

Vorrichtung zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken.

Die Herstellung von hochintegrierten elektronischen Schaltungen und anderen empfindlichen Halbleiterbauelementen erfolgt
10 heutzutage in Fabriken, in denen sogenannte Halbleiterwafer eine Vielzahl von Bearbeitungsschritten durchlaufen. Ein großer Teil dieser Bearbeitungsschritte erfolgt in Reinräumen, welche mit hohem Aufwand frei von Verunreinigungen, insbesondere
15 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 so beeinflussen können, dass eine gesamte Produktionscharge
20 fehlerhaft und unbrauchbar wird und ausgesondert werden muss.

Da die Reinhaltung mit zunehmender Integrationsdichte der Halbleiterschaltungen immer wichtiger und der Aufwand zur Reinhaltung mit zunehmender Größe der Reinräume exponentiell
25 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.

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

Sinngemäß gilt dasselbe für Transportbehälter 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-Lithographie-Masken.

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

Bei derartigen Vorrichtungen werden die FOUPs sowohl auf ihrer Innenfläche als auch auf ihrer Außenfläche gereinigt. Üblicherweise sind die FOUPs auf ihrer Außenfläche deutlich stärker verunreinigt als auf ihrer Innenfläche. Infolgedessen reicht sich das Reinigungsfluid während des Reinigungsvorgangs

sowohl mit Partikeln, die von der Außenfläche stammen, als auch mit Partikeln, die von der Innenfläche stammen, an. Die Partikel können daher von der Außenfläche zur Innenfläche transportiert werden. Ein zufriedenstellendes Reinigungsergebnis wird allerdings nur dann erreicht, wenn die Anzahl der Partikel einen bestimmten Wert unterschritten hat. Aufgrund der von der Außenfläche stammenden Partikel muss der Reinigungsvorgang für eine entsprechend lange Zeitdauer durchgeführt werden, um einen ausreichenden Anteil der Partikel abführen zu können. Dies ist insofern nachteilig, als dass einerseits die Menge des benötigten Reinigungsfluids vergleichsweise hoch ist und andererseits die FOUPs während des Reinigungsvorgangs nicht zum Transport der Halbleiterwafer verwendet werden können. Hierdurch verteuert sich die Produktion der Halbleiterwafer. Hinzu kommt, dass eine Reinigung der Außenfläche nur bedingt zur Reduzierung von fehlerhaften Halbleiterwafern beiträgt.

Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern vorzuschlagen, mit welcher diese mit einfachen und kostengünstigen Mitteln innerhalb von kurzer Zeit gereinigt werden können.

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

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

- eine Bodenwand und eine oder mehrere Seitenwände, die eine Hohlkörperinnenfläche bilden, und
 - eine der Bodenwand gegenüberliegende Öffnung aufweist, die von einer Randfläche der Seitenwand umschlossen wird, umfasst,
 - 5 wobei die Vorrichtung
 - eine Auflagewand, auf welche der Hohlkörper mit der Randfläche aufgelegt werden kann,
 - eine Verriegelungseinrichtung, mit welcher der Hohlkörper mit der Randfläche dichtend und lösbar mit der Auflagewand
 - 10 verbindbar ist,
 - zumindest eine von der Auflagewand gebildete Durchgangsöffnung, die radial innerhalb der Verriegelungseinrichtung angeordnet ist,
 - 15 - eine Reinigungseinrichtung, mit welcher ein erstes Reinigungsfluid zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche abgegeben werden kann, wenn der Hohlkörper mit der Auflagewand verbunden ist, und
 - einen ersten Abführkanal mit einem ersten Ende umfasst, wobei der erste Abführkanal mit dem ersten Ende ausschließ-
 - 20 lich mit der Durchgangsöffnung in Fluidkommunikation steht und mit welchem das von der Reinigungseinrichtung abgegebene erste Reinigungsfluid abgeführt werden kann.
- 25 Zum Reinigen wird der Hohlkörper mit seiner Randfläche auf die Auflagewand gelegt, wobei die Öffnung des Hohlkörpers und die Durchgangsöffnung der Auflagewand unmittelbar aneinander angrenzen. Es ist daher möglich, das erste Reinigungsfluid in den Hohlkörper einzubringen und somit die Hohlkörperinnenfläche zu reinigen. Aufgrund der Tatsache, dass die Verriegelungseinrichtung so ausgebildet ist, dass der Hohlkörper mit der Randfläche gegenüber der Auflagewand nicht nur fixiert, sondern auch abgedichtet ist, kann das erste Reinigungsfluid
- 30

den Innenraum des Hohlkörpers nicht verlassen. Folglich kann das erste Reinigungsfluid nicht von Partikeln, welche sich außerhalb des Hohlkörpers befinden, verschmutzt werden. Das erste Reinigungsfluid dient folglich ausschließlich der Reinigung der Hohlkörperinnenfläche, welche, wie eingangs erwähnt, üblicherweise deutlich weniger stark verunreinigt ist als die Hohlkörperaußenfläche. Infolgedessen wird das erste Reinigungsfluid nicht mit den von der Hohlkörperaußenfläche stammenden Partikeln verunreinigt, wodurch die Hohlkörperinnenfläche effektiv gereinigt wird. Die Randfläche stellt den Trennabschnitt zwischen der Hohlkörperinnenfläche und der Hohlkörperaußenfläche dar, wenn der Hohlkörper auf die Auflagewand aufgelegt ist. An der Randfläche erfolgt auch die Abdichtung des Hohlkörpers gegenüber der Auflagewand. Die Zeitdauer, die zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche benötigt wird, kann im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen deutlich reduziert werden. Zudem wird die Menge des ersten Reinigungsfluids, die zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche notwendig ist, ebenfalls reduziert.

20

Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform ist der erste Abführkanal mit dem ersten Ende mit der Auflagewand verbunden und umschließt die Durchgangsöffnung. In dieser Ausführungsform kann der konstruktive Aufwand, der zum Bereitstellen der Vorrichtung notwendig ist, gering gehalten werden. Insbesondere kann der erste Abführkanal entweder integral mit der Auflagewand gefertigt oder mit dieser beispielsweise durch Schweißen verbunden werden.

30 In einer weitergebildeten Ausführungsform kann sich der erste Abführkanal zum ersten Ende hin trichterförmig erweitern. Aufgrund der trichterförmigen Erweiterung des ersten Abführkanal zum ersten Ende hin können Durchmesserunterschiede zwischen

der Durchgangsöffnung und dem ersten Abführkanal auf einfache Weise ausgeglichen werden. Hierdurch wird der konstruktive Aufwand gering gehalten. Zudem entstehen keine schlagartigen Durchmessersprünge, welche zu Störungen der Strömung bei-

5 spielsweise in Form von Verwirbelungen führen können. Diese Störungen können zu einer Partikelanlagerung führen, wodurch die Abfuhr der Partikel verlangsamt oder ganz unterbrochen und die Reinigung der Hohlkörperinnenfläche nachteilig beeinflusst werden kann.

10

Bei einer weitergebildeten Ausführungsform kann der erste Abführkanal am ersten Ende bündig mit der Durchgangsöffnung abschließen. Es entstehen keine Toträume, in denen sich Partikel anlagern können, wodurch die Reinigung der Hohlkörperinnenflä-

15 che nachteilig beeinflusst werden kann.

20

Bei einer weiteren Ausführungsform kann die Reinigungseinrichtung einen ersten Reinigungskopf aufweisen, der über die Durchgangsöffnung hervorsteht. In dieser Ausführungsform kann

20 der erste Reinigungskopf in den Innenraum des Hohlkörpers eingebracht werden. Infolgedessen kann der Abstand zwischen dem ersten Reinigungskopf und der Hohlkörperinnenfläche reduziert werden. Der Druck, mit welchem das Reinigungsfluid den ersten Reinigungskopf verlässt, wirkt mit nur geringem Verlust auch

25 auf die Hohlkörperinnenfläche, wodurch die Partikel, die sich auf der Hohlkörperinnenfläche befinden, besonders effektiv entfernt werden können.

30

Eine weitergebildete Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der erste Reinigungskopf rotatorisch und/oder translatorisch bewegbar ist. Aufgrund der Bewegbarkeit des ersten Reinigungskopfs kann auf geometrische Besonderheiten der Hohl-

körperinnenfläche reagiert werden. Insbesondere ist es möglich, das erste Reinigungsfluid zumindest annäherungsweise senkrecht auf die Hohlkörperinnenfläche aufzubringen, wodurch die kinetische Energie des ersten Reinigungsfluids besonders
5 effektiv zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche genutzt werden kann.

Gemäß einer weitergebildeten Ausführungsform weist der erste Reinigungskopf eine Anzahl von ersten Reinigungsdüsen auf,
10 über welche das erste Reinigungsfluid unter einem Sprühwinkel abgebar ist, wobei der erste Reinigungskopf eine Einstelleinrichtung aufweist, mit welcher der Sprühwinkel einstellbar ist. Der Sprühwinkel, unter welchem das erste Reinigungsfluid abgegeben wird, bestimmt auch den Winkel, mit welchem das Reini-
15 gungsfluid auf die Hohlkörperinnenfläche auftrifft. Ideal ist ein Winkel von 90° oder annäherungsweise 90° . Aufgrund der Tatsache, dass der Sprühwinkel einstellbar ist, kann die Geometrie der Hohlkörperinnenfläche dahingehend nachgebildet werden, dass das erste Reinigungsfluid mit einem Winkel von 90°
20 oder annähernd 90° nahezu auf die gesamte Hohlkörperinnenfläche aufgebracht werden kann. Die Hohlkörperinnenfläche weist üblicherweise verwinkelte Stellen auf, so dass es bei nicht einstellbaren Reinigungsdüsen zu Abschattungen kommen kann, in welchen kein oder nur eine begrenzte Menge des ersten Reini-
25 gungsfluids mit einer ausreichenden kinetischen Energie auf die Hohlkörperinnenfläche aufgebracht werden kann. Derartige Abschattungen können in dieser Ausführungsform vermieden werden, so dass das Reinigungsergebnis insgesamt verbessert wird.

