das Substrattransportmodul aufzulegende Substrat oder Substrattransportobjekt exakt in der vorgesehenen Auflageposition zu positionieren, da die Ausrichtelemente diese Position definieren und das Substrat bzw. Substrattransportobjekt durch die an den Ausrichtelementen vorgesehene Schräge in diese Position führen.

Es ist besonders praktisch, wenn die Tragelemente und/oder die Ausrichtelemente an die Tragvorrichtung klemmbar sind. Da davon ausgegangen wird, dass die Tragelemente als auch die Ausrichtelemente einem besonderen Verschleiß unterliegen, können somit die Tragelemente oder auch die Ausrichtelemente auf einfache Weise ausgetauscht bzw. erneuert werden.

Wenn die Tragvorrichtung einen Tragrahmen mit gitterförmig angeordneten Tragebalken aufweist, ist es günstig, wenn die Tragebalken Tragelängsbalken und Tragequerbalken sind, wobei die Tragelängsbalken in einer Transportrichtung, in der das Substrattransportmodul in der Substratbearbeitungsanlage bewegbar ist, orientiert sind; und wenn die Tragelemente und/oder die oben beschriebenen Ausrichtelemente jeweils einen U-förmigen, auf jeweils einen Tragelängsbalken aufbringbaren Montageabschnitt mit davon seitlich auskragenden Haltehaken aufweisen; und wenn Federelemente vorgesehen sind, mittels welchen die Haltehaken hintergreifbar sind, um die Tragelemente und/oder die Ausrichtelemente an dem Tragelängsbalken zu arretieren. So wird eine stabile, aber dennoch einfach montierbare und demontierbare Tragvorrichtung mit einem geringen Gewicht ausgebildet, wobei die Tragelemente und/oder die Ausrichtelemente in unterschiedlichen Positionen an den Tragebalken befestigt werden können, um somit eine Anpassung an unterschiedliche Substratgrößen und Substratformen zu gewährleisten.

In einem günstigen Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Federelemente H-förmig, flach auf dem Tragelängsbalken auflegbar und so lang ausgebildet, dass sie jeweils die Haltehaken U-förmiger Montageabschnitte eines Tragelementes und eines

Ausrichtelementes, die an dem gleichen Tragelängsbalken aufgebracht sind, hintergreifen. So können mittels eines Federelementes sowohl das Tragelement als auch das Ausrichtelement, die an dem gleichen Tragelängsbalken aufgebracht sind, gehalten werden.

In einer bevorzugten Ausbildung der vorliegenden Erfindung ist das Substrattransportmodul zumindest teilweise aus Faserverbundwerkstoff und/oder Aluminium ausgebildet. Damit kann das Substrattransportmodul besonders leicht gestaltet werden.

Die Funktionalität des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls kann noch gesteigert werden, wenn die Tragvorrichtung derart ausgebildet ist, dass wenigstens ein flächiges Substrat oder Substrattransportobjekt auf einer Oberfläche der Tragvorrichtung, die sich auf der den Auflageabschnitten gegenüber befindlichen Seite der Tragvorrichtung befindet, ablegbar ist. So können auf der Tragvorrichtung, deren Oberfläche als Tragebene für wenigstens ein Substrat oder wenigstens ein Substrattransportobjekt nutzbar ist, die hierdurch oben auf der Tragvorrichtung liegenden Substrate – parallel zu den unten, d. h. unter der Tragvorrichtung auf den Auflageabschnitten aufliegenden Substraten - aufgenommen, durch die Substratbearbeitungsanlage transportiert und bearbeitet werden. Damit kann diese Ausführungsform des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls beispielsweise für eine doppelseitige Bearbeitung von Substraten eingesetzt werden, wobei z. B. die Substrate oberhalb der durch die Tragvorrichtung vorgegebenen Transportebene „face-up“, d. h. mit der zu bearbeitenden Substratseite nach oben, und die Substrate unterhalb der durch die Tragvorrichtung vorgegebenen Transportebene „face-down“, d. h. mit der zu bearbeitenden Substratseite nach unten, liegen. Das Substrattransportmodul kann dabei beispielsweise kontinuierlich durch eine Bearbeitungszone der Substratbearbeitungsanlage transportiert werden, wobei eine gleichzeitige Bearbeitung der Substrate von oben und von unten, oder in Transportrichtung auch nacheinander von oben und dann von unten bzw. umgekehrt erfolgen kann. Damit ist es möglich, die Effizienz der Substratbearbeitung zu verdoppeln, ohne die Taktzeit der Substratbearbeitungsanlage zu erhöhen. Die Tragvorrichtung ist dabei vorzugsweise so gestaltet, dass eine strikte Trennung der Bearbeitung der oben und der unten liegenden Substrate möglich ist. So kann die Tragvorrichtung beispielsweise als Ablageplatte mit darin eingebrachten Trägernestern für Substrate ausgebildet sein.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird außerdem durch ein Belade- und/oder Entladesystem einer Substratbearbeitungsanlage mit einem Substrattransportmodul

gelöst, wobei das Substrattransportmodul für eine horizontale Aufnahme und für einen horizontalen Transport wenigstens eines flächigen Substrates oder wenigstens eines flächigen Substrattransportobjektes ausgebildet ist, und wobei das Substrattransportmodul eine Tragvorrichtung in Form einer Tragplatte und/oder eines Tragrahmens aufweist, von welcher sich Tragelemente mit horizontal ausgerichteten Auflageabschnitten, welche eine Auflage für das wenigstens eine flächige Substrat oder das wenigstens eine flächige Substrattransportobjekt ausbilden, in einen Bereich unter die Tragvorrichtung erstrecken, und wobei die Tragvorrichtung mit einem Transportsystem für einen Transport des Substrattransportmoduls in der Substratbearbeitungsanlage koppelbar ist, und wobei das Belade- und/oder Entladesystem eine unter dem Substrattransportmodul angeordnete Hub- und Senkvorrichtung mit heb- und senkbaren Hubelementen für das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt aufweist, wobei die Hubelemente in eine Hubstellung bringbar sind, in welcher eine Ablage des wenigstens einen Substrates oder Substrattransportobjektes auf den Hubelementen vorgesehen ist, und wobei sich das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt in der Hubstellung in einer Position zwischen der Tragvorrichtung und der durch die Tragelemente ausgebildeten Auflage des Substrattransportmoduls befindet, in welcher das Substrattransportmodul ohne das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt und ungehindert von dem wenigstens einen auf den Hubelementen aufliegenden Substrat oder Substrattransportobjekt von diesem weg bewegbar ist.

Wie bereits oben beschrieben, ermöglicht es das erfindungsgemäße Substrattransportmodul, das wenigstens eine flächige Substrat oder Substrattransportobjekt in eine horizontale Ebene zu bringen, in welcher eine ungehinderte Hin- und Wegbewegung des Substrattransportmoduls relativ zu dem Substrat bzw. Substrattransportobjekt möglich ist. In diese Stellung kann das wenigstens eine flächige Substrat oder Substrattransportobjekt durch die Hub- und Senkvorrichtung des erfindungsgemäßen Belade- und Entladesystems gebracht werden. Dafür bewegen sich die Hubelemente der Hub- und Senkvorrichtung entweder in Richtung des wenigstens einen Substrates oder Substrattransportobjektes, das heißt nach oben, oder von diesem weg, das heißt nach unten. Bewegen sich die Hubelemente in Richtung des wenigstens einen Substrates oder Substrattransportobjektes, kann dieses durch die Hubelemente aus seiner Auflageposition auf den Auflageabschnitten der Tragelemente herausgehoben werden und befindet sich dann in einer Ablageposition auf den Hubelementen. In dieser Ablageposition kann das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt

innerhalb eines Vertikalkanals des Substrattransportobjektes in einer horizontale Position gebracht werden, in welcher sich das Substrattransportmodul und das wenigstens eine Substrat bzw. Substrattransportobjekt gegenseitig nicht behindern, sodass das Substrattransportmodul von dem wenigstens einen Substrat oder Substrattransportobjekt weg bewegt werden kann.

Das wenigstens eine Substrat kann in seiner Ablagestellung auf den Hubelementen oder in einer anderen Stellung, in welche das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt nachfolgend durch Hubelemente gebracht werden kann, in der Substratbearbeitungsanlage bearbeitet werden. Während der Substratbearbeitung kann sich das Substrattransportmodul an einer Stelle, z. B. außerhalb des Prozessraumes, befinden, in welcher es von dem jeweiligen Bearbeitungsprozess unbeeinflusst bleibt und selbst den Prozess, wie beispielsweise ein Plasmaprozess, nicht beeinflusst. Nach erfolgter Substratbearbeitung kann das Substrattransportmodul wieder in Richtung des wenigstens einen Substrates oder Substrattransportobjektes bewegt werden, um dieses wieder aufnehmen und nachfolgend in einen anderen Abschnitt der Substratbearbeitungsanlage oder aus der Substratbearbeitungsanlage herausbringen zu können. Entsprechend bestehen erfindungsgemäß verringerte prozesstechnische Anforderungen an das Trägerdesign und das Material des Substrattransportmoduls. Zudem ergibt sich hieraus eine reduzierte gegenseitige Beeinflussung der angrenzenden Prozesse (z. B. Plasmaprozesse) z. B. durch Verschleppung von Gasmolekülen von Prozess zu Prozess.

Außerdem entfällt hierdurch die Notwendigkeit, das Substrattransportmodul in dem jeweiligen Anlagenabschnitt bzw. davor auf Prozesstemperatur zu bringen, wodurch man Heizelemente einsparen kann. In dem jeweiligen Prozessmodul der Substratbearbeitungsanlage ist es jeweils nur erforderlich, die Substrate, aber nicht das Substrattransportmodul, aufzuheizen, dadurch kann Energie eingespart werden.

Da die thermische Belastung des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls im Vergleich zu bisherigen Substraträgern hierdurch verringert werden kann, können alternative Substraträgermaterialien zur Ausbildung des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls eingesetzt werden. Dies kann zu einer Kostenreduktion führen.

Indem das Substrattransportmodul während der Substratbearbeitung nicht im Prozessraum verbleiben muss, kann es inzwischen anderweitig als Substraträger

verwendet werden, wodurch insgesamt Substratträger eingespart werden können. Es ergibt sich insbesondere bei stehenden Beschichtungsverfahren ein erhöhter Durchsatz.

Wenn sich das Substrattransportmodul während der Substratbearbeitung nicht im Prozessraum befindet, wird es nicht mit beschichtet und verschmutzt nicht. Infolgedessen ist nachfolgend keine Reinigung und Vorkonditionierung des Substrattransportmoduls notwendig. Dies erhöht außerdem die Lebensdauer des Substrattransportmoduls.

Beispielsweise können als Hubelemente Stifte eingesetzt werden. Stifte besitzen den Vorteil, dass sie mit einem punktförmigen Auflagebereich für die Substrate zur Verfügung gestellt werden können, sodass der Kontakt zwischen den Hubelementen und dem wenigstens einem Substrat bzw. Substrattransportobjekt minimiert werden kann.

Die Pinhubmechanik kann innerhalb einer Vakuumkammer vorgesehen werden. Dabei können Durchführungen und/oder Abdichtungen durch eine zentrale Betätigung der Pinhubmechanik eingespart werden. Zudem können hierbei Aktoren eingespart und Leckagemöglichkeiten vermieden werden.

