



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 30 905 T2** 2006.05.24

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 980 585 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/00** (2000.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 30 905.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/09277**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 922 121.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/050946**

(86) PCT-Anmeldetag: **06.05.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **12.11.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.02.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **20.07.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.05.2006**

(30) Unionspriorität:
853172 **08.05.1997** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH, DE, FR, GB, IT, LI, NL

(73) Patentinhaber:
Tokyo Electron Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
EDWARDS, C., Richard, deceased, US;
ZIELENSKI, Marian, Washington Township, US

(74) Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG ZUR BEHANDLUNG VON EINZELNEN HALBLEITERSCHEIBEN MIT MEHREREN SCHLEUSENKAMMERN UND VERFAHREN ZUM BELADEN UND ENTLADEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Laden und Entladen von Wafer-Verarbeitungsmaschinen und insbesondere ein Transferieren von Substraten von Chargen von großen Halbleitersubstraten zwischen einer Umgebung mit Atmosphär-Druck und einer Hochvakuumumgebung.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Bei der Vakuumverarbeitung von Halbleiter-Wafern wird ein Laden und Entladen von Wafern in und von einer Wafer-Verarbeitungsanlage derart benötigt, dass eine negative atmosphärische Kontamination der Hochvakuumumgebung oder von Wafern innerhalb des Verarbeitungsgerätes vermieden wird. Zum Maximieren des Wafer-Durchsatzes ist es weiterhin wünschenswert, die Zeit zu minimieren, welche zum Ausführen einer typischen Lade- oder Entladesequenz benötigt wird. Da sich die Größe der Wafer kontinuierlich wie beispielsweise bei dem augenblicklichen Trend von 150 Millimeter und 200 Millimeter auf 300 Millimeter Durchmesser vergrößert, wird es zunehmend schwieriger, simultan sowohl die Kontaminations- als auch die Durchsatzanforderungen zu erfüllen, was in eine Kompromisslösung resultiert, welche weit von dem idealen Zustand entfernt ist. Da sich der Wert der Wafer in den späteren Stufen der Verarbeitung und mit größer werdenden Wafern vergrößert, welche mehr Vorrichtungen sowie komplexere Vorrichtungen aufweisen, vergrößert sich die Gefahr eines finanziellen Verlustes aufgrund einer Waferbeschädigung bei einem Geräteversagen, so dass höhere Zuverlässigkeitsanforderungen an Wafer-Transferiergeräte gestellt werden.

[0003] Die Mehrheit der Halbleiterwafer-Vakuumverarbeitungssysteme gemäß dem Stand der Technik, welche zur Zeit verwendet werden, verwenden einen sogenannten Vakuum-Kassettenaufzug (VCE) für Wafergrößen bis zu 200 mm. Ein Beispiel eines Wafer-Verarbeitungssystems mit einem VCE ist in [Fig. 1](#) veranschaulicht. Das System **10** weist mindestens einen VCE **11** auf, welcher eine Ladeschleusen-Kammer **12**, welche auf ein Hochvakuum abgepumpt werden kann, eine Aufzugsanordnung **13**, welche innerhalb der Kammer **12** angeordnet ist, eine vordere Tür **14**, mittels der der Bediener eine Mehrfach-Wafer-Kassette **15** beladen und entladen kann, wenn die Kammer **12** bei Atmosphärendruck ist, und ein Schlitzventil bzw. einen Schlitzklappen-isolierten Eingangsanschluss **16** aufweist, welcher den VCE **11** einigen der Wafer-Transfermodule **17** zum individuellen Transfer von Wafern verbindet, wenn sich die Kammer **12** auf einem Hochvakuum befindet.

[0004] Ein typischer Betrieb eines Verarbeitungsgerätes **10**, welches auf der Verwendung eines VCE **11** basiert, fährt damit fort, dass der Bediener die Tür **14**

