(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 026 634 B4** 2009.04.16

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2007 026 634.2**
(22) Anmeldetag: **06.06.2007**
(43) Offenlegungstag: **24.12.2008**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **16.04.2009**

(51) Int Cl.[8]: ***C25D 17/28*** (2006.01)
C25D 17/06 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten(§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Atotech Deutschland GmbH, 10553 Berlin, DE

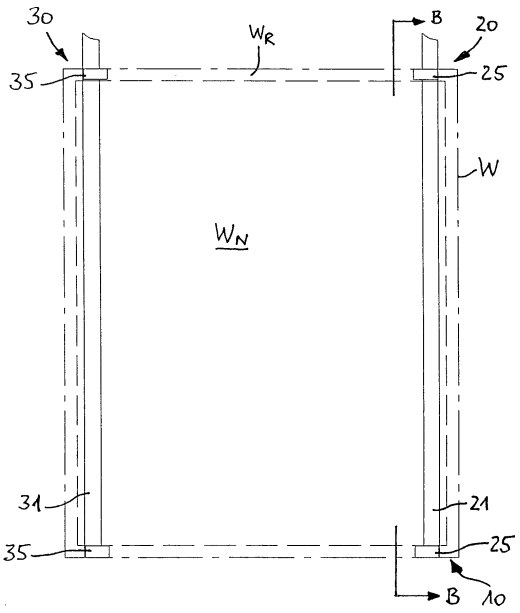
(74) Vertreter:
Patentanwälte Bressel und Partner, 12489 Berlin

(72) Erfinder:
Schneider, Reinhard, 12207 Berlin, DE; Hauf, Uwe, 90530 Wendelstein, DE; Scheller, Britta, 90518 Altdorf, DE; Kunze, Henry, 90530 Wendelstein, DE; Wiener, Ferdinand, 90559 Burgthann, DE; Klingl, Heinz, 86356 Neusäß, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE10 2004 030377 B3
WO 06/0 15 871 A1
DE 195 39 868 C1
WO 06/1 25 629 A1
DE 91 02 321 U1
WO 06/0 02 969 A2
WO 04/0 22 814 A2

(54) Bezeichnung: **Vertikalanlage zur galvanotechnischen Behandlung eines Werkstückes und Verfahren zum Befördern des Werkstückes**

(57) Hauptanspruch: Vertikalanlage zur galvanotechnischen Behandlung eines Werkstückes (W), umfassend mindestens zwei Behandlungsmodule (100), wobei in den Behandlungsmodulen (100) Halteeinrichtungen (130) für die Werkstücke (W) vorgesehen sind, sowie mindestens eine Transportvorrichtung zur Beförderung mindestens eines Werkstückes (W) zu einem Behandlungsmodul (100) und zur Übergabe eines Werkstückes (W) an die Halteeinrichtungen (130) in dem Behandlungsmodul (100), wobei die Transportvorrichtung mindestens eine das Werkstück (W) haltende Greifeinrichtung (10) mit jeweils mindestens zwei voneinander beabstandeten Klammereinrichtungen (20, 30) umfasst und jede Klammereinrichtung (20, 30) jeweils einer Seite des Werkstückes (W) zugeordnete erste Klemmeinrichtungen (25, 35) und zweite Klemmeinrichtungen (26) aufweist, wobei sowohl die erste Klemmeinrichtung (25, 35) als auch die zweite Klemmeinrichtung (26) zum Greifen und Freigeben der Werkstücke (W) bewegbar sind und zwar so, dass das Werkstück (W) beim Klemmen parallel zur ersten Seite des Werkstücks (W) gespannt wird.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung:

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vertikalanlage zur galvanotechnischen Behandlung von Werkstücken und ein Verfahren zum Befördern von in vertikaler Ausrichtung gehaltenen Werkstücken mit einer Greifeinrichtung zu einem Behandlungsmodul.

[0002] Galvanotechnische Anlagen werden u. a. für die Behandlung von Leiterplatten und -folien und Halbleiter-Wafern sowie bei der Herstellung von photoelektrischen Zellen, wie photoelektrischen Solarzellen, und von Bildschirmplatten, eingesetzt. Die Behandlung in diesen Anlagen erstreckt sich typischerweise auf chemische und elektrochemische Behandlungsverfahren.

Stand der Technik:

[0003] Derzeit arbeiten die Chiphersteller in der Halbleiterindustrie an der Einführung von so genannten 65-Nanometerstrukturen (Computertechnik, (10), 2007). In der Entwicklung sind noch kleinere Strukturen von 45 nm geplant. Aber auch diese Abmessungen sind nur Zwischenschritte auf dem Weg zu noch kleineren Strukturen. Ausgehend von der fortschreitenden Miniaturisierung von Halbleiter-Bauteilen stellen sich auch für die Hersteller von Leiterplatten mit Chip-Trägern neue Herausforderungen, ihre Produkte an die neuen Gegebenheiten anzupassen. Dies bedeutet, dass beispielsweise Forderungen nach Strukturabmessungen von derzeit ca. 25 µm realisiert werden müssen, um am Markt zu bestehen. Dabei zeichnet sich bereits jetzt ab, dass sich die Abmessungen in naher Zukunft noch weiter verringern werden. Derartig feine Strukturen sind mit den heute üblichen Verfahren und Vorrichtungen zur Leiterplattenherstellung in der notwendigen Qualität nicht mehr zu realisieren. Bei der Verkleinerung der Strukturen werden ungleichmäßige Konturen der Strukturen, sogar Brücken (Kurzschlüsse) oder Unterbrechungen beobachtet. Ferner ist auch festgestellt worden, dass die Gleichmäßigkeit der abgeschiedenen Metallschichten unzureichend ist. Dies ist nicht akzeptabel, da die elektrischen Eigenschaften der hergestellten Schaltungen hierdurch in nicht vorhersagbarer Weise beeinträchtigt werden, so dass die Schaltungen verworfen werden müssen.

[0004] Die genannten Anforderungen an die hochpräzise Herstellung der Leiterplatten gehen mit der Forderung einher, diese Leiterplatten möglichst kostengünstig und in sehr großer Stückzahl reproduzierbar herstellen zu können.

[0005] In der Vergangenheit sind verschiedene Vorschläge zur Lösung der vorgenannten Aufgaben gemacht worden:

In WO 2006/002969 A2 ist zum Beispiel eine Vorrichtung zum chemischen oder elektrolytischen Behandeln von Behandlungsgut angegeben, die Behandlungsbehälter zur Behandlung des Behandlungsgutes und ein Transportsystem zum Transport des Behandlungsgutes umfasst. Die Vorrichtung weist eine Reinraumzone auf, die an die Behandlungsbehälter anschließt. Das Behandlungsgut ist mit Hilfe des Transportsystems durch die Reinraumzone hindurch transportierbar. Die Reinraumzone ist insbesondere durch ein Durchführungsöffnungen aufweisendes Reinraumgehäuse räumlich begrenzt, das durch Zuführen von gereinigtem Gas mit Überdruck beaufschlagt wird. Zum Halten des Behandlungsgutes dient ein ein Halteelement aufweisendes Transportsystem. Das Halteelement ist vorzugsweise zumindest im Wesentlichen innerhalb der Reinraumzone angeordnet.

[0006] In WO 2004/022814 A2 ist ferner eine Vorrichtung zum elektrolytischen Behandeln von zumindest oberflächlich elektrisch leitfähigem Behandlungsgut angegeben, die Stromzuführungseinrichtungen für das Behandlungsgut umfasst. Die Stromzuführungseinrichtungen der Vorrichtung weisen jeweils Kontaktleisten auf, die das Behandlungsgut an im Wesentlichen zueinander gegenüberliegenden Seitenrändern elektrisch kontaktieren. Die Kontaktleisten können an Tragrahmen befestigt sein, und die Tragrahmen können in einem zur Aufnahme von Behandlungsflüssigkeit dienenden Behälter über Stützelemente abgestützt sein. Die Stützelemente können beweglich ausgebildet sein, so dass die Positionen der Tragrahmen relativ zu den Stützpunkten im Behälter variierbar sind.

[0007] In WO 2006/015871 A1 ist ferner ein Behälter für eine galvanotechnische Vertikal-Behandlungsanlage zur Behandlung von Werkstücken mit einem durch Behälterwände und einen Behälterboden definierten Behälterinnenraum angegeben, der aus mindestens zwei Behältermodulen gebildet ist. Die Wände und der Boden des Behälters definieren jeweils Modulinnenräume, deren Höhen gleich sind und deren Breiten gleich sind. In den Behältern sind Einbaueinrichtungen vorgesehen, wobei es sich um Kontaktrahmen, Kontaktklammern, Stromzuführungen, Bewegungseinrichtungen, Führungselemente für das Behandlungsgut, Düsen, insbesondere Spritzdüsen, Sprühdüsen und Schwalldüsen, ferner Lufteinleitungseinrichtungen, Pumpen, Heizelemente, Kühlelemente, Filter, Sensoren, Dosiereinrichtungen und Einrichtungen zur Chemikalienaufbereitung handelt. Die Einbaueinrichtungen können von Tragrahmen gehalten und mit diesen zusammen aus dem Behälter aus- und in den Behälter einhebbar sein. Mehrere Behälter können matrixartig in Reihen und Folgen angeordnet sein.

[0008] Ferner ist in WO 2006/000439 A1 (entspricht

DE 10 2004 030 377 B3) eine Behandlungsanlage angegeben, die mindestens eine Reihe von Behandlungsstationen und mindestens einen translatorischen Manipulator aufweist. Dieser Manipulator umfasst mindestens ein Fahrelement, das längs einer Reihe von mindestens zwei Behandlungsstationen verfahrbar ist, und mindestens ein Hubelement sowie mindestens ein an den Hubelementen angebrachtes Greifelement für das Behandlungsgut aufweist. Die Hubelemente und die Greifelemente sind modulartig erweiterbar, so dass sich die Hubelemente im Falle der Erweiterung quer zu mindestens zwei Reihen von Behandlungsstationen erstrecken. Jeder Reihe von Behandlungsstationen ist mindestens ein Greifelement zugeordnet. Das Hubelement ist durch mindestens ein von mindestens einer Quertraverse gehaltenes Hubwerk oder durch mindestens eine von mindestens einem Hubwerk gehaltene Quertraverse gebildet. Die Quertraverse erstreckt sich über die Reihen der Behandlungsstationen. Die Greifelemente sind durch zwei das Behandlungsgut greifende Klemmbügel gebildet, die über jeweilige Drehpunkte schwenkbar gelagert sind und durch axiale Verschiebung jeweils eines Schenkels der Klemmbügel betätigt werden können.

[0009] Weiterhin ist in DE 195 39 868 C1 eine Transportvorrichtung zur Förderung von vertikal orientierten plattenförmigen Gegenständen zu deren chemischer oder elektrolytischer Oberflächenbehandlung beschrieben, die einen klammerähnlichen unteren Erfassungsbereich aufweist, mit dem diese Gegenstände aufnehmbar sind und der mittels eines zumindest im Wesentlichen vertikal zwischen zwei Endpositionen verschiebbaren Elements betätigt werden kann. Die Vorrichtung umfasst zangenähnlich gehaltene Klammerteile, die an ihrem unteren Ende Kontaktschenkel als Erfassungsbereiche aufweisen. Die Kontaktschenkel werden zur Erfassung und Freigabe des Gegenstandes mittels eines in einer Klammeraufhängung gehaltenen Schiebekörpers über eine Gelenkverbindung betätigt. Die Gelenkverbindung besteht aus je einem Gelenkarm, der einerseits am unteren Ende des Schiebekörpers und andererseits am oberen Ende der Kontaktschenkel angelenkt ist. Der Bewegungsablauf des Schiebekörpers wird in zwei aufeinander folgende Bewegungsabläufe der Kontaktschenkel umgesetzt, nämlich in eine im Wesentlichen horizontal verlaufende Spreiz- oder Klammerbewegung und eine im Wesentlichen vertikal verlaufende Hub- oder Senkbewegung beim Übergang von der Halte- zur Freigabeposition oder umgekehrt.

[0010] Eine Vorrichtung zum Transport eines Behandlungsgutes in einer Elektrolyseanlage ist in WO 2006/125629 A1 angegeben. Diese Vorrichtung ist derart ausgebildet, dass der Transport des Behandlungsgutes entlang eines Transportweges in einer definierten Transportebene erfolgt. Die Vorrichtung umfasst eine Vielzahl von Klammern, welche voneinander beabstandet entlang des Transportweges beweglich angeordnet sind. Zur Bewegung der Klammern entlang des Transportweges weist die Vorrichtung einen Antrieb auf. Die Klammern weisen eine erste auf einer Seite der Transportebene angeordnete Klemmfläche und eine zweite auf der gegenüberliegenden Seite der Transportebene angeordnete Klemmfläche auf. Die Klemmflächen sind derart ausgebildet, dass sowohl die erste Klemmfläche als auch die zweite Klemmfläche bezüglich der Transportebene beweglich sind, um die Klammern zum Greifen des Behandlungsgutes zu schließen bzw. die Klammern zum Freigeben des Behandlungsgutes zu öffnen. Die an die Transportebene angrenzende Position der unteren Klemmfläche kann beispielsweise über einen Anschlag gewährleistet werden.

[0011] Weiterhin betrifft DE 91 02 321 U1 eine automatische Beschickungsvorrichtung zur Galvanisierung von Leiterplatten. Diese Vorrichtung umfasst u. a. eine Vielzahl von Klemmeinrichtungen, die auf einem Stützrahmen befestigt sind. Die Klemmeinrichtungen bestehen aus Klemmen, die jeweils einen vorderen Arm und einen hinteren Arm umfassen, die in einer mittleren Position schwenkbar sind. Das obere Ende des hinteren Armes der Klemme ist fest mit einer Leitstange verbunden. Außerdem sind die Klemmen in dem Stützrahmen angeordnet, auf dem sich pneumatische Zylinder befinden, mit denen die vorderen und die hinteren Arme gedrückt werden können. Wenn diese Zylinder betätigt werden, drücken sie gegen den jeweils oberen Teil der hinteren und der vorderen Arme jeder Klemme, wodurch die Klemmen zum Greifen oder Loslassen der Leiterplatten geöffnet wird.

[0012] In EP 0 517 349 A1 ist eine Anordnung für eine Anlage zur chemischen Behandlung von Leiterplatten beschrieben, in der die Platten einer Beladestation zugeführt und von dort mittels von Transportwagen bewegten Warenträgern zu Behandlungsstationen der Anlage gebracht und danach an eine Entladestation zurückgeführt werden. Die Platten werden an dem jeweiligen Warenträger mittels Klammern lösbar angehängt und dabei an einem Galvanorand gegriffen. Die Klammern weisen jeweils Klammerarme auf, die durch eine Feder in eine Klemmlage gebracht werden. Einer der Klammerarme ist an einem Warenträger angebracht, der andere ist um einen Drehpunkt gegen den Federdruck verschwenkbar und kann mittels eines Druckstückes aus einer Schließstellung in eine Offenstellung gebracht werden.

[0013] In DE 42 43 252 A1 ist ferner eine Vorrichtung zum Halten von Leiterplatten mit einem Traggestell angegeben, das einen im Wesentlichen horizontal verlaufenden Tragteil aufweist, der mit federbelasteten Klemmen bestückt ist, die zum Halten und elek-

trischen Kontaktieren von Leiterplatten an deren Seitenrändern vorgesehen sind. Die Klemmen sind an einem oberen Holm gehalten. Die Klemmen weisen ein mit dem Holm verbundenes festes Teil auf, das eine Achse hält, um die ein bewegliches Teil verschwenkbar ist und das durch eine Feder gegen die Schließstellung der Klemme vorgespannt ist.

[0014] In EP 0 666 343 A1 ist schließlich eine Vorrichtung für die elektrolytische Abscheidung von Metall auf einem beschichtbaren Substrat angegeben, die u. a. eine Klemmeinrichtung aufweist. Das Substrat ist mit seinem oberen Rand an einer Stromschiene anbringbar. Die Klemmeinrichtung klemmt den unteren Rand des Substrats, sobald die Stromschiene mit dem Substrat in einen Behälter eintaucht. Die Klemme umfasst mindestens zwei über einen Drehpunkt drehbar miteinander verbundene Hebelarme, wobei sich die Klemme dann, wenn sie auf der Oberfläche einer Flüssigkeit schwimmt, in einer Offenstellung befindet und sich durch den Auftrieb, wenn sie untergetaucht ist, in einer Schließstellung befindet.

[0015] Die bekannten Vorrichtungen haben den Nachteil, dass die Werkstücke nicht ausreichend präzise behandelt werden, um metallische Strukturen mit den eingangs erwähnten Strukturgrößen reproduzierbar herstellen zu können. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Werkstücke dünn und damit folienartig sind.