Vorzugsweise ist die Hub- und Senkvorrichtung so gestaltet, dass sie ein gleichzeitiges Be- bzw. Entladen von Substraten erlaubt.

In einer vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Belade- und Entladesystems sind die Hubelemente in einem parallel zu den horizontalen Auflageabschnitten der Tragelemente vorgesehenen Bearbeitungstisch vollständig versenkbar und aus diesem ausfahrbar, wobei der Bearbeitungstisch vertikale Führungen für die Hubelemente aufweist. So können die Hubelemente in eine Position gebracht werden, in welcher sie das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt aus der Auflageposition anheben können. Wenn das Substrattransportmodul von dem wenigstens einen Substrat oder Substrattransportobjekt weg bewegt wurde, können daraufhin die Hubelemente mit dem darauf aufliegenden wenigstens einen Substrat oder Substrattransportobjekt wieder nach unten in Richtung des Bearbeitungstisches bewegt werden und in dem Bearbeitungstisch versenkt werden, sodass das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt zur Substratbearbeitung auf dem Bearbeitungstisch aufliegen kann. Hierdurch wird dem wenigstens einem Substrat oder Substrattransportobjekt mit dem Bearbeitungstisch eine geeignete Unterlage für die Substratbearbeitung zur Verfügung gestellt. Die Hubelemente selbst sind durch ihre Versenkbarkeit in dem Bearbeitungstisch durch die Substratbearbeitung unbeeinflusst.

Dabei ist es besonders von Vorteil, wenn die Hubelemente in wenigstens einer in dem Bearbeitungstisch versenkten Stellung unten aus dem Bearbeitungstisch herausragen, und unter und parallel zu dem Bearbeitungstisch eine vertikal verschiebbare Hubplatte zum vertikalen Verschieben der Hubelemente vorgesehen ist. Mittels der Hubplatte können alle Hubelemente gemeinsam vertikal bewegt werden. Entsprechend ist nur ein einziger Antrieb, nämlich der für die Hubplatte, erforderlich, um alle Hubelemente vertikal zu verschieben und somit alle auf den Hubelementen aufliegenden Substrate oder Substrattransportobjekte vertikal zu verschieben.

Hierbei ist es zudem günstig, wenn der Bearbeitungstisch mit einer in einem Abstand unter dem Bearbeitungstisch vorgesehenen Tragplatte fest gekoppelt ist, in einem Zwischenraum zwischen dem Bearbeitungstisch und der Tragplatte die Hubplatte vorgesehen ist, und die Tragplatte mit einem Antrieb heb- und senkbar ist. Durch die Kopplung der Tragplatte mit dem Bearbeitungstisch wird durch ein Anheben der Tragplatte gleichzeitig der Bearbeitungstisch mit angehoben. So kann der Bearbeitungstisch in eine für eine Substratbearbeitung günstige Position innerhalb der Substratbearbeitungsanlage gebracht werden.

In einer ebenfalls günstigen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sind an der Hubplatte durch die Tragplatte ragende Anschlagstifte vorgesehen, die dann, wenn die Hubplatte nicht auf der Tragplatte aufliegt, gegen Anschlagfedern anschlagen, wobei in der Hubstellung die Hubplatte durch die Anschlagfedern und die Anschlagstifte gegen den Bearbeitungstisch gedrückt wird. Bei dieser Ausbildung kann die Hubplatte beispielsweise dann, wenn das wenigstens eine Substrat bearbeitet wird, auf der Tragplatte aufliegen. Bewegt sich die Tragplatte gemeinsam mit dem Bearbeitungstisch wieder in eine Position aus einem Substratbearbeitungsbereich heraus, das heißt nach unten, wird die Hubplatte durch das System aus Anschlagstiften und Anschlagfedern in einer Position oberhalb der Tragplatte gehalten, bis die Hubplatte wieder in der Lage ist, die Hubelemente durch den Bearbeitungstisch hindurch nach oben zu bewegen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung befindet sich die Hub- und Senkvorrichtung im Inneren einer in der Substratbearbeitungsanlage vorgesehenen, verschließbaren Substratbearbeitungskammer. Somit kann in dieser Substratbearbeitungskammer ein separater Substratbearbeitungsbereich geschaffen werden, welcher beispielsweise evakuiert werden kann, um optimale Prozessergebnisse

zu erreichen. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, dass der Bereich, in dem sich die Hub- und Senkvorrichtung befindet, nicht verschlossen ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird auch durch ein Verfahren zum Transport wenigstens eines flächigen Substrates oder wenigstens eines flächigen Substrattransportobjektes einer Substratbearbeitungsanlage mit wenigstens einem Substrattransportmodul, welches eine Tragvorrichtung in Form einer Tragplatte und/oder eines Tragrahmens aufweist, gelöst, wobei in dem Verfahren das wenigstens eine flächige Substrat oder Substrattransportobjekt auf horizontal ausgerichtete Auflageabschnitte von sich von einer Tragvorrichtung des Substrattransportmoduls in einen Bereich unter der Tragvorrichtung erstreckenden Tragelementen aufgelegt wird; das mit dem wenigstens einen Substrat oder Substrattransportobjekt beladene Substrattransportmodul in einen Substratbearbeitungsbereich der Substratbearbeitungsanlage transportiert wird; der Transport des beladenen Substrattransportmoduls in dem Substratbearbeitungsbereich über eine Hub- und Senkvorrichtung gestoppt wird; Hubelemente der Hub- und Senkvorrichtung in eine Hubstellung gebracht werden, wobei das zuvor auf den Tragelementen aufgelegene wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt von den Hubelementen aufgenommen wird, wobei das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt in der Hubstellung auf den Hubelementen aufliegt und wobei sich das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt in der Hubstellung in einer Position zwischen der Tragvorrichtung und der durch die Tragelemente ausgebildeten Auflage innerhalb eines Horizontalkanals des Substrattransportmoduls befindet, in welcher das Substrattransportmodul ohne das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt und ungehindert von dem wenigstens einen auf den Hubelementen aufliegenden Substrat oder Substrattransportobjekt aus dem Substratbearbeitungsbereich bewegbar ist; und das Substrattransportmodul aus dem Substratbearbeitungsbereich bewegt wird, während das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt auf den Hubelementen verbleibt und nicht aus dem Substratbearbeitungsbereich bewegt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren eröffnet die Möglichkeit, mit Hilfe eines Substrattransportobjektes Substrate und/oder Substrattransportobjekte sicher und schnell durch eine Substratbearbeitungsanlage zu transportieren und dann, wenn es sich bei der Substratbearbeitungsanlage um eine Durchlauf- oder Inline-Substratbearbeitungsanlage handelt, die Substrate oder Substrattransportobjekte verschiedenen Bereichen der Substratbearbeitungsanlage nacheinander zuzuführen. Während des Transportes auf dem Substrattransportmodul liegt das wenigstens eine Substrat oder

Substrattransportobjekt in einem Bereich unter der Tragvorrichtung des Substrattransportmoduls auf Auflageabschnitten von Tragelementen auf. Das heißt, die Auflageebene für die Substrate befindet sich unterhalb der durch die Tragvorrichtung definierten Tragebene. Zwischen der Auflageebene und der Tragebene ist ein freier Bereich bzw. Kanal vorgesehen, in welchen das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt gebracht werden kann und in welchem das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt einen Hin- oder Abtransport des Substrat-transportsystems nicht behindert.

In diese Stellung kann das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt mittels der in dem Verfahren verwendeten Hub- und Senkvorrichtung gebracht werden. Dabei liegt das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt auf den Hubelementen der Hub- und Senkvorrichtung auf. Somit ist es möglich, das Substrattransportmodul aus dem Substratbearbeitungsbereich zu bewegen oder zu dem Substratbearbeitungsbereich hin zu bewegen, während das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt auf den Hubelementen der Hub- und Senkvorrichtung verbleibt und nicht aus dem Substratbearbeitungsbereich bewegt wird. Gleiches kann selbstverständlich auch an einer Stelle erfolgen, an welcher keine Substratverarbeitung, sondern irgendeine andere Maßnahme vorgesehen ist.

Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in dem Verfahren die Hubelemente und das wenigstens eine auf Hubelementen liegende Substrat oder Substrattransportobjekt in die Hubstellung gebracht, während sich das Substrattransportmodul außerhalb des Substratbearbeitungsbereiches befindet; wird das Substrattransportmodul solange in den Substratbearbeitungsbereich bewegt, bis sich das wenigstens eine auf den Hubelementen liegende Substrat oder Substrattransportobjekt zwischen der Tragvorrichtung und der durch die Tragelemente auszubildenden Auflage des Substrattransportmoduls befindet; werden die Hubelemente der Hub- und Senkvorrichtung aus der Hubstellung abgesenkt, wobei das zunächst auf den Hubelementen liegende wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt auf den horizontal ausgerichteten Auflageabschnitten der Tragelemente aufgelegt wird und die Hubelemente anschließend unter Ausbildung eines Abstandes zu dem wenigstens einen Substrat oder Substrattransportobjekt weiter abgesenkt werden; und wird das mit dem wenigstens einen Substrat oder Substrattransportobjekt beladene Substrattransportmodul aus dem Substratbearbeitungsbereich transportiert. Mit diesen Schritten können die bearbeiteten Substrate oder Substrattransportobjekte wieder von dem Substrattransportmodul aufgenommen und weitertransportiert werden.

Es ist besonders von Vorteil, wenn gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt mit an dem Substrattransportmodul vorgesehenen, wenigstens eine in Richtung des wenigstens einen Substrattransportobjekts weisende Schräge aufweisenden Ausrichtelementen auf den Auflageabschnitten in wenigstens einem Aufnahmebereich des Substrattransportmoduls zentral ausgerichtet wird, indem das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt von der wenigstens einen Schräge hinab auf die durch die Auflageabschnitte der Tragelemente gebildete Auflage in den Aufnahmebereich gleitet. Mit dieser Vorgehensweise kann eine exakte Ablage von Substraten oder Substrattransportobjekten auf dem Substrattransportmodul realisiert werden.

Es hat sich als besonders günstig herausgestellt, wenn das zuvor auf den Tragelementen aufgelegene wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt auf den Enden von wenigstens drei stiftförmigen Hubelementen aufgenommen wird. Durch wenigstens drei Hubelemente kann eine sichere Auflage des wenigstens einen Substrates oder Substrattransportobjektes ermöglicht werden. Da die Hubelemente in dieser Ausführungsform stiftförmig ausgebildet sind, ist nur eine geringe Kontaktfläche zwischen den Hubelementen und dem wenigstens einen Substrat oder Substrattransportobjekt vorhanden, sodass die Beeinträchtigung, die die Hubelemente auf das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt ausüben, sehr gering ist.

In einem vorteilhaften Beispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Hubelemente in vertikalen Führungen, die in einem parallel zu der Tragvorrichtung vorgesehenen Bearbeitungstisch vorgesehen sind, vertikal verschoben, wobei die Hubelemente unter Ausbildung einer Ablage für das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt aus dem Bearbeitungstisch ausgefahren werden und zur Bearbeitung des wenigstens einen Substrates oder Substrattransportobjektes vollständig in den Bearbeitungstisch versenkt werden. Hierdurch kann das wenigstens eine Substrat oder Substrattransportobjekt bei der Substratbearbeitung in der Substratbearbeitungsanlage sicher auf dem Bearbeitungstisch aufliegen.