des VCE öffnet und eine neue Kassette **15** von Wafern **18** auf dem Aufzug **13** platziert. Die Tür **14** wird dann geschlossen, gefolgt von einer Abpumpsequenz, welche einen entsprechenden Vakuumpegel in dem VCE **11** ermöglicht. Die Abpumpzeit zum Erreichen eines gegebenen Vakuumdruckpegels ist generell proportional zu dem Volumen des VCE **11** und zu der exponierten inneren Oberfläche des VCE **11** und der sich darin befindlichen Wafer **18**. Wenn der geeignete VCE-Vakuumpegel erreicht ist, wird der isolierende Schlitzventilanschluss bzw. Schlitzklappenanschluss **16** zwischen dem VCE **11** und der Transportkammer **17** geöffnet, wodurch das VCE **11** durch einen Roboterarm **19** in dem Wafer-Transportmodul **17** zugreifen kann. Der Aufzug **13** positioniert die Kassette **15** zum Zugriff des Transferarms **19** auf einen gewünschten Wafer **18** in der Kassette **15**. Der Robotertransferarm **19** erstreckt sich in die VCE **11** durch den Schlitzventilanschluss bzw. Schlitzklappenanschluss **16**, nimmt den positionierten Wafer auf und kehrt zurück in das Transportmodul **17** in Vorbereitung eines Lieferns des Wafers **18** an ein geeignetes Verarbeitungsmodul **20** des Gerätes **10**. Diese Schritte werden umgekehrt durchgeführt, wenn Wafer zu einer Kassette **15** zurückgegeben werden, und der Schritt des Abpumpens des VCE **11** auf Vakuum wird durch den Schritt des Belüftens des VCE **11** auf Atmosphäre ersetzt.

[0005] Das Gerät gemäß dem Stand der Technik von [Fig. 1](#) kann für 300 mm Wafer verwendet werden, wenn die offenen Wafer-Kassetten eine entsprechende Größe aufweisen. Aus einer Anzahl von Gründen bevorzugen Halbleitervorrichtungshersteller, welche die Endverbraucher der Wafer-Verarbeitungsanlage darstellen, einen Standard für einen Wafer-Trägertypen, welcher nicht Hochvakuum-kompatibel ist und welcher nicht eine entfernbare Kassette aufweist, und die Halbleitervorrichtungshersteller sind dabei, einen derartigen Standard zu etablieren. Ein derartiger Träger **25** ist in [Fig. 2](#) gezeigt. Der Träger **25** weist ein vertikales Array von horizontalen Wafer-Auflageschienen **26** auf, welche in den Träger **25** gebaut sind, wobei das Array typischerweise 13 oder 25 gleichmäßig beabstandete Ebenen aufweist. Der Träger **25** weist eine vordere Tür **27** auf, welche normalerweise während des Transportes der Wafer **28** zwischen verschiedenen Teilen der Verarbeitungsanlage geschlossen ist.

[0006] Da der Träger **25** nicht Hochvakuum-kompatibel ist und keine Kassette oder Kassettenaufzug aufweist, müssen die Wafer bei Luftdruck bzw. Atmosphärendruck von dem Träger **25** in die Wafer-Verarbeitungsanlage transferiert werden. Bei den unmittelbaren Verfahren gemäß dem Stand der Technik wird ein Wafer **28** von dem Träger **25** in ein Verarbeitungsgerät wie beispielsweise die Maschine **10** von [Fig. 1](#) transferiert. Wo es wünschenswert ist, einen vollen Träger **25** von typischerweise 13 oder 26 Wafern in

eine große VCE **11** zu platzieren, muss ein Verfahren zum schnellen Bewegen von Wafern von den Trägern **25** in das VCE **11** bereitgestellt werden. Ein derartiger serieller Transfer von einzelnen Wafern fügt eine signifikante Zeit zu den Lade- und Entladezyklen hinzu und ist somit nicht wünschenswert. Bei einem simultanen Transfer von mehreren Wafern ist gezeigt worden, dass Wafer in einer oder mehreren Chargen von dem Träger **25** in das VCE transferiert werden. In einem derartigen parallelen Transfer ist jedoch das Risiko vorhanden, dass mehrere Wafer aufgrund eines einzelnen Versagens der Anlage beschädigt werden, was ein Risiko darstellt, welches vorzugsweise zu vermeiden ist. Die Wahrscheinlichkeit einer mechanischen Berührung der Rückseite eines Wafers, welcher über einem anderen nichtverarbeiteten Wafer positioniert ist, was schwer zu vermeiden ist, wenn Wafer simultan transferiert werden, stellt potentielle Partikel-Kontaminationsprobleme dar. Mit einem VCE, welcher dazu dimensioniert ist, Wafer mit einem Durchmesser von 300 Millimeter oder größer zu halten, können die VCE-Abpump- und/oder Belüftungszeiten unakzeptabel derart lang sein, dass der Ladeschleusenzyklus beim Betrieb des Verarbeitungsgerätes einen Durchsatzbegrenzungsfaktor darstellen kann. Zur Kompensation dieser Verzögerungen durch einen Kompromiss bei der Abpump- oder Belüftungszeit kann dies eine Erhöhung der atmosphärischen Kontamination der Transferkammer oder eine Kontamination des Wafers oder beider resultieren.