Aufgabe:

[0016] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die bekannten Vorrichtungen so fortzubilden, dass die Nachteile dieser Vorrichtungen vermieden werden und dass insbesondere eine reproduzierbare Behandlung von Werkstücken mit dem Ziel erreicht wird, metallische Strukturen auf den Werkstückoberflächen zu bilden, die die eingangs erwähnten Strukturgrößen haben. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, auch folienartige Werkstücke mit der vorgenannten Zielsetzung behandeln zu können. Weiterhin besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine hohe Reinheit und lange Standzeit der Behandlungsbäder durch geringe transportbedingte Badverschleppung zu ermöglichen. Des Weiteren besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die Werkstücke möglichst kostengünstig produzieren zu können. Außerdem besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die Werkstücke optimal zu behandeln. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, an jeder Behandlungsposition und für jeden Behandlungsschritt die optimalen Behandlungsbedingungen für die Werkstücke zu schaffen. Noch eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Behandlungsbedingungen so gestalten, dass möglichst geringe Varianzen in räumlicher und zeitlicher Hinsicht auftreten. Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, möglichst reproduzierbare Behandlungsbedingungen zu schaffen. Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Varianzen der Behandlungsbedingungen zwischen unterschiedlichen Behandlungspositionen mit gleicher Behandlungsaufgabe, möglichst gering zu halten. Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Abfolge der Behandlungsschritte, der Einstellbarkeit der Behandlungsparameter und der Anpassbarkeit der Anlagengröße zu erreichen. Schließlich besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die Behandlungsbedingungen für jedes behandelte Werkstück individuell zu dokumentieren.

Erfindung:

[0017] Diese Aufgaben werden durch die Anlage zur galvanotechnischen Behandlung eines Werkstückes gemäß Patentanspruch 1 und durch das Verfahren zum Befördern eines in vertikaler Ausrichtung gehaltenen Werkstückes gemäß Patentanspruch 26 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0018] Soweit in der Beschreibung und in den Ansprüchen der Begriff „Vertikalanlage" verwendet wird, ist darunter eine Behandlungsanlage zu verstehen, in der Werkstücke behandelt werden können, die sowohl während der Behandlung als auch beim Transport von einem Behandlungsmodul zu einem anderen im Wesentlichen in vertikaler Ausrichtung gehalten werden (d. h. in einer Ausrichtung, in der die Werkstücke maximal um jeweils 20° gegen die Normale geneigt sind).

[0019] Soweit in der Beschreibung und in den Ansprüchen der Begriff „galvanotechnische Behandlung" verwendet wird, ist darunter eine Behandlung zu verstehen, bei der Werkstücke mittels flüssiger oder gasförmiger Behandlungsmittel behandelt werden, wobei die Werkstücke insbesondere in einer Verfahrensfolge von mehreren galvanotechnischen Behandlungsschritten in mindestens einem Verfahrensschritt beispielsweise unter Abscheidung oder Auflösung einer Metallschicht verändert werden. Die galvanotechnische Behandlung kann entweder eine chemische oder eine elektrochemische Behandlung sein.

[0020] Soweit in der Beschreibung und in den Ansprüchen die Begriffe „Werkstück" und „Ware" verwendet werden, sind darunter insbesondere plattenförmige Werkstücke zu verstehen, vor allem Leiterplatten und Leiterfolien. Es kann sich dabei aber auch um Halbleiter-Wafer, photoelektrische Zellen, wie photoelektrische Solarzellen, sowie um Bildschirmplatten und Glasplatten handeln. Soweit die Werkstücke plattenförmig sind, weisen diese eine Werkstü-

ckebene auf, die sich parallel zu den Plattenoberflächen erstreckt. Soweit der Begriff Werkstück(e) im Singular oder Plural verwendet wird, ist dieser gleichzeitig auch jeweils im Plural bzw. Singular zu verstehen.

[0021] Die erfindungsgemäße Behandlungsanlage ist vorzugsweise so ausgebildet, dass die Werkstücke in den Behandlungsmodulen während der Behandlung in senkrechter Ausrichtung gehalten werden. Beim Transport von einem Behandlungsmodul zu einem anderen werden die Werkstücke vorzugsweise ebenfalls in senkrechter Ausrichtung gehalten. Zum senkrechten Ausrichten der Werkstücke beim Beladen und Entladen können automatische Vorrichtungen vorgesehen sein.

[0022] Die erfindungsgemäße Vertikalanlage umfasst mindestens zwei Behandlungsmodule und mindestens eine Transportvorrichtung zur Beförderung mindestens eines Werkstückes zu einem Behandlungsmodul.

[0023] In den Behandlungsmodulen sind Halteeinrichtungen für die Werkstücke vorgesehen. Ein Werkstück wird während der Behandlung von einer derartigen Halteeinrichtung gehalten. Diese Halteeinrichtung ist im Behandlungsmodul stationär angeordnet. Die Transportvorrichtung übergibt das Werkstück nach dem Transport zu einem Behandlungsmodul an die Halteeinrichtungen in dem Behandlungsmodul.

[0024] Die erfindungsgemäße Anlage zeichnet sich dadurch aus, dass die Platten von der Transporteinrichtung vorzugsweise direkt gegriffen, also beim Transport ohne Rahmen oder Gestell für die Werkstücke befördert werden.

[0025] Die Transportvorrichtung umfasst mindestens eine das Werkstück haltende Greifeinrichtung mit jeweils mindestens zwei voneinander beabstandeten Klammereinrichtungen, wobei jede Klammereinrichtung jeweils einer Seite des Werkstückes zugeordnete erste und zweite Klemmeinrichtungen aufweist. Sowohl die erste Klemmeinrichtung als auch die zweite Klemmeinrichtung sind zum Greifen und Freigeben der Werkstücke bewegbar und zwar so, dass das Werkstück (W) beim Klemmen parallel zur ersten Seite des Werkstücks (W) gespannt wird. Somit werden die Werkstücke mittels der Greifeinrichtung mit beidseitig öffnenden Klemmeinrichtungen gegriffen und können so auch von einem Behandlungsmodul zu einem anderen Behandlungsmodul transportiert werden.

[0026] Indem nicht nur eine Klemmeinrichtung sondern beide Klemmeinrichtungen jeder Klammereinrichtung einer Greifeinrichtung bewegbar sind, kann ein empfindliches Werkstück problemlos gegriffen werden, ohne dass befürchtet zu werden braucht, dass das Werkstück während des Greifvorganges mit einer der Klemmeinrichtungen kollidiert. Eine derartige Kollision kann insbesondere dann geschehen, wenn ein Schenkel einer als Klammer ausgebildeten Klemmeinrichtung festliegt und das Werkstück zwischen die beiden sich in einer Offenstellung befindenden Klammerschenkel eingeführt werden muss. In diesem Falle besteht nämlich die Gefahr, dass der feststehende Teil der Klammereinrichtung am Werkstück entlang kratzt und es dabei beschädigt.

[0027] Indem in einem Behandlungsmodul eine Halteeinrichtung vorgesehen ist, kann das in vertikaler Ausrichtung gehaltene Werkstück mit der Greifeinrichtung zu dem Behandlungsmodul befördert werden, indem

a) das Werkstück zu dem Behandlungsmodul befördert wird,

b) das Werkstück mit der Halteeinrichtung gegriffen wird und

c) das Werkstück durch die Greifeinrichtung freigegeben wird.

[0028] Dadurch kann das Werkstück während des Transportes von einem Behandlungsmodul zu einem anderen an Stellen auf den Werkstückoberflächen gegriffen werden, die außerhalb eines zu behandelnden Bereiches („Nutzbereich") liegen. Außerdem kommt die Greifeinrichtung nur kurzzeitig mit der Behandlungsflüssigkeit in Kontakt und wird bei elektrolytischen Verfahren einem Stromfluss nicht ausgesetzt.

[0029] Mindestens eine einer ersten Seite des Werkstückes zugeordnete erste Klemmeinrichtung ist vorzugsweise so ausgebildet und angeordnet, dass die Position der ersten Seite des Werkstückes durch die erste Klemmeinrichtung festgelegt wird. Diese erste Seite des Werkstückes kann eine Anlageebene sein. Mindestens eine einer zweiten Seite des Werkstückes zugeordnete zweite Klemmeinrichtung ist dagegen vorzugsweise so ausgebildet und angeordnet, dass mit dieser eine Klemmkraft auf das Werkstück ausgeübt werden kann.

[0030] In einer bevorzugten Ausführung sind die Kraft übertragenden Teile der Greifeinrichtung als Rohr-in-Rohr-Konstruktion ausgeführt, d. h. beide Klemmeinrichtungen sind drehbar ineinander gelagert. Damit in das Innere dieser Klemmeinrichtungsrohre keine Badflüssigkeit eindringt, können unten an den Rohren Dichtungen vorgesehen sein, die dies verhindern. Dadurch hat die Greifeinrichtung den Vorteil einer geringen Oberfläche, so dass sie nur wenig zu einer Badverschleppung beiträgt.

[0031] Die erste Klemmeinrichtung ist so ausgebildet, dass die Position der ersten Seite des Werkstückes durch diese erste Klemmeinrichtung festgelegt wird. Dadurch kann die Position der Anlageseite (der

ersten Seite) eines Werkstückes von der Greifeinrichtung exakt an die Halteeinrichtung übergeben oder von ihr übernommen werden. Die zweite Klemmeinrichtung ist dagegen so ausgebildet und angeordnet, dass mit dieser eine Klemm-(Schließ)kraft auf das Werkstück ausgeübt werden kann. Durch die unterschiedliche Ausbildung und Anordnung und somit Spezialisierung beider Klemmeinrichtungen wird gewährleistet, dass eine präzise Positionierung des gehaltenen Werkstückes ermöglicht wird.

[0032] Um die vorgenannten Aufgaben erfolgreich erfüllen zu können, wird die Greifeinrichtung zum Greifen des Werkstückes vorzugsweise wie folgt betätigt:

i) Bewegen der ersten Klemmeinrichtung, so dass die erste Klemmeinrichtung eine Anlageposition einnimmt und dadurch die Position der ersten Seite des Werkstückes festgelegt wird, und

ii) Bewegen der zweiten Klemmeinrichtung, so dass die zweite Klemmeinrichtung eine Klemmposition einnimmt und dadurch das Werkstück zusammen mit der mindestens einen ersten Klemmeinrichtung eingeklemmt wird.

[0033] Vorzugsweise nimmt die erste Klemmeinrichtung die Anlageposition ein, bevor die zweite Klemmeinrichtung die Klemmposition erreicht. Somit läuft zuerst die erste Klemmeinrichtung in die Endposition und dann erst die zweite Klemmeinrichtung. Dies schließt aber nicht aus, dass beide Klemmeinrichtungen zumindest zeitweise auch gleichzeitig bewegt werden. Allerdings können beide Klemmeinrichtungen auch nacheinander bewegt werden, d. h. zuerst die erste Klemmeinrichtung und dann die zweite Klemmeinrichtung. Umgekehrt kann beim Öffnen der Klammereinrichtung zuerst die zweite Klemmeinrichtung und zeitversetzt dazu die erste Klemmeinrichtung bewegt werden. Durch diese Vorgehensweise beim Greifen eines Werkstückes wird einerseits reproduzierbar eine sehr präzise Positionierung des Werkstückes ermöglicht. Andererseits kann das Werkstück ohne Probleme von der Klammereinrichtung gegriffen werden, ohne dass die Gefahr besteht, dass das Werkstück mit den Klemmeinrichtungen kollidiert. Die Halteeinrichtungen in den Behandlungsmodulen können ebenso wie die Greifeinrichtungen mit Klemmeinrichtungen (erste und zweite Klemmeinrichtung der Halteeinrichtungen) ausgebildet sein, die die Werkstücke halten. Derartige Klemmeinrichtungen an den Halteeinrichtungen können ebenso wie die der Greifeinrichtungen in Form erster und zweiter Klemmeinrichtungen ausgebildet sein, die wie im Falle der Klemmeinrichtungen an den Greifeinrichtungen zur Festlegung der Position der ersten Seite des Werkstückes bzw. zur Aufbringung einer Klemmkraft auf das Werkstück dienen und die hierzu bewegbar sind. Die Klemmeinrichtungen der Halteeinrichtungen können vorzugsweise dieselben Merkmale wie die Klemmeinrichtungen der Greifeinrichtungen aufweisen, also etwa drehbar sein und gegebenenfalls wie die Klemmeinrichtungen der Greifeinrichtung entsprechende Klemmflächen aufweisen. Die Halteeinrichtungen können beispielsweise mittels pneumatischer Antriebe betätigt werden.

[0034] Wie bereits ausgeführt, umfasst die Greifeinrichtung mindestens zwei voneinander beabstandete Klammereinrichtungen, deren jeweils erste und zweite Klemmeinrichtungen so bewegbar sind, dass das Werkstück beim Klemmen parallel zu dessen erster Seite gespannt wird, um ein Verbiegen oder Wölben der Platte zu vermeiden.

[0035] In einer weiterhin bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die mindestens zwei Klammereinrichtungen so ausgebildet und angeordnet, dass sie das Werkstück in Bereichen außerhalb der "nutzbaren" Fläche, z. B. im Randbereich, greifen, vorzugsweise am unteren und oberen Rand oder an den seitlichen Rändern, und beim Klemmen jeweils in Plattenebene zueinander entgegengesetzt gerichtete Spannkräfte auf das Werkstück ausüben. Das Werkstück W weist gemäß **Fig. 1A** eine Anlageseite (erste Seite) WE auf.

[0036] Plattenförmige Werkstücke können so insbesondere mit den mindestens zwei voneinander beabstandeten Klammereinrichtungen an gegenüber liegenden Rändern gegriffen werden. Die Klemmeinrichtungen bewegen sich erfindungsgemäß so, dass beim Einklemmen des Werkstückes zusätzlich zur (senkrecht auf die Werkstückoberfläche) wirkenden Klemmkraft eine parallel zur Werkstückoberfläche nach außen gerichtete Spannkraft ausgeübt wird. Um diese Spannkraft auszuüben, kann ein weiterer Verfahrensschritt durchgeführt werden, nämlich:

iii) Bewegen der zweiten Klemmeinrichtung, ohne die erste Klemmeinrichtung zu bewegen, so dass eine Spannkraft parallel zur ersten Seite des Werkstückes auf das Werkstück ausgeübt wird.

[0037] Es ist zwar auch möglich, dass der Spannvorgang gleichzeitig mit dem Einklemmvorgang stattfindet. Ein sehr einfach durchführbarer Bewegungsablauf umfasst allerdings diesen nachgeschalteten dritten Verfahrensschritt, der dadurch erreicht wird, dass die Klemmeinrichtungen nach dem Ausüben der Klemmkraft auf das Werkstück durch Bewegen der zweiten Klemmeinrichtung weiter bewegt werden, so dass eine parallel zur Werkstückoberfläche gerichtete zusätzliche Kraft an das Werkstück angelegt wird.

[0038] Beispielweise kann die zweite Klemmeinrichtung zum Spannen von Folien nach dem Einklemmen weitergedreht werden, so dass über die Wandreibung eine entsprechende Kraft auf die Folienränder aufgebracht wird, Die Drehbewegung muss in der Richtung erfolgen, in der die Kräfte die Folie ausein-

ander ziehen. Die Kräfte zum Spannen können auf beiden Seiten der Platte gleich groß sein, oder die Folie wird nur über eine Seite gespannt.

[0039] Sollen in der Anlage sehr unterschiedlich dicke Werkstücke transportiert werden, kann die Greifeinrichtung jeweils mit federnden Elementen für die zweite Klemmeinrichtung ausgestattet sein. Der Federweg ist dabei in Richtung auf das Werkstück bzw. von diesem weg vorgesehen. Diese vorstehenden Ausführungsformen dienen vorzugsweise dazu, folienartige Werkstücke reproduzierbar zu halten und in der Plattenebene zu fixieren, um jeden Bereich der Ware gleichmäßig behandeln zu können. Indem die Werkstücke beim Greifen gespannt werden, wird deren Position präzise festgelegt, und sie können positionsgenau zu einer Halteeinrichtung in einer Behandlungsstation transportiert und übergeben werden. Ferner wird dadurch erreicht, dass die Abstände zwischen Platte und Einbauteilen, wie der Anströmeinrichtung, über die gesamte Fläche gleich sind. Dies ermöglicht eine gleichmäßige Behandlung jedes Flächenelementes. Auch bei einer Warenbewegung wird jeder Bereich der Ware um den gleichen Weg bewegt.

[0040] Das Werkstück kann auch auf einer Seite mit einer ersten (größeren) Kraft festgehalten und nur dessen andere Seite mit einer zweiten Kraft nach außen gezogen werden, die geringer ist als die erste Kraft.

[0041] Besonders günstig ist es, wenn die Bewegungen der ersten und der zweiten Klemmeinrichtung Drehbewegungen sind. Beispielsweise kann die erste Klemmeinrichtung einer Klammereinrichtung in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung um eine erste Drehachse und die zweite Klemmeinrichtung der Klammereinrichtung um eine zur ersten Drehachse parallele zweite Drehachse drehbar sein. Somit ist es möglich, die Vorrichtung sehr kompakt auszubilden. Außerdem kann die Schließkraft auf das Werkstück durch die Drehstellung in schonender Weise und präzise eingestellt werden. Schließlich kann mit dieser Gestaltung auch erreicht werden, dass folienartige Werkstücke leicht gegriffen und gespannt werden.

