

**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 Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken.
- 10 Die Herstellung von hochintegrierten elektronischen Schaltungen und anderen empfindlichen Halbleiterbauelementen erfolgt heutzutage in Fabriken, in denen sogenannte Halbleiterwafer eine Vielzahl von Bearbeitungsschritten durchlaufen. Ein großer Teil dieser Bearbeitungsschritte erfolgt in Reinräumen,
- 15 welche mit hohem Aufwand frei von Verunreinigungen, insbesondere frei von Partikeln, gehalten werden. Eine solch aufwendige Bearbeitung ist erforderlich, da insbesondere Partikel, die mit dem Halbleitermaterial der Halbleiterwafer in Berührung 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 kastenförmige Transportbehälter, in die eine Vielzahl von Halbleiter-

30 wafern 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.

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 für EUV-Lithografie-Masken („extreme ultra-violet radiation“, extrem ultraviolette Strahlung). Die EUV-Lithografie-Masken werden eingesetzt, um sehr kleine integrierte Schaltungen herzustellen.

20 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-Lithographie-Masken.

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 Bei derartigen Reinigungsvorrichtungen werden die FOUPs sowohl auf ihrer Innenfläche als auch auf ihrer Außenfläche gereinigt. Üblicherweise sind die FOUPs auf ihrer Außenfläche deut-

lich stärker verunreinigt als auf ihrer Innenfläche. Infolgedessen reichert 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
10 Reinigungsvorgang für eine entsprechend lange Zeitdauer durchgeführt werden, um einen ausreichenden Anteil der Partikel abführen zu können.

Nachdem der Reinigungsvorgang abgeschlossen ist, kann ein auf
15 die Außenfläche und/oder die Innenfläche wirkender Unterdruck angelegt werden. Das Anlegen eines ausreichend großen Unterdrucks dient dazu, Reste des Reinigungsfluids, welche infolge der Reinigung des Hohlkörpers in der Reinigungseinrichtung auf der Oberfläche des Hohlkörpers und des Deckels verbleiben, zu
20 entfernen. Aufgrund der Kapillarwirkung diffundiert die Feuchtigkeit auch in mikroskopisch kleine Poren der Oberfläche des Hohlkörpers und des Deckels. Diese Feuchtigkeit kann mit dem Unterdruck ebenfalls entfernt werden, so dass eine Trocknung auch auf mikroskopischer Ebene ermöglicht wird. Allerdings ist
25 das Anlegen eines ausreichend großen Unterdrucks ein relativ energieintensiver und langwieriger Vorgang, wodurch der Reinigungsvorgang verteuert und in die Länge gezogen wird.

Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist
30 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 kostengünstige und zeitsparende Trocknung zu ermöglichen. Des Weiteren liegt einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Vorrichtung zu schaffen.

10 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
15 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
20
- eine von der Hohlkörperwandung umschlossene Hohlkörperöffnung aufweist, durch welche der Hohlkörperinnenraum zugänglich ist, umfasst,
wobei die Vorrichtung
- 25 - ein erstes Haltemittel, mit welcher die Vorrichtung haltend mit der Hohlkörperwandung zusammenwirken kann,
 - o eine Evakuierungseinrichtung zum Anlegen eines Unterdrucks im Hohlkörperinnenraum und/oder
 - o eine Fördereinrichtung zum Fördern eines Spülungsfluids durch den Hohlkörperinnenraum, und
30
- einen Verdrängungskörper umfasst, der durch die Hohlkörperöffnung in den Hohlkörperinnenraum einbringbar oder eingebracht ist.

Das erste Haltemittel dient zur Positionierung des Hohlkörpers innerhalb der Vorrichtung während des Anlegens eines Unterdrucks und/oder während des Förderns des Spülungsfluids durch den Hohlkörperinnenraum. Im einfachsten Fall kann das erste Haltemittel eine Auflagefläche sein.

Unter einem Verdrängungskörper könnte ein Körper zu verstehen sein, welcher ein Volumen einnimmt, das für ein bestimmtes Fluid nicht oder größtenteils nicht durchströmbar ist. Der Verdrängungskörper muss dabei nicht zwangsläufig massiv ausgebildet sein und kann von einem anderen Fluid, welches vom bestimmten Fluid getrennt geführt wird, durchströmbar sein.

Der Verdrängungskörper wird so angeordnet, dass dieser in den Hohlkörperinnenraum hineinragt. Mithilfe des Verdrängungskörpers wird das Volumen, in welchem der Unterdruck erzeugt werden soll, verringert. Infolgedessen verkürzt sich die Zeitdauer bis zum Erreichen des gewünschten Unterdrucks, so dass der gesamte Trocknungsprozess insbesondere der Hohlkörperinnenfläche beschleunigt wird. Gleichzeitig wird auch die Energie, die zum Anlegen des gewünschten Unterdrucks benötigt wird, reduziert.

Das Fördern eines Spülungsfluids kann alternativ oder kumulativ zum Anlegen eines Unterdrucks unter Verwendung derselben Vorrichtung erfolgen. Als Spülungsfluid kann beispielsweise Stickstoff verwendet werden. Mithilfe des Spülungsfluids Allerdings werden beispielsweise sogenannte AMC (airborne molecular contamination) durch Verdampfen von der Hohlkörperinnenfläche beseitigt. Derartige AMC sind unter anderem Fluor, Metalle und Radikale. Die Verwendung des Verdrängungskörpers reduziert das Volumen des benötigten Spülungsfluids. Zudem kann

mittels des Verdrängungskörpers eine Strömung des Spülungsfluids durch den Hohlkörperinnenraum induziert werden, wodurch sichergestellt werden kann, dass das Spülungsfluid auch schwer zugängliche Flächen, an denen sich Toträume bilden können, erreichen kann. Der oben beschriebene Verdampfungsprozess kann daher effektiv und gründlich durchgeführt werden.

Es soll an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, dass die Vorrichtung sowohl zum Trocknen mittels Unterdrucks als auch zum Reinigen unter Verwendung des Spülungsfluids verwendet werden kann. Die Vorrichtung muss hierzu nur an entsprechende Einheiten wie an die Evakuierungseinrichtung oder an ein Reservoir für das Spülungsfluid angeschlossen werden. Dabei kann die Evakuierungseinrichtung auch gleichzeitig die Funktion der Fördereinrichtung oder umgekehrt übernehmen, so dass keine unterschiedlichen Einheiten notwendig sind. Mit einer entsprechend automatisierten Ventilschaltung kann ohne nennenswerten Zeitverlust nach abgeschlossenem Trocknungsprozess zum Reinigungsprozess übergegangen werden.

20

Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform kann der Verdrängungskörper eine Durchgangsbohrung aufweisen, welche in den Hohlkörperinnenraum mündet, wenn der Verdrängungskörper in den Hohlkörperinnenraum eingebracht ist und durch welche das Spülungsfluid in den Hohlkörperinnenraum gefördert und/oder mit welcher ein Unterdruck im Hohlkörperinnenraum angelegt werden kann. In dieser Ausführungsform dient der Ventilkörper auch zum Zuführen des Spülungsfluids in den Hohlkörperinnenraum. Infolgedessen kann auf einfache Weise eine zielgerichtete Strömung des Spülungsfluids im Hohlkörperinnenraum erzeugt werden, wodurch die Reinigungswirkung verbessert werden kann.

30

In einer weitergebildeten Ausführungsform kann die Vorrichtung eine Vorrichtungswandung aufweisen und der Verdrängungskörper mit der Vorrichtungswandung lösbar verbindbar oder einteilig mit der Vorrichtungswandung ausgebildet sein.

5

Für den Fall, dass der Verdrängungskörper lösbar mit der Vorrichtungswandung verbunden ist, kann dieser im Falle einer Beschädigung ohne nennenswerten Aufwand gegen einen anderen Verdrängungskörper ausgetauscht werden. Zudem ist es möglich, unterschiedlich geformte Verdrängungskörper mit der Vorrichtungswandung zu verbinden. Folglich kann eine gegebene Vorrichtung schnell für unterschiedlich geformte Hohlkörper umgerüstet werden, wodurch die Flexibilität der Vorrichtung erhöht wird.

15

Für den Fall, dass der Verdrängungskörper einteilig mit der Vorrichtungswandung ausgebildet ist, lässt sich die Serienproduktion der Vorrichtung vereinfachen, da ein Teil eingespart werden kann. Zudem entfällt ein Verbindungsschritt.