[0007] In größeren Durchmessern der Wafer werden größere Hochvakuumumpen benötigt, um die großen VCE abzupumpen, welche die größeren Wafer benötigen. Derart große Pumpen sind schwierig mechanisch von den VCE zu trennen bzw. zu isolieren, und als ein Ergebnis haben derartige Pumpen die Tendenz, Vibrationen auf das VCE zu übertragen, wodurch Partikel von einem Wafer auf einen weiteren darunter befindlichen Wafer fallen könnten. Ferner wird davon ausgegangen, dass die Auf- und Ab-Bewegung der Aufzüge in den VCE zu einem erhöhten vibrationsinduzierten Fallen von Partikeln von oberen Wafern auf untere Wafer beitragen. Die Vibration bzw. die Schwingung kann bewirken, dass die Wafer aus ihren Positionen in den Kassetten bewegt werden und sich nicht mehr an den Positionen befinden, welche für eine Aufnahme durch die Transferarme benötigt werden.

[0008] EP 0756316 zeigt ein Wafer-Verarbeitungsgerät mit einer Vielzahl von Verarbeitungskammern, einer Vakuumtransferkammer mit einer darin angeordneten Transfervorrichtung, einem atmosphärischen Front-End mit einer Wafer-Träger-Lade/Entladebuchse und einer assoziierten Wafer-Transfervorrichtung und einer Vielzahl von Einzel-Wafer-Ladeschleusen-Kammern (Loadlock chamber). Die Wafer-Transfervorrichtungen transferieren jeweils Wafer

in zwei vertikal beabstandete horizontale Ebenen. Ein Wafer wird von einer ersten horizontalen Ebene in die zweite horizontale Ebene des Transferarmes unter Verwendung eines Liftes bzw. Aufzuges transferiert, während es in der Ladeschleuse verbleibt, und wird dann horizontal von der Ladeschleuse in die Transferkammer entfernt.

[0009] Somit besteht eine Notwendigkeit, Wafer in und von einer Wafer-Verarbeitungs-ausrüstung von einem Nicht-VCE Träger derart zu laden und zu entladen, dass keine nachteilige atmosphärische Kontamination der Hochvakuumumgebung oder einer Partikel-Kontamination der Wafer innerhalb des Verarbeitungsgerätes erfolgt, und dass ein Wafer-Durchsatz der Ausrüstung insbesondere mit großen Wafer-Durchmessern wie beispielsweise mit 300 Millimeter Durchmesser oder größer nicht beschränkt wird, und ohne dass das Risiko eines finanziellen Verlustes aufgrund einer Beschädigung einer Vielzahl von Wafern aufgrund des Gerätefehlers erhöht wird, welcher dazu führen würde, dass höhere Zuverlässigkeitsanforderungen an die Wafer-Transfergeräte gestellt werden würden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Es ist eine primäre Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Notwendigkeit von großen Vakuumkassetten-Aufzugsmodulen bei Halbleiterwafer-Verarbeitungsmaschinen und Prozessen zu beseitigen. Es ist ferner Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Zeit signifikant zu reduzieren, welche zum Abpumpen und Belüften von Ladeschleusen in Halbleiterwafer-Verarbeitungsmaschinen benötigt wird und insbesondere zu verhindern, dass Ladeschleusen eine Begrenzung des Durchsatzes darstellen.

[0011] Es ist ferner Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Partikel-Kontamination bei dem Transfer von Wafern in und aus Verarbeitungsmaschinen zu reduzieren oder zu vermeiden. Insbesondere weisen Aufgaben der vorliegenden Erfindung die Beseitigung von bewegten Aufzügen sowie die damit einhergehende Vibration, welche Partikelkontaminationsprobleme bewirkt, die Reduktion der Größe der Hochvakuumumpen und der Vibration aufgrund eines Pumpenbetriebes und die Vermeidung der Verwendung von großen Hochvakuumumpen auf.

