

**Vorrichtung und Verfahren zum Trocknen und/oder Reinigen von
topfförmigen Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern
für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken**

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein
Verfahren zum Trocknen und/oder Reinigen von topfförmigen
Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern für Halb-
leiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken.
- 10 Die Herstellung von hochintegrierten elektronischen Schaltun-
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,
- 15 welche mit hohem Aufwand frei von Verunreinigungen, insbeson-
dere frei von Partikeln, gehalten werden. Eine solch auf-
wendige Bearbeitung ist erforderlich, da insbesondere Parti-
kel, die mit dem Halbleitermaterial der Halbleiterwafer in Be-
rührung kommen, die Materialeigenschaften der Halbleiterwafer
- 20 so beeinflussen können, dass eine gesamte Produktionscharge
fehlerhaft und unbrauchbar wird und ausgesondert werden muss.

Da die Reinhaltung mit zunehmender Integrationsdichte der
Halbleiterschaltungen immer wichtiger und der Aufwand zur

25 Reinhaltung mit zunehmender Größe der Reinräume exponentiell
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-

30 mige Transportbehälter, in die eine Vielzahl von Halbleiter-
wafern eingebracht werden kann. 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.

10

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

15

Sinngemäß gilt dasselbe für Transportbehälter Lithographie-Masken und insbesondere 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 EUV-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 EUV-Lithografie-Masken.

20

25

Vorrichtungen zum Reinigen von FOUPs sind beispielsweise aus der US 5 238 703 A, der US 2002/0046760 A1, der US 2003/0102015 A1, der WO 2005/001888 A2 und der EP 1 899 084 B1 bekannt.

30

Wie erwähnt, kann eine Vielzahl von Halbleiterwafern oder EUV-Lithographie-Masken in einen FOUP eingebracht werden. Hierzu weist der FOUP rippenförmige Strukturen an der Innenfläche auf, auf welche die Halbleiterwafer oder EUV-Lithographie-Masken mit ihren äußeren Rändern abgelegt werden können. Alternativ können die rippenförmigen Strukturen als separate Einheiten im Innenraum angeordnet werden. Beim Reinigungsvorgang wird üblicherweise in einem ersten Schritt ein Reinigungsfluid auf die Innenfläche des FOUPs aufgebracht und anschließend die Innenfläche mit einem Trocknungsfluid getrocknet.

Als Reinigungsfluid wird üblicherweise gereinigtes Wasser, insbesondere sogenanntes Reinstwasser, und als Trocknungsfluid häufig extrem saubere getrocknete Luft, auch als XCDA bezeichnet, Kohlendioxid oder Stickstoff verwendet. Aufgrund der rippenförmigen Strukturen entstehen Bereiche, die für das Trocknungsfluid, aber auch für das Reinigungsfluid nur schwer zugänglich sind. Entsprechend schwierig gestalten sich der Reinigungs- und der Trocknungsvorgang. Um eine ausreichende Reinigung und Trocknung zu gewährleisten, müssen der Reinigungs- und der Trocknungsvorgang bei den aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen entsprechend lang durchgeführt werden, was zeit- und ressourcenintensiv ist.

Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zum Trocknen und/oder Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken zu schaffen, mit welchem es mit einfachen und kostengünstigen Mitteln möglich ist, eine Abhilfe für die oben genannten Nachteile zu schaffen und insbesondere eine im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Prozessen zeitsparende und ressourcenschonende Reinigung und Trocknung zu ermöglichen. Des Weiteren

liegt einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Vorrichtung zu schaffen.

- 5 Diese Aufgabe wird mit den in den Ansprüchen 1 und 10 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Eine Ausführungsform der Erfindung betrifft eine Vorrichtung
10 zum Trocknen und/oder Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken, wobei der Hohlkörper

- eine Hohlkörperwandung, die eine Hohlkörperinnenfläche bildet, wobei die Hohlkörperinnenfläche einen Hohlkörperinnenraum begrenzt, und
15
- eine von der Hohlkörperwandung umschlossene Hohlkörperöffnung aufweist, durch welche der Hohlkörperinnenraum zugänglich ist, umfasst,

wobei die Vorrichtung

- 20 - eine Reinigungseinrichtung, welche
 - o durch die Hohlkörperöffnung in den Hohlkörperinnenraum einbringbar oder eingebracht ist und welche
 - o eine erste Abgabeeinheit, mit welcher ein erstes Fluid zum Reinigen und/oder Trocknen der Hohlkörperinnenfläche abgegeben werden kann, und
25
 - o eine zweite Abgabeeinheit aufweist, mit welcher ein zweites Fluid zum Reinigen und/oder Trocknen der Hohlkörperinnenfläche abgegeben werden kann, und
- eine Verstelleinrichtung umfasst, mit welcher die erste
30 Abgabeeinheit und die zweite Abgabeeinheit unabhängig voneinander bewegbar sind.

Wenn im Folgenden von einem Hohlkörper die Rede ist, ist primär ein FOUP gemeint. Das erste Fluid wird typischerweise zum Trocknen der Hohlkörperinnenfläche verwendet, während das zweite Fluid zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche verwendet wird.

Die Anforderungen an eine möglichst optimale Reinigung und eine möglichst optimale Trocknung sind unterschiedlich. Dies kann allein aufgrund der unterschiedlichen physikalischen und/oder chemischen Eigenschaften des verwendeten ersten Fluids und des verwendeten zweiten Fluids begründet sein. Zudem weist der FOUP typischerweise Abschnitte auf, welche stärker verunreinigt sind als andere Abschnitte. Dies können die bereits erwähnten rippenförmigen Strukturen und/oder die Deckelauf­lage­fläche sein. Die Deckelauf­lage­fläche muss häufig länger mit dem zweiten Fluid behandelt werden als andere Abschnitte der Hohlkörperinnenfläche, um ein ausreichendes Reinigungsergebnis zu erzielen. Allerdings ist die Deckelauf­lage­fläche relativ gut zugänglich, so dass sie sich gut und schnell trocknen lässt. Die rippenförmigen Strukturen hingegen lassen sich schwieriger trocknen.

Aufgrund der vorschlagsgemäßen Ausgestaltung der Vorrichtung, wonach die erste Abgabeeinheit unabhängig von der zweiten Abgabeeinheit bewegbar ist, können der Reinigungsvorgang und der Trocknungsvorgang auf ihre jeweiligen Besonderheiten angepasst werden. So kann die Deckelauf­lage­fläche relativ lange gereinigt und für relativ kurze Zeit getrocknet werden, während die rippenförmigen Strukturen relativ lange gereinigt und getrocknet werden können. Es ist dabei möglich, gereinigte Abschnitte bereits zu trocknen, während andere Abschnitte noch gereinigt werden. Somit lässt sich der FOUP auf zeit- und

ressourcenschonendere Weise reinigen als es mit bekannten Vorrichtungen möglich ist.

Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform kann die Vorrichtung eine Verschiebeachse definieren,

- entlang welcher die erste Abgabeeinheit und die zweite Abgabeeinheit mit der Verstelleinrichtung verschiebbar sind und/oder
- 10 - um welche die erste Abgabeeinheit und die zweite Abgabeeinheit mit der Verstelleinrichtung drehbar sind.

Die Art der Bewegung kann auf den jeweiligen Vorgang angepasst werden. Beim Reinigungsvorgang bietet sich eine translatorische Bewegung an, während sich beim Trocknungsvorgang eine rotatorische Bewegung als vorteilhaft erwiesen hat. Jedoch ist jede Bewegung vorteilhaft für die Reinigung und Trocknung des FOUPs, da hierdurch die Wahrscheinlichkeit der Ausbildung von Toträumen, die nur unzureichend gereinigt und/oder getrocknet werden, verringert wird.

In einer weitergebildeten Ausführungsform kann die zweite Abgabeeinheit verschiebbar an der ersten Abgabeeinheit gelagert sein. Hierdurch kann der konstruktive Aufwand zur Umsetzung der vorschlagsgemäßen Vorrichtung gering gehalten werden, da auf eine separate Lagerung der zweiten Abgabeeinheit weitgehend verzichtet werden kann.

Bei einer weitergebildeten Ausführungsform kann die zweite Abgabeeinheit ringförmig ausgebildet sein und die erste Abgabeeinheit umschließen. Hierdurch lässt sich die Abgabe des zweiten Fluids in kurzem Abstand zur Hohlkörperinnenfläche durchführen, wodurch Impulsverluste gering gehalten werden und die

Hohlkörperinnenfläche sehr effektiv gereinigt werden kann, ohne dass der Trocknungsvorgang nachteilig beeinflusst wird. Unter ringförmig kann hier insbesondere eine zweite Abgabeeinheit verstanden werden, die in der Draufsicht kreisringförmig, ellipsenringförmig oder polygonringförmig aufgebaut ist. Unter polygonringförmig soll eine Abgabeeinheit verstanden werden, die in der Draufsicht drei oder mehr als drei gerade rohrförmige Abschnitte aufweist, die unter Ausbildung eines Winkels miteinander verbunden sind. Mischformen sind ebenfalls denkbar

10

Bei einer weiteren Ausführungsform kann die erste Abgabeeinheit eine Anzahl von ersten Abgabedüsen aufweisen, durch welche das erste Fluid unter einem Sprühwinkel bezogen auf eine senkrecht zur Verschiebeachse verlaufende Bezugsebene abgebar ist, wobei

15

- der Sprühwinkel zwischen 0° und 30° beträgt und/oder
- die erste Abgabeeinheit eine Einstelleinrichtung aufweist, mit welcher der Sprühwinkel einstellbar ist.

20

Je nach Ausführungsform kann der Sprühwinkel fest oder veränderbar sein. Jedenfalls hat sich ein Sprühwinkel im Bereich zwischen 0° und 30° als vorteilhaft insbesondere für die Trocknung erwiesen. Wenn der Sprühwinkel einstellbar ist, kann eine zusätzlich gerichtete Bewegung ausgeführt werden, wodurch die Wahrscheinlichkeit der Ausbildung von Toträumen, die nur unzureichend gereinigt und/oder getrocknet werden, weiter verringert werden kann.

25

30 Eine weitergebildete Ausführungsform kann sich dadurch auszeichnen, dass die Vorrichtung eine Auflagewand umfasst, auf welche der Hohlkörper mit einer von der Hohlkörperwandung gebildeten Randfläche auflegbar ist, wobei die Auflagewand eine

Durchgangsöffnung bildet, durch welche die Reinigungseinrichtung durchführbar ist. Die Lagerung des Hohlkörpers kann in dieser Ausführungsform einfach umgesetzt werden, so dass der konstruktive Aufwand zum Bereitstellen der vorschlagsgemäßen
5 Vorrichtung gering gehalten werden kann.

Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform kann die Vorrichtung eine Verriegelungseinrichtung umfassen, mit welcher der Hohlkörper mit der Randfläche lösbar mit der Auflagewand verbindbar ist. Mit der Verriegelungseinrichtung kann sicherge-
10 stellt werden, dass der Hohlkörper während des Reinigungs- und Trocknungsvorgangs in seiner Position gehalten wird und nicht verrutscht. Zudem kann die Verriegelungseinrichtung so ausgestaltet werden, dass sie den Hohlkörper nur dann verriegeln
15 kann, wenn er sich in einer Sollposition befindet. Somit wird verhindert, dass es bei der Bewegung der ersten Abgabeeinheit und der zweiten Abgabeeinheit zu Kollisionen mit dem Hohlkörper und zu hieraus resultierenden Beschädigungen kommen kann. Zudem kann sichergestellt werden, dass ein reproduzierbares
20 Reinigungs- und Trocknungsergebnis erzielt wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform kann es sich anbieten, dass auf oder in der Auflagewand ein Dichtabschnitt angeordnet ist, mit welchem die Auflagewand gegenüber der Randfläche abdicht-
25 bar ist, wenn der Hohlkörper auf die Auflagewand aufgelegt ist. Aufgrund der Abdichtung wird verhindert, dass insbesondere das zweite Fluid unkontrolliert in der Vorrichtung verteilt wird und dort zu weiteren Verschmutzungen führen kann. Je nach Ausgestaltung der Vorrichtung kann auch die Hohlkörper-
30 raußenoberfläche gereinigt werden. Dies geschieht üblicherweise getrennt von der Hohlkörperinnenfläche, insbesondere deshalb, weil die Hohlkörperaußenfläche meistens stärker verschmutzt ist als die Hohlkörperinnenfläche, wobei die

Hohlkörperinnenfläche für die Fehlerhaftigkeit der Halbleiterwafer eine wichtigere Rolle spielen. Aufgrund des Dichtabschnitts kann verhindert werden, dass Partikel infolge der Reinigung der Hohlkörperaußenfläche in den Hohlkörperinnenraum gelangen und sich dort auf den Halbleiterwafern ablagern können.

Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform kann die Vorrichtung einen Abführkanal aufweisen, durch welchen das erste Fluid und/oder das zweite Fluid aus der Vorrichtung abführbar sind, wobei im Abführkanal eine Partikelmesseinrichtung zum Bestimmen der im ersten Fluid und/oder im zweiten Fluid enthaltenen Partikel angeordnet ist. Mit der Partikelmesseinrichtung kann beispielsweise die Anzahl der Partikel, welche aus der Vorrichtung abgeführt werden, gezählt werden. Wenn die Anzahl einen bestimmten Wert für eine bestimmte Zeit unterschreitet, kann davon ausgegangen werden, dass der Hohlkörper ausreichend gereinigt worden ist. In diesem Fall kann der Reinigungsvorgang abgebrochen und mit dem Trocknungsvorgang begonnen werden. Es ist nicht erforderlich, aus Sicherheitsgründen den Reinigungsvorgang deutlich länger als eventuell notwendig durchzuführen. Das Volumen des zweiten Fluids und die Zeit für den Reinigungsvorgang können gering gehalten werden.

Nach Maßgabe einer weitergebildeten Ausführungsform kann die Reinigungseinrichtung eine Inspektionseinrichtung aufweisen, mit welcher die Hohlkörperinnenfläche inspiziert werden kann. Die Inspektionseinrichtung kann beispielsweise auf optische Weise betrieben werden, wozu Lidar oder eine Kamera eingesetzt werden kann. Die Hohlkörperinnenfläche kann beispielsweise nach Schmutzresten und/oder Resten, die von Wafern stammen und/oder auf Beschädigungen hin untersucht werden. Damit die Kamera verwertbare Bilder liefert, kann die

Inspektionseinrichtung eine Lichtquelle aufweisen, wodurch eine gleichmäßige Ausleuchtung bereitgestellt werden kann. Die von der Inspektionseinrichtung gelieferten Informationen können mit einer Auswerteeinheit ausgewertet werden. Sofern Auffälligkeiten festgestellt werden, können entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Beispielsweise kann der betreffende Hohlkörper ausgesondert werden.

Die Inspektionseinrichtung ist vorzugsweise Teil der Reinigungseinrichtung. Folglich kann die Verstelleinrichtung gleichzeitig für die Inspektionseinrichtung mit verwendet werden. Die Inspektion der Hohlkörperinnenfläche geschieht zeitgleich insbesondere zum Trocknen, da während des Trocknens keine vom Reinigungsfluid ausgehenden störenden Einflüsse zu berücksichtigen sind.

Der Hohlkörper kann einen Deckel mit einer Deckelaußenfläche und einer Deckelinnenfläche umfassen, mit welchem die Hohlkörperöffnung verschließbar ist. Die Vorrichtung kann

- eine Deckelreinigungseinrichtung, welche eine erste Deckelreinigungsabgabeeinheit, mit der ein erstes Fluid zum Reinigen und/oder Trocknen der Deckelinnenfläche abgegeben werden kann, und/oder eine zweite Deckelreinigungsabgabeeinheit aufweist, mit welcher ein zweites Fluid zum Reinigen und/oder Trocknen der Deckelinnenfläche abgegeben werden kann, und
- eine Deckelreinigungsverstelleinrichtung umfassen, mit welcher die erste Deckelreinigungsabgabeeinheit und die zweite Deckelreinigungsabgabeeinheit bewegbar sind.

Auch der Deckel unterliegt einer Verschmutzung, die zu fehlerhaften Halbleiterwafern führen kann. Insofern trägt auch die

Reinigung der Deckelinnenfläche dazu bei, die Anzahl an fehlerhaften Halbleiterwafern gering zu halten. Selbiges gilt auch für EUV-Masken. Auch die Deckelreinigungseinrichtung ist in der Lage, zunächst eine Reinigung und anschließend eine

5 Trocknung durchzuführen, wozu die erste Deckelreinigungsabgabeeinheit bzw. die zweite Deckelreinigungsabgabeeinheit verwendet wird.

Nach einer weitergebildeten Ausführungsform weist die zweite

10 Abgabeeinheit eine Anzahl von zweiten Abgabedüsen auf, durch welche das zweite Fluid unter einem zweiten Sprühwinkel bezogen auf eine senkrecht zur Verschiebeachse verlaufende Bezugsebene abgebar ist, wobei die zweite Abgabeeinheit eine zweite

15 Einstelleinrichtung aufweist, mit welcher der zweite Sprühwinkel einstellbar ist. Auch in diesem Fall kann eine weitere Bewegung dem zweiten Fluid aufgeprägt werden, wodurch die Wahrscheinlichkeit der Ausbildung von Toträumen gering gehalten werden kann.

20 Eine Ausbildung der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken mit einer Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend folgende Schritte:

25

- Einbringen der Reinigungseinrichtung durch die Hohlkörperöffnung in den Hohlkörperinnenraum,
- Abgeben eines ersten Fluids zum Reinigen und/oder Trocknen der Hohlkörperinnenfläche mittels der ersten Abgabeeinheit,
- 30 - Abgeben eines zweiten Fluids zum Reinigen und/oder Trocknen der Hohlkörperinnenfläche mittels der zweiten Abgabeeinheit, und

- Unabhängiges Bewegen der ersten Abgabeeinheit und der zweiten Abgabeeinheit mittels der Verstelleinrichtung.

Die technischen Effekte und Vorteile, die sich mit dem vorschlagsgemäßen Verfahren erreichen lassen, entsprechen im Wesentlichen denjenigen, die für die vorliegende Vorrichtung erörtert worden sind. Zusammenfassend sei darauf hingewiesen, dass aufgrund der vorschlagsgemäßen Ausgestaltung der Vorrichtung, wonach die erste Abgabeeinheit unabhängig von der zweiten Abgabeeinheit bewegbar ist, der Reinigungsvorgang und der Trocknungsvorgang auf ihre jeweiligen Besonderheiten angepasst werden können. Somit lässt sich der FOUP auf zeit- und ressourcenschonendere Weise reinigen als es mit bekannten Vorrichtungen möglich ist.

15

Bei einer weiteren Ausbildung kann vorgesehen sein, dass das Abgeben des ersten Fluids mittels der ersten Abgabeeinheit zeitversetzt zum Abgeben des zweiten Fluids mittels der zweiten Abgabeeinheit erfolgt. Wie eingangs erwähnt, wird als erstes Fluid typischerweise Wasser und als zweites Fluid typischerweise Luft verwendet. Es kann aber durchaus vorteilhaft sein, nur gasförmige oder nur flüssige Fluide einzusetzen. Wenn aber Wasser als zweites Fluid eingesetzt wird, dient es vorwiegend der Reinigung der Hohlkörperinnenfläche, während die Luft, die als das erste Fluid eingesetzt wird, der Trocknung der Hohlkörperinnenfläche dient. Dabei wird zunächst das zweite Fluid auf die Hohlkörperinnenfläche und anschließend das erste Fluid hierauf aufgebracht. Allerdings ist es möglich, schon mit der Trocknung in einem bereits mit dem zweiten Fluid gereinigten Abschnitt der Hohlkörperinnenfläche zu beginnen, wenn ein anderer Abschnitt der Hohlkörperinnenfläche noch mit dem zweiten Fluid beaufschlagt wird. Insofern kann das zeitversetzte Abgeben des ersten Fluids und des zweiten

30

Fluids auch auf einen Abschnitt der Hohlkörperinnenfläche und nicht auf die gesamte Vorrichtung bezogen werden.

Eine fortentwickelte Ausbildung kann vorgeben, dass das erste
5 Fluid Luft und das zweite Fluid Wasser ist. Als Luft wird insbesondere extrem saubere getrocknete Luft, auch als XCDA bezeichnet verwendet. Als Wasser wird insbesondere sogenanntes Reinstwasser mit einem Leitwert von 0,052 $\mu\text{S}/\text{cm}$ oder weniger
10 verwendet. Hierdurch kann eine ausreichende Reinigung der Hohlkörperinnenfläche mit vertretbarem Aufwand realisiert werden.

Es ist auch möglich, dass insbesondere das zweite Fluid ein Gemisch aus einem oder mehreren gasförmigen Medien und einem
15 oder mehreren flüssigen Medien ist. Wie erwähnt, dient das mit der zweiten Abgabeeinheit abgegebene zweite Fluid vorwiegend zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche, während das erste Fluid zum Trocknen dient. Wenn als zweites Fluid ein Gemisch aus gasförmigen und flüssigen Medien verwendet wird, kann eine
20 erhöhte Dynamik bereitgestellt und der Impuls des zweiten Fluids erhöht werden, wodurch das Reinigungsergebnis verbessert werden kann.

Prinzipiell können jedoch das erste Fluid und das zweite Fluid
25 weitgehend frei gewählt und an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. Wenn das erste Fluid und/oder das zweite Fluid flüssige Medien enthalten, kann beispielsweise die Oberflächenspannung des betreffenden Mediums eine Rolle spielen.

30 Nach Maßgabe einer fortentwickelten Ausbildung kann der Sprühwinkel mittels der Einstelleinrichtung während oder vor der Abgabe des ersten Fluids geändert werden. Die Wahrscheinlichkeit der Ausbildung von Toträumen, die nur unzureichend

gereinigt und/oder getrocknet werden, kann hierdurch gering gehalten werden kann. Insbesondere die Trocknung wird verbessert.

- 5 Nach Maßgabe einer weiteren Ausbildung umfasst das Verfahren den Schritt des Inspizierens der Hohlkörperinnenfläche mittels der Inspektionseinrichtung. Hierbei können Lidar oder eine Kamera oder andere geeignete Detektionssensoren eingesetzt werden. Die Hohlkörperinnenfläche kann beispielsweise nach
- 10 Schmutzresten und/oder Resten, die von Wafern stammen und/oder auf Beschädigungen hin untersucht werden. Damit die Kamera verwertbare Bilder liefert, kann die Inspektionseinrichtung eine Lichtquelle aufweisen, wodurch eine gleichmäßige Ausleuchtung bereitgestellt werden kann. Die von der Inspektions-
- 15 einrichtung gelieferten Informationen können mit einer Auswerteeinheit ausgewertet werden. Sofern Auffälligkeiten festgestellt werden, können entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.
- 20 Der Schritt des Inspizierens der Hohlkörperinnenfläche geschieht zeitgleich insbesondere zur Abgabe des ersten Fluids (Luft), mit welchem die Hohlkörperinnenfläche getrocknet wird, da die von Luft ausgehenden Störfaktoren auf die von der Kamera gelieferten Informationen im Vergleich zu Wasser deutlich
- 25 geringer sind.

Nach Maßgabe einer weiteren Ausbildung umfasst das Verfahren die folgenden Schritte:

- 30 - Abgeben eines ersten Fluids zum Reinigen und/oder Trocknen der Deckelinnenfläche mittels der ersten Deckelreinigungsabgabeeinheit, und

- Abgeben eines zweiten Fluids zum Reinigen und/oder Trocknen der Deckelinnenfläche mittels der zweiten Deckelreinigungsabgabeeinheit.

5 Wie erwähnt, unterliegt auch der Deckel einer Verschmutzung, die zu fehlerhaften Halbleiterwafern führen kann. Insofern trägt auch die Reinigung der Deckelinnenfläche dazu bei, die Anzahl an fehlerhaften Halbleiterwafern gering zu halten. Selbiges gilt auch für EUV-Masken. Auch die Deckelreinigungseinrichtung ist in der Lage, zunächst eine Reinigung und anschließend eine Trocknung durchzuführen, wozu die erste Deckelreinigungsabgabeeinheit bzw. die zweite Deckelreinigungsabgabeeinheit verwendet werden können.

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

Figur 1 eine prinzipielle Schnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer vorschlagsgemäßen Vorrichtung zum Trocknen und/oder Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern in einer ersten Stellung,

Figur 2 das in Figur 1 gezeigte erste Ausführungsbeispiel der Vorrichtung in einer zweiten Stellung,

Figur 3 das in Figur 1 gezeigte erste Ausführungsbeispiel der Vorrichtung in einer dritten Stellung,

30 Figur 4 eine prinzipielle Schnittdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer vorschlagsgemäßen Vorrichtung,

Figur 5A eine prinzipielle Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels einer vorschlagsgemäßen Vorrichtung in einer ersten Stellung,

- 5 Figur 5B das in Figur 5A dargestellte dritte Ausführungsbeispiel der vorschlagsgemäßen Vorrichtung in einer zweiten Stellung, und

Figur 5C eine ausschnittsweise und vergrößerte Darstellung einer Deckelreinigungseinrichtung.
10

Die Figuren 1 bis 3 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung 101 zum Trocknen und/oder Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern 12, insbesondere von Transportbehältern
15 für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken anhand einer prinzipiellen Schnittdarstellung in unterschiedlichen Stellungen. Der Hohlkörper 12 ist dabei insbesondere ein Transportbehälter für Halbleiterwafer, auch als FOUPs bezeichnet, oder ein Transportbehälter für EUV-Lithografie-Masken.

20 Der Hohlkörper 12 weist eine Hohlkörperwandung 13 mit einer Bodenwand 14 und in diesem Fall vier Seitenwänden 16 auf, so dass der topfförmige Hohlkörper 12 im Wesentlichen quaderförmig ausgebildet ist. Es ist aber durchaus möglich, den topfförmigen Hohlkörper 12 mit einer anderen, beispielsweise zylinderförmigen Geometrie zu versehen. Die Bodenwand 14 und die
25 vier Seitenwände 16 bilden eine Hohlkörperinnenfläche 18 und eine Hohlkörperaußenfläche 20. Die Hohlkörperinnenfläche 18 begrenzt einen Hohlkörperinnenraum 22.

30 Der Hohlkörper 12 weist eine Hohlkörperöffnung 24 auf, die der Bodenwand 14 gegenüber liegend angeordnet ist und die von einer Randfläche 26 umschlossen wird. Der Hohlkörperinnenraum 22

ist durch die Hohlkörperöffnung 24 zugänglich. Im Bereich der Randfläche 26 ist der Hohlkörper 12 im dargestellten Ausführungsbeispiel flanschartig ausgeführt. Der Hohlkörper 12 weist neben der Randfläche 26 eine Deckelauflagefläche 28 aufweist, 5 welche ein Teil der Hohlkörperinnenfläche 18 ist und welche mittels eines Absatzes der Seitenwand 16 gebildet wird.

Die Vorrichtung 101 zum Trocknen und/oder Reinigen der Hohlkörper 12 kann prinzipiell weitgehend so aufgebaut sein, wie 10 es beispielsweise in der DE 10 2020 129 469 A1 beschrieben ist. Folglich wird im Folgenden nur auf die wesentlichen Merkmale eingegangen wird.

Die Vorrichtung 101 weist eine Auflagewand 30 auf, auf welche 15 der Hohlkörper 12 mit seiner Randfläche 26 aufgelegt werden kann. Die Auflagewand 30 bildet eine Durchgangsöffnung 32, wobei radial außerhalb der Durchgangsöffnung 32 eine Verriegelungseinrichtung 34 angeordnet ist. Die Durchgangsöffnung 32 der Auflagewand 30 und die Hohlkörperöffnung 24 sind im dargestellten Ausführungsbeispiel zumindest annäherungsweise von 20 gleicher Größe und von gleicher geometrischer Form. Radial außerhalb der Verriegelungseinrichtung 34 sind im gezeigten Ausführungsbeispiel zwei Durchgangsbohrungen 36 in der Auflagewand 30 vorgesehen, auf deren Funktion später noch näher eingegangen wird. 25

Weiterhin umfasst die Vorrichtung 101 einen Abführkanal 38 mit einem Kanalende 40, das mit der Durchgangsöffnung 32 in Fluidkommunikation steht. Wie aus der Figur 1 ersichtlich, ist der 30 Abführkanal 38 am Kanalende 40 derart mit der Auflagewand 30 verbunden, dass das Kanalende 40 bündig mit der Durchgangsöffnung 32 abschließt. Ausgehend vom Kanalende 40 behält der

Abführkanal 38 zunächst seinen Durchmesser bei, bevor sich der Durchmesser trichterförmig verringert.

5 Ferner ist eine Partikelmesseinrichtung 42 im Abführkanal 38 angeordnet.

10 Ferner ist die Vorrichtung 101 mit einer Reinigungseinrichtung 44 ausgestattet, welche durch die Hohlkörperöffnung 24 in den Hohlkörperinnenraum 22 einbringbar ist. Die Reinigungseinrichtung 44 umfasst dabei eine erste Abgabeeinheit 46, mit welcher ein erstes Fluid zum Reinigen und/oder Trocknen der Hohlkörperinnenfläche 18 abgegeben werden kann, und eine zweite Abgabeeinheit 48, mit welcher ein zweites Fluid zum Reinigen und/oder Trocknen der Hohlkörperinnenfläche 18 abgegeben werden kann. Im dargestellten Ausführungsbeispiel dient das erste Fluid zum Trocknen und das zweite Fluid zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche 18. Als erstes Fluid kann beispielsweise extrem saubere getrocknete Luft, auch als XCDA bezeichnet und als zweites Fluid sogenanntes Reinstwasser verwendet werden.

20 Zudem umfasst die Reinigungseinrichtung 44 eine Verstelleinrichtung 50, mit welcher die erste Abgabeeinheit 46 und die zweite Abgabeeinheit 48 unabhängig voneinander bewegbar sind. Im dargestellten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 101 umfasst die erste Abgabeeinheit 46 ein erstes Rohr 52, in welches ein zweites Rohr 54 teleskopartig eingesteckt ist. In das zweite Rohr 54 ist ein Endstück 56 eingesetzt, welches eine Anzahl von ersten Abgabedüsen 57 bildet. Das erste Rohr 52 und das zweite Rohr 54 sind dabei konzentrisch im Abgabekanal angeordnet. Das erste Fluid kann durch das erste Rohr 52, das zweite Rohr 54 und das Endstück 56 zu den ersten Abgabedüsen 57 geführt und von dort auf die Hohlkörperinnenfläche 18 abgegeben werden.

Wie aus einem Vergleich der Figuren 1 bis 3 hervorgeht, weist die Verstelleinrichtung 50 nicht dargestellte Verstellmittel auf, mit welchen das zweite Rohr 54 relativ zum ersten Rohr 52
5 entlang einer Verschiebeachse A verschoben werden kann. Zudem kann das Endstück 56 um die Verschiebeachse A mittels der Verstelleinrichtung 50 gedreht werden.

Zudem umfasst die erste Abgabeeinheit 46 eine Einstelleinrichtung 58, mit der ein Sprühwinkel α , unter welchem das erste
10 Fluid bezogen auf eine senkrecht zur Verschiebeachse A verlaufende Bezugsebene abgegeben werden kann, verstellbar ist. Hierzu kann das Endstück 56 einen flexiblen Abschnitt aufweisen (nicht dargestellt).

15

Die zweite Abgabeeinheit 48 dient der Zufuhr des zweiten Fluids zur Hohlkörperinnenfläche 18. Die zweite Abgabeeinheit 48 ist ringförmig ausgebildet und umschließt im dargestellten Ausführungsbeispiel das zweite Rohr 54 der ersten Abgabeein-
20 heit 46, auf welchem die zweite Abgabeeinheit 48 entlang der Verschiebeachse A verschiebbar gelagert ist. Die zweite Abgabeeinheit 48 kann unabhängig von der ersten Abgabeeinheit 46 mit der Verstelleinrichtung 50 entlang der Verschiebeachse A verschoben werden, was aus einem Vergleich der Figuren 1 bis 3
25 hervorgeht. Denkbar ist auch, dass die zweite Abgabeeinheit 48 um die Verschiebeachse A drehbar ist.

Nicht dargestellt ist eine Ausführungsform, in welcher die zweite Abgabeeinheit 48 eine eigene Lagerung aufweist und so-
30 mit unabhängig von der ersten Abgabeeinheit 46 gelagert ist. Hierzu kann die zweite Abgabeeinheit 48 beispielsweise an der Innenwand des Abführkanals 38 geführt sein.

Die zweite Abgabereinheit 48 weist eine Anzahl von zweiten Abgabedüsen 60 auf, durch welche das zweite Fluid unter einem zweiten Sprühwinkel β bezogen auf eine senkrecht zur Verschiebeachse A verlaufende Bezugsebene abgebar ist, wobei die

5 zweite Abgabereinheit 48 eine zweite Einstelleinrichtung 62 aufweist, mit welcher der zweite Sprühwinkel β einstellbar ist. In der in Figur 1 dargestellten Stellung beträgt der zweite Sprühwinkel β 30° , während er in den in den Figuren 2 und 3 gezeigten Stellungen 0° beträgt und daher dort nicht

10 eingezeichnet ist.

Nicht dargestellt ist ein Ausführungsbeispiel, in welcher der Abstand der zweiten Abgabedüsen 60 in Bezug auf die Verschiebeachse A verstellbar ist. Eine solche Verstellbarkeit ist

15 insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Hohlkörper 12 einen trichterförmigen Verlauf aufweist und sich folglich der Abstand der Hohlkörperinnenfläche 18 entlang der Verschiebeachse A ändert.

20 Ferner ist ein Dichtabschnitt 64 in der Auflagewand 30 angeordnet, welcher mit der Randfläche 26 in Kontakt tritt, wenn der Hohlkörper 12 auf die Auflagewand 30 abgelegt ist.

Die Vorrichtung 101 wird auf folgende Weise betrieben: Zunächst wird der zu reinigende Hohlkörper 12 mit der Randfläche 26 auf die Auflagewand 30 aufgelegt und mit der Verriegelungseinrichtung 34 an der Auflagewand 30 befestigt. Dabei wird die Randfläche 26 gegen den Dichtabschnitt 64 gepresst, so dass die Randfläche 26 gegenüber der Auflagewand 30 abgedichtet

30 ist.

Wie erwähnt, ändert sich der Durchmesser des Abführkanals 38 ausgehend von der Durchgangsöffnung 32 zunächst nicht.

Hierdurch ist gewährleistet, dass die Reinigungseinrichtung 44 so weit eingefahren werden kann, dass sie nicht oder nur in einem sehr geringen Umfang über die Durchgangsöffnung 32 hervorsteht (siehe auch Figur 4). Hierdurch können Kollisionen
5 zwischen der Reinigungseinrichtung 44 und dem Hohlkörper 12 vermieden werden, insbesondere dann, wenn der Hohlkörper 12 auf die Auflagewand 30 aufgelegt und von dieser entnommen wird.

10 Anschließend kann das zweite Fluid mit einer nicht gezeigten Fördereinheit durch nicht im Detail gezeigte Zuführkanäle zur zweiten Abgabereinheit 48 gefördert und durch die zweiten Abgabedüsen 60 auf die Hohlkörperinnenfläche 18 aufgebracht werden. Dabei kann es sich anbieten, die zweite Abgabereinheit 48
15 zunächst so weit wie möglich zur Bodenwand 14 zu fahren, bevor das zweite Fluid abgegeben wird, da das zweite Fluid gravitationsgetrieben die Hohlkörperinnenfläche 18 herunter läuft. Hierzu kann auch die erste Abgabereinheit 46 ausgefahren werden.

20 Während das zweite Fluid abgegeben wird, kann die zweite Abgabereinheit 48 infolge einer entsprechenden Aktivierung der Verstellereinrichtung 50 entlang der Verschiebeachse A verschoben werden. Zudem kann dabei der zweite Sprühwinkel β verändert
25 werden, so dass folglich die gesamte Hohlkörperinnenfläche 18 mit dem zweiten Fluid beaufschlagt wird. Hierbei kann beispielsweise die zweite Verstellereinrichtung 50 entlang dem zweiten Rohr 54 der ersten Abgabereinheit 46 bezogen auf die in den Figuren 1 bis 3 gewählte Darstellung nach unten bewegt
30 werden, was aus einem Vergleich der Figuren 2 und 3 ersichtlich ist.

Die Deckelauflagefläche 28 ist üblicherweise stärker verschmutzt als die übrige Hohlkörperinnenfläche 18. Es kann sich daher anbieten, die Deckelauflagefläche 28 intensiver und über einen längeren Zeitraum mit dem zweiten Fluid zu beaufschlagen
5 als die übrige Hohlkörperinnenfläche 18 (siehe Figur 1).

Die erste Abgabeeinheit 46 kann dabei zunächst inaktiv bleiben und kein erstes Fluid abgeben. Wenn jedoch die Hohlkörperinnenfläche 18 zwischen der Bodenwand 14 und der Deckelauf-
10 fläche 28 bereits vollständig mit dem zweiten Fluid beaufschlagt worden ist und die Deckelauflagefläche 28 für eine längere Zeit mit dem zweiten Fluid behandelt wird, kann bereits die erste Abgabeeinheit 46 aktiviert und folglich das erste Fluid auf die Hohlkörperinnenfläche 18 aufgebracht wer-
15 den, um die Hohlkörperinnenfläche 18 zu trocknen. Das erste Fluid kann mit einer nicht gezeigten Fördereinheit zu den ersten Abgabedüsen 57 gefördert und dann auf die Hohlkörperinnenfläche 18 aufgebracht werden.

20 Das zweite Fluid läuft gravitationsgetrieben an der Hohlkörperinnenfläche 18 herunter und durch die Durchtrittsöffnung in den Abführkanal 38. Mit der im Abführkanal 38 angeordneten Partikelmesseinrichtung 42 kann die Anzahl der im zweiten Fluid enthaltenen Partikel bestimmt werden. Wenn die Anzahl
25 der Partikel für eine bestimmte Zeit unter einem bestimmten Wert bleibt, kann davon ausgegangen werden, dass die Hohlkörperinnenfläche 18 ausreichend gereinigt worden ist. Die Zufuhr des zweiten Fluids kann dann unterbrochen werden. Die Zufuhr des ersten Fluids kann solange fortgesetzt werden, bis davon
30 ausgegangen werden kann, dass die Hohlkörperinnenfläche 18 in ausreichendem Maße getrocknet worden ist. Dabei kann die erste Abgabeeinheit 46 entlang der Verschiebeachse A verschoben und um diese gedreht werden. Wenn die Hohlkörperinnenfläche 18 in

ausreichendem Maße getrocknet worden ist, wird die Zufuhr des ersten Fluids unterbrochen. Die Reinigungseinrichtung 44 wird dann entlang der Verschiebeachse A zum Abführkanal 38 hin verschoben. Die Reinigung der Hohlkörperinnenfläche 18 ist nun
5 abgeschlossen.

Wie erwähnt, sind in der Auflagewand 30 zwei Durchgangsbohrungen 36 vorgesehen, wobei die Anzahl weitgehend frei gewählt werden kann und nicht auf zwei festgelegt ist. Diese können
10 dazu verwendet werden, ein weiteres Fluid, mit welchem die Hohlkörperaußenfläche 20 gereinigt werden kann, auf nicht gezeigte Weise abzuführen. Diesbezüglich wird auf die DE 10 2020 129 469 A1 verwiesen. Der Dichtabschnitt 64 verhindert dabei, dass das weitere Fluid, welches üblicherweise stark partikel-
15 beladen ist, in den Hohlkörperinnenraum 22 gelangen und dort Verschmutzungen hervorrufen kann.

Wenn auch die Reinigung der Hohlkörperaußenfläche 20 abgeschlossen ist, sofern sie gereinigt werden kann und soll, kann
20 die Verriegelungseinrichtung 34 geöffnet und der Hohlkörper 12 aus der Vorrichtung 101 entnommen und seiner weiteren Verwendung zugeführt werden.

Figur 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung 102 zum Trocknen und/oder Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern 12. Die Vorrichtung 102 nach dem zweiten Ausführungsbeispiel ist weitgehend gleich aufgebaut wie die Vorrichtung 101 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, weshalb nur auf die wesentlichen Unterschiede eingegangen wird. Das Endstück 56
25 der ersten Abgabeeinheit 46 ist V-förmig aufgebaut, so dass zwei freie Enden vorhanden sind, wo jeweils eine Anzahl von ersten Abgabedüsen 57 angeordnet ist. Im Vergleich zu der ersten Abgabeeinheit 46 des ersten Ausführungsbeispiels der
30

Vorrichtung 101 wird insbesondere dann, wenn als erstes Fluid Luft oder ein anderes gasförmiges Medium eingesetzt wird, eine gleichmäßigere Strömung im Hohlkörperinnenraum 22 erzeugt und das Trocknungsergebnis verbessert.

5

Das Endstück 56 ist starr aufgebaut, infolgedessen der Sprühwinkel α fest ist und zwischen 0 und 30° beträgt. Folglich verfügt die Vorrichtung 102 nach dem zweiten Ausführungsbeispiel nicht über eine Einstelleinrichtung 58.

10

Darüber hinaus verfügt die Vorrichtung 102 nach dem zweiten Ausführungsbeispiel auch nicht über eine zweite Einstelleinrichtung 62, mit welcher der zweite Sprühwinkel β einstellbar ist. Stattdessen weist die zweite Abgabeeinheit 48 eine erste Gruppe von zweiten Abgabedüsen 601 und eine zweite Gruppe von zweiten Abgabedüsen 602 auf, die jeweils fest an der zweiten Abgabeeinheit 48 angeordnet sind. Die erste Gruppe der zweiten Abgabedüsen 601 ist im Wesentlichen senkrecht zur Verschiebeachse A und die zweite Gruppe der zweiten Abgabedüsen 602 parallel zur Verschiebeachse A ausgerichtet. Die erste Gruppe von zweiten Abgabedüsen 601 dient primär der Reinigung der Seitenwand 16 und die zweite Gruppe von zweiten Abgabedüsen 602 der Reinigung der Bodenwand 14 des Hohlkörpers 12. Es ist möglich, eine nicht dargestellte dritte Gruppe von zweiten Abgabedüsen 60 vorzusehen, die beispielsweise einen zweiten Sprühwinkel β von 45° aufweist, insbesondere, um die Deckelauflagefläche 28 intensiv reinigen zu können.

In Figur 4 ist nur andeutungsweise gezeigt, dass die erste Gruppe von zweiten Abgabedüsen 601 und die zweite Gruppe von zweiten Abgabedüsen 602 mit jeweils eigenen Zuführkanälen kommunizieren. Entsprechend können die erste Gruppe von zweiten Abgabedüsen 601 und die zweite Gruppe von zweiten Abgabedüsen

602 unabhängig voneinander betrieben werden. Beispielsweise kann das zweite Fluid erst dann zu der zweiten Gruppe von zweiten Abgabedüsen 602 geführt werden, wenn sich die zweite Abgabeeinheit 48 in der Nähe der Bodenwand 14 oder in der Nähe
5 der Deckelauflagefläche 28 befindet. Auch ist es möglich, zwei unterschiedliche zweite Fluide mit der ersten Gruppe von zweiten Abgabedüsen 601 bzw. mit der zweiten Gruppe von zweiten Abgabedüsen 602 abzugeben.

Die Vorrichtung 102 nach dem zweiten Ausführungsbeispiel ist
10 mit einer Inspektionseinrichtung 66 ausgestattet, mit welcher die Hohlkörperinnenfläche 18 inspiziert werden kann. Die Inspektion kann insbesondere hinsichtlich Verschmutzungen, Beschädigungen und/oder Resten von Halbleiterwafern durchgeführt werden. Auf zwei der Hohlkörperinnenflächen 18 sind regular-
15 tige Vorsprünge angeordnet, die mit Erhöhungen versehen sind, auf welche die Halbleiterwafer abgelegt werden können. Diese Erhöhungen können im Betrieb anschmelzen und scharfkantige Grade bilden, die wiederum zu Beschädigungen der Halbleiterwafer führen können. Solche scharfkantigen Grade können mit
20 der Inspektionseinrichtung 66 erkannt werden.

Weiterhin kann es aufgrund von Fertigungsungenauigkeiten bei der Herstellung der Hohlkörper 12 dazu kommen, dass die Abstände der benachbart angeordneten Vorsprünge nicht gleich
25 sind. Infolgedessen kann es zu erhöhtem Abrieb bei den Halbleiterwafern und eventuell auch zu Beschädigungen der Halbleiterwafer kommen. Auch solche Fertigungsungenauigkeiten können mit der Inspektionseinrichtung 66 erkannt werden.

Die von der Inspektionseinrichtung 66 gelieferten Informationen können mit einer nicht dargestellten Auswerteeinheit aus-
30 gewertet werden. Sofern Auffälligkeiten festgestellt werden, können entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Beispielsweise kann der betreffende Hohlkörper 12 ausgesondert oder der Reinigungsprozess abgebrochen werden.

Die Inspektionseinrichtung 66 kann für den genannten Zweck geeignete Sensoren aufweisen. Insbesondere können optische Sensoren eingesetzt werden. Im in Figur 4 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 102 ist die Inspektionseinrichtung 66 mit einer Kamera 68 ausgerüstet. Zum Bereitstellen einer ausreichenden und weitgehend gleichbleibenden Ausleuchtung sind zudem Lichtquellen 70 vorgesehen. Die Inspektionseinrichtung 66 ist im zweiten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 102 der ersten Abgabeeinheit 46 zugeordnet und wird folglich mit dieser zusammen bewegt. Es ist aber auch möglich, die Inspektionseinrichtung 66 der zweiten Abgabeeinheit 48 zuzuordnen und mit dieser zusammen zu bewegen.

Wie erwähnt, hat der zu reinigende Hohlkörper 12 eine topfförmige Grundform mit einer rechteckigen Grundfläche. Entsprechend sind vier Seitenwände 16 vorhanden. Die Inspektionseinrichtung 66 kann daher mit vier Kameras 68 ausgestattet sein, von denen jeweils eine Kamera 68 auf eine der vier Seitenwände 16 gerichtet ist. Wie erwähnt sind an zwei gegenüberliegenden Seitenwänden 16 die regalartigen Vorsprünge angeordnet. Da die kritischen Stellen dort liegen, genügt es, nur zwei Kameras 68 zu verwenden, die auf die Seitenwände 16 gerichtet sind, welche die regalartigen Vorsprünge aufweisen. Während die zweite Abgabeeinheit 48, welche das Wasser abgibt, nicht zwingend drehbar sein muss, bietet es sich an, die erste Abgabeeinheit 46, mit welcher Luft abgegeben wird, drehbar auszugestalten, um eine möglichst vollständige Trocknung zu erreichen. Daher können die Kameras 68 an der zweiten Abgabeeinheit 48 angeordnet werden. Die Anzahl der Abgabedüsen, die auf die

regalartigen Vorsprünge gerichtet sind, kann höher sein als die Anzahl derjenigen Abgabedüsen, welche senkrecht hierzu verlaufen.

5 Die Figuren 5A bis 5B zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 103 zum Trocknen und/oder Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern 12. Der prinzipielle Aufbau der Vorrichtung 103 nach dem dritten Ausführungsbeispiel kann dabei so sein wie der Aufbau der Vorrichtung 101
10 102 nach dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel. Insbesondere weist die Vorrichtung 103 nach dem dritten Ausführungsbeispiel ebenfalls die Reinigungseinrichtung 44 mit der ersten Abgabeeinheit 46 und der zweiten Abgabeeinheit 48 auf, die in den Figuren 5A und 5B nur prinzipiell dargestellt ist.

15

Die Vorrichtung 103 nach dem dritten Ausführungsbeispiel umfasst eine Deckelreinigungseinrichtung 72, welche in Figur 5C ausschnittsweise und vergrößert dargestellt ist. Die Deckelreinigungseinrichtung 72 weist eine erste Deckelreinigungsabgabeeinheit 74 zum Abgeben eines ersten Fluids und eine zweite
20 Deckelreinigungsabgabeeinheit 76 zum Abgeben eines zweiten Fluids auf, welche an einem gemeinsamen Grundkörper 78 angeordnet sind. Das erste Fluid kann, wie auch bei der Reinigungseinrichtung 44 Luft und das zweite Fluid Wasser sein.

25

In den Figuren 5A und 5B sind Details der Deckelreinigungseinrichtung 72 erkennbar, welche innerhalb eines Gehäuses 80 der Vorrichtung 103 angeordnet ist, in welchem sich auch der Abführkanal der Reinigungseinrichtung befindet. Das Gehäuse 80
30 ist mit der Auflagewand 30 verbunden, auf welche der in den Figuren 5A und 5B nicht dargestellte Hohlkörper 12 zum Reinigen aufgelegt werden kann.

Das Gehäuse 80 bildet eine Reinigungsöffnung 82, welchem mit einem drehbar am Gehäuse 80 gelagerten Verschlusskörper 85 geöffnet und geschlossen werden kann. Der Verschlusskörper 85 weist eine Aufnahmeeinheit 84 auf, mit welcher ein Deckel 86, mit dem der Hohlkörper 12 verschließbar ist, lösbar am Verschlusskörper 85 befestigt werden kann. Der Deckel 86 bildet eine Deckelinnenfläche 88 und eine Deckelaußenfläche 90. Die Deckelinnenfläche 88 ist dabei die Seite des Deckels 86, die sich der Hohlkörperinnenfläche unmittelbar anschließt, wenn der Hohlkörper 12 mit dem Deckel 86 verschlossen ist. Mit anderen Worten zeigt die Deckelinnenfläche 88 in diesem Fall zur Bodenwand 14 des Hohlkörpers 12 hin (vgl. beispielsweise Figur 4). Die Aufnahmeeinheit 84 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel so ausgeführt, dass sie nur an der Deckelaußenfläche 90 mit dem Deckel 86 zusammenwirkt.

In Figur 5A befindet sich der Verschlusskörper 85 in einer ersten Position, in welcher die Reinigungsöffnung 82 geöffnet ist. In der ersten Position kann der Deckel 86 auf die Aufnahmeeinheit 84 aufgelegt und von dieser wieder entnommen werden, beispielsweise mittels einer hier nicht dargestellten Greifeinheit. In Figur 5B befindet sich der Verschlusskörper 85 in einer zweiten Position, in welcher der Verschlusskörper 85 gegenüber der ersten Position um 90° gedreht ist und in welcher der Verschlusskörper 85 die Reinigungsöffnung 82 verschließt. In der zweiten Position kann die Deckelreinigungseinrichtung 72 aktiviert und die Deckelinnenfläche 88 gereinigt werden. Hierzu kann zunächst das zweite Fluid, beispielsweise das Wasser, und anschließend das erste Fluid, beispielsweise Luft, auf die Deckelinnenfläche 88 aufgebracht werden. Das erste Fluid und das zweite Fluid können durch nicht dargestellte Schläuche oder dergleichen zur ersten Deckelreinigungsabgabereinheit 74 bzw. zur zweiten Deckelreinigungsabgabereinheit 76

geführt werden. Ebenfalls nicht dargestellt ist ein weiterer Abführkanal, mit welcher insbesondere das zweite Fluid abgeführt werden kann. Der weitere Abführkanal kann in den Abführkanal 38 münden.

5

Damit die gesamte Deckelinnenfläche 88 behandelt werden kann, ist die Deckelreinigungseinrichtung 72 mit einer Deckelreinigungsverstelleinrichtung 92 versehen, welche mit einer stangenförmigen Führung 94 zusammenwirken kann. Die Führung 94
10 verläuft in etwa parallel zur Deckelinnenfläche 88, wenn sich der Verschlusskörper 85 in der zweiten Position (siehe Figur 5B) befindet.

Die Deckelreinigungsverstelleinrichtung 92 kann beispielsweise
15 eine angetriebene Spindelmutter aufweisen, welche mit einem an der Führung 94 angeordneten Außengewinde zusammenwirkt. Andere Ausführungen, beispielsweise mittels Zugseile, sind ebenfalls denkbar, um den Grundkörper 78 entlang der Führung 94 zu bewegen. Wie erwähnt, sind die erste Deckelreinigungsabgabeeinheit
20 74 und die zweite Deckelreinigungsabgabeeinheit 76 an einem gemeinsamen Grundkörper 78 angeordnet, können also nur gemeinsam bewegt werden. Es ist aber ebenfalls denkbar, die erste Deckelreinigungsabgabeeinheit 74 an einem ersten Grundkörper 78 und die zweite Deckelreinigungsabgabeeinheit 76 an einem
25 zweiten Grundkörper 78 anzuordnen, die weitgehend unabhängig voneinander entlang der Führung 94 bewegt werden können. Zudem könnte für jeden Grundkörper 78 eine eigene Führung 94 vorgesehen sein, so dass die erste Deckelreinigungsabgabeeinheit 74 und die zweite Deckelreinigungsabgabeeinheit 76 völlig unab-
30 hängig voneinander bewegt werden können.

Die Deckelreinigungseinrichtung 72 weist eine Inspektionseinrichtung 66 auf, welche wie für das zweite Ausführungsbeispiel

der Vorrichtung 102 beschrieben aufgebaut sein und mit welcher die Deckelinnenfläche 88 inspiziert werden kann.

5 Zur besseren Orientierung, wo die Deckelreinigungseinrichtung 72 annäherungsweise innerhalb der Vorrichtung 102 nach dem zweiten Ausführungsbeispiel angeordnet sein kann, ist die Deckelreinigungseinrichtung 72 in Figur 4 sehr stark vereinfacht dargestellt.

Bezugszeichenliste

	101, 102, 103	Vorrichtung
	12	Hohlkörper
5	13	Hohlkörperwandung
	14	Bodenwand
	16	Seitenwand
	18	Hohlkörperinnenfläche
10	20	Hohlkörperaußenfläche
	22	Hohlkörperinnenraum
	24	Hohlkörperöffnung
	26	Randfläche
	28	Deckelauflagefläche
15		
	30	Auflagewand
	32	Durchgangsöffnung
	34	Verriegelungseinrichtung
	36	Durchgangsbohrung
20	38	Abführkanal
	40	Kanalende
	42	Partikelmesseinrichtung
	44	Reinigungseinrichtung
25	46	erste Abgabeeinheit
	48	zweite Abgabeeinheit
	50	Verstelleinrichtung
	52	erstes Rohr
30	54	zweites Rohr
	56	Endstück
	57	erste Abgabledüse
	58	Einstelleinrichtung

	60	zweite Abgabledüse
	601, 602	zweite Abgabledüse
	62	zweite Einstelleinrichtung
5	64	Dichtabschnitt
	66	Inspektionseinrichtung
	68	Kamera
	70	Lichtquelle
	72	Deckelreinigungseinrichtung
10	74	erste Deckelreinigungsabgabeeinheit
	76	zweite Deckelreinigungsabgabeeinheit
	78	Grundkörper
	80	Gehäuse
	82	Reinigungsöffnung
15	84	Aufnahmeeinheit
	85	Verschlusskörper
	86	Deckel
	88	Deckelinnenfläche
	90	Deckelaußenfläche
20	92	Deckelreinigungsverstelleinrichtung
	94	Führung
	A	Verschiebeachse
25		
	α	erster Sprühwinkel
	β	zweiter Sprühwinkel

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Trocknen und/oder Reinigen von topf-
förmigen Hohlkörpern (12), insbesondere von Transportbehäl-
5 tern für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken,
wobei der Hohlkörper (12)
- eine Hohlkörperwandung (13), die eine Hohlkörperinnen-
fläche (18) bildet, wobei die Hohlkörperinnenfläche
(18) einen Hohlkörperinnenraum (22) begrenzt, und
 - 10 - eine von der Hohlkörperwandung (13) umschlossene Hohl-
körperöffnung (24) aufweist, durch welche der Hohlkör-
perinnenraum (22) zugänglich ist, umfasst,
wobei die Vorrichtung (10)
 - eine Reinigungseinrichtung (44), welche
 - 15 o durch die Hohlkörperöffnung (24) in den Hohlkörpe-
rinnenraum (22) einbringbar oder eingebracht ist
und welche
 - o eine erste Abgabeeinheit (46), mit welcher ein
erstes Fluid zum Reinigen und/oder Trocknen der
20 Hohlkörperinnenfläche (18) abgegeben werden kann,
und
 - o eine zweite Abgabeeinheit (48) aufweist, mit wel-
cher ein zweites Fluid zum Reinigen und/oder
Trocknen der Hohlkörperinnenfläche (18) abgegeben
25 werden kann, und
 - eine Verstelleinrichtung (50) umfasst, mit welcher die
erste Abgabeeinheit (46) und die zweite Abgabeeinheit
(48) unabhängig voneinander bewegbar sind.
- 30 2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) eine Ver-
schiebeachse (A) definiert,

- entlang welcher die erste Abgabeeinheit (46) und die zweite Abgabeeinheit (48) mit der Verstelleinrichtung (50) verschiebbar sind und/oder
 - um welche die erste Abgabeeinheit (46) und die zweite Abgabeeinheit (48) mit der Verstelleinrichtung (50) drehbar sind.
- 5
3. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Abgabeeinheit (48) verschiebbar an der ersten Abgabeeinheit (46) gelagert ist.
- 10
4. Vorrichtung (10) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Abgabeeinheit (48) ringförmig ausgebildet ist und die erste Abgabeeinheit (46) umschließt.
- 15
5. Vorrichtung (10) einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Abgabeeinheit (46) eine Anzahl von ersten Abgabedüsen (57) aufweist, durch welche das erste Fluid unter einem Sprühwinkel (α) bezogen auf eine senkrecht zur Verschiebeachse (A) verlaufende Bezugsebene abgebar ist, wobei
- 20
- der Sprühwinkel (α) zwischen 0° und 30° beträgt und/oder
 - die erste Abgabeeinheit (46) eine Einstelleinrichtung (58) aufweist, mit welcher der Sprühwinkel (α) einstellbar ist.
- 25
6. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) eine Auf-
lagewand (30) umfasst, auf welche der Hohlkörper (12) mit einer von der Hohlkörperwandung (13) gebildeten Randfläche (26) auflegbar ist, wobei die Auf-
lagewand (30) eine
- 30

Durchgangsöffnung bildet, durch welche die Reinigungseinrichtung (44) durchführbar ist.

7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6,
5 dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) eine Verriegelungseinrichtung (34) umfasst, mit welcher der Hohlkörper (12) mit der Randfläche (26) lösbar mit der Auflagewand (30) verbindbar ist.
- 10 8. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass auf oder in der Auflagewand (30) ein Dichtabschnitt (64) angeordnet ist, mit welchem die Auflagewand (30) gegenüber der Randfläche (26) abdichtbar ist, wenn der Hohlkörper (12) auf die Auflagewand (30)
15 aufgelegt ist.
9. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungseinrichtung eine Inspektionseinrichtung aufweist, mit welcher die Hohlkörperinnenfläche inspiziert werden kann.
20
10. Vorrichtung (10) zum Trocknen und/oder Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern (12) oder nach einem der vorherigen Ansprüche,
25 wobei der Hohlkörper (12) einen Deckel mit einer Deckelaußenfläche und einer Deckelinnenfläche umfasst, mit welchem die Hohlkörperöffnung verschließbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung
- eine Deckelreinigungseinrichtung, welche
30 o eine erste Deckelreinigungsabgabeeinheit, mit welcher ein erstes Fluid zum Reinigen und/oder Trocknen der Deckelinnenfläche abgegeben werden kann, und/oder

- o eine zweite Deckelreinigungsabgabeeinheit aufweist, mit welcher ein zweites Fluid zum Reinigen und/oder Trocknen der Deckelinnenfläche abgegeben werden kann, und
 - 5 - eine Deckelreinigungsverstelleinrichtung umfasst, mit welcher die erste Deckelreinigungsabgabeeinheit und die zweite Deckelreinigungsabgabeeinheit bewegbar sind.
11. Verfahren zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern (12),
10 insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken mit einer Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend folgende Schritte:
- Einbringen der Reinigungseinrichtung (44) durch die
15 Hohlkörperöffnung (24) in den Hohlkörperinnenraum (22),
 - Abgeben eines ersten Fluids zum Reinigen und/oder Trocknen der Hohlkörperinnenfläche (18) mittels der ersten Abgabeeinheit (46),
 - Abgeben eines zweiten Fluids zum Reinigen und/oder
20 Trocknen der Hohlkörperinnenfläche (18) mittels der zweiten Abgabeeinheit (48), und
 - Unabhängiges Bewegen der ersten Abgabeeinheit (46) und der zweiten Abgabeeinheit (48) mittels der Verstelleinrichtung (50).
- 25
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Abgeben des ersten Fluids mittels der ersten Abgabeeinheit (46) zeitversetzt zum Abgeben des zweiten Fluids mittels der zweiten Abgabeeinheit (48) erfolgt.
- 30
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Fluid Luft und das zweite Fluid Wasser ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
umfassend den folgenden Schritt:

- 5 - Inspizieren der Hohlkörperinnenfläche mittels der In-
spektionseinrichtung.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
umfassend die folgenden Schritte:

- 10 - Abgeben eines ersten Fluids zum Reinigen und/oder
Trocknen der Deckelinnenfläche mittels der ersten De-
ckelreinigungsabgabeeinheit, und/oder
- Abgeben eines zweiten Fluids zum Reinigen und/oder
Trocknen der Deckelinnenfläche mittels der zweiten De-
ckelreinigungsabgabeeinheit.

15