30 Eine weitergebildete Ausführungsform kann vorgeben, dass die ersten Reinigungsdüsen unabhängig voneinander geöffnet und geschlossen werden können. Ist eine der ersten Reinigungsdüsen geöffnet, kann das erste Reinigungsfluid abgegeben werden, was

im geschlossenen Zustand nicht möglich ist. Es ist somit möglich, die Hohlkörperinnenoberfläche so zu reinigen, dass zunächst die erwartungsgemäß saubereren Abschnitte und erst anschließend die stärker verschmutzten Abschnitte gereinigt werden. Hierdurch kann die Beladung des ersten Reinigungsfluids mit von der Hohlkörperinnenoberfläche gelösten Partikeln so lang wie möglich gering gehalten wird. Insbesondere wird hierdurch verhindert, dass vergleichsweise saubere Abschnitte mit dem ersten Reinigungsfluid gereinigt werden, welches bereits eine hohe Beladung aufweist. In vielen Fällen sinkt die Aufnahmefähigkeit des ersten Reinigungsfluids für Partikel mit steigender Beladung. Im Extremfall kann es sogar zu Ablagerungen von Partikeln aus dem ersten Reinigungsfluid auf einem vergleichsweise sauberen Abschnitt der Hohlkörperinnenoberfläche kommen. Dies kann durch eine entsprechende Ansteuerung der ersten Reinigungsdüsen verhindert werden.

Zudem können nur bestimmte Abschnitte der Hohlkörperinnenoberfläche gereinigt und die Anzahl der aufgenommenen Partikel gezählt werden. Diese Zählung der Partikel kann so häufig wiederholt werden, dass repräsentative Aussagen möglich sind. Hierdurch kann festgestellt werden, ob in einem bestimmten Herstellungsprozess der Halbleiterwafer überdurchschnittlich viele Partikel auf die Hohlkörperinnenoberfläche aufgebracht werden. Hieraus lassen sich Rückschlüsse auf bestimmte Fehler oder auf Verbesserungspotentiale des Herstellungsprozesses ziehen.

Eine Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Vorrichtung zumindest eine Einkopplungseinheit zum Einkoppeln von Schallwellen in das erste Reinigungsfluid aufweist. Dabei können die Schallwellen insbesondere als Ultraschallwellen oder

als Megaschallwellen ausgebildet sein. Während Ultraschallwellen je nach Definition einen Frequenzbereich von ca. 20 kHz bis 500 kHz aufweisen, weisen Megaschallwellen einen Frequenzbereich von ca. 500 kHz bis 3 MHz auf. Dabei bietet es sich an, die Hohlkörperinnenoberfläche komplett mit dem ersten Reinigungsfluid zu benetzen oder den gesamten von der Hohlkörperinnenfläche umschlossenen Raum zu fluten und die Schallwellen in das erste Reinigungsfluid einzukoppeln. Das erste Reinigungsfluid dient dann als ein Überträger der Schallwellen.

10 Aufgrund der Tatsache, dass hierdurch eine bestimmte Menge an Energie in das erste Reinigungsfluid eingetragen wird, erhöht sich der Reinigungseffekt, da an der Hohlkörperinnenoberfläche haftende Partikel hierdurch besonders gut gelöst werden können. Der Energieeintrag steigt mit der Frequenz des eingekoppelten Schalls. Bei der Verwendung von Megaschall ergibt sich

15 der Vorteil, dass die Energie sehr zielgerichtet nahe an die zu reinigende Hohlkörperinnenoberfläche gebracht werden kann, so dass sich gute Reinigungsergebnisse erzielen lassen.

20 Bei einer weitergeführten Ausführungsform können zumindest einige der Einkopplungseinheiten in zumindest einige der ersten Reinigungsdüsen integriert sein oder mit diesen zusammenwirken. In diesem Fall können die Reinigungsdüsen als sogenannte „Megasonic Nozzles“ ausgestaltet sein, die es ermöglichen, die

25 Schallwellen in das von den ersten Reinigungsdüsen abgegebene erste Reinigungsfluid einzukoppeln. Es ist dann nicht notwendig, die gesamte Hohlkörperinnenoberfläche mit dem ersten Reinigungsfluid zu benetzen, wodurch die Menge des benötigten ersten Reinigungsfluids gering gehalten werden kann.

Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform weist die Reinigungseinrichtung einen Zuführkanal zum Zuführen des ersten Reinigungsfluids zum ersten Reinigungskopf auf, wobei der erste Abführkanal und der Zuführkanal zumindest abschnitts-

5 weise zu einer Fluidführungseinheit zusammengefasst sind. Dabei bleiben jedoch der Zuführkanal und der Abführkanal fluidisch getrennt. Dabei können der Zuführkanal und der Abführkanal als Verrohrung und/oder als Schläuche ausgebildet sein. Aufgrund der Zusammenfassung des ersten Abführkanals und des

10 Zuführkanal zu einer Fluidführungseinheit lässt sich Bauraum einsparen und somit die Vorrichtung kompakt ausgestalten. Zudem lässt sich der Herstellungsaufwand gering halten, da die Anzahl der Komponenten der Vorrichtung reduziert werden kann.

15 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist in der Auflagewand ein erster Kanal angeordnet, mit welchem ein Spülungsfluid zur Randfläche geführt werden kann. Als Spülungsfluid wird insbesondere Stickstoff oder Druckluft und besonders bevorzugt extrem saubere getrocknete Luft, auch als XCDA bezeichnet, eingesetzt. Hierdurch wird verhindert, dass das erste Reinigungs-

20 fluid über die Randfläche an die Hohlkörperaußenfläche gelangen kann, wo es sich mit einem zweiten Reinigungsfluid vermischen kann. Zudem wird verhindert, dass das zweite Reinigungsfluid über die Randfläche an die Hohlkörperinnenfläche gelangen kann, wo es sich mit dem ersten Reinigungsfluid vermischen kann. Kontaminationen werden somit verhindert.

25

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass im ersten Abführkanal eine Partikelmesseinrichtung zum Bestimmen der im ersten Reinigungsfluid enthaltenen Partikel ange-

30 ordnet ist. Die Partikelmesseinrichtung kann beispielsweise so ausgestaltet sein, dass die Anzahl der Partikel, welche bei einem gegebenen Volumenstrom des ersten Reinigungsfluids durch

den ersten Abführkanal die Partikelmesseinrichtung passieren, bestimmt wird. Unterschreitet die Anzahl der gezählten Partikel einen gewissen Wert, kann davon ausgegangen werden, dass die Hohlkörperinnenfläche ausreichend gereinigt worden ist.

5 Mit der Partikelmesseinrichtung wird einerseits sichergestellt, dass die Hohlkörperinnenfläche tatsächlich in einem ausreichenden Maß gereinigt worden ist, andererseits kann in diesem Fall der Reinigungsvorgang abgebrochen werden. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen wird der

10 Reinigungsvorgang so lange durchgeführt, bis dass mit einer ausreichenden Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden kann, dass die Hohlkörper ausreichend gereinigt worden sind. In den meisten Fällen wird aus Sicherheitsgründen der Reinigungsvorgang deutlich länger als notwendig durchgeführt.

15 Dadurch, dass es gemäß der vorliegenden Ausführungsform möglich ist, den Reinigungsvorgang wie beschrieben abubrechen, werden sowohl die Zeitdauer als auch die Menge des ersten Reinigungsfluids reduziert, so dass der Reinigungsvorgang insgesamt deutlich effektiver als im Stand der Technik durchgeführt

20 werden kann. Zudem ermöglicht die Partikelmesseinrichtung auch eine Dokumentation darüber, dass ein bestimmter FOUP tatsächlich in einem ausreichenden Maße gereinigt worden ist.

Gemäß einer weitergebildeten Ausführungsform weist der Hohlkörper einen Deckel mit einer Deckelinnenfläche und einer Deckelaußenfläche auf, mit welchem die Öffnung verschließbar ist. Dabei ist in der Auflagewand oder in einem weiteren Wandungsabschnitt eine Reinigungsöffnung angeordnet, welche mit einem Verschlusskörper zumindest teilweise verschließbar ist,

30 wobei der Verschlusskörper eine Aufnahmeeinheit zum Aufnehmen des Deckels des Hohlkörpers aufweist, und die Reinigungseinrichtung einen weiteren ersten Reinigungskopf aufweist, mit

welchem das erste Reinigungsfluid zum Reinigen auf die Deckelinnenfläche aufgebracht werden kann, wenn die Reinigungsöffnung vom Verschlusskörper oder vom Deckel verschlossen ist.