20

Bei einer weitergebildeten Ausführungsform kann die Vorrichtungswandung einen ersten Wandungsabschnitt und einen zweiten Wandungsabschnitt aufweisen, welche lösbar miteinander verbindbar sind und welche im verbundenen Zustand einen Vorrichtungssinnenraum umschließen, wobei das erste Haltemittel eine Haltefläche umfasst und der erste Wandungsabschnitt die Haltefläche bildet, welche den Vorrichtungssinnenraum zumindest teilweise begrenzt. Die Haltefläche dient zur Auflage des Hohlkörpers. Da die Haltefläche den Vorrichtungssinnenraum zumindest teilweise begrenzt, zeigt die Haltefläche in den Vorrichtungssinnenraum hinein. Folglich ist der Hohlkörper im Vorrichtungssinnenraum angeordnet, wenn der Hohlkörper auf der Haltefläche aufgelegt ist. Der Vorrichtungssinnenraum ist ein

25
30

geschlossener Raum, wenn der erste Wandungsabschnitt und der zweite Wandungsabschnitt miteinander verbunden sind. Da der erste Wandungsabschnitt und der zweite Wandungsabschnitt voneinander gelöst werden können, kann der Hohlkörper problemlos
5 in den Vorrichtungsinnenraum eingebracht und aus diesem entnommen werden. Die Vorrichtungswandung schützt dabei den Hohlkörper vor äußeren Einflüssen insbesondere während des Trocknens und der Reinigung. Es ist ebenfalls möglich, dass die Haltefläche vom zweiten Wandungsabschnitt gebildet wird, sofern es sinnvoll erscheint.
10

Bei einer weiteren Ausführungsform kann die Hohlkörperwandung eine Hohlkörperaußenfläche bilden und die Vorrichtung zumindest eine Fluidführungseinrichtung aufweisen, mit welcher das
15 Spülungsfluid vom Hohlkörperinnenraum zur Hohlkörperaußenfläche geführt und/oder mit welcher ein Unterdruck im Hohlkörperinnenraum und/oder im Vorrichtungsinnenraum angelegt werden kann.

20 Wie erwähnt, werden die Halbleiterwafer im überwiegend geschlossenen Hohlkörperinnenraum angeordnet. Folglich werden aufgrund der räumlichen Nähe die Verunreinigungen der Halbleiterwafer hauptsächlich von Verunreinigungen verursacht, die von der Hohlkörperinnenfläche stammen. Daher ist die Reinigung
25 der Hohlkörperinnenfläche von höherer Bedeutung als diejenige der Hohlkörperaußenfläche. Allerdings ist die Hohlkörperaußenfläche typischerweise stärker verunreinigt als die Hohlkörperinnenfläche. Da Partikel bei geöffnetem Hohlkörper von der Hohlkörperaußenfläche auf die Hohlkörperinnenfläche und von
30 dort auf die Halbleiterwafer gelangen können, trägt auch die Reinigung der Hohlkörperaußenfläche zu einer Verringerung der Anzahl von fehlerhaften Halbleiterwafern bei. In dieser Ausführungsform ist es möglich, auch die Hohlkörperaußenfläche

infolge einer Beaufschlagung mit Unterdruck zu trocknen und/oder mit einer entsprechenden Führung des Spülungsfluids zu reinigen. Beide Maßnahmen tragen zur Reduzierung der Verschmutzung der Hohlkörperaußenfläche bei.

5

Wie erwähnt, ist die Hohlkörperinnenfläche üblicherweise weniger stark verschmutzt als die Hohlkörperaußenfläche. In dieser Ausführungsform wird das Spülungsfluid von der Fluidführungseinrichtung zunächst über die Hohlkörperinnenfläche und anschließend über die Hohlkörperaußenfläche geführt. Folglich strömt das Spülungsfluid zunächst über die weniger stark verschmutzte Fläche und anschließend zu der stärker verschmutzten Fläche. Hierdurch wird verhindert, dass stark mit Partikeln beladenes Spülungsfluid über vergleichsweise gering verschmutzte Flächen geführt wird, die dann weniger effektiv gereinigt oder gar verschmutzt werden.

Eine weitergebildete Ausführungsform kann sich dadurch auszeichnen, dass der Hohlkörper einen Deckel aufweist, mit welchem die Hohlkörperöffnung verschließbar ist und die Vorrichtung zweite Haltemittel aufweist, mit welchem der Deckel an der Vorrichtungswandung lösbar befestigbar ist. Wie erwähnt, können die FOUPs mit einem abnehmbaren Deckel verschlossen werden. In dieser Ausführungsform kann der Deckel ebenfalls in der vorliegenden Vorrichtung getrocknet und gereinigt werden. Entsprechende separate Prozesse nur für den Deckel entfällt.

Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform können der Deckel eine Deckelinnenfläche und eine Deckelaußenfläche aufweisen und die Vorrichtung eine Greif- und Bewegungseinrichtung umfassen, mit welcher der Deckel derart mit dem zweiten Haltemittel verbindbar ist, dass die Deckelaußenfläche zur Hohlkörperaußenfläche zeigt.

Die gleichzeitige Reinigung des Hohlkörpers und des Deckels setzt eine Trennung derselben vor Einbringen in die Vorrichtung voraus. Das Einbringen in die Vorrichtung erfolgt separat. Bei aus dem Stand der Technik bekannten Greif- und Bewegungseinrichtungen, die für eine derartige Handhabung geeignet wären, tritt der Fall auf, dass die Deckelinnenfläche des vom Hohlkörper getrennten Deckels zur Hohlkörperaußenfläche zeigt. Da man beispielsweise aus den weiter oben genannten Gründen bestrebt ist, das Volumen des Vorrichtungsinnenraums so gering wie möglich zu halten, ist der Abstand zwischen der Hohlkörperaußenfläche und der Deckelinnenfläche typischerweise nicht besonders groß. Folglich würde aufgrund der Verschmutzung der Hohlkörperaußenfläche stark beladenes Spülungsfluid auch über die Deckelinnenfläche strömen, wodurch diese kaum effektiv gereinigt oder sogar verschmutzt werden könnte. Entsprechend lang muss das Spülungsfluid zugeführt werden. Dadurch, dass in dieser Ausführungsform der Deckel im Vorrichtungsinnenraum so angeordnet wird, dass die Deckelaußenfläche zur Hohlkörperaußenfläche zeigt, wird diese Situation vermieden und der Reinigungsvorgang beschleunigt. Es kann dabei angenommen werden, dass die Beladung des Spülungsfluids mit abnehmendem Abstand zur zu reinigenden Fläche ansteigt.

Bei einer weiteren Ausführungsform kann es sich anbieten, dass im Vorrichtungsinnenraum zumindest ein Strömungsrichter angeordnet ist, mit welchem die Strömung des Spülungsfluids im Vorrichtungsinnenraum geleitet werden kann. Der Strömungsrichter kann eine Anzahl von Ablenkplatten und/oder eine Trennwand umfassen. Die Strömung des Spülungsfluids kann so geführt werden, dass stärker beladenes Spülungsfluid nicht oder nur in geringem Umfang über die Deckelinnenfläche strömt. Der oben beschriebene Fall, dass stärker beladenes Spülungsfluid über

die vergleichsweise saubere Deckelinnenfläche strömt und diese eventuell sogar verschmutzt statt zu reinigen, wird vermieden.

Eine weitergebildete Ausführungsform kann sich dadurch aus-
5 zeichnen, die Hohlkörperwandung eine Randfläche bildet, welche die Hohlkörperöffnung umschließt und das erste Haltemittel eine Verriegelungseinrichtung umfasst, mit welcher der Hohlkörper mit der Randfläche dichtend und lösbar mit der Haltefläche verbindbar ist. Mit der Verwendung der Verriegelungs-
10 einrichtung wird der Hohlkörper eindeutig während der Trocknung und der Reinigung fixiert und positioniert, so dass gewährleistet werden kann, dass sich die gewünschte Strömung einstellt. Die Randfläche trennt die Hohlkörperinnenfläche von der Hohlkörperaußenfläche. Aufgrund der Tatsache, dass der
15 Hohlkörper dichtend mit der Randfläche auf der Haltefläche aufliegt, wird verhindert, dass das Spülungsfluid unkontrolliert von der Hohlkörperinnenfläche zur Hohlkörperaußenfläche oder umgekehrt strömen kann. Zudem ist es möglich, nur im Hohlkörperinnenraum dauerhaft einen Unterdruck anzulegen.