Dabei ist es günstig, wenn die vollständig in den Bearbeitungstisch versenkten und unten aus dem Bearbeitungstisch herausragenden Hubelemente durch eine unter und parallel zu dem Bearbeitungstisch vorgesehene Hubplatte vertikal von den vertikalen Führungen

geführt durch den Bearbeitungstisch nach oben verschoben werden. Durch die Hubplatte ist man in der Lage, alle Hubelemente gemeinsam vertikal zu verschieben.

In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der mit einer Tragplatte fest gekoppelte Bearbeitungstisch mittels eines mit der Tragplatte gekoppelten Antriebs angehoben oder abgesenkt, wobei die Tragplatte in einem Abstand unter dem Bearbeitungstisch unter Ausbildung eines Zwischenraumes, in dem sich die darin vertikal bewegbare Hubplatte befindet, vorgesehen ist. So ist es auch möglich, mit Hilfe der Tragplatte, die mit dem Bearbeitungstisch gekoppelt ist, den Bearbeitungstisch beispielsweise in eine Bearbeitungsstellung für die Substrate anzuheben.

Hierbei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn bei dem Anheben des Bearbeitungstisches die Hubplatte zunächst von durch die Tragplatte ragenden Anschlagstiften und von gegen die Anschlagstifte drückenden Anschlagfedern gegen den Bearbeitungstisch gedrückt wird, wobei von der Hubplatte die Hubelemente in die Hubstellung gedrückt werden, und dann der Bearbeitungstisch angehoben wird, während die Hubplatte auf den Anschlagstiften und den Anschlagfedern unbewegt liegen bleibt, bis die Hubplatte von der Tragplatte aufgenommen wird, und im Weiteren die Anschlagstifte von einem Anschlag entfernt werden. Somit ist es einerseits möglich, mit Hilfe der Hubplatte die Hubelemente in die Hubstellung zu drücken, während andererseits die Hubplatte sicher von der Tragplatte aufgenommen werden kann.

Es ist besonders bevorzugt, wenn das erfindungsgemäße Verfahren so ausgebildet ist, dass eine Substratbearbeitungskammer, in welcher die Hub- und Senkvorrichtung und der Substratbearbeitungsbereich vorgesehen sind, nach einem Abtransport des Substrattransportmoduls aus dem Substratbearbeitungsbereich zumindest während der Bearbeitung des wenigstens einen Substrates verschlossen wird und die Substratbearbeitungskammer nach erfolgter Bearbeitung für eine Einfuhr des Substrattransportmoduls in die Substratbearbeitungskammer geöffnet wird. So kann die Substratbearbeitungskammer beispielsweise geeignet evakuiert oder mit geeigneten Prozessgasen gefüllt werden, ohne dass die umliegenden Bereiche der Substratbearbeitungsanlage hiervon beeinflusst werden. Grundsätzlich ist das erfindungsgemäße Verfahren jedoch auch dann ausführbar, wenn die Substratbearbeitungskammer nicht verschließbar ist.

Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, deren Aufbau, Funktion und Vorteile werden im Folgenden anhand der Figuren der Zeichnungen näher erläutert, wobei

- Figur 1 einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Substrattransportmodul mit einer aufliegenden Substratauflageauflageplatte und darauf aufliegenden Substraten zeigt;
- Figur 2 eine Draufsicht auf eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls zeigt;
- Figur 3 einen Querschnitt durch eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls mit aufliegenden Substraten zeigt;
- Figur 4 eine Draufsicht auf das Substrattransportmodul aus Figur 3 zeigt;
- Figur 5 einen Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls mit aufliegenden Substraten zeigt;
- Figur 6 eine Draufsicht auf das Substrattransportmodul aus Figur 5 zeigt;
- Figur 7 einen Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls zeigt;
- Figur 8 einen Querschnitt durch eine weitere mögliche Ausbildung des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls zeigt;
- Figur 9 eine perspektivische Darstellung des Substrattransportmoduls aus Figur 3 zeigt;
- Figur 10 ein vergrößertes Detail des Substrattransportmoduls aus Figur 9 zeigt;
- Figur 11 ein Tragelement für das Substrattransportmodul aus Figur 9 zeigt;
- Figur 12 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Be- und Entladesystems mit einem mit Substraten beladenen Substrattransportmodul im Querschnitt zeigt;

- Figur 13 ein erfindungsgemäßes Be- und Entladesystem, bei dem sich die Hubelemente in der Hubstellung befinden, zeigt;
- Figur 14 ein erfindungsgemäßes Be- und Entladesystem in einem Zustand, in dem die Substrate auf einem Bearbeitungstisch in dem Substratbearbeitungsbereich liegen, während sich das Substrattransportmodul außerhalb des Substratbearbeitungsbereiches befindet, zeigt; und
- Figur 15 Schritte einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Transport wenigstens eines flächigen Substrates schematisch veranschaulicht.

Figur 1 zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls 3. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist das Substrattransportmodul 3 eine Tragvorrichtung in Form eines Tragrahmens 5 auf. Die Tragvorrichtung gibt dem Substrattransportmodul 3 seine mechanische Stabilität und sie weist Elemente auf, die den Transport des Substrattransportmoduls 3 innerhalb einer Substratbearbeitungsanlage erlauben. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel bestehen diese Elemente in den Enden links und rechts des Substrattransportmoduls 3, die zur Auflage auf nicht dargestellten Rollen vorgesehen sind. An dem Tragrahmen 5 sind Tragelemente 6 befestigt, die sich in den Bereich unter der Tragvorrichtung erstrecken. Die Lage des Substrattransportmoduls 3 ist nicht beliebig, sondern in der dargestellten Lage vorgesehen. Dabei erstrecken sich von den Tragelementen 6 aus horizontal ausgerichtete Auflageabschnitte 32, die in dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine Auflage für eine Substratauflageplatte 42 bilden, auf welcher Substrate 4 aufliegen.

In Figur 2 ist das Substrattransportmodul 3 von Figur 1 schematisch in einer Draufsicht dargestellt. Der Tragrahmen 5 ist dabei nur schematisch durch seinen Umriss dargestellt. Unter dem Tragrahmen 5 befinden sich an dem Tragerahmen 5 befestigte Tragelemente 6 mit Auflageabschnitten 32. Auf den Auflageabschnitten 32 liegt die Substratauflageplatte 42 auf und auf dieser liegen Substrate 4.

Figur 3 zeigt schematisch einen Querschnitt einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls 3' mit aufliegenden Substraten 4. Das Substrattransportmodul 3' ist anders als das Substrattransportmodul 3 direkt zum Transport von Substraten 4 ausgebildet, die direkt auf Substratauflageabschnitten 32, 32' aufliegen. Dabei sind neben jedem Substrat 4 Tragelemente 6 vorgesehen, die Seiten eines Horizontalkanals 41 bilden, welcher in der aus der Darstellungsebene senkrecht

herausragenden Richtung offen ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Substrattransportmodul 3' als Transportsystemadapter Laufschiene 35 auf. Das Transportsystem weist neben anderen, nicht dargestellten Komponenten, Rollen 36 auf, auf denen die Laufschiene 35 laufen.

Die einzelnen Komponenten des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls 3, 3', 3'', 3''', 3''', 3'''' (siehe auch die nachfolgenden Figuren) können sowohl einzelne, aneinander befestigte Teile sein, oder es können auch Teilbereiche von komplexeren Körpern sein. Vorzugsweise werden die Substrattransportmodule 3, 3', 3'', 3'', 3''', 3'''' jedoch aus mehreren Komponenten zusammengesetzt, die jeweils für die entsprechenden Komponenten bestehenden Anforderungen optimale Eigenschaften aufweisen.

Beispielsweise wird der Tragrahmen 5 bevorzugt aus einem leichten und formstabilen Faserkunststoffverbund ausgebildet und die Laufschiene 35 können aus einem abriebfesten Metall, beispielsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ausgebildet werden. Die Tragelemente 6 mit den Auflageabschnitten 32, 32' sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel Profile aus einem Faserkunststoffverbund, die mit dem Tragrahmen 5 verklebt sind. In anderen, nicht dargestellten Ausführungsbeispielen sind die Tragelemente 6 mit der Tragvorrichtung verklemmt, vernietet, verschraubt oder anderweitig verbunden. Die zur Herstellung des Substrattransportmoduls 3, 3', 3'', 3'', 3''', 3'''' verwendeten Materialien werden in Abhängigkeit von den spezifischen Anforderungen ausgewählt. Wichtige Eigenschaften sind mechanische Stabilität, Formstabilität, Abriebfestigkeit, chemische und elektrische Kompatibilität zu den Substraten, chemische Beständigkeit gegenüber chemischen Belastungen in der Substratbearbeitungsanlage und oder in verwendeten Reinigungsprozeduren für das Substrattransportmodul 3, 3', 3'', 3'', 3''', 3''''.

Figur 5 zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine weitere mögliche Ausbildung des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls 3'' mit aufliegenden Substraten 4. In dem Substrattransportmodul 3'' besteht die Tragvorrichtung aus einer Tragplatte 44, die durch einen Versteifungsrahmen 43 verstärkt wird. Die Tragplatte 44 bietet für die Substrate 4 einen Schutz gegenüber herabfallenden Partikeln. Die Tragplatte 44 kann auch aus einem gut wärmeleitfähigen Material, beispielsweise aus Aluminium ausgebildet werden, wobei durch Wärmeleitung in der Tragplatte 44 eine Angleichung der Temperaturen auf allen Substraten 4 während des Transportes erreicht wird. Eine elastische oder plastische Deformation des Substrattransportmoduls 3'' wird durch den Versteifungsrahmen 43 verhindert. Zur Auflage der Substrate 4 dienen in diesem dargestellten

Ausführungsbeispiel runde Scheiben, wobei Kreissegmente dieser runden Scheiben als Auflageabschnitte 32'' für einzelne Substrate 4 vorgesehen sind.

Figur 6 zeigt eine Draufsicht auf das Substrattransportmodul 3'', wobei der Versteifungsrahmen 43 und die Tageplatte 44 sichtbar sind und die runden Auflagescheiben als verdeckte Linien dargestellt sind.

Figur 7 zeigt schematisch einen weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls 3''' im Querschnitt. Anhand dieses Ausführungsbeispiels wird verdeutlicht, dass das erfindungsgemäße Substrattransportmodul 3''' nicht nur eine, sondern auch mehrere Transportebenen aufweisen kann. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weisen die Tragelemente 6'' Auflageabschnitte 32 in zwei übereinander liegenden Ebenen auf. Entsprechend sind zwei übereinander liegende Horizontalkanäle 41, 41' ausgebildet. Der obere Bereich des Substrattransportmoduls 3''' weist Ähnlichkeiten zu dem Substrattransportmodul 3' auf, das bereits beschrieben wurde. Der Horizontalkanal 41' in dem Substrattransportmodul 3''' ist zur Aufnahme einer Substratauflageplatte 42 ausgebildet, die beispielsweise dann zum Einsatz kommt, wenn Substrate 4' mit anderer Größe als Standardsubstrate 4 bearbeitet werden sollen. Das Substrattransportmodul 3''' kann beispielsweise flexibel wieder zum Transport von Substraten 4 oder zum Transport von Substraten 4' verwendet werden, oder es können auch Substrate 4, 4' gleichzeitig transportiert werden, wobei die Substrate 4, 4' beispielsweise in nacheinander angeordneten Substratbearbeitungsbereichen entladen werden.