5 Die bislang beschriebenen Ausführungsformen der Vorrichtung beziehen sich auf die Reinigung der Hohlkörperinnenfläche. Wie erwähnt, sind die FOUPs mit einem abnehmbaren Deckel verschlossen. Auf der Deckelinnenfläche können sich aber genauso wie auf der Hohlkörperinnenfläche Partikel ansammeln, die einen negativen Einfluss auf die Herstellung der Halbleiterwafer haben können. In dieser Ausführungsform jedoch umfasst die Vorrichtung einen weiteren ersten Reinigungskopf, mit welchem die Deckelinnenfläche gereinigt werden kann. Hierzu wird das-
10 selbe erste Reinigungsfluid verwendet, welches auch zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche genutzt wird. Es kann aber auch ein weitere Reinigungsfluid verwendet werden, wenn dies notwendig erscheint. Die Partikel auf der Deckelinnenfläche können somit ebenfalls entfernt werden. Um den unkontrollierten Austritt des ersten Reinigungsfluids aus der Reinigungsöffnung zu verhindern, muss die Reinigungsöffnung während des Reini-
20 gungsvorgangs dichtend verschlossen werden. Hierzu wirken entweder der Deckel oder der Verschlusskörper mit der Auflagewand oder dem weiteren Wandungsabschnitt derart zusammen, dass die Reinigungsöffnung dichtend verschlossen wird. Dabei kann die
25 Reinigungsöffnung so angeordnet sein, dass während des Reinigungsvorgangs keine Partikel von der Umgebung des Hohlkörpers in das erste Reinigungsfluid gelangen können. Es bietet sich hierbei an, das erste Reinigungsfluid über den ersten Abführkanal abzuführen. Die Aufnahmeeinheit des Verschlusskörpers
30 wirkt dabei mit der Deckelaußenfläche zusammen, so dass die Deckelinnenfläche insbesondere für das erste Reinigungsfluid hindernisfrei zugänglich ist.

Eine weitere Ausführungsform gibt vor, dass der Verschlusskörper zwischen einer Offenstellung, in welchem der Verschlusskörper die Reinigungsöffnung freigibt, und einer Verschlussstellung, in welcher der Verschlusskörper die Reinigungsöffnung verschließt, bewegbar an der Auflagewand oder dem weiteren Wandungsabschnitt befestigt ist. In dieser Ausführungsform kann der Verschlusskörper besonders gut in das Handling des Deckels eingebunden werden. In der Offenstellung kann ein Greifroboter oder dergleichen den Deckel in die Aufnahmeeinheit des Verschlusskörpers einbringen. Die Aufnahmeeinheit ist mit Fixiermitteln ausgestattet, mit denen der Deckel am Verschlusskörper lösbar befestigt werden kann. Nachdem der Greifroboter den Deckel abgelegt hat und der Deckel am Verschlusskörper befestigt ist, wird der Verschlusskörper in die Verschlussstellung bewegt. In der Verschlussstellung wird die Reinigungsöffnung dichtend verschlossen, so dass der Reinigungsvorgang bezüglich der Deckelinnenfläche gestartet werden kann. Nach Beendigung des Reinigungsvorgangs wird der Verschlusskörper wieder in die Offenstellung bewegt und die Verbindung zwischen dem Verschlusskörper und dem Deckel gelöst, so dass der Greifroboter den Deckel aus der Aufnahmeeinheit entnehmen kann. Dabei bietet es sich an, den Verschlusskörper drehbar an der Auflagewand oder am weiteren Wandungsabschnitt zu befestigen.

25

Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass die Vorrichtung einen zweiten Kanal aufweisen kann, mit welchem ein Spülungsfluid zum Deckel geführt werden kann. Der Deckel eines Transportbehälters weist üblicherweise eine Deckeldichtung auf, mit welcher der Deckel gegenüber dem übrigen Transportbehälter abgedichtet werden kann. Als Spülungsfluid wird insbesondere Stickstoff oder Druckluft und besonders bevorzugt extrem saubere getrocknete Luft, auch als XCDA bezeichnet, eingesetzt.

30

Mit dem Spülungsfluid kann eine exakte Begrenzung des Wirkungsbereichs des ersten Reinigungsfluids, mit welchem die Deckelinnenfläche gereinigt wird, bewirkt werden. Dabei kann die Begrenzung so gewählt werden, dass das erste Reinigungsfluid die Deckeldichtung nicht erreichen kann. Hierdurch wird verhindert, dass sich Partikel, die sich im ersten Reinigungsfluid befinden, an der Dichtung anhaften können, sich im Betrieb des Transportbehälters von der Dichtung lösen und einen Halbleiterwafer beschädigen können. Wenn ein Gas eingesetzt wird, wird eine turbulente Strömung erzeugt, welches ein aktives Abblasen oder Abreinigen der Dichtung begünstigt.

Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform, bei der die Bodenwand und die Seitenwand eine Hohlkörperaußenfläche bilden, weist die Reinigungseinrichtung einen zweiten Reinigungskopf auf, mit welchem ein zweites Reinigungsfluid zum Reinigen der Hohlkörperaußenfläche abgegeben werden kann. Dabei weist die Vorrichtung einen zweiten Abführkanal auf, mit dem das vom zweiten Reinigungskopf abgegebene zweite Reinigungsfluid abgeführt werden kann. Wie eingangs erwähnt, ist es nicht zwingend notwendig, auch die Hohlkörperaußenfläche zu reinigen. Dennoch kann dies erwünscht sein, um beispielsweise die Partikelkonzentration in den Reinnräumen gering zu halten. In dieser Ausführungsform ist eine Reinigung der Hohlkörperaußenfläche möglich, wobei das zweite Reinigungsfluid getrennt vom ersten Reinigungsfluid abgeführt wird. Eine Vermischung des ersten Reinigungsfluids und des zweiten Reinigungsfluids und eine hieraus resultierende Erhöhung der Partikelkonzentration mit den von der Hohlkörperaußenfläche stammenden Partikel wird verhindert, was bei den Vorrichtungen aus dem Stand der Technik nicht möglich ist. Folglich wird auch für den Fall, dass sowohl die Hohlkörperinnenfläche als auch die Hohlkörperaußenfläche gereinigt werden, verhindert, dass Partikel, die von

der Hohlkörperaußenfläche stammen, auf die Hohlkörperinnenfläche gelangen können. Der Reinigungsvorgang der Hohlkörperinnenfläche wird folglich nicht negativ von den Partikeln, die von der Hohlkörperaußenfläche stammen, beeinflusst.

5

Üblicherweise ist die Partikelkonzentration auf der Hohlkörperinnenfläche geringer als auf der Hohlkörperaußenfläche. Die getrennte Abfuhr des ersten Reinigungsfluids und des zweiten Reinigungsfluids ermöglicht die Wiederverwendung des ersten
10 Reinigungsfluids zur Reinigung der Hohlkörperaußenoberfläche. Hierbei kann zunächst die Beladung (oder Partikelkonzentration) im ersten Reinigungsfluid bestimmt werden, um zu entscheiden, ob die Beladung des ersten Reinigungsfluid gering genug ist, um die Hohlkörperaußenfläche im notwendigen Umfang
15 reinigen zu können. Ist dies möglich, kann die Menge des Reinigungsfluids und folglich die Reinigungskosten gering gehalten werden.

In einer weitergebildeten Ausführungsform kann die Vorrichtung
20 ein Gehäuse aufweisen, welches zusammen mit der Auflagewand einen Prozessraum umschließt, wobei der Prozessraum über eine mit einer Abdeckung verschließbare Gehäuseöffnung zugänglich ist. Der Hohlkörper kann durch die Gehäuseöffnung in den Prozessraum eingebracht und wieder entnommen werden. In dieser
25 Ausführungsform ist es möglich, dass zweite Reinigungsfluid definiert zu führen und dessen unkontrollierte Verteilung in der Vorrichtung zu vermeiden.

Bei einer weitergebildeten Ausführungsform kann die Auflage-
30 wand eine Anzahl von Durchgangsbohrungen aufweisen, wobei die Durchgangsbohrungen radial außerhalb der Verriegelungseinrichtung angeordnet sind und mit welchen der zweite Abführkanal

fluidisch mit dem Prozessraum verbunden ist. Je nach Ausgestaltung der Hohlkörper können die Durchgangsbohrungen auch als Durchgangsschlitze ausgeführt werden. Das zweite Reinigungsfluid kann kontrolliert über den zweiten Abführkanal aus dem Prozessraum entfernt werden, ohne dass sich das zweite Reinigungsfluid mit dem ersten Reinigungsfluid mischt.

Eine weitergebildete Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der zweite Reinigungskopf U-förmig ausgebildet und rotatorisch und/oder translatorisch im Prozessraum bewegbar ist. Aufgrund der U-förmigen Ausbildung des zweiten Reinigungskopfs kann das zweite Reinigungsfluid sowohl zur Bodenwand als auch zu den Seitenwänden geführt werden. Aufgrund der Bewegbarkeit des zweiten Reinigungskopfs kann flexibel auf geometrische Besonderheiten der zu reinigenden Hohlkörperaußenfläche reagiert werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weisen der erste Reinigungskopf, der weitere erste Reinigungskopf und/oder der zweite Reinigungskopf zumindest eine Trocknungsdüse und/oder eine Infrarot-Diode auf. In dieser Ausführungsform kann die vorschlagsgemäße Vorrichtung nicht nur zum Reinigen, sondern auch zum anschließenden Trocknen des Hohlkörpers verwendet werden. Zum Abschließen des Reinigungsvorgangs wird die Zufuhr des ersten Reinigungsfluids oder des ersten und des zweiten Reinigungsfluid gestoppt und stattdessen ein Trocknungsgas, beispielsweise Luft oder Stickstoff, durch die Fluidföhrungseinheit gefördert, mit welchem der Hohlkörper getrocknet wird. Hierzu weist der Hohlkörper einen entsprechend ausgebildeten Anschluss, insbesondere einen Unterdruckanschluss, auf, über welchen ein Unterdruck innerhalb des Hohlkörpers erzeugt werden kann, um das Trocknungsgas in den Hohlkörper zu saugen und

anschließend aus diesem wieder zu entfernen. An diesen Anschluss wird ein Rohr angeschlossen, auch als Schnorchel bezeichnet, welches beispielsweise mit einer Vakuumpumpe verbunden werden kann. Die Position des Hohlkörpers in der Vorrichtung bleibt dabei unverändert. Je nach Ausgestaltung können sowohl die Hohlkörperinnenfläche als auch die Hohlkörperaußenfläche getrocknet werden. In diesem Fall findet keine Vermischung des Trocknungsgases, welches für die Hohlkörperinnenfläche verwendet wird, mit dem Trocknungsgas, welches für die Hohlkörperaußenfläche verwendet wird, statt.