20

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der Verdrängungskörper einen Hohlraum umschließt, der mittels einer Durchgangsöffnung zugänglich ist, und im Hohlraum eine Heizeinrichtung angeordnet ist, mit welcher der Hohlkörper zum
25 Trocknen erwärmt werden kann. Die Heizeinrichtung dient dazu, den Hohlkörper nach dem Reinigen zu erwärmen, um den Trocknungsprozess zu unterstützen. Da der Verdrängungskörper in den Hohlkörperinnenraum eingebracht wird, ist die Distanz zwischen der Heizeinrichtung und der Hohlkörperwandung gering, so dass
30 eine effektive Erwärmung umgesetzt werden kann. Aufgrund der Tatsache, dass der Hohlraum offen ist, herrscht im Hohlraum Atmosphärendruck. Daher ist es nicht notwendig, besondere Vorkehrungen zum Schutz der Heizeinrichtung gegen den Unterdruck

zu ergreifen. Zudem ist die Heizeinrichtung durch die Durchgangsöffnung gut zugänglich, so dass die Montage und die Reparatur ohne besondere Maßnahmen durchgeführt werden können.

- 5 Eine fortentwickelte Ausführungsform kann vorgeben, dass die Heizeinrichtung eine Anzahl von Infrarot-Dioden umfasst und der Verdrängungskörper aus einem für Infrarot-Strahlung durchlässigen Material besteht oder dieses umfasst. Die Infrarot-Dioden haben den Vorteil, dass die von ihnen erzeugte Infrarot-Strahlung in einem eng begrenzten Frequenzbereich liegt, welches auf das verwendete Reinigungsfluid hin optimiert werden kann. Einige der Infrarot-Dioden können Infrarot-Strahlung erzeugen, mit denen das Reinigungsfluid erwärmt wird, andere Infrarot-Dioden können Infrarot-Strahlung erzeugen, mit der die Hohlkörperwandung erwärmt wird. Die noch auf der Hohlkörperinnenfläche oder der Hohlkörperaußenfläche verbliebenen Reste des Reinigungsfluids werden sehr effektiv erwärmt und so im Zusammenwirken mit dem Unterdruck beseitigt.
- 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 - Haltendes Zusammenwirken der Hohlkörperwandung mit dem ersten Haltemittel,
- Einbringen des Verdrängungskörpers in den Hohlkörperinnenraum, und
- Anlegen eines Unterdrucks im Hohlkörperinnenraum mittels einer Evakuierungseinrichtung und/oder
- 30 - Fördern eines Spülungsfluids durch den Hohlkörperinnenraum mittels einer Fördereinrichtung.

Die technischen Effekte und Vorteile, die sich mit dem vorgeschlags-
gemäßen Verfahren erreichen lassen, entsprechen denjenigen, die für die vorliegende Vorrichtung erörtert worden
sind. Zusammenfassend sei darauf hingewiesen, dass mithilfe
5 des Verdrängungskörpers das Volumen, in welchem der Unterdruck
erzeugt werden soll, verringert wird. Infolgedessen verkürzt
sich die Zeitdauer bis zum Erreichen des gewünschten Unter-
drucks, so dass der gesamte Trocknungsprozess insbesondere der
Hohlkörperinnenfläche beschleunigt wird. Gleichzeitig wird
10 auch die Energie, die zum Anlegen des gewünschten Unterdrucks
benötigt wird, reduziert. Aus demselben Grund wird auch das
Volumen des Spülungsfluids, welches zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche benötigt wird, gering gehalten. Dabei bietet es
sich an, die Reinigung nach dem Trocknungsprozess durchzuführen.
15

Bei einer weiteren Ausbildung kann vorgesehen sein, dass der
Hohlkörper einen Deckel mit einer Deckelinnenfläche und einer
Deckelaußenfläche aufweist, mit welchem die Hohlkörperöffnung
20 verschließbar ist. Die Vorrichtung weist dabei eine Vorrichtungswandung, zweite Haltemittel, mit welchem der Deckel an
der Vorrichtungswandung lösbar befestigbar ist und eine Greif-
und Bewegungseinrichtung auf, wobei das Verfahren folgende
Schritte umfasst:

25 - lösbares Befestigen des Deckels unter Verwendung der
Greif- und Bewegungseinrichtung derart mit dem zweiten
Haltemittel, dass die Deckelaußenfläche zur Hohlkörperaußenfläche zeigt.

30 Für den Fall, dass die Deckelinnenfläche zur Hohlkörperaußenfläche zeigt, würde aufgrund der Verschmutzung der Hohlkörperaußenfläche stark beladenes Spülungsfluid auch über die De-

ckelinnenfläche strömen, wodurch diese kaum gereinigt oder sogar verschmutzt werden könnte. Dadurch, dass in dieser Ausbildung der Deckel im Vorrichtungsinnenraum so angeordnet wird, dass die Deckelaußenfläche zur Hohlkörperaußenfläche zeigt, wird diese Situation vermieden.

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

10

Figuren 1A bis 1F verschiedene Schritte zum Betreiben einer Vorrichtung nach einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

15 Figur 2 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen,

Figur 3 eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

20

Figur 4 eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

25 Figur 5A eine Schnittdarstellung einer fünften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Figur 5B eine Draufsicht auf den in Figur 5A gezeigten Verdrängungskörper,

30 Figur 6A eine perspektivische Darstellung einer fünften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

Figur 6B eine Schnittdarstellung durch die in Figur 6A gezeigte sechste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

5 In den Figuren 1E und 1F ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10₁ zum Trocknen und/oder Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern 12, insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken anhand von prinzipiellen Darstellungen gezeigt. In den
10 Figuren 1E und 1F, auf die im Folgenden Bezug genommen wird, ist ein topfförmiger Hohlkörper 12 dargestellt, der auch als FOUP bezeichnet wird. Der Hohlkörper 12 umfasst eine Hohlkörperwandung 14, die eine Hohlkörperinnenfläche 16 bildet, wobei die Hohlkörperinnenfläche 16 einen Hohlkörperinnenraum 17 be-
15 grenzt. Weiterhin weist der Hohlkörper 12 eine von der Hohlkörperwandung 14 umschlossene Hohlkörperöffnung 18 auf, durch welche der Hohlkörperinnenraum 17 zugänglich ist, beispielsweise, um den Hohlkörper 12 mit Halbleiterwafern zu beladen. Die Hohlkörperwandung 14 bildet eine Randfläche 20, welche die
20 Hohlkörperöffnung 18 umschließt.

Darüber hinaus weist der Hohlkörper 12 eine Hohlkörperaußenfläche 22 auf. Die Randfläche 20 trennt die Hohlkörperaußenfläche 22 von der Hohlkörperinnenfläche 16.

25

In den Figuren 1E und 1F ist ebenfalls ein Deckel 24 gezeigt, mit welchem die Hohlkörperöffnung 18 verschließbar ist. Der Deckel 24 bildet eine Deckelinnenfläche 26 und eine Deckelaußenfläche 28. Die Zuordnung bezieht sich dabei auf den in den
30 Figuren nicht gezeigten Zustand, in welchem die Hohlkörperöffnung 18 mit dem Deckel 24 verschlossen ist. Die Deckelinnenfläche 26 zeigt dann in den Hohlkörperinnenraum 17 und die Deckelaußenfläche 28 nach außen.

Die Vorrichtung 10₁ weist ein erstes Haltemittel 30 auf, welches mit dem Hohlkörper 12 zusammenwirken kann. In der dargestellten Ausführungsform umfasst das erste Haltemittel 30 eine Haltefläche 32, auf welche der Hohlkörper 12 mit seiner Randfläche 20 aufgelegt werden kann. Weiterhin umfasst das erste Haltemittel 30 eine Verriegelungseinrichtung 33, mit welcher der Hohlkörper 12 mit der Randfläche 20 dichtend und lösbar mit der Haltefläche 32 verbunden werden kann.