[0012] Es ist ferner Aufgabe der vorliegenden Erfindung, den verbesserten Wafer-Verarbeitungsmaschinendurchsatz insbesondere für kleine Chargen von Wafern vorzusehen, wie diejenigen, welche während einer Wafer-Qualifizierung (wafer qualification) verwendet werden. Es ist insbesondere eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Möglichkeit zu reduzieren, dass VCE und Ladeschleusen den Durchsatz für ein Wafer-Verarbeitungsgerät begrenzen.

[0013] Eine zusätzliche Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Notwendigkeit von simultanen oder parallelen Wafer-Handhabungen zu beseitigen und insbesondere dadurch das Risiko einer Beschädigung einer Vielzahl von Wafern und der Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass Partikel auf Wafer fallen.

[0014] Eine spezifische Aufgabe der Erfindung besteht darin, dass der Wafer-Durchsatz einer Wafer-Verarbeitungsmaschine nicht durch eine Wafer-Abkühlung und Ausrichtung beeinflusst wird.

[0015] Die vorliegende Erfindung sieht ein Hochvakuum-Wafer-Verarbeitungsgerät gemäß Anspruch 1, ein Verfahren zum Transferieren von Wafern in dem Gerät (Anspruch 9) und ein Verfahren zum Herstellen eines Halbleiter-Wafers einschließlich des Verfahrens zum Transferieren (**16**) vor.

[0016] In dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel wird ein Wafer-Verarbeitungs-Clusterwerkzeug mit einem darin angeordneten Hochvakuum-Transfermechanismus vorgesehen, welches durch eine Vielzahl von einzelnen Wafer-Ladeschleusen mit einem Atmosphärendruck-Front-End-Modul (AFE) verbunden ist, welches ebenfalls einen Transfermechanismus dahin aufweist. Der Transfermechanismus in dem Transfermodul bewegt Wafer einzeln zwischen den Ladeschleusen und den Verarbeitungsmodulen, welche durch Isolationsventile bzw. Isolationsklappen mit dem Transfermodul sowie unter den Verarbeitungsmodulen in einer Hochvakuumumgebung verbunden sind. Der Transfermechanismus in dem Front-End-Modul bewegt einzelne Wafer zwischen den Ladeschleusen und einer Vielzahl von Multiwafer-Trägern in einer atmosphärischen Druckumgebung. Entweder der AFE Transferarm oder jeder Träger ist vertikal bewegbar, damit einzelne Wafer von dem Träger durch eine horizontale Translation des Wafers durch den Waferarm geladen oder entladen werden kann. Die Verbindung zwischen dem AFE und dem Transfermodul wird durch eine Vielzahl von Einzelwafer-Ladeschleusen-Stationen vorgesehen, welche nachfolgend in einigen Fällen als „Ladeschleusen“ bezeichnet wurden. Die Ladeschleusen sind vorzugsweise von einer Über/Unterbauart und können oben entweder die Vakuumdruckseite oder die Atmosphärendruckseite aufweisen.

[0017] Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist das AFE einen Wafer-Ausrichter sowie ein Vorsehen einer Verbindung zu zwei oder drei Mehrfachwafer-Trägern auf. Zumindest eine der Ladeschleusen und vorzugsweise jede der Ladeschleusen ist dazu in der Lage, als eine Eingangs (inbound)-Ladeschleuse zum Transferieren von Wafern in das Vakuum betrieben zu werden. Auf ähnliche Art und Weise ist zumindest eine Ladeschleuse und vorzugsweise jede Ladeschleuse dazu

in der Lage, als eine Auswärts (outbound)-Ladeschleuse zum Transferieren von Wafern aus dem Vakuum betrieben zu werden. Jede der Ladeschleusen ist dazu in der Lage, als eine Auswärts (outbound)-Ladeschleuse, welche mit einem Kühlelement zum Kühlen des Wafers ausgerüstet ist, während des Ladeschleusen-Belüftungszyklusses betrieben zu werden, nachdem der Wafer verarbeitet wurde und bevor der Wafer zurück in den Träger geladen wird. Diese Ausgangs-Ladeschleusen mit Kühlelementen sind dazu in der Lage, heiße Wafer zu stützen, welche sich noch nicht auf oder in der Nähe der Verarbeitungstemperaturen befinden. Somit können derartige Ausgangs-Ladeschleusen vorzugsweise mit Hochtemperatur-kompatiblen Wafer-Auflageelementen wie beispielsweise Metall vorgesehen sein. Vorzugsweise wird eine Vielzahl von Ladeschleusen sowohl für Eingangs- als auch Ausgangswafer für einen optimalen Durchsatz jeweils mit einer Kühlmöglichkeit vorgesehen, damit ein kontinuierlicher Betrieb ermöglicht wird, wo eine Ladeschleuse versagen würde.