Im Übrigen ist es möglich, auch die zweiten Reinigungsdüsen und den zweiten Reinigungskopf mit denselben Merkmalen auszustatten wie die ersten Reinigungsdüsen und den ersten Reinigungskopf und umgekehrt, sofern dies zweckmäßig ist.

Alternativ oder kumulativ können Infrarot-Dioden verwendet werden, welche den Vorteil haben, dass die Strahlung, die von Infrarot-Dioden abgegeben werden, in einem eng begrenzten Frequenzbereich liegt, welches auf das verwendete Reinigungsfluid hin optimiert ist. Die noch auf der Hohlkörperinnenfläche oder der Hohlkörperaußenfläche verbliebenen Reste des Reinigungsfluids werden sehr effektiv erwärmt und so beseitigt.

Eine Ausbildung der Erfindung betrifft die Verwendung einer Vorrichtung nach einer der vorherigen Ausführungsformen zum Reinigen von Transportbehältern für Halbleiterwafer. Die technischen Effekte und Vorteile, die sich mit der vorschlagsgemäßen Verwendung erreichen lassen, entsprechen denjenigen, die für die vorliegende Vorrichtung erörtert worden sind. Zusammenfassend sei darauf hingewiesen, dass sich die Zeitdauer, die zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche notwendig ist, im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen

deutlich reduzieren lässt. Zudem wird die Menge des ersten Reinigungsfluids, die zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche notwendig ist, ebenfalls reduziert. Diese Vorteile gelten bei der Herstellung von Halbleiterwafern in besonderem Maße.

5

Eine Ausgestaltung der vorliegenden 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 Ausführungsformen, umfassend folgende Schritte:

10

- Auflegen des Hohlkörpers auf die Auflagewand mit der Randfläche,
- Dichtendes und lösbares Verbinden des Hohlkörpers mit der Auflagewand mittels der Verriegelungseinrichtung, wobei der Hohlkörper an der Randfläche gegenüber der Auflagewand abgedichtet wird,
- o Abgeben eines ersten Reinigungsfluids zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche mittels des ersten Reinigungskopfs der Reinigungseinrichtung, und Abführen des ersten Reinigungsfluids mittels des ersten Abführkanals, und/oder
- o Abgeben eines zweiten Reinigungsfluids zum Reinigen der Hohlkörperaußenfläche mittels des zweiten Reinigungskopfs der Reinigungseinrichtung, und Abführen des zweiten Reinigungsfluids mittels des zweiten Abführkanals.

15

20

25

Die technischen Effekte und Vorteile, die sich mit dem vorgeschlagsgemäßen Verfahren erreichen lassen, entsprechen denjenigen, die für die vorliegende Vorrichtung erörtert worden sind. Zusammenfassend sei darauf hingewiesen, dass die Hohlkörperinnenfläche und die Hohlkörperaußenfläche unabhängig voneinander gereinigt werden können. Eine Kontamination des

30

ersten Reinigungsfluids, welches zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche eingesetzt wird, mit Partikeln, die von der Hohlkörperaußenfläche entfernt worden sind, ist ausgeschlossen. Mit dem vorschlagsgemäßen Verfahren ist es zudem möglich, entweder nur die Hohlkörperaußenfläche oder nur die Hohlkörperinnenfläche zu reinigen, wenn dies gewünscht ist. Weiterhin kann die Hohlkörperaußenfläche für eine kürzere Zeit als die Hohlkörperinnenfläche gereinigt werden. Darüber hinaus ist es auch möglich, sowohl die Hohlkörperaußenfläche als auch die Hohlkörperinnenfläche zeitgleich zu reinigen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung kann das Verfahren folgende Schritte umfassen:

- Bewegen des Verschlusskörpers in die Offenstellung,
- Ablegen des Deckels auf die Aufnahmeeinheit des Verschlusskörpers mit der Deckelaußenfläche und lösbares Befestigen des Deckels am Verschlusskörper,
- Bewegen des Verschlusskörpers in die Verschlussstellung, und
- Abgeben des ersten Reinigungsfluids zum Reinigen der Deckelinnenfläche mit dem weiteren ersten Reinigungskopf.

Der Deckel kann beispielsweise mittels eines Greifroboters auf der Aufnahmeeinheit abgelegt werden. In der Offenstellung ist die Aufnahmeeinheit gut zugänglich, so dass das Ablegen und Entnehmen des Deckels schnell und einfach erfolgen können, ohne dass der Greifroboter komplizierte Bewegungen durchführen muss. In der Verschlussstellung ist die Führung des ersten Reinigungsfluids gewährleistet, so dass eine Vermischung mit dem zweiten Reinigungsfluid aus den oben genannten Gründen vermieden wird. Anzumerken ist, dass die vorschlagsgemäße Vorrichtung auch so betrieben werden kann, dass nur der Deckel und nicht der Hohlkörper gereinigt wird. In diesem Fall kann

die Durchgangsöffnung mit einem Verschlusselement verschlossen werden.

Eine weitere Ausbildung gibt vor, dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Vollständiges Fluten des von der Hohlkörperinnenfläche begrenzten Raums mit dem ersten Reinigungsfluid, und
- Einkoppeln von Schallwellen in das erste Reinigungsfluid mittels einer Einkopplungseinheit.

Die Schallwellen können beispielsweise in Form von Ultraschall oder Megaschall eingekoppelt werden. Das Reinigungsergebnis wird hierdurch verbessert, da hierdurch Energie in das erste Reinigungsfluid eingebracht wird, die zum Lösen der Partikel auf der Hohlkörperinnenfläche dient. Die Deckelinnenfläche und die Hohlkörperaußenfläche können entsprechend behandelt werden.

Nach Maßgabe einer weitergebildeten Ausbildung umfasst das Verfahren folgende Schritte:

- Einkoppeln von Schallwellen in das von der ersten Reinigungsdüse abgegebene erste Reinigungsfluid mittels einer Einkopplungseinheit, wobei die Einkopplungseinheit in die erste Reinigungsdüse integriert ist oder mit dieser zusammenwirkt.

Auch in dieser Ausbildung können die Schallwellen als Ultraschall oder Megaschall eingekoppelt werden. Das Reinigungsergebnis wird aus den oben genannten Gründen auch in dieser Ausbildung verbessert. Da aber in dieser Ausbildung kein Fluten des von der Hohlkörperinnenfläche begrenzten Raums notwendig

ist, kann die benötigte Menge des ersten Reinigungsfluids entsprechend gering gehalten werden. Die Deckelinnenfläche und die Hohlkörperaußenfläche können entsprechend behandelt werden.

5

Eine beispielhafte Ausführungsform der Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

10

Figur 1 eine prinzipielle Schnittdarstellung durch ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern, insbesondere von Transportbehältern für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken,

15

Figur 2 eine nicht maßstäblich vergrößerte Darstellung des in Figur 1 definierten Ausschnitts A, und

20 Figur 3 eine nicht maßstäblich vergrößerte Darstellung des in Figur 1 definierten Ausschnitts B.

In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel einer vorschlagsgemäßen Vorrichtung 10 zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern 12 anhand einer prinzipiellen Schnittdarstellung gezeigt. Die Vorrichtung 10 weist ein Gehäuse 14 auf, welches eine Gehäuseöffnung 16 bildet, die mit einer vom Gehäuse 14 entfernbaren Abdeckung 18 verschließbar ist. Darüber hinaus ist im Gehäuse 14 eine Auflagewand 20 angeordnet, so dass im Gehäuse 14 ein geschlossener Prozessraum 22 geschaffen wird. Der Prozessraum 22 wird von der Auflagewand 20, vom Gehäuse 14 selbst sowie von der Abdeckung 18 begrenzt. Die Auflagewand 20 bildet eine

30

Durchgangsöffnung 24, wobei radial außerhalb der Durchgangs-
öffnung 24 eine Verriegelungseinrichtung 26 angeordnet ist.
Radial außerhalb der Verriegelungseinrichtung 26 sind im ge-
zeigten Ausführungsbeispiel zwei Durchgangsbohrungen 28 in der
5 Auflagewand 20 vorgesehen.

Bei entfernter Abdeckung 18 kann ein Hohlkörper 12, insbeson-
dere ein Transportbehälter 30 für Halbleiterwafer, auch als
FOUPs bezeichnet, oder ein Transportbehälter 30 für EUV-Litho-
10 grafie-Masken, in den Prozessraum 22 eingebracht werden. Der
Hohlkörper 12 weist eine Bodenwand 32 und in diesem Fall vier
Seitenwände 34 auf, so dass der topfförmige Hohlkörper 12 im
Wesentlichen quaderförmig ausgebildet ist. Es ist aber durch-
aus möglich, den topfförmigen Hohlkörper 12 mit einer anderen,
15 beispielsweise zylinderförmigen Geometrie zu versehen. Die Bo-
denwand 32 und die vier Seitenwände 34 bilden eine Hohlkörper-
innenfläche 33 und eine Hohlkörperaußenfläche 35.