[0042] Die Position der ersten Seite des Werkstückes kann durch eine Drehstellung der ersten Klemmeinrichtung besonders exakt festgelegt werden. Um die Position des Werkstückes durch Drehung der ersten Klemmeinrichtung zu definieren, kann ein erster Abschnitt der äußeren Begrenzung eines senkrecht zur ersten Drehachse erzeugten Schnittes der ersten Klemmeinrichtung in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung konvex gekrümmt und ein zweiter Abschnitt der äußeren Begrenzung des Schnittes durch eine sich an den ersten Abschnitt der äußeren Begrenzung tangential anschließende gerade Begrenzungslinie gebildet sein. Somit kann der erste Abschnitt nach Art einer Kurvenscheibe geformt sein. Indem der zweite Abschnitt geeignet ist, am Werkstück bündig angelegt zu werden, kann die Position des Werkstückes präzise festgelegt werden. Der erste Abschnitt dient zur schonenden Führung des Werkstückes bei der Annäherung des zweiten Abschnittes. Die Drehachse der ersten Klemmeinrichtung kann in dieser Ausführungsform vorzugsweise so platziert sein, dass sich die äußere Begrenzung bei der Drehung an die Werkstückoberfläche annähert, bis der gerade zweite Abschnitt an der Werkstückoberfläche bündig anliegt.

[0043] In einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind der erste Abschnitt durch ein zur ersten Drehachse paralleles konvexes Oberflächensegment und der zweite Abschnitt durch eine zur Anlage an die erste Seite des Werkstückes ausgebildete, vorzugsweise ebene, Anlagefläche gebildet. Dadurch liegt die erste Klemmeinrichtung in der Schließstellung an der Werkstückoberfläche glatt an; eine Kippbewegung des Werkstückes an der Klemmstelle wird dadurch vermieden. Beim Greifen des Werkstückes kann die erste Klemmeinrichtung in diesem Falle in Verfahrensschritt i) so weit gedreht werden, bis der ebene Oberflächenabschnitt die Anlageposition erreicht hat.

[0044] Die zweite Klemmeinrichtung weist vorzugsweise eine konvexe zum Übertragen einer Klemmkraft auf die zweite Seite des Werkstückes ausgebildete Klemmfläche auf.

[0045] Für eine kompakte Ausbildung umfasst die Klammereinrichtung einen ersten die erste Klemmeinrichtung haltenden und zur ersten Drehachse koaxialen Drehstab und einen zweiten die zweite Klemmeinrichtung haltenden und zur zweiten Drehachse koaxialen Drehstab. Die Drehstäbe können aus Vollmaterial bestehen oder durch Rohre gebildet werden.

[0046] Damit ein plattenförmiges Werkstück stabil gehalten werden kann, können an einem aus dem ersten und dem zweiten Drehstab bestehenden Drehstabpaar einer Klammereinrichtung vorzugsweise mindestens zwei Paare von Klemmeinrichtungen aus jeweils erster und zweiter Klemmeinrichtung gehalten sein. Diese Klemmeinrichtungspaare können an den jeweiligen Klammereinrichtungen bevorzugt voneinander beabstandet angeordnet sein, um ein Werkstück beispielsweise haften zu können, oder an anderen möglichst weit voneinander beabstandeten Stellen, so dass das Werkstück ohne die Möglichkeit des Kippens gehalten wird. So kann beim Einsenken des Werkstückes in ein Bad im Behandlungsmodul ein Auslenken der Platte vermieden werden. Besitzt eine Klammer mehrere Klemmeinrichtungen, muss bei der Konstruktion darauf geachtet werden, dass

alle Klemmeinrichtungen mit ausreichender Klemmkraft greifen können. Zwischen einem oberen und einem unteren Paar von Klemmeinrichtungen an einer Klammereinrichtung können noch weitere Klemmeinrichtungspaare vorgesehen sein, die dann den seitlichen Plattenrand greifen.

[0047] In einer anderen Ausführungsform der Erfindung können die Werkstücke auch ausschließlich an deren oberem Rand von der Greifeinrichtung gehalten werden. In diesem Falle wird das Werkstück nur mit wenigen Klemmeinrichtungen, d. h. über wenige Kontaktstellen, vorzugsweise über nur zwei Kontaktstellen, über die die Klemmeinrichtungen das Werkstück berühren, gegriffen. Da die Klammereinrichtung in einem derartigen Falle in das Bad nur wenig eintaucht, wird Flüssigkeit aus einem Behandlungsmodul kaum verschleppt.

[0048] In einer bevorzugten Ausführungsform bestehen die Greifeinrichtungen aus korrosionsfestem Material wie Edelstahl oder Titan.

[0049] Die Greifeinrichtungen greifen die Ware direkt, d. h. ohne dass zusätzliche Rahmen oder Gestelle zur Halterung der Ware während des Transportes oder bei der Behandlung verwendet werden. So wird eine hohe Reinheit und lange Standzeit der Behandlungsbäder durch geringe transportbedingte Badverschleppung möglich. Auch eine Verschmutzung der Platten durch am Rahmen anhaftende Flüssigkeit wird dadurch vermieden.

[0050] Die Haltekraft wird über einen Federmechanismus erzeugt. So ist sichergestellt, dass die Ware bei einem Energieausfall weiterhin gegriffen bleibt. Die Öffnungskraft an den Klammereinrichtungen wird dagegen über einen Stellantrieb, wie einen Pneumatikzylinder oder Motor, erzeugt.

[0051] Die in der erfindungsgemäßen Anlage verwendete Greifeinrichtung dient dazu, ein Werkstück für die Behandlung in ein Behandlungsmodul zu transportieren. Erfindungsgemäß wird das Werkstück in dem Behandlungsmodul an eine Halteeinrichtung übergeben, die in dem Modul angeordnet ist. Hierzu kann die Greifeinrichtung das Werkstück nach dem Übergeben des Werkstückes an die das Werkstück greifende Halteeinrichtung freigeben. Danach kann sie aus dem Modul wieder ausgefahren werden. Die Greifeinrichtung steht somit für den Transport eines anderen Werkstückes zur Verfügung. Daher befindet sich die Greifeinrichtung in diesem Falle während des Behandlungsvorganges nicht im Behandlungsmodul. Somit kann die ein Werkstück haltende Greifeinrichtung in ein Behandlungsmodul eingefahren werden, um das Werkstück dort abzusetzen und freizugeben, wobei das Werkstück von der in dem Modul angeordneten Halteeinrichtung übernommen wird. Danach wird die Greifeinrichtung aus dem Behandlungsmodul wieder ausgefahren.

[0052] In entsprechender Weise kann die Greifeinrichtung zum Übernehmen eines in einem Behandlungsmodul behandelten Werkstückes vor Verfahrensschritt i) in ein Behandlungsmodul eingefahren werden, um das Werkstück dort zu greifen. Hierzu gibt die dort vorhandene Halteeinrichtung das Werkstück frei. Nach dem Greifen des Werkstückes wird die Greifeinrichtung zusammen mit dem Werkstück aus dem Behandlungsmodul ausgefahren.

[0053] Um ein in einem Behandlungsmodul befindliches Werkstück beim Ein- oder Ausfahren der Greifeinrichtung nicht zu beschädigen, sollen die ersten und zweiten Klemmeinrichtungen von Ihrer Greifposition aus geöffnet werden und zwar zeitgleich oder zeitversetzt.

[0054] Für die Übergabe der Werkstücke von der Greifeinrichtung an die Halteeinrichtung im Bad oder umgekehrt darf die Position der Werkstücke nicht verändert werden, weil sonst ein erneutes Ausrichten der Werkstücke im Bad erforderlich wird. Insbesondere bei sehr dünnen und leichten Leiterfolien sind mindestens zwei Klammereinrichtungen pro Werkstück vorgesehen. Hier erfolgt die Übergabe der Werkstücke von der Transporteinrichtung an die Halteeinrichtung im Bad bevorzugt in zwei Schritten: In einem ersten Schritt wird die erste Klemmeinrichtung der Greifeinrichtung geöffnet, während die Klemmeinrichtungen der zugehörigen Halteeinrichtung im Bad noch geöffnet sind. Die zweite Klemmeinrichtung der Greifeinrichtung verbleibt noch in der ursprünglichen Position, so dass das Werkstück dann nur noch an der zweiten Klemmeinrichtung anliegt. Dann schließt die erste Klemmeinrichtung der Halteeinrichtung im Bad. In einem zweiten Schritt wird die zweite Klemmeinrichtung der Greifeinrichtung geöffnet und danach die zweite Klemmeinrichtung der Halteeinrichtung im Bad geschlossen.

[0055] Diese Vorgehensweise verhindert ein Beschädigen von Leiterfolien durch den Übergabevorgang, ohne die Position der Werkstücke zu verändern. Wären sowohl die Klemmeinrichtungen der Greifeinrichtung als auch die der Halteeinrichtung an einer Plattenseite gleichzeitig geschlossen, wäre bei einem Versatz der beweglichen Klemmeinrichtungen am Transportsystem zu den feststehenden Klemmeinrichtungen an der Halteeinrichtung im Bad mit Beschädigungen der Werkstücke durch Überdehnung des Materials während des Greifens mit der Halteeinrichtung zu rechnen.

[0056] Ferner kann die Greifeinrichtung auch so ausgebildet sein, dass mit dieser ein elektrischer Kontakt zu einem gehaltenen Werkstück hergestellt wird, so dass auf die in ein Behandlungsmodul eingefahrene oder aus diesem ausgefahrene Ware einem

Polarisationsstrom übertragen wird.

[0057] Die erfindungsgemäße Anlage weist vorzugsweise Spüleinrichtungen (vorzugsweise Wasserabspritzeinrichtungen) auf, mit denen die mindestens eine Greifeinrichtung und/oder die Werkstücke beim Ausheben aus dem Behandlungsmodul abgespült (beispielsweise abgespritzt) werden können. Die Spüleinrichtungen sind oberhalb des Badspiegels angeordnet und dann aktiv, wenn sich die Greifeinrichtung mit oder ohne Werkstück beim Ausheben an einer Spüleinrichtung, beispielsweise einem Düsenstock, vorbei bewegt. Somit können die Klemmeinrichtungen beim Vorbeifahren der Greifeinrichtung an den Spüleinrichtungen gereinigt werden. Damit können insbesondere Bereiche an den Klemmeinrichtungen gespült werden, über die die Klemmeinrichtungen die Werkstücke berühren. Eine Spüleinrichtung kann insbesondere auch dann betrieben werden, wenn die dortige Greifeinrichtung kein Werkstück hält, d. h. insbesondere also auch dann, wenn die Greifeinrichtung nach dem Absetzen eines Werkstückes aus dem Behandlungsmodul ausgefahren wird. Alternativ können die Greifeinrichtungen auch mittels an der Transportvorrichtung vorgesehener Spüleinrichtungen, beispielsweise mittels dort angebrachter Düsenstöcke, gespült werden, beispielsweise während der Fahrt von einem Behandlungsmodul zu einem anderen. Das Transportsystem kann mit einer automatisierten Tropfschale versehen sein, um Verschleppungen zu vermeiden.

[0058] Eine Halteeinrichtung in einem Behandlungsmodul kann so ausgebildet sein, dass die Position eines damit gehaltenen Werkstückes im Behandlungsmodul in einer oder mehreren Richtungen parallel zur Werkstückebene oder auch senkrecht dazu eingestellt, insbesondere zentriert, werden kann. Hierzu dienen im Behandlungsmodul vorgesehene Positionierungsmittel. Dies gewährleistet eine optimale Position der Ware während der Behandlung. Die Positionierungseinrichtungen befinden sich vorzugsweise im Badbereich. Sie können die Platte parallel zur Plattenfläche ausrichten, beispielsweise die Höhenausrichtung über einen Anschlag und die Querausrichtung über exzentrisch gelagerte Scheiben oder einen Hebelmechanismus.

[0059] Um rechtzeitig zu erkennen, ob Platten schräg an der Greifeinrichtung hängen, kann das Transportsystem mit einer Sensorik ausgestattet sein. Diese überwacht an mindestens zwei Stellen die Position der Platte. Geeignet sind z. B. photosensible Sensoren.

[0060] Die einzelnen Behandlungsmodule sind vorzugsweise für einen autarken Betrieb ausgerüstet, d. h. jedes Behandlungsmodul besitzt alle zur Behandlung der Ware notwendigen Einrichtungen, beispielsweise einen eigenen Behälter, eigene Anströmorgane, Vorrichtungen für die Warenbewegung, Pumpen, Filter-, Kühl-, Heizungs-, Dosierungsvorrichtungen usw. Jedes Behandlungsmodul kann also unabhängig von anderen betrieben werden. Dadurch ist es möglich, eine gegenseitige Beeinflussung von Behandlungsmodulen und Werkstücken in diesen Behandlungsmodulen, beispielsweise durch Wärmeübergang über gemeinsame Behälterwände, durch Flüssigkeitsaustausch, Abluftvermischung, ungleiche Stromversorgung usw., zu unterbinden. Dadurch sind die Behandlungsparameter sehr genau steuer- und messbar. Dies führt zu erheblich besseren und insbesondere gleichmäßigeren Behandlungsergebnissen.

[0061] Grundsätzlich kann die Anlage so beschaffen sein, dass wenige Typen von Behandlungsmodulen verwendet werden. Jeder Modultyp besitzt eine hinsichtlich Anzahl und Ausführung zur Verfügung stehende Auswahl an Einbau- und Anbauteilen (Badumwälzung, Heizung, Kühlung, Anströmung usw.), welche dann je nach verfahrenstechnischer Anforderung im Behandlungsmodul eingebaut sind. Somit existiert eine Maximalausstattung, aus der zur Ausstattung des Behandlungsmoduls ausgewählt wird. Das bedeutet, dass Einbau- und Anbauteile in unterschiedlichen Behandlungsmodulen eines Modultyps gleich gestaltet und an der gleichen Position angeordnet sind. Dies reduziert den Konstruktions- und Fertigungsaufwand. Auch die verfahrenstechnische, also behandlungsrelevante, Leistung der Einbau- und Anbauteile ist in jedem Behandlungsmodul, in dem sie eingebaut sind, gleich. Dadurch können die Abweichungen der Leistungsdaten von Behandlungsmodulen mit gleicher Ausstattung und somit auch die Behandlungsergebnisse der darin behandelten Werkstücke minimiert werden. Aber auch die Leistungen und damit die Behandlungsergebnisse der unterschiedlich ausgestatteten Behandlungsmodule sind dadurch vergleichbar.

[0062] Die erfindungsgemäße Anlage kann so ausgebildet sein, dass mindestens ein Behandlungsmodul folgende Konstruktionsmerkmale aufweist:

a. einen Behälter zur Aufnahme von Behandlungsflüssigkeit,
b. ein Grundgestell mit einem den Behälter haltenden Aufnahmerahmen,
c. Einbauteile, also Teile, die sich im Innenbereich des Behälters bis zum Deckel befinden wie z. B. Heizung, Kühlung,
d. einen Tragrahmen für senkrecht zur Werkstückebene zu bewegende Einbauteile,
e. einen Oszillationsrahmen für parallel zur Werkstückebene zu bewegende Einbauteile,
f. Anbauteile, also Teile, die sich außerhalb des Innenbereiches des Behälters befinden, wie Pumpen, Filter, sowie
g. Abdeckungen für den Behälter.

[0063] Indem der Behälter von einem Aufnahmerahmen getragen wird und dabei mit diesem fest oder lösbar verbunden ist, braucht er selbst keine statische Funktion zu übernehmen. Er wird mit so viel Spiel eingebaut, beispielsweise in den Aufnahmerahmen eingehängt, dass sich seine thermische Ausdehnung nicht auf den Aufnahmerahmen oder das Gestell überträgt. Beispielsweise kann ein mit einem gebördelten Rand versehener Behälter in den von einem Grundgestell gehaltenen Aufnahmerahmen eingehängt werden. Jedes der Behandlungsmodule kann dadurch am Fußboden, an der Decke oder anderen Befestigungsflächen befestigt werden. Es kann ein eigenes Grundgestell oder zusammen mit anderen Modulen ein gemeinsames Grundgestell aufweisen. Ein derartiges Grundgestell kann auch erweiterbar ausgestaltet sein. Das Grundgestell besteht vorzugsweise aus Metall, um Temperatureinflüsse weitgehend zurückzudrängen. Das Grundgestell kann auf dem Boden stehen oder an der Wand oder der Raumdecke befestigt sein. Anbau- und Einbauteile, die Komponenten eines Behandlungsmoduls sind, werden nicht am Behälter selbst befestigt. Dies wiederum erlaubt es, eine ausreichende thermische Ausdehnung des Behälters während des Betriebes zuzulassen, ohne dass sich die Positionierung dieser Komponenten verändert. Somit kann eine erheblich genauere und besser reproduzierbare räumliche Anordnung der einzelnen Komponenten des Behandlungsmoduls zueinander erreicht werden, als wenn der Behälter selbst eine tragende Funktion übernehmen müsste. Da sich die thermische Ausdehnung des Behälters aus den genannten Gründen nicht auf die Positionierung der einzelnen Bestandteile im Behandlungsmodul auswirkt, kann dessen Aufbau einfach sein und der Behälter ohne Versteifung ausgestattet werden, so dass die Fertigungskosten des Behälters gegenüber herkömmlichen Aufbauten erheblich gesenkt werden können.

[0064] Die Behälter werden ferner vorzugsweise ohne Strömungstotraum ausgebildet, d. h. sie weisen gerundete Ecken auf. Der Behälterquerschnitt kann oben größer sein als unten, um einen leichten Austausch von Einbauteilen zu ermöglichen. Die Behälter werden bevorzugt aus Kunststoff hergestellt. Um eine kostengünstige Herstellung zu erreichen, ist es vorteilhaft, die Behälter mit kostengünstigen Verfahren der Massenherstellung, wie Formschleudern, Rotationsformen oder Behälterblasen, herzustellen. Die Behälter können aus Metall oder Kunststoff bestehen.

[0065] Der Tragrahmen ist vorzugsweise am Aufnahmerahmen befestigt. In einer weiteren Ausführungsform wird der Tragrahmen von dem Aufnahmerahmen bewegbar gehalten. Dadurch kann der Tragrahmen Behältereinbauteile halten, die relativ zum Behälter und senkrecht zur Ware bewegt werden, wie z. B. die Halteeinrichtung sowie Anströmorgane und Elektroden. Der Tragrahmen wird vorzugsweise mittels mindestens eines pneumatischen Antriebes bewegt. Durch die definierten Endstellungen eines pneumatischen Antriebes kann der Tragrahmen im Behandlungsmodul definierte Positionen einnehmen. Dies ermöglicht reproduzierbar eine exakte Übergabe der Ware zwischen Greifeinrichtung und Halteeinrichtung. Derartige pneumatische Antriebe können auch für andere Einrichtungen in einem Behandlungsmodul eingesetzt werden, wenn diese Einrichtungen definierte Positionen einnehmen müssen.

[0066] Ungeachtet der Bewegbarkeit des Tragrahmens ist dessen genaue Positionierung im Behandlungsmodul wichtig, da daran angebrachte Einbauteile und die Ware relativ zur Greifeinrichtung exakt positioniert sein müssen. Daher ist der Tragrahmen oder seine Führung in einer Ausführungsform der Erfindung an mindestens einer Stelle in mindestens einer Richtung, bevorzugt in der Höhe und der seitlichen Ausrichtung, justierbar Der Tragrahmen besteht vorzugsweise aus Metall, um Temperatureinflüsse weitgehend zurückzudrängen.

[0067] Der Oszillationsrahmen kann am Tragrahmen bewegbar befestigt sein. Am Oszillationsrahmen sind Komponenten befestigt, die parallel zur Plattenfläche bewegt werden, wie z. B. Anströmorgane oder Anoden. In einer bevorzugten Ausführung kann der Oszillationsrahmen ein Gestänge umfassen, welches sowohl zur Führung des Oszillationsrahmens am Tragrahmen als auch als Rohr von Sprührohren dient. Durch diese Anordnung wird erreicht, dass Komponenten, speziell Anströmorgane und Anoden, die parallel zur Ware bewegt werden sollen, immer einen konstanten Abstand zur Ware einhalten, auch wenn gleichzeitig die Ware senkrecht zu Ihrer Fläche bewegt wird. Dies ermöglicht eine optimale gleichmäßige Behandlung der Ware.

[0068] Anströmeinrichtungen sind vorzugsweise in jedem Behandlungsmodul vorgesehen.

[0069] Um das Lösungsvolumen im Behandlungsmodul und den Platzbedarf des Moduls möglichst gering zu halten, werden die Behandlungsmodule vorzugsweise möglichst kompakt ausgeführt.

[0070] Beispielsweise kann ein Verhältnis des Flüssigkeitsvolumens zum Plattenzuschnitt von kleiner als 8 l/dm^2 in chemisch und stromlos arbeitenden Modulen und kleiner als 15 l/dm^2 in galvanischen Modulen erreicht werden, wobei die entsprechenden Abmessungen des Behälters kaum größer als die des Werkstückes sind.

[0071] Um eine möglichst preisgünstige Wartung der einzelnen Behandlungsmodule zu erreichen, können die Tragrahmen, an denen die bewegten Einbauteile gehalten sind, aus dem Modul aushebbar

ausgebildet sein. Dies gestattet auch eine leichte Anpassbarkeit der Behandlungsstationen an unterschiedliche Behandlungsaufgaben.

[0072] Wegen des vergleichsweise geringen Gewichts und der Kompaktheit der Behandlungsmodule und wegen der Verwendung gleicher Anschlüsse für die Versorgung der Module mit Hilfsenergie und für die Entsorgung sowie wegen des jeweils gleichen Platzbedarfes können komplette Behandlungsmodule auch auf einfache Weise getauscht werden. Auch gestaltet sich eine Anlagenerweiterung vergleichsweise einfach. Vorgefertigte Behandlungsmodule werden an die entsprechenden Positionen der Behandlungsstationen gesetzt, ausgerichtet, angeschlossen, und die Transporteinrichtung wird einjustiert.

[0073] Versorgungseinrichtungen, beispielsweise für Druckluft und Wasser, können vorzugsweise am Grundgestell befestigt sein. Sie befinden sich bei jedem Behandlungsmodul des gleichen Typs an der gleichen Position. Somit ist eine einfache Vorbereitung des Aufstellungsplatzes für das Behandlungsmodul möglich.

[0074] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist mindestens ein Behandlungsmodul der Anlage zur Aufnahme und Behandlung von nur jeweils einem Werkstück ausgebildet, d. h. dass sich in dem Behandlungsmodul zu einem gegebenen Zeitpunkt nur ein Werkstück befindet. Zwar kann ein Modul auch für die Aufnahme von mehreren im Modul nebeneinander angeordneten Werkstücken ausgeführt sein. In diesem Falle können sich die Werkstücke vorzugsweise in voneinander getrennten Abteilen des Behandlungsmoduls befinden. Bevorzugt ist jedoch eine Bearbeitung eines einzelnen Werkstückes in einem Modul. Dadurch wird eine gut reproduzierbare und nachvollziehbare Behandlung der Werkstücke erreicht. Die Behandlungsbedingungen für jedes Werkstück können unabhängig von denen anderer Werkstücke sehr genau eingestellt werden.

[0075] Für die Behandlung der Werkstücke können die Behandlungsmodule in Modulfolgen angeordnet sein, so dass die Werkstücke in den Modulfolgen nacheinander behandelt werden können, indem die Werkstücke in die einzelnen Module nacheinander eingefahren werden. Es können mehrere derartiger Folgen von Behandlungsmodulen nebeneinander angeordnet sein, so dass sich eine Matrix mit Folgen und Reihen der Behandlungsmodule ergibt. Somit könnten mehrere Behandlungsmodule, in denen derselbe Behandlungsschritt durchgeführt wird, nebeneinander aufgebaut sein, um mehrere Werkstücke gleichzeitig behandeln zu können. In die Matrix können auch Module integriert sein, welche gegenüber der Behandlung in einer Behandlungsreihe alternative Fahrweisen ermöglichen, z. B. Module mit abweichenden verfahrenstechnischen Parametern. Eine derartige Anlage kann an die räumlichen Gegebenheiten optimal angepasst sein. Wenn individuelle Behälter verwendet werden, wobei benachbarte Behälter vorzugsweise voneinander beabstandet sind, kann keine gegenseitige Beeinflussung benachbarter Behälter, z. B. durch Wärmeübertragung, stattfinden. Getrennte Behälter können allerdings über Rohrleitungen (Bypass-Leitungen) miteinander verbunden werden, die bevorzugt absperrbar ausgeführt sind. Hierdurch kann erreicht werden, dass die miteinander verbundenen Behälter die gleiche Badflüssigkeit hinsichtlich Konzentration und Temperatur enthalten.

[0076] Die Steuerung der Transportvorrichtung kann insbesondere so ausgebildet sein, dass eine möglichst optimale Anlagenauslastung gewährleistet ist.

[0077] Die Module in der matrixartigen Anordnung können auch derart für die einzelnen Behandlungsstationen vorgesehen sein, dass ein Werkstück zur Behandlung mit einer vorgegebenen Behandlungssequenz nicht in Behandlungsmodule innerhalb einer Reihe oder Folge der Modulmatrix, sondern in einer davon abweichenden Reihenfolge eingefahren wird. Somit kann die Transportvorrichtung im Falle der matrixförmigen Anordnung der Module insbesondere so ausgebildet sein, dass eine Greifeinrichtung von einem Behandlungsmodul zu einem beliebigen anderen Behandlungsmodul (unter Verwendung so genannter Koordinaten-Transportwagen) befördert wird, d. h. die Transportvorrichtung kann sich über alle Reihen von Behandlungsmodulen erstrecken, so dass die Greifeinrichtung Werkstücke zu Behandlungsstationen in unterschiedlichen Reihen liefert oder innerhalb unterschiedlicher Reihen von Behandlungsmodulen nacheinander befördert. Dadurch wird auch eine größtmögliche Flexibilität und Auslastung der Transportvorrichtung sowie Anpassbarkeit der Anlage an räumliche und produktionstechnische Erfordernisse erreicht.

[0078] Ein Plattentransport findet vorzugsweise in Verfahrensrichtung statt, so dass ein optimaler Materialtransport ermöglicht wird. Aber auch frei konfigurierbare Behandlungsabfolgen sind möglich, wie z. B. die Wiederholung eines Prozessschrittes. Dies ermöglicht eine maximale Freiheit in der Plattenbehandlung.

[0079] Eine Vertikalanlage ist durch eine Haupttransportrichtung geprägt, die sich durch den Verfahrweg des Transportwagens ergibt, im Folgenden auch x-Achse genannt. Senkrecht dazu und in der Horizontalen erstreckt sich die y-Achse. Senkrecht zu diesen beiden Achsen wird die Höhe der einzelnen Behandlungsmodule über die z-Achse beschrieben.

[0080] Ein Behandlungsmodul weist außer der Höhenausdehnung entsprechend der Plattenerstreckung im Modul jeweils einander gegenüberliegende Längsseiten und Stirnseiten auf, wobei die Stirnseiten schmaler sind als die Längsseiten.

[0081] Die Behandlungsmodule sind in einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung so angeordnet, dass sich die jeweiligen Längsseiten in Transportrichtung erstrecken. Dadurch können viele Behandlungsmodule nebeneinander aufgestellt und somit viele Werkstücke gleichzeitig in jeweils einem dieser Behandlungsmodule behandelt werden, ohne dass die Transportvorrichtung über eine übermäßige Breite verfügen muss, um alle Behandlungsmodule in einer Reihe zu überspannen. Somit werden die Behandlungsmodule in dieser Ausführungsform so aufgestellt, dass Ihre Längsseiten parallel zur x-Achse verlaufen. Prinzipiell ergeben sich dann zwei verschiedene Behandlungsabfolgen:
Behandlungsabfolge 1: Module für unterschiedliche Behandlungen werden entlang der y- und der x-Richtung angeordnet. Somit ergibt sich die Möglichkeit, dass die Ware zur Behandlung durch die Greifeinrichtung sowohl in y- als auch in x-Richtung durch die Anlage transportiert wird. Das kann z. B. eine mäanderförmige Abfolge von Behandlungspositionen sein. Diese Abfolge ist für Anlagen mit kleinem Durchsatz vorteilhaft.
Behandlungsabfolge 2: In y-Richtung sind Module mit gleicher Behandlungsaufgabe angeordnet, in x-Richtung solche mit unterschiedlicher. Dann würde die Behandlungsabfolge nur in x-Richtung erfolgen. Diese Bauweise bietet sich an, um den Transportwagen in seiner x-Ausdehnung bei gegebener Plattenanzahl möglichst kurz zu gestalten.

[0082] Natürlich ist es für beide Behandlungsabfolgen auch möglich die Längsseiten in y-Richtung auszurichten.

[0083] Weiter bevorzugt sind jeweils zwei Behandlungsmodule über die Stirnseiten aneinander anschließend (unmittelbar nebeneinander) angeordnet. Somit ist es möglich, die jedem Behandlungsmodul zugeordneten Komponenten für eine Wartung zugänglich unterzubringen, da zwischen jeweiligen Paaren von Behandlungsmodulen jeweils ein Wartungsgang vorgesehen werden kann. Die Komponenten können bevorzugt an den jeweils anderen Stirnseiten der Module angeordnet sein. Dies ermöglicht eine Platz sparende Aufstellung einerseits und eine gute Zugänglichkeit andererseits.

[0084] Da jedes verwendete Ausrüstungsteil (Einbauteil, Anbauteil) nur einem Behandlungsmodul und einem Werkstück zugeordnet ist, kann zu jedem Zeitpunkt durch Auswertung des aktuellen Versorgungsstroms für das Werkstück, der Strömungsverhältnisse im Behälter, der Temperatur, Badzusammensetzung usw. auf die Produktionsbedingungen für ein bestimmtes Werkstück und auf seine Behandlungsdaten geschlossen werden. Dadurch kann auf ansonsten für eine Dokumentation der Behandlungsdaten notwendige indirekte Messungen (mehrerer Werkstücke) mit Sensoren verzichtet werden.

[0085] Das Behandlungsmodul kann außerdem Anschlüsse für die Energiezufuhr, wie eine Lufteinblasung, Anschlüsse für die Wasserzufuhr und Absaugung, jeweils mit eigener Sensorik zur Erfassung der jeweiligen Leistung aufweisen. Weiterhin können je nach dem speziellen Verwendungszweck des Behandlungsmoduls eine Sensorik und Steuerung der Temperatur, des Flüssigkeitsniveaus und der Strömungsverhältnisse vorgesehen sein. Dadurch können die Behandlungsparameter für jeden Behandlungsvorgang aufgenommen, dokumentiert und dem behandelten Werkstück zugeordnet werden.

[0086] Die Behandlungsmodule der erfindungsgemäßen Vertikalanlage können in einer weiter bevorzugten Anordnung mit Abdeckungen, vorzugsweise mit automatisch betätigten Abdeckungen, ausgerüstet sein. Derartige Abdeckungen können in Form von Schiebetüren für die in ein Behandlungsmodul einzusenkenden Werkstücke ausgebildet sein.

[0087] Die Behandlungsmodule können auch mit einer Absaugung versehen sein. Weiterhin befindet sich in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eine Absaugung an der Transportvorrichtung, insbesondere dann, wenn die Transportvorrichtung auch Behandlungsmodule anfährt, in denen eine Behandlung bei einer Temperatur deutlich über Raumtemperatur durchgeführt wird. Die Transportvorrichtung ist in diesem Falle vorzugsweise mit einem die Vorrichtung umgebenden Gehäuse ausgestattet. Die zugehörige Abluftleitung der Absaugung kann mit entsprechenden Absaugstutzen ausgestattet sein, so dass die abgesaugte Luft aus der Transportvorrichtung abgesaugt wird. Die Stutzen können mit geeigneten Klappen ausgestattet sein.

[0088] Die Anlage kann in Reinraumtechnik ausgeführt sein. Hier kann eine so genannte Flowbox vorgesehen sein, d. h. ein Kasten, durch den gereinigte (filtrierte) Luft laminar hindurch strömt. Diese Flowbox kann entweder stationär über den Behandlungsmodulen angeordnet sein, so dass sich die Transportvorrichtung in dieser Flowbox bewegt, oder die Flowbox umgibt lediglich die Transportvorrichtung und wird zusammen mit dieser verfahren. Zur Herstellung der Reinraumbedingungen in der Flowbox kann beispielsweise eine mit der Transportvorrichtung über dem transportierten Werkstück befindlichen mitbewegte Einrichtung vorgesehen sein, welche Reinraumluft nach unten, das Werkstück umströmend, abgibt. Lediglich beim Einfahren eines Werkstückes in ein Behandlungsmodul wird eine auf dem

Behälter des Moduls angebrachte Abdeckung geöffnet, um zu vermeiden, dass Verunreinigungen in die Behandlungsflüssigkeit gelangen. Nach dem Ein- oder Ausfahren des Werkstückes wird die Abdeckung jeweils wieder geschlossen.

[0089] Damit der laminare Luftstrom von den Flowboxen entlang der Ware möglichst laminar erhalten bleibt, ist die Formgebung des Transportsystems darauf abgestimmt. Die Greifeinrichtung ist so ausgebildet, dass möglicht geringe Störungen auftreten, und somit beispielsweise strömungsgünstig, z. B. tropfenförmig, umkleidet. Der Querträger, an dem die Greifeinrichtung befestigt ist, ist rund, z. B. mit kreisförmigem Querschnitt gestaltet.

[0090] Die Transportvorrichtung kann ein Absolutmesssystem aufweisen, das es erlaubt, die Transporteinrichtung in den drei Bewegungsrichtungen der Vorrichtung korrekt zu positionieren. Hierzu wird z. B. ein elektromechanisches Zentriersystem für jedes Behandlungsmodul verwendet. Die einzelnen Positionen werden bei der Anlagen-Inbetriebnahme angefahren, bis sie exakt erreicht sind, und die dabei ermittelten Positionswerte werden in der Anlagensteuerung abgespeichert, so dass sie zukünftig automatisch exakt angefahren werden. In gewissen Zeitabständen erfolgt eine automatisch gesteuerte Neueinstellung.

[0091] In jedem Behandlungsmodul kann eine eigene automatische Überwachung der Parameter der Behandlungsflüssigkeit vorgesehen sein, d. h. eine automatische, vorzugsweise Online-Messung, der Konzentrationen von Stoffen in der Flüssigkeit, und außerdem eine automatische Dosierung für diese Stoffe. Ferner können den Behandlungsmodulen zugeordnete Dokumentationsmittel vorgesehen sein, mit denen produktionsrelevante Daten für jedes Werkstück individuell erfasst und dem entsprechenden Werkstück in einem Protokoll zugeordnet und dokumentiert werden können.

[0092] In der erfindungsgemäßen Anlage soll jede Platte mit einem individuellen Behandlungsprogramm behandelbar sein, da es erforderlich ist, Platten, die eines sehr breiten Spektrums unterschiedlicher Behandlungsparameter bedürfen, um beispielsweise Blind Vias, Bohrlöcher mit hohem Aspektverhältnis, Oberflächen mit einer besonders geringen Abweichung der Schichtdickenverteilung, Basismaterialien mit schlecht leitfähigen Beschichtungen usw., jeweils optimal behandeln zu können. Die jeweils zu optimierenden Variablen können beispielsweise sein: Badzusammensetzung, Behandlungszeit, Anströmung, Stromparameter, Temperatur, Verfahrensabfolge usw.

[0093] Um optimale Behandlungsergebnisse zu erreichen, können die Werkstücke in einigen Behandlungsmodulen in x-Richtung, d. h. in einer Haupttransportrichtung, und/oder in y-Richtung, d. h. quer zur Transportrichtung, und/oder in z-Richtung, d. h. in einer Hebe-Senk-Richtung, ausgerichtet werden. Dies kann in der Anlage selber, z. B. in einem Behandlungsmodul, geschehen. Oder es wird sichergestellt, dass nach einem einmaligen Ausrichten der Platte vor dem Einfahren in die Anlage die Plattenführung am Transportorgan und innerhalb der Behandlungsmodule so genau funktioniert, dass ein zulässiger Toleranzwert nicht überschritten wird.

Beschreibung der Figuren:

[0094] Zur näheren Erläuterung der Erfindung dienen die nachfolgend beschriebenen Figuren. Es zeigen im Einzelnen:

[0095] Fig. 1: eine Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform einer Greifeinrichtung;

[0096] Fig. 1A: einen schematischen Schnitt durch ein plattenförmiges Werkstück;

[0097] Fig. 2: einen Schnitt entlang B-B in Fig. 1;

[0098] Fig. 3: einen Schnitt entlang C-C in Fig. 2;

[0099] Fig. 4: einen Schnitt entlang C-C durch die in Fig. 2 gezeigte Greifeinrichtung in verschiedenen Greifstadien;

[0100] Fig. 5: eine schematische Draufsicht auf ein Behandlungsmodul einer erfindungsgemäßen Vertikalanlage;

[0101] Fig. 6: eine schematische Seitenansicht des Behandlungsmoduls von Fig. 5 im Schnitt;

[0102] Fig. 7: eine schematische Seitenansicht eines Teils der Transportvorrichtung für die Greifeinrichtung während des Absetzens oder Aufnehmens eines Werkstückes W;

[0103] Fig. 8: eine schematische Seitenansicht der Transportvorrichtung von Fig. 7 mit einem aerodynamischen Gehäuse;

[0104] Fig. 9: eine schematische Darstellung der Aufstellung von Behandlungsmodulen in einer ersten Ausführungsform;

[0105] Fig. 10: eine schematische Darstellung der Aufstellung von Behandlungsmodulen in einer zweiten Ausführungsform;

[0106] Fig. 11: eine schematische Darstellung der Aufstellung von Behandlungsmodulen in einer dritten Ausführungsform.

Gleiche Bezugsziffern bezeichnen in allen Figuren dieselben Elemente.

[0107] Fig. 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer Greifeinrichtung **10** gemäß der vorliegenden Erfindung. Ein Werkstück W ist mit der Greifeinrichtung **10** gegriffen. Es handelt sich hierbei um ein plattenförmiges Werkstück, beispielsweise eine Leiterfolie. Das Werkstück W weist gemäß Fig. 1A eine Anlageseite (erste Seite) WE auf. Es umfasst einen inneren Nutzbereich W_N, der durch die strichlierte Linie von einem äußeren Randbereich W_R getrennt ist. Die Greifeinrichtung **10** umfasst eine erste Klammereinrichtung **20** und eine zweite Klammereinrichtung **30**. Diese Klammereinrichtungen **20**, **30** bestehen jeweils aus ersten Drehstäben **21**, **31** und zweiten Drehstäben. Die zweiten Drehstäbe sind in Fig. 1 nicht erkennbar, da sie von dem Werkstück W verdeckt sind. Die ersten Drehstäbe **21**, **31** und die zweiten Drehstäbe erstrecken sich weiter nach oben und werden in einer Halterung gehalten, die nicht dargestellt ist, aber ebenfalls zur Greifeinrichtung **10** gehört.

[0108] An den ersten Drehstäben **21**, **22** sitzen erste Klemmeinrichtungen **25**, **35**, die zusammen mit in Fig. 1 nicht dargestellten zweiten Klemmeinrichtungen das Werkstück W einklemmen.

[0109] Die ersten Drehstäbe **21**, **31** und die zweiten Drehstäbe der Greifeinrichtung **10** sowie die ersten Klemmeinrichtungen **25**, **35** und zweiten Klemmeinrichtungen bestehen vorzugsweise aus Edelstahl.

[0110] In Fig. 2 ist ein Schnitt entlang B-B in Fig. 1 gezeigt. Eine erste Drehachse **21** und eine zweite Drehachse **22** tragen die jeweiligen ersten Klemmeinrichtungen **25** und zweiten Klemmeinrichtungen **26**. Zwischen diesen Klemmeinrichtungen **25**, **26** ist das Werkstück W eingeklemmt dargestellt.

[0111] In Fig. 3 ist ein Schnitt entlang C-C in Fig. 2 gezeigt. Auf der ersten Drehachse **21** sitzt die erste Klemmeinrichtung **25** und auf der zweiten Drehachse **22** die zweite Klemmeinrichtung **26**. Zwischen den beiden Klemmeinrichtungen ist das Werkstück W, beispielsweise eine Leiterfolie, eingeklemmt. In der Darstellung von Fig. 3 (ebenso wie in den Darstellungen der Fig. 1 und Fig. 2) ist das Werkstück W bereits vollständig eingeklemmt dargestellt. Die erste Klemmeinrichtung **25** und die zweite Klemmeinrichtung **26** sind über eine Drehung der ersten Drehachse **21** bzw. der zweiten Drehachse **22** in die Schließstellung gebracht worden. In dieser Schließstellung liegt die Anlagefläche **27**, die im gezeigten Beispiel eben ist, flach an der Oberfläche des Werkstückes W an. Diese Oberfläche wird durch die Anlageebene WE gebildet. Die Klemmfläche **29** der zweiten Klemmeinrichtung **26** liegt ebenfalls am Werkstück an und übt eine Klemmkraft auf das Werkstück W aus. Mit Bezugsziffer **28** ist ein konvexes Oberflächensegment der ersten Klemmeinrichtung **25** bezeichnet.

[0112] Der zeitliche Ablauf eines Greifvorganges ist in Fig. 4 in fünf verschiedenen Phasen dargestellt. Die Ansicht entspricht der von Fig. 3. In einer ersten Stellung, in der das Werkstück W noch nicht gegriffen ist (Ausgangsstellung A), liegt keine der beiden Klemmeinrichtungen **25**, **26** an den Oberflächen des Werkstückes W an. Durch Drehung der ersten Klemmeinrichtung **25** im Gegenuhrzeigersinn nähert sich das konvexe Oberflächensegment **28** der ersten Oberfläche des Werkstückes W an (Drehstellung B). Gleichzeitig dreht sich in dem gezeigten Beispiel die zweite Klemmeinrichtung **26** im Uhrzeigersinn. In einer dritten Drehstellung (C) liegt nun die Anlagefläche **27** der ersten Klemmeinrichtung **25** an der ersten Oberfläche des Werkstückes W an, da diese Einrichtung **25** im Gegenuhrzeigersinn weiter gedreht wurde. Die Klemmfläche **29** der zweiten Klemmeinrichtung **26** liegt noch nicht an der zweiten Oberfläche des Werkstückes W an, obwohl auch diese Klemmeinrichtung **26**, allerdings im Uhrzeigersinn, weiter gedreht wurde. In der Drehstellung (D) liegt nun auch die Klemmfläche **29** an der zweiten Oberfläche des Werkstückes W an und übt auf das Werkstück W eine Klemmkraft aus. Würde die zweite Klemmeinrichtung **26** aus dieser Drehstellung heraus unter Aufbringung einer erhöhten Drehkraft (im Uhrzeigersinn; siehe Pfeil)) weiter gedreht werden, könnte das Werkstück W gespannt werden (Drehstellung E).

[0113] Zur näheren Erläuterung der erfindungsgemäßen Vertikalanlage wird auf die nachfolgenden Figuren Bezug genommen, die einzelne Bestandteile dieser Anlage schematisch wiedergeben.

[0114] In Fig. 5 ist ein Behandlungsmodul **100** einer Vertikalanlage in schematischer Draufsicht gezeigt: Das Behandlungsmodul **100** weist einen Aufnahmerahmen **110** auf. Dieser Aufnahmerahmen **110** ist Bestandteil eines Grundgestells **105**, das näher in Fig. 6 gezeigt ist. Der Aufnahmerahmen **110** dient zur Halterung des Behälters (in Fig. 5 nicht näher dargestellt), in dem sich Behandlungsflüssigkeit befindet und in dem eine galvanotechnische Behandlung stattfindet. Er besteht z. B. aus stabilen Profilen, vorzugsweise aus Metall. Er kann mit dem Rest des Grundgestelles fest oder lösbar verbunden sein. In Fig. 5 ist die Sicht in den Innenraum des Behandlungsmoduls **100** freigegeben. Ebenfalls erkennbar ist ein Tragrahmen **120**, der sich teilweise oberhalb eines sich im Behälter befindenden Werkstückes W befindet und im Randbereich des Behälters umläuft. Der Tragrahmen **120** dient zur Halterung von Halteeinrichtungen **130** (**130.1**, **130.2**), die wiederum das Werkstück W halten, sowie eines Oszillationsrahmens **140**, der zur Halterung verschiedener Einbauteile dient. Der Tragrahmen wird parallel zu dem Pfeil

P_1 hin- und herbewegt. Damit werden auch alle Modulkomponenten und somit auch das Werkstück synchron mit dieser Bewegung mitbewegt. Diese Bewegung wird über einen Antrieb **125**, beispielsweise einen pneumatischen Zylinder, bewerkstelligt, der sich auf dem Aufnahmerahmen **110** abstützt. Der Tragrahmen wird über Schienen **127**, die mittels Justiereinrichtungen **128** präzise positioniert sind, auf einem definierten Weg verfahren. Pneumatische Zylinder für den Antrieb **125** sind klein und, verglichen mit einem motorischen Antrieb, unempfindlich gegen Dämpfe, die typischerweise in einem galvanotechnischen Behälter zwischen der Badoberfläche und dem Deckel vorherrschen, und Flüssigkeiten. Außerdem sind sie kostengünstig. Darüber hinaus ermöglichen sie definierte Endstellungen des angetriebenen Tragrahmens **120**.

[0115] Da der Tragrahmen **120** auch den Oszillationsrahmen **140** hält, wird dieser wie der Tragrahmen **120** parallel zu dem Pfeil P_1 hin- und herbewegt. Außerdem wird der Oszillationsrahmen **140** über einen weiteren Antrieb **145** in einer Richtung hin- und herbewegt, die senkrecht zu der Bewegungsrichtung P_1 des Tragrahmens **120** verläuft. Diese Bewegungsrichtung ist durch den zusätzlichen Pfeil P_2 angedeutet.

[0116] Die Antriebe **125** und **145** für den Tragrahmen **120** bzw. den Oszillationsrahmen **140** sind pneumatisch oder elektromotorisch betrieben.

[0117] Im Innenbereich des Behälters befindet sich ein Werkstück W, beispielsweise eine Leiterplatte. Dieses Werkstück W wird durch Halteeinrichtungen **130** (**130.1**, **130.2**) in vertikaler Ausrichtung im Behälter gehalten. Die Halteeinrichtungen **130** greifen das Werkstück W in dessen jeweiligen Randbereichen. In Fig. 5 sind zwei Halteeinrichtungen **130** gezeigt, nämlich eine erste Halteeinrichtung **130.1**, die das Werkstück W am linken Rand greift und eine zweite Halteeinrichtung **130.2**, die das Werkstück W am rechten Rand greift. Die Halteeinrichtungen **130** sind ebenso wie das Werkstück W in vertikaler Ausrichtung im Behälter gehalten. Die Halteeinrichtungen **130** bestehen aus jeweils zwei Klemmfingergruppen **135**, die beim Einklemmen des Werkstückes auf jeweils einer Randseite aufliegen. Die Klemmfingergruppen **135** sind jeweils um einen Drehpunkt verschwenkbar. Somit können sie in eine Freigabestellung und in eine Klemmstellung verschwenkt werden. Hierzu dienen Antriebe **137**, die jeweils eine Klemmfingergruppe **135** betätigen. Diese Antriebe **137** werden ebenfalls pneumatisch betrieben, und zwar unter pneumatischer Krafteinwirkung geöffnet und geschlossen oder unter pneumatischer Krafteinwirkung geöffnet, während die Schließkraft durch eine vorgespannte Feder aufgebracht wird. Dadurch wird die Schließkraft auch dann aufrechterhalten, wenn die Energiezufuhr unterbrochen wird.

[0118] Die Halteeinrichtungen **130** werden vom Tragrahmen **120** gehalten. Dadurch werden die Halteeinrichtungen **130**, somit auch die Klemmfingergruppen **135** und schließlich das Werkstück W, durch die Hin- und Herbewegung des Tragrahmens in ständiger Bewegung parallel zur Pfeilrichtung P_1 gehalten.

[0119] Weiterhin sind an beiden Seiten des Werkstückes W im Behälter Strömungseinrichtungen **150** vorgesehen, die vom Oszillationsrahmen **140** gehalten werden. Da der Oszillationsrahmen **140** in ständiger Bewegung sowohl in Pfeilrichtung P_1 als auch in Pfeilrichtung P_2 bewegt wird, werden auch diese Strömungseinrichtungen **150** ständig in diesen Richtungen bewegt. Da die Auslenkung der Bewegung in Pfeilrichtung P_1 der des Tragrahmens **120** und damit des Werkstückes W entspricht, bleibt der Abstand zwischen dem Werkstück W und den Strömungseinrichtungen **150** immer konstant. Außerdem findet eine Relativbewegung zwischen den Strömungseinrichtungen **150** und dem Werkstück W parallel zu dessen Oberfläche statt, so dass eine gleichmäßige Beaufschlagung beider Werkstückoberflächen erreicht werden kann.

[0120] Außerhalb des Behälters befinden sich Anbauteile, nämlich Aggregate, wie Filter **600** und weitere Aggregate, wie Pumpen **700**, sowie Anschlüsse für Hilfsmedien **500**, wie Druckluft, Wasser usw. Diese sind am Grundgestell an einer gemeinsamen Stelle befestigt. Sie befinden sich vorzugsweise dort am Grundgestell, wo das Modul an einen Wartungsgang angrenzt. Diese Anschlüsse verfügen über leicht lösbare Verbindungen zu den verbrauchenden Einheiten.

[0121] Nicht dargestellt sind mögliche Abdeckungen, die das Behandlungsmodul während der Behandlung oder auch dann abdecken, wenn sich darin kein Werkstück befindet. Zur Abdeckung des Behandlungsmoduls befindet sich ein automatisch zu öffnender Deckel auf dem Aufnahmerahmen, der bevorzugt als Schiebedeckel ausgebildet ist. Er kann pneumatisch angetrieben sein. So werden herabfallende Partikel aus dem Bad ferngehalten, und die abzusaugende Luftmenge reduziert.

[0122] In Fig. 6 ist ein Behandlungsmodul **100** in Seitenansicht im Schnitt schematisch dargestellt. Das Behandlungsmodul **100** weist ein Grundgestell **105** auf. Ein Teil des Grundgestells **105** ist der Aufnahmerahmen **110**, der sich im oberen Bereich des Moduls **100** zur Halterung beispielsweise des Behälters **200** befindet. Hierzu ist am Aufnahmerahmen **110** ein Aufnahmeprofil **115** vorgesehen, das in die Umbördelung des Behälters **200** eingreift. Der Behälter **200** hängt somit in dem Aufnahmerahmen **110**.

[0123] Am Aufnahmerahmen **110** ist ferner der Tragrahmen **120** über die Führung mit den Schienen **127**

befestigt. Somit können sich thermische Ausdehnungen des Behälters **200** nicht auf die Positionierung des Tragrahmens **120** und damit anderer Komponenten des Moduls **100** auswirken. Am Tragrahmen sind die Halteeinrichtungen, hier dargestellt durch die Klemmfingergruppen **135**, befestigt. Gezeigt ist außerdem der Oszillationsrahmen **140**, der sich parallel zur Zeichenebene hin- und herbewegt. Ein Werkstück W, beispielsweise eine Leiterplatte, wird von den Klemmfingergruppen **135** seitlich an dessen Rändern gegriffen.

[0124] Zur näheren Erläuterung der Transportvorrichtung während des Absetzens oder Aufnehmens eines Werkstückes W im bzw. aus dem Behandlungsmodul ist in Fig. 7 eine schematische Darstellung wiedergegeben. Das Behandlungsmodul ist nicht dargestellt.

[0125] Im unteren Bereich von Fig. 7 ist gezeigt, dass das Werkstück W, dargestellt durch seine äußere Begrenzung mit durchgezogenen Linien und einen inneren Funktionsbereich W_N, der durch strichlierte Linien von einem umlaufenden äußeren Rand getrennt ist, momentan gleichzeitig von den Klemmfingergruppen **135** und den Klemmeinrichtungen **25**, **35** der Greifeinrichtungen gehalten wird. Während die Klemmfingergruppen **135** das Werkstück W ausschließlich im seitlichen Randbereich klemmend greifen, um eine Behandlung nicht zu beeinträchtigen, können die Klemmeinrichtungen **25**, **35** der Greifeinrichtungen das Werkstück W auch am oberen und unteren Rand berühren, um dieses zu transportieren.

[0126] Die Klemmeinrichtungen **25**, **35** werden von einem Transportkopf **300** gehalten, der oberhalb der Behandlungsmodule verfahrbar ist. Der Transportkopf **300** trägt die Klammereinrichtungen **20**, **30** der Greifeinrichtung und deren Antrieb für den Betrieb (die Drehung) der Greifeinrichtung. Beispielsweise können die Drehstäbe **21**, **31** der Klammereinrichtungen **20**, **30** in unterschiedlichster Weise angetrieben werden, nämlich über Zahnradsysteme, Hebelsysteme, Federmechanismen, motorische oder pneumatische Antriebe. Der Antriebsmechanismus soll so gestaltet sein, dass das Werkstück W im geschlossenen Zustand der Klammereinrichtungen **20**, **30** mit Hilfe eines Federmechanismus' gehalten wird. Zum Freigeben des Werkstückes W wird dann der Öffnungsantrieb, welcher gegen die Federkraft wirkt, aktiviert.

[0127] Der Transportkopf **300** weist in seinem oberen Zentralteil eine Schwalbenschwanzführung **310** auf, die von einem Querträger **350** gehalten wird. Der Querträger **350** erstreckt sich quer über eine Reihe von nebeneinander angeordneten Behandlungsmodulen, so dass der Transportkopf **300** über diese ganze Reihe von Behandlungsmodulen verfahrbar ist. Dadurch kann der Transportkopf **300** die Klammereinrichtungen **20**, **30** in jedes Behandlungsmodul einer derartigen Reihe einsenken. Falls mehrere derartiger Reihen von Behandlungsmodulen matrixartig hintereinander aufgestellt sind, kann der Transportkopf **300** außerdem in einer Richtung senkrecht zur Richtung des Querträgers **350** verfahren werden. Hierzu weist die Transportvorrichtung einen Transportwagen auf (nicht dargestellt).

[0128] In Fig. 8 ist der Transportkopf **300** mit daran befestigten Klammereinrichtungen **20** und daran befestigten Drehstäben **21**, **22** mit Klemmeinrichtungen **25**, **26** sowie einem den Transportkopf **300** umgebenden aerodynamischen Gehäuse **360** gezeigt. Dieses Gehäuse umgibt den Transportkopf **300** vollständig und ermöglicht eine gleichmäßige Umströmung der Ware W mit gereinigter Luft von oben, so dass nicht zu befürchten ist, dass sich Luftwirbel bilden, die zu einer Verunreinigung führen würden. Durch die Tropfenform des Gehäuses **360** wird ein laminarer Luftstrom nicht beeinträchtigt.

[0129] In Fig. 9 ist eine schematische Darstellung der Aufstellung von Behandlungsmodulen in einer ersten Ausführungsform gezeigt. Diese Aufstellung betrifft die Behandlung von Leiterplatten für die Bohrlochreinigung mit der Behandlungsabfolge: Beladen, Quellen, Spülen, Permanganat-Behandeln, Spülen, Reduzieren, Spülen, Trocknen, Entladen.

[0130] Die einzelnen Behandlungsmodule sind aus einer Vogelperspektive gesehen in Form der einzelnen Kästchen gezeigt. In jedem dieser Module kann eine einzelne Leiterplatte untergebracht werden. Die Module sind so angeordnet, dass diese mit ihren schmalen Stirnseiten zueinander benachbart aufgestellt sind. Die Leiterplatten werden dadurch parallel zu einer Haupttransportrichtung (Pfeil P oberhalb der Darstellung) in die Module eingebracht. Dadurch können viele Leiterplatten gleichzeitig behandelt werden, und die dazu verwendete, sich über eine Reihe **100R** von derartigen Modulen erstreckende Transportvorrichtung (nicht gezeigt) kann relativ schmal ausgebildet sein.

[0131] Die einzelnen Modulreihen **100R**, **100R'** sind außerdem so angeordnet, dass jeweils zwei Modulreihen eng benachbart zueinander angeordnet sind. Zwischen zwei benachbarten Modulreihen **100R**, **100R'** ist ein Wartungsgang **800** vorgesehen. Außerdem können an den sich dem Wartungsgang zugewandten Seiten der Module Anbauteile (nicht dargestellt) angeordnet sein, die zur Wartung leicht zugänglich sind.

[0132] In dieser Ausführungsform sind in einer Modulreihe jeweils Module aufgestellt, die demselben Behandlungsschritt dienen. Somit werden die Leiterplatten parallel in die einzelnen Reihen **100R** eingesenkt, dort behandelt und dann jeweils in ein Modul

der benachbarten Modulreihe **100R'** eingesenkt.

[0133] Die Leiterplatten werden von einer hier nicht gezeigten Vorrichtung zunächst in die einzelnen Module der Beladestation eingebracht. Von dort werden die Leiterplatten dann mittels der Transportvorrichtung von einer Reihe **100R** von Behandlungsmodulen zu der nächsten **100R'** befördert. Nach dem Überführen der Leiterplatten in die Module der Entladestation werden die fertiggestellten Leiterplatten mit einer hier nicht dargestellten Vorrichtung aus der Anlage entnommen.

[0134] In Fig. 10 ist eine zweite Ausführungsform für die Aufstellung von Behandlungsmodulen schematisch gezeigt. Diese Aufstellung betrifft die Behandlung von Leiterplatten für die Bohrlochreinigung: Beladen, Quellen, Spülen, Permanganat-Behandeln, Spülen, Reduzieren, Spülen, Chemisch Kupfer, Spülen, Trocknen, Entladen.

[0135] Wie im Falle der Darstellung von Fig. 9 wird jeweils nur eine Leiterplatte in ein Behandlungsmodul eingesenkt. Allerdings sind die Module in dieser zweiten Ausführungsform nicht redundant in Reihen **100R**, **100R'** senkrecht zu einer Haupttransportrichtung P aufgestellt. Die für einen bestimmten Behandlungsschritt vorgesehenen Module sind vielmehr nur jeweils in einem Exemplar vorgesehen, so dass eine Leiterplatte nach der anderen durch die Vertikalanlage hindurch gefahren wird. Aus der Aufstellung der einzelnen Behandlungsmodule ergibt sich, dass die Platten jeweils mäanderförmig durch die Anlage gefahren werden.

[0136] Auch in dieser Aufstellung sind jeweils zwei Reihen **100R**, **100R'** von Modulen eng benachbart aufgestellt, so dass sich zwischen zwei derartigen Reihen Wartungsgänge **800** ergeben.

[0137] Fig. 11 zeigt eine Variante von Fig. 9, bei der die Behandlungsmodule allerdings in Reihen **100R**, **100R'** quer zur Haupttransportrichtung P angeordnet sind und in den einzelnen Reihen jeweils Folgen **100F**, **100F** von Behandlungsmodulen bilden.

Patentansprüche

1. Vertikalanlage zur galvanotechnischen Behandlung eines Werkstückes (W), umfassend mindestens zwei Behandlungsmodule (**100**), wobei in den Behandlungsmodulen (**100**) Halteeinrichtungen (**130**) für die Werkstücke (W) vorgesehen sind, sowie mindestens eine Transportvorrichtung zur Beförderung mindestens eines Werkstückes (W) zu einem Behandlungsmodul (**100**) und zur Übergabe eines Werkstückes (W) an die Halteeinrichtungen (**130**) in dem Behandlungsmodul (**100**), wobei die Transportvorrichtung mindestens eine das Werkstück (W) haltende Greifeinrichtung (**10**) mit jeweils mindestens zwei voneinander beabstandeten Klammereinrichtungen (**20**, **30**) umfasst und jede Klammereinrichtung (**20**, **30**) jeweils einer Seite des Werkstückes (W) zugeordnete erste Klemmeinrichtungen (**25**, **35**) und zweite Klemmeinrichtungen (**26**) aufweist, wobei sowohl die erste Klemmeinrichtung (**25**, **35**) als auch die zweite Klemmeinrichtung (**26**) zum Greifen und Freigeben der Werkstücke (W) bewegbar sind und zwar so, dass das Werkstück (W) beim Klemmen parallel zur ersten Seite des Werkstücks (W) gespannt wird.

2. Vertikalanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine einer ersten Seite des Werkstückes (W) zugeordnete erste Klemmeinrichtung (**25**, **35**) so ausgebildet und angeordnet ist, dass die Position der ersten Seite des Werkstückes (W) durch die erste Klemmeinrichtung (**25**, **35**) festlegbar ist, und dass mindestens eine einer zweiten Seite des Werkstückes (W) zugeordnete zweite Klemmeinrichtung (**26**) so ausgebildet und angeordnet ist, dass mit dieser eine Klemmkraft auf das Werkstück (W) ausübbar ist.

3. Vertikalanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Klammereinrichtungen (**20**, **30**) so ausgebildet und angeordnet sind, dass sie das Werkstück (W) an gegenüberliegenden Rändern greifen und beim Klemmen jeweils zueinander entgegengesetzt gerichtete Spannkräfte auf das Werkstück (W) ausüben.

4. Vertikalanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Klemmeinrichtung (**25**, **35**) einer Klammereinrichtung (**20**, **30**) um eine erste Drehachse und die zweite Klemmeinrichtung (**26**) der Klammereinrichtung (**20**, **30**) um eine zur ersten Drehachse parallele zweite Drehachse drehbar sind.

5. Vertikalanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Position der ersten Seite des Werkstückes (W) durch eine Drehstellung der ersten Klemmeinrichtung (**25**, **35**) festlegbar ist.

6. Vertikalanlage nach einem der Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Abschnitt der äußeren Begrenzung eines senkrecht zur ersten Drehachse erzeugten Schnittes der ersten Klemmeinrichtung (**25**, **35**) konvex gekrümmt ist und ein zweiter Abschnitt der äußeren Begrenzung des Schnittes durch eine sich an den ersten Abschnitt der äußeren Begrenzung tangential anschließende gerade Begrenzungslinie gebildet ist.

7. Vertikalanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abschnitt durch ein zur ersten Drehachse paralleles konvexes Oberflächensegment (**28**) und der zweite Abschnitt durch eine zur Anlage an die erste Seite des Werkstückes (W) aus-

gebildete Anlagefläche (**27**) gebildet ist.

8. Vertikalanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Klemmeinrichtung (**26**) eine konvexe zum Übertragen einer Klemmkraft auf die zweite Seite des Werkstückes (W) ausgebildete Klemmfläche (**29**) aufweist.

9. Vertikalanlage nach einem der Ansprüche 4–8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Klammereinrichtung (**20**, **30**) einen ersten die erste Klemmeinrichtung (**25**, **35**) haltenden und zur ersten Drehachse koaxialen ersten Drehstab (**21**, **31**) und einen zweiten die zweite Klemmeinrichtung haltenden und zur zweiten Drehachse koaxialen zweiten Drehstab (**22**, **32**) umfasst.

10. Vertikalanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass an einem aus dem ersten Drehstab (**21**, **31**) und dem zweiten Drehstab (**22**, **32**) bestehenden Drehstabpaar einer Klammereinrichtung (**20**, **30**) mindestens zwei Paare von Klemmeinrichtungen, jeweils bestehend aus einer ersten Klemmeinrichtung (**25**, **35**) und einer zweiten Klemmeinrichtung (**26**), gehalten sind.

11. Vertikalanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Greifeinrichtung für eine Anströmung mit gereinigter Luft strömungsgünstig ausgebildet ist.

12. Vertikalanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (**130**) so ausgebildet ist, dass die Position eines damit gehaltenen Werkstückes (W) in dem Behandlungsmodul (**100**) einstellbar ist.

13. Vertikalanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Behandlungsmodul (**100**) folgende Konstruktionsmerkmale aufweist:
a. einen Behälter (**200**) zur Aufnahme von Behandlungsflüssigkeit,
b. ein Grundgestell (**105**) mit einem den Behälter (**200**) tragenden Aufnahmerahmen (**110**),
c. Einbauteile,
d. einen Tragrahmen (**120**) für senkrecht zur Werkstückebene zu bewegende Einbauteile,
e. einen Oszillationsrahmen (**140**) für parallel zur Werkstückebene zu bewegende Einbauteile,
f. Anbauteile sowie
g. Abdeckungen für den Behälter (**200**).

14. Vertikalanlage nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragrahmen (**120**) von dem Aufnahmerahmen (**105**) bewegbar gehalten ist.

15. Vertikalanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (**200**) keine statischen Aufgaben übernimmt.

16. Vertikalanlage nach einem der Ansprüche 13–15, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragrahmen (**120**) mittels mindestens eines pneumatischen Antriebes (**125**) bewegbar ist.

17. Vertikalanlage nach einem der Ansprüche 13–16, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragrahmen (**120**) in mindestens einer Richtung justierbar ist.

18. Vertikalanlage nach einem der Ansprüche 13–17, dadurch gekennzeichnet, dass der Oszillationsrahmen (**140**) am Tragrahmen (**120**) bewegbar gehalten ist.

19. Vertikalanlage nach einem der Ansprüche 13–18, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zum Werkstück (W) zu bewegende Einbauteile von dem Oszillationsrahmen (**140**) gehalten werden.

20. Vertikalanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Behandlungsmodul (**100**) so ausgebildet ist, dass darin lediglich ein einzelnes Werkstück (W) behandelbar ist.

21. Vertikalanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Behandlungsmodule (**100**) matrixartig in Folgen und Reihen von Behandlungsmodulen (**100**) angeordnet sind.

22. Vertikalanlage nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlungsmodule (**100**) einen lang gestreckten Grundriss mit einander gegenüberliegenden Längsseiten aufweisen und so angeordnet sind, dass sich die jeweiligen Längsseiten in Transportrichtung für die Werkstücke (W) erstrecken.

23. Vertikalanlage nach einem der Ansprüche 21 und 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlungsmodule (**100**) einen lang gestreckten Grundriss mit einander gegenüberliegenden Stirnseiten aufweisen und jeweils zwei Behandlungsmodule (**100**) über die Stirnseiten aneinander anschließend angeordnet sind.

24. Vertikalanlage nach einem der Ansprüche 21–23, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Transportvorrichtung so ausgebildet ist, dass ein Werkstück (W) von einem Behandlungsmodul (**100**) zu einem beliebigen anderen Behandlungsmodul (**100**) beförderbar ist.

25. Vertikalanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Behandlungsmodule (**100**) für einen autarken Betrieb ausgerüstet ist.