[0018] In einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung sind separate dedizierte Eingangs- und Ausgangs-Ladeschleusen vorgesehen. In einem derartigen Fall müssen die dedizierten Eingangs-Ladeschleusen nicht mit Kühlelementen versehen sein, was ihre Kosten reduziert, und die Auflagen für die Substrate müssen nicht dazu in der Lage sein, Wafer bei einer hohen Temperatur aufzunehmen. So können Hochreibung-Elastomer-Wafer-Auflagestrukturen verwendet werden, um die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass ein sich darauf befindliches Substrat vibriert oder aus der Position gerät (jarred out of position), wodurch eine Substratbewegung durch die Ladeschleuse bei einer höheren Geschwindigkeit ausgeführt werden kann. Da eine Retention nicht kritisch hinsichtlich von Ausgangs-Wafern ist, kann eine Ladeschleuse, welche für den Ausgangstransfer von Wafern verwendet wird, ebenfalls bei einer hohen Geschwindigkeit betrieben werden.

[0019] Das AFE wird ebenfalls vorzugsweise in einer laminaren Strömungsumgebung aufrecht erhalten. Die Träger werden vorzugsweise in eine und von einer Ladeposition in der Reinraumumgebung des Anwenders geladen und entladen, von der sie benachbart zu einer Öffnung in dem AFE-Bereich des Gerätes transferiert werden, und an einer Struktur, welche die Träger mit der Trägertür in Richtung einer Öffnung zu einer inneren AFE-Kammer vorsieht, in einer geeigneten Position und Orientierung zum Zugreifen auf die sich darin befindlichen Wafer durch den AFE-Transferarm befestigt werden, wenn die Trägerzugangstür offen ist. Wenn dies derart positioniert und ausgerichtet ist, betreibt ein Mechanismus in dem AFE die Tür auf dem Träger, damit ein Zugriff durch den AFE-Transferarm erfolgen kann. Wenn eine Trägertür offen ist, wird ein laminarer und vor-

zugsweise horizontaler Fluss von Reinluft oder anderen Gasen in dem AFE aufrecht erhalten, damit Partikel und Gas von den Ladeschleusen und von den Trägern weggeblasen werden.

[0020] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Träger in eine Position benachbart zu der Öffnung der AFE-Kammer bewegt, während ein laminarer Luftstrom in der AFE-Kammer aufrecht erhalten wird. Die Trägertür wird geöffnet, und ein Wafer, vorzugsweise der unterste nicht verarbeitete Wafer, wird durch den AFE-Transferarm von dem geöffneten Träger entnommen und in einer Eingangs-Einzelwafer-Ladeschleuse platziert, welche hinsichtlich der AFE-Kammer offen ist und gegenüber der Hochvakuumkammer des Gerätes abgedichtet ist. Der Wafer in der Eingangs-Ladeschleuse wird auf den Spitzen von erhöhten Hub- bzw. Liftstiften abgelegt, und der Transferarm wird von der Ladeschleusen-Kammer zurückgezogen. Wenn die Ladeschleuse von der AFE-Kammer versiegelt wird und die Ladeschleuse auf einen Vakuumpegel abgepumpt wird, welcher kompatibel mit dem Hochvakuumpegel in der Hochvakuumtransferkammer ist, während die Ladeschleusen-Kammer abgepumpt wird, kann der AFE-Transferarm einen weiteren Wafer von demselben Träger oder einem anderen Träger entfernen und den Wafer in einer Position halten, so dass der Wafer in einer Eingangs-Ladeschleusen-Kammer platziert werden kann, oder der AFE-Transferarm kann dazu verwendet werden, die Abpumpzeit zum Entfernen eines Wafers von der Ausgangs-Ladeschleuse und zum Platzieren in einem Träger zu verwenden.