Der Hohlkörper 12 weist eine Öffnung 36 auf, die der Bodenwand
20 32 gegenüber liegend angeordnet ist und die von einer Randflä-
che 38 umschlossen wird, welche von den Seitenwänden gebildet
wird. Im Bereich der Randfläche 38 ist der Hohlkörper 12 im
dargestellten Ausführungsbeispiel flanschartig ausgeführt. Mit
dieser Randfläche 38 kann der Hohlkörper 12 auf die Auflage-
25 wand 20 aufgelegt werden. Die Durchgangsöffnung 24 der Aufla-
gewand 20 und die Öffnung 36 des Hohlkörpers 12 sind im darge-
stellten Ausführungsbeispiel zumindest annäherungsweise von
gleicher Größe und von gleicher geometrischer Form.

30 Ferner ist die Verriegelungseinrichtung 26 so ausgebildet,
dass die Durchgangsöffnung 24 zumindest annähernd mit dem sich
der Durchgangsöffnung 24 anschließenden Abschnitt der Hohlkör-
perinnenfläche 33 fluchtet.

In Figur 2 ist der in Figur 1 gekennzeichnete Bereich A nicht maßstäblich vergrößert dargestellt, wobei keine exakte Übereinstimmung vorliegt. Aus Darstellungsgründen ist die Verriegelungseinrichtung 26 nicht dargestellt. Aus Figur 2 ist erkennbar, dass die Auflagewand 20 einen Auflagewandabschnitt 37 umfasst, der eine Kontaktfläche 39 bildet, die in Kontakt mit der Randfläche 38 des Transportbehälters 30 steht. Dabei wird die Kontaktfläche 39 des Auflagewandabschnitts 37 vollständig von der Randfläche 38 überdeckt. Im Auflagewandabschnitt 37 ist ein erster Kanal 41 angeordnet, der in die Kontaktfläche 39 mündet und mit welchem ein Spülungsfluid, beispielsweise Luft oder Stickstoff, zur Randfläche 38 geführt werden kann.

Darüber hinaus ist die Vorrichtung 10 mit einer Reinigungseinrichtung 40 ausgestattet, die über einen ersten Reinigungskopf 42 verfügt, welcher über die Durchgangsöffnung 24 hervorsteht und somit innerhalb des Prozessraums 22 angeordnet ist. Wenn der Hohlkörper 12 mit der Auflagewand 20 verbunden ist, ist der erste Reinigungskopf 42 vom Hohlkörper 12 umschlossen.

Das Gehäuse 14 umfasst weiterhin einen Wandungsabschnitt 44, in welchem eine Reinigungsöffnung 46 angeordnet ist. Der Wandungsabschnitt 44 befindet sich auf der von der Verriegelungseinrichtung 26 abgewandten Seite der Auflagewand 20. Die Reinigungsöffnung 46 ist mit einem Verschlusskörper 48 zumindest teilweise verschließbar, der mit einer nicht dargestellten Antriebseinheit um eine erste Drehachse D1 drehbar am Wandungsabschnitt 44 befestigt ist. Der Verschlusskörper 48 kann zwischen einer Offenstellung, in welcher der Verschlusskörper 48 die Reinigungsöffnung 46 freigibt, und einer Verschlussstellung, in welcher der Verschlusskörper 48 die Reinigungsöffnung 46 zumindest teilweise verschließt, bewegt werden. In Figur 1

befindet sich der Verschlusskörper 48 in der Verschlussstellung.

Der Verschlusskörper 48 weist eine Aufnahmeeinheit 50 auf, mit
5 welcher ein Deckel 52, mit welchem der Hohlkörper 12 verschließbar ist, lösbar am Verschlusskörper 48 befestigt werden kann. Der Deckel 52 bildet eine Deckelinnenfläche 54 und eine Deckelaußenfläche 56. Die Deckelinnenfläche 54 ist dabei die
10 Seite des Deckels 52, die sich der Hohlkörperinnenfläche 33 unmittelbar anschließt, wenn der Hohlkörper 12 mit dem Deckel 52 verschlossen ist. Mit anderen Worten zeigt die Deckelinnenfläche 54 in diesem Fall zur Bodenwand 32 des Hohlkörpers 12 hin.

15 Die Aufnahmeeinheit 50 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel so ausgeführt, dass sie nur mittels der Deckelaußenfläche 56 mit dem Deckel 52 zusammenwirkt.

In Figur 3 ist der in Figur 1 gekennzeichnete Bereich B nicht
20 maßstäblich vergrößert dargestellt, wobei keine exakte Übereinstimmung vorliegt. Man erkennt, dass im Gehäuse 14 eine Gehäusedichtung 51 angrenzend zur Reinigungsöffnung 46 und diese umschließend angeordnet ist. Befindet sich der Verschlusskörper 48 in der Verschlussstellung, wirkt der Deckel 52 mit der
25 Gehäusedichtung 51 zusammen. Insofern wird die Reinigungsöffnung 46 mittels des Deckels 52 verschlossen und abgedichtet. Vor diesem Hintergrund ist die Aussage zu verstehen, wonach der Verschlusskörper 48 die Reinigungsöffnung 46 zumindest teilweise verschließt. Es ist aber auch denkbar, dass der Verschlusskörper 48 mit der Gehäusedichtung 51 zusammenwirkt und
30 die Reinigungsöffnung 46 komplett dichtend verschließt.

Darüber hinaus ist aus Figur 3 erkennbar, dass der Deckel 52 eine Deckeldichtung 53 aufweist, mit welcher der Transportbehälter 30 dichtend verschlossen werden kann, wenn der Deckel 52 mit dem Transportbehälter 30 verbunden ist. Weiterhin ist
5 am Gehäuse 14 ein Kanalelement 55 angeordnet, welches zusammen mit dem Gehäuse 14 einen zweiten Kanal 57 bildet, mit dem ein Spülungsfluid, beispielsweise Luft oder Stickstoff, zum Deckel 52 geführt werden kann. Das Kanalelement 55 ist so aufgebaut, dass es einen Spalt 60 mit der Deckeldichtung 53 bildet.

10

Die Reinigungseinrichtung 40 ist zudem mit einem weiteren ersten Reinigungskopf 58 ausgestattet, der in der Nähe des Verschlusskörpers 48 angeordnet ist, wenn sich dieser in der Verschlussstellung befindet.

15

Die Reinigungseinrichtung 40 umfasst zudem einen zweiten Reinigungskopf 64, der im Wesentlichen U-förmig ausgebildet ist und zumindest teilweise im Prozessraum 22 angeordnet ist. Im Gegensatz zum ersten Reinigungskopf 42 ist jedoch der zweite
20 Reinigungskopf 64 außerhalb des Hohlkörpers 12 angeordnet, wenn der Hohlkörper 12 wie in Figur 1 gezeigt mit der Auflagewand 20 verbunden ist. Der zweite Reinigungskopf 64 ist um eine zweite Drehachse D2 drehbar, wobei die hierzu verwendete Antriebseinrichtung nicht dargestellt ist. Nicht dargestellt
25 ist ferner ein Ausführungsbeispiel, bei welcher der zweite Reinigungskopf 64 nicht nur rotatorisch, sondern auch translatorisch oder nur translatorisch bewegbar ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der erste Reinigungskopf 42 nicht bewegbar, allerdings kann dieser auch rotatorisch und/oder
30 translatorisch bewegbar ausgeführt sein.

Die Vorrichtung 10 ist ferner mit einer Fluidführungseinheit 66 versehen, mit welcher ein erstes Reinigungsfluid zum ersten

Reinigungskopf 42 und zum weiteren ersten Reinigungskopf 58 sowie ein zweites Reinigungsfluid zum zweiten Reinigungskopf 64 geführt werden kann. Die Fluidführungseinheit 66 weist einen ersten Zuführkanal 68 auf, mit dem das erste Reinigungs-
5 fluid zum ersten Reinigungskopf 42 geführt werden kann.

Aus Darstellungsgründen ist auf eine detaillierte Darstellung eines zweiten Zuführkanals zum Zuführen des zweiten Reinigungsfluids zum zweiten Reinigungskopf 64 verzichtet wurden,
10 dessen Gestaltung sich aber dem Fachmann ohne weiteres erschließen dürfte.

Weiterhin umfasst die Fluidführungseinheit 66 einen ersten Abführkanal 70, mit welchem das vom ersten Reinigungskopf 42 und
15 von weiteren ersten Reinigungskopf 58 abgegebene erste Reinigungsfluid wieder aus dem Prozessraum 22 abgeführt werden kann. Der erste Abführkanal 70 weist ein erstes Ende 72 auf, das mit der Durchgangsöffnung 24 in Fluidkommunikation steht. Wie aus der Figur 1 ersichtlich, erweitert sich der erste Ab-
20 führkanal 70 zum ersten Ende 72 hin trichterförmig und ist derart mit der Auflagewand 20 verbunden, dass das erste Ende 72 des Abführkanals bündig mit der Durchgangsöffnung 24 abschließt.