10

In der dargestellten Ausführungsform wird die Haltefläche 32 von einer Vorrichtungswandung 34 gebildet, die wiederum einen ersten Wandungsabschnitt 36 und einen zweiten Wandungsabschnitt 38 umfasst. Der erste Wandungsabschnitt 36 und der zweite Wandungsabschnitt 38 können miteinander verbunden und wieder voneinander getrennt werden. Die Haltefläche 32 wird in diesem Fall vom ersten Wandungsabschnitt 36 gebildet. Im verbundenen Zustand umschließen der erste Wandungsabschnitt 36 und der zweite Wandungsabschnitt 38 einen Vorrichtungsinnenraum 40.

20

Wie aus den Figuren 1E und 1F ersichtlich, ist die Haltefläche 32 auf Vorsprüngen 42 des ersten Wandungsabschnitt 36s angeordnet. In den Vorsprüngen 42 ist eine Anzahl von Durchtrittskanälen 44 angeordnet, die zu einer Fluidführungseinrichtung 46 gehören, auf deren Funktion im Folgenden noch genauer eingegangen wird.

25

Darüber hinaus ist ein Verdrängungskörper 48₁ nach einer ersten Ausführungsform, der konusförmig ausgestaltet ist, lösbar am ersten Wandungsabschnitt 36 befestigt, wobei es auch denkbar ist, den Verdrängungskörper 48₁ einteilig mit dem ersten Wandungsabschnitt 36 auszugestalten. Wenn der Hohlkörper 12 auf

30

der Haltefläche 32 wie in den Figuren 1E und 1F gezeigt abgelegt ist, ragt der Verdrängungskörper 48₁ in den Hohlkörperinnenraum 17 hinein, wobei ein Spalt zwischen dem Verdrängungskörper 48₁ und der Hohlkörperwandung 14 entsteht. Die Form des Verdrängungskörpers 48₁ ist dabei so gewählt, dass sie in etwa der Form des Hohlkörperinnenraums 17 entspricht. Der Spalt weist infolgedessen zumindest annäherungsweise eine konstante Breite auf. Eine Durchgangsbohrung 50 durchläuft den Verdrängungskörper 48₁ und mündet in den Hohlkörperinnenraum 17, sofern der Hohlkörper 12, wie in den Figuren 1E und 1F gezeigt, auf der Haltefläche 32 abgelegt ist.

Wie erwähnt, kann die Hohlkörperöffnung 18 mittels des Deckels 24 verschlossen werden. Der Deckel 24 ist mit einem zweiten Haltemittel 52 mit dem zweiten Wandungsabschnitt 38 verbunden.

Die Vorrichtung 10₁ nach dem ersten Ausführungsbeispiel kann auf folgende Weise betrieben werden:

Bevor die nachfolgend beschriebenen Schritte durchgeführt werden, sind der Hohlkörper 12 und der Deckel 24 auf eine nicht gezeigte Weise mit einem Reinigungsfluid gereinigt worden.

Bezugnehmend auf die Figur 1A ist erkennbar, dass der erste Wandungsabschnitt 36 vom zweiten Wandungsabschnitt 38 gelöst worden ist. Aus Darstellungsgründen ist der erste Wandungsabschnitt 36 in Figur 1A nicht gezeigt. Mittels einer Greif- und Bewegungseinrichtung 54 ist der Deckel 24 vom Hohlkörper 12 getrennt worden, wobei dieser Trennungsschritt in Figur 1A ebenfalls nicht dargestellt ist. Zu erkennen ist ausschließlich, dass der Deckel 24 mit der Greif- und Bewegungseinrichtung 54 verbunden ist. Die Greif- und Bewegungseinrichtung 54 weist eine Dreheinrichtung 56 auf, mit welcher der Deckel 24

um eine Rotationsachse R gedreht werden kann. Dabei wird der Deckel 24 so gedreht, dass die Deckelinnenfläche 26 zum zweiten Haltemittel 52 hinzeigt. Sobald der Deckel 24 die entsprechende Drehstellung eingenommen hat, wird der Deckel 24 mittels einer Verschiebeeinrichtung 58 der Greif- und Bewegungseinrichtung 54 ergriffen und derart in den Hohlkörperinnenraum 17 hinein bewegt, dass der Deckel 24 mit dem zweiten Haltemittel 52 in Kontakt kommt und von diesem gehalten werden kann (siehe Figur 1B).

10

Der Hohlkörper 12 wird mit seiner Randfläche 20 auf der Haltefläche 32 abgelegt, was aus Figur 1C hervorgeht. Anschließend wird die Verriegelungseinrichtung 33 aktiviert, infolgedessen der Hohlkörper 12 dichtend mit dem ersten Wandungsabschnitt 36 verbunden ist. Wie aus der Figur 1D hervorgeht, werden nun der erste Wandungsabschnitt 36 und der zweite Wandungsabschnitt 38 miteinander verbunden, ebenfalls unter Zuhilfenahme der Greif- und Bewegungseinrichtung 54. Bezugnehmend auf die Figur 1E wird nun ein Unterdruck im Vorrichtungsinnenraum 40 angelegt.

20 Hierzu umfasst die Vorrichtung 10₁ eine Evakuierungseinrichtung 60, welche in der dargestellten Ausführungsform eine Vakuumpumpe 62 umfasst. Die Evakuierungseinrichtung ist mittels eines Anschlussventils 63 mit dem Vorrichtungsinnenraum 40 verbunden. Aufgrund der Aktivierung der Vakuumpumpe 62 wird das sich im Vorrichtungsinnenraum 40 befindende Fluid, typischerweise Luft, aus dem Vorrichtungsinnenraum 40 abgesaugt. Um das Nachströmen von Luft durch die Durchgangsbohrung 50 zu verhindern, ist die Durchgangsbohrung 50 mit einem Sperrventil 64 verbunden, welches hierzu geschlossen wird. Die sich einstellenden Strömung des sich im Vorrichtungsinnenraum 40 befindenden Fluids ist anhand der Pfeile dargestellt. Zu erwähnen ist, dass das Fluid durch die Durchtrittskanäle 44 strömen kann, so

30

dass auch das Fluid, dass sich im Hohlkörperinnenraum 17 befindet, abgesaugt werden kann. Die Verriegelungseinrichtung 33 ist dabei so ausgebildet, dass sie die Strömung zur Vakuumpumpe 62 hin nicht nennenswert stört.

5

Infolgedessen bildet sich über der Hohlkörperinnenfläche 16, der Hohlkörperaußenfläche 22, der Deckelinnenfläche 26 und der Deckelaußenfläche 28 ein Unterdruck aus, wodurch Reste des Reinigungsfluids, welche aufgrund der vorangegangenen Reinigung des Hohlkörpers 12 in der Reinigungseinrichtung auf der Oberfläche des Hohlkörpers 12 und des Deckels 24 verbleiben, entfernt werden. Die Hohlkörperinnenfläche 16, die Hohlkörperaußenfläche 22, die Deckelinnenfläche 26 und die Deckelaußenfläche 28 werden hierdurch getrocknet.

15

Bezugnehmend auf die Figur 1F ist erkennbar, dass die Durchgangsbohrung 50 nach Abschluss des Trocknungsprozesses nun mit einem Fluidreservoir 65 verbunden ist, in welchem sich ein Spülungsfluid befindet, beispielsweise Stickstoff. Dies kann manuell oder mittels einer entsprechenden Verschaltung geschehen, wobei auch das Sperrventil 64 genutzt und zum Öffnen entsprechend betätigt werden kann. Das Spülungsfluid wird mittels einer Fördereinrichtung 66 durch die Vorrichtung 10₁ gefördert, wobei die Fördereinrichtung 66 eine Förderpumpe 68 aufweist. Die Fördereinrichtung 66 ist ebenfalls mittels des bereits erwähnten Anschlussventils 63 mit dem Vorrichtungsinnenraum 40 verbunden. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Vakuumpumpe 62 so ausgestaltet sein kann, dass sie auch als Förderpumpe 68 verwendet werden kann. Insofern können die Vakuumpumpe 62 und die Förderpumpe 68 vom selben Bauteil gebildet werden.