[0021] Wenn die Ladeschleuse, welche einen Eingangs-unverarbeiteten Wafer aufweist, auf ein geeignetes Vakuum abgepumpt wird, wird die Ladeschleuse zu einer Hochvakuum-Transferkammer geöffnet, während der Wafer auf den Hub- bzw. Liftstiften vertikal in eine Position bewegt wird, um aus der Ladeschleuse entfernt zu werden und in eine der Verarbeitungskammern transferiert zu werden. Zu diesem Zeitpunkt wird ein verarbeiteter Wafer vorzugsweise von einer Verarbeitungskammer entfernt und in derselben Ladeschleuse platziert, und in den meisten Prozessen wird der Durchsatz somit optimiert. Idealerweise wird ein Wafer immer eingangs durch eine Ladeschleuse geführt, wenn eine Ladeschleuse abgepumpt wird, und ein Wafer wird immer ausgangs durch eine Ladeschleuse geführt, wenn eine Ladeschleuse belüftet wird. Alternativ zu dem oben Gesagten kann eine Ladeschleuse als eine dedizierte Eingangs-Ladeschleuse und eine weitere als eine dedizierte Ausgangs-Ladeschleuse ausgestaltet sein. Wenn ein Ausgangswafer in einer Ladeschleuse von dem Hochvakuum-Back-End (HVBE) platziert wird, wird die Ladeschleuse von der Hochvakuum-Transferkammer verschlossen und auf Luftdruck belüftet.

[0022] Wenn ein Wafer verarbeitet worden ist, wird der Wafer von der letzten in dem Prozess verwendeten Verarbeitungskammer in eine Ausgangs-Ladeschleuse transferiert. Der verarbeitete Wafer wird durch den Transferarm der Hochvakuum-Transferkammer auf die erhöhten Hubstifte auf einer Aufzugaufgabe platziert, und der Transferarm wird von der Ladeschleuse zurückgezogen, wonach der Wafer vertikal in die Ausgangs-Ladeschleusen-Kammer bewegt wird, während die Kammer von der Hochvakuumatmosphäre abgedichtet wird. Die Stifte in der Auflage werden dann vorzugsweise abgesenkt, um den Wafer auf die Auflage abzulegen, wonach Kühlschläuche in die Wafer-Auflage zum Entfernen von Wärme von dem Wafer und dadurch zum Kühlen des Wafers auf eine geeignete Temperatur zum Platzieren auf einen Träger dienen, da der Träger nicht mit Temperaturen kompatibel sein kann, welche so hoch wie die Temperatur sind, bei der der Wafer gerade verarbeitet worden ist. Die Kühlrate und das Belüftungsgas werden ausgewählt, um zu verhindern, dass ein heißer Wafer mit Luft in Kontakt kommt, welche den Wafer degenerieren kann.

[0023] Wenn ein verarbeiteter Wafer in der Ladeschleuse abgekühlt ist und die Ladeschleuse auf einen atmosphärischen Druckpegel der AFE-Kammer belüftet worden ist, wird die Ladeschleuse zu der AFE-Kammer geöffnet, und die Hebestifte heben den Wafer und der AFE-Transferarm nimmt den Wafer auf und gibt ihn in einen der Träger, vorzugsweise den Träger von dem es entfernt worden ist, zurück. Das periodische Durchlaufen der Wafer von den Trägern weist vorzugsweise das Entfernen des unteren Wafers als erstes auf, dann wird jeder der Wafer sequenziell von unten nach oben aus dem Träger entfernt, soweit Verarbeitungsraum hierfür in dem Hochvakuum-Verarbeitungsbereich der Maschine vorhanden ist. Die Wafer werden, sobald sie verarbeitet worden sind, zurück an einen Träger, typischerweise in der gleichen Sequenz wie sie entfernt worden sind, zurückgegeben und in demselben Schlitz oder Position in dem Träger platziert, von dem sie entfernt worden sind. Der Träger wird somit von unten nach oben wieder gefüllt. Ein Bereich von leeren Schlitzen wird somit in dem Träger zwischen dem letzten Wafer vorhanden sein, welcher an den Träger zurückzugeben ist, welcher sich am oberen Ende eines Teilmagazins von verarbeitenden Wafers befindet, welche sich von dem unteren Ende des Trägers erstrecken, und dem nächsten unverarbeitenden Wafer, welcher für die Verarbeitung zu entfernen ist, welcher sich am unteren Ende an dem Teilmagazin von unverarbeiteten Wafers befindet, welche sich zum oberen Ende des Trägers erstrecken.