25 Im ersten Abführkanal 70 ist eine erste Partikelmesseinrichtung 741 angeordnet, mit welcher die Partikel, die sich im ersten Reinigungsfluid befinden und von der Hohlkörperinnenfläche 33 stammen, bestimmt und insbesondere gezählt werden können. Zudem ist im Nebenkanal 742 eine zweite Partikelmess-
30 einrichtung 742 angeordnet, mit welchem die Partikel, die sich im ersten Reinigungsfluid befinden und von der Deckelinnenfläche 54 stammen, bestimmt und insbesondere gezählt werden können.

Darüber hinaus weist die Fluidführungseinheit 66 einen zweiten Abführkanal 76 auf, der im Wesentlichen genauso aufgebaut ist wie der erste Abführkanal 70, allerdings mit den beiden Durchgangsbohrungen 28 in Fluidkommunikation steht. Dabei bildet
5 der erste Abführkanal 70 die radial innere Wandung des zweiten Abführkanals 76, so dass die Fluidführungseinheit 66 sehr kompakt ausgebildet werden kann. Nicht dargestellt ist ein Ausführungsbeispiel, bei welcher eine weitere Partikelmesseinrichtung 74 im zweiten Abführkanal 76 angeordnet ist. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Fluidführungseinheit 66 in Figur 1 nur prinzipiell dargestellt ist. Aufgrund der Vielzahl von verschachtelt und in unterschiedlichen Ebenen angeordneten Kanälen erhebt die Darstellung der Fluidführungseinheit 66 gemäß Figur 1 keinen Anspruch auf Korrektheit. Der
10 Fachmann wird aber der Figur 1 problemlos zumindest einen funktionsfähigen Aufbau der Fluidführungseinheit 66 ableiten können.

20 Die Vorrichtung 10 wird auf folgende Weise betrieben: Im hier nicht dargestellten Ausgangszustand ist die Abdeckung 18 geöffnet und der zweite Reinigungskopf 64 bezogen auf die Figur 1 um 90° gedreht, so dass der U-förmiger Abschnitt des zweiten Reinigungskopf 64s 64 senkrecht zur Ebene der Figur 1 steht.
25 Der Verschlusskörper 48 befindet sich in der Offenstellung, in welcher der Verschlusskörper 48 bezogen auf die Figur 1 in etwa horizontal ausgerichtet ist.

Mit einer nicht dargestellten Handlingseinrichtung, beispielsweise mit einem Greifroboter, wird der Deckel 52 vom Hohlkörper 12 getrennt und auf die Aufnahmeeinheit 50 abgelegt. Der geöffnete Hohlkörper 12 wird derart in den Prozessraum 22 eingebracht, dass der Hohlkörper 12 mit seiner Randfläche 38 auf
30

der Auflagewand 20 aufliegt, wie es in Figur 1 dargestellt ist. Anschließend wird der Hohlkörper 12 mit der Verriegelungseinrichtung 26 verriegelt, so dass dieser mit der Auflagewand 20 verbunden und somit im Prozessraum 22 fixiert ist.

5 Dabei ist die Verriegelungseinrichtung 26 mit hier nicht dargestellten Dichtmitteln ausgestattet, so dass der Hohlkörper 12 gegenüber der Auflagewand 20 abgedichtet ist. Nun wird die Abdeckung 18 geschlossen. Zudem wird die Aufnahmeeinheit 50 des Verschlusskörpers 48 aktiviert, so dass der Deckel 52 am

10 Verschlusskörper 48 fixiert ist. Der Verschlusskörper 48 um 90° in die Verschlussstellung gedreht, wie in Figur 1 dargestellt. Dabei dichtet der Deckel 52 die Reinigungsöffnung 46 ab.

15 Nun wird ein erstes Reinigungsfluid über den ersten Zuführkanal 68 zum ersten Reinigungskopf 42 geführt und durch erste Reinigungsdüsen 78 so abgegeben, dass die Hohlkörperinnenfläche 33 mit dem ersten Reinigungsfluid bereinigt wird. Der weitere erste Reinigungskopf 58 weist weitere erste Reinigungsdüsen 80 auf, mit welchem das erste Reinigungsfluid auf die Deckelinnenfläche 54 aufgebracht wird, welche infolgedessen gereinigt wird.

20

Zeitgleich wird ein zweites Reinigungsfluid, welches im ersten

25 Reinigungsfluid entsprechen kann, über den hier nicht dargestellten zweiten Zuführkanal zum zweiten Reinigungskopf 64 geführt, wo das zweite Reinigungsfluid durch zweite Reinigungsdüsen 82 abgegeben wird, um die Hohlkörperaußenfläche 35 zu reinigen. Dabei kann der zweite Reinigungskopf 64 um die

30 zweite Drehachse D2 gedreht werden.

Die ersten Reinigungsdüsen 78, die weiteren ersten Reinigungsdüsen 80 und die zweiten Reinigungsdüsen 82 können so ausgebildet sein, dass der Sprühwinkel α , unter welchem das erste Reinigungsfluid und das zweite Reinigungsfluid abgegeben werden, einstellbar ist. Hierzu können die ersten Reinigungsdüsen 78, die weiteren ersten Reinigungsdüsen 80 und die zweiten Reinigungsdüsen 82 kugelpopfförmig gelagert sein. Alternativ oder kumulativ können insbesondere die ersten Reinigungsdüsen 78 auf einem um eine dritte Drehachse D3 rotierbaren Rohrkörper 83 angeordnet sein, womit sich der Sprühwinkel α einstellen lässt. Jedenfalls umfasst der erste Reinigungskopf 58 eine Einstelleinrichtung 85, mit welcher der Sprühwinkel α einstellbar ist. Die weiteren ersten Reinigungsdüsen 80 und die zweiten Reinigungsdüsen 80 können entsprechend ausgebildet sein, wobei der Sprühwinkel α , mit welchem das erste Reinigungsfluid von den weiteren ersten Reinigungsdüsen 80 abgegeben wird, ebenfalls von der Einstelleinrichtung 85 eingestellt wird. Die Einstelleinrichtung 85 kann auch so ausgebildet sein, dass der Sprühwinkel α der zweiten Reinigungsdüsen 80, die sich auf dem zweiten Reinigungskopf 64 befinden, ebenfalls eingestellt werden kann. Hierdurch kann erreicht werden, dass das erste Reinigungsfluid und das zweite Reinigungsfluid senkrecht oder nahezu senkrecht auf die Hohlkörperinnenoberfläche 33 und die Deckelinnenfläche bzw. die Hohlkörperaußenoberfläche 35 auftreffen.

Ferner weist die Vorrichtung 10 zumindest eine Einkopplungseinheit 87 zum Einkoppeln von Schallwellen in das erste Reinigungsfluid auf. Dabei kann die Einkopplungseinheit 87 auch so ausgebildet sein, dass die Schallwellen auch in das zweite Reinigungsfluid eingekoppelt werden können. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind einige der Einkopplungseinheiten 87 in zumindest einige der ersten Reinigungsdüsen 78 integriert

und als sogenannte „Megasonic Nozzles“ ausgestaltet. Es kann ein Megaschall in das von den ersten Reinigungsdüsen 78 abgegebene erste Reinigungsfluid eingekoppelt werden. Entsprechendes kann für die weiteren ersten Reinigungsdüsen 80 und die
5 zweiten Reinigungsdüsen 82 vorgesehen sein.

Die ersten Reinigungsdüsen 78 können unabhängig voneinander geöffnet und geschlossen werden. Folglich ist es möglich, verschiedene Abschnitte der Hohlkörperinnenfläche 33 zuerst und
10 andere Abschnitte später zu reinigen. Beispielsweise können Abschnitte, die erfahrungsgemäß weniger stark verschmutzt sind, zuerst und anschließend erfahrungsgemäß stärker verschmutzte Abschnitte gereinigt werden. Entsprechend können die weiteren ersten Reinigungsdüsen 80 und die zweiten Reinigungs-
15 düsen 82 ausgestaltet sein, so dass die erste Deckelinnenfläche 54 und die Hohlkörperaußenfläche 35 entsprechend gereinigt werden können.

Gleichzeitig wird ein Spülungsfluid durch den ersten Kanal 41
20 zur Randfläche 38 und/oder durch den zweiten Kanal 57 zum Deckel 52 geführt. Es kann sich hierbei um dasselbe Spülungsfluid handeln, es ist aber auch möglich, durch den ersten Kanal 41 ein erstes Spülungsfluid und durch den zweiten Kanal 57 ein sich vom ersten Spülungsfluid unterscheidendes zweites
25 Spülungsfluid zu führen. Das Spülungsfluid, welches durch den ersten Kanal 41 zur Randfläche 38 geführt wird, sorgt dafür, dass weder das erste Reinigungsfluid noch das zweite Reinigungsfluid die Randfläche überqueren können. Das Spülungsfluid bewirkt daher eine fluidische Dichtung zwischen dem ersten
30 Reinigungsfluid und dem zweiten Reinigungsfluid. Folglich wird sichergestellt, dass sich das erste Reinigungsfluid und das

zweite Reinigungsfluid nicht mischen können. Eine Kontamination des ersten Reinigungsfluids mit dem zweiten Reinigungsfluid und umgekehrt wird verhindert.