30

Für den Fall, dass vor dem Trocknungsprozess noch ein Unterdruck im Vorrichtungsinnenraum 40 anliegt, kann das Spülungsfluid auch auf folgende Weise in den Vorrichtungsinnenraum 40 gefördert werden: Bei einer entsprechenden Ausgestaltung des Sperrventil 64 und des Fluidreservoirs kann infolge einer Öffnung des Sperrventils 64 das Spülungsfluid in den Vorrichtungsinnenraum 40 gesaugt werden. Eine aktive Förderung des Spülungsfluids mittels der Fördereinrichtung 66 ist zumindest bis zum vollständigen Druckausgleich nicht notwendig. Das Anschlussventil 63 und/oder das Sperrventil 64 können dabei so ausgestaltet sein, dass sie in der Lage sind, den Strom des Spülungsfluids oder eines anderen Fluids nicht nur freizugeben und zu sperren, sondern auch den Volumenstrom einzustellen. Insbesondere dann, wenn im Vorrichtungsinnenraum 40 ein starker Unterdruck herrscht, ist es sinnvoll, den Volumenstrom durch das Sperrventil 64 zunächst klein zu halten, um den Druckausgleich langsam durchzuführen und um Druckschläge zu vermeiden.

Das Spülungsfluid strömt im Wesentlichen entlang derselben Richtung wie auch das Fluid beim Anlegen eines Unterdrucks, wie in Verbindung mit der Figur 1E beschrieben. Auch in Figur 1F deuten die Pfeile die Strömungsrichtung an. Dabei strömt das noch unbeladene Spülungsfluid aus dem Fluidreservoir 65 durch die Durchgangsbohrung 50 und anschließend über die Hohlkörperinnenfläche 16. Mithilfe des Spülungsfluids werden beispielsweise AMC (airborne molecular contamination) durch Verdampfen von der Hohlkörperinnenfläche 16 beseitigt und dabei vom Spülungsfluid aufgenommen und weitertransportiert. Anschließend strömt das Spülungsfluid durch die Durchtrittskanäle 44 und trifft dann auf die Hohlkörperaußenfläche 22. Auch hier werden die oben genannten Verunreinigungen beseitigt.

Üblicherweise ist die Hohlkörperaußenfläche 22 stärker verunreinigt als die Hohlkörperinnenfläche 16, so dass die Beladung des Spülungsfluids beim Strömen über die Hohlkörperaußenfläche 22 deutlich ansteigt. Die stärkste Beladung weist dabei der
5 Teil des Spülungsfluids auf, der unmittelbar über die Hohlkörperaußenfläche 22 strömt. Da der Abstand zwischen dem Deckel 24 und dem Hohlkörper 12 im Vorrichtungsinnenraum 40 nicht besonders groß ist, strömt vergleichsweise stark beladenes Spülungsfluid auch über die Deckelaußenfläche 28. Der Teil des
10 Spülungsfluids, der entlang des zweiten Wandungsabschnitts 38 strömt und infolgedessen weniger stark beladen ist, strömt über die Deckelinnenfläche 26. Infolgedessen wird vermieden, dass stark beladenes Spülungsfluid über die vergleichsweise saubere Deckelinnenfläche 26 strömt und diese verschmutzt an-
15 statt zu reinigen. Anschließend verlässt das Spülungsfluid die Vorrichtung 10₁ und kann in einen nicht gezeigten Behälter gelagert werden, um entsorgt oder aufbereitet zu werden.

In Figur 2 ist eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemä-
20 ßen Vorrichtung 10₂ ebenfalls anhand einer prinzipiellen Darstellung gezeigt. Der prinzipielle Aufbau der Vorrichtung 10₂ nach der zweiten Ausführungsform entspricht dabei weitgehend demjenigen der Vorrichtung 10₁ nach der ersten Ausführungsform, weshalb nur auf die wesentlichen Unterschiede eingegangen
25 wird. Die Vorrichtung 10₂ nach der zweiten Ausführungsform umfasst einen Strömungsrichter 70, der als eine Trennwand 72 ausgeführt ist, die im Vorrichtungsinnenraum 40 mit einer nicht gezeigten Verstelleinrichtung angeordnet werden kann. Die Trennwand 72 unterteilt den Vorrichtungsinnenraum 40 in
30 einen ersten Unterabschnitt 74 und einen zweiten Unterabschnitt 76. Der Hohlkörper 12 befindet sich dabei im ersten Unterabschnitt 74, während sich der Deckel 24 im zweiten Unterabschnitt 76 befindet. Die Verstelleinrichtung ist deshalb

notwendig, um den Zugang zum zweiten Unterabschnitt 76 zu ermöglichen, so dass der Deckel 24 dort angeordnet und von dort entnommen werden kann.

5 Der Vorrichtungsinnenraum 40 ist mit einem weiteren Fluidreservoir 78 verbunden, in welchem weiteres Spülungsfluid gelagert werden kann, welches identisch zum Spülungsfluid ist, welches im Fluidreservoir 65 gelagert ist. Dabei steht das weitere Fluidreservoir 78 mit dem zweiten Unterabschnitt 76 in
10 Fluidkommunikation.

Wie bereits für die erste Ausführungsform der Vorrichtung 10₁ erwähnt, wird das Spülungsfluid mittels der Fördereinrichtung 66 durch den Vorrichtungsinnenraum 40 gefördert. In der zweiten Ausführungsform der Vorrichtung 10₂ wird jedoch auch das
15 weitere Spülungsfluid vom weiteren Fluidreservoir 78 in den zweiten Unterabschnitt 76 gefördert, wobei das noch unbeladene weitere Spülungsfluid direkt über die Deckelinnenfläche 26 und anschließend über die Deckelaußenfläche 28 strömt. Danach ver-
20 lässt das weitere Spülungsfluid den zweiten Unterabschnitt 76 durch eine Trennwandöffnung 80 und vereinigt sich mit dem Spülungsfluid des ersten Unterabschnitts 74. Wie erwähnt, kann das Spülungsfluid in einen nicht dargestellten Behälter geleitet werden, um entsorgt oder aufbereitet zu werden. Hierdurch
25 wird gewährleistet, dass die Deckelinnenfläche 26 mit einem nicht oder nur sehr gering beladenen Spülungsfluid beaufschlagt wird, so dass sich eine effektive Reinigung der Deckelinnenfläche 26 erreichen lässt.

30 Nicht dargestellt ist eine Ausführungsform, in welcher die Fluidführungseinrichtung 46 eine Anzahl von Ablenkplatten aufweist, welche das Spülungsfluid in zwei Teilströme teilt, sobald das Spülungsfluid die Durchtrittskanäle 44 durchströmt

hat. Ein äußerer Teilstrom wird entlang des zweiten Wandungsabschnitts 38 zum Deckel 24 hin und ein innerer Teilstrom entlang der Hohlkörperaußenfläche 22 geführt. Eine Vermischung des äußeren Teilstroms und des inneren Teilstroms wird weitgehend vermieden, solange der äußere Teilstrom den Deckel 24 noch nicht erreicht hat. Auch hierdurch wird verhindert, dass stark belastetes Spülungsfluid über die Deckelinnenfläche 26 strömt. Hierbei ist es nicht notwendig, ein weiteres Fluidreservoir 78 vorzusehen.

10

In Figur 3 ist eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10₃ ebenfalls anhand einer prinzipiellen Darstellung gezeigt. Der erste Wandungsabschnitt 36 bildet eine Durchgangsöffnung 82, die in etwa mit der Hohlkörperöffnung 18 fluchtet, wenn der Hohlkörper 12 auf den ersten Wandungsabschnitt 36 aufgelegt ist. Auch in dieser Ausführungsform umfasst die Fluidführungseinrichtung 46 die Durchtrittskanäle 44. Der erste Wandungsabschnitt 36 unterteilt den Vorrichtungsinnenraum 40 in einen ersten Unterabschnitt 74 und einen zweiten Unterabschnitt 76, wobei der Hohlkörper 12 im ersten Unterabschnitt 74 und der Deckel 24 im zweiten Unterabschnitt 76 angeordnet werden können. Der Verdrängungskörper 48 ragt vom zweiten Unterabschnitt 76 durch die Durchgangsöffnung 82 in den in den ersten Unterabschnitt 74 und in den Hohlkörperinnenraum 17 hinein.

25

Im zweiten Unterabschnitt 76 bildet der erste Wandungsabschnitt 36 eine Wandungsöffnung 84. Die zweiten Haltemittel 52, mit denen der Deckel 24 fixiert werden kann, sind im dritten Ausführungsbeispiel an einer Deckelhandhabungseinheit 86 angeordnet, mit welcher der Deckel 24 unter Verwendung der zweiten Haltemittel 52 lösbar verbindbar ist. Die Deckelhandhabungseinheit 86 ist mittels einer Befestigungseinrichtung 88

30

drehbar am ersten Wandungsabschnitt 36 um eine Drehachse drehbar gelagert und zwischen einer Offenstellung, in welcher die Deckelhandhabungseinheit 86 die Wandungsöffnung 84 und folglich den Zugang zum Vorrichtungsinnenraum 40 freigibt, und einer Schließstellung, in welcher die Wandungsöffnung 84 geschlossen ist, bewegbar. In Figur 3 befindet sich die Deckelhandhabungseinheit 86 in der Schließstellung. Dabei ist zu beachten, dass die Wandungsöffnung 84 mit dem Deckel 24 verschlossen wird, wobei die Deckelinnenfläche 26 in den Vorrichtungsinnenraum 40 zeigt.

Die wesentliche Funktionsweise der Vorrichtung 10₃ nach der dritten Ausführungsform entspricht dabei derjenigen, die für die erste und zweite Ausführungsform beschrieben worden ist. Einer der wesentlichen Unterschiede liegt in der Art und Weise der Handhabung des Deckels 24. Nachdem der Deckel 24 mittels der in Figur 3 nicht dargestellten Greif- und Bewegungseinrichtung 54 vom Hohlkörper 12 getrennt worden ist, wird der Deckel 24 auf das zweite Haltemittel 52 aufgelegt. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich die Deckelhandhabungseinheit 86 in der Offenstellung, in welcher sie im Vergleich zu der in Figur 3 gezeigten Schließstellung um 90° gedreht ist. Der Deckel 24 wird von oben auf das zweite Haltemittel 52 aufgelegt und die Deckelhandhabungseinheit 86 anschließend um 90° in die Schließstellung gedreht, wie in Figur 3 gezeigt. Der Deckel 24 schließt nun die Wandungsöffnung 84 ab. Die in Figur 3 nicht gezeigte Evakuierungseinrichtung 60 kann nun aktiviert werden, so dass ein Unterdruck im Vorrichtungsinnenraum 40 angelegt wird. Reste des Reinigungsfluids, die sich an der Hohlkörperinnenfläche 16, der Deckelinnenfläche 26 sowie der Hohlkörperaußenfläche 22 befinden, werden entfernt und der Hohlkörper 12 sowie der Deckel 24 getrocknet. Anzumerken ist, dass in

dieser Ausführungsform der Unterdruck nicht an der Deckelaußenfläche 28 anliegt, so dass hier noch Reste des Reinigungsfluids verbleiben können.

5 Nach abgeschlossenem Trocknungsprozess kann infolge einer entsprechenden Ventilschaltung zum Reinigungsprozess übergegangen werden, der in Figur 3 dargestellt ist. Wie auch für die übrigen Ausführungsformen erwähnt, wird die Förderpumpe 68 der Fördereinrichtung 66 aktiviert, das Sperrventil 64 geöffnet
10 und das Spülungsfluid durch die Durchgangsbohrung 50, die infolge der Ventilschaltung mit dem Fluidreservoir 65 verbunden ist, in den Vorrichtungsinnenraum 40 gefördert, wo es über die Hohlkörperinnenfläche 16, die Deckelinnenfläche 26 sowie die Hohlkörperaußenfläche 22 strömen und dort befindliche Verun-
15 reinigungen beseitigen kann. Auch hier gilt, dass die Deckelaußenfläche 28 nicht vom Spülungsfluid erreicht und auch nicht von diesem gereinigt wird.

In Figur 4 ist eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10₄ wiederum anhand einer prinzipiellen Darstellung gezeigt. Der wesentliche Aufbau der Vorrichtung 10₄
20 10₂ nach der zweiten Ausführungsform entspricht dabei weitgehend demjenigen der Vorrichtung 10₁ nach der ersten Ausführungsform, weshalb nur auf die wesentlichen Unterschiede eingegangen wird. Wie auch bei der ersten Ausführungsform ist die Vorrichtungswandung 34 in einen ersten Wandungsabschnitt 36 und einen zweiten Wandungsabschnitt 38 unterteilt, wobei der Trennbereich anders verläuft. Wie aus Figur 4 zu erkennen ist, ist der erste Wandungsabschnitt 36 U-förmig ausgebildet, während der zweiten Wandungsabschnitt 38 flächig ausgebildet und
30 im Wesentlichen platten- oder scheibenförmig gestaltet ist. Am zweiten Wandungsabschnitt 38 ist das erste Haltemittel 30 angebracht, welches unter Verwendung der Haltefläche 32 mit der

Hohlkörperaußenfläche 22 derart zusammenwirkt, dass der Hohlkörper 12 beabstandet von der Vorrichtungswandung 34 innerhalb des Vorrichtungsinnenraums 40 angeordnet ist. Insofern wird die Haltefläche 32 in der vierten Ausführungsform vom zweiten Wandungsabschnitt 38 gebildet. In der vierten Ausführungsform der Vorrichtung 10₄ wird der Hohlkörper 12 daher nicht auf eine Fläche aufgelegt, sondern „schwebt“ im Vorrichtungsinnenraum 40. Das erste Haltemittel 30 ist so ausgebildet, dass zwischen der Randfläche 20 und dem ersten Wandungsabschnitt 36 ein Spalt 90 verbleibt, der vom Spülungsfluid durchströmt werden kann, um von der Hohlkörperinnenfläche 22 zur Hohlkörperaußenfläche 22 zu gelangen. Insofern bilden in der zweiten Ausführungsform das erste Haltemittel 30, die Hohlkörperwandung 14 und die Vorrichtungswandung 34 die Fluidführungseinrichtung 46 und übernehmen deren Funktion. Dabei ist das erste Haltemittel 30 so ausgeführt, dass sie die Strömung des Spülungsfluids innerhalb des Vorrichtungsinnenraums 40 nicht wesentlich stört. Daher ist es nicht notwendig, die Vorsprünge 42 und die Durchtrittskanäle 44 vorzusehen. Auch auf die Verriegelungseinrichtung 33 kann verzichtet werden.

Am zweiten Wandungsabschnitt 38 ist auch das zweite Haltemittel 52 zum Befestigen des Deckels 24 angeordnet.

Der Verdrängungskörper 48₁ ist in der vierten Ausführungsform der Vorrichtung 10₄ einteilig mit dem ersten Wandungsabschnitt 36 ausgebildet.

Die Vorrichtung 10₄ nach der vierten Ausführungsform wird im Wesentlichen auf dieselbe Weise betrieben wie für die übrigen Ausführungsformen beschrieben. Zu beachten ist jedoch, dass der Hohlkörper 12 und der Deckel 24 unter Verwendung der

Greif- und Bewegungseinrichtung 54 zunächst am zweiten Wandungsabschnitt 38 befestigt werden, bevor dieser mit dem ersten Wandungsabschnitt 36 verbunden wird. Hierbei ergreift die Greif- und Bewegungseinrichtung 54 zumindest einen der beiden
5 Wandungsabschnitte 36, 38.

In den Figuren 5A und 5B ist ein Verdrängungskörper 48₂ nach einer zweiten Ausführungsform gezeigt. Während der Verdrängungskörper 48₁ nach der ersten Ausführungsform als ein Vollkörper ausgebildet ist, umschließt der Verdrängungskörper 48₂
10 nach der zweiten Ausführungsform einen Hohlraum 92, der mittels einer Durchgangsöffnung 94 zugänglich ist, welche von einer Verdrängungskörperwandung 96 gebildet wird. Der Verdrängungskörper 48₂ wird so in die Vorrichtung 10₅ nach einem fünften Ausführungsform eingebracht, dass an seiner im Vorrichtungsinnenraum 40 befindlichen Außenseite der Verdrängungskörperwandung 96 ein Unterdruck angelegt werden kann, während im Hohlraum 92 Atmosphärendruck herrscht. Von der Vorrichtung 10₅ nach der fünften Ausführungsform, die prinzipiell genauso aufgebaut sein kann wie die Vorrichtungen 10₁ bis 10₄ nach den zuvor beschriebenen Ausführungsformen, ist nur der zweite Wandungsabschnitt 38 der Vorrichtungswandung 34 dargestellt. In Figur 5B ist nur der Verdrängungskörper 48₂ dargestellt.

25 Im zweiten Wandungsabschnitt 38 ist ein Aufnahmeflansch 104 angeordnet, der eine Flanschöffnung 106 bildet, durch welche der Verdrängungskörper 48₂ durchgesteckt und so in den Vorrichtungsinnenraum 40 der Vorrichtung 10₅ eingebracht werden kann. Der Aufnahmeflansch 104 kann auch als ein separates Bauteil
30 ausgeführt sein. Im Aufnahmeflansch 104 ist zumindest eine O-Ringdichtung 108, hier zwei O-Ringdichtungen 108, angeordnet, welche den zweiten Wandungsabschnitt 38 gegenüber der Verdrängungskörperwandung 96 abdichten, wenn der Verdrängungskörper

48₂ wie in Figur 5A gezeigt, durch die Flanschöffnung 106 durchgesteckt ist. Hierdurch wird es ermöglicht, in der Vorrichtung 10₅ einen Unterdruck anzulegen. Um zu verhindern, dass hierbei der Verdrängungskörper 48₂ in die Vorrichtung 10₅ hineingezogen wird, weist der Verdrängungskörper 48₂ an seiner Durchgangsöffnung eine radiale Erweiterung 110 auf.

Im Hohlraum 92 ist eine Heizeinrichtung 98 angeordnet, welche mittels einer Halterung 100 an der Verdrängungskörperwandung 96 befestigt ist. Die Heizeinrichtung 98 ist durch die Durchgangsöffnung 94 zugänglich. Da, wie erwähnt, im Hohlraum 92 Atmosphärendruck herrscht, sind keine speziellen Maßnahmen erforderlich, um die Heizeinrichtung 98 gegenüber einem Unterdruck zu schützen. Die Heizeinrichtung 98 umfasst eine Anzahl von Infrarot-Dioden 102 zum Erzeugen von Infrarotstrahlung. Dabei lassen sich zwei Gruppen von Infrarot-Dioden 102 unterscheiden. Die erste Gruppe der Infrarot-Dioden 102 strahlt die Infrarotstrahlung hauptsächlich entlang einer Längsachse L des Verdrängungskörpers 48₂ ab. Diese erste Gruppe der Infrarot-Dioden 102 ist im Bereich der Durchgangsöffnung 94 gegenüberliegenden, geschlossenen Ende des Verdrängungskörpers 48₂ angeordnet, in Figur 5A im oberen Bereich. Die zweite Gruppe der Infrarotdioden 102 strahlt die Infrarotstrahlung hauptsächlich senkrecht zur Längsachse ab und ist mittig angeordnet. Die Verdrängungskörperwandung 96 ist aus einem für Infrarot-Strahlung durchlässigen Material gefertigt, beispielsweise aus Glas.

Wie erwähnt, wird mithilfe des Verdrängungskörpers 48₂ das Volumen, in welchem der Unterdruck erzeugt werden soll, verringert. Wie ebenfalls erwähnt, dient der Unterdruck dazu, Reste des Reinigungsfluids von der Hohlkörperinnenfläche 16 und/oder von der Hohlkörperaußenfläche 22 zu entfernen. Das Entfernen

kann mittels der Heizeinrichtung 98 unterstützt werden. Die von den Infrarot-Dioden 102 erzeugte Infrarot-Strahlung liegt in einem eng begrenzten Frequenzbereich, welches auf das verwendete Reinigungsfluid hin optimiert werden kann. Die noch
5 auf der Hohlkörperinnenfläche 16 oder der Hohlkörperaußenfläche 22 verbliebenen Reste des Reinigungsfluids werden sehr effektiv erwärmt und so im Zusammenwirken mit dem Unterdruck beseitigt.

10 Wie zuvor beschrieben, weist der Verdrängungskörper 48₁ nach der ersten Ausführungsform die Durchgangsbohrung 50 auf (vgl. beispielsweise Figuren 1F und 2), durch welche nach Abschluss des Trocknungsprozesses ein Spülungsfluid, beispielsweise Stickstoff, entlang der Hohlkörperinnenfläche 16 und/oder der
15 Hohlkörperaußenfläche 22 des in den Figuren 5A und 5B nicht dargestellten Hohlkörpers 12 strömen kann. Im Gegensatz dazu ist die Verdrängungskörperwandung 96 des Verdrängungskörpers 48₂ nach der zweiten Ausführungsform insbesondere aufgrund der Tatsache, dass sie aus Glas gefertigt ist, geschlossen. Um
20 dennoch das Spülungsfluid in den Vorrichtungsinnenraum 40 der Vorrichtung 10₅ einbringen zu können, sind im Aufnahmeflansch 104 mehrere, am Umfang des Aufnahmeflansches 104 verteilt angeordnete Verbindungskanäle 112 angeordnet, die, wie für die Durchgangsbohrung 50 beschrieben, mit dem Sperrventil 64
25 und/oder mit dem Fluidreservoir 65 verbunden sein können (vgl. beispielsweise Figur 2). Aus Darstellungsgründen ist in der Figur 5A nur ein Sperrventil 64 dargestellt. Im Übrigen wird die Vorrichtung 10₅ auf dieselbe Weise betrieben, wie für die anderen Ausführungsformen der Vorrichtung 10₁ bis 10₄ beschrieben.
30

In den Figuren 6A und 6B ist eine sechste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10₆ anhand von perspektivischen

Darstellungen gezeigt. Die Vorrichtung 10₆ weist einen Verdrängungskörper 48₃ nach einer dritten Ausführungsform auf. Der Verdrängungskörper 48₃ ist in der dritten Ausführungsform quaderförmig ausgestaltet und kann als Hohlkörper oder als Vollkörper ausgeführt werden, ist aber im Gegensatz zu der in den Figuren 5A und 5B dargestellten zweiten Ausführungsform des Verdrängungskörpers 48₂ geschlossen. Der Verdrängungskörper 48₃ ist auch in dieser Ausführungsform mit dem Aufnahmeflansch 104 verbunden, der am zweiten Wandungsabschnitt befestigt ist. Der Aufnahmeflansch 104 weist ebenfalls die Verbindungskanäle auf, um das Spülungsfluid in den Vorrichtungsinnenraum 40 einzubringen. Die Heizeinrichtung 98 umfasst insgesamt vier Gruppen von Infrarot-Dioden 102, welche außerhalb des Verdrängungskörpers 48₃ angeordnet sind. Die Halterung ist in diesem Fall als eine kreuzförmige Scheibe ausgebildet, welche am freien Ende des Verdrängungskörpers 48₃ befestigt ist. Die Halterung weist je eine Aufnahmebohrung 114 für jede Gruppe von Infrarot-Dioden 102 auf. Zudem ist jede Gruppe von Infrarot-Dioden 102 mit dem Aufnahmeflansch 104 verbunden.

20

Die Infrarot-Dioden 102 sind so angeordnet, dass sie die Infrarot-Strahlung hauptsächlich senkrecht zur in den Figuren 6A und 6B nicht dargestellten Längsachse des Verdrängungskörpers 48₃ ab. Folglich trifft auch ein Teil dieser Infrarot-Strahlung auf den Verdrängungskörper 48₃. Der Verdrängungskörper 48₃ weist eine reflektierende Oberfläche 116 auf, mit welcher die auf den Verdrängungskörper 48₃ auftreffende Infrarot-Strahlung reflektiert wird und folglich für die Erwärmung des Hohlkörpers 12 verwendet werden kann und nicht verloren geht. Die reflektierende Oberfläche 116 kann beispielsweise dadurch bereitgestellt werden, dass der Verdrängungskörper 48₃ aus Metall, beispielsweise Aluminium, gefertigt wird und dort, wo die reflektierende Oberfläche 116 angeordnet sein soll, mit

30

einer besonders geringen Rauheit ausgestattet wird, beispielsweise durch Polieren.

Im Übrigen wird die Vorrichtung 10₆ nach der sechsten Ausführungsform im Wesentlichen genauso betrieben wie für die fünfte
5 Ausführungsform der Vorrichtung 10₅ beschrieben.

Bezugszeichenliste

	10	Vorrichtung
	10 ₁ , 10 ₂ , 10 ₃ , 10 ₄ , 10 ₅ , 10 ₆	Vorrichtung
5	12	Hohlkörper
	14	Hohlkörperwandung
	16	Hohlkörperinnenfläche
	17	Hohlkörperinnenraum
	18	Hohlkörperöffnung
10		
	20	Randfläche
	22	Hohlkörperaußenfläche
	24	Deckel
	26	Deckelinnenfläche
15	28	Deckelaußenfläche
	30	erstes Haltemittel
	32	Haltefläche
	33	Verriegelungseinrichtung
20	34	Vorrichtungswandung
	36	erster Wandungsabschnitt
	38	zweiter Wandungsabschnitt
	40	Vorrichtungsinnenraum
25	42	Vorsprünge
	44	Durchtrittskanal
	46	Fluidführungseinrichtung
	48	Verdrängungskörper
	48 ₁ , 48 ₂ , 48 ₃	Verdrängungskörper
30		
	50	Durchgangsbohrung
	52	zweites Haltemittel
	54	Greif- und Bewegungseinrichtung

	56	Dreheinrichtung
	58	Verschiebeeinrichtung
	60	Evakuierungseinrichtung
5	62	Vakuumpumpe
	63	Anschlussventil
	64	Sperrventil
	65	Fluidreservoir
	66	Fördereinrichtung
10	68	Förderpumpe
	70	Strömungsrichter
	72	Trennwand
	74	erster Unterabschnitt
15	76	zweiter Unterabschnitt
	78	weiteres Fluidreservoir
	80	Trennwandöffnung
	82	Durchgangsöffnung
20	84	Wandungsöffnung
	86	Deckelhandhabungseinheit
	88	Befestigungseinrichtung
	90	Spalt
25	92	Hohlraum
	94	Durchgangsöffnung
	96	Verdrängungskörperwandung
	98	Heizeinrichtung
30	100	Halterung
	102	Infrarot-Dioden
	104	Aufnahmeflansch
	106	Flanschöffnung

108 O-Ringdichtung

110 radiale Erweiterung

112 Verbindungskanal

5 114 Aufnahmebohrung

116 reflektierende Oberfläche

L Längsachse

R Rotationsachse

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 (14), die eine Hohlkörperinnen-
fläche (16) bildet, wobei die Hohlkörperinnenfläche
(16) einen Hohlkörperinnenraum (17) begrenzt, und
 - 10 - eine von der Hohlkörperwandung (14) umschlossene Hohl-
körperöffnung (18) aufweist, durch welche der Hohlkör-
perinnenraum (17) zugänglich ist, umfasst,
wobei die Vorrichtung (10)
 - ein erstes Haltemittel (30), mit welcher die Vorrich-
15 tung (10) haltend mit dem Hohlkörper (12) zusammenwir-
ken kann,
 - o eine Evakuierungseinrichtung (60) zum Anlegen ei-
nes Unterdrucks im Hohlkörperinnenraum (17)
und/oder
 - 20 o eine Fördereinrichtung (66) zum Fördern eines Spü-
lungsfluids durch den Hohlkörperinnenraum (17),
und
 - einen Verdrängungskörper (48) umfasst, der durch die
Hohlkörperöffnung (18) in den Hohlkörperinnenraum (17)
25 einbringbar oder eingebracht ist.
2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (48)
eine Durchgangsbohrung (50) aufweist,
- 30 - welche in den Hohlkörperinnenraum (17) mündet, wenn der
Verdrängungskörper (48) in den Hohlkörperinnenraum (17)
eingebracht ist und

- durch welche das Spülungsfluid in den Hohlkörperinnenraum (17) gefördert und/oder mit welcher ein Unterdruck im Hohlkörperinnenraum (17) angelegt werden kann.

- 5 3. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Vorrichtung (10) eine Vorrichtungswandung (34) aufweist, und
 - der Verdrängungskörper (48) mit der Vorrichtungswandung
- 10 (34) lösbar verbindbar ist oder einteilig mit der Vorrichtungswandung (34) ausgebildet ist.
4. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 15 - die Vorrichtungswandung (34) einen ersten Wandungsabschnitt (36) und einen zweiten Wandungsabschnitt (38) aufweist, welche lösbar miteinander verbindbar sind und welche im verbundenen Zustand einen Vorrichtungsinnenraum (40) umschließen, wobei
- 20 - das erste Haltemittel (30) eine Haltefläche (32) umfasst, und
- der erste Wandungsabschnitt (36) die Haltefläche (32) bildet, welche den Vorrichtungsinnenraum (40) zumindest teilweise begrenzt.
- 25
5. Vorrichtung (10) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Hohlkörperwandung (14) eine Hohlkörperaußenfläche (22) bildet, und
- 30 - die Vorrichtung (10) zumindest eine Fluidführungseinrichtung (46) aufweist, mit welcher das Spülungsfluid vom Hohlkörperinnenraum (17) zur Hohlkörperaußenfläche

(22) geführt werden kann und/oder mit welcher ein Unterdruck im Hohlkörperinnenraum (17) und/oder im Vorrichtungsinnenraum (40) angelegt werden kann.

- 5 6. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlkörper (12) einen Deckel (24) aufweist, mit welchem die Hohlkörperöffnung (18) verschließbar ist und die Vorrichtung (10) zweite Haltemittel (52) aufweist, mit welchem der Deckel (24) an der Vorrichtungswandung (34) lösbar befestigbar ist.
- 10
7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Deckel (24) eine Deckelinnenfläche (26) und eine Deckelaußenfläche (28) aufweist und
15 die Vorrichtung (10) eine Greif- und Bewegungseinrichtung (54) umfasst, mit welcher der Deckel (24) derart mit dem zweiten Haltemittel (52) verbindbar ist, dass die Deckelaußenfläche (28) zur Hohlkörperaußenfläche (22) zeigt.
- 20 8. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 4 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass im Vorrichtungsinnenraum (40) zumindest ein Strömungsrichter (70) angeordnet ist, mit welchem die Strömung des Spülungsfluids im Vorrichtungsinnenraum (40) geleitet werden kann.
- 25
9. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 4 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Hohlkörperwandung (14) eine Randfläche (20) bildet, welche die Hohlkörperöffnung (18) umschließt und
 - 30 - das erste Haltemittel (30) eine Verriegelungseinrichtung (33) umfasst, mit welcher der Hohlkörper (12) mit der Randfläche (20) dichtend und lösbar mit der Haltefläche (32) verbindbar ist.

10. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (48)
eine Heizeinrichtung (98) aufweist, mit welcher der Hohl-
körper (12) zum Trocknen erwärmt werden kann.
11. Vorrichtung (10) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die Heizeinrichtung (98) eine
Anzahl von Infrarot-Dioden (102) umfasst.
12. Vorrichtung (10) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (48)
eine reflektierende Oberfläche zum Reflektieren der von den
Infrarot-Dioden abgegebenen Infrarotstrahlung aufweist.
13. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (48)
- einen Hohlraum (92) umschließt, der mittels einer
Durchgangsöffnung (94) zugänglich ist, und
- die Heizeinrichtung (98) im Hohlraum (92) angeordnet
ist.
- im Hohlraum (92) eine Heizeinrichtung (98) angeordnet
14. Vorrichtung (10) nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (48)
aus einem für Infrarot-Strahlung durchlässigen Material be-
steht oder dieses umfasst.
15. Verfahren zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern (12),
insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer
oder für EUV-Lithografie-Masken mit einer Vorrichtung (10)
nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend folgende
Schritte:

- Haltendes Zusammenwirken der Hohlkörperwandung (14) mit dem ersten Haltemittel (30),
 - Einbringen des Verdrängungskörpers (48) in den Hohlkörperinnenraum (17), und
 - 5 - Anlegen eines Unterdrucks im Hohlkörperinnenraum (17) mittels einer Evakuierungseinrichtung (60) und/oder
 - Fördern eines Spülungsfluids durch den Hohlkörperinnenraum (17) mittels einer Fördereinrichtung (66).
- 10 16. Verfahren nach Anspruch 15,
- wobei der Hohlkörper (12) einen Deckel (24) mit einer Deckelinnenfläche (26) und einer Deckelaußenfläche (28) aufweist, mit welchem die Hohlkörperöffnung (18) verschließbar ist und
 - 15 - die Vorrichtung (10)
 - o eine Vorrichtungswandung (34),
 - o zweite Haltemittel (52), mit welchem der Deckel (24) an der Vorrichtungswandung (34) lösbar befestigbar ist und
 - 20 o eine Greif- und Bewegungseinrichtung (54) aufweist,
- und das Verfahren folgende Schritte umfasst:
- lösbares Befestigen des Deckels unter Verwendung der Greif- und Bewegungseinrichtung (54) derart mit dem
 - 25 zweiten Haltemittel (52), dass die Deckelaußenfläche (28) zur Hohlkörperaußenfläche (22) zeigt.