[0024] Gemäß bestimmten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung können Träger der verarbeiteten Wafer in dem AFE mit Trägern von unverarbeiteten Wafers ausgetauscht werden, während Wa-

fer von anderen Trägern durch den AFE-Transportarm von und nach den Ladeschleusen zyklisch durchlaufen werden. In diesem Fall kann die Struktur optional vorgesehen werden, um den Luftfluss zwischen dem Abschnitt der AFE-Kammer, welche durch den sich nicht in Gebrauch befindlichen Träger belegt ist, und dem Abschnitt vorzusehen, welcher durch den sich ändernden Träger oder die Träger belegt ist.

[0025] In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung werden Wafer von einem Träger an einer Eingangs-Ladeschleuse durch eine Wafer-Ausrichtstation durchgelassen, welche eine flache oder andere Referenz auf dem Wafer relativ zu dem Transportarm des AFE (angular) orientiert ist. Der Ausrichter kann den Wafer ebenfalls auf dem Transportarm zentrieren, aber misst vorzugsweise die außermittige x-y-Distanz, so dass Transferarmbewegungen zur Kompensation der außermittigen Distanzen gesteuert werden können. Der Durchsatz wird durch Anordnung des Ausrichters in dem AFE anstatt in dem Hochvakuum erhöht. Während der Handhabung der oben beschriebenen Wafer werden die Wafer in einer horizontalen Orientierung gehalten, wobei deren Vorrichtungsseite vorzugsweise nach oben weist. Das meiste der Bewegung des Wafers in dem AFE innerhalb der Ladeschleusen, des Ausrichters und der Träger wird vorzugsweise durch eine hochkante bzw. seitliche Bewegung der Wafer auf einer gemeinsamen Ebene mit lediglich einer derartigen Wafer-Bewegung durchgeführt, welche dazu benötigt wird, einen Wafer auszuwählen und einen Wafer in die richtige Position mit einer Bewegung mit einer vertikalen Komponente zurückzugeben. Auf ähnliche Art und Weise wird die Bewegung der Wafer innerhalb der Ladeschleusen und der Verarbeitungsstationen in der Transferkammer mit einer hochkantigen bzw. mit der Schmalseite voran in einer gemeinsamen Ebene durchgeführt. Die Ebenen der Bewegung in der AFE und den Transferkammern sind vertikal beabstandet, wobei die Bewegung zwischen den vertikal beabstandeten Ebenen durch Transfer eines Wafers durch eine Ladeschleuse erfolgt, welche exklusiv eine vertikale Bewegung darstellt. Die Transferarme werden einer geringen vertikalen Bewegung unterzogen, wenn ein Wafer aufgenommen wird oder ein Wafer von den Stiften eines Ladeschleusen-Aufzugs entfernt wird.

[0026] Die vorliegende Erfindung vermeidet große VCE und lange Abpump- und Belüftungszeiten, welche damit assoziiert sind, insbesondere wenn diese für sehr große Wafer entwickelt wurden und diese aufweisen. Somit kann ein verbesserter Durchsatz, insbesondere mit kleinen Chargen von Wafern, erreicht werden, und ein Ladeschleusen-Betrieb stellt vermutlich keine Begrenzung des Durchsatzes dar. Insbesondere wird Zeit zur Verfügung gestellt, um einen Träger mit einem weiteren Träger von Wafern zu

ersetzen, ohne den Maschinendurchsatz negativ zu beeinflussen. Keine Trägerbewegung erfolgt, sobald die Wafer in eine Position eingeführt werden, um in die Maschine geladen zu werden. Das Aufnehmen eines Wafers aus einer Position über einem weiteren Wafer und das dadurch erzeugte Potential, dass Partikel auf den tieferen Wafer fallen, wird vermieden. Die Hochvakuumpumpen für Ladeschleusen-Abpumpen werden in ihrer Größe gemäß der vorliegenden Erfindung reduziert, was die Kosten, die Zykluszeit und die potentiellen Vibrationen reduziert, was die Partikel-Kontamination erhöhen kann und ungewollte Vibrationen erhöhen kann, welche eine Wafer-Bewegung innerhalb des Trägers hervorrufen. Eine Bewegung eines einzelnen Wafers in und aus dem Träger wird unter Verwendung von Industrieprobten Robotertransfervorrichtungen vorgesehen. Mit der vorliegenden Erfindung kann ein Standardatmosphärenausgleicher verwendet werden, wodurch eine weniger komplizierte Handhabung und ein schnellerer Betrieb als ein Hochvakuumausgleicher vorgesehen werden. Zwei oder mehr Träger können in den bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung aufgenommen werden. Die Einzelwafer-Über/Unter-Ladeschleusen werden auf einfache Art und Weise mit Kontaminationsvermeidungsmerkmalen gemäß US 5,237,756 und US 5,205,051 ausgerüstet.

[0027] Diese und andere vorliegende Aufgaben der Erfindung werden anhand der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der vorliegenden Erfindung offensichtlich, in der:

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0028] [Fig. 1](#) zeigt eine Schnittansicht eines VCE mit einem Clusterwerkzeug gemäß dem Stand der Technik.

[0029] [Fig. 2](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines Industrie-Waferträgers, welcher nicht Hochvakuum-kompatibel ist und welcher nicht eine entfernbare Kassette verwendet.

[0030] [Fig. 3](#) zeigt eine Draufsicht des Wafer-Verarbeitungsgerätes gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, welches mit einer Mehrfach-Einzelwafer-Ladeschleuse ausgestattet ist.

[0031] [Fig. 4](#) zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie 4-4 von [Fig. 3](#) zur Veranschaulichung einer Einzelwafer-Ladeschleuse in einer geöffneten Position.

[0032] [Fig. 4A](#), [Fig. 4B](#) und [Fig. 4C](#) zeigen sequentielle Ansichten der Ladeschleuse von [Fig. 4](#) zur Veranschaulichung eines Durchlaufes eines Wafers von der Atmosphärenumgebung zu der Hochvakuum-Umgebung.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0033] Gemäß [Fig. 3](#) wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Halbleiter-Wafer-Verarbeitungsgerätes **30** diagrammatisch illustriert. Das Gerät **30** weist zwei grundlegende Teile, nämlich ein Hochvakuum-Back-End (HVBE) **31** und ein atmosphärisches Front-End (AFE) **32** auf. Das HVBE **31** weist eine Transferkammer **33** auf, mit welcher eine Anzahl von Verarbeitungskammern **34** verbunden ist, welche als vier Module **34a–34d** illustriert sind, aber welche fünf oder mehr derartige Module aufweisen können. Die Transferkammer **33** weist einen schwenkbaren und erweiterbaren Wafer-Transferarm **35** einer kommerziell erhältlichen Bauart auf, welcher um eine vertikale Achse **36** montiert ist, welche dazu in der Lage ist, Wafer individuell zwischen den Verarbeitungsmodulen **34** und zu und von einer Vielzahl von Ladeschleusen-Stationen, vorzugsweise zwei oder drei, zu bewegen und welche eine erste Ladeschleusen-Station **37a**, bei welcher Wafer in das HVBE **31** von dem AFE **32** geladen werden, und eine zweite Ladeschleusen-Station **37b** aufweisen, bei welcher Wafer von dem HVBE **31** entladen und zurück zu dem AFE **32** geladen werden. Das HVBE **31** einschließlich der Transferkammer **33** und der Verarbeitungskammer **34** weist ein Hochvakuum während des Betriebs des Verarbeitungsgerätes **30** auf, während das AFE **32** Luft oder ein anderes Gas wie beispielsweise ein trockenes Inert-Gas bei einem Raum- oder einem Atmosphärendruckpegel aufweist. Die Verarbeitungskammern **34** kommunizieren jeweils mit der Transferkammer **33** durch ein Schlitzventil bzw. eine Schlitzklappe **38**, welche sich in einer horizontalen Ebene des Transferarmes **35** erstreckt und durch welche der Arm **35** die Wafer individuell in und aus die/der Verarbeitungskammer **34** von und zu der Transferkammer **33** bewegt.

[0034] Das AFE **32** weist eine Vielzahl von Trägerauflagestationen **40** auf, welche jeweils dazu in der Lage sind, einen Träger **25** zu stützen bzw. aufzunehmen, welcher keine separat entfernbaren Kassetten wie gemäß [Fig. 2](#) illustriert aufweist. Die Anzahl der Trägerstationen beträgt vorzugsweise zwei oder drei, wobei zwei derartige Stationen **40a** und **40b** veranschaulicht sind. Die Trägerstationen **40** nehmen entweder eine Charge von Wafern in einem vertikalen Regal bzw. Ständer oder Träger vorzugsweise in Form von entