



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 52 735 B4 2005.04.14**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 52 735.7**
 (22) Anmeldetag: **16.11.1998**
 (43) Offenlegungstag: **20.05.1999**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **14.04.2005**

(51) Int Cl.7: **H01L 21/302**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:
9-333720 **19.11.1997** **JP**
10-214599 **29.07.1998** **JP**

(71) Patentinhaber:
Kaijo Corp., Hamura, Tokio/Tokyo, JP

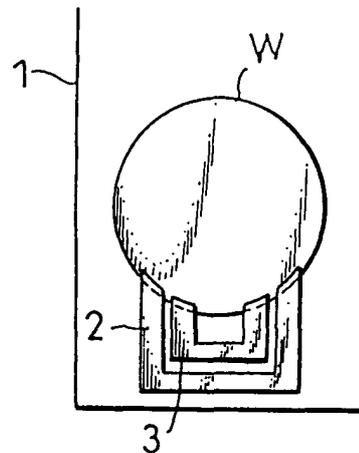
(74) Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner, 80335 München

(72) Erfinder:
**Ohsawa, Tadayasu, Tokio/Tokyo, JP; Kurauchi,
 Hiromitsu, Akishima, Tokio/Tokyo, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 196 37 875 C2
DE 195 46 990 A1
US 55 69 330 A
US 49 02 350 A
US 47 22 752 A
JP 08-1 41 526 A
JP 05-0 36 668 A
JP 02-0 46 727 A

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Trocknen von Substraten**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Trocknen eines Substrats (W) durch Verlagern des Substrates relativ zu einer Spülflüssigkeit (26), nachdem das Substrat in einem Spülbad (1) gespült worden ist, in dem die Spülflüssigkeit enthalten ist, wobei die Vorrichtung enthält:
 einen ersten Halter (2a, 2b; 2), der in dem Spülbad (1) angeordnet ist, um das Substrat (W) in einer im wesentlichen vertikalen Ausrichtung zu halten, wobei der erste Halter (2a, 2b; 2) zumindest eine Substrathaltenut (21a, 21b) aufweist, mit der das Substrat (W) in Eingriff bringbar ist,
 einen zweiten Halter (3), der in dem Spülbad (1) oberhalb des ersten Halters (2a, 2b; 2) so angeordnet ist, daß er das Substrat (W) in einer im wesentlichen vertikalen Ausrichtung hält, wobei der zweite Halter (3) zumindest eine Substrathaltenut (24a–24d) aufweist, mit der das Substrat (W) in Eingriff bringbar ist, und
 eine Halteranhebeeinrichtung (4; 32–35), um den ersten Halter (2a, 2b; 2) und den zweiten...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Trocknen eines Substrats, wie beispielsweise eines Halbleiterwafers oder eines Flüssigkristall-Anzeigeglasses, nachdem das Substrat gereinigt worden ist.

[0002] Fig. 28 gibt ein Beispiel eines bekannten Trocknungsverfahrens wieder. Dieses bekannte Verfahren wird als "direct displacement isopropyl alcohol (IPA) drying process (Isopropylalkohol-(IPA)-Trocknungsverfahren mit direkter bzw. gerader Verlagerung)" bezeichnet, das auch unter dem Namen "Marangoni drying process (Marangoni-Trocknungsverfahren)" bekannt ist. Ein Spülbad **92** ist durch einen Deckel **91** verschlossen und mit reinem Wasser **93** gefüllt. Nachdem ein Halbleiterwafer W (nachstehend einfach als "Wafer" bezeichnet) durch eine Chemikalie gereinigt worden ist, wird er für einen Spülvorgang in das reine Wasser **93** eingetaucht. Eine Gas Mischung aus Isopropylalkoholdampf und Stickstoff wird anschließend über die Gaseinlaß- und die Gasauslaßöffnung **95a**, **95b** dem oberen Innenraum des Spülbades **92** zugeführt, um diesen mit der Mischung zu füllen.

[0003] Danach wird ein Halter **94**, auf dem der Wafer W angeordnet ist, in Richtung des oberen Innenraums des Spülbades **92** angehoben, wie es in Fig. 28 durch den unterbrochenen Linienzug dargestellt ist. Wenn der Wafer W auf seinem Weg nach oben den Pegel bzw. Spiegel des reinen Wassers passiert hat, gelangt der Isopropylalkohol an die Oberfläche des Wafers W. Eine Änderung in der Oberflächenspannung des Wassers infolge des Konzentrationsgefälles des Isopropylalkohols läßt eine an der Oberfläche des Wafers anhaftende Wasserschicht in das reine Wasser zurückfließen. Dies ermöglicht, daß die Oberfläche des Wafers schnell trocknet. Bei diesem Beispiel wird der Halter **94** innerhalb des Spülbades **92** angehoben. Alternativ kann das reine Wasser **93** aus dem Spülbad **92** abgezogen werden, wobei der Halter **94** nicht bewegt wird.

[0004] Fig. 29 zeigt ein weiteres Beispiel eines bekannten Trocknungsvorganges. Bei diesem Beispiel ist der Halter **94** unbeweglich angeordnet. Eine Gas Mischung aus Isopropylalkoholdampf und Stickstoff wird über die Gaseinlaß- und die Gasauslaßöffnung **95a**, **95b** dem oberen Innenraum des Spülbades **92** zugeführt. Der Gasdruck veranlaßt das reine Wasser **93**, über ein Ablassventil **96** aus dem Spülbad **92** auszutreten. Nachdem das reine Wasser **93** abgeflossen ist, wird erhitzter Stickstoff über eine zweite Gaseinlaß- und eine zweite Gasauslaßöffnungen **97a**, **97b** zugeführt, um die Oberfläche des Wafers thermisch zu trocknen. Bei diesem Beispiel wird das reine Wasser **93** abgezogen. Der Halter **94** kann alternativ aber

auch angehoben werden.

[0005] Fig. 30 gibt ein weiteres Beispiel eines bekannten Trocknungsverfahrens wieder. Dieses Trocknungsverfahren wird als "hot water drying process (Heißwasser-Trocknungsverfahren)" bezeichnet. Das reine Wasser **93** innerhalb des Spülbades **92** wird auf eine vorbestimmte Temperatur erhitzt. Der Wafer W wird in das vorhandene heiße Wasser eingetaucht, nachdem er mittels einer Chemikalie gereinigt worden ist. Nachdem der Wafer gespült worden ist, wird der Halter **94**, auf dem der Wafer W angeordnet ist, auf eine Position angehoben, die in Fig. 30 durch den unterbrochenen Linienzug dargestellt ist. Der Wafer wird anschließend durch Luft oder heiße Luft getrocknet. Bei diesem Beispiel wird der Halter angehoben. Das reine Wasser **93** kann aber alternativ aus dem Spülbad **92** abgezogen werden, während der Halter **94** ortsfest angeordnet ist.

[0006] Alle bekannten Trocknungsverfahren weisen gemeinsam die folgenden Probleme auf. Wie in Fig. 31A gezeigt ist, besitzt der Halter **94** ein Paar Haltearme **94a**. Mehrere Y-förmige Waferhaltenuten **94b** sind in den oberen Enden der Haltearme **94a** ausgebildet. Ein Wafer W wird in die Nuten **94b** eingesetzt, wodurch der Wafer W in einer vertikalen Ausrichtung gehalten wird. Wie dies in einem größeren Maßstab in Fig. 32 gezeigt ist, befindet sich ein Wafer W gleichmäßig in Kontakt mit einem Abschnitt einer Waferhaltenut **94b**.

[0007] Wie in Fig. 32 weiterhin gezeigt ist, verbleiben Wassertröpfchen **98** zwischen dem Wafer W und der Nut **94b**, wenn der Wafer W aus dem reinen Wasser herausbewegt oder das reine Wasser aus dem Spülbad abgezogen wird.

[0008] In einem solchen Fall ist eine bestimmte Zeitdauer erforderlich, um die Wassertröpfchen **98** zu trocknen. Dies führt zu einer Erhöhung der Zeit, die erforderlich ist, um den Trocknungsvorgang zu vervollständigen, und führt zu einer Verringerung des Ausstoßes der Vorrichtung. Darüber hinaus verbleiben Wasserflecken bzw. Wasserzeichen infolge von Fremdkörpern, die in einem Wassertröpfchen enthalten sind, auf der Oberfläche des Wafers zurück, während das Wassertröpfchen **98** getrocknet wird. Derartige Wasserflecken können zu einer Fehlfunktion des Wafers führen.

Stand der Technik

[0009] Aus der JP 02-046727 A, die den nächstkommenden Stand der Technik bildet, von dem die vorliegende Erfindung ausgeht, geht ein Verfahren zum Halten eines Wafers hervor, um den Wafer aus Reinwasser herauszuziehen und ihn zu trocknen. Hierbei ist eine Halteranhebeeinrichtung bzw. eine Halterbewegungseinrichtung zum Trocknen eines

Substrats oberhalb eines Spülbades angeordnet. Das Substrat wird ebenfalls oberhalb des Spülbades zum Eintauchen in das Spülbad herangefördert. Dies macht es notwendig, dass die Halterbewegungseinrichtung bei diesem bekannten Verfahren zur Seite oder aber weiter nach oben verfahren werden muss, um ausreichend Raum für das Heranfördern des zu reinigenden Substrats bzw. Wafers zu erzielen. Hierzu bedarf es über oder neben des Spülbades eines zusätzlichen Raumes, was die Investitionskosten für die Fertigungsstätte erhöht.

[0010] Weiterhin geht aus der JP 08-141526 A eine Vorrichtung zum Behandeln eines Substrats und ein Behandlungstank hierzu hervor. Eine Halteranhebeeinrichtung ist in dieser Entgegenhaltung nicht beschrieben.

[0011] Schließlich geht aus der deutschen Patentschrift 196 37 875 eine Anlage zur Nassbehandlung von Substraten in einem ein Behandlungsfluid enthaltenden Behälter hervor, wobei der Behälter eine Aufnahmevorrichtung für die Substrate aufweist. Es ist vorgesehen, dass die Substrate zusammen mit einem Substratträger in dem Behälter einsetzbar sind, und die Aufnahmevorrichtung für die Substrate und der im Behälter eingesetzte Substratträger in vertikaler Richtung relativ zueinander bewegbar sind.

Aufgabenstellung

[0012] Es ist demzufolge Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Trocknen eines Substrats, wie beispielsweise eines Halbleiterwafers, eines Flüssigkristall-Anzeigeglasses und dgl. zu schaffen, die das Zurückbleiben von Wassertröpfchen zwischen dem Substrat und einem Halter, auf dem das Substrat beim Spülen durch reines Wasser oder eine ähnliche Spülflüssigkeit gehalten wird, vermeiden.

[0013] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Trocknen eines Substrats durch Verlagern des Substrates relativ zu einer Spülflüssigkeit vorgeschlagen, nachdem das Substrat in einem Spülbad gespült worden ist, in dem die Spülflüssigkeit enthalten ist. Die Vorrichtung enthält einen ersten Halter, der in dem Spülbad angeordnet ist, um das Substrat in einer im wesentlichen vertikalen Ausrichtung zu halten, und der zumindest eine Substrathaltenut aufweist, mit der das Substrat in Eingriff gebracht werden kann, einen zweiten Halter, der in dem Spülbad oberhalb des ersten Halters so angeordnet ist, daß er das Substrat in einer im wesentlichen vertikalen Ausrichtung hält, wobei der zweite Halter zumindest eine Substrathaltenut aufweist, mit der das Substrat in Eingriff bringbar ist, und eine Halteranhebeeinrichtung, die vorgesehen ist, den ersten und den zweiten Halter im wesentlichen vertikal zu bewegen. Die Halteranhebeeinrichtung

kann dazu verwendet werden, den ersten Halter und den zweiten Halter im wesentlichen vertikal so zu bewegen, daß das Substrat nur durch den zweiten Halter gehalten wird, wenn ein Spülflüssigkeitspegel beim Absenken bzw. auf seinem Weg nach unten an der Substrathaltenut des ersten Halters vorbeigeht, und daß das Substrat nur durch den ersten Halter gehalten wird, wenn der Spülflüssigkeitspegel beim Absenken die Substrathaltenut des zweiten Halters passiert hat.

[0014] Weiterhin ist vorgesehen, dass die zumindest eine Substrathaltenut des zweiten Halters unterhalb der zumindest einen Substrathaltenut des ersten Halters anordbar ist, während sich die zumindest eine Substrathaltenut des zweiten Halters in Eingriff mit dem Substrat befindet, dass die Bewegung des ersten Halters und des zweiten Halters eine vertikale Bewegung ist, dass die Halteranhebeeinrichtung in der Nähe eines Bodens des Spülbades angeordnet ist, wobei die Halteranhebeeinrichtung ein Gehäuse zum Bilden eines abgedichteten Raumes darin aufweist, dass die Halteranhebeeinrichtung innerhalb des abgedichteten Raumes einen ersten Exzenternocken, einen zweiten Exzenternocken, einen dritten Exzenternocken, eine erste Führungsplatte, eine zweite Führungsplatte und eine dritte Führungsplatte aufweist, wobei der zweite Exzenternocken und der dritte Exzenternocken beidseits des ersten Exzenternockens angeordnet sind und wobei die erste, die zweite und die dritte Führungsplatte mit jeweils dem ersten, dem zweiten und dem dritten Exzenternocken verbunden ist und vertikal bewegt wird, wenn der erste, der zweite und der dritte Exzenternocken gedreht wird, dass die Halteranhebeeinrichtung weiterhin ein Betätigungsmittel zum Drehen des ersten, des zweiten und des dritten Exzenternockens aufweist, dass der erste Halter aus zwei Halteelementen gebildet ist, zwischen denen der zweite Halter angeordnet ist, wobei das eine Halteelement mit der zweiten Führungsplatte verbunden ist und das andere Halteelement mit der dritten Führungsplatte verbunden ist, und dass der zweite Halter mit der ersten Führungsplatte verbunden ist.

[0015] Darüber hinaus ist die Halteranhebeeinrichtung in der Nähe eines Bodens des Spülbades angeordnet. Die Halteranhebeeinrichtung weist ein Gehäuse auf, in dem ein abgedichteter Raum gebildet ist. Die Halteranhebeeinrichtung besitzt darüber hinaus innerhalb des abgedichteten Raumes einen ersten Exzenternocken, einen zweiten Exzenternocken, einen dritten Exzenternocken, eine erste Führungsplatte, eine zweite Führungsplatte und eine dritte Führungsplatte. Der zweite und der dritte Exzenternocken sind an gegenüberliegenden Seiten des ersten Exzenternockens angeordnet. Die erste, die zweite und die dritte Führungsplatte ist jeweils mit dem ersten, dem zweiten und dem dritten Exzenternocken verbunden und wird jeweils vertikal be-

wegt, wenn der erste, der zweite und der dritte Exzenternocken in Rotation versetzt wird. Die Halteranhebeeinrichtung weist außerdem ein Betätigungsmittel zum Drehen des ersten, des zweiten und des dritten Exzenternockens auf. Der erste Halter ist aus zwei Halteelementen gebildet, zwischen denen der zweite Halter in einer Zwischenposition angeordnet ist. Eines der Halteelemente ist mit der zweiten Führungsplatte verbunden, wogegen das andere Halteelement mit der dritten Führungsplatte verbunden ist. Der zweite Halter ist mit der ersten Führungsplatte verbunden.

[0016] Gemäß der Vorrichtung der vorliegenden Erfindung befindet sich das Substrat nicht in Kontakt mit demjenigen Halter, an dessen Substrathaltenut der Spülflüssigkeitspegel vorbeigeht. Diese Anordnung verhindert, daß Wassertröpfchen zwischen dem Halter sowie dem Substrat verbleiben und führt zu einer Verringerung der Zeit, die zum Trocknen eines Substrats notwendig ist. Darüber hinaus verbleiben keine Wasserflecken auf der Oberfläche des Substrats, wodurch eine Verschlechterung in der Zuverlässigkeit des Substrates vermieden wird.

[0017] Das Gehäuse kann ein Paar aus einer oberen und einer unteren, flexiblen Bahn aufweisen, durch die der zweite Halter und die Halteelemente abgedichtet an der ersten Führungsplatte und an der zweiten bzw. an der dritten Führungsplatte montiert sind. Durch eine derartige Anordnung wird die Halteranhebeeinrichtung außerhalb eines direkten Kontakts mit der Spülflüssigkeit gehalten. Unter diesen Umständen erfolgt keine Verunreinigung der Spülflüssigkeit durch die Halteranhebeeinrichtung bzw. gelangen keine Fremdkörper in die Spülflüssigkeit durch die Halteranhebeeinrichtung. Das Substrat kann mit einem hohen Maß an Reinheit getrocknet werden.

[0018] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Trocknen eines Substrats durch Verlagern des Substrates relativ zu einer Spülflüssigkeit vorgeschlagen, nachdem das Substrat in einem Spülbad gespült worden ist, in dem die Spülflüssigkeit enthalten ist. Die Vorrichtung enthält einen ersten Halter, der in dem Spülbad angeordnet ist, um das Substrat in einer im wesentlichen vertikalen Ausrichtung zu halten, und der zumindest eine Substrathaltenut aufweist, mit der das Substrat in Eingriff gebracht werden kann, einen zweiten Halter, der in dem Spülbad oberhalb des ersten Halters so angeordnet ist, daß er das Substrat in einer im wesentlichen vertikalen Ausrichtung hält, wobei der zweite Halter zumindest eine Substrathaltenut aufweist, mit der das Substrat in Eingriff bringbar ist, und eine Halteranhebeeinrichtung, die vorgesehen ist, den ersten und den zweiten Halter im wesentlichen vertikal zu bewegen. Die Halteranhebeeinrichtung kann dazu verwendet werden, den ersten

Halter und den zweiten Halter im wesentlichen vertikal so zu bewegen, daß das Substrat nur durch den zweiten Halter gehalten wird, wenn ein Spülflüssigkeitspegel beim Absenken bzw. auf seinem Weg nach unten an der Substrathaltenut des ersten Halters vorbeigeht, und daß das Substrat nur durch den ersten Halter gehalten wird, wenn der Spülflüssigkeitspegel beim Absenken die Substrathaltenut des zweiten Halters passiert hat.

[0019] Weiterhin ist vorgesehen, dass die zumindest eine Substrathaltenut des zweiten Halters unterhalb der zumindest einen Substrathaltenut des ersten Halters anordbar ist, während sich die zumindest eine Substrathaltenut des zweiten Halters in Eingriff mit dem Substrat befindet, dass die Bewegung des ersten Halters und des zweiten Halters eine vertikale Bewegung ist, dass die Halteranhebeeinrichtung ein Paar abgedichteter Gehäuse aufweist, die mit einer vorbestimmten Distanz beabstandet voneinander und in der Nähe eines Bodens des Spülbades angeordnet sind, dass die Halteranhebeeinrichtung ein Paar erster Exzenternocken, ein Paar zweiter Exzenternocken, ein Paar dritter Exzenternocken, ein Paar erster Führungsplatten, ein Paar zweiter Führungsplatten und ein Paar dritter Führungsplatten aufweist, wobei die Paare der ersten, der zweiten und der dritten Exzenternocken und die Paare der ersten, der zweiten und der dritten Führungsplatten jeweils innerhalb der beiden abgedichteten Gehäuse angeordnet sind, wobei die Paare der zweiten und der dritten Exzenternocken beidseits des Paares der ersten Exzenternocken angeordnet sind und wobei die Paare der ersten, der zweiten und der dritten Führungsplatten mit den Paaren der ersten, der zweiten und der dritten Exzenternocken verbunden sind und vertikal bewegt werden, wenn die Paare der ersten, der zweiten und der dritten Exzenternocken gedreht werden, dass die Halteranhebeeinrichtung ein erstes Rohr, das sich zwischen dem Paar aus den abgedichteten Gehäusen wasserdicht erstreckt, eine erste Drehbetätigungseinrichtung, die innerhalb des ersten Rohres aufgenommen ist und die mit dem Paar aus den ersten Exzenternocken verbunden ist, ein zweites Rohr, das sich zwischen dem Paar aus den abgedichteten Gehäusen wasserdicht erstreckt, und eine zweite Drehbetätigungseinrichtung aufweist, die innerhalb des zweiten Rohres aufgenommen ist und die mit dem Paar aus den zweiten Exzenternocken verbunden ist, dass die Halteranhebeeinrichtung weiterhin ein drittes Rohr, das sich zwischen dem Paar aus den abgedichteten Gehäusen wasserdicht erstreckt, und eine Antriebswelle aufweist, die sich in dem dritten Rohr erstreckt, wobei das Paar aus den dritten Exzenternocken mit der Antriebswelle verbunden ist und wobei das eine Ende der Antriebswelle mit der zweiten Drehbetätigungseinrichtung verbunden ist, wodurch die Antriebswelle gleichzeitig mit der zweiten Drehbetätigungseinrichtung in Drehung versetzt wird, dass der erste Halter aus zwei Halteele-

menten gebildet ist, zwischen denen der zweite Halter angeordnet ist, wobei ein Halteelement sich zwischen dem Paar aus den zweiten Führungsplatten und das andere Halteelement sich zwischen dem Paar aus den dritten Führungsplatten erstreckt, und dass sich der zweite Halter zwischen dem Paar aus den dritten Führungsplatten erstreckt.

[0020] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind der erste und der zweite.

[0021] Halter synchron in entgegengesetzte Richtungen vertikal bewegbar. Wenn einer der Halter, der erste oder der zweite Halter, angehoben wird, wird der andere Halter abgesenkt. Diese Anordnung verhindert eine Änderung in dem Volumen der Spülflüssigkeit, die bei einer vertikalen Bewegung der flexiblen Bahnen auftreten kann, und verhindert ebenfalls eine Änderung in dem Pegel der Spülflüssigkeit, die auftreten kann, wenn der erste und der zweite Halter vertikal in entgegengesetzte Richtungen bewegt werden. Das Substrat kann auf diese Weise mit einem hohen Reinheitsgrad getrocknet werden, da der Wasserspiegel des Spülwassers auf keinen Fall bewegt oder Wasser verspritzt wird.

[0022] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel besitzt die Halteranhebeeinrichtung ein Paar abgedichteter Gehäuse, die in einem vorbestimmten Abstand zueinander angeordnet und in der Nähe eines Bodens des Spülbades (1) vorgesehen sind. Die Halteranhebeeinrichtung besitzt darüber hinaus ein Paar erster Exzenternocken, ein Paar zweiter Exzenternocken, ein Paar dritter Exzenternocken, ein Paar erster Führungsplatten, ein Paar zweiter Führungsplatten und ein Paar dritter Führungsplatten. Die Paare aus den ersten, den zweiten und den dritten Exzenternocken sowie die Paare aus den ersten, den zweiten und den dritten Führungsplatten sind jeweils innerhalb des Paares abgedichteter Gehäuse angeordnet. Die Paare aus den zweiten und den dritten Exzenternocken sind an gegenüberliegenden Seiten des Paares aus den ersten Exzenternocken vorgesehen. Die Paare aus den ersten, den zweiten und den dritten Führungsplatten sind jeweils mit den Paaren aus den ersten, den zweiten und den dritten Exzenternocken verbunden und werden vertikal bewegt, wenn die Paare aus den ersten, den zweiten und den dritten Exzenternocken in Drehung versetzt werden. Die Halteranhebeeinrichtung besitzt ein erstes Rohr, das sich zwischen dem Paar abgedichteter Gehäuse wasserdicht erstreckt, eine erste Drehbetätigungseinrichtung, die innerhalb des ersten Rohres angeordnet ist und die mit dem Paar aus den ersten Exzenternocken verbunden ist, ein zweites Rohr, das sich zwischen dem Paar abgedichteter Gehäuse wasserdicht erstreckt, und eine zweite Drehbetätigungseinrichtung, die innerhalb des zweiten Rohres angeordnet ist und die mit dem Paar aus den zweiten Exzenternocken verbunden ist. Die Halteranhebeein-

richtung weist darüber hinaus ein drittes Rohr, das sich zwischen dem Paar abgedichteter Gehäuse wasserdicht erstreckt, und eine Antriebswelle auf, die sich durch das dritte Rohr erstreckt. Das Paar aus den dritten Exzenternocken ist mit der Antriebswelle verbunden. Die Antriebswelle besitzt ein Ende, das mit der zweiten Drehbetätigungseinrichtung verbunden ist, wodurch die Antriebswelle synchron mit der zweiten Drehbetätigungseinrichtung in Drehung versetzt wird. Der erste Halter ist aus zwei Halteelementen gebildet, zwischen denen der zweite Halter angeordnet ist. Eines der beiden Halteelemente erstreckt sich zwischen dem Paar aus den zweiten Führungsplatten, wogegen sich das andere Halteelement zwischen dem Paar aus den dritten bzw. ersten Führungsplatten erstreckt. Der zweite Halter erstreckt sich zwischen dem Paar aus dritten bzw. ersten Führungsplatten. Durch diese Anordnung bestehen zwischen dem Boden des Spülbades und dem Substrat keine Hindernisse, die die Strömung der Spülflüssigkeit behindern können. Auf diese Weise kann das Substrat wirksamer getrocknet werden.

[0023] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der zweite Halter mit einer zentralen Öffnung versehen, die sich vertikal durch ihn hindurch erstreckt. Die Halteranhebeeinrichtung besitzt ein Schwimmerteil, welches auf der Spülflüssigkeit schwimmt und welches ein dreiecksförmiges oberes Ende aufweist, das in die zentrale Öffnung einführbar ist und das in der Lage ist, infolge eines Aufschwimmens in Kontakt mit einem unteren Ende des Substrates zu gelangen. Die Spülflüssigkeit kann an dem unteren Ende des Substrates verbleiben, wenn sich der Pegel der Spülflüssigkeit von dem unteren Ende des Substrates weg weiter nach unten bewegt. Jedoch veranlaßt diese Anordnung die Spülflüssigkeit entlang des mit Kanten versehenen oberen Endes des Schwimmerteils zu fließen und anschließend wieder in die Spülflüssigkeit zu gelangen. Auf diese Weise verbleiben keine Wassertröpfchen an dem unteren Ende des Substrates, wodurch die Oberfläche des Substrates und die Nuten in einer deutlich kürzeren Zeit getrocknet werden.

[0024] Die Prinzipien der vorliegenden Erfindung werden nun nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 1A bis 1E erläutert.

[0025] Wie dies aus den genannten Figuren hervorgeht, sind die Wafer W in diesem Fall ortsfest angeordnet, wogegen das reine Wasser 26 aus einem Spülbad 1 abgezogen wird. Um die vorliegende Erfindung auszuführen, sind zum Halten der Wafer W erste und zweite Halter 2, 3 erforderlich. Der erste Halter 2 ist unterhalb des zweiten Halters 3 angeordnet.

[0026] Nachdem die Wafer durch eine geeignete Chemikalie gereinigt worden sind, werden die Wafer W in vertikaler Ausrichtung auf dem ersten und dem

zweiten Halter **2, 3** innerhalb des Spülbades **1** platziert, wie es in **Fig. 1A** gezeigt ist.

[0027] Zu Beginn des Verfahrens können die Wafer **W** durch beide Halter **2, 3**, dem ersten und dem zweiten Halter **2, 3**, oder durch einen der beiden Halter **2, 3**, dem ersten oder dem zweiten Halter **2, 3**, gehalten werden. Es ist jedoch bevorzugt, daß die Wafer nur durch den zweiten Halter **3** gehalten werden. Diese Anordnung erleichtert die Bewegung der Halter in den nachfolgenden Schritten.

[0028] Nachdem die Wafer von dem zweiten Halter **3** aufgenommen worden sind, wird reines Wasser oder eine ähnliche Spülflüssigkeit **26** in das Spülbad **1** eingefüllt, wie es in **Fig. 1B** gezeigt ist, so daß das Wasser oder die Flüssigkeit die Chemikalie und dgl. von den Oberflächen der Wafer **W** entfernen oder abspülen kann. Nachdem die Wafer gespült worden sind, werden die Wafer **W** durch Verwendung des IPA-Trocknungsverfahrens mit direkter bzw. gerader Verlagerung oder durch das Heißwasser-Trocknungsverfahren getrocknet, wie dies vorstehend erläutert worden ist, wenn das reine Wasser **26** aus dem Spülbad **1** abgezogen worden ist.

[0029] Wenn dabei, wie es in **Fig. 1C** gezeigt ist, der Pegel des reinen Wassers **26** das obere Ende des ersten Halters **2** oder dessen Waferhaltenuten erreicht, was mit L_1 gekennzeichnet ist, wird der erste Halter **2** um eine vorbestimmte Strecke abgesenkt. Der zweite Halter **3** wird so gesteuert, daß er die Wafer **W** nur noch alleine hält, wodurch die Wafer außer Kontakt mit dem ersten Halter **2** gelangen. Der zweite Halter **3** besitzt eine Höhe, die kleiner ist als die des ersten Halters **2**, und ist innerhalb des ersten Halters **2** angeordnet.

[0030] An den Wafern **W**, die sich nicht in Kontakt mit dem ersten Halter **2** befinden, verbleiben keine Wassertröpfchen zwischen den Wafern **W** und dem ersten Halter **2**, wenn der Pegel des reinen Wassers **26** weiter abgesenkt wird. Auf diese Weise können die Wafer **W** und die Nuten des ersten Halters **2** in einer sehr kurzen Zeitperiode sauber getrocknet bzw. ausgetrocknet werden.

[0031] Wenn anschließend, wie es in **Fig. 1D** gezeigt ist, der Pegel des reinen Wassers bis auf das obere Ende des zweiten Halters **3** oder dessen Waferhaltenuten abgesenkt wird, wie es mit L_2 gekennzeichnet ist, wird der erste Halter **2** angehoben, um die Wafer **W** zu halten. Gleichzeitig wird der zweite Halter **3** um eine vorbestimmte Strecke abgesenkt, so daß die Wafer **W** nur durch den ersten Halter **2** gehalten werden. Die Wafer **W** befinden sich nicht in Kontakt mit dem zweiten Halter **3** und werden nur durch den ersten Halter **2** gehalten.

[0032] Bei den sich nicht in Kontakt mit dem zweiten

Halter **3** befindlichen Wafern **W** verbleiben keine Wassertröpfchen zwischen den Wafern **W** und dem zweiten Halter **3**, wenn der Pegel des reinen Wassers **26** weiter abgesenkt wird. Auf diese Weise können die Wafer **W** und die Nuten des zweiten Halters **3** in einer sehr kurzen Zeitperiode sauber ausgetrocknet bzw. getrocknet werden.

[0033] Es wird nun auf **Fig. 1E** Bezug genommen. Der Trocknungsvorgang ist abgeschlossen, wenn der Pegel des reinen Wassers **26** die unteren Enden der Wafer **W** erreicht, wie es mit L_3 gekennzeichnet ist, oder wenn das reine Wasser **26** vollständig aus dem Spülbad **1** abgezogen worden ist. Danach werden die Wafer **W** für einen nachfolgenden Schritt mittels einer Transporteinrichtung (nicht gezeigt) transportiert.

Ausführungsbeispiel

[0034] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sowie Ausführungsbeispiele werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungsfiguren erläutert. Hierbei ist:

[0035] **Fig. 1A–1E** die Wiedergabe des Prinzips eines mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung durchgeführten Verfahrens;

[0036] **Fig. 2** eine schematische Vertikalschnittansicht einer Trocknungsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0037] **Fig. 3** eine schematische Draufsicht auf die in **Fig. 2** gezeigte Trocknungsvorrichtung;

[0038] **Fig. 4** eine Schnittansicht entlang der Linie 4-4 in **Fig. 2**;

[0039] **Fig. 5** eine Schnittansicht entlang der Linie 5-5 in **Fig. 2**;

[0040] **Fig. 6** eine Vorderansicht eines ersten Halters;

[0041] **Fig. 7** eine Draufsicht auf den in **Fig. 6** gezeigten ersten Halter;

[0042] **Fig. 8** eine Seitenansicht des in **Fig. 6** gezeigten ersten Halters;

[0043] **Fig. 9** eine vergrößerte Ansicht auf mehrere Waferhaltenuten des ersten Halters;

[0044] **Fig. 10** eine Ansicht von vorn auf einen zweiten Halter;

[0045] **Fig. 11** eine Draufsicht auf den in **Fig. 10** gezeigten zweiten Halter;

[0046] **Fig. 12** eine Seitenansicht des in **Fig. 10** ge-

zeigten zweiten Halters;

[0047] **Fig. 13A, 13B** eine Wiedergabe der Vorgehensweise, in der ein Wafer von den Nuten des ersten Halters getrennt wird;

[0048] **Fig. 14** eine schematische Schnittansicht einer Trocknungsvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0049] **Fig. 15** eine schematische Draufsicht auf die in **Fig. 14** gezeigte Trocknungsvorrichtung;

[0050] **Fig. 16** eine Schnittansicht entlang der Linie 16-16 in **Fig. 15**;

[0051] **Fig. 17** eine schematische Schnittansicht einer Trocknungsvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0052] **Fig. 18** eine schematische Draufsicht auf die in **Fig. 17** gezeigte Trocknungsvorrichtung;

[0053] **Fig. 19** eine Schnittansicht entlang der Linie 19-19 in **Fig. 17**;

[0054] **Fig. 20** eine Schnittansicht entlang der Linie 20-20 in **Fig. 19**;

[0055] **Fig. 21** eine Schnittansicht entlang der Linie 21-21 in **Fig. 19**;

[0056] **Fig. 22** eine perspektivische Ansicht, die die Vorgehensweise wiedergibt, in der eine Verbindungseinrichtung angeschlossen ist;

[0057] **Fig. 23A, 23B** Seiten- sowie Draufsichten auf einen zweiten Halter;

[0058] **Fig. 24** eine perspektivische Ansicht eines Schwimmerteils;

[0059] **Fig. 25** eine Wiedergabe der Arbeitsweise des Schwimmerteils;

[0060] **Fig. 26** eine Wiedergabe der Arbeitsweise einer Führungsplatte, die in **Fig. 17** mittig angeordnet ist;

[0061] **Fig. 27A** eine Wiedergabe der Arbeitsweise einer Führungsplatte, die an der rechten Seite in **Fig. 17** angeordnet ist;

[0062] **Fig. 27B** eine Wiedergabe der Arbeitsweise einer Führungsplatte, die an der linken Seite in **Fig. 17** angeordnet ist;

[0063] **Fig. 28** eine Wiedergabe eines Beispiels für ein bekanntes Trocknungsverfahren;

[0064] **Fig. 29** eine Wiedergabe eines weiteren Beispiels für ein bekanntes Trocknungsverfahren;

[0065] **Fig. 30** eine Wiedergabe eines weiteren Beispiels für ein bekanntes Trocknungsverfahren;

[0066] **Fig. 31A** eine Vorderansicht eines Halters, der im Stand der Technik verwendet wird;

[0067] **Fig. 31B** eine Schnittansicht entlang der Linie 31B-31B in **Fig. 31A**; und

[0068] **Fig. 32** eine Wiedergabe der Art und Weise, wie ein Wafer in Eingriff mit Waferhaltenuten des Halters gehalten wird.

[0069] Die vorliegende Erfindung wird nun nachstehend im Wege von Beispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungsfiguren erläutert.

[0070] Die **Fig. 2 bis 13** geben eine Trocknungsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wieder.

[0071] Im Wege eines Beispiels ist die vorliegende Erfindung bei einer Trocknungsvorrichtung eingesetzt, bei der reines Wasser oder eine Spülflüssigkeit aus einem Reinigungsbad abgezogen wird, wobei zwei Halter zum Halten des Substrates weitestgehend an Ort und Stelle verbleiben.

[0072] Es wird nun speziell auf die **Fig. 2 und 3** Bezug genommen. Reines Wasser ist in einem Spülbad **1** vorhanden. Eine Halteranhebeeinrichtung **4** ist in der Nähe des Bodens des Spülbades **1** angeordnet, um ein Paar aus ersten Haltern **2a, 2b** sowie einen zweiten Halter **3** wahlweise nach oben und unten zu bewegen. Zwei Betätigungsbehälter bzw. Betätigungsgehäuse **7a, 7b** sind an den gegenüberliegenden Seiten der Halteranhebeeinrichtung **4** vorgesehen. Jeweils eine pneumatisch angetriebene Betätigungseinrichtung **6a, 6b** ist innerhalb des entsprechenden Betätigungsgehäuses **7a, 7b** aufgenommen und ist in der Lage, die Halteranhebeeinrichtung **4** anzutreiben.

[0073] Obwohl dies nicht speziell gezeigt ist, besitzen die Betätigungsgehäuse **7a, 7b** jeweils einen Lufteinlaß zum Zuführen von Druckluft zu den Betätigungseinrichtungen **6a, 6b**, einen Luftauslaß und eine Entlüftung, durch die der Innenraum sowohl der Halteranhebeeinrichtung **4** als auch die Betätigungsgehäuse **7a, 7b** mit der Umgebungsatmosphäre in Kontakt stehen.

[0074] Die erste Betätigungseinrichtung **6a** besitzt eine Antriebswelle **8a**, welche über eine Kupplung **9a** mit einer ersten im wesentlichen horizontal verlaufenden Antriebswelle **10a** der Halteranhebeeinrichtung **4** verbunden ist. Zwei Exzenternocken **11a, 11b** sind an

der ersten Antriebswelle **10a** unmittelbar unter den entsprechenden ersten Haltern **2a, 2b** fest bzw. drehfest montiert, um die ersten Halter **2a, 2b** jeweils nach oben und unten zu bewegen.

[0075] In ähnlicher Weise besitzt die zweite Betätigungseinrichtung **6b** eine Antriebswelle **8b**, welche über eine Kupplung **9b** mit einer zweiten im wesentlichen horizontal verlaufenden Antriebswelle **10b** der Halteranhebeeinrichtung **4** verbunden ist. Ein Exzenternocken **11c** ist fest bzw. drehfest an der zweiten Antriebswelle **10b** unmittelbar unter dem zweiten Halter **3** montiert, um den zweiten Halter **3** nach oben und unten zu bewegen.

[0076] Die erste Antriebswelle **10a** und die zweite Antriebswelle **10b** erstrecken sich durch zwei Verstärkungsplatten **12a, 12b** und werden durch die beiden Verstärkungsplatten **12a, 12b** gehalten. Die beiden Verstärkungsplatten **12a, 12b** dienen daher sowohl als Lagerplatten als auch als Positionierplatten.

[0077] Die Halteranhebeeinrichtung **4** besitzt eine vordere Platte **13a**, eine hintere Platte **13b**, eine rechte Seitenplatte **14a** sowie eine linke Seitenplatte **14b**. Diese vier Platten werden so zusammengebaut, daß sich ein abgedichtetes Gehäuse ergibt. Zwei flexible Bahnen **15a, 15b**, die beispielsweise aus Polytetrafluoräthylen hergestellt sein können, sind über Dichtungen (nicht gezeigt) an den oberen und unteren Seiten des Gehäuses dicht angeordnet. Zwei Linearschienen bzw. zwei gerade Schienen **16a, 16b** sind an der Innenseite der hinteren Platte **13b** so angebracht, daß sie eine Vertikalbewegung der entsprechenden ersten Halter **2a, 2b** führen. In ähnlicher Weise ist eine Linearschiene bzw. eine gerade Schiene **16c** an der Innenseite der hinteren Platte **13b** angebracht, um eine Vertikalbewegung des zweiten Halters **3** zu führen.

[0078] Drei Führungsplatten **17a** bis **17c** für eine vertikale Verschiebbewegung sind gleitbar an den entsprechenden Linearschienen **16a** bis **16c** angeordnet. Wie dies aus **Fig. 4** entnehmbar ist, ist das obere Ende jeder Führungsplatte **17a, 17b** über die obere flexible Bahn **15a** abgedichtet an den ersten Haltern **2a, 2b** angebracht. Das untere Ende jeder Führungsplatte **17a, 17b** ist über Halteplatten **18a, 18b** an der unteren flexiblen Bahn **15b** abgedichtet angebracht.

[0079] Die Führungsplatten **17a, 17b** besitzen horizontal verlaufende, U-förmige Ausnehmungen **19a, 19b**, innerhalb denen die Exzenternocken **11a, 11b**, die auf der ersten Antriebswelle **10a** fest angebracht sind, jeweils drehbar aufgenommen sind.

[0080] Mit dieser Anordnung wird die erste Betätigungseinrichtung **6a** gesteuert so betrieben, daß die erste Antriebswelle **10a** zusammen mit den Exzen-

ternocken **11a, 11b** inkremental bzw. schrittweise oder allmählich über 180° gedreht wird. Dies veranlaßt die Führungsplatten **17a, 17b** um eine Strecke entsprechend dem Betrag der Verschiebung der Exzenternocken **11a, 11b** von der Drehachse der Antriebswelle **10a** aus vertikal bewegt zu werden. Die ersten Halter **2a, 2b** werden vertikal mit den Führungsplatten **17a, 17b** bewegt.

[0081] Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, ist das obere Ende der Führungsplatte **17c** über die obere flexible Bahn **15a** an dem zweiten Halter **3** abgedichtet angebracht. Das untere Ende der Führungsplatte **17c** ist über eine Halteplatte **18c** an der unteren flexiblen Bahn **15b** abgedichtet angebracht.

[0082] Die Führungsplatte **17c** besitzt eine horizontal verlaufende, U-förmige Ausnehmung **19c**, innerhalb der der Exzenternocken **11c**, welcher auf der zweiten Antriebswelle **10b** befestigt ist, drehbar aufgenommen ist.

[0083] Mit dieser Anordnung wird die zweite Betätigungseinrichtung **6b** gesteuert so betätigt, daß die zweite Antriebswelle **10b** zusammen mit dem Exzenternocken **11c** inkremental bzw. schrittweise oder allmählich über 180° gedreht wird. Dies veranlaßt die Führungsplatte **17c** vertikal um eine Strecke entsprechend dem Betrag der Verschiebung des Exzenternockens **11c** von der Drehachse der zweiten Antriebswelle **10b** aus vertikal bewegt zu werden. Der zweite Halter **3** wird vertikal mit der zweiten Führungsplatte **17c** bewegt.

[0084] Es wird nun insbesondere auf die **Fig. 6** bis **8** Bezug genommen. Die ersten Halter **2a, 2b** besitzen jeweils zwei Haltevorsprünge oder Haltearme **20a, 20b**. Die Länge der beiden Haltearme **20a, 20b** und der Abstand zwischen den beiden Haltearmen **20a, 20b** wird in Abhängigkeit der Größe eines Wafers **W** ausgewählt. Eine vorbestimmte Zahl an Waferhaltenuten **21a, 21b** sind in den entsprechenden oberen Enden der Haltearme **20a, 20b** ausgebildet, um die Wafer **W** aufzunehmen. Das Bezugszeichen **22** kennzeichnet ein Bolzenloch, durch das sich ein Bolzen so erstreckt, daß er die ersten Halter **2a, 2b** an den oberen Enden der Führungsplatten **17a, 17b** festhält.

[0085] Wie dies in einem größeren Maßstab in **Fig. 9** gezeigt ist, besitzen die Nuten **21a, 21b** jeweils eine Breite, die deutlich größer ist als die Dicke eines Wafers **W**. Die Nuten **21a, 21b** weisen jeweils abgechrägte Oberflächen auf, die in entgegengesetzte Richtungen geneigt und leicht seitlich verschoben sind, um einen Wafer **W** in seiner vertikalen Ausrichtung zu halten, während der Wafer **W** zwischen den Nuten **21a, 21b** angeordnet ist.

[0086] Die besondere Form der Nuten **21a, 21b** er-

möglichst eine feste Halterung eines Wafers W. Wenn der Wafer W mit Abstand zu den Nuten **21a**, **21b** angeordnet ist, bleibt ein ausreichend großer Raum zwischen dem Wafer W und den Nuten **21a**, **21b** übrig, wie dies in den **Fig.** 13A, 13B gezeigt ist, wodurch die Gefahr minimiert wird, daß Wassertröpfchen in den Nuten **21a**, **21b** verbleiben.

[0087] Wie es in den **Fig.** 10 bis 12 gezeigt ist, weist der zweite Halter **3** vier Haltearme **23a** bis **23d** auf. Mehrere Waferhaltenuten **24a** bis **24d** sind in den jeweiligen oberen Enden der Haltearme **23a** bis **23d** ausgebildet und besitzen eine zu den Nuten **21a**, **21b** der ersten Halter **2a**, **2b** entsprechende Form. Das Bezugszeichen **25** kennzeichnet ein Bolzenloch, durch das sich ein Bolzen so erstreckt, daß er den zweiten Halter **3** an dem oberen Ende der Führungsplatte **17c** sicher hält.

[0088] Nachstehend wird nunmehr das Trocknungsverfahren erläutert, welches mit der Trocknungsvorrichtung ausgeführt werden kann.

[0089] Zu Beginn des Verfahrens werden die Wafer W nur durch den zweiten Halter **3** gehalten. Die ersten Halter **2a**, **2b** sind unterhalb der Wafer W angeordnet.

[0090] Die Wafer W werden mittels einer Fördereinrichtung und einer Klemmeinrichtung (nicht gezeigt) in das Spülbad **1** transportiert, nachdem sie durch eine geeignete Chemikalie oder ein Waschmittel gereinigt worden sind. Die Wafer werden vertikal innerhalb des Spülbades **1** auf dem zweiten Halter **3** angeordnet. Das Spülbad **1** wird durch einen oberen Deckel (nicht gezeigt) abgedeckt. Reines Wasser **26** wird anschließend von einer Quelle für reines Wasser (nicht gezeigt) zugeführt, um die Oberflächen der Wafer W zu spülen.

[0091] Nachdem die Wafer W gespült worden sind, wird eine Mischung aus Isopropylalkohol und Stickstoff aus einer Gasquelle (nicht gezeigt) in den oberen Innenraum des Spülbades **1** eingebracht. Ein Ablassventil (nicht gezeigt) wird anschließend geöffnet, um das reine Wasser aus dem Spülbad **1** abzuziehen.

[0092] Das reine Wasser kann mit der größtmöglichen Geschwindigkeit solange abgezogen werden, bis der Pegel des Wassers die oberen Ende der Wafer W erreicht. Nachdem der Wasserpegel die oberen Enden der Wafer W erreicht hat, sollte das Ablassventil gesteuert betrieben werden, um das reine Wasser mit einer Geschwindigkeit von beispielsweise 1,5 cm/s abzuziehen, die zum Erzielen des Marangoni-Effekts geeignet ist.

[0093] Wenn der Wasserpegel bzw. Wasserspiegel unter die oberen Enden der Wafer W abgesenkt wor-

den ist, ist ein Teil der Oberfläche jedes Wafers W oberhalb des Wasserpegels unter dem Marangoni-Effekt sauber getrocknet, da der Wasserpegel entlang der Oberfläche der Wafer W absinkt. Wenn der Wasserpegel die oberen Enden der ersten Halter **2a**, **2b** oder die Position der Nuten **21a**, **21b** erreicht, was durch L_1 gekennzeichnet ist, bleibt das reine Wasser nur in den Nuten **21a**, **21b** übrig, da die Wafer W beabstandet von den Nuten **21a**, **21b** sind (vgl. **Fig.** 13A, 13B).

[0094] Daher können die Wafer W und die Nuten **21a**, **21b** in einer sehr kurzen Zeitperiode getrocknet werden, nachdem sich die Wafer W und die Nuten **21a**, **21b** über dem Wasserpegel befinden. Bei der bekannten Anordnung verbleibt eine beträchtliche Zahl an Wassertröpfchen an Kontaktbereichen zwischen einem Wafer und den Waferhaltenuten. Daher bleiben Wasserflecken übrig, wenn diese Wassertröpfchen getrocknet sind. Bei der vorliegenden Erfindung bleiben keine Wasserflecken übrig, da die Wassertröpfchen bloß zwischen den Wafers und den Nuten **21a**, **21b** verbleiben.

[0095] Wenn der Wasserspiegel weiter zu dem oberen Ende des zweiten Halters **3** oder zu der Position der Nuten **24a**, **24b** abgesenkt wird, wie es durch L_2 gekennzeichnet ist, wird eine Steuereinrichtung (nicht gezeigt) in Betrieb genommen, um die Beteiligungseinrichtungen **6a**, **6b** so zu steuern, daß die erste Antriebswelle **10a** und die zweite Antriebswelle **10b** um 180° gedreht werden.

[0096] Da die Exzenternocken **11a** bis **11c** mit der ersten und der zweiten Antriebswelle **10a**, **10b** in Drehung versetzt werden, werden die Führungsplatten **17a**, **17b** um eine Strecke entsprechend dem Betrag der Verschiebung der Nocken **11a**, **11b** von der Drehachse nach oben bewegt, wogegen die Führungsplatte **17c** um eine Strecke entsprechend dem Betrag der Verschiebung des Nockens **11c** von der Drehachse aus nach unten bewegt wird.

[0097] Die ersten Halter **2a**, **2b** werden über die flexible Bahn **15a** mit den Führungsplatten **17a**, **17b** nach oben bewegt. Darüber hinaus wird der zweite Halter **3** mit der Führungsplatte **17c** nach unten bewegt. Wenn der Wasserspiegel das obere Ende des zweiten Halters **3** erreicht, wie es durch L_2 gekennzeichnet ist, werden die Wafer W aus den Nuten **24a** bis **24d** des zweiten Halters **3** herausgenommen und stattdessen durch die ersten Halter **2a**, **2b** gehalten, d.h., daß die Wafer W durch die Nuten **21a**, **21b** der ersten Halter **2a**, **2b** gehalten werden, deren Nuten trocken sind.

[0098] Wenn der Wasserspiegel weiter bis zu den Nuten **24a** bis **24d** des zweiten Halters **3** abgesenkt wird, bleibt das reine Wasser **26** bloß zwischen den Wafers W und den Nuten **24a** bis **24d** übrig, da die

Wafer W bereits außer Eingriff mit den Nuten **24a** bis **24d** gelangt sind, wie dies vorstehend erläutert worden ist.

[0099] Daher können die Wafer W und die Nuten **24a** bis **24d** in einer sehr kurzen Zeitperiode getrocknet werden, nachdem sich die Wafer W und die Nuten **24a** bis **24d** oberhalb des Wasserspiegels befinden. Wie dies vorstehend erläutert worden ist, verbleiben beim Stand der Technik eine große Zahl an Wassertröpfchen zwischen einem Wafer und den Waferhaltenuten. Wasserflecken bleiben beim Trocknen derartiger Wassertröpfchen zurück. Bei der vorliegenden Erfindung bleiben keine Wasserflecken zurück, da die Wassertröpfchen nur zwischen dem Wafer W und den Nuten **24a** bis **24d** vorhanden sind.

[0100] Das Trocknungsverfahren ist beendet, wenn der Pegel des reinen Wassers **26** unter die unteren Enden der Wafer W abgesenkt worden ist, wie es durch L_3 gekennzeichnet ist, oder wenn das reine Wasser **26** vollständig aus dem Spülbad **1** abgezogen worden ist. Die Wafer W werden danach aus dem Spülbad **1** herausbewegt und für einen nachfolgenden Bearbeitungsschritt mittels einer Klemmeinrichtung und einer Fördereinrichtung (nicht gezeigt) transportiert.

[0101] Es ist zu bemerken, daß die flexiblen Bahnen **15a**, **15b** in ihrer Gesamtheit mit den ersten Haltern **2a**, **2b** und dem zweiten Halter **3** vertikal bewegt werden. Dies führt zu Veränderungen in dem Volumen des Spülbades **1** und daher zu Veränderungen in dem Pegel des reinen Wassers innerhalb des Spülbades **1**. Daher werden bei diesem Ausführungsbeispiel die ersten Halter **2a**, **2b** und der erste Halter **3** in entgegengesetzte Richtungen bewegt. Dies bedeutet, daß, wenn die ersten Halter **2a**, **2b** angehoben werden, der zweite Halter **3** gleichzeitig abgesenkt wird. Wenn die ersten Halter **2a**, **2b** abgesenkt werden, wird der zweite Halter **3** gleichzeitig angehoben. Dies nimmt eine Änderung in dem Volumen des Spülbades **1** auf, beseitigt eine entsprechende Änderung in dem Wasserspiegel und verhindert daher, daß reines Wasser verspritzt wird oder der Wasserspiegel stark bewegt wird. Die Wafer können so mit einem hohen Grad an Reinheit gereinigt werden.

[0102] Die Fig. 14 bis 16 geben ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wieder.

[0103] Das zweite Ausführungsbeispiel umfaßt eine Halteranhebeeinrichtung, welche in ihrem Aufbau von derjenigen verschieden ist, die im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet worden ist.

[0104] Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel besitzt eine Halteranhebeeinrichtung eine erste lineare Antriebseinrichtung **33**, die über eine Verbindungsstan-

ge **32** mit einem ersten Halter **2** verbunden ist, sowie eine zweite lineare Antriebseinrichtung **35**, die über eine Verbindungsstange **34** mit einem zweiten Halter **3** verbunden ist. Die erste und die zweite lineare Antriebseinrichtung **33**, **35** werden gesteuert betätigt, um den ersten und den zweiten Halter **2**, **3** jeweils zu bewegen.

[0105] Die zeitliche Abfolge der vertikalen Bewegungen des ersten und des zweiten Halters **2**, **3** sowie des Trocknungsverfahrens sind identisch mit der zeitlichen Abfolge in dem ersten Ausführungsbeispiel, so daß sie daher nachstehend nicht erläutert werden.

[0106] Die Fig. 17 bis 25 geben eine Trocknungsvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wieder. In Fig. 17 sind gleiche Bauteile durch gleiche Bezugszeichen wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel gekennzeichnet.

[0107] Wie aus den Fig. 17 bis 19 hervorgeht, weist eine Halteranhebeeinrichtung **4** des dritten Ausführungsbeispiels zwei abgedichtete Gehäuse **41a**, **41b** auf, die über drei Rohre **42** bis **44** miteinander in Verbindung stehen. Eine geeignete Einrichtung ist in den abgedichteten Gehäusen **41a**, **41b** vorgesehen, um die ersten Halter **2a**, **2b** und einen zweiten Halter **3** vertikal zu bewegen.

[0108] Innerhalb des mittig angeordneten Rohres **42** (vgl. Fig. 19) ist eine erste Drehbetätigungseinrichtung **45** als ein Antriebsmittel für die vertikale Bewegung des zweiten Halters **3** angeordnet. Wie in dem schematischen Schnitt in Fig. 21 erkennbar ist, besitzt die erste Drehbetätigungseinrichtung **45** einen Rotor **45b**, der drehbar innerhalb eines Zylinderelements **45a** angeordnet ist. Das Zylinderelement **45a** besitzt einen Lufteinlaß **45c** und einen Luftauslaß **45d**. Druckluft wird wahlweise über den Lufteinlaß **45c** der ersten Drehbetätigungseinrichtung **45** zugeführt und über den Luftauslaß **45d** aus der ersten Drehbetätigungseinrichtung **45** ausgebracht, um den Rotor **45b** reversibel um 180° zu drehen.

[0109] Eine zweite Drehbetätigungseinrichtung **46** ist innerhalb des Rohres **43** (re. Seite in Fig. 19) angeordnet und dient als ein Antriebsmittel für die vertikale Bewegung der ersten Halter **2a**, **2b**. Wie bei der ersten Drehbetätigungseinrichtung **45**, die in Fig. 21 gezeigt ist, weist die zweite Drehbetätigungseinrichtung **46** einen Lufteinlaß **46c** und einen Luftauslaß **46d** auf. Druckluft wird in die zweite Drehbetätigungseinrichtung **46** eingebracht und aus der zweiten Drehbetätigungseinrichtung **46** ausgebracht, um einen Rotor **46b** um 180° reversibel zu drehen.

[0110] Innerhalb des Rohres **44** (li. Seite in Fig. 19) ist eine Antriebswelle **48** angeordnet, die über einan-

der gegenüberliegende Verbindungen bzw. Verbindungsstangen **47a**, **47b** durch die zweite Drehbetätigungseinrichtung **46** angetrieben wird.

[0111] Zwei Wellen **49a**, **49b** sind innerhalb des Rohres **42** mit den gegenüberliegenden Enden der ersten Drehbetätigungseinrichtung **45** verbunden. Wenn der Rotor **45b** über 180° gedreht wird, werden die Wellen **49a**, **49b** ebenfalls über 180° in die gleiche Richtung gedreht. Die Wellen **49a**, **49b** erstrecken sich über ein Paar einander gegenüberliegender Lager **50a**, **50b** in das linke bzw. rechte abgedichtete Gehäuse **41a**, **41b**. Zwei Exzenternocken **51a**, **51b** sind fest bzw. drehfest an den distalen Enden der Wellen **49a**, **49b** angebracht.

[0112] Zwei Führungsplatten **53a**, **53b** werden vertikal entlang zweier entsprechender linearer Gleitschienen **52a**, **52b** bewegt und besitzen entsprechende horizontal verlaufende, U-förmige Ausnehmungen **54a**, **54b**, innerhalb denen die Exzenternocken **51a**, **51b** aufgenommen sind. Die Führungsplatten **53a**, **53b** sind so gestaltet, daß sie die Drehbewegungen in vertikale Bewegungen umwandeln. Wenn die Exzenternocken **51a**, **51b** über 180° gedreht werden, werden die Führungsplatten **53a**, **53b** vertikal um eine Strecke entsprechend dem Versatzbetrag der Exzenternocken **51a**, **51b** vertikal bewegt. Um den Reibungswiderstand zwischen den Exzenternocken **51a**, **51b** und den Ausnehmungen **54a**, **54b** zu minimieren, sind zwei Lager **55a**, **55b** um die beiden Exzenternocken **51a**, **51b** angeordnet.

[0113] Um den zweiten Halter **3** vertikal zu bewegen, sind zwei Antriebsschäfte **56a**, **56b** jeweils mit einem Ende versehen, das mit der oberen Oberfläche einer entsprechenden Führungsplatte **53a**, **53b** verbunden ist, wobei das andere Ende der Schäfte mit dem zweiten Halter **3** verbunden ist. Die Antriebswellen **56a**, **56b** erstrecken sich über obere Enden der abgedichteten Gehäuse **41a**, **41b** in das Spülbad **1** hinein. Zwei Faltenbalge **57a**, **57b** sind um die entsprechenden Antriebsschäfte **56a**, **56b** angeordnet, um den Eintritt von reinem Wasser in die abgedichteten Gehäuse **41a**, **41b** zu verhindern. Die Antriebswellen **56a**, **56b** werden über die Faltenbalge **57a**, **57b** frei nach oben und unten bewegt.

[0114] Die beiden Wellen **58a**, **58b** sind innerhalb des Rohres **43** mit den gegenüberliegenden Enden der zweiten Drehbetätigungseinrichtung **46** verbunden. Wenn der Rotor **46b** über 180° gedreht wird, werden die Wellen **58a**, **58b** ebenfalls um 180° in die gleiche Richtung gedreht. Die Wellen **58a**, **58b** erstrecken sich über zwei Lager **59a**, **59b** in das linke bzw. das rechte abgedichtete Gehäuse **41a**, **41b**. Zwei Exzenternocken **60a**, **60b** sind fest auf dem jeweiligen Ende der Wellen **58a**, **58b** angebracht.

[0115] Zwei Führungsplatten **62a**, **62b** sind vertikal

entlang eines entsprechenden Paares einander gegenüberliegender linearer Gleitschienen **61a**, **61b** bewegbar und besitzen entsprechende horizontal verlaufende, U-förmige Ausnehmungen **62a**, **62b**, innerhalb der die Exzenternocken **60a**, **60b** aufgenommen sind. Die Führungsplatten **62a**, **62b** sind so gestaltet, daß sie eine Drehbewegung in eine Vertikalbewegung umwandeln. Wenn die Exzenternocken **60a**, **60b** um 180° gedreht werden, werden die Führungsplatten **62a**, **62b** um eine Strecke entsprechend dem Versatzbetrag der Exzenternocken **60a**, **60b** vertikal bewegt. Um den Reibungswiderstand zwischen den Exzenternocken **60a**, **60b** und den Ausnehmungen **63a**, **63b** zu minimieren, sind zwei Lager **64a**, **64b** um die beiden Exzenternocken **60a**, **60b** angeordnet.

[0116] Um den ersten Halter **2a** vertikal zu bewegen, ist jeweils ein Ende von zwei Antriebsschäften **65a**, **65b** mit der oberen Oberfläche einer entsprechenden Führungsplatte **62a**, **62b** verbunden, wogegen das jeweilige andere Ende der Antriebsschäfte **65a**, **65b** mit den ersten Haltern **2a** verbunden ist. Die Antriebsschäfte **65a**, **65b** erstrecken sich über die oberen Enden der abgedichteten Gehäuse **41a**, **41b** in das Spülbad **1**. Ein Paar Faltenbalge **66a**, **66b** sind um die entsprechenden Antriebsschäfte **65a**, **65b** angeordnet, um den Eintritt von reinem Wasser in die abgedichteten Gehäuse **41a**, **41b** zu verhindern. Die Antriebsschäfte **65a**, **65b** sind frei nach oben und unten über die Faltenbalge **66a**, **66b** bewegbar.

[0117] Die Antriebswelle **48** ist innerhalb des Rohres **44** aufgenommen und erstreckt sich in die abgedichteten Gehäuse **41a**, **41b** hinein. Die Verbindungselemente bzw. Verbindungsstangen **47a**, **47b** sind mit den einander gegenüberliegenden Enden der Antriebswelle **48** verbunden. Die Antriebswelle **48** wird über die Verbindungsstangen **47a**, **47b** durch die zweite Drehbetätigungseinrichtung **46** angetrieben. Die Exzenternocken **68a**, **68b** sind auf den gegenüberliegenden Enden der Antriebswelle **48** fest angebracht.

[0118] Zwei Führungsplatten **70a**, **70b** sind entlang eines entsprechenden Paares einander gegenüberliegender linearer Gleitschienen **69a**, **69b** bewegbar und besitzen jeweils horizontal verlaufende, U-förmige Ausnehmungen **71a**, **71b**, innerhalb denen die Exzenternocken **68a**, **68b** aufgenommen sind. Die Führungsplatten **70a**, **70b** sind so gestaltet, daß sie eine Drehbewegung in eine Vertikalbewegung umsetzen. Wenn die Exzenternocken **68a**, **68b** über 180° gedreht werden, werden die Führungsplatten **70a**, **70b** um eine Strecke entsprechend dem Versatzbetrag der Exzenternocken **68a**, **68b** vertikal bewegt. Um den Reibungswiderstand zwischen den Exzenternocken **68a**, **68b** und den Ausnehmungen **71a**, **71b** zu minimieren, sind zwei Lager **72a**, **72b** um die beiden Exzenternocken **68a**, **68b** angeordnet.

[0119] Um den ersten Halter **2b** vertikal zu bewegen, ist das jeweilige Ende zweier Antriebsschäfte **73a, 73b** mit der oberen Oberfläche der entsprechenden Führungsplatte **70a, 70b** und das andere Ende der Antriebsschäfte **73a, 73b** mit dem ersten Halter **2b** verbunden ist. Die Antriebsschäfte **73a, 73b** erstrecken sich über das obere Ende der abgedichteten Gehäuse **41a, 41b** in das Spülbad **1**. Ein Paar Faltenbalge **74a, 74b** sind um die Antriebsschäfte **73a, 73b** entsprechend angeordnet, um das Eintreten von reinem Wasser in die abgedichteten Gehäuse **41a, 41b** zu vermeiden. Die Antriebsschäfte **73a, 73b** sind über die Faltenbalge **74a, 74b** frei nach oben und unten bewegbar.

[0120] Wie in **Fig. 22** gezeigt ist, ist ein Ende jeder Verbindungsstange **47a, 47b** mit einer entsprechenden Welle der beiden Wellen **58a, 58b** über einen jeweiligen Hebel der Hebel **75a, 75b** und das andere Ende mit der Antriebswelle **48** über einen entsprechenden Hebel der einander gegenüberliegenden Hebel **76a, 76b** verbunden. Die Hebel **75a, 76a** und die Hebel **75b, 76b** sind gegeneinander über 90° versetzt angeordnet, um eine weiche hin- und hergehende Bewegung der Verbindungselemente **47a, 47b** zu unterstützen.

[0121] Die ersten Halter **2a, 2b** und der zweite Halter **3**, die bei dem dritten Ausführungsbeispiel verwendet werden, sind in ihrem Aufbau ähnlich zu denen des ersten Ausführungsbeispiels, jedoch wurden die folgenden Veränderungen an dem in dem dritten Ausführungsbeispiel verwendeten, zweiten Halter **3** vorgenommen.

[0122] Es wird nun speziell auf die **Fig. 23A, 23B** Bezug genommen. Der zweite Halter **3** besitzt eine mittige Öffnung **80**, um ein Schwimmerteil **81** aufzunehmen.

[0123] Das Schwimmerteil **81** besitzt einen Schwimmerkörper **81b** mit einem dreiecksförmigen oberen Ende **81a** sowie zwei Seitenarme **81c**, die sich horizontal von einander gegenüberliegenden Seiten des Schwimmerkörpers **81b** erstrecken. Der Schwimmerkörper **81b** ist im Vergleich zu dem Wafer **W** stärker hydrophil gegenüber dem reinen Wasser. Der Schwimmerkörper **81b** ist aus einem synthetischen Harz hergestellt, das ein spezifisches Gewicht aufweist, welches geringer als das spezifische Gewicht des reinen Wassers ist. Alternativ kann der Schwimmerkörper **81b** aus Metall hergestellt sein. In diesem Fall sollte jedoch der Schwimmerkörper **81b** hohl sein, so daß er auf der Oberfläche des reinen Wassers schwimmen kann. In diesem Fall ist der Schwimmerkörper **81b** beispielsweise aus Polyetheretherketon (PEEK) hergestellt.

[0124] Wie in den **Fig. 17** und **18** gezeigt ist, sind die Seitenarme **81c, 81c** des Schwimmerteil **81** über

Stifte **83a, 83b** an ihrem jeweiligen einen Ende schwenkbar an der Seitenwand der abgedichteten Gehäuse **41a, 41b** angebracht. Wie in **Fig. 25** gezeigt ist, wird der Schwimmerkörper **81b** um die Stifte **83a, 83b** infolge eines Aufschwimmens nach oben verschwenkt, wie es durch ausgezogene Linien wiedergegeben ist, wenn ein Pegel **La** des reinen Wassers oberhalb des Schwimmerteils **81** vorhanden ist, um das dreiecksförmige obere Ende **81a** des Schwimmerteils **81b** in Kontakt mit dem unteren Ende des Wafers **W** zu bringen.

[0125] Wenn auf der anderen Seite ein Pegel **Lb** des reinen Wassers unterhalb des Schwimmerteils **81** vorhanden ist, wird das Schwimmerteil **81b** infolge seines Eigengewichtes nach unten verschwenkt, wie es durch die unterbrochenen Linien dargestellt ist, um das dreiecksförmige obere Ende **81a** zu veranlassen, weg von dem unteren Ende des Wafers **W** bewegt zu werden. Diese Anordnung ermöglicht dem dreiecksförmigen oberen Ende **81a** des Schwimmerkörpers **81b**, Wassertröpfchen, die andernfalls an dem unteren Ende des Wafers **W** zurückbleiben, weg fließen zu lassen, wenn der Pegel des reinen Wassers an dem unteren Ende des Wafers **W** vorbeigeht, wodurch keine Wassertröpfchen an der unteren Kante des Wafers **W** übrig bleiben.

[0126] Nachstehend wird das Trocknungsverfahren erläutert, daß durch die Trocknungsvorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel ausgeführt wird.

[0127] Zu Beginn des Verfahrens befinden sich alle Führungsplatten **53a, 53b, 60a, 60b, 70a, 70b** in ihrer am weitesten oberliegenden Position, wie es durch die ausgezogenen Linien in den **Fig. 26, 27** dargestellt ist. Ein Wafer **W** wird durch sämtliche ersten Halter **2a, 2b** sowie dem zweiten Halter **3** gehalten.

[0128] Nachdem die Wafer **W** durch eine geeignete Chemikalie gereinigt worden sind, werden die Wafer **W** mittels einer Fördereinrichtung und einer Klemmeinrichtung (nicht gezeigt) in das Innere des Spülbades **1** transportiert. Die Wafer **W** werden anschließend auf den ersten Haltern **2a, 2b** und dem zweiten Halter **3** vertikal ausgerichtet plaziert. Nachdem das obere Ende des Spülbades **1** durch einen oberen Deckel (nicht gezeigt) verschlossen worden ist, wird reines Wasser aus einer Quelle für reines Wasser (nicht gezeigt) eingebracht, um die Oberfläche der Wafer **W** zu spülen.

[0129] Nachdem die Wafer **W** gespült bzw. ausgespült worden sind, wird eine Gasmischung aus Propylalkoholdampf und Stickstoff aus einer Gasquelle (nicht gezeigt) in den oberen Innenraum des Spülbades **1** eingebracht und ein Ablaßventil (nicht gezeigt) geöffnet, um reines Wasser aus dem Spülbad **1** in einer vorbestimmten Geschwindigkeit abzuziehen.

Wenn der Pegel des reinen Wassers abgesenkt wird und an den Oberflächen der Wafer W vorbeigegangen ist, werden die Wafer wirksam unter dem Marangoni-Effekt getrocknet, wie es vorstehend erläutert worden ist.

[0130] Wenn der Pegel des reinen Wassers bis nahe an das obere Ende der ersten Halter **2a**, **2b** abgesenkt worden ist, wird die zweite Drehbetätigungseinrichtung **46** angetrieben, um den Rotor **46b** über 180° zu drehen. Dies veranlaßt die Wellen **58a**, **58b**, sich in die gleiche Richtung um 180° zu drehen.

[0131] Die Exzenternocken **60a**, **60b** werden mit den Wellen **58a**, **58b** um 180° gedreht, wie es durch die unterbrochenen Linien in **Fig. 27A** gezeigt ist, um dadurch die Führungsplatten **62a**, **62b** aus einer Position, die in ausgezogenen Linien dargestellt ist, zu der am tiefsten gelegenen Position zu bewegen, die in unterbrochenen Linien wiedergegeben ist. Im Ergebnis wird der erste Halter **2a**, der mit dem Ende der Antriebswellen **65a**, **65b** verbunden ist, auf seine am weitesten untenliegende Position abgesenkt und von den Wafern W getrennt (vgl. **Fig. 13A**, **13B**).

[0132] Die Drehung der Wellen **58a**, **58b** wird auf die Antriebswelle **48** über die Verbindungsstangen **47a**, **47b** übertragen, wodurch die Antriebswelle **48** um 180° in die gleiche Richtung gleichzeitig mit dem Rotor **46b** gedreht wird. Die Exzenternocken **68a**, **68b** werden mit der Antriebswelle **48** um 180° gedreht, wie es durch die unterbrochene Linie in **Fig. 27B** gezeigt ist, um dadurch die Führungsplatten **70a**, **70b** in ihrer am weitesten untenliegenden Position zu bewegen, die durch die unterbrochenen Linien dargestellt ist. Im Ergebnis wird der erste Halter **2b**, der mit dem Ende der Antriebswellen **73a**, **73b** verbunden ist, ebenfalls in seine am weitesten untenliegende Position bewegt und von den Wafern W getrennt (vgl. **Fig. 13A**, **13B**).

[0133] Die Wafer W werden anschließend nur durch den zweiten Halter **3** gehalten. Wie dies vorstehend erläutert worden ist, sind die Verbindungsstangen **47a**, **47b** an den Wellen **58a**, **58b** sowie der Antriebswelle **48** mit den Hebeln **75a**, **76a** und den Hebeln **75b**, **76b** angebracht, während sie gegeneinander um 90° versetzt angeordnet sind. Daher können die Verbindungsstangen **47a**, **47b** zu diesem Zeitpunkt gleichmäßig gedreht werden.

[0134] Wenn der Pegel des reinen Wassers auf die Nuten **21a**, **21b** der ersten Halter **2a**, **2b** abgesenkt worden ist (vgl. **Fig. 6–8**), verbleibt kein reines Wasser in den Nuten **21a**, **21b**, da jeder Wafer W bereits von den Nuten **21a**, **21b** entfernt worden ist.

[0135] Daher können die Wafer W und die Nuten **21a**, **21b** in einer sehr kurzen Zeitperiode getrocknet werden und keine Wasserflecken bleiben an den

Oberflächen der Wafer W übrig.

[0136] Wenn der Pegel des reinen Wassers weiter nahe dem oberen Ende des zweiten Halters **3** abgesenkt worden ist, wird die zweite Drehbetätigungseinrichtung **46** um 180° gedreht und kehrt in ihre Ausgangsposition zurück. Dies veranlaßt die Führungsplatten **62a**, **62b**, **70a**, **70b** in ihre am weitesten obenliegende Position zurückzukehren, wie es durch die ausgezogenen Linien in den **Fig. 27A**, **27B** gezeigt ist. Zur gleichen Zeit wird die erste Drehbetätigungseinrichtung **45** angetrieben, um den Rotor **45b** um 180° zu drehen. Dies veranlaßt die Wellen **49a**, **49b**, sich in die gleiche Richtung um 180° zudrehen.

[0137] Darüber hinaus werden die Exzenternocken **51a**, **51b** mit den Wellen **49b**, **49b** so gedreht, daß die Führungsplatten **53a**, **53b** zu ihrer am weitesten untenliegenden Position bewegt werden, wie es durch die unterbrochenen Linien in **Fig. 26** gezeigt ist. Diese Bewegung veranlaßt den zweiten Halter **3**, zu seiner am weitesten untenliegenden Position bewegt und von den Wafern W getrennt zu werden.

[0138] Unter diesen Umständen werden die Wafer W nur durch die ersten Halter **2a**, **2b** und nicht durch den zweiten Halter **3** gehalten.

[0139] Obwohl der zweite Halter **3** von den Wafern W getrennt ist, wird der Schwimmerkörper **81b** des Schwimmerteils **81** um die Stifte **83a**, **83b** durch ein Aufschwimmen nach oben verschwenkt, um das dreiecksförmige obere Ende **81b** in Kontakt mit den unteren Enden der Wafer W zu bringen, wie es in **Fig. 25** gezeigt ist.

[0140] Durch diese Anordnung verbleibt kein reines Wasser in den Nuten **24a** bis **24d** im Gegensatz zu dem Stand der Technik, wenn der Pegel des reinen Wassers an den Nuten **24a** bis **24d** des zweiten Halters **3** vorbeigegangen ist (vgl. **Fig. 10**). Dies deshalb, da die Nuten **24a** bis **24d** bereits von den Wafern W getrennt worden sind.

[0141] Wenn der Pegel des reinen Wassers nach unten bewegt wird, um die am weitesten untenliegenden Enden der Wafer W freizusetzen, wird das letzte Wassertröpfchen, das an dem unteren Ende jedes der Wafer W vorhanden ist, veranlaßt, entlang des dreiecksförmigen oberen Endes **81a** des Schwimmerkörpers **81b** zu wandern, und wird anschließend in das reine Wasser abgeführt. Auf diese Weise werden im wesentlichen sämtliche Wassertröpfchen von den unteren Enden der Wafer W entfernt.

[0142] Demzufolge ist die Oberfläche des Wafers und die Nuten **24a** bis **24b** in einer sehr kurzen Zeitperiode getrocknet worden.

[0143] Dieses Trocknungsverfahren wird beendet,

wenn der Pegel des reinen Wassers unter die unteren Enden der Wafer W gelangt oder wenn das reine Wasser vollständig aus dem Spülbad 1 entfernt worden ist. Nachdem dieser Vorgang ausgeführt worden ist, werden die Wafer W für einen nachfolgenden Schritt mittels der Klemmeinrichtung und der Transporteinrichtung transportiert.

[0144] Bei dem dritten Ausführungsbeispiel sind die abgedichteten Gehäuse 41a, 41b nur durch die drei Rohre 42–44 miteinander verbunden. Kein Hindernis, wie die flexiblen Bahnen 15a, 15b, die bei dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet worden sind (vgl. Fig. 2), ist zwischen dem Boden des Spülbades 1 und den Wafern W vorhanden. Diese vorteilhafte Anordnung unterstützt das Spülen der Wafer.

[0145] Es ist zu bemerken, daß das Schwimmerteil 81 bei dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel ebenfalls verwendet werden kann.

[0146] Bei allen drei Ausführungsbeispielen wird reines Wasser als eine Spülflüssigkeit verwendet. Jedoch ist die Erfindung hierauf nicht beschränkt. Eine Vielzahl von Spülflüssigkeiten kann in Abhängigkeit der Art der Wafer und der Spülerfordernisse ausgewählt werden.

[0147] Darüber hinaus ist der Halbleiterwafer als ein zu spülendes und zu trocknendes Substrat verwendet worden. Jedoch ist die vorliegende Erfindung hierauf nicht beschränkt. Beispielsweise kann sie bei Flüssigkristall-Anzeigegläsern oder anderen Scheiben Verwendung finden.

[0148] Als Beispiel wurde bei der vorliegenden Erfindung eine IPA-Trocknungsvorrichtung mit direkter Verlagerung eingesetzt. Jedoch ist die Erfindung hierauf nicht beschränkt. Die vorliegende Erfindung kann in gleicher Weise für jede Art von Trocknungsvorrichtung eingesetzt werden, in der ein Substrat durch Bewegen des Substrates aus einer Spülflüssigkeit heraus oder durch Abziehen der Spülflüssigkeit erfolgt, nach dem das Substrat in die Spülflüssigkeit eingetaucht worden ist, während es in einer vertikalen Ausrichtung durch Halter gehalten wird.

[0149] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Trocknen eines Substrates W, nachdem das Substrat W in einem Spülbad 1 gespült worden ist, in dem eine Spülflüssigkeit 26 enthalten ist. Das Substrat W wird wahlweise durch erste und zweite Halter 2a, 2b, 3 vertikal gehalten. Der zweite Halter 3 ist zwischen den ersten Haltern 2a, 2b und unterhalb dieser ersten Halter 2a, 2b angeordnet. Jeder der ersten und zweiten Halter 2a, 2b, 3 weist Nuten auf, mit denen das Substrat in Eingriff bringbar ist. Wenn der Pegel der Spülflüssigkeit beim Absinken an den Nuten 21a, 21b der ersten Halter 2a, 2b vorbeigegangen ist, wird das Substrat W nur durch den

zweiten Halter 3 gehalten. Wenn anschließend der Pegel der Spülflüssigkeit beim Absinken an den Nuten 24a bis 24d des zweiten Halters 3 vorbeigeht, wird das Substrat W nur durch den ersten Halter 2a, 2b gehalten.

[0150] Die vorliegende Erfindung ist mit Bezug auf die bevorzugten Ausführungsbeispiele erläutert worden. Es ist zu bemerken, daß verschiedene Modifikationen und Änderungen eingesetzt werden können, ohne daß von den Erfindungsgedanken, die durch die beigefügten Ansprüche dargelegt sind, abgewichen wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Trocknen eines Substrats (W) durch Verlagern des Substrates relativ zu einer Spülflüssigkeit (26), nachdem das Substrat in einem Spülbad (1) gespült worden ist, in dem die Spülflüssigkeit enthalten ist, wobei die Vorrichtung enthält: einen ersten Halter (2a, 2b; 2), der in dem Spülbad (1) angeordnet ist, um das Substrat (W) in einer im wesentlichen vertikalen Ausrichtung zu halten, wobei der erste Halter (2a, 2b; 2) zumindest eine Substrathaltenut (21a, 21b) aufweist, mit der das Substrat (W) in Eingriff bringbar ist, einen zweiten Halter (3), der in dem Spülbad (1) oberhalb des ersten Halters (2a, 2b; 2) so angeordnet ist, daß er das Substrat (W) in einer im wesentlichen vertikalen Ausrichtung hält, wobei der zweite Halter (3) zumindest eine Substrathaltenut (24a–24d) aufweist, mit der das Substrat (W) in Eingriff bringbar ist, und eine Halteranhebeeinrichtung (4; 32–35), um den ersten Halter (2a, 2b; 2) und den zweiten Halter (3) zu bewegen, wobei die Halteranhebeeinrichtung (4; 32–35) betätigbar ist, um den ersten Halter (2a, 2b; 2) und den zweiten Halter (3) so zu bewegen, daß das Substrat (W) nur durch den zweiten Halter (3) gehalten wird, wenn ein Pegel der Spülflüssigkeit nach unten an der Substrathaltenut (21a, 21b) des ersten Halters (2a, 2b; 2) vorbeigeht, und das Substrat (W) nur durch den ersten Halter (2) gehalten wird, wenn der Pegel der Spülflüssigkeit an der Substrathaltenut (24a–24d) des zweiten Halters (3) vorbeigeht, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Substrathaltenut (24a–24d) des zweiten Halters (3) unterhalb der zumindest einen Substrathaltenut (21a, 21b) des ersten Halters (2a, 2b; 2) anordenbar ist, während sich die zumindest eine Substrathaltenut (24a–24d) des zweiten Halters (3) in Eingriff mit dem Substrat (W) befindet, dass die Bewegung des ersten Halters (2a, 2b; 2) und des zweiten Halters (3) eine vertikale Bewegung ist, dass die Halteranhebeeinrichtung (4) in der Nähe eines Bodens des Spülbades (1) angeordnet ist, wobei die Halteranhebeeinrichtung (4) ein Gehäuse (13a,

13b, 14a, 14b, 15a, 15b; 41a, 41b, 42, 43, 44) zum Bilden eines abgedichteten Raumes darin aufweist, dass die Halteranhebeeinrichtung (**4**) innerhalb des abgedichteten Raumes einen ersten Exzenternocken (**11c; 51a, 51b**), einen zweiten Exzenternocken (**11a; 60a, 60b**), einen dritten Exzenternocken (**11b; 68a, 68b**), eine erste Führungsplatte (**17c; 53a, 53b**), eine zweite Führungsplatte (**17a; 62a, 62b**) und eine dritte Führungsplatte (**17b; 70a, 70b**) aufweist, wobei der zweite Exzenternocken (**11a; 60a, 60b**) und der dritte Exzenternocken (**11b; 68a, 68b**) beidseits des ersten Exzenternockens (**11c; 51a, 51b**) angeordnet sind und wobei die erste, die zweite und die dritte Führungsplatte (**17c, 17a, 17b; 53a, 53b, 62a, 62b, 70a, 70b**) mit jeweils dem ersten, dem zweiten und dem dritten Exzenternocken (**11c, 11a, 11b; 51a, 51b, 60a, 60b, 68a, 68b**) verbunden ist und vertikal bewegt wird, wenn der erste, der zweite und der dritte Exzenternocken (**11c, 11a, 11b; 51a, 51b, 60a, 60b, 68a, 68b**) gedreht wird, dass die Halteranhebeeinrichtung (**4**) weiterhin ein Betätigungsmittel (**6a, 6b; 45, 46**) zum Drehen des ersten, des zweiten und des dritten Exzenternockens (**11c, 11a, 11b; 51a, 51b, 60a, 60b, 68a, 68b**) aufweist, dass der erste Halter aus zwei Halteelementen (**2a, 2b**) gebildet ist, zwischen denen der zweite Halter (**3**) angeordnet ist, wobei das eine Halteelement (**2a**) mit der zweiten Führungsplatte (**17a, 62a, 62b**) verbunden ist und das andere Halteelement (**2b**) mit der dritten Führungsplatte (**17b; 70a, 70b**) verbunden ist, und dass der zweite Halter (**3**) mit der ersten Führungsplatte (**17c, 53a, 53b**) verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Gehäuse ein Paar aus einer oberen und einer unteren flexiblen Bahn (**15a, 15b**) aufweist, durch die der zweite Halter (**3**) und die Halteelemente (**2a, 2b**) abgedichtet an der ersten Führungsplatte (**17c**) und der zweiten bzw. der dritten Führungsplatte (**17a, 17b**) angebracht sind.

3. Vorrichtung zum Trocknen eines Substrats (W) durch Verlagern des Substrates relativ zu einer Spülflüssigkeit (**26**), nachdem das Substrat in einem Spülbad (**1**) gespült worden ist, in dem die Spülflüssigkeit enthalten ist, wobei die Vorrichtung enthält: einen ersten Halter (**2a, 2b; 2**), der in dem Spülbad (**1**) angeordnet ist, um das Substrat (W) in einer im wesentlichen vertikalen Ausrichtung zu halten, wobei der erste Halter (**2a, 2b; 2**) zumindest eine Substrathaltenut (**21a, 21b**) aufweist, mit der das Substrat (W) in Eingriff bringbar ist, einen zweiten Halter (**3**), der in dem Spülbad (**1**) oberhalb des ersten Halters (**2a, 2b; 2**) so angeordnet ist, daß er das Substrat (W) in einer im wesentlichen vertikalen Ausrichtung hält, wobei der zweite Halter (**3**) zumindest eine Substrathaltenut (**24a–24d**) aufweist, mit der das Substrat (W) in Eingriff bringbar

ist, und eine Halteranhebeeinrichtung (**4; 32–35**), um den ersten Halter (**2a, 2b; 2**) und den zweiten Halter (**3**) zu bewegen, wobei die Halteranhebeeinrichtung (**4; 32–35**) betätigbar ist, um den ersten Halter (**2a, 2b; 2**) und den zweiten Halter (**3**) so zu bewegen, daß das Substrat (W) nur durch den zweiten Halter (**3**) gehalten wird, wenn ein Pegel der Spülflüssigkeit nach unten an der Substrathaltenut (**21a, 21b**) des ersten Halters (**2a, 2b; 2**) vorbeigeht, und das Substrat (W) nur durch den ersten Halter (**2**) gehalten wird, wenn der Pegel der Spülflüssigkeit an der Substrathaltenut (**24a–24d**) des zweiten Halters (**3**) vorbeigeht, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Substrathaltenut (**24a–24d**) des zweiten Halters (**3**) unterhalb der zumindest einen Substrathaltenut (**21a, 21b**) des ersten Halters (**2a, 2b; 2**) anordenbar ist, während sich die zumindest eine Substrathaltenut (**24a–24d**) des zweiten Halters (**3**) in Eingriff mit dem Substrat (W) befindet, dass die Bewegung des ersten Halters (**2a, 2b; 2**) und des zweiten Halters (**3**) eine vertikale Bewegung ist, dass die Halteranhebeeinrichtung (**4**) ein Paar abgedichteter Gehäuse (**41a, 41b**) aufweist, die mit einer vorbestimmten Distanz beabstandet voneinander und in der Nähe eines Bodens des Spülbades (**1**) angeordnet sind, dass die Halteranhebeeinrichtung (**4**) ein Paar erster Exzenternocken (**51a, 51b**), ein Paar zweiter Exzenternocken (**60a, 60b**), ein Paar dritter Exzenternocken (**68a, 68b**), ein Paar erster Führungsplatten (**53a, 53b**), ein Paar zweiter Führungsplatten (**62a, 62b**) und ein Paar dritter Führungsplatten (**70a, 70b**) aufweist, wobei die Paare der ersten, der zweiten und der dritten Exzenternocken (**51a, 51b, 60a, 60b, 68a, 68b**) und die Paare der ersten, der zweiten und der dritten Führungsplatten (**53a, 53b, 62a, 62b, 70a, 70b**) jeweils innerhalb der beiden abgedichteten Gehäuse (**41a, 41b**) angeordnet sind, wobei die Paare der zweiten und der dritten Exzenternocken (**60a, 60b, 68a, 68b**) beidseits des Paares der ersten Exzenternocken (**51a, 51b**) angeordnet sind und wobei die Paare der ersten, der zweiten und der dritten Führungsplatten (**53a, 53b, 62a, 62b, 70a, 70b**) mit den Paaren der ersten, der zweiten und der dritten Exzenternocken (**51a, 51b, 60a, 60b, 68a, 68b**) verbunden sind und vertikal bewegt werden, wenn die Paare der ersten, der zweiten und der dritten Exzenternocken (**51a, 51b, 60a, 60b, 68a, 68b**) gedreht werden, dass die Halteranhebeeinrichtung (**4**) ein erstes Rohr (**42**), das sich zwischen dem Paar aus den abgedichteten Gehäusen (**41a, 41b**) wasserdicht erstreckt, eine erste Drehbetätigungseinrichtung (**45**), die innerhalb des ersten Rohres (**42**) aufgenommen ist und die mit dem Paar aus den ersten Exzenternocken (**51a, 51b**) verbunden ist, ein zweites Rohr (**43**), das sich zwischen dem Paar aus den abgedichteten Gehäusen (**41a, 41b**) wasserdicht erstreckt, und eine

zweite Drehbetätigungseinrichtung (**46**) aufweist, die innerhalb des zweiten Rohres (**43**) aufgenommen ist und die mit dem Paar aus den zweiten Exzenternocken (**60a**, **60b**) verbunden ist,

dass die Halteranhebeeinrichtung (**4**) weiterhin ein drittes Rohr (**44**), das sich zwischen dem Paar aus den abgedichteten Gehäusen (**41a**, **41b**) wasserdicht erstreckt, und eine Antriebswelle (**48**) aufweist, die sich in dem dritten Rohr (**44**) erstreckt, wobei das Paar aus den dritten Exzenternocken (**68a**, **68b**) mit der Antriebswelle (**48**) verbunden ist und wobei das eine Ende der Antriebswelle (**48**) mit der zweiten Drehbetätigungseinrichtung (**46**) verbunden ist, wodurch die Antriebswelle (**48**) gleichzeitig mit der zweiten Drehbetätigungseinrichtung (**46**) in Drehung versetzt wird,

dass der erste Halter aus zwei Halteelementen (**2a**, **2b**) gebildet ist, zwischen denen der zweite Halter (**3**) angeordnet ist, wobei ein Halteelement (**2a**) sich zwischen dem Paar aus den zweiten Führungsplatten (**62a**, **62b**) und das andere Halteelement (**2b**) sich zwischen dem Paar aus den dritten Führungsplatten (**70a**, **70b**) erstreckt, und

dass sich der zweite Halter (**3**) zwischen dem Paar aus den dritten Führungsplatten (**53a**, **53b**) erstreckt:

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der der erste Halter (**2a**, **2b**) und der zweite Halter (**3**) gleichzeitig in entgegengesetzte Richtungen vertikal bewegbar sind, so daß einer der Halter, der erste oder der zweite Halter, angehoben und der andere Halter absenkbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der zweite Halter (**3**) mit einer mittigen Öffnung (**80**) versehen ist, die sich vertikal durch den zweiten Halter (**3**) erstreckt, und bei der die Halteranhebeeinrichtung (**4**) ein Schwimmerteil (**81**) aufweist, welches auf der Spülflüssigkeit schwimmt und welches ein dreiecksförmiges oberes Ende (**81b**) besitzt, das in der mittigen Öffnung (**80**) eingesetzt ist und in der Lage ist, durch Aufschwimmen in Kontakt mit einem unteren Ende des Substrates zu kommen.

Es folgen 20 Blatt Zeichnungen

FIG. 1C

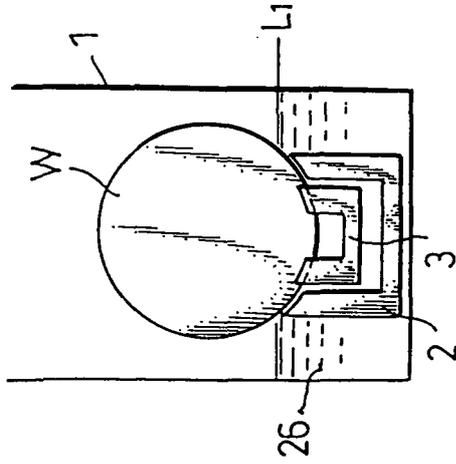


FIG. 1B

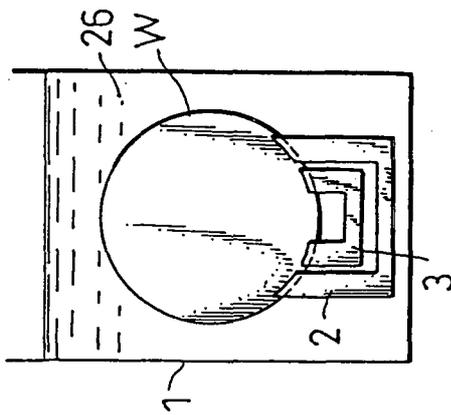


FIG. 1E

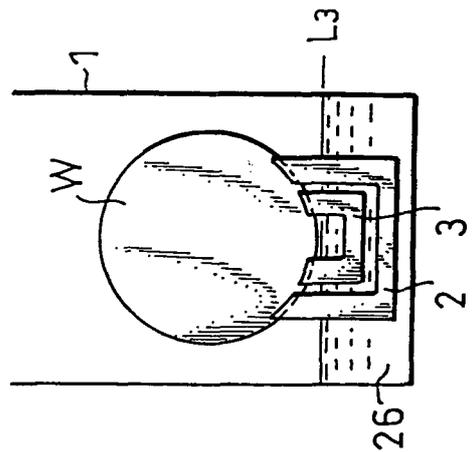


FIG. 1A

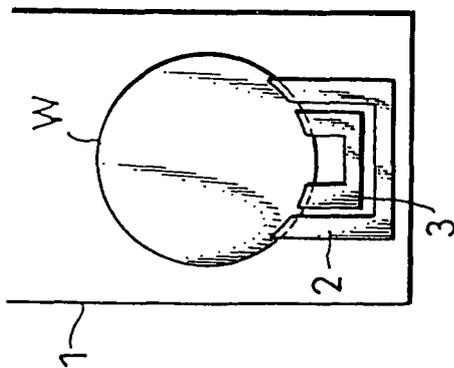


FIG. 1D

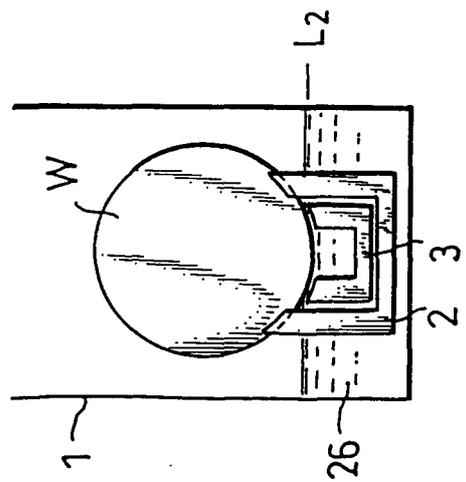


FIG. 2

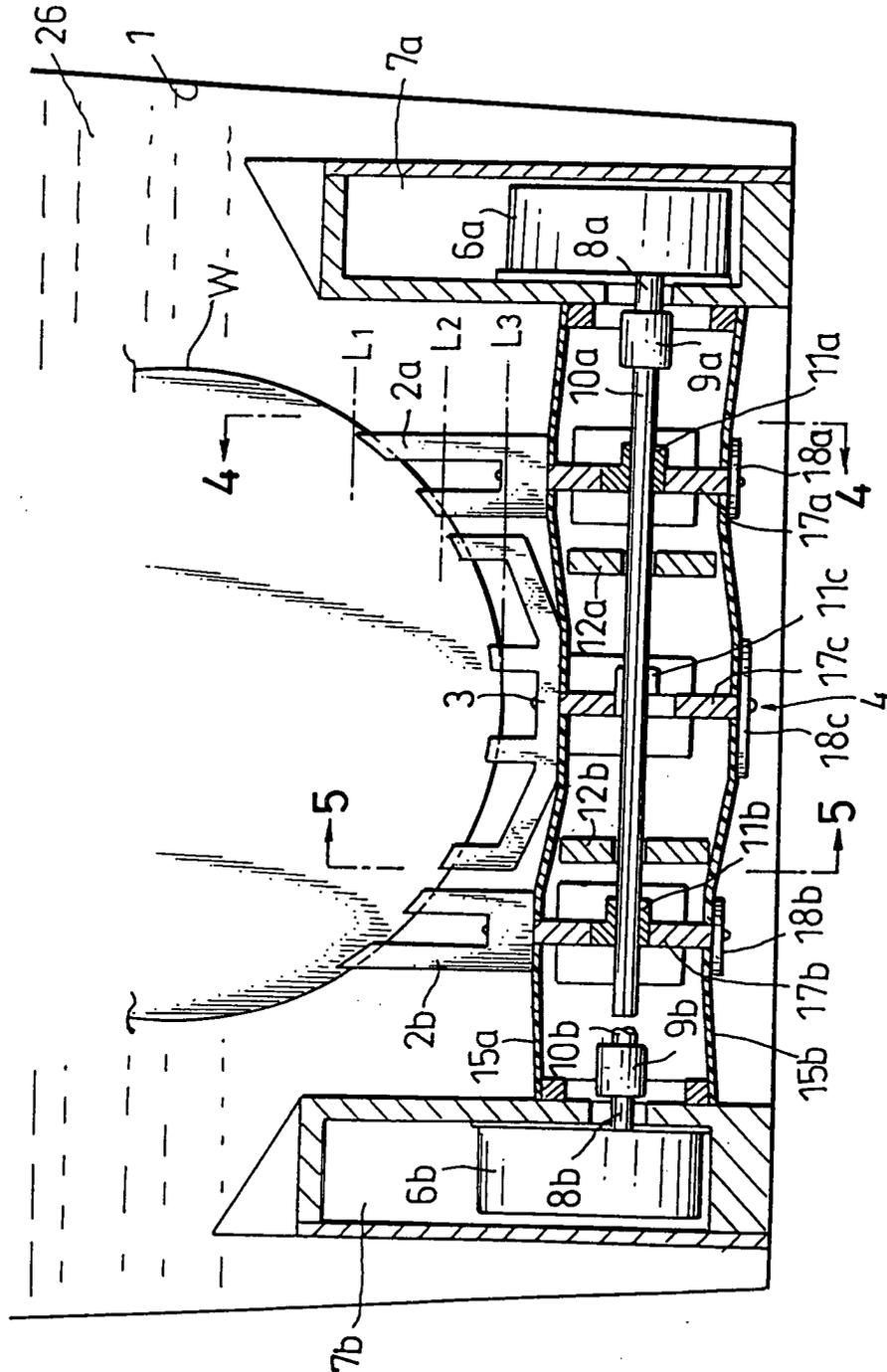


FIG. 4

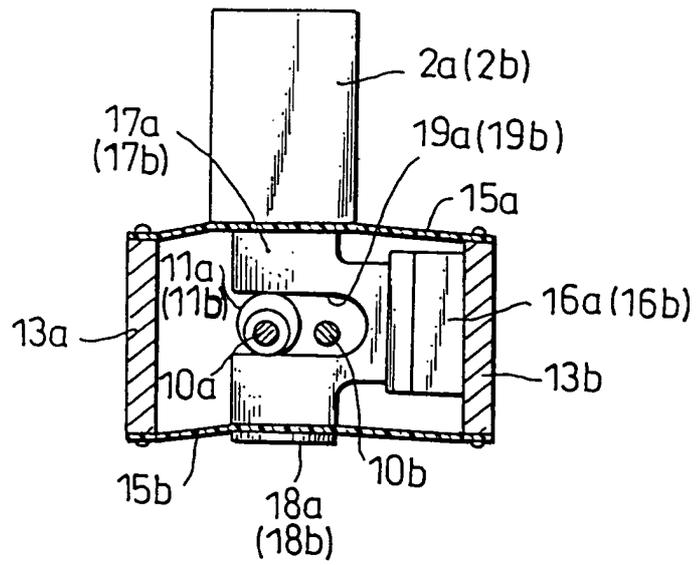


FIG. 5

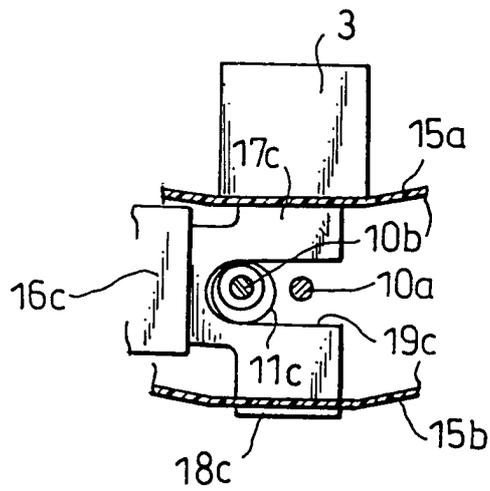


FIG. 6

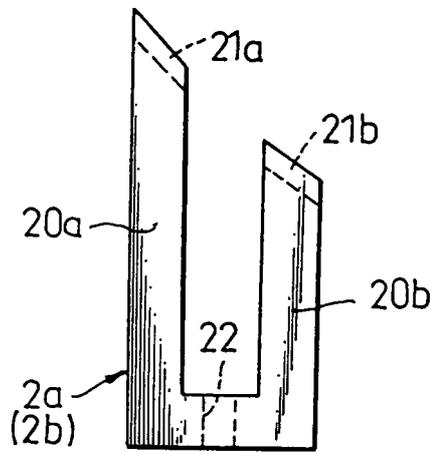


FIG. 7

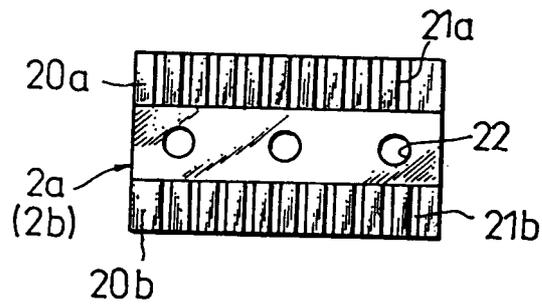


FIG. 8

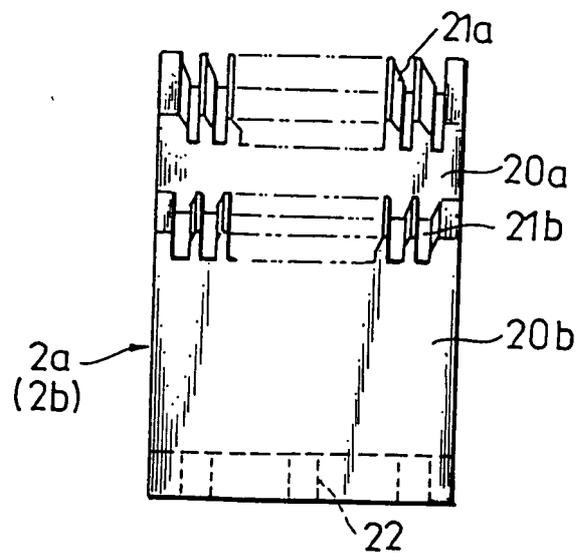


FIG. 9

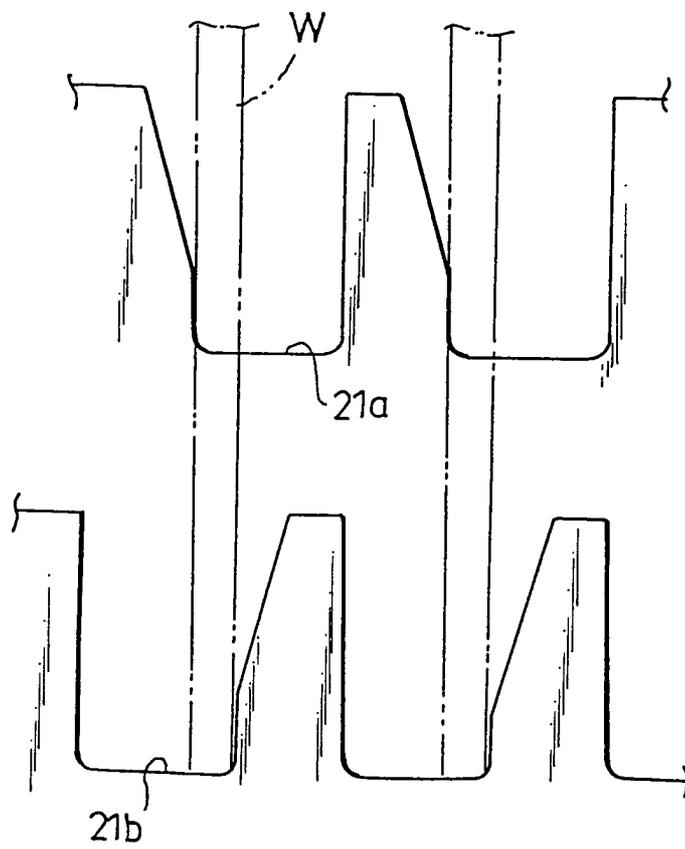


FIG. 10

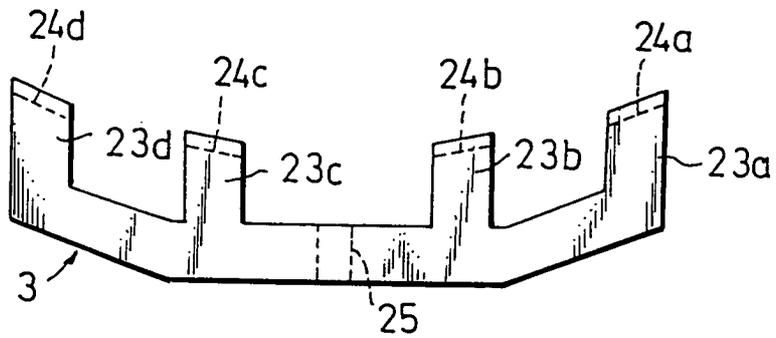


FIG. 11

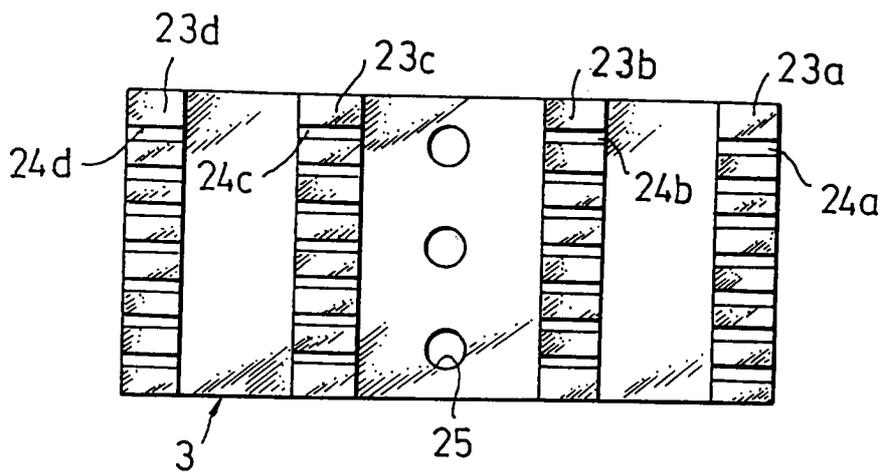


FIG. 12

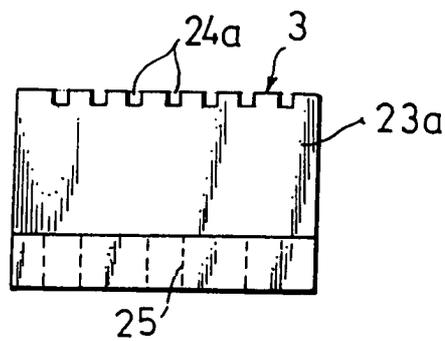


FIG. 13A

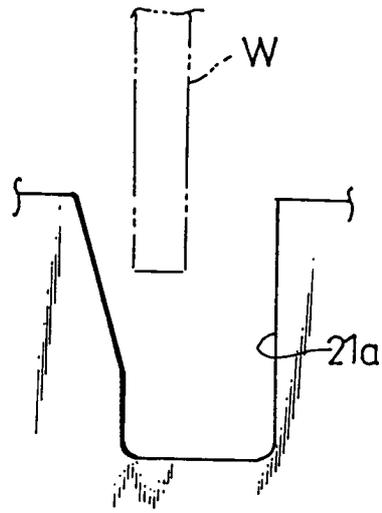


FIG. 13B

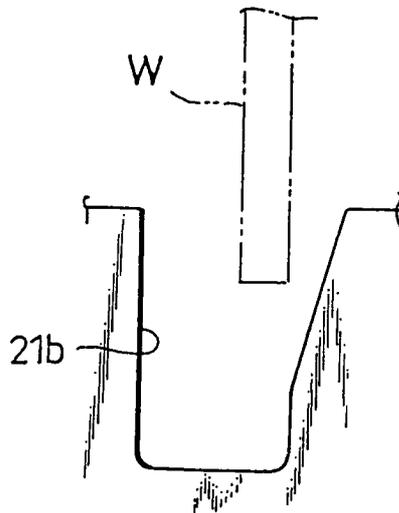


FIG. 14

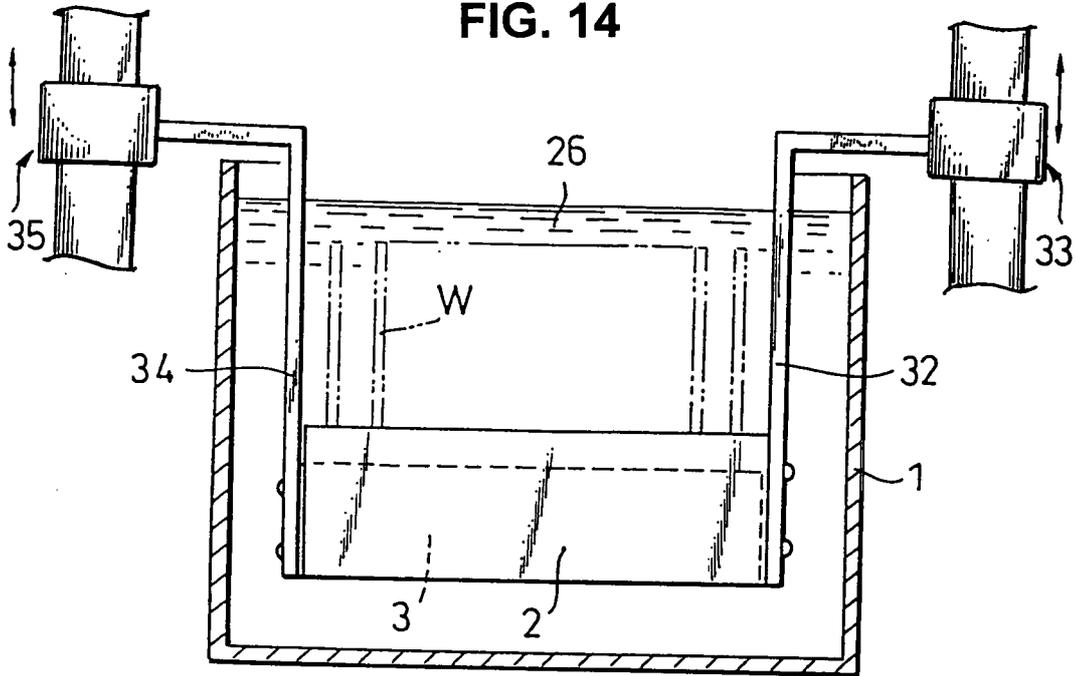


FIG. 15

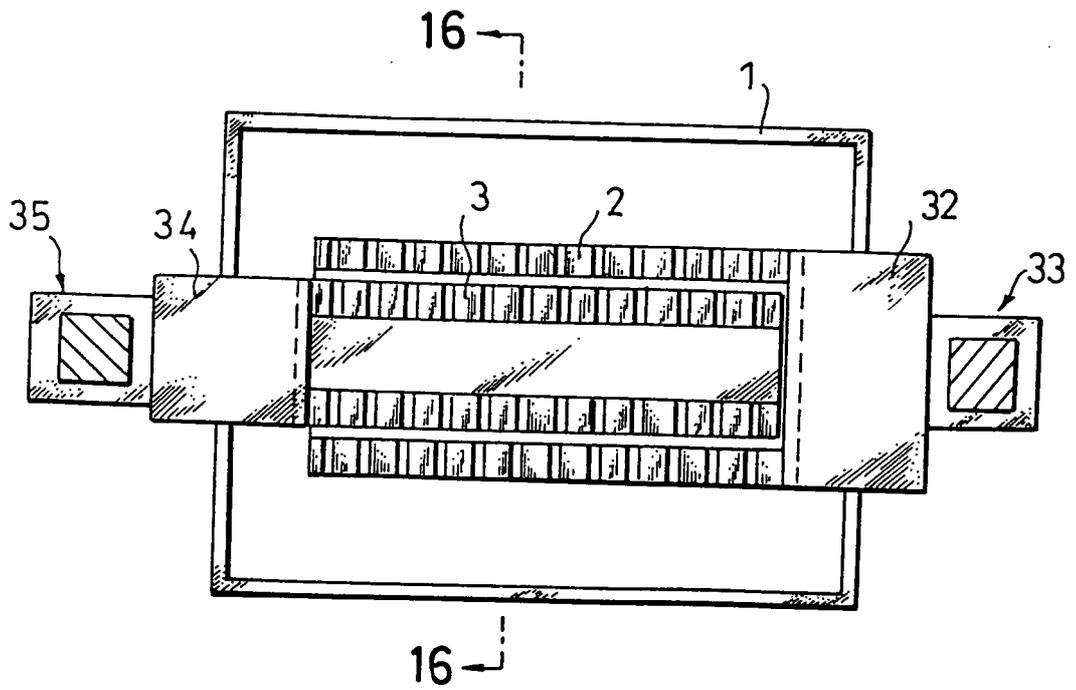


FIG. 16

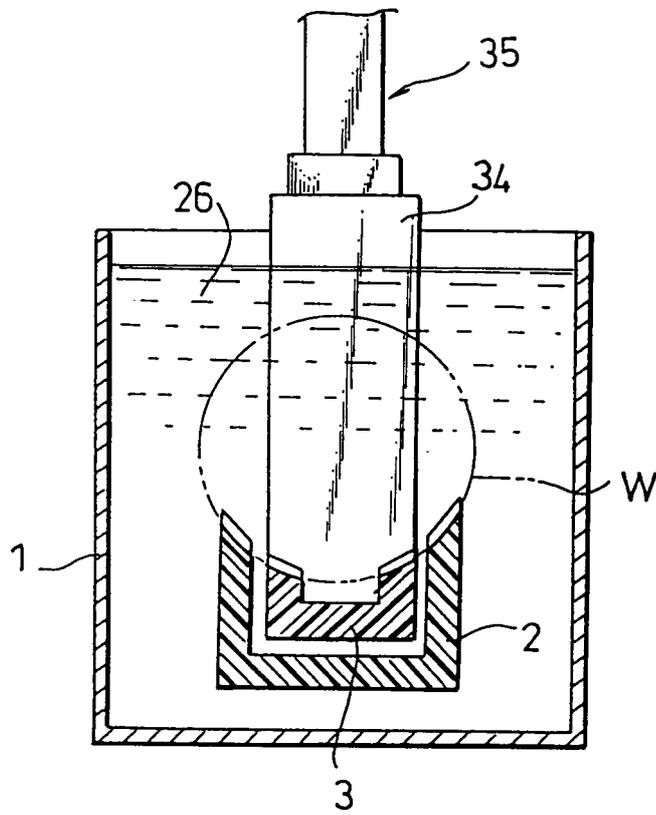


FIG. 17

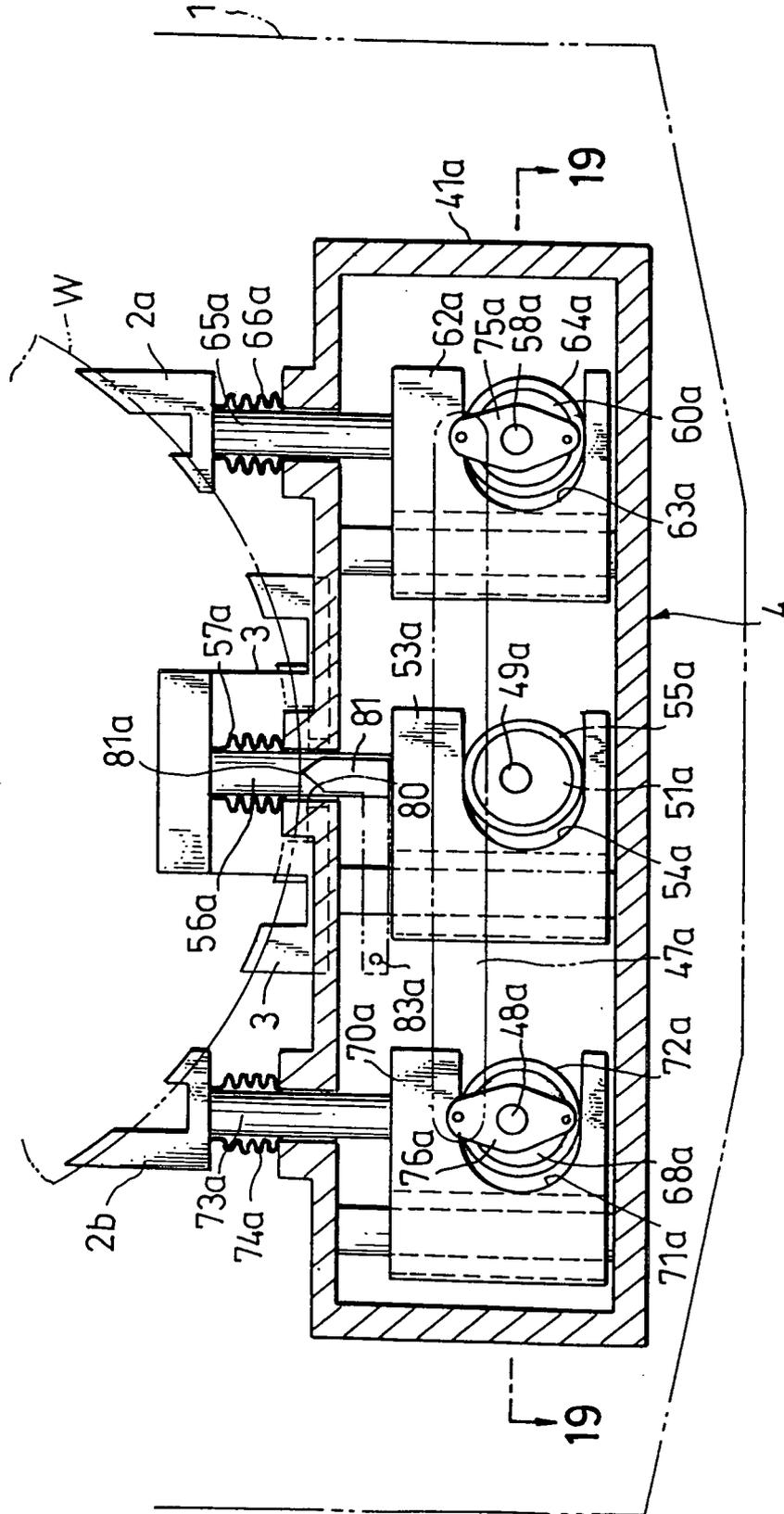


FIG. 19

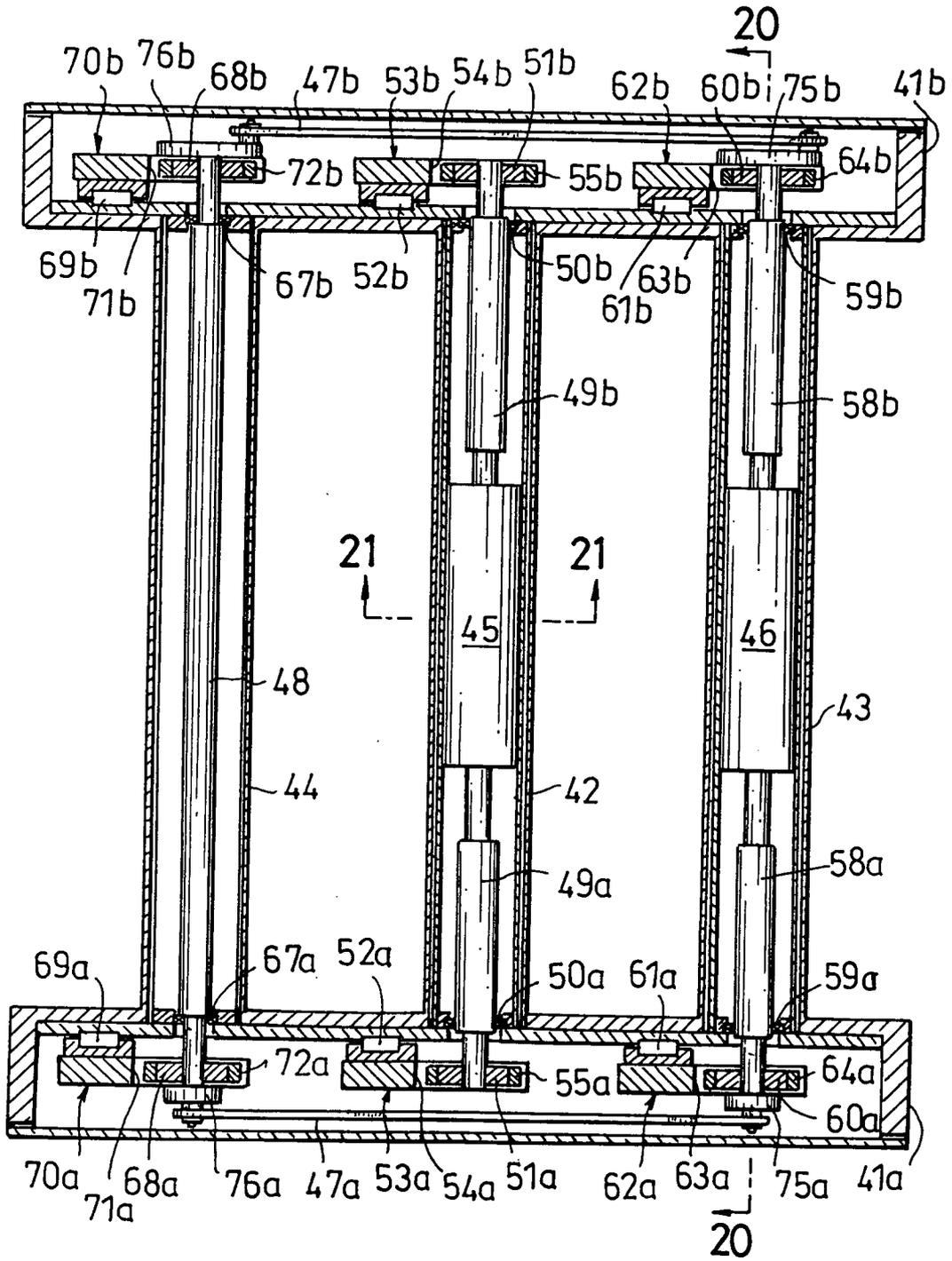


FIG. 20

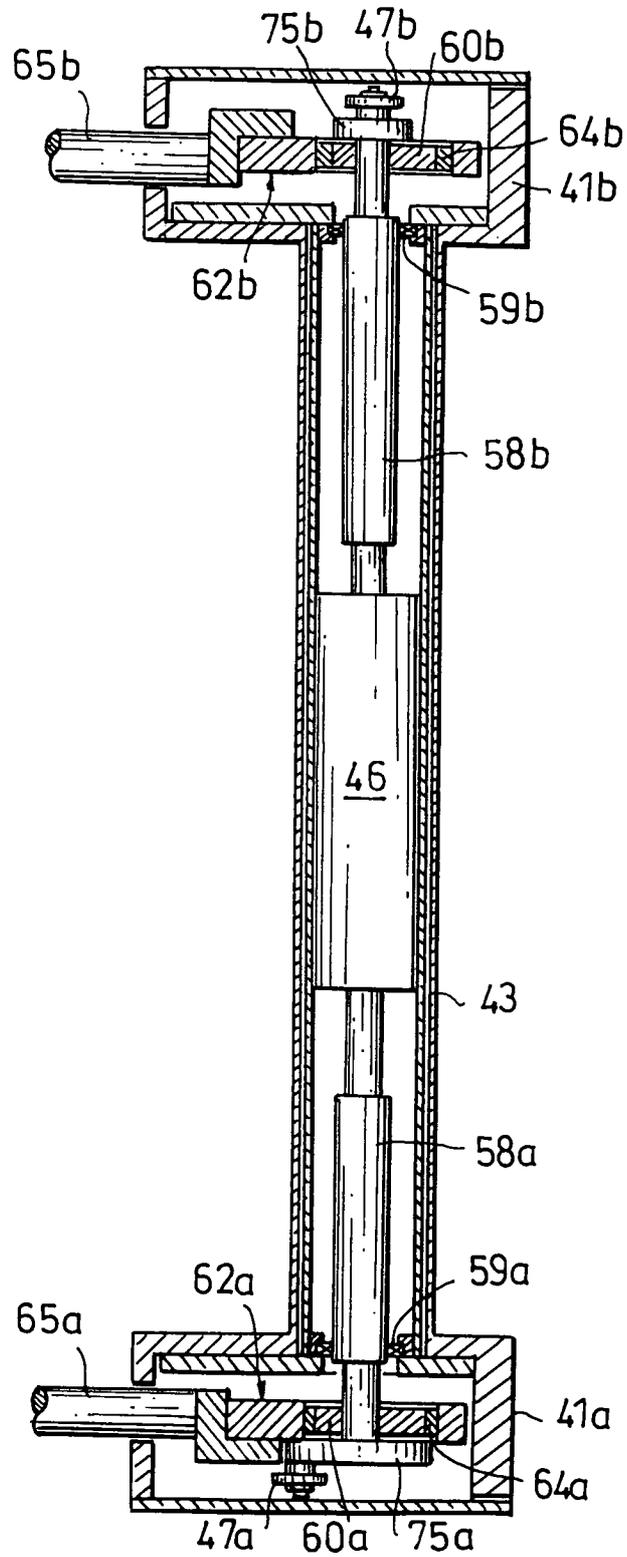


FIG. 21

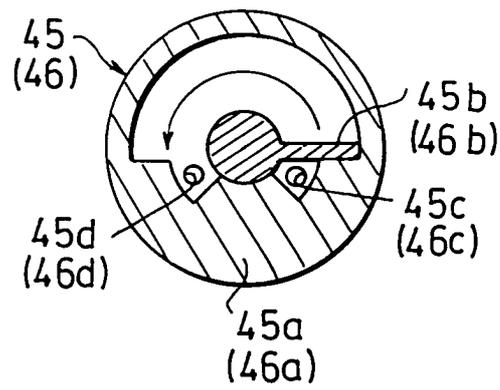


FIG. 22

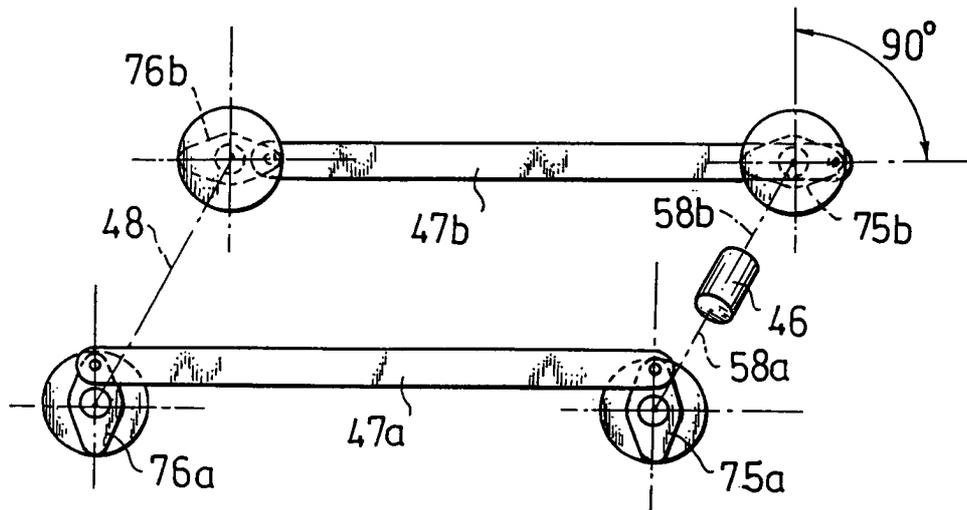


FIG. 23A

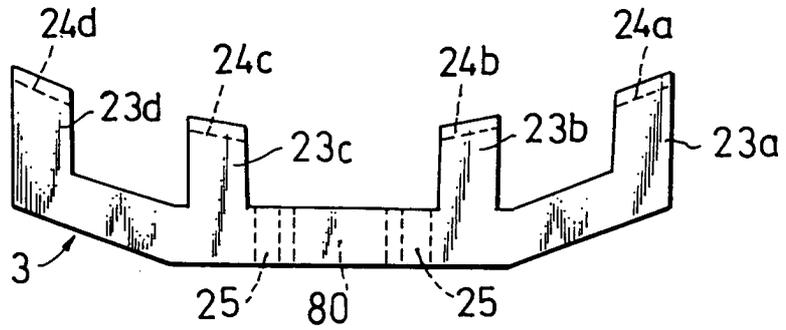


FIG. 23B

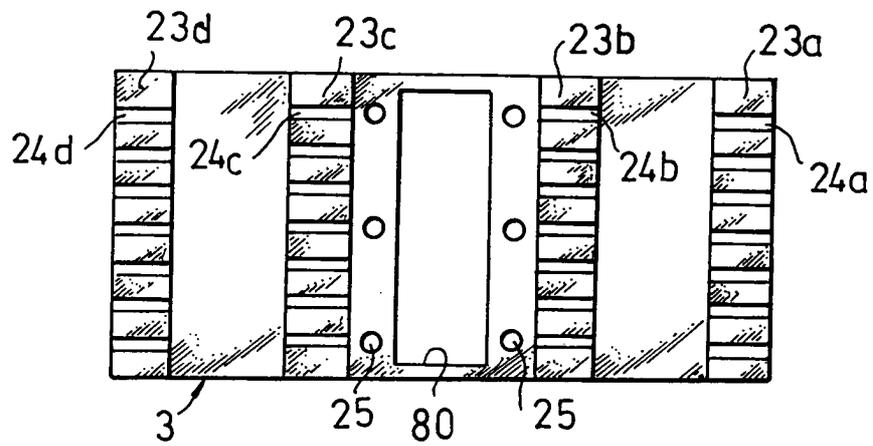


FIG. 24

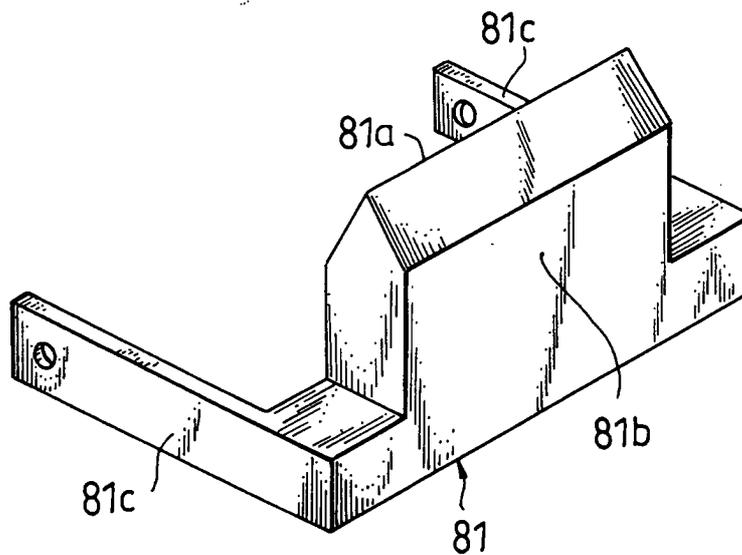


FIG. 25

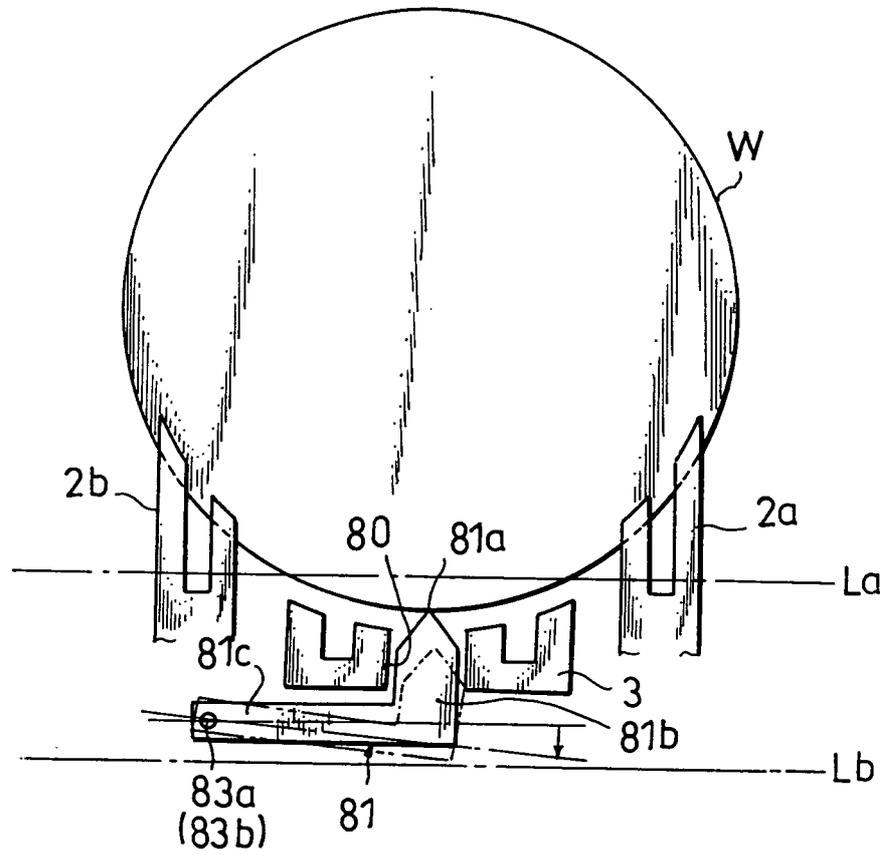


FIG. 26

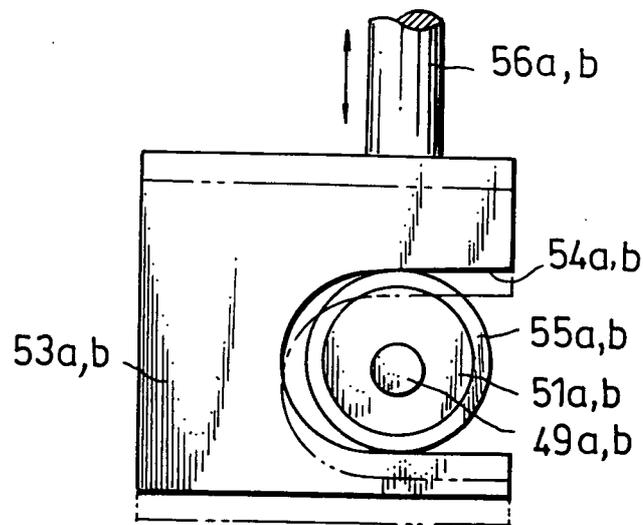


FIG. 27B

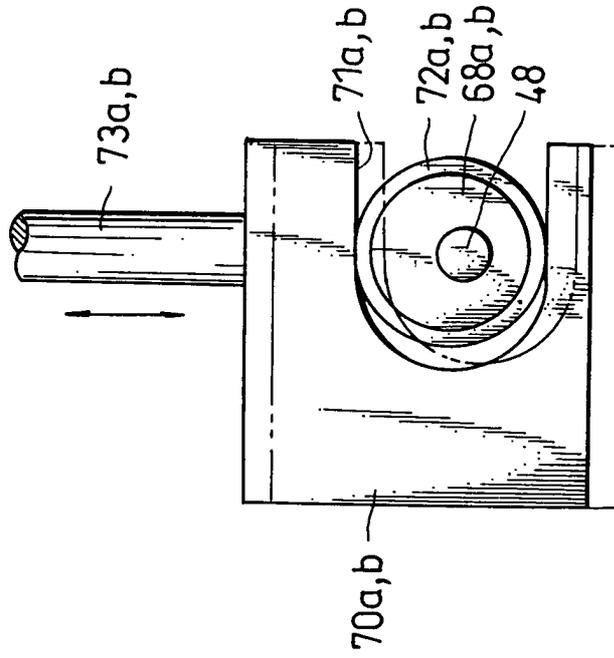


FIG. 27A

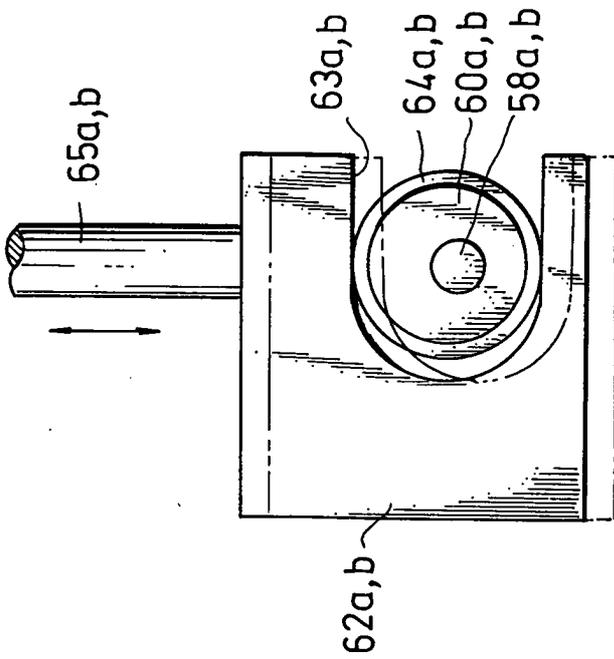


FIG. 28

(STAND DER TECHNIK)

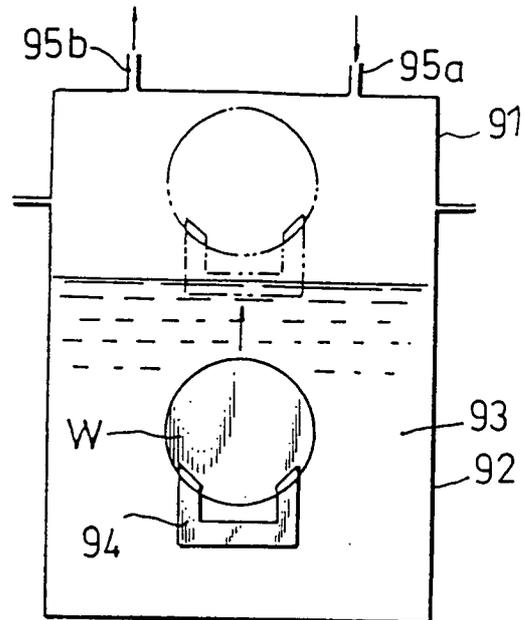


FIG. 29

(STAND DER TECHNIK)

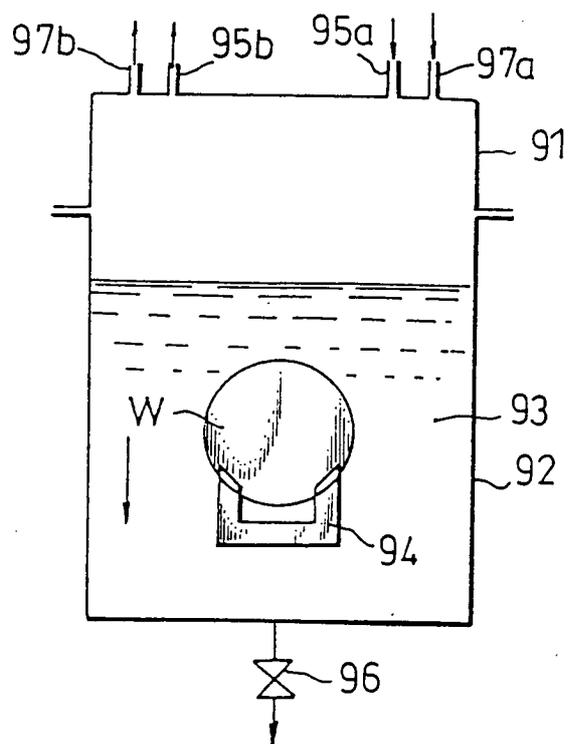


FIG. 30
(STAND DER TECHNIK)

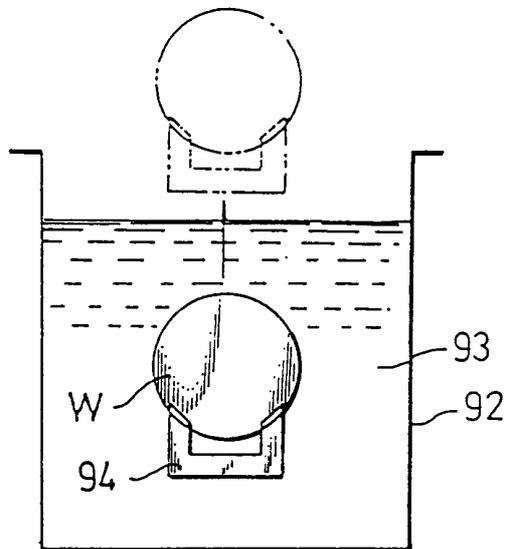


FIG. 31A

(STAND DER TECHNIK)

FIG. 31B

(STAND DER TECHNIK)

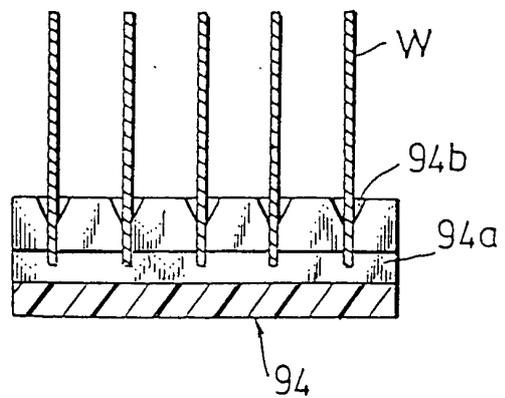
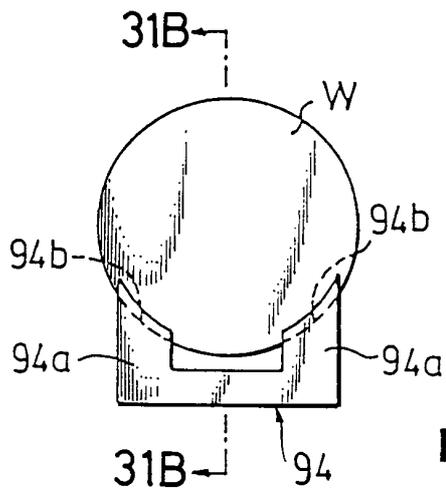


FIG. 32

(STAND DER TECHNIK)