- 5 Das erste Reinigungsfluid, welches vom ersten Reinigungskopf 42 abgegeben und auf die Hohlkörperinnenfläche 33 aufgebracht worden ist, wird über den ersten Abführkanal 70 abgeführt. Selbiges gilt auch für das erste Reinigungsfluid, welches vom weiteren ersten Reinigungskopf 58 abgegeben und auf die De-
- 10 ckelinnenfläche 54 appliziert worden ist. Zum Abführen des ersten Reinigungsfluids, welches zum Reinigen der Deckelinnenfläche 54 verwendet wird, weist der erste Abführkanal 70 einen Nebkanal 84 auf, der in den ersten Abführkanal 70 mündet.
- 15 Das Spülungsfluid, welches zum Deckel 52 geführt wird, strömt durch den Spalt 60 zurück in den Nebkanal 84. Die Gehäusedichtung 51 verhindert, dass das Spülungsfluid in die Umgebung gelangen kann. Mit dem Spülungsfluid wird verhindert, dass das erste Reinigungsfluid, welches vom weiteren ersten Reinigungs-
- 20 kopf 58 abgegeben und auf die Deckelinnenfläche 54 appliziert worden ist, an die Deckeldichtung 53 gelangen kann, an welcher sich im ersten Reinigungsfluid befindliche Partikel anhaften könnten.
- 25 Das Spülungsfluid, welches zur Randfläche 38 und/oder zum Deckel 52 geführt wird, kann unter einen ausreichend großen Druck gesetzt werden.

- Mit dem ersten Reinigungsfluid werden Partikel, welche sich
- 30 auf der Hohlkörperinnenfläche 33 und der Deckelinnenfläche 54 befunden haben, abgeführt. Die Partikel, welche von der Hohlkörperinnenfläche 33 stammen, werden von der ersten Partikel-

messeinrichtung 741 und die Partikel, welche von der Deckelinnenfläche 54 stammen, von der zweiten Partikelmesseinrichtung erfasst. Dabei können die erste Partikelmesseinrichtung 741 und die zweite Partikelmesseinrichtung 742 so ausgebildet
5 sein, dass die Anzahl der Partikel, welche bei einem gegebenen Volumenstrom innerhalb einer bestimmten Zeit die Partikelmesseinrichtung 74 passieren, bestimmt wird. Hieran lässt sich bestimmen, ob die Hohlkörperinnenfläche 33 und die Deckelinnenfläche 54 im gewünschten Maße gereinigt worden sind oder
10 nicht. Ist beispielsweise die Hohlkörperinnenfläche 33 ausreichend sauber, kann der Reinigungsvorgang für den Hohlkörper 12 abgebrochen werden, während der Reinigungsvorgang für die Deckelinnenfläche 54 fortgesetzt wird. Währenddessen kann der Hohlkörper 12 vom Greifroboter aus der Vorrichtung entnommen
15 werden, wodurch Zeit eingespart werden kann.

Wie erwähnt, kann eine weitere Partikelmesseinrichtung 74 im zweiten Abführkanal 76 angeordnet sein. Mit dieser weiteren Partikelmesseinrichtung können die Partikel detektiert werden,
20 die von der Hohlkörperaußenfläche 35 stammen. Diese Information kann auch in die Entscheidung eingebunden werden, ob der Reinigungsvorgang für den Hohlkörper 12 abgebrochen werden kann oder nicht. Wenn die Beladung des ersten Reinigungsfluids mit von der Hohlkörperinnenfläche 33 stammenden Partikeln ei-
25 nen bestimmten Wert nicht überschreitet, kann dieses auch für die Reinigung der Hohlkörperaußenfläche 35 verwendet werden.

Nicht dargestellt ist eine Ausführungsform, in welcher die Partikelmesseinrichtung 74 stromabwärts der Einmündung des Nebenkanals 84 in den ersten Abführkanal 70 angeordnet ist. In
30 diesem Fall kann nicht unterschieden werden, ob die Partikel von der Deckelinnenfläche 54 oder von der Hohlkörperinnenfläche 33 stammen. Dennoch kann der Reinigungsvorgang abgebrochen

werden, wenn die Anzahl der Partikel ein bestimmtes Maß unterschreitet.

Das zweite Reinigungsfluid, welches vom zweiten Reinigungskopf
5 64 abgegeben worden und auf die Hohlkörperaußenfläche 35 auf-
gebracht worden ist, wird über den zweiten Abführkanal 76 ab-
geführt. Folglich werden das erste Reinigungsfluid und das
zweite Reinigungsfluid getrennt voneinander abgeführt, infol-
gedessen Partikel, welche von der Hohlkörperaußenfläche 35
10 stammen, nicht in das erste Reinigungsfluid und somit auf die
Hohlkörperinnenfläche 33 oder die Deckelinnenfläche 54 gelan-
gen können.

Im Allgemeinen hat die Reinigung der Hohlkörperinnenfläche 33
15 und der Deckelinnenfläche 54 eine größere Bedeutung als die
Reinigung der Hohlkörperaußenfläche 35. Wenn festgestellt
wird, dass die Hohlkörperinnenfläche 33 und die Deckelinnen-
fläche 54 im gewünschten Maße gereinigt worden sind, kann der
Reinigungsvorgang unabhängig vom Maß, mit welcher die Hohlkör-
20 peraußenfläche 35 bereit worden ist, abgebrochen werden.

Nun können ein erstes Trocknungsgas und ein zweites Trock-
nungsgas, beispielsweise Luft oder Stickstoff, über den ersten
Zuführkanal 68 bzw. den zweiten Zuführkanal auf weitgehend
25 derselben Weise wie das erste und das zweite Reinigungsfluid
zum ersten Reinigungskopf 42, zum weiteren ersten Reinigungs-
kopf 58 sowie zum zweiten Reinigungskopf 64 geführt werden.
Allerdings wird hierzu ein Unterdruck im Hohlkörper 12 dadurch
erzeugt, dass an einem Unterdruckanschluss 94 eine nicht dar-
30 gestellte Rohrleitung angeschlossen wird, die mit einer eben-
falls nicht dargestellten Vakuumpumpe verbunden werden kann.
Infolge des Unterdrucks wird das erste Trocknungsgas und/oder
das zweite Trocknungsgas in den Hohlkörper 12 eingesaugt und

anschließend wieder aus dem Hohlkörper 12 entfernt. Der erste Reinigungskopf 42 weist erste Trocknungsdüsen 86, der weitere erste Reinigungskopf 58 weitere erste Trocknungsdüsen 88 und der zweite Reinigungskopf zweite Trocknungsdüsen 90 auf, mit
5 denen das erste Trocknungsgas bzw. das zweite Trocknungsgas abgegeben und auf die Hohlkörperinnenfläche 33, die Deckelinnenfläche 54 und die Hohlkörperaußenfläche 35 aufgebracht werden können. Das erste Trocknungsgas und das zweite Trocknungsgas verdrängen das erste Reinigungsfluid und das zweite Reinigungsfluid aus der Vorrichtung 10. Reste des ersten und des
10 zweiten Reinigungsfluids können zudem weggeblasen werden.

Darüber hinaus verfügen der erste Reinigungskopf 42 der weitere erste Reinigungskopf 58 und der zweite Reinigungskopf jeweils über Infrarot-Dioden 92, mit denen Reste des ersten und des zweiten Reinigungsfluids erwärmt und verdampft werden können, infolgedessen sie vom ersten und zweiten Trocknungsgas aus der Vorrichtung 10 abgeführt werden können.

20 Nach Abschluss des Trocknungsvorgangs werden die Abdeckung 18 geöffnet und der Verschlusskörper 48 in die Offenstellung bewegt. Der gereinigte Hohlkörper 12 wird aus dem Prozessraum entnommen. Die Aufnahmeeinheit 50 wird deaktiviert, infolgedessen der Deckel 52 vom Verschlusskörper 48 entnommen und dem
25 Hohlkörper 12 zum Verschließen desselben zugeführt werden kann.

Nun kann ein weiterer, zu reinigender Hohlkörper 12 auf die beschriebene Weise in der Vorrichtung 10 behandelt werden.

Bezugszeichenliste

	10	Vorrichtung
	12	Hohlkörper
5	14	Gehäuse
	16	Gehäuseöffnung
	18	Abdeckung
	20	Auflagewand
10	22	Prozessraum
	24	Durchgangsöffnung
	26	Verriegelungseinrichtung
	28	Durchgangsbohrung
15	30	Transportbehälter
	32	Bodenwand
	33	Hohlkörperinnenfläche
	34	Seitenwand
	35	Hohlkörperaußenfläche
20	36	Öffnung
	38	Randfläche
	40	Reinigungseinrichtung
	42	erster Reinigungskopf
25	44	Wandungsabschnitt
	46	Reinigungsöffnung
	48	Verschlusskörper
	50	Aufnahmeeinheit
30	52	Deckel
	54	Deckelinnenfläche
	56	Deckelaußenfläche
	58	weiterer erster Reinigungskopf

- 64 zweite Reinigungskopf
- 66 Fluidführungseinheit
- 68 erster Zuführkanal
- 5 70 erster Abführkanal
- 72 erstes Ende
- 74 Partikelmesseinrichtung
- 76 zweiter Abführkanal
- 78 erste Reinigungsdüsen
- 10 80 weitere erste Reinigungsdüsen
- 82 zweite Reinigungsdüsen
- 83 Rohrkörper
- 84 Nebenkanal
- 15 85 Einstelleinrichtung
- 86 erste Trocknungsdüsen
- 87 Einkopplungseinheit
- 88 weitere erste Trocknungsdüsen
- 20 90 zweite Trocknungsdüsen
- 92 Infrarot-Dioden
- 94 Unterdruckanschluss
- α Sprühwinkel
- 25 D1 erste Drehachse
- D2 zweite Drehachse

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern (12), insbesondere von Transportbehältern (30) für Halbleiterwafer oder für EUV-Lithografie-Masken, wobei der Hohlkörper (12)
- eine Bodenwand (32) und eine oder mehrere Seitenwände (34), die eine Hohlkörperinnenfläche (33) bilden, und
 - eine der Bodenwand (32) gegenüberliegende Öffnung (36) aufweist, die von einer Randfläche (38) der Seitenwand (34) umschlossen wird, umfasst,
- wobei die Vorrichtung (10)
- eine Auflagewand (20), auf welche der Hohlkörper (12) mit der Randfläche (38) aufgelegt werden kann,
 - eine Verriegelungseinrichtung (26), mit welcher der Hohlkörper (12) mit der Randfläche (38) dichtend und lösbar mit der Auflagewand (20) verbindbar ist,
 - zumindest eine von der Auflagewand (20) gebildete Durchgangsöffnung (24), die radial innerhalb der Verriegelungseinrichtung (26) angeordnet ist,
 - eine Reinigungseinrichtung (40), mit welcher ein erstes Reinigungsfluid zum Reinigen der Hohlkörperinnenfläche (33) abgegeben werden kann, wenn der Hohlkörper (12) mit der Auflagewand (20) verbunden ist, und
 - einen ersten Abführkanal (70) mit einem ersten Ende (72) umfasst, wobei der erste Abführkanal (70) mit dem ersten Ende (72) ausschließlich mit der Durchgangsöffnung (24) in Fluidkommunikation steht und mit welchem das von der Reinigungseinrichtung (40) abgegebene erste Reinigungsfluid abgeführt werden kann.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abführkanal (70) mit
dem ersten Ende (72) mit der Auflagewand (20) verbunden ist
und die Durchgangsöffnung (24) umschließt.
- 5
3. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass sich der erste Abführkanal
(70) zum ersten Ende (72) hin trichterförmig erweitert.
- 10
4. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abführkanal (70) am
ersten Ende (72) bündig mit der Durchgangsöffnung (24) ab-
schließt.
- 15
5. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungseinrichtung (40)
einen ersten Reinigungskopf (42) aufweist, der über die
Durchgangsöffnung (24) hervorsteht.
- 20
6. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste Reinigungskopf (42)
rotatorisch und/oder translatorisch bewegbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
- 25
- dadurch gekennzeichnet, dass der erste Reinigungskopf (42)
eine Anzahl von ersten Reinigungsdüsen (78) aufweist, über
welche das erste Reinigungsfluid unter einem Sprühwinkel
(α) abgebar ist, wobei der erste Reinigungskopf (42) eine
Einstelleinrichtung (85) aufweist, mit welcher der Sprüh-
30
- winkel (α) einstellbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) zumindest eine Einkopplungseinheit (87) zum Einkoppeln von Schallwellen in das erste Reinigungsfluid aufweist.

5 9. Vorrichtung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der Einkopplungseinheiten (87) in zumindest einige der ersten Reinigungsdüsen (78) integriert sind oder mit diesen zusammenwirken.

10

10. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungseinrichtung (40) einen Zuführkanal (68) zum Zuführen des ersten Reinigungsfluids zum ersten Reinigungskopf (42) aufweist, wobei der
15 erste Abführkanal (70) und der Zuführkanal (68) zumindest abschnittsweise zu einer Fluidführungseinheit (66) zusammengefasst sind.

11. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Auflagewand (20) ein
20 erster Kanal (41) angeordnet ist, mit welchem ein Spülungsfluid zur Randfläche (38) geführt werden kann.

12. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Abführkanal (70)
25 eine Partikelmesseinrichtung (74) zum Bestimmen der im ersten Reinigungsfluid enthaltenen Partikel angeordnet ist.

13. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Hohlkörper (12) einen Deckel (52) mit einer Deckelinnenfläche (54) und einer Deckelaußenfläche (56) aufweist, mit welchem die Öffnung (36) verschließbar ist,
30 dadurch gekennzeichnet, dass

- in der Auflagewand (20) oder in einem weiteren Wandungsabschnitt (44) eine Reinigungsöffnung (46) angeordnet ist, welche zumindest teilweise mit einem Verschlusskörper (48) verschließbar ist, wobei der Verschlusskörper (48) eine Aufnahmeeinheit (50) zum Aufnehmen des Deckels (52) des Hohlkörpers (12) aufweist, und
 - die Reinigungseinrichtung (40) einen weiteren ersten Reinigungskopf (58) aufweist, mit welchem das erste Reinigungsfluid zum Reinigen auf die Deckelinnenfläche (54) aufgebracht werden kann, wenn die Reinigungsöffnung (46) vom Verschlusskörper (48) oder vom Deckel (52) verschlossen ist.
14. Vorrichtung (10) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Verschlusskörper (48) zwischen einer Offenstellung, in welcher der Verschlusskörper (48) die Reinigungsöffnung (46) freigibt, und einer Verschlussstellung, in welcher der Verschlusskörper (48) oder der Deckel (52) die Reinigungsöffnung (46) verschließt, bewegbar an der Auflagewand (20) oder dem weiteren Wandungsabschnitt (44) befestigt ist.
15. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) einen zweiten Kanal (57) aufweist, mit welchem ein Spülungsfluid zum Deckel (52) geführt werden kann.
16. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Bodenwand (32) und die Seitenwand (34) eine Hohlkörperaußenfläche (35) bilden, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Reinigungseinrichtung (40) einen zweiten Reinigungskopf (64) aufweist, mit welcher ein zweites Reinigungsfluid zum Reinigen der Hohlkörperaußenfläche (35) abgegeben werden kann, und
- 5 - die Vorrichtung (10) einen zweiten Abführkanal (76) aufweist, mit dem das vom zweiten Reinigungskopf (64) abgegebene zweite Reinigungsfluid abgeführt werden kann.

17. Vorrichtung (10) nach Anspruch 16,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) ein Gehäuse (14) aufweist, welches zusammen mit der Auflagewand (20) einen Prozessraum (22) umschließt, wobei der Prozessraum (22) über eine mit einer Abdeckung (18) verschließbare Gehäuseöffnung (16) zugänglich ist.

15 18. Vorrichtung (10) nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass die Auflagewand (20) eine Anzahl von Durchgangsbohrungen (28) aufweist, wobei die Durchgangsbohrungen (28) radial außerhalb der Verriegelungseinrichtung (26) angeordnet sind und mit welchen der
20 zweite Abführkanal (76) fluidisch mit dem Prozessraum (22) verbunden ist.

19. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 16 bis 18,
25 dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Reinigungskopf (64) U-förmig ausgebildet ist und rotatorisch und/oder translatorisch im Prozessraum (22) bewegbar ist.

20. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5, Anspruch 13 oder Anspruch
30 16,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste Reinigungskopf (42), der weitere erste Reinigungskopf (58) und/oder der zweite

Reinigungskopf (64) zumindest eine Trocknungsdüse (86, 88, 90) und/oder eine Infrarot-Diode (92) aufweisen.

21. Verfahren zum Reinigen von topfförmigen Hohlkörpern (12),
5 insbesondere von Transportbehältern (30) für Halbleiter-
wafer oder für EUV-Lithografie-Masken mit einer Vorrichtung
nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend folgende
Schritte:
- 10 - Auflegen des Hohlkörpers (12) auf die Auflagewand (20)
mit der Randfläche (38),
 - Dichtendes und lösbares Verbinden des Hohlkörpers (12)
mit der Auflagewand (20) mittels der Verriegelungsein-
richtung (26), wobei der Hohlkörper (12) an der Rand-
fläche gegenüber der Auflagewand (20) abgedichtet wird,
15 o Abgeben eines ersten Reinigungsfluids zum Reinigen
der Hohlkörperinnenfläche (33) mittels des ersten
Reinigungskopfs (42) der Reinigungseinrichtung
(40), und Abführen des ersten Reinigungsfluids
mittels des ersten Abführkanals (70), und/oder
20 o Abgeben eines zweiten Reinigungsfluids zum Reini-
gen der Hohlkörperaußenfläche (35) mittels des
zweiten Reinigungskopfs (64) der Reinigungsein-
richtung (40), und Abführen des zweiten Reini-
gungsfluids mittels des zweiten Abführkanals (76).
- 25
22. Verfahren nach Anspruch 21, umfassend folgende Schritte:
- Bewegen des Verschlusskörpers (48) in die Offenstel-
lung,
 - Ablegen des Deckels (52) auf die Aufnahmeeinheit (50)
30 des Verschlusskörpers (48) mit der Deckelaußenfläche
(56) und lösbares Befestigen des Deckels (52) am Ver-
schlusskörper (48),

- Bewegen des Verschlusskörpers (48) in die Verschlussstellung, und
- Abgeben des ersten Reinigungsfluids zum Reinigen der Deckelinnenfläche (54) mit dem weiteren ersten Reinigungskopf (58).

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 oder 22, umfassend folgende Schritte:

- Vollständiges Fluten des von der Hohlkörperinnenfläche (33) begrenzten Raums mit dem ersten Reinigungsfluid, und
- Einkoppeln von Schallwellen in das erste Reinigungsfluid mittels einer Einkopplungseinheit (87).

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 oder 22, umfassend folgende Schritte:

- Einkoppeln von Schallwellen in das von der ersten Reinigungsdüse (78) abgegebene erste Reinigungsfluid mittels einer Einkopplungseinheit (87), wobei die Einkopplungseinheit (87) in die erste Reinigungsdüse (78) integriert ist oder mit dieser zusammenwirkt.