Figur 8 zeigt einen Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls 3'''. Das Substrattransportmodul 3''' nutzt einen Transportsystemadapter in Form von Rollenanordnungen 37. Die Rollenanordnungen 37 korrespondieren zu feststehenden Laufschienen 38 des Substrattransportsystems. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Substrattransportmodul 3''' durch Linearmotoren 40 angetrieben, zu deren Ausbildung an dem Substrattransportmodul 3''' Magnetanordnungen 39 vorgesehen sind. Mit den Linearmotoren 40 ist ein besonders reibungsarmer Transport des Substrattransportmoduls 3''' möglich, wobei Antriebskräfte für das Substrattransportmodul 3''' nicht mechanisch, sondern durch Magnetfelder übertragen werden. In anderen Ausbildungen der Erfindung können die Antriebskräfte auch mechanisch über Rollen oder auf andere geeignete Weise auf erfindungsgemäße Substrattransportmodule 3, 3', 3'', 3''', 3'''', 3''''' übertragen werden.

Figur 9 ist eine perspektivische Darstellung eines bevorzugten erfindungsgemäßen Substrattransportmoduls 3^{''''}. Bei diesem Substrattransportmodul 3^{''''} weist die Tragvorrichtung einen Tragrahmen 5 auf, der aus Tragelängsbalken 21 und Tragequerbalken 22 besteht. Des Weiteren weist die Tragvorrichtung Laufschiene 35 auf. Die Tragelängsbalken und die Tragequerbalken sind einfache und folglich kostengünstige Bauelemente, die mit großer Präzision gefertigt werden können. Die Querschnitte der Tragelängsbalken und der Tragequerbalken sind so bemessen, dass sich die Balken bei der vorgesehenen Belastung schwächer verbiegen, als es zulässig ist.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Tragelängsbalken und Tragequerbalken gitterförmig angeordnet, wobei zwischen quadratischen Substraten 4, 4' jeweils ein Tragequerbalken oder ein Tragelängsbalken vorgesehen ist. Dadurch wird eine gleichmäßige Belastung des Tragrahmens 5 erreicht. In dieser Ausbildung befindet sich zwischen zwei Tragelängsbalken 21 und zwei die Tragelängsbalken 21 kreuzenden Tragequerbalken 22 jeweils ein Aufnahmebereich 31, in dem die Auflage eines Substrates 4, 4' vorgesehen ist. In anderen, nicht dargestellten Varianten von erfindungsgemäßen Substrattransportmodulen können auch andere, nicht an die Substratabmessungen angepasste Abstände zwischen Tragebalken verwendet werden.

Die Tragelängsbalken und Tragequerbalken sind bevorzugt aus einem Faserkunststoffverbund hergestellt, der leichtgewichtig, formstabil und kostengünstig ist. In manchen Anwendungsfällen des Substrattransportmoduls 3^{''''} werden die Tragelängsbalken und die Tragequerbalken mit Aluminium beschichtet, um die chemische Beständigkeit der Oberfläche zu verbessern. Zur weiteren Beschreibung des Substrattransportmoduls 3^{''''} ist der Ausschnitt D in Figur 10 vergrößert dargestellt.

In dem in Figur 10 gezeigten Ausschnitt D sind einerseits die Verbindungspunkte zwischen den Tragelängsbalken 21 und den Tragequerbalken 22 und andererseits die konkrete Ausbildung der Auflage für die Substrate 4, 4' dargestellt. Eine stabile Verbindung zwischen den Tragelängsbalken 21 und den Tragequerbalken 22 wird durch Aussparungen in den Tragequerbalken 22 erreicht, die passend zu dem Querschnitt der Tragelängsbalken 21 ausgebildet sind. Zusätzlich werden die Kreuzungspunkte der Tragelängsbalken 21 und der Tragequerbalken 22 durch Tragebalkenklammern 30 arretiert. An den Tragelängsbalken 21 sind die Tragelemente 6 befestigt, die in diesem Ausführungsbeispiel die in Figur 10 und 11 dargestellten Körper geringer Tiefe sind. Durch das geringe Volumen der Tragelemente 6 wird eine geringe Masse des Substrattransportmoduls 3^{''''} erreicht, wodurch letztlich hohe Transportgeschwindig-

keiten, eine hohe Transportsystemenergieeffizienz und ein geringer Verschleiß erreicht wird.

Die Tragelemente 6 sind mit den Tragelängsbalken 21 nicht starr verbunden, sondern nur mittels eines U-förmigen Abschnitts geklemmt. Eine sichere Befestigung der Tragelemente 6 wird durch Haltehaken 29 an den Tragelementen 6 erreicht, welche von Federelementen 28 inbegriffen werden. Durch die Klemmung und elastische Aufhängung werden Probleme durch unterschiedliche thermische Ausdehnungen verschiedener Materialien vermieden. Des Weiteren können die Tragelemente 6 schnell und kostengünstig werkzeuglos montiert werden, und die Federelemente 28 dienen zusätzlich als mechanische Sicherung, die im Havariefall zum Abfallen der Tragelemente 6 führt, wobei das Substrattransportmodul 3^{''''} nicht beschädigt wird.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind neben den Tragelementen 6, die der Auflage von Substraten 4, 4' auf Auflageabschnitten 32 dienen, noch Ausrichtelemente 24 vorgesehen, die ähnlich wie die Tragelemente 6 an den Tragelängsbalken 21 befestigt sind, die aber keine Auflageabschnitte 32 aufweisen. Stattdessen weisen die Ausrichtelemente 24 Schrägen 25 auf. Die Schrägen 25 sind dafür vorgesehen, dass Substrate 4, 4', die nicht exakt in dem dafür vorgesehenen Aufnahmebereich 31 abgelegt werden, auf der Schräge 25 zum Liegen kommen und von dieser in den Aufnahmebereich 31 hinabgleiten. Wenn das Substrat 4, 4' wie vorgesehen, in seinem Aufnahmebereich 31 liegt, dient das Ausrichtelement 24 zusätzlich als Anschlag für das Substrat 4, 4' der ein Verrutschen des Substrates 4, während des Transportes des Substrattransportmoduls 3^{''''} durch die Substratbearbeitungsanlage verhindert. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist neben jedem Tragelement 6 ein Ausrichtelement 24 vorgesehen, und die beiden Elemente, d. h. das Tragelement 6 und das Ausrichtelement 24, werden gemeinsam von einem H-förmigen Federelement 28 gehalten.

Figur 12 zeigt ein erfindungsgemäßes Be- und Entladesystem mit einem mit Substraten 4 beladenen Substrattransportmodul 3 im Querschnitt. Das Substrattransportmodul 3 liegt auf Rollen 18 eines Substrattransportsystems einer Substratbearbeitungsanlage auf, wobei die Rollen 18 mit Rollenantrieben 19 gekoppelt sind. Über dem Substrattransportmodul 3 befindet sich in der gezeigten Darstellung ein Substratbearbeitungsbereich 2, dessen Begrenzung durch eine Hilfslinie markiert ist. Die Substrate 4 liegen auf Tragelementen 6 auf, die wiederum mit einem Tragrahmen 5 verbunden sind. Zwischen

dem Tragrahmen 5 und den Tragelementen 6 sind nach unten offene Horizontalkanäle 41 ausgebildet.

Unter dem Substrattransportmodul 3 befindet sich eine Hub- und Senkvorrichtung 7. Die Hub- und Senkvorrichtung 7 weist einen nur schematisch gezeigten Hubzylinder 17 auf, der einen Bearbeitungstisch 14, der mit einer Tischtragplatte 33 gekoppelt ist, heben und senken kann. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel befindet sich der Substratbearbeitungsbereich 2 in einer Vakuum-tauglichen Kammer. Der Hubzylinder 17 ist dabei durch einen Federbalken 16 und eine Hubzylinderendplatte 15 von einem Vakuum-tauglichen Gehäuse umgeben. Der Bearbeitungstisch 14 ist mit der Tischtragplatte 33 fest unter Ausbildung eines Zwischenraumes festgekoppelt. In dem Zwischenraum befindet sich eine Hubplatte 12, die mit Anschlagstiften 13 verbunden ist, wobei die Anschlagstifte 13 in dem dargestellten Zustand von Anschlagfedern 34 nach oben gedrückt werden. Durch die Federkraft der Anschlagfedern 34 werden die in dem Bearbeitungstisch 14 geführten Hubelemente 8, die vorliegend Stifte sind, aus dem Bearbeitungstisch 14 heraus nach oben gedrückt.

Figur 13 zeigt das erfindungsgemäße Be- und Entladesystem in einem Zustand, bei dem sich die Hubelemente 8 in einer Hubstellung befinden. In der Hubstellung liegen die Substrate 4 auf Stiften 11 auf und befinden sich innerhalb von Horizontalkanälen 41. In der Hubstellung kann das Substrattransportmodul 3 aus der Darstellungsebene heraus verfahren werden, wobei die Substrate 4 auf den Stiften 11 aufliegend in dem Substratbearbeitungsbereich 2 verbleiben.

In Figur 14 ist das erfindungsgemäße Be- und Entladesystem 1 in einem Zustand gezeigt, in dem die Substrate 4 auf dem Bearbeitungstisch 14 in dem Substratbearbeitungsbereich 2 liegen, während sich das Substrattransportmodul 3 außerhalb des Substratbearbeitungsbereiches 2 befindet. In diesem Zustand ist eine Bearbeitung der Substrate 4 vorgesehen. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Bearbeitungstisch 14 dabei in seine maximale Höhe gefahren. Dabei sind die Stifte 11 innerhalb des Bearbeitungstisches 14 versenkt. Das Versenken der Stifte 11 wird dadurch möglich, dass die Anschlagstifte 13 von den Anschlagfedern 34 entfernt sind und dadurch die Hubplatte 12 auf der Tischtragplatte 33 in einem Abstand zu dem Bearbeitungstisch 14 liegt.

Figur 15 zeigt schematisch eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Transport von flächigen Substraten 4 mit einem Substrattransportmodul 3^{'''}. Im

Verfahrensschritt A ist das Substrattransportmodul 3''' mit Substraten 4 beladen, und unter dem Substrattransportmodul 3''' befindet sich der Bearbeitungstisch 14, der mit der Hub- und Senkvorrichtung 7 gekoppelt ist.

Im Verfahrensschritt B werden die Hubelemente 8, die vorliegend Stifte 11 sind, in eine Hubstellung gebracht, wobei die Substrate 4 auf den Stiften 11 aufliegen und sich in Horizontalkanälen 41 befinden.

Im Verfahrensschritt C ist das Substrattransportmodul 3' aus der Darstellungsebene heraus bewegt worden, sodass die Substrate 4 getrennt von dem Substrattransportmodul 3' auf den Stiften 11 aufliegen.

Im Verfahrensschritt D sind die Stifte 11 innerhalb des Bearbeitungstisches 14 versenkt, sodass die Substrate 4 auf dem Bearbeitungstisch 14 aufliegen.

Im Verfahrensschritt E erfolgt die Bearbeitung der Substrate 4' während diese auf dem Bearbeitungstisch 14 aufliegen.

Im Verfahrensschritt F sind die Stifte 11 mit einem Teil ihrer Länge aus dem Bearbeitungstisch 14 heraus geschoben, wobei sich die Stifte 11 und die Substrate 4 in der Hubstellung befinden.

Im Verfahrensschritt G wird das Substrattransportmodul 3' in den Substratbearbeitungsbereich 2 hinein verfahren, wobei sich die Substrate 4 innerhalb der Horizontalkanäle 41 befinden.

Im Verfahrensschritt H sind die Stifte 11 innerhalb des Bearbeitungstisches 14 versenkt, sodass ein Abstand zwischen den Substraten 4 und den Hubelementen ausgebildet wird.

In dem nächsten, nicht dargestellten Verfahrensschritt wird das mit den Substraten 4 beladene Substrattransportmodul 3' in der dafür vorgesehen Richtung aus dem Substratbearbeitungsbereich 2 heraus verfahren.

Patentansprüche

1. Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''') einer Substratbearbeitungsanlage, wobei das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''') eine Tragvorrichtung in Form einer Tragplatte und/oder eines Tragrahmens (5) aufweist und für eine horizontale Aufnahme und für einen horizontalen Transport wenigstens eines flächigen Substrates (4, 4') oder wenigstens eines flächigen Substrattransportobjektes ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich von der Tragvorrichtung Tragelemente (6) mit horizontal ausgerichteten Auflageabschnitten (32, 32', 32'', 32'''), welche eine Auflage für das wenigstens eine flächige Substrat (4, 4') oder das wenigstens eine flächige Substrattransportobjekt ausbilden, in einen Bereich unter die Tragvorrichtung erstrecken, wobei die Tragvorrichtung mit einem Transportsystem für einen Transport des Substrattransportmoduls (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''') in der Substratbearbeitungsanlage koppelbar ist.
2. Substrattransportmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Tragvorrichtung wenigstens einen Transportsystemadapter aufweist.
3. Substrattransportmodul nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Tragrahmen (5) gitterförmig angeordnete Tragebalken aufweist.
4. Substrattransportmodul nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass wenigstens in einer Richtung ausgerichtete Tragebalken Nuten zur Aufnahme der jeweils in der anderen Richtung verlaufenden Tragebalken aufweisen und die in den Nuten der Tragebalken aufgenommenen Tragebalken durch Verbindungsclammern arretiert sind.
5. Substrattransportmodul nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''') zwei auf gegenüberliegenden Seiten des Substrattransportmoduls (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''') befindliche Transportsystemadapter aufweist, wobei die Transportsystemadapter Laufschiene (35), die zum Laufen auf Rollen (18, 36) eines Rollentransportsystems vorgesehen sind, Rollenanordnungen (37), die zum Abrollen auf feststehenden Laufschiene (38) vorgesehen sind, und/oder Magnetanordnungen (39), die zur Ausbildung eines Linearmotors (40) vorgesehen sind, aufweisen.

6. Substrattransportmodul nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tragelemente (6) zwischen den Transportsystemadaptern vorgesehen sind.
7. Substrattransportmodul nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''') wenigstens einen Vertikalkanal aufweist, durch den das wenigstens eine Substrat (4, 4') oder das wenigstens eine Substrattransportobjekt auf die Auflage oder von der Auflage bewegbar ist.
8. Substrattransportmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''') wenigstens einen nach unten teilweise offenen Horizontalkanal (41, 41') aufweist, der sich zwischen der Tragvorrichtung und der Auflage befindet und der, wenn sich das wenigstens eine flächige Substrat (4, 4') oder das eine flächige Substrattransportobjekt in einer Hubstellung in dem wenigstens einen Horizontalkanal (41, 41') befindet, eine horizontale Relativbewegung zwischen dem wenigstens einen Substrat (4, 4') oder dem wenigstens einen Substrattransportobjekt und dem Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''') erlaubt, wobei der Horizontalkanal (41, 41') dadurch ausgebildet wird, dass an geschlossenen Seiten des Horizontalkanals (41, 41') die Tragelemente (6) vorgesehen sind und innerhalb des Horizontalkanals (41, 41') keine Tragelemente (6) vorgesehen sind.
9. Substrattransportmodul nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei Horizontalkanäle (41, 41') in einer horizontalen Ebene nebeneinander vorgesehen sind.
10. Substrattransportmodul nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei Horizontalkanäle (41, 41') in übereinander angeordneten horizontalen Ebenen ausgebildet sind, wobei in jedem der wenigstens zwei übereinander ausgebildeten Horizontalkanäle (41, 41') Auflageabschnitte (32) der Tragelemente (6) vorgesehen sind.
11. Substrattransportmodul nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine flächige Substrattransportobjekt eine Substratauflageplatte (42) oder ein Substrataufnahmerahmen ist.
12. Substrattransportmodul nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''')

- 3''''') sich in den Bereich unter die Tragvorrichtung erstreckende Ausrichtelemente (24) aufweist, welche jeweils wenigstens eine in Richtung des wenigstens einen auf die Tragelemente (6) aufzulegenden Substrates (4, 4') oder Substrattransportobjektes ausgerichtete Schräge (25) aufweisen, wobei die Ausrichtelemente (24) als Anschläge für auf Tragelementen (6) in wenigstens einem Aufnahmebereich (31) des Substrattransportmoduls (3, 3', 3'', 3''', 3''''', 3''''') liegende Substrate (4, 4') oder Substrattransportobjekte vorgesehen sind.
13. Substrattransportmodul nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tragelemente (6) und/oder die Ausrichtelemente (24) an die Tragvorrichtung klemmbar sind.
14. Substrattransportmodul nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tragebalken Tragelängsbalken (21) und Tragequerbalken (22) sind, wobei die Tragelängsbalken (21) in einer Transportrichtung, in der das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''''', 3''''') in der Substratbearbeitungsanlage bewegbar ist, orientiert sind; und die Tragelemente (6) und/oder die Ausrichtelemente (24) nach Anspruch 12 oder 13 jeweils einen U-förmigen, auf jeweils einen Tragelängsbalken (21) aufbringbaren Montageabschnitt mit davon seitlich auskragenden Haltehaken (29) aufweisen; und Federelemente (28) vorgesehen sind, mittels welcher die Haltehaken (29) hintergreifbar sind, um die Tragelemente (6) und/oder die Ausrichtelemente (24) an dem Tragelängsbalken (21) zu arretieren.
15. Substrattransportmodul nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federelemente (28) H-förmig, flach auf dem Tragelängsbalken (21) auflegbar und so lang ausgebildet sind, dass sie jeweils die Haltehaken (29) U-förmiger Montageabschnitte eines Tragelementes (6) und eines Ausrichtelementes (24), die an dem gleichen Tragelängsbalken (21) aufgebracht sind, hintergreifen.
16. Substrattransportmodul nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''''', 3''''') zumindest teilweise aus Faserverbundwerkstoff und/oder Aluminium ausgebildet ist.
17. Substrattransportmodul nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tragvorrichtung derart ausgebildet ist, dass wenigstens ein flächiges Substrat (4, 4') oder wenigstens ein flächiges

Substrattransportobjekt auf einer Oberfläche der Tragvorrichtung, die sich auf der den Auflageabschnitten (32, 32', 32'', 32''') gegenüber befindlichen Seite der Tragvorrichtung befindet, ablegbar ist.

18. Belade- und Entladesystem einer Substratbearbeitungsanlage, mit einem Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''''), wobei das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''') eine Tragvorrichtung in Form einer Tragplatte und/oder eines Tragrahmens (5) aufweist und für eine horizontale Aufnahme und für einen horizontalen Transport wenigstens eines flächigen Substrates (4, 4') oder wenigstens eines flächigen Substrattransportobjektes ausgebildet ist und wobei sich von der Tragvorrichtung Tragelemente (6) mit horizontal ausgerichteten Auflageabschnitten (32, 32', 32'', 32'''), welche eine Auflage für das wenigstens eine flächige Substrat (4, 4') oder das wenigstens eine flächige Substrattransportobjekt ausbilden, in einen Bereich unter die Tragvorrichtung erstrecken, wobei die Tragvorrichtung mit einem Transportsystem für einen Transport des Substrattransportmoduls (3, 3', 3'', 3''', 3''') in der Substratbearbeitungsanlage koppelbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Belade- und/oder Entladesystem eine unter dem Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''') angeordnete Hub- und Senkvorrichtung (7) mit heb- und senkbaren Hubelementen (8) für das wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt aufweist, wobei die Hubelemente (8) in eine Hubstellung bringbar sind, in welcher eine Ablage des wenigstens einen Substrates (4, 4') oder Substrattransportobjektes auf den Hubelementen (8) vorgesehen ist, und wobei sich das wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt in der Hubstellung in einer Position zwischen der Tragvorrichtung und der durch die Tragelemente (6) ausgebildeten Auflage des Substrattransportmoduls (3, 3', 3'', 3''', 3''') befindet, in welcher das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''') ohne das wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt und ungehindert von dem wenigstens einen auf den Hubelementen (8) aufliegenden Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt von diesem weg bewegbar ist.

19. Belade- und Entladesystem nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubelemente (8) Stifte sind.
20. Belade- und Entladesystem nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubelemente (8) in einem parallel zu den horizontalen Auflageabschnitten

- (32, 32', 32'', 32''') vorgesehenen Bearbeitungstisch (14) vollständig versenkbar und aus diesem ausfahrbar sind, wobei der Bearbeitungstisch (14) vertikale Führungen für die Hubelemente (8) aufweist.
21. Belade- und Entladesystem nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubelemente (8) in wenigstens einer in dem Bearbeitungstisch (14) versenkten Stellung unten aus dem Bearbeitungstisch (14) herausragen, und unter und parallel zu dem Bearbeitungstisch (14) eine vertikal verschiebbare Hubplatte (12) zum vertikalen Verschieben der Hubelemente (8) vorgesehen ist.
22. Belade- und Entladesystem nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bearbeitungstisch (14) mit einer in einem Abstand unter dem Bearbeitungstisch (14) vorgesehenen Tragplatte (33) fest gekoppelt ist, in einem Zwischenraum zwischen dem Bearbeitungstisch (14) und der Tragplatte (33) die Hubplatte (12) vorgesehen ist, und die Tragplatte (33) mit einem Antrieb heb- und senkbar ist.
23. Belade- und Entladesystem nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Hubplatte (12) durch die Tragplatte (33) ragende Anschlagstifte (13) vorgesehen sind, die dann, wenn die Hubplatte (12) nicht auf der Tragplatte (33) aufliegt, gegen Anschlagfedern (34) anschlagen, wobei in der Hubstellung die Hubplatte (12) durch die Anschlagfedern (34) und die Anschlagstifte (13) gegen den Bearbeitungstisch (14) gedrückt wird.
24. Belade- und Entladesystem nach wenigstens einem der Ansprüche 18 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hub- und Senkvorrichtung (7) sich im Inneren einer in der Substratbearbeitungsanlage vorgesehenen, verschließbaren Substratbearbeitungskammer (20) befindet.
25. Verfahren zum Transport wenigstens eines flächigen Substrates (4, 4') oder wenigstens eines Substrattransportobjekts in einer Substratbearbeitungsanlage mit wenigstens einem Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3'''''), welches eine Tragvorrichtung in Form einer Tragplatte und/oder eines Tragrahmens (5) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Verfahren
- das wenigstens eine flächige Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt auf horizontal ausgerichtete Auflageabschnitte (32, 32', 32'', 32''') von sich von der Tragvorrichtung des Substrattransportmoduls (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''') in

einen Bereich unter der Tragvorrichtung erstreckenden Tragelementen (6) aufgelegt wird;

- das mit dem wenigstens einen Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt beladene Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') in einen Substratbearbeitungsbereich (2) der Substratbearbeitungsanlage transportiert wird;
- der Transport des beladenen Substrattransportmoduls (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') in dem Substratbearbeitungsbereich (2) über einer Hub- und Senkvorrichtung (7) gestoppt wird;
- Hubelemente (8) der Hub- und Senkvorrichtung (7) in eine Hubstellung gebracht werden, wobei das zuvor auf den Tragelementen (6) aufgelegene wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt von den Hubelementen (8) aufgenommen wird, wobei das wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt in der Hubstellung auf den Hubelementen (8) aufliegt und wobei sich das wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt in der Hubstellung in einer Position zwischen der Tragvorrichtung (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') und der durch die Tragelemente (6) ausgebildeten Auflage innerhalb eines Horizontalkanals des Substrattransportmoduls (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') befindet, in welcher das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') ohne das wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt und ungehindert von dem wenigstens einen auf den Hubelementen (8) aufliegenden Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt aus dem Substratbearbeitungsbereich (2) bewegbar ist; und
- das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') aus dem Substratbearbeitungsbereich (2) bewegt wird, während das wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt auf den Hubelementen (8) verbleibt und nicht aus dem Substratbearbeitungsbereich (2) bewegt wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Verfahren

- die Hubelemente (8) und das wenigstens eine auf Hubelementen (8) liegende Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt in die Hubstellung gebracht werden, während sich das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') außerhalb des Substratbearbeitungsbereiches (2) befindet;
- das Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') solange in den Substratbearbeitungsbereich (2) bewegt wird, bis sich das wenigstens eine

- auf den Hubelementen (8) liegende Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt zwischen der Tragvorrichtung (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') und der durch die Tragelemente (6) auszubildenden Auflage des Substratträgers (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') befindet;
- die Hubelemente (8) der Hub- und Senkvorrichtung (7) aus der Hubstellung abgesenkt werden, wobei das zunächst auf den Hubelementen (8) liegende wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt auf den horizontal ausgerichteten Auflageabschnitten (32, 32', 32'', 32''') der Tragelemente (6) aufgelegt wird und die Hubelemente (8) anschließend unter Ausbildung eines Abstandes zu dem wenigstens einen Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt weiter abgesenkt werden; und
 - das mit dem wenigstens einen Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt beladene Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') aus dem Substratbearbeitungsbereich (2) transportiert wird.
27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt mit an dem Substrattransportmodul (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') vorgesehenen, wenigstens eine in Richtung des wenigstens einen Substrattransportobjekts weisende Schräge (25) aufweisenden Ausrichtelementen (24) auf den Auflageabschnitten (32) in wenigstens einem Aufnahmebereich (31) des Substrattransportmoduls (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''') zentral ausgerichtet wird, indem das wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt von der wenigstens einen Schräge (25) hinab auf die durch die Auflageabschnitte (32) der Tragelemente (6) gebildete Auflage in dem Aufnahmebereich (31) gleitet.
28. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 25 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zuvor auf den Tragelementen (6) aufgelegene wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt auf den Enden von wenigstens drei stiftförmigen Hubelementen (8) aufgenommen wird.
29. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 25 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubelemente (8) in vertikalen Führungen, die in einem parallel zu der Tragvorrichtung vorgesehenen Bearbeitungstisch (14) vorgesehen sind, vertikal verschoben werden, wobei die Hubelemente (8) unter Ausbildung einer Ablage für das wenigstens eine Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekt aus dem Bearbeitungstisch (14) ausgefahren werden und zur Bearbeitung des

wenigstens einen Substrat (4, 4') oder Substrattransportobjekts vollständig in dem Bearbeitungstisch (14) versenkt werden.

30. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vollständig in den Bearbeitungstisch (14) versenkten und unten aus dem Bearbeitungstisch (14) herausragenden Hubelemente (8) durch eine unter und parallel zu dem Bearbeitungstisch (14) vorgesehene Hubplatte (12) vertikal von den vertikalen Führungen geführt durch den Bearbeitungstisch (14) nach oben verschoben werden.
31. Verfahren nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mit einer Tragplatte (33) fest gekoppelte Bearbeitungstisch (14) mittels eines mit der Tragplatte (33) gekoppelten Antriebs angehoben oder abgesenkt wird, wobei die Tragplatte (33) in einem Abstand unter dem Bearbeitungstisch (14) unter Ausbildung eines Zwischenraumes, in dem sich die darin vertikal bewegbare Hubplatte (12) befindet, vorgesehen ist.
32. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei dem Anheben des Bearbeitungstisches (14) die Hubplatte (12) zunächst von durch die Tragplatte (33) ragenden Anschlagstiften (13) und von gegen die Anschlagstifte (13) drückenden Anschlagfedern (34) gegen den Bearbeitungstisch (14) gedrückt wird, wobei von der Hubplatte (12) die Hubelemente (8) in die Hubstellung gedrückt werden, und dann der Bearbeitungstisch (14) angehoben wird, während die Hubplatte (12) auf den Anschlagstiften (13) und den Anschlagfedern (34) unbewegt liegen bleibt, bis die Hubplatte (12) von der Tragplatte (33) aufgenommen wird, und im Weiteren die Anschlagstifte (13) von einem Anschlag entfernt werden.
33. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 25 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Substratbearbeitungskammer (20), in welcher die Hub- und Senkvorrichtung (7) und der Substratbearbeitungsbereich (2) vorgesehen sind, nach einem Abtransport des Substrattransportmoduls (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''') aus dem Substratbearbeitungsbereich (2) zumindest während der Bearbeitung des wenigstens einen Substrates (4, 4') verschlossen wird und die Substratbearbeitungskammer (20) nach erfolgter Bearbeitung für eine Einfuhr des Substrattransportmoduls (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3''''') in die Substratbearbeitungskammer (20) geöffnet wird.

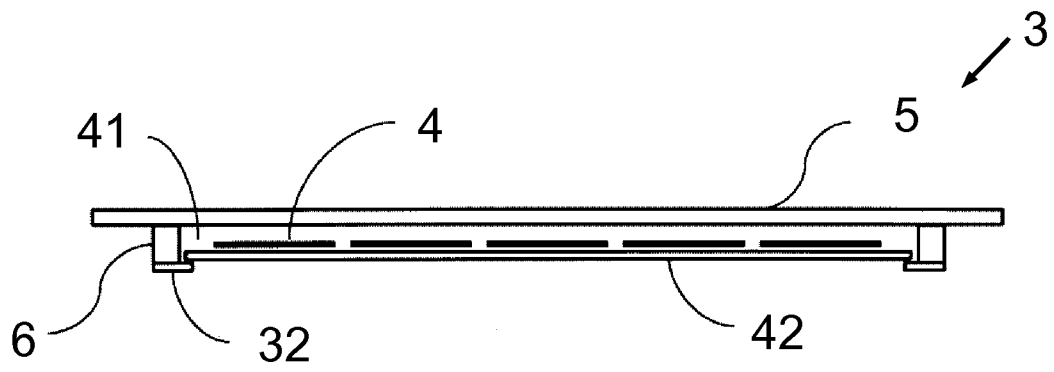


Fig.1

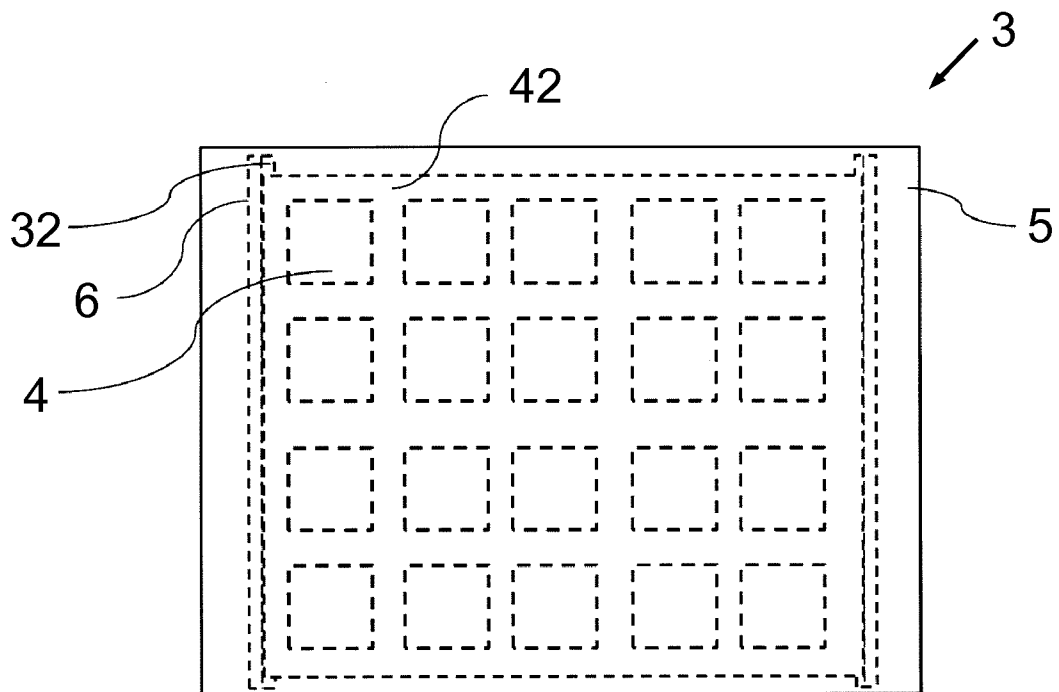


Fig.2

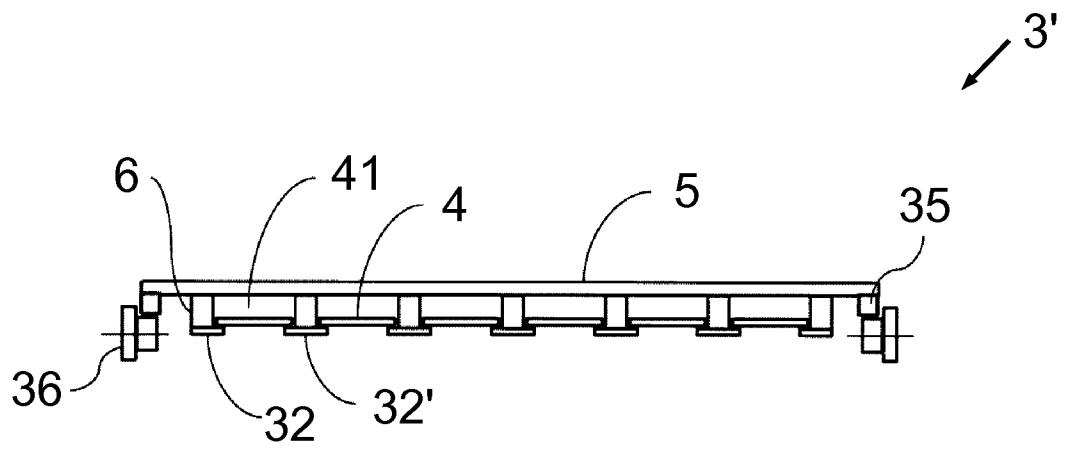


Fig. 3

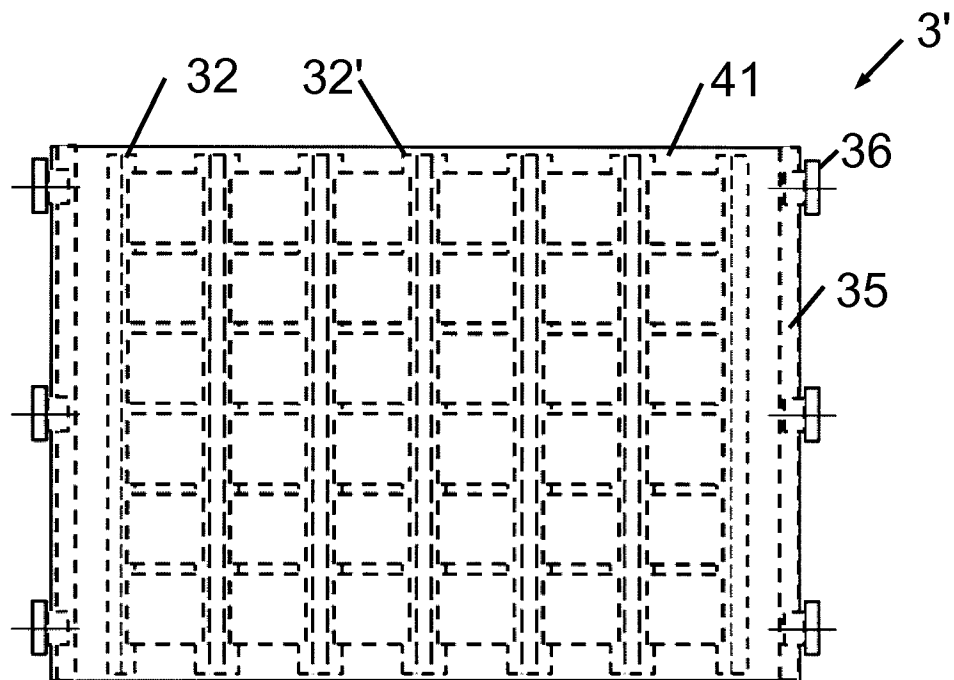


Fig. 4

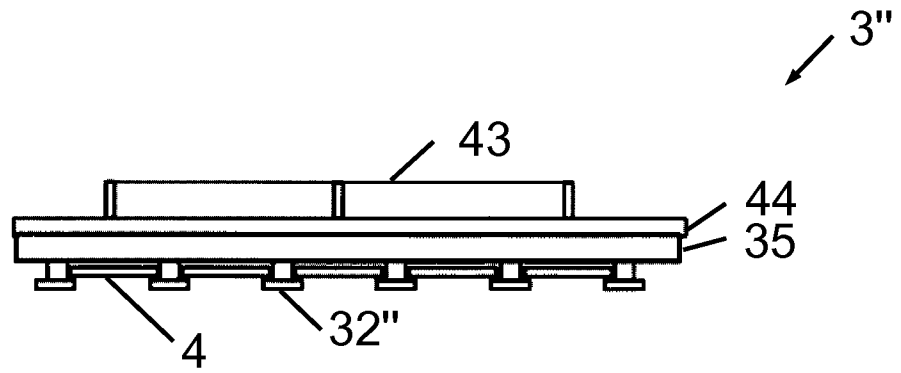


Fig. 5

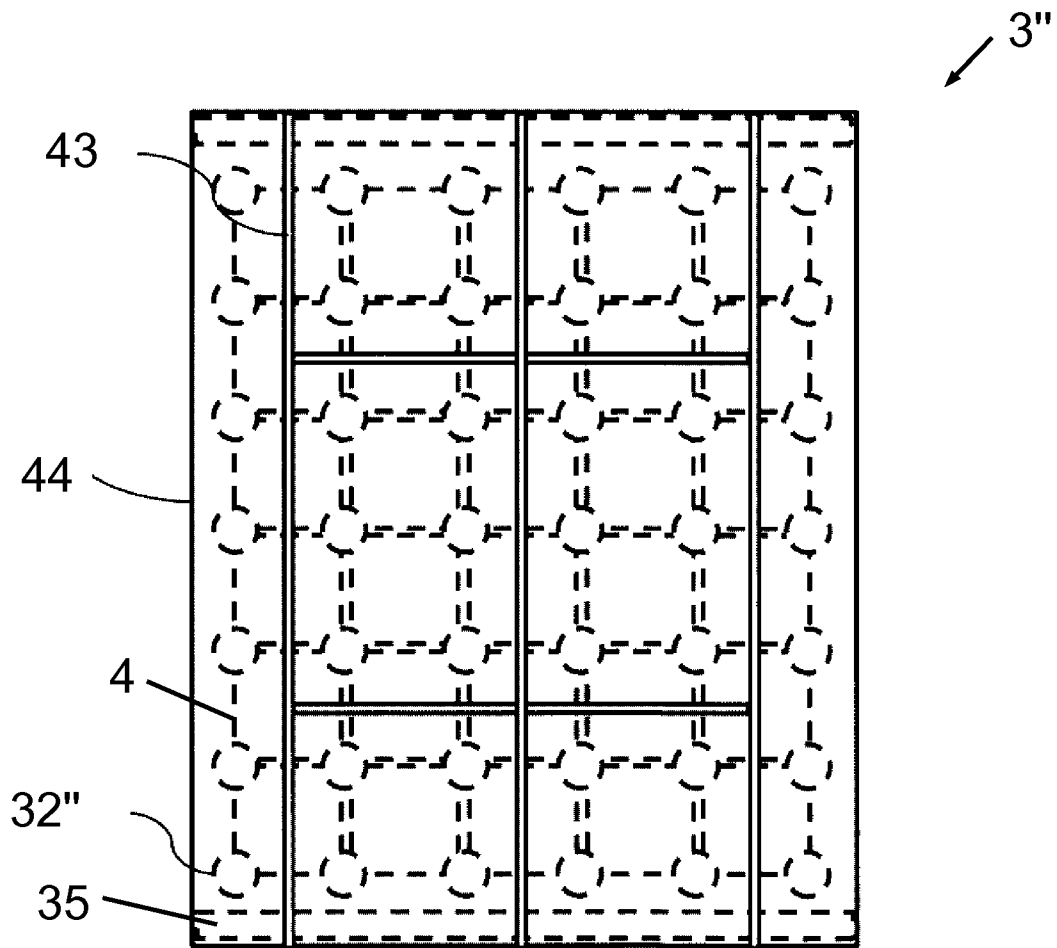


Fig. 6

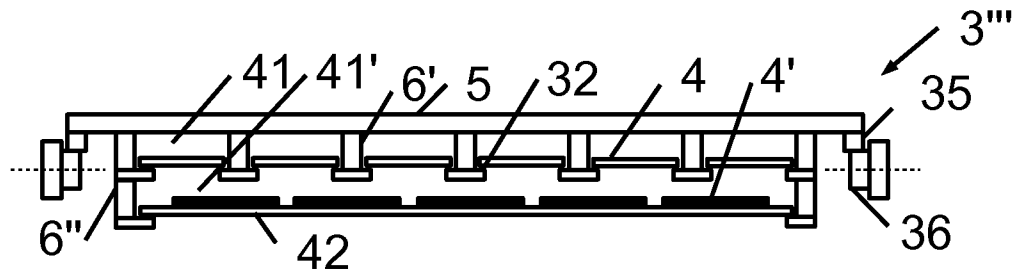


Fig. 7

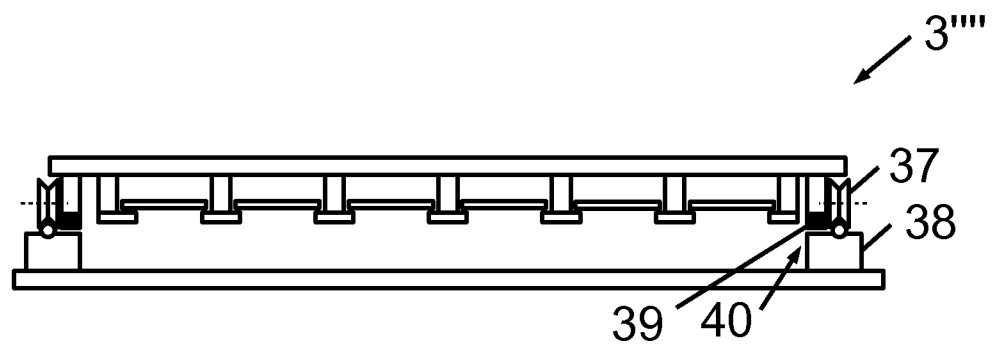


Fig. 8

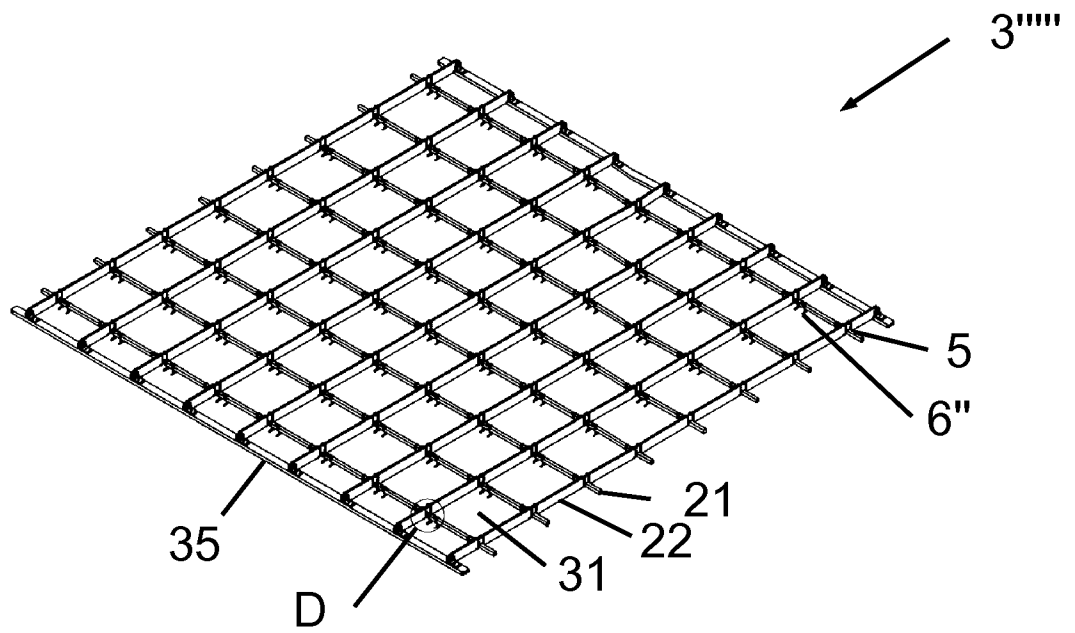


Fig. 9

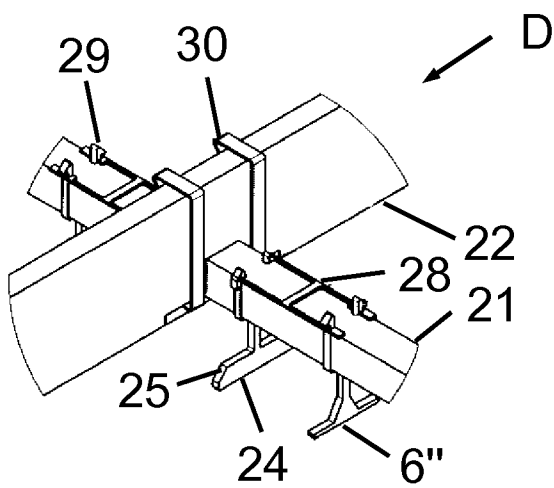


Fig.10

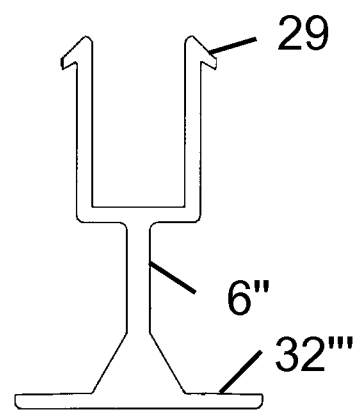


Fig.11

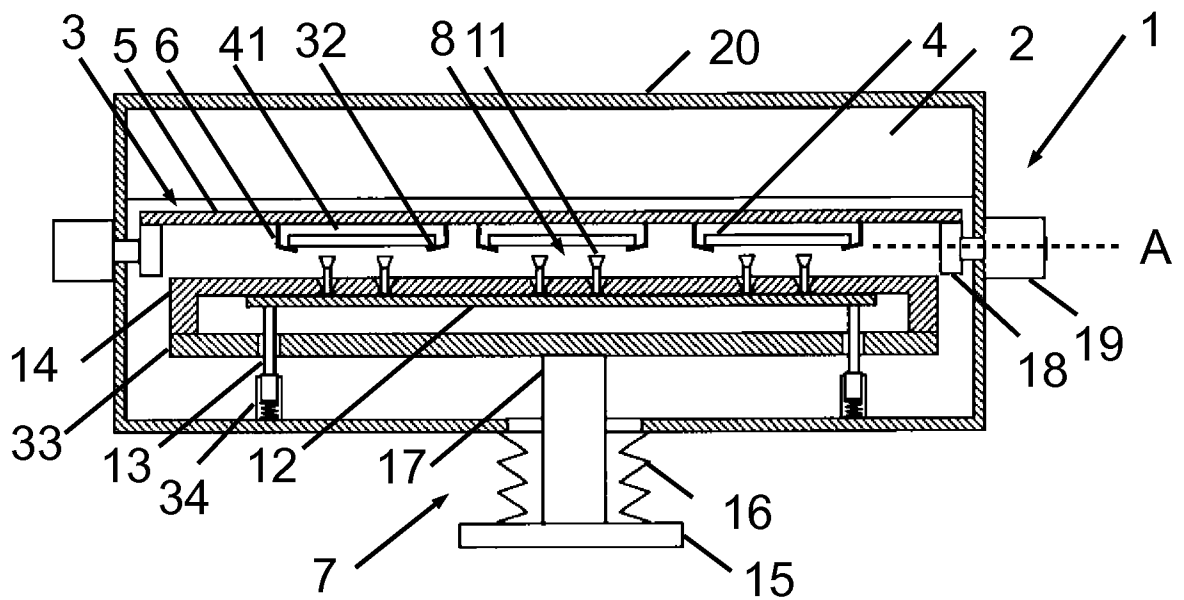


Fig. 12

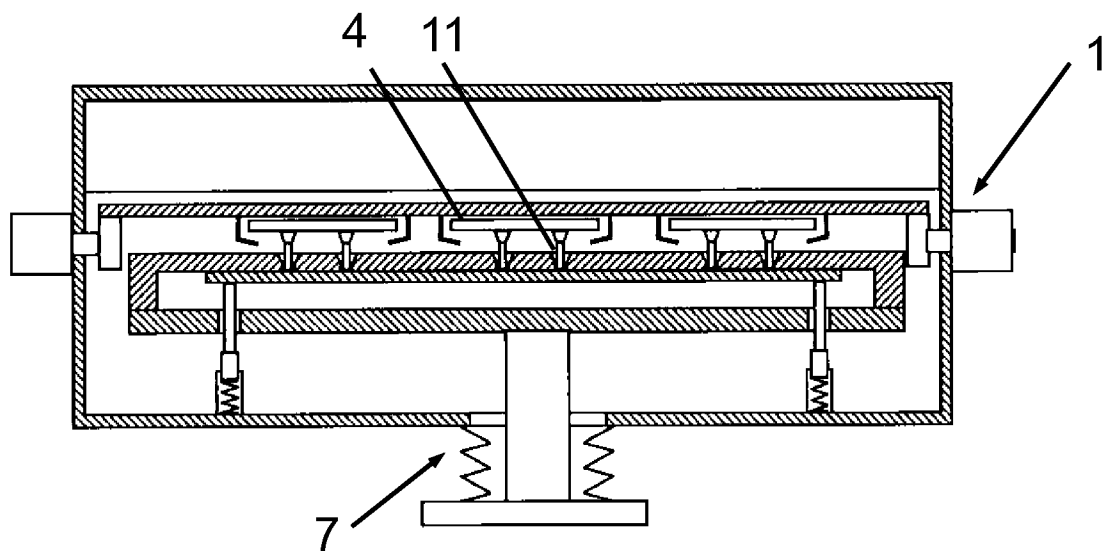


Fig. 13

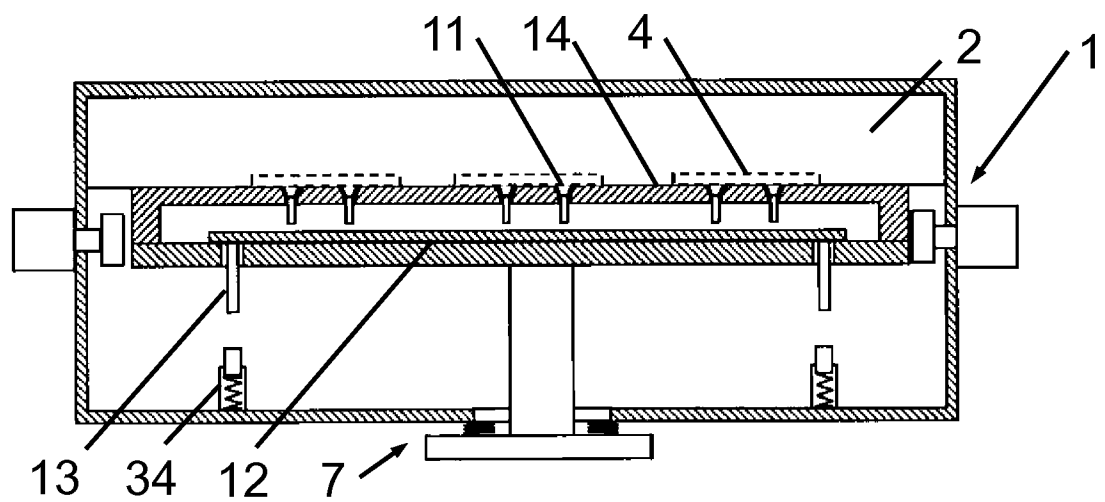


Fig. 14

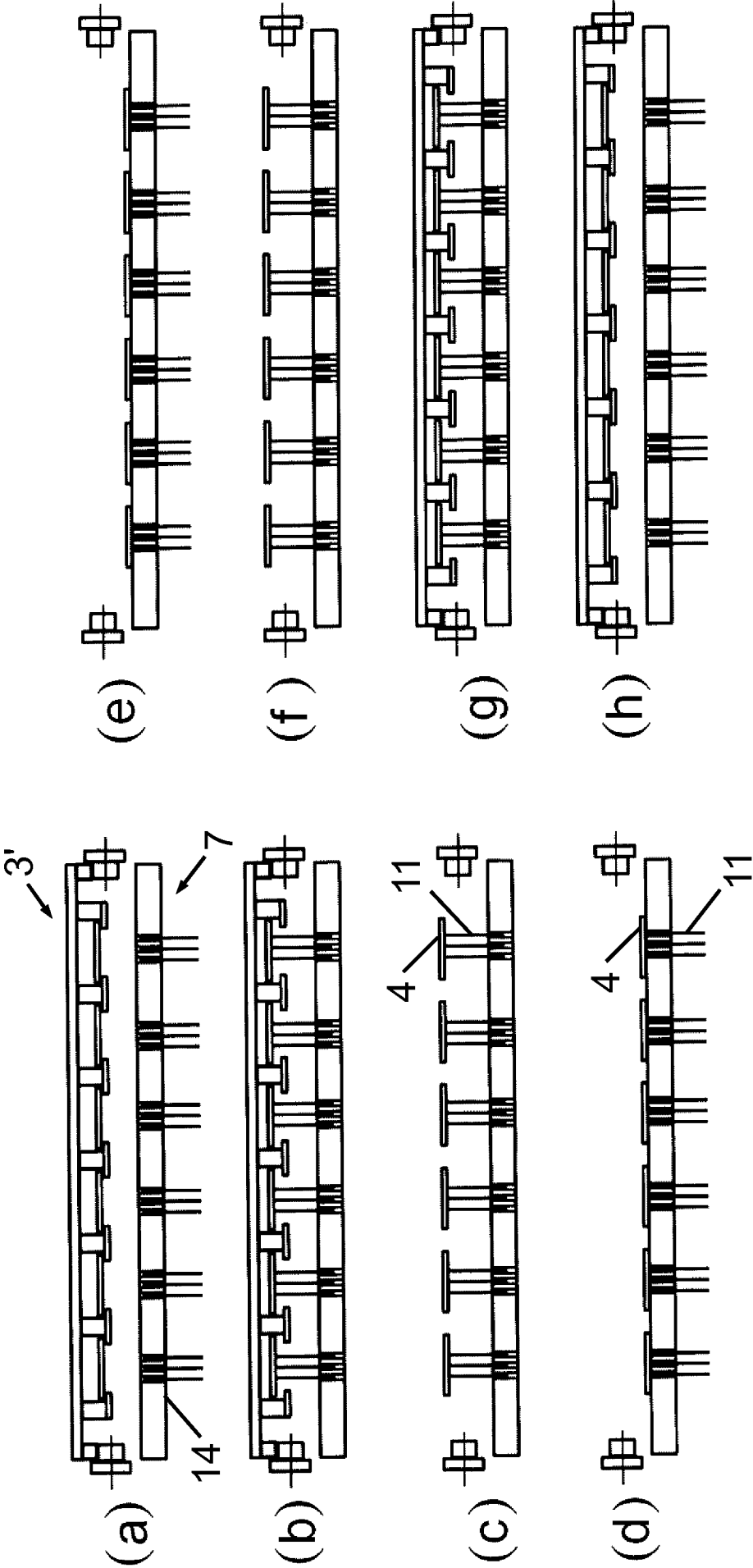


Fig. 15