

**Reinigungsvorrichtung, Behandlungsvorrichtung sowie Verfahren
zum Reinigen bzw. Behandeln von topfförmigen Hohlkörpern, ins-
besondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für
Lithografie-Masken**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Reinigungsvorrichtung
zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern, insbesondere von
Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für Lithografie-
Masken. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Be-
10 handlungsvorrichtung und ein Verfahren zum Behandeln von topf-
förmigen Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern für
Halbleiterwafer oder für Lithografie-Masken.

Die Herstellung von hochintegrierten elektronischen Schaltun-
15 gen und anderen empfindlichen Halbleiterbauelementen erfolgt
heutzutage in Fabriken, in denen sogenannte Halbleiterwafer
eine Vielzahl von Bearbeitungsschritten durchlaufen. Ein gro-
ßer Teil dieser Bearbeitungsschritte erfolgt in Reinräumen,
welche mit hohem Aufwand frei von Verunreinigungen, insbeson-
20 dere frei von Partikeln, gehalten werden. Eine solch aufwendi-
ge Bearbeitung ist erforderlich, da insbesondere Partikel, die
mit dem Halbleitermaterial der Halbleiterwafer in Berührung
kommen, die Materialeigenschaften der Halbleiterwafer so be-
einflussen können, dass eine gesamte Produktionscharge fehler-
25 haft und unbrauchbar wird und ausgesondert werden muss.

Da die Reinhaltung mit zunehmender Integrationsdichte der
Halbleiterschaltungen immer wichtiger und der Aufwand zur
Reinhaltung mit zunehmender Größe der Reinräume exponentiell
30 ansteigt, werden die Halbleiterwafer nicht "offen" von einer
Bearbeitungsstation zur nächsten transportiert. Stattdessen
verwendet man spezielle Transportbehälter (sogenannte FOUPs,
Front Opening Unified Pods). Hierunter versteht man kastenför-

mige Transportbehälter, in die eine Vielzahl von Halbleiterwafern eingesteckt wird. Verschlussen werden die FOUPs üblicherweise mit einem abnehmbaren Deckel. Ohne den Deckel haben die FOUPs eine topfförmige Grundform mit einer rechteckigen Grundfläche. Wenn die FOUPs mit ihrem Deckel verschlossen sind, können die eingesteckten Halbleiterwafer vor der Umwelt geschützt von einem Reinraum zu einem anderen Reinraum transportiert werden. Wenn die FOUPs eine Bearbeitungsstation erreicht haben, werden diese geöffnet, die Halbleiterwafer entnommen und entsprechend bearbeitet. Nach erfolgter Bearbeitung werden die Halbleiterwafer zurück in die FOUPs transportiert und dann zur nächsten Bearbeitungsstation befördert.

Aufgrund der hohen Produktionsausfälle bei Verunreinigungen der Halbleiterwafer ist es erforderlich, die FOUPs von Zeit zu Zeit zu reinigen. Die FOUPs werden insbesondere vom Abrieb der Halbleiterwafer beim Einbringen in die und beim Entnehmen aus den FOUPs verunreinigt.

Sinngemäß gilt dasselbe für Transportbehälter Lithographie-Masken, beispielsweise für EUV-Lithografie-Masken („extreme ultra-violet radiation“, extrem ultraviolette Strahlung). Die EUV-Lithografie-Masken werden eingesetzt, um sehr kleine integrierte Schaltungen herzustellen. Auch die Lithografie-Masken müssen, wie die Halbleiter, transportiert werden, wobei sich eine ähnliche Situation einstellt. Wenn im Folgenden von FOUPs gesprochen wird, gelten die diesbezüglichen Aussagen gleichermaßen für Transportbehälter für Lithographie-Masken.

Vorrichtungen vom Reinigen von FOUPs sind beispielsweise aus der US 5 238 703 A, der WO 2005/001888 A2, der DE 10 2020 129 469 A1 und der EP 1 899 084 B1 bekannt.

Bei derartigen Vorrichtungen werden die FOUPs sowohl auf ihrer Innenfläche als auch auf ihrer Außenfläche gereinigt. Üblicherweise sind die FOUPs auf ihrer Außenfläche deutlich stärker verunreinigt als auf ihrer Innenfläche. Infolgedessen reicht sich das Reinigungsfluid während des Reinigungsvorgangs sowohl mit Partikeln, die von der Außenfläche stammen, als auch mit Partikeln, die von der Innenfläche stammen, an. Die Partikel können daher von der Außenfläche zur Innenfläche transportiert werden. Ein zufriedenstellendes Reinigungsergebnis wird allerdings nur dann erreicht, wenn die Anzahl der Partikel einen bestimmten Wert unterschritten hat. Aufgrund der von der Außenfläche stammenden Partikel muss der Reinigungsvorgang für eine entsprechend lange Zeitdauer durchgeführt werden, um einen ausreichenden Anteil der Partikel abführen zu können. Dies ist insofern nachteilig, als dass einerseits die Menge des benötigten Reinigungsfluids vergleichsweise hoch ist und andererseits die FOUPs während des Reinigungsvorgangs nicht zum Transport der Halbleiterwafer verwendet werden können. Hierdurch verteuert sich die Produktion der Halbleiterwafer.

In der bereits erwähnten DE 10 2020 129 469 A1 können sowohl die Außenfläche als auch die Innenfläche in derselben Reinigungsvorrichtung gereinigt werden. Zur Reinigung der Innenfläche wird ein erster Reinigungskopf und zur Reinigung der Außenfläche ein zweiter Reinigungskopf verwendet. Der Deckel wird hierbei vom übrigen FOUP getrennt und der FOUP wird auf eine Auflagewand der Reinigungsvorrichtung derart aufgelegt, dass der FOUP gegenüber der Auflagewand abgedichtet ist. Der erste Reinigungskopf ragt dabei in den Innenraum des FOUPs hinein. Der zweite Reinigungskopf ist U-förmig ausgebildet und um eine Drehachse drehbar in der Seitenwand der Reinigungsvorrichtung gelagert. Während das Reinigungsfluid, das zur Reini-

gung der Innenfläche verwendet wird, definiert geführt werden kann, ist dies beim Reinigungsfluid, welches zur Reinigung der Außenfläche verwendet wird, nicht unmittelbar der Fall. Um eine unkontrollierte Verteilung des zur Reinigung der Außenfläche verwendeten Reinigungsfluids zu verhindern, ist eine Abdeckung vorgesehen, welche den FOUP und den zweiten Reinigungskopf umschließt, nachdem der FOUP auf die Auflagewand aufgesetzt worden ist. Die Abdeckung sowie die Mechanik zum Öffnen und Schließen der Abdeckung erfordern einen relativ hohen apparativen Aufwand. Wie erwähnt, ist die Außenfläche eines FOUPs üblicherweise stärker verunreinigt als die Innenfläche. Da aber der FOUP meistens mit dem Deckel verschlossen ist, sind die Anforderungen an die Reinigung der Innenfläche deutlich höher als diejenigen, die an die Reinigung der Außenfläche gestellt werden. Insofern steht bei einigen Anwendungen der apparative Aufwand für die Reinigung der Außenfläche des FOUPs nicht im Verhältnis zu den gestellten Anforderungen. Bei einigen Anwendungen wird daher auf die Reinigung der Außenfläche verzichtet. Da aber hierdurch die Gefahr, dass fehlerhafte und unbrauchbare Produktchargen von Halbleiterwafern entstehen, erhöht wird, ist der Verzicht auf die Reinigung der Außenfläche auch nicht optimal.

Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es, eine Reinigungsvorrichtung und eine Behandlungsvorrichtung vorzuschlagen, mit welchen es mit einfachen und kostengünstigen Mitteln möglich ist, eine Abhilfe für die oben genannten Nachteile zu schaffen und insbesondere die Außenfläche der Hohlkörper mit geringem apparativem Aufwand zu reinigen. Des Weiteren liegt einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein entsprechendes Verfahren zum Reinigen der Außenfläche des Hohlkörpers bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird mit den in den Ansprüchen 1, 12 und 16 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

- 5 Eine Ausführungsform der Erfindung betrifft eine Reinigungsvorrichtung zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für Lithografie-Masken, wobei
- der Hohlkörper eine Hohlkörperwandung aufweist, die
 - 10 o eine Hohlkörperöffnung, welche von einem Deckel verschließbar oder verschlossen ist, und
 - o eine Hohlkörperaußenfläche bildet, wobei
 - die Reinigungsvorrichtung
 - o zumindest eine Seitenwand, welche einen Reinigungsraum begrenzt, wobei
 - 15 o die Seitenwand zumindest eine Vorrichtungsöffnung bildet, durch welche der mit dem Deckel verschlossene Hohlkörper zum Reinigen der Hohlkörperaußenfläche mittels einer Greif- und Bewegungseinrichtung in den
 - 20 Reinigungsraum einbringbar ist, und
 - o zumindest eine Zuführeinrichtung zum Zuführen eines Reinigungsfluids auf die Hohlkörperaußenfläche des mit dem Deckel verschlossenen Hohlkörpers umfasst, wobei
 - 25 - die Vorrichtungsöffnung derart ausgestaltet ist, dass die Greif- und Bewegungseinrichtung zumindest während des Zuführens des Reinigungsfluids zumindest teilweise in den Reinigungsraum hineinragt oder bündig mit der Vorrichtungsöffnung abschließt und/oder
 - 30 - im Reinigungsraum eine Ablageeinrichtung angeordnet ist, auf welcher die Greif- und Bewegungseinrichtung den mit dem Deckel verschlossenen Hohlkörper zum Zuführen des Reinigungsfluids ablegen kann.

Ein wesentlicher Aspekt bei der vorschlagsgemäßen Reinigungs-
vorrichtung ist, dass die Hohlkörperaußenfläche des Hohlkör-
pers gereinigt werden kann, wenn dieser mit dem Deckel ver-
schlossen ist. Insofern entfällt die Notwendigkeit, hierzu den
5 Deckel vom übrigen Hohlkörper zu trennen, wodurch entsprechend
Zeit eingespart werden kann. Darüber hinaus kann die Reinigung
der Hohlkörperaußenfläche erfolgen, wenn die Greif- und Bewe-
gungseinrichtung mit dem Hohlkörper verbunden ist. Ein Ablegen
in eine definierte Position ist daher nicht erforderlich. Die
10 Greif- und Bewegungseinrichtung kann den Hohlkörper während
der Reinigung der Hohlkörperaußenfläche in gewissen Grenzen
translatorisch und/oder rotatorisch bewegen, so dass das ver-
wendete Reinigungsfluid auch an schwer zugängliche Stellen ge-
langen kann.

15 Sofern gewünscht, kann die Reinigungsvorrichtung mit einer Ab-
lageeinrichtung versehen werden, auf welche der mit dem Deckel
verschlossene Hohlkörper abgelegt werden kann. Nach dem Able-
gen kann die Verbindung zwischen dem Hohlkörper und der Greif-
und Bewegungseinrichtung gelöst werden. Während der Zufuhr des
20 Reinigungsfluids auf die Hohlkörperaußenfläche kann die Greif-
und Bewegungseinrichtung andere Hohlkörper bewegen. Insbeson-
dere dann, wenn die Reinigung in der Reinigungsvorrichtung
recht lange dauert, kann die Greif- und Bewegungseinrichtung
25 andere Aufgaben erledigen und somit effektiver genutzt werden.

Als Reinigungsfluid kann beispielsweise Stickstoff oder Druck-
luft und besonders bevorzugt extrem saubere getrocknete Luft,
auch als XCDA bezeichnet, eingesetzt werden. Es ist aber auch
30 möglich, Wasser einzusetzen.

Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform kann die Zu-
führeinrichtung eine Anzahl von zum Reinigungsraum weisende

oder in den Reinigungsraum mündende Austrittsdüsen umfassen. Die Verwendung von Austrittsdüsen ermöglicht es, dem Reinigungsfluid eine bestimmte Strömungsrichtung aufzuprägen, wodurch erreicht werden kann, dass die komplette Hohlkörperaußenfläche mit dem Reinigungsfluid beaufschlagt wird. Hierdurch
5 wird eine effektive und gründliche Reinigung der Hohlkörperaußenfläche ermöglicht.

In einer weitergebildeten Ausführungsform kann die Austrittsdüsen in der Seitenwand angeordnet Durchgangslöcher umfassen
10 oder von diesen gebildet werden. Hierdurch wird der benötigte Bauraum gering gehalten. Zudem können die Durchgangslöcher über die gesamte Seitenwand verteilt angeordnet werden, so dass das Reinigungsfluid gleichmäßig in den Reinigungsraum
15 eingeleitet werden kann.

Bei einer weitergebildeten Ausführungsform können

- die Zuführeinrichtung in der Seitenwand angeordnete Durchgangslöcher aufweisen und
- 20 - die Austrittsdüsen an der Seitenwand in Fluidkommunikation mit den Durchgangslöchern befestigt sein und in den Reinigungsraum münden.

In dieser Ausführungsform sind die Austrittsdüsen im Reinigungsraum angeordnet und stehen mit den Durchgangslöchern in
25 Fluidkommunikation. Folglich durchströmt das Reinigungsfluid zunächst die Durchgangslöcher und anschließend die Austrittsdüsen. Die Austrittsdüsen können relativ nah an den Hohlkörper herangeführt werden. Hierdurch kann das Reinigungsfluid sehr
30 gezielt auf bestimmte Abschnitte der Hohlkörperaußenfläche gerichtet werden, beispielsweise solche Abschnitte, die erfahrungsgemäß stärker verschmutzt und/oder schwerer zugänglich sind als andere Abschnitte. Auch hierdurch kann ein Beitrag

zur gründlichen Reinigung der Hohlkörperaußenfläche geleistet werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform kann die Zuführeinrichtung
5 eine Anzahl von mit den Austrittsdüsen kommunizierenden Zuführkanälen umfassen, mit welcher das Reinigungsfluid zu den Austrittsdüsen geführt werden kann. Prinzipiell kann jede Austrittsdüse an einen eigenen Zuführkanal angeschlossen werden, was aber mit einem entsprechend hohen apparativen Aufwand verbunden ist. In dieser Ausführungsform kann ein Zuführkanal mit
10 mehreren Austrittsdüsen verbunden werden, so dass der apparative Aufwand sinkt.

Eine weitergebildete Ausführungsform kann sich dadurch auszeichnen,
15 dass die Zuführkanäle an der Seitenwand befestigt sind und mit den Durchgangslöchern kommunizieren. Da die Seitenwand ohnehin benötigt wird, um den Reinigungsraum zu begrenzen, kann diese in dieser Ausführungsform auch zur Aufnahme der Zuführkanäle genutzt werden. Eine zusätzliche Befestigung oder Aufnahme für die Zuführkanäle kann entfallen, wes-
20 halb der Bauraum und der apparative Aufwand gering gehalten werden können.

Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform kann die Zuführeinrichtung eine Anzahl von ersten Austrittsdüsen zum Zuführen eines ersten Reinigungsfluids und eine Anzahl von zweiten Austrittsdüsen zum Zuführen eines zweiten Reinigungsfluids in den Reinigungsraum aufweisen. In dieser Ausführungsform kann die Hohlkörperaußenfläche beispielsweise zunächst mit
30 ersten Reinigungsfluid, insbesondere mit Wasser, und anschließend mit einem zweiten Reinigungsfluid, insbesondere mit Luft, gereinigt werden. Die Luft hat dann auch einen trocknenden Effekt. Hierdurch kann das Reinigungsergebnis verbessert werden.

Es ist aber auch möglich, je nach zu reinigendem Hohlkörper nur das erste Reinigungsfluid oder nur das zweite Reinigungsfluid zu verwenden, ohne dass hierzu die Reinigungsvorrichtung umgebaut werden müsste.

5

Bei einer weiteren Ausführungsform kann es sich anbieten, dass die Reinigungsvorrichtung eine Anzahl von im Reinigungsraum angeordneten oder mit dem zusammenwirkenden Leitblechen zum Leiten des Reinigungsfluids innerhalb des Reinigungsraums aufweist. Wie zu den Austrittsdüsen ausgeführt, ist es auch mit den Leitblechen möglich, dem Reinigungsfluid eine bestimmte Strömung innerhalb des Reinigungsraums aufzuprägen. Auch mit den Leitblechen kann erreicht werden, dass das Reinigungsfluid die gesamte Hohlkörperaußenfläche erreicht und/oder verstärkt auf typischerweise stärker verschmutzte oder schwer zugängliche Abschnitte gelenkt wird.

In einer weitergebildeten Ausführungsform können die Leitbleche mittels einer Antriebseinheit verstellbar sein. Aufgrund der Verstellmöglichkeit der Leitbleche kann die Strömung des Reinigungsfluids an unterschiedlich geformte Hohlkörper angepasst werden. Zudem kann der Strömung des Reinigungsfluids durch den Reinigungsraum eine gewisse Dynamik aufgeprägt werden, wodurch der Reinigungseffekt ebenfalls verbessert werden kann.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Reinigungsvorrichtung eine Verschlusseinheit auf, mit welcher die Vorrichtungsoffnung zumindest teilweise verschließbar ist. Die Vorrichtungsoffnung wird insbesondere dann verschlossen, wenn das Reinigungsfluid auf die Hohlkörperaußenfläche aufgebracht wird.

Mit der Verschlusseinheit kann der unkontrollierte Austritt des Reinigungsfluids verhindert oder begrenzt werden, insbesondere dann, wenn ein gasförmiges Fluid wie Stickstoff oder Druckluft eingesetzt wird. Die Verschlusseinheit kann nach Art
5 einer Abdeckung ausgebildet sein, welche die Vorrichtungsöffnung verschließt. Dabei kann die Abdeckung so ausgebildet sein, dass sie die Vorrichtungsöffnung auch dann zumindest weitgehend verschließt, wenn die Greif- und Bewegungseinrichtung während des Zuführens des Reinigungsfluids in den Reinigungsraum hineinragt. Die Abdeckung kann hierzu beispielsweise
10 mehrere verschiebbare Teile aufweisen, welche sehr nahe an die Greif- und Bewegungseinrichtung herangefahren werden können, wenn diese mit dem an ihr befestigten Hohlkörper in den Reinigungsraum hineinragt. Weist die Reinigungsvorrichtung eine Ablageeinrichtung auf, auf welche der Hohlkörper abgelegt werden
15 kann, kann die Greif- und Bewegungseinrichtung vom Hohlkörper getrennt werden, wenn das Reinigungsfluid auf die Hohlkörperaußenfläche aufgebracht wird. Dann kann die Verschlusseinheit die gesamte Vorrichtungsöffnung verschließen.

20

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Reinigungsvorrichtung zumindest eine mit dem Reinigungsraum kommunizierende Austrittsöffnung auf, durch welche das Reinigungsfluid oder das erste Reinigungsfluid und das zweite Reinigungsfluid aus
25 dem Reinigungsraum abgeführt werden kann. Hierdurch kann eine kontrollierte Strömung innerhalb des Reinigungsraums erzeugt werden, ohne dass es zu stärkeren Verwirbelungen und zur Ausbildung von Toträumen auf der Hohlkörperaußenfläche kommt, in denen das Reinigungsfluid nicht oder nur unzureichend auf die
30 Hohlkörperaußenfläche einwirken kann. Zudem wird das mit den Partikeln beladene Reinigungsfluid kontrolliert aus der Reinigungsvorrichtung abgeführt, so dass sich diese Partikel nicht erneut auf der Hohlkörperaußenfläche anlagern können.

Eine Ausbildung der Erfindung betrifft eine Behandlungsvorrichtung zum Behandeln von topfförmigen Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für Lithografie-Masken, umfassend

- eine Begrenzungswandung, welche einen Innenraum umschließt,
- eine im Innenraum angeordnete Greif- und Bewegungseinrichtung zum Bewegen des Hohlkörpers innerhalb des Innenraums, und
- eine von der Begrenzungswandung gebildete Wandungsöffnung, durch welche der Innenraum zugänglich ist,
- zumindest eine Behandlungseinheit zum Behandeln des Hohlkörpers, und
- eine Reinigungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ausführungsformen, wobei
- der mit dem Deckel verschlossene Hohlkörper während des Zuführens des Reinigungsfluids mit der Greif- und Bewegungseinrichtung verbunden ist und mit der Greif- und Bewegungseinrichtung
 - o in den Reinigungsraum eingebracht,
 - o aus dem Reinigungsraum entfernt und
 - o während des Zuführens des Reinigungsfluids von dieser im Reinigungsraum gehalten wird.

Die technischen Effekte und Vorteile, die sich mit der vorgeschlagsgemäßen Behandlungsvorrichtung erreichen lassen, entsprechen denjenigen, die für die vorliegende Reinigungsvorrichtung erörtert worden sind. Zusammenfassend sei darauf hingewiesen, dass die Hohlkörperaußenfläche gereinigt werden kann, ohne dass der Deckel vom übrigen Hohlkörper getrennt werden muss, wodurch entsprechend Zeit eingespart werden kann.

Darüber hinaus kann die Reinigung der Hohlkörperaußenfläche erfolgen, wenn die Greif- und Bewegungseinrichtung mit dem Hohlkörper verbunden ist („on the fly“). Ein Ablegen in eine definierte Position ist daher nicht erforderlich. Die Greif- und Bewegungseinrichtung kann den Hohlkörper während der Reinigung der Hohlkörperaußenfläche in gewissen Grenzen bewegen, beispielsweise schwenken und/oder drehen, so dass das verwendete Reinigungsfluid auch an schwer zugängliche Stellen gelangen kann.

10 Sofern gewünscht, kann die Reinigungsvorrichtung mit einer Ablageeinrichtung versehen werden, auf welche der mit dem Deckel verschlossene Hohlkörper abgelegt werden kann. Nach dem Ablegen kann die Verbindung zwischen dem Hohlkörper und der Greif- und Bewegungseinrichtung gelöst werden. Während der Zufuhr des Reinigungsfluids auf die Hohlkörperaußenfläche kann die Greif- und Bewegungseinrichtung andere Hohlkörper bewegen. Insbesondere dann, wenn die Reinigung in der Reinigungsvorrichtung recht lange dauert, kann die Greif- und Bewegungseinrichtung
15 andere Aufgaben erledigen und somit effektiver genutzt werden.
20

Bei einer weiteren Ausbildung kann vorgesehen sein, dass die Greif- und Bewegungseinrichtung eine Abdeckeinheit zum zumindest teilweisen Abdecken der Vorrichtungsöffnung während des Zuführens des Reinigungsfluids aufweist. Die Abdeckeinheit kann beispielsweise ausfahrbare oder klappbare Bleche aufweisen, welche die Vorrichtungsöffnung abdecken, wenn das Reinigungsfluid auf die Hohlkörperaußenfläche aufgebracht wird. Hierdurch kann das unkontrollierte Austreten des Reinigungsfluids aus dem Reinigungsraum vermieden werden. Hierdurch wird insbesondere die Wahrscheinlichkeit verringert, dass die mit dem Reinigungsfluid von der Hohlkörperaußenfläche abgelösten Partikel unkontrolliert in den Innenraum gelangen und sich

dort wieder auf der Hohlkörperaußenfläche oder auch an der Hohlkörperinnenfläche anlagern können.

Eine fortentwickelte Ausbildung kann vorgeben, dass die Behandlungsvorrichtung einen Abführkanal zum Abführen des Reinigungsfluids oder des ersten Reinigungsfluids und des zweiten Reinigungsfluids aufweist, wobei der Abführkanal mit der Austrittsöffnung kommuniziert. In dieser Ausbildung wird das mit den von der Hohlkörperaußenfläche abgelösten Partikeln beladene Reinigungsfluid aus der Behandlungsvorrichtung abgeführt, so dass sich diese Partikel nicht erneut auf der Hohlkörperaußenfläche oder der Hohlkörperinnenfläche ablagern können.

Nach Maßgabe einer fortentwickelten Ausbildung kann im Abführkanal eine Partikelmesseinrichtung zum Bestimmen der Anzahl der im abgeführten Reinigungsfluid, im abgeführten ersten Reinigungsfluid und/oder im abgeführten zweiten Reinigungsfluid angeordnet sein. Mit der Partikelmesseinrichtung kann die Anzahl der im abgeführten Reinigungsfluid enthaltenen Partikel bestimmt werden, wodurch sich eine Aussage über den Fortschritt des Reinigungsprozesses treffen lässt. Üblicherweise sinkt die Anzahl der Partikel mit zunehmender Reinigungsdauer. Man kann einen Grenzwert bezüglich der Anzahl der Partikel definieren. Sobald dieser Grenzwert unterschritten wird, kann der Reinigungsprozess der Hohlkörperaußenfläche abgebrochen werden. Hierdurch lässt sich ein bestimmter Reinigungsgrad bezüglich der Hohlkörperaußenfläche festlegen. Übermäßig lange Reinigungsprozesse können vermieden werden.

Eine weitere Ausbildung gibt vor, dass die Reinigungsvorrichtung eine Temperierungseinheit zum Temperieren des auf die Hohlkörperaußenfläche aufgetragenen Reinigungsfluids aufweist. Die Temperierungseinheit kann dabei in die Zuführeinrichtung

integriert sein, so dass das Reinigungsfluid auf dem Weg in den Reinigungsraum entsprechend erwärmt oder gekühlt wird. Aufgrund der Temperaturänderungen kommt es zu einem Ausdehnen und einem Zusammenziehen des Hohlkörpers und der auf der Hohlkörperaußenfläche anhaftenden Partikel. Da aber die Partikel in der Regel einen anderen Längenausdehnungskoeffizienten aufweisen als der Hohlkörper, kommt es zu Relativbewegungen zwischen den Partikeln und der Hohlkörperaußenfläche, wodurch das Ablösen der Partikel von der Hohlkörperaußenfläche begünstigt wird. Der Reinigungsprozess wird hierdurch gefördert.

Nach Maßgabe einer weiteren Ausbildung ist die Ablageeinrichtung um eine Drehachse drehbar gelagert und mittels eines Antriebsmotors drehbar. Die Drehgeschwindigkeit, mit welcher der auf der Ablageeinrichtung abgelegte Hohlkörper gedreht werden kann, kann so hoch gewählt werden, dass Reste des Reinigungsfluids, welche noch auf der Hohlkörperaußenfläche anhaften, aufgrund der dann wirkenden Zentrifugalkraft nach außen weggeschleudert werden. Dies ist insbesondere dann hilfreich, wenn Wasser oder eine andere Flüssigkeit als Reinigungsfluid verwendet wird. Das Entfernen des Reinigungsfluids von der Hohlkörperaußenfläche wird hierdurch unterstützt.

Eine Ausgestaltung der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für Lithografie-Masken, mit einer Behandlungsvorrichtung nach einer der zuvor diskutierten Ausbildungen, umfassend die folgenden Schritte:

- Einbringen des mit dem Deckel verschlossenen Hohlkörpers in den Reinigungsraum mit der Greif- und Bewegungseinrichtung, und
- Zuführen eines Reinigungsfluids auf die Hohlkörperaußenfläche des mit dem Deckel verschlossenen Hohlkörpers mit-

tels der Zuführeinrichtung, wobei der Hohlkörper während des Zuführens des Reinigungsfluids

- o mit der Greif- und Bewegungseinrichtung verbunden ist und von dieser im Reinigungsraum gehalten wird oder
- 5 o mit der Greif- und Bewegungseinrichtung auf der Ablageeinrichtung abgelegt und anschließend von der Greif- und Bewegungseinrichtung getrennt wird.

Die technischen Effekte und Vorteile, die sich mit dem vorliegenden Verfahren erreichen lassen, entsprechen denjenigen, die für die vorliegende Reinigungsvorrichtung erörtert worden sind. Zusammenfassend sei darauf hingewiesen, dass die Hohlkörperaußenfläche bei am Hohlkörper befestigtem Deckel gereinigt werden kann. Insofern entfällt die Notwendigkeit, hierzu

15 den Deckel vom übrigen Hohlkörper zu trennen, wodurch entsprechend Zeit eingespart werden kann. Darüber hinaus kann die Reinigung der Hohlkörperaußenfläche erfolgen, wenn die Greif- und Bewegungseinrichtung mit dem Hohlkörper verbunden ist („on the fly“). Ein Ablegen in eine definierte Position ist daher

20 nicht erforderlich. Die Greif- und Bewegungseinrichtung kann den Hohlkörper während der Reinigung der Hohlkörperaußenfläche in gewissen Grenzen bewegen, so dass das verwendete Reinigungsfluid auch an schwer zugängliche Stellen gelangen kann. Je nach Ausgestaltung ist es aber gleichwohl möglich, den

25 Hohlkörper auf der Ablageeinrichtung abzulegen, was insbesondere dann Sinn macht, wenn die Greif- und Bewegungseinrichtung während des Reinigens der Hohlkörperaußenfläche zum Bewegen anderer, in der Behandlungsvorrichtung befindlichen Hohlkörper verwendet werden soll. Auch dann, wenn der Hohlkörper mit hoher Drehgeschwindigkeit zum Wegschleudern von Resten des verwendeten Reinigungsfluids um seine eigene Achse gedreht werden

30 soll, bietet sich ein Ablegen auf der Ablageeinrichtung an.

Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

5 Figur 1A eine prinzipielle Seitenansicht einer Behandlungsvorrichtung, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist,

10 Figur 1B eine separate, prinzipielle Darstellung eines zu behandelnden Hohlkörpers,

15 Figur 2A eine stark vereinfachte prinzipielle Seitenansicht einer vorschlagsgemäßen Behandlungsvorrichtung, welche ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Reinigungsvorrichtung aufweist,

20 Figur 2B eine separate prinzipielle Darstellung des in Figur 2A dargestellten ersten Ausführungsbeispiels der Reinigungsvorrichtung entlang der in Figur 2A definierten Schnittebene X-X,

25 Figur 3 eine prinzipielle Draufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Reinigungsvorrichtung, analog zu der in Figur 2B gewählten Darstellung, und

30 Figur 4 eine prinzipielle Seitendarstellung eines dritten Ausführungsbeispiels der Reinigungsvorrichtung, analog zu der in Figur 2A gewählten Darstellung.

In Figur 1A ist eine aus dem Stand der Technik bekannte Behandlungsvorrichtung 10 zum Behandeln von topfförmigen Hohlräumen 12 in vereinfachter Form dargestellt. Figur 1B zeigt

eine separate Darstellung des Hohlkörpers 12. Die Behandlungsvorrichtung 10 umfasst eine Begrenzungswandung 14, welche einen Innenraum 16 umschließt. Im Innenraum 16 ist eine Greif- und Bewegungseinrichtung 18 vorgesehen, mit welcher die zu behandelnden Hohlkörper 12 im Innenraum 16 bewegt werden können. Zudem befindet sich im Innenraum 16 eine Anzahl von Behandlungseinheiten 20, die beispielsweise in Form einer Wascheinrichtung 22 und/oder einer Evakuierungseinrichtung 24 ausgebildet sein können.

10

Die Begrenzungswandung 14 bildet eine auf nicht näher gezeigte Weise verschließbare Wandungsöffnung 26, durch welche der Innenraum 16 zugänglich ist.

15 Die Behandlungsvorrichtung 10 wird auf folgende Weise betrieben: Ein zu behandelnder Hohlkörper 12, der eine Hohlkörperwandung 28 aufweist, die eine Hohlkörperöffnung 29, welche von einem Deckel 30 verschlossen werden kann, sowie eine Hohlkörperaußenfläche 32 und eine Hohlkörperinnenfläche 34 bildet
20 (siehe Figur 1B), wird auf nicht näher gezeigte Weise zur Wandungsöffnung 26 transportiert und derart positioniert, dass die Greif- und Bewegungseinrichtung 18 den Hohlkörper 12 unter Verwendung einer entsprechend ausgebildeten Schnittstelle 36 ergreifen und innerhalb des Innenraums 16 bewegen kann. Mit
25 der Greif- und Bewegungseinrichtung 18 wird der Hohlkörper 12 der Wascheinrichtung 22 zugeführt. In Figur 1A ist eine Deckelhandhabungseinheit 38 dargestellt, mit welcher der Deckel 30 verbunden und vom übrigen Hohlkörper 12 getrennt werden kann. Die Deckelhandhabungseinheit 38 wird anschließend zusammen mit dem Deckel 30 um ca. 90° gedreht und verschließt in-
30 folgedessen eine Prozessraumöffnung 40 der Wascheinrichtung 22. Der vom Deckel 30 getrennte Hohlkörper 12 wird durch eine hier nicht dargestellte weitere Prozessraumöffnung in die

Wascheinrichtung 22 eingebracht. In der Wascheinrichtung 22 wird ein Waschfluid, insbesondere Wasser, auf die Hohlkörperinnenfläche 34 und den Deckel 30 aufgebracht. Je nach Ausbildung der Wascheinrichtung 22 ist es auch möglich, das Waschfluid auf die Hohlkörperaußenfläche 32 aufzubringen.

Nach Abschluss des Waschvorgangs wird der Hohlkörper 12 mit der Greif- und Bewegungseinrichtung 18 aus der Wascheinrichtung 22 entnommen, die Deckelhandhabungseinheit 38 in die in Figur 1A gezeigte Stellung gedreht und der Hohlkörper 12 wieder mit dem Deckel 30 verbunden.

Nun wird der Hohlkörper 12 zusammen mit dem Deckel 30 der Evakuierungseinrichtung 24 zugeführt. Hierzu wird weitgehend analog wie bei der Wascheinrichtung 22 vorgegangen. Insbesondere wird zunächst der Deckel 30 vom Hohlkörper 12 getrennt. In der Evakuierungseinrichtung 24 wird ein auf den Deckel 30 und den Hohlkörper 12 einwirkender Unterdruck angelegt, der zum Verdampfen von Resten des in der Wascheinrichtung 22 verwendeten Waschfluids führt.

Nachdem dieser Prozess abgeschlossen ist, wird der Deckel 30 wieder mit dem Hohlkörper 12 verbunden und mit der Greif- und Bewegungseinrichtung 18 zur Wandungsöffnung 26 bewegt und der gereinigte Hohlkörper 12 zusammen mit dem Deckel 30 aus dem Innenraum 16 der Behandlungsvorrichtung 10 ausgeschleust und weiter transportiert. Der aus dem Innenraum 16 ausgeschleuste Hohlkörper 12 kann nun zum Transport und der Lagerung von hier nicht dargestellten Halbleiterwafern verwendet werden.

30

In Figur 2A ist eine Behandlungsvorrichtung 42 gemäß der vorliegenden Erfindung anhand einer prinzipiellen Seitenansicht gezeigt. Der wesentliche Aufbau der erfindungsgemäßen Behand-

lungsvorrichtung 42 gleicht dabei demjenigen der in Figur 1A gezeigten Behandlungsvorrichtung 10 nach dem Stand der Technik, weshalb im Folgenden nur auf die wesentlichen Unterschiede eingegangen wird.

5

Die erfindungsgemäße Behandlungsvorrichtung 42 ist mit einer Reinigungsvorrichtung 44₁ nach einem ersten Ausführungsbeispiel ausgestattet, welche zum Reinigen der Hohlkörperaußenfläche 32 des Hohlkörpers 12 dient (siehe Figur 1B). Die Reinigungsvorrichtung 44₁ ist in der Figur 2B separat anhand einer prinzipiellen Schnittdarstellung entlang der in Figur 2A definierten Schnittebene X-X dargestellt, allerdings ohne den Hohlkörper 12 und ohne Anspruch auf zeichnerische Vollständigkeit und Maßstabstreue. Die Reinigungsvorrichtung 44₁ umfasst eine Seitenwand 46, die einen Reinigungsraum 50 begrenzt und welche in der Draufsicht einen viereckigen Querschnitt aufweist. Folglich ist die Seitenwand 46 in der in Figur 2B gewählten Schnittebene X-X geschlossen.

Die Seitenwand 46 bildet zumindest eine Vorrichtungsöffnung 48, durch welche der mit dem Deckel 30 verschlossene Hohlkörper 12 zum Reinigen der Hohlkörperaußenfläche 32 mittels der Greif- und Bewegungseinrichtung 18 in den Reinigungsraum 50 einbringbar ist. Weiterhin ist die Reinigungsvorrichtung 44₁ mit einer Zuführeinrichtung 52 ausgestattet, mit welcher ein Reinigungsfluid in den Reinigungsraum 50 einbringbar ist. Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Reinigungsvorrichtung 44₁ umfasst die Zuführeinrichtung 52 eine Anzahl von ersten Austrittsdüsen 54 zum Zuführen eines ersten Reinigungsfluids und eine Anzahl von zweiten Austrittsdüsen 56 zum Zuführen eines zweiten Reinigungsfluids in den Reinigungsraum 50. Folglich können zwei unterschiedliche Reinigungsfluide in den Reinigungsraum 50 gefördert werden, wobei das erste Reinigungs-

fluid beispielsweise Wasser und das zweite Reinigungsfluid beispielsweise Luft sein können. Sowohl die ersten Austrittsdüsen 54 als auch die zweiten Austrittsdüsen 56 kommunizieren mit der Seitenwand 46 durchdringenden Durchgangslöchern 58, die wiederum mit Zuführkanälen 60 verbunden sind, die ebenfalls an der Seitenwand 46 befestigt sind.

Wie aus der Figur 2B erkennbar ist, sind im Reinigungsraum 50 insgesamt vier Leitbleche 62 angeordnet, welche mittels einer Antriebseinheit 64 bewegt werden können. Die Leitbleche 62 können mit der Antriebseinheit 64 beispielsweise angehoben und gesenkt und/oder gedreht werden.

Die Reinigungsvorrichtung 44₁ weist ferner eine Bodenwand 66 auf, in welcher eine Austrittsöffnung 67 angeordnet ist. Die Bodenwand 66 ist auf einen Boden 68 der Behandlungsvorrichtung 42 aufgesetzt. Der Boden 68 weist eine Anzahl von Durchbrüchen 70 auf, die in einen darunter angeordneten Abführkanal 72 münden (siehe auch Figur 1A). Die Reinigungsvorrichtung 44₁ ist so angeordnet, dass die Austrittsöffnung 67 mit den Durchbrüchen 70 kommuniziert. Das durch die Austrittsdüsen 54, 56 in den Reinigungsraum 50 eingebrachte Reinigungsfluid kann durch die Austrittsöffnung 67, die Durchbrüche 70 und den Abführkanal 72 aus der Behandlungsvorrichtung 42 abgeführt werden.

Im Abführkanal 72 ist eine Partikelmesseinrichtung 74 angeordnet, mit welcher die Anzahl der im Reinigungsfluid enthaltenen Partikel bestimmt werden kann.

Die Reinigungsvorrichtung 44₁ wird auf folgende Weise betrieben: Wie in Bezug auf Figur 1A bereits geschildert, wird der zu behandelnde Hohlkörper 12 von der Greif- und Bewegungseinrichtung 18 ergriffen, so dass der Hohlkörper 12 im Innenraum

16 bewegt werden kann. Bevor der Hohlkörper 12 mittels der Greif- und Bewegungseinrichtung 18 der Wascheinrichtung 22 zugeführt wird, wird der Hohlkörper 12 wie in Figur 2A gezeigt durch die Vorrichtungsöffnung 48 in den Reinigungsraum 50 der Reinigungsvorrichtung 44₁ eingebracht. Dabei bleibt die Verbindung zwischen dem Hohlkörper 12 und der Greif- und Bewegungseinrichtung 18 erhalten. Auch wird der Deckel 30 nicht vom Hohlkörper 12 getrennt. Aus Figur 2A geht ebenfalls hervor, dass die Greif- und Bewegungseinrichtung 18 etwas in den Reinigungsraum 50 eintaucht, um sicherzustellen, dass der gesamte Hohlkörper 12 in den Reinigungsraum 50 eingebracht ist. Je nach Anwendungsfall kann es auch vorteilhaft sein, den Hohlkörper 12 nur teilweise in den Reinigungsraum 50 einzubringen. Dann taucht die Greif- und Bewegungseinrichtung 18 nicht in den Reinigungsraum 50 ein.

Wie aus einem Vergleich der Figuren 1 und 2A hervorgeht, ist die Greif- und Bewegungseinrichtung 18 der erfindungsgemäßen Behandlungsvorrichtung 42 mit einer Abdeckeinheit 76 ausgestattet, mit welcher die Vorrichtungsöffnung 48 zumindest teilweise abgedeckt werden kann. Die Abdeckeinheit 76 kann beispielsweise ausfahrbare oder klappbare Bleche 78 aufweisen. Die Bleche 78 können auch als Anschlag dienen und von oben an die Seitenwand 46 anschlagen, wodurch eine Endstellung des Hohlkörpers 12 im Reinigungsraum 50 definiert und Kollisionen des Hohlkörpers 12 insbesondere mit der Bodenwand 66 vermieden werden können.

Wenn die in Figur 2A gezeigte Position erreicht ist, wird das erste Reinigungsfluid infolge einer Aktivierung von nicht dargestellten Fördereinheiten durch die ersten Austrittsdüsen 54 gefördert und auf die Hohlkörperaußenfläche 32 aufgebracht, wie in Figur 2A mit den Pfeilen gekennzeichnet. Die Abdeckein-

heit 76 verhindert, dass das erste Reinigungsfluid durch die Vorrichtungsöffnung 48 unkontrolliert in den Innenraum 16 gelangen kann. Der Hohlkörper 12 kann von der Greif- und Bewegungseinrichtung 18 im Reinigungsraum 50 bewegt werden, während das erste Reinigungsfluid auf die Hohlkörperaußenfläche 32 aufgebracht wird. Dabei kann eine Auf- und Abbewegung, eine Drehbewegung, eine seitlich gerichtete Bewegung und/oder eine Kombination aus diesen Bewegungen vorgenommen werden. Die Bewegung kann weitgehend frei gewählt werden, solange es zu keiner Kollision des Hohlkörpers 12 mit der Reinigungsvorrichtung 44₁ kommt.

Das erste Reinigungsfluid überstreicht die Hohlkörperaußenfläche 32 und führt darauf angelagerte Partikel ab. Die Austrittsdüsen 54, die Abdeckeinheit 76 und die Leitbleche 62 prägen dem ersten Reinigungsfluid eine Strömung zur Austrittsöffnung 67 hin auf, infolgedessen das mit den Partikeln beladene erste Reinigungsfluid durch die Austrittsöffnung 67, die Durchbrüche 70 und den Abführkanal 72 aus der Reinigungsvorrichtung 44₁ und der Behandlungsvorrichtung 42 abgeführt wird. Dabei passiert eine gegebene Volumeneinheit des Reinigungsfluids die Partikelmesseinrichtung 74, mit welcher die Anzahl der in der betreffenden Volumeneinheit enthaltenen Partikel bestimmt wird. Diese Bestimmung wird mit nachfolgenden Volumeneinheiten fortgesetzt. Sobald ein bestimmter Grenzwert der bestimmten Anzahl von Partikeln unterschritten wird, kann die Zufuhr des ersten Reinigungsfluid beendet werden. Anschließend kann das zweite Reinigungsfluid durch die zweiten Austrittsdüsen 56 auf die Hohlkörperaußenfläche 32 aufgebracht werden. Hierbei wird auf analoge Weise zum ersten Reinigungsfluid vorgegangen. Nachdem die Zufuhr des zweiten Reinigungsfluid beendet ist, wird der Hohlkörper 12 aus der Reinigungsvorrichtung 44₁ entnommen und wie für Figur 1A beschrieben der Waschein-

richtung 22 und der Evakuierungseinrichtung 24 zugeführt.
Nachdem die dort durchgeführten Behandlungsschritte beendet
worden sind, wird der Hohlkörper 12 mit der Greif- und Bewe-
gungseinrichtung 18 zur Wandungsöffnung 26 bewegt, von wo aus
5 der gereinigte Hohlkörper 12 zusammen mit dem Deckel 30 aus
dem Innenraum 16 der Reinigungsvorrichtung 44₁ ausgeschleust
und weiter transportiert wird.

Alternativ kann der mit dem Deckel 30 verschlossene Hohlkörper
10 12 erst dann der Reinigungsvorrichtung 44₁ zugeführt werden,
nachdem die in der Wascheinrichtung 22 und der Evakuierungs-
einrichtung 24 durchgeführten Behandlungsschritte abgeschlos-
sen worden sind. Auch ist es möglich, den mit dem Deckel 30
verschlossenen Hohlkörper 12 sowohl vor als auch nach den in
15 der Wascheinrichtung 22 und der Evakuierungseinrichtung 24
durchgeführten Behandlungsschritten der Reinigungsvorrichtung
44₁ zuzuführen.

In Figur 3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Reinigungs-
20 vorrichtung 44₂ anhand einer prinzipiellen Draufsicht gezeigt.
Der wesentliche Aufbau der Reinigungsvorrichtung 44₂ nach dem
zweiten Ausführungsbeispiel entspricht dabei demjenigen der
Reinigungsvorrichtung 44₁ des ersten Ausführungsbeispiels, so
dass im Folgenden nur auf die Unterschiede eingegangen wird.
25 Während die Reinigungsvorrichtung 44₁ nach dem ersten Ausfüh-
rungsbeispiel eine geschlossene Seitenwand 46 mit vier Ab-
schnitten aufweist, umfasst die Reinigungsvorrichtung 44₂ nach
dem zweiten Ausführungsbeispiel eine erste Seitenwand 46₁ und
eine zweite Seitenwand 46₂, die parallel verlaufen und beab-
30 standet zueinander am Boden 68 der Behandlungsvorrichtung 42
angeordnet sind. Folglich erstreckt sich die Vorrichtungsöff-
nung 48 nicht nur innerhalb der Zeichnungsebene der Figur 3,
sondern auch senkrecht dazu. Es ist daher möglich, den Hohl-

körper 12 nicht nur von oben, sondern auch von der Seite in den Reinigungsraum 50 einzubringen. Die hierzu notwendige Bewegung der Greif- und Bewegungseinrichtung 18 kann vereinfacht werden. Eine Bodenwand 66 weist die Reinigungsvorrichtung 44₂ nach dem zweiten Ausführungsbeispiel nicht auf.

Zudem weist die Reinigungsvorrichtung 44₂ nach dem zweiten Ausführungsbeispiel eine Anzahl von Austrittsdüsen 80 auf, durch welche nur ein Reinigungsfluid, beispielsweise Luft, in den Reinigungsraum 50 eingeleitet werden kann. Im dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel sind die Austrittsdüsen 80 der ersten Seitenwand 46₁ wiederum unter Verwendung der Durchgangslöcher 58 mit einem gemeinsamen Zuführkanal 60 verbunden. Entsprechendes gilt für die Austrittsdüsen 80 der zweiten Seitenwand 46₂. Im gemeinsamen Zuführkanal 60 ist eine Temperierungseinheit 81 angeordnet, mit welcher die Temperatur des Reinigungsfluids geändert werden kann.

Der Volumenstrom durch jede Austrittsdüse 54, 56 kann bei der Reinigungsvorrichtung 44₁ nach dem ersten Ausführungsbeispiel individuell eingestellt und insbesondere früher oder später als bei anderen Austrittsdüsen 54, 56 ein- oder ausgestellt werden. Zudem kann auch die Reinigungsvorrichtung 44₁ nach dem ersten Ausführungsbeispiel mit der Temperierungseinheit 81 ausgestattet werden, so dass das Reinigungsfluid auf dem Weg zu jeder Austrittsdüse 54, 56, individuell temperiert werden kann. Die individuelle Einstellung des Reinigungsfluids hinsichtlich der genannten Größen an jeder der Austrittsdüsen 54, 56 ist bei der Reinigungsvorrichtung 44₂ nach dem zweiten Ausführungsbeispiel nicht vorgesehen ist. Allerdings vereinfacht sich der apparative Aufwand aufgrund des gemeinsamen Zuführkanals 60 beim zweiten Ausführungsbeispiel.

Figur 4 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungs-
gemäßen Reinigungsvorrichtung 44₃ analog zu der in Figur 2A ge-
wählten Darstellung. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind
Bestandteile der Behandlungsvorrichtung 42, insbesondere die
5 Greif- und Bewegungseinrichtung 18, nicht dargestellt. Die
Reinigungsvorrichtung 44₃ nach dem dritten Ausführungsbeispiel
entspricht weitgehend den Reinigungsvorrichtungen 44₁, 44₂ nach
dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel, weshalb im
Folgenden nur auf die wesentlichen Unterschiede eingegangen
10 wird.

Die Reinigungsvorrichtung 44₃ nach dem dritten Ausführungsbei-
spiel ist mit einer Ablageeinrichtung 82 ausgestattet, auf
welcher der Hohlkörper 12 abgelegt werden kann. Hierzu wird
15 der Hohlkörper 12 von der Greif- und Bewegungseinrichtung 18
in den Reinigungsraum 50 eingebracht, bis dass der Hohlkörper
12 mit der Ablageeinrichtung 82 in Kontakt tritt. Anschließend
wird der Kontakt zwischen der Greif- und Bewegungseinrichtung
18 und dem Hohlkörper 12 getrennt.

20 Im dargestellten Ausführungsbeispiel der Reinigungsvorrichtung
44₃ wird der Hohlkörper 12 mit dem Deckel 30 auf der Ablageein-
richtung 82 abgelegt, wobei es auch möglich ist, den Hohlkör-
per 12 mit der Hohlkörperwandung 28 (siehe Figur 1B) auf der
25 Ablageeinrichtung 82 abzulegen. Die Ablageeinrichtung 82 ist
benachbart zur Bodenwand 66 angeordnet und weist eine Rahmen-
struktur mit stangen- oder balkenartigen Trägern auf, die so
ausgebildet ist, dass sie die Strömung des Reinigungsfluids so
wenig wie möglich behindert. Insbesondere ist gewährleistet,
30 dass der Deckel 30 gut mit dem Reinigungsfluid beaufschlagt
werden kann. Dabei kann es sich anbieten, dass die Rahmen-
struktur zumindest drei kreisförmige Auflagepunkte bereit-
stellt, auf welche der Hohlkörper 12 abgelegt werden kann.

Die Ablageeinrichtung 82 kann im Reinigungsraum 50 befestigt sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel der Behandlungsvorrichtung 42 ist die Ablageeinrichtung 82 jedoch im Boden 68
5 der Behandlungsvorrichtung 42 drehbar gelagert und kann mittels eines Antriebsmotors 84 um eine Drehachse D gedreht werden. Infolge dieser Drehung kann der auf der Ablageeinrichtung 82 abgelegte Hohlkörper 12 gedreht werden, wodurch die Zufuhr des Reinigungsfluids zu schwer zugänglichen Stellen der Hohlkörperaußenfläche 32 verbessert werden kann.
10

Nicht dargestellt ist ein Ausführungsbeispiel, bei welchem die bereits erwähnte Temperierungseinheit 81 (vgl. Figur 3) vorgesehen ist, um die Temperatur des zugeführten Reinigungsfluids
15 zu ändern.

Die Auflagepunkte werden im dargestellten Ausführungsbeispiel der Behandlungsvorrichtung 42 von als Saugnäpfe 86 ausgebildeten Niederhaltern 88 gebildet, welche zur Fixierung des Hohlkörpers 12 während der Beaufschlagung mit dem Reinigungsfluid dienen. Die Niederhalter 88 können auch auf andere Weise ausgebildet sein, beispielsweise in Form von Klammern. So können Fixierarme oder dergleichen, die von oben oder von der Seite am Hohlkörper 12 angreifen können, für die Fixierung des Hohlkörpers 12 während der Beaufschlagung mit dem Reinigungsfluid
20
25 sorgen (nicht dargestellt).

Wie erwähnt, kann die Ablageeinrichtung 82 mit dem Motor 84 um die Drehachse D gedreht werden. Um ein Verrutschen des Hohlkörpers 12 auf der Ablageeinrichtung 82 infolge von Unwuchten oder anderen Gründen während des Drehens zu verhindern, sind Haltestäbe 96 vorgesehen, die mit der Hohlkörperwandung 28 zur Anlage oder nahezu zur Anlage kommen, wenn der Hohlkörper 12
30

auf der Ablageeinrichtung 82 abgelegt ist. Die Haltestäbe 96 können auch korbartig mit einem hier nicht gezeigten Netz verbunden sein.

5 Ferner weist die Reinigungsvorrichtung 44₃ nach dem dritten Ausführungsbeispiel eine Verschlusseinheit 90 auf, mit welcher der Reinigungsraum 50 verschlossen werden kann, insbesondere dann, wenn der Hohlkörper 12 in den Reinigungsraum 50 eingebracht ist und mit dem Reinigungsfluid beaufschlagt werden soll. Die hier dargestellte Verschlusseinheit 90 weist einen Verschlusskörper 92 auf, der mit einem nicht näher dargestellten Befestigungsmittel 94 drehbar an der Seitenwand 46 der Reinigungsvorrichtung 44₃ befestigt ist. Das Befestigungsmittel 94 kann dabei ein Scharnier umfassen. Weiterhin kann eine
10 nicht dargestellte Stelleinrichtung vorgesehen sein, mit welcher die Verschlusseinheit 90 zum Öffnen und Schließen der Vorrichtungsöffnung 48 bewegt werden kann.

Der Hohlkörper 12 wird mit der Greif- und Bewegungseinrichtung 18 in den Reinigungsraum 50 eingebracht und auf die Ablageeinrichtung 82 abgelegt, wenn sich die Verschlusseinheit 90 in einer Offenstellung befindet (nicht dargestellt). Anschließend werden die Niederhalter 88 aktiviert und die Greif- und Bewegungseinrichtung 18 vom Hohlkörper 12 getrennt. Sobald die
20 Greif- und Bewegungseinrichtung 18 die Reinigungsvorrichtung 44₃ verlassen hat, kann die Verschlusseinheit 90 in die Schließstellung überführt werden, wie in Figur 4 dargestellt. Nun kann das Reinigungsfluid auf die Hohlkörperaußenfläche 32 aufgebracht werden. Wie erwähnt, kann durch die ersten Austrittsdüsen 54 ein erstes Reinigungsfluid, beispielsweise Wasser, und durch die zweiten Austrittsdüsen 56 ein zweites Reinigungsfluid, beispielsweise Luft, in den Reinigungsraum 50
25 eingebracht werden. Der Hohlkörper 12 kann vor oder während

der Zufuhr des zweiten Reinigungsfluids mit der Ablageeinrichtung 82 so schnell gedreht werden, dass Wasserreste von der Hohlkörperaußenfläche 32 weggeschleudert werden. Die Haltestäbe verhindern dabei ein Wegrutschen des Hohlkörpers 12 während
5 der Drehung.

Nach abgeschlossener Reinigung der Hohlkörperaußenfläche 32 wird die Verschlusseinheit 90 in die Offenstellung überführt. Der Hohlkörper 12 mit der Greif- und Bewegungseinrichtung 18
10 aus dem Reinigungsraum 50 entnommen und der weiteren Behandlung zugeführt.

Nicht dargestellt ist eine Ausführungsform der Verschlusseinheit 90, welche in die Schließstellung gestellt werden kann, auch wenn die Greif- und Bewegungseinrichtung 18 noch mit dem Hohlkörper 12 verbunden ist (vgl. Figur 2A). Der Verschlusskörper 92 kann hierzu entsprechende Ausschnitte aufweisen und an die Greif- und Bewegungseinrichtung 18 herangeschoben werden.
20

Die Verschlusseinheit 90 bewirkt, dass zumindest ein Teil des Reinigungsfluids nicht unkontrolliert durch die Vorrichtungsoffnung 48 aus dem Reinigungsraum 50 der Reinigungsvorrichtung 44₃ austreten kann.
25

Während eine Änderung der Temperatur des zugeführten Reinigungsfluids bei allen gezeigten Ausführungsbeispielen der Reinigungsvorrichtung 44 vorgesehen sein kann, ist die Drehung des Hohlkörpers 12 um die eigene Achse zum Wegschleudern von Resten des Reinigungsfluids von der Hohlkörperaußenfläche 32
30 nur bei dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel möglich. Zwar kann der Hohlkörper 12 auch mit der Greif- und Bewegungseinrichtung 18 um seine eigene Achse gedreht werden,

also dann, wenn der Hohlkörper mit Greif- und Bewegungseinrichtung 18 verbunden ist, allerdings ist die erreichbare Drehgeschwindigkeit zu gering, um Reste des Reinigungsfluids in nennenswertem Umfang von der Hohlkörperaußenfläche 32 entfernen zu können.

5

Bezugszeichenliste

	10	Behandlungsvorrichtung nach dem Stand der Technik
	12	Hohlkörper
5	14	Begrenzungswand
	16	Innenraum
	18	Greif- und Bewegungseinrichtung
	20	Behandlungseinheit
10	22	Wascheinrichtung
	24	Evakuierungseinrichtung
	26	Wandungsöffnung
	28	Hohlkörperwandung
	29	Hohlkörperöffnung
15		
	30	Deckel
	32	Hohlkörperaußenfläche
	34	Hohlkörperinnenfläche
	36	Schnittstelle
20	38	Deckelhandhabungseinheit
	40	Prozessraumöffnung
	42	Behandlungsvorrichtung
	44	Reinigungsvorrichtung
25	44 ₁	Reinigungsvorrichtung
	44 ₂	Reinigungsvorrichtung
	44 ₃	Reinigungsvorrichtung
	46	Seitenwand
	46 ₁	erste Seitenwand
30	46 ₂	zweite Seitenwand
	48	Vorrichtungsöffnung
	50	Reinigungsraum

	52	Zuführeinrichtung
	54	erste Austrittsdüse
	56	zweite Austrittsdüse
	58	Durchgangsloch
5		
	60	Zuführkanal
	62	Leitblech
	64	Antriebseinheit
	66	Bodenwand
10	67	Austrittsöffnung
	68	Boden
	70	Durchbruch
	72	Abführkanal
15	74	Partikelmesseinrichtung
	76	Abdeckeinheit
	78	Blech
	80	Austrittsdüse
20	81	Temperierungseinheit
	82	Ablageeinrichtung
	84	Antriebsmotor
	86	Saugnapf
	88	Niederhalter
25		
	90	Verschlusseinheit
	92	Verschlusskörper
	94	Befestigungsmittel
	96	Haltestäbe
30		
	D	Drehachse

Patentansprüche

1. Reinigungsvorrichtung (44) zum Reinigen von topfförmigen
Hohlkörpern (12), insbesondere von Transportbehältern für
5 Halbleiterwafer oder für Lithografie-Masken, wobei
- der Hohlkörper (12) eine Hohlkörperwandung (28) auf-
weist, die
 - o eine Hohlkörperöffnung (29), welche von einem De-
ckel (30) verschließbar oder verschlossen ist, und
 - 10 o eine Hohlkörperaußenfläche (32) bildet, wobei
 - die Reinigungsvorrichtung (44)
 - o zumindest eine Seitenwand (46), welche einen Rei-
nigungsraum (50) begrenzt, wobei
 - o die Seitenwand (46) zumindest eine Vorrichtungs-
15 öffnung (48) bildet, durch welche der mit dem De-
ckel (30) verschlossene Hohlkörper (12) zum Reini-
gen der Hohlkörperaußenfläche (32) mittels einer
Greif- und Bewegungseinrichtung (18) in den Reini-
gungsraum (50) einbringbar ist, und
 - 20 o zumindest eine Zuführeinrichtung (52) zum Zuführen
eines Reinigungsfluids auf die Hohlkörperaußenflä-
che (32) des mit dem Deckel (30) verschlossenen
Hohlkörpers (12) umfasst, wobei
 - die Vorrichtungsöffnung (48) derart ausgestaltet ist,
25 dass die Greif- und Bewegungseinrichtung (18) zumindest
während des Zuführens des Reinigungsfluids zumindest
teilweise in den Reinigungsraum (50) hineinragt oder
bündig mit der Vorrichtungsöffnung (48) abschließt
und/oder
 - 30 - im Reinigungsraum (50) eine Ablageeinrichtung (82) an-
geordnet ist, auf welcher die Greif- und Bewegungsein-
richtung (18) den mit dem Deckel (30) verschlossenen

Hohlkörper (12) zum Zuführen des Reinigungsfluids ablegen kann.

2. Reinigungsvorrichtung (44) nach Anspruch 1,
5 dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführeinrichtung (52) eine Anzahl von zum Reinigungsraum (50) weisende oder in den Reinigungsraum (50) mündende Austrittsdüsen (54, 56, 80) umfasst.
- 10 3. Reinigungsvorrichtung (44) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsdüsen (54, 56, 80) in der Seitenwand (46) angeordnet Durchgangslöcher (58) umfassen oder von diesen gebildet werden.
- 15 4. Reinigungsvorrichtung (44) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Zuführeinrichtung (52) in der Seitenwand (46) angeordnete Durchgangslöcher (58) aufweist und
 - die Austrittsdüsen (54, 56, 80) an der Seitenwand (46)
20 in Fluidkommunikation mit den Durchgangslöchern (58) befestigt ist und in den Reinigungsraum (50) münden.
5. Reinigungsvorrichtung (44) nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
25 dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführeinrichtung (52) eine Anzahl von mit den Austrittsdüsen (54, 56, 80) kommunizierenden Zuführkanälen (60) umfasst, mit welcher das Reinigungsfluid zu den Austrittsdüsen (54, 56, 80) geführt werden kann.
30
6. Reinigungsvorrichtung (44) nach den Ansprüchen 3 und 5 oder 4 und 5,

dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführkanäle (60) an der Seitenwand (46) befestigt sind und mit den Durchgangslöchern (58) kommunizieren.

- 5 7. Reinigungsvorrichtung (44) nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführeinrichtung (52) eine Anzahl von ersten Austrittsdüsen (54) zum Zuführen eines ersten Reinigungsfluids und eine Anzahl von zweiten Aus-
- 10 trittsdüsen (56) zum Zuführen eines zweiten Reinigungsfluids in den Reinigungsraum (50) aufweist.
8. Reinigungsvorrichtung (44) nach einem der vorherigen Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungsvorrichtung (44) eine Anzahl von im Reinigungsraum (50) angeordneten oder mit dem zusammenwirkenden Leitblechen (62) zum Leiten des Reinigungsfluids innerhalb des Reinigungsraums (50) auf-
- 20 weist.
9. Reinigungsvorrichtung (44) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Leitbleche (62) mittels einer Antriebseinheit (64) verstellbar sind.
- 25 10. Reinigungsvorrichtung (44) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungsvorrichtung (44) eine Verschlusseinheit (90) aufweist, mit welcher die Vor-
- 30 richtungsöffnung (48) zumindest teilweise verschließbar ist.
11. Reinigungsvorrichtung (44) nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungsvorrichtung (44) zumindest eine mit dem Reinigungsraum (50) kommunizierende Austrittsöffnung (67) aufweist, durch welche das Reinigungsfluid oder das erste Reinigungsfluid und das zweite
5 Reinigungsfluid aus dem Reinigungsraum (50) abgeführt werden kann.

12. Reinigungsvorrichtung (44) nach einem der vorherigen Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungsvorrichtung (44) eine Temperierungseinheit (81) zum Temperieren des auf die Hohlkörperaußenfläche (32) aufgetragenen Reinigungsfluids aufweist.

15 13. Reinigungsvorrichtung (44) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ablageeinrichtung (82) um eine Drehachse (D) drehbar gelagert und mittels eines Antriebsmotors (84) drehbar ist.

20 14. Behandlungsvorrichtung (42) zum Behandeln von topfförmigen Hohlkörpern (12), insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für Lithografie-Masken, umfassend
- eine Begrenzungswandung (14), welche einen Innenraum
25 (16) umschließt,
- eine im Innenraum (16) angeordnete Greif- und Bewegungseinrichtung (18) zum Bewegen des Hohlkörpers (12) innerhalb des Innenraums (16), und
- eine von der Begrenzungswandung (14) gebildete Wandungs-
30 öffnung (26), durch welche der Innenraum (16) zugänglich ist,
- zumindest eine Behandlungseinheit (20) zum Behandeln des Hohlkörpers (12), und

- eine Reinigungsvorrichtung (44) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei
- der mit dem Deckel (30) verschlossene Hohlkörper (12) während des Zuführens des Reinigungsfluids mit der Greif- und Bewegungseinrichtung (18) verbunden ist und mit der Greif- und Bewegungseinrichtung (18)
 - o in den Reinigungsraum (50) eingebracht,
 - o aus dem Reinigungsraum (50) entfernt und
 - o während des Zuführens des Reinigungsfluids von dieser im Reinigungsraum (50) gehalten wird, wobei
- die Vorrichtungsöffnung (48) derart ausgestaltet ist, dass die Greif- und Bewegungseinrichtung (18) zumindest während des Zuführens des Reinigungsfluids zumindest teilweise in den Reinigungsraum (50) hineinragt oder bündig mit der Vorrichtungsöffnung (48) abschließt.

15. Behandlungsvorrichtung (42) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Greif- und Bewegungseinrichtung (18) eine Abdeckeinheit (76) zum zumindest teilweisen Abdecken der Vorrichtungsöffnung (48) während des Zuführens des Reinigungsfluids aufweist.

16. Behandlungsvorrichtung (42) nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlungsvorrichtung (42) einen Abführkanal (72) zum Abführen des Reinigungsfluids oder des ersten Reinigungsfluids und des zweiten Reinigungsfluids aufweist, wobei der Abführkanal (72) mit der Austrittsöffnung (67) kommuniziert.

17. Behandlungsvorrichtung (42) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass im Abführkanal (72) eine Partikelmesseinrichtung (74) zum Bestimmen der Anzahl der im

abgeführten Reinigungsfluid, im abgeführten ersten Reinigungsfluid und/oder im abgeführten zweiten Reinigungsfluid angeordnet ist.

- 5 18. Verfahren zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern (12), insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für Lithografie-Masken, mit einer Behandlungsvorrichtung (42) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, umfassend die folgenden Schritte:
- 10 - Einbringen des mit dem Deckel (30) verschlossenen Hohlkörpers (12) in den Reinigungsraum (50) mit der Greif- und Bewegungseinrichtung (18), und
- 15 - Zuführen eines Reinigungsfluids auf die Hohlkörperaußenfläche (32) des mit dem Deckel (30) verschlossenen Hohlkörpers (12) mittels der Zuführeinrichtung (52), wobei der Hohlkörper (12) während des Zuführens des Reinigungsfluids
- 20 o mit der Greif- und Bewegungseinrichtung (18) verbunden ist und von dieser im Reinigungsraum (50) gehalten wird oder
- o mit der Greif- und Bewegungseinrichtung (18) auf der Ablageeinrichtung (82) abgelegt und anschließend von der Greif- und Bewegungseinrichtung (18) getrennt wird.

25