26. Verfahren zum Befördern eines in vertikaler

Ausrichtung gehaltenen Werkstückes (W) mit einer Greifeinrichtung (**10**) zu einem Behandlungsmodul (**100**), wobei die Greifeinrichtung (**10**) jeweils mindestens zwei voneinander beabstandete Klammereinrichtungen (**20**, **30**) aufweist, an der jeweils einer Seite des Werkstückes (W) zugeordnete erste Klemmeinrichtungen (**25**, **35**) und zweite Klemmeinrichtungen (**26**) vorgesehen sind, wobei die ersten Klemmeinrichtungen (**25**, **35**) und die zweiten Klemmeinrichtungen (**26**) das Werkstück (W) an gegenüber liegenden Rändern einklemmen und zum Greifen und Freigeben der Werkstücke (W) so bewegbar sind, dass das Werkstück (W) beim Klemmen parallel zur ersten Seite des Werkstücks (W) gespannt wird, und wobei das Verfahren zum Greifen des Werkstückes (W) folgende Verfahrensschritte umfasst:
a) Befördern des Werkstückes (W) zu dem Behandlungsmodul (**100**),
b) Greifen des Werkstückes (W) mit einer in dem Behandlungsmodul (**100**) angeordneten Halteeinrichtung (**130**) und
c) Freigeben des Werkstückes (W) durch die Greifeinrichtung (**10**).

27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren folgende weitere Verfahrensschritte zum Betätigen der Greifeinrichtung (**10**) umfasst:
i. Bewegen der ersten Klemmeinrichtung (**25**, **35**), so dass die erste Klemmeinrichtung (**25**, **35**) eine Anlageposition einnimmt und dadurch die Position der ersten Seite des Werkstückes (W) festgelegt wird, und
ii. Bewegen der zweiten Klemmeinrichtung (**26**), so dass die zweite Klemmeinrichtung (**26**) eine Klemmposition einnimmt und dadurch das Werkstück (W) zusammen mit der mindestens einen ersten Klemmeinrichtung (**25**, **35**) eingeklemmt wird, wobei die erste Klemmeinrichtung (**25**, **35**) die Anlageposition einnimmt, bevor die zweite Klemmeinrichtung (**26**) die Klemmposition einnimmt.

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass eine Greifeinrichtung (**10**) mindestens zwei voneinander beabstandete Klammereinrichtungen (**20**, **30**) umfasst, deren jeweils erste Klemmeinrichtungen (**25**, **35**) und zweite Klemmeinrichtungen (**26**) das Werkstück (W) an gegenüberliegenden Rändern einklemmen und beim Klemmen jeweils zueinander entgegengesetzt gerichtete Spannkräfte auf das Werkstück (W) ausüben.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 und 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren nach Durchführen des Verfahrensschrittes ii. folgenden weiteren Verfahrensschritt umfasst:
iii. Synchrones Bewegen der ersten Klemmeinrichtung (**25**, **35**) und der zweiten Klemmeinrichtung (**26**), so dass eine Spannkraft parallel zur ersten Seite des Werkstückes (W) auf das Werkstück ausgeübt wird.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 26–29, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungen der ersten Klemmeinrichtung (**25**, **35**) und der zweiten Klemmeinrichtung (**26**) Drehbewegungen sind.

31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Klemmeinrichtung (**25**, **35**) einen ebenen Oberflächenabschnitt (**27**) aufweist und in Verfahrensschritt i. so weit gedreht wird, bis der ebene Oberflächenabschnitt (**27**) die Anlageposition erreicht hat.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 26–31, dadurch gekennzeichnet, dass die Greifeinrichtung (**10**) nach dem Behandeln eines Werkstückes (W) in ein Behandlungsmodul (**100**) eingefahren wird, um dort das Werkstück (W) zu greifen, und dass die Greifeinrichtung (**10**) nach dem Greifen des Werkstückes (W) aus dem Behandlungsmodul (**100**) ausgefahren wird.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 26–32, dadurch gekennzeichnet, dass die Greifeinrichtung (**10**) das Werkstück (W) in einem Behandlungsmodul (**100**) absetzt, freigibt und danach aus dem Behandlungsmodul (**100**) ausgefahren wird.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 26–33, dadurch gekennzeichnet, dass die Position der Anlageseite der Ware (W) von der Greifeinrichtung (**10**) exakt an die Halteeinrichtung (**130**) übergeben wird und von ihr übernommen wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 2

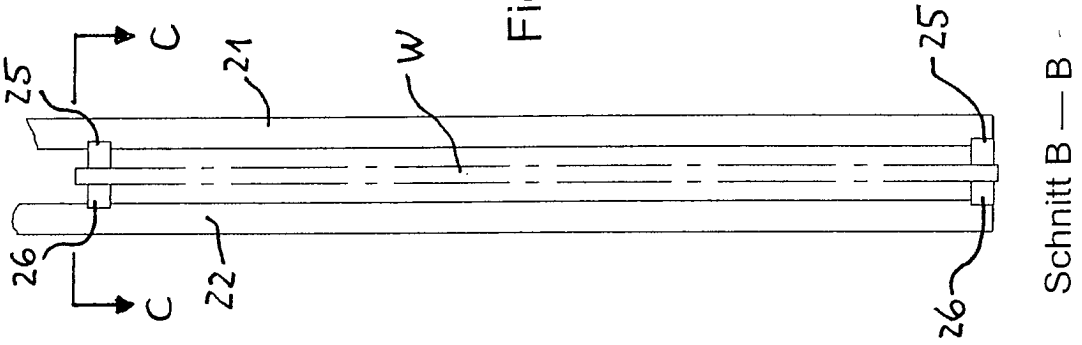
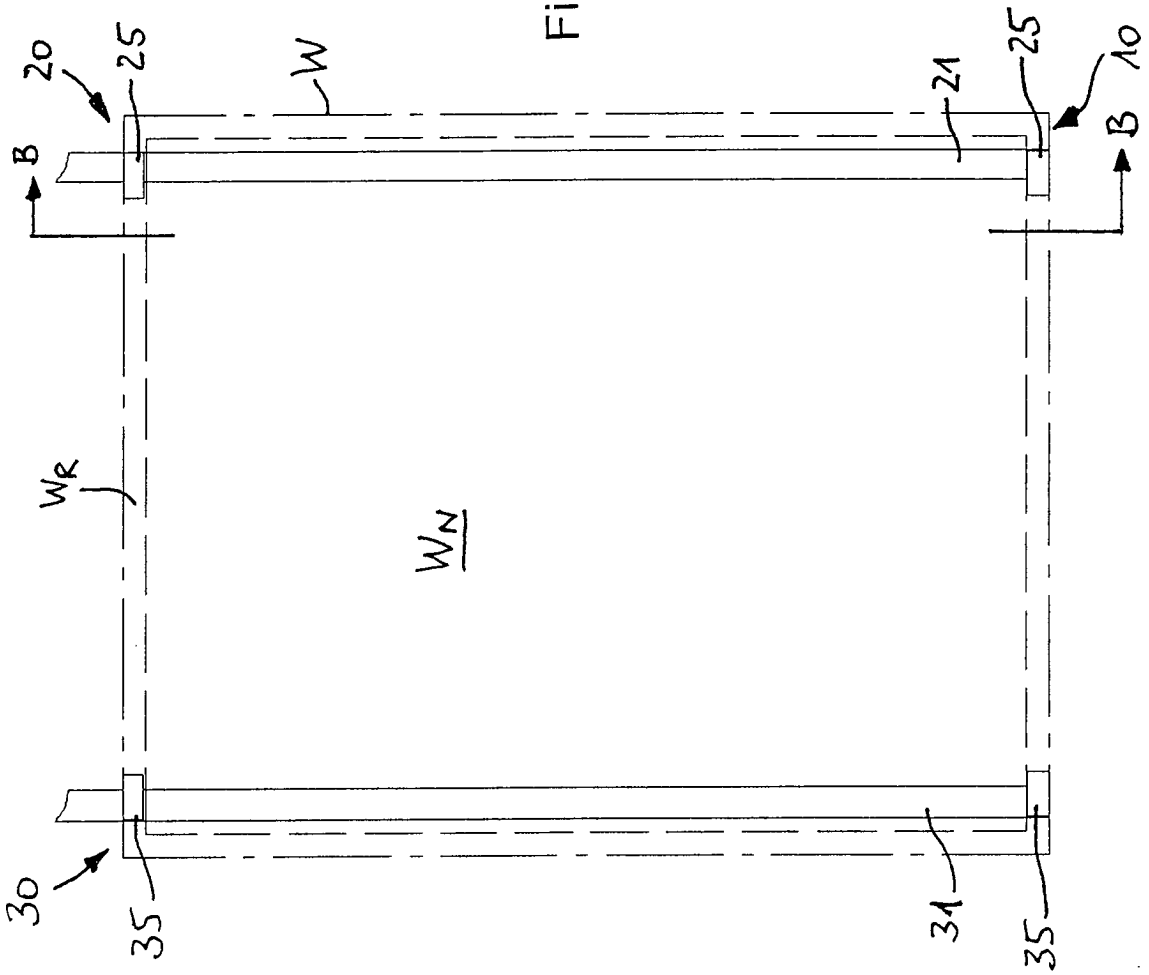


Fig. 1



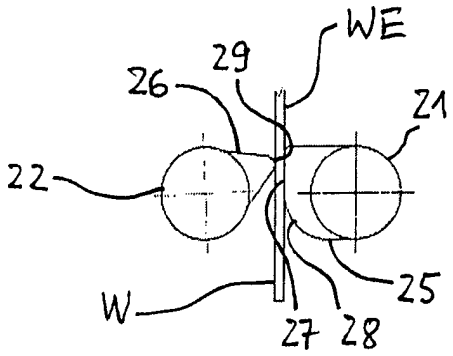


Fig. 3

Schnitt C — C

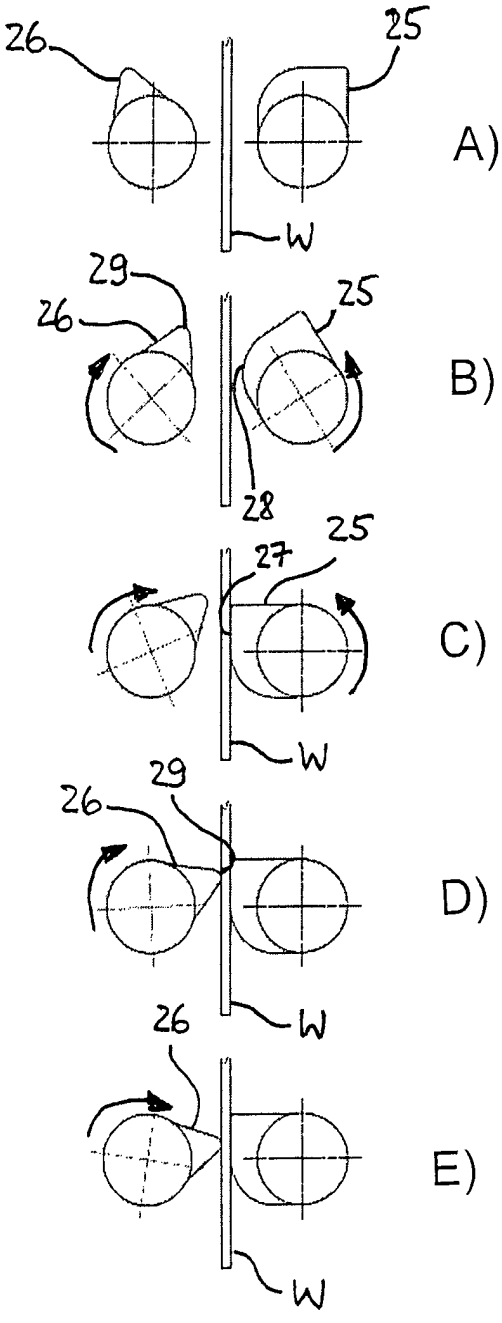


Fig. 4

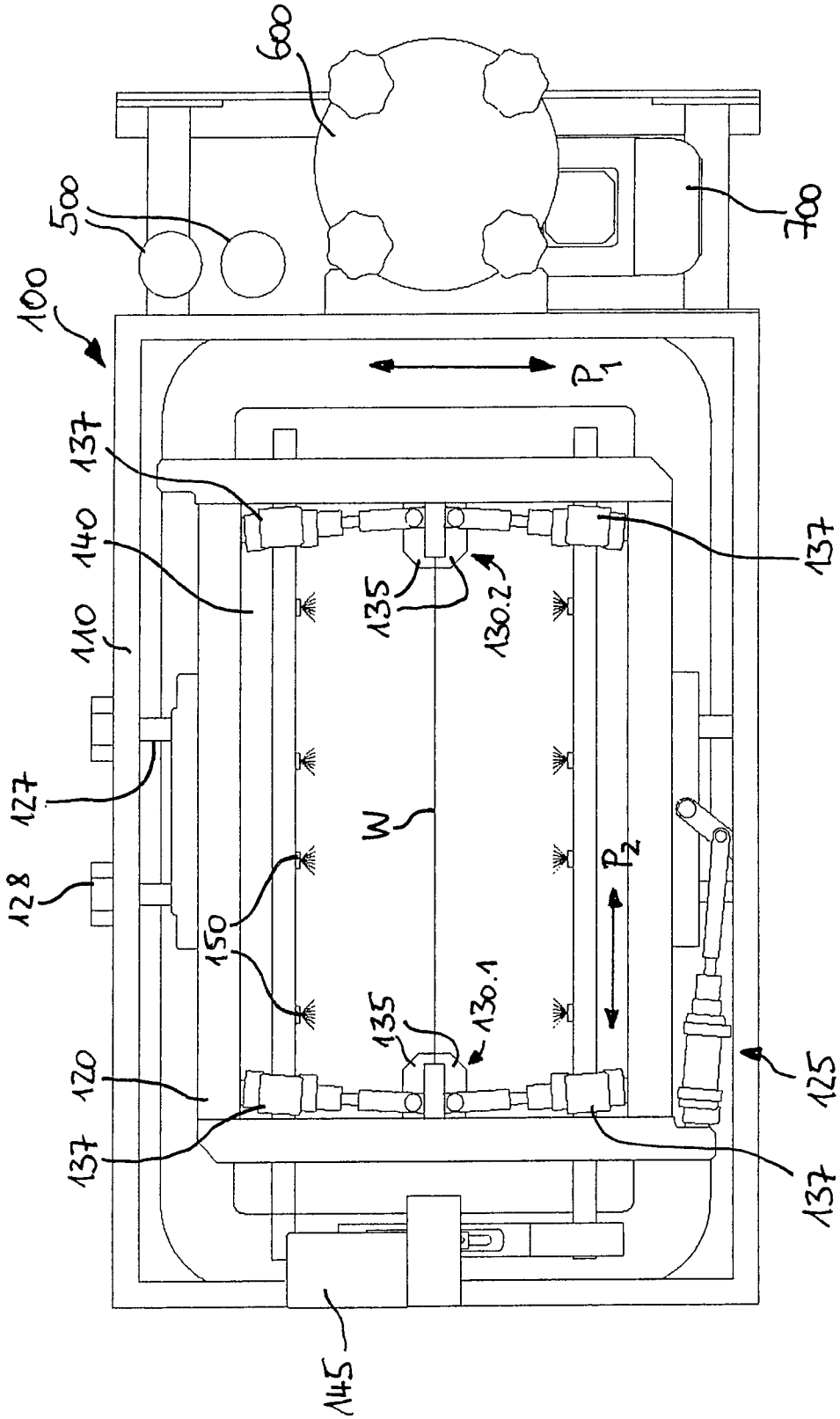

600
500
700
100
P_1
137
140
135
130.2
110
127
W
128
P_2
150
135
130.1
120
125
137
137
145

Fig. 5

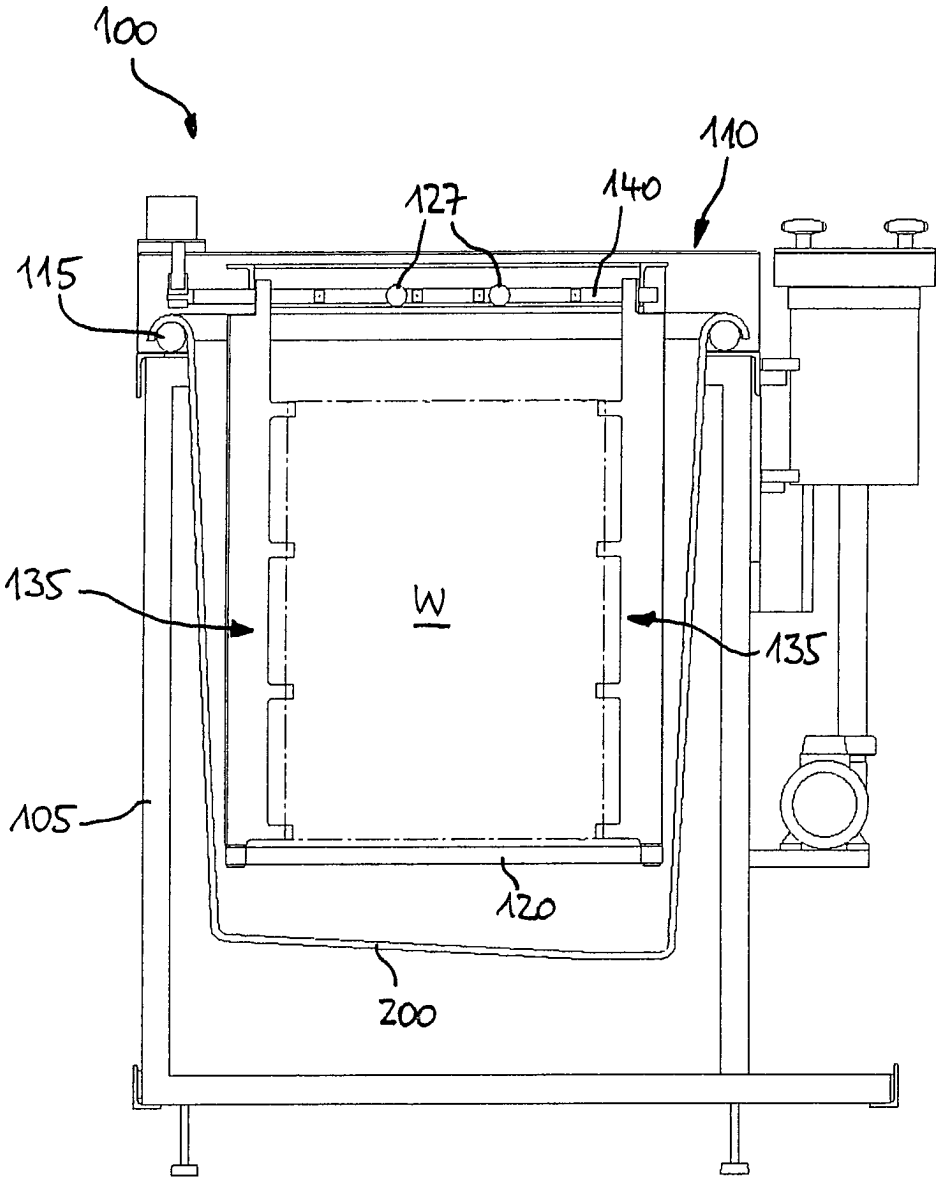


Fig. 6

Fig. 8

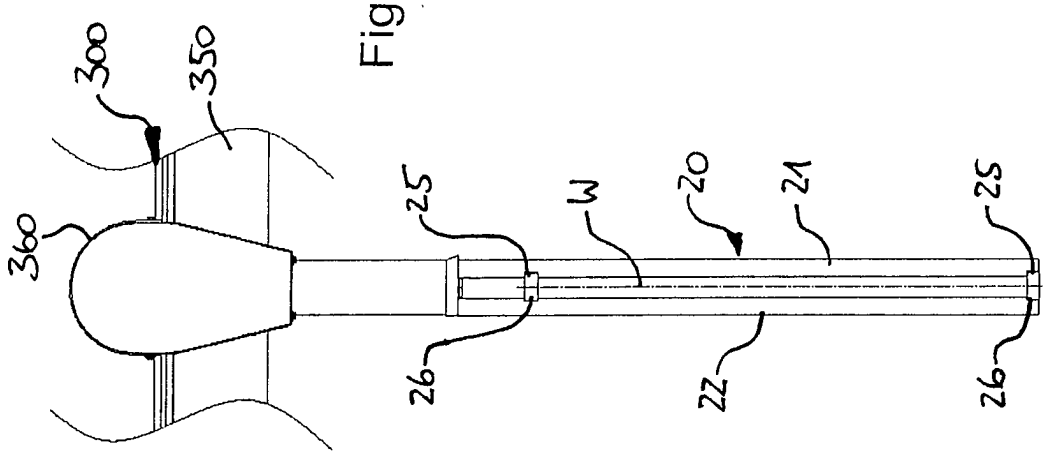
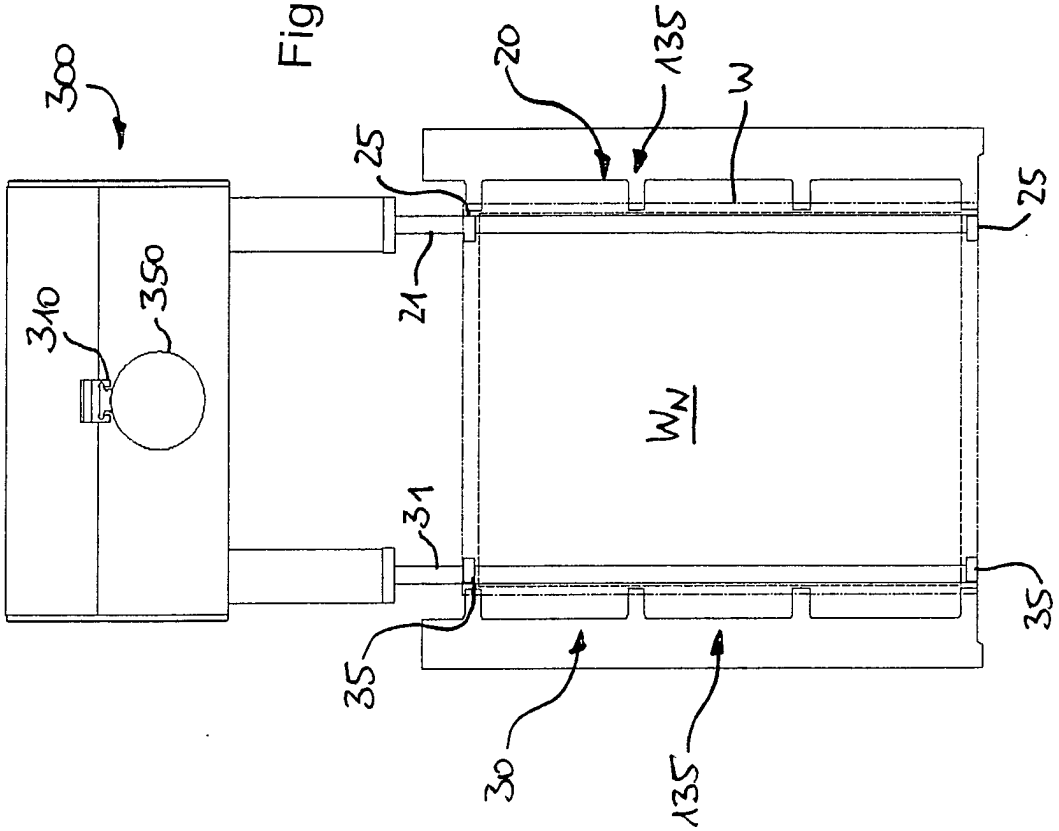

300
350
360
25
W
20
21
25
26
22
26

Fig. 7


300
20
135
W
25
25
21
310
350
W_N
31
35
35
30
135

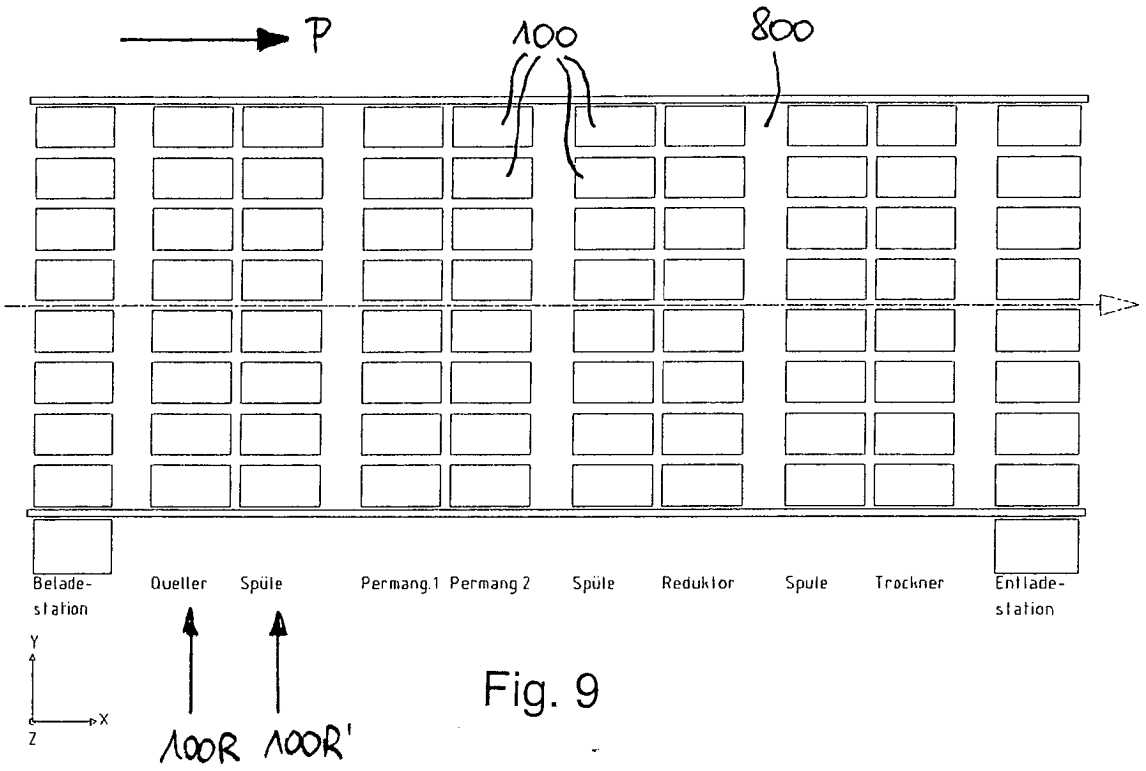

P
100
800
Belade-station
Queller
Spüle
Permang.1
Permang.2
Spüle
Reduktor
Spule
Trockner
Entlade-station
Y
X
Z
100R
100R'

Fig. 9

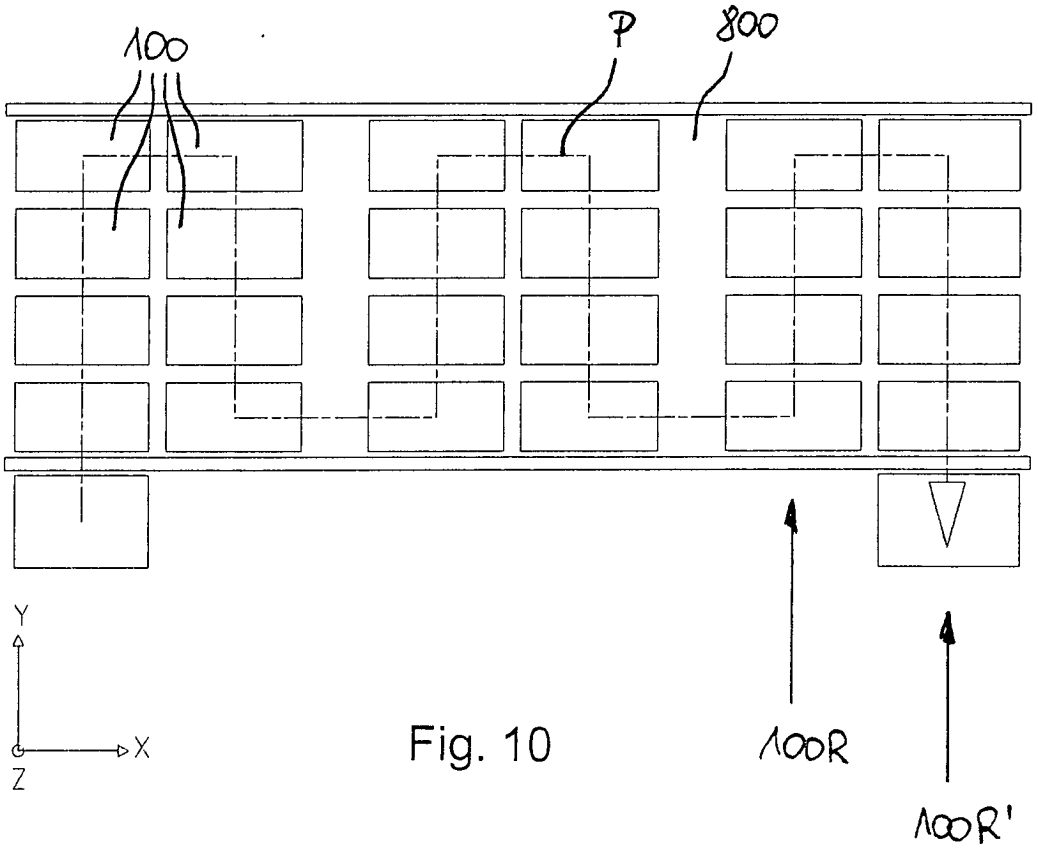

100
P
800
Y
X
Z
100R
100R'

Fig. 10

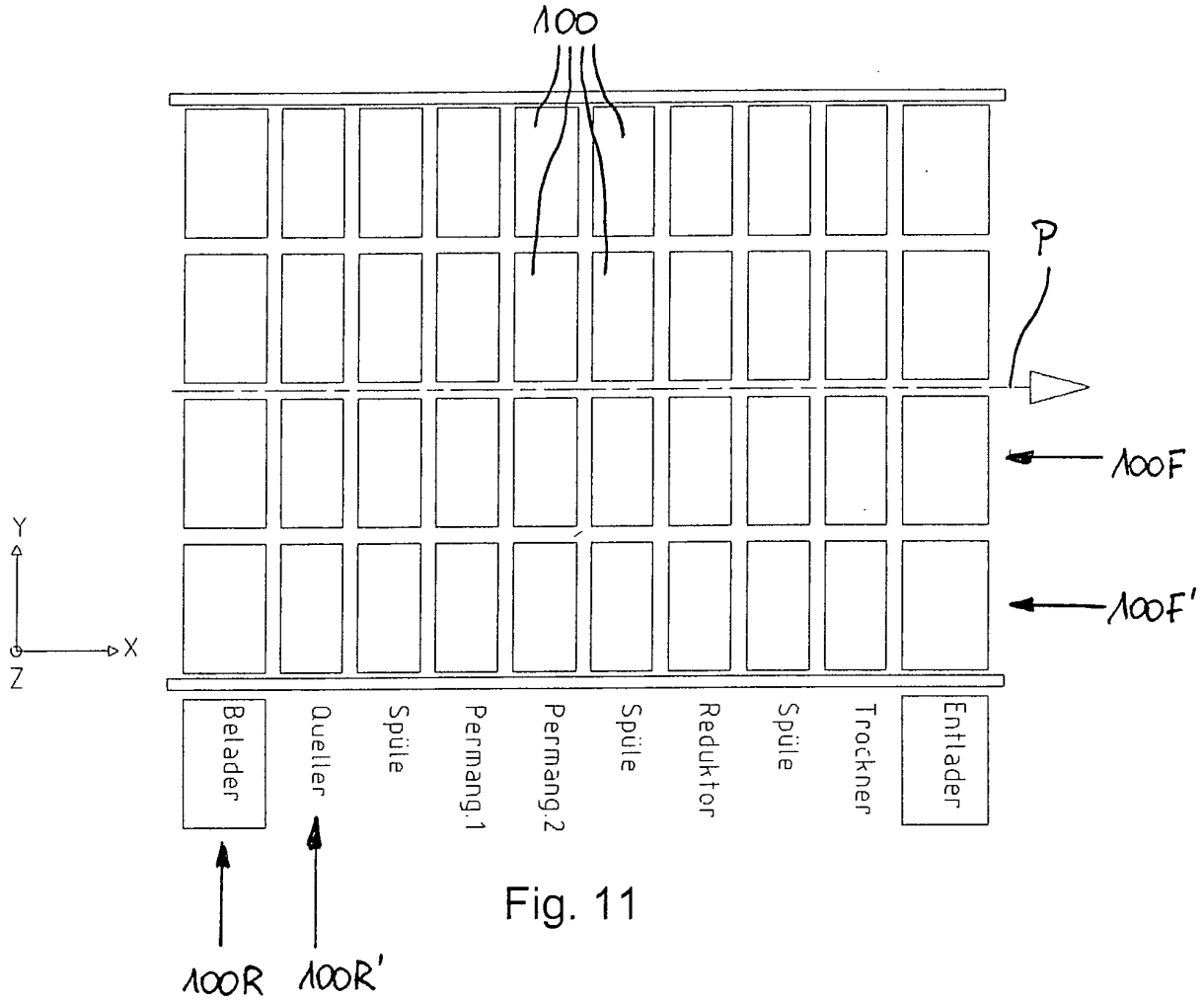

100
P
100F
100F'
Y
X
Z
Belader
Queller
Spüle
Permang.1
Permang.2
Spüle
Reduktor
Spüle
Trockner
Entlader
100R
100R'

Fig. 11

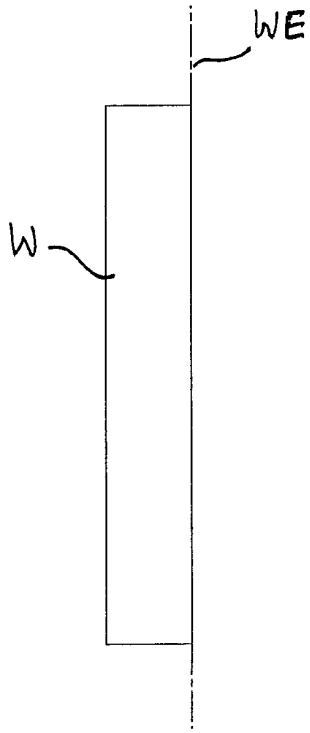

WE
W

Fig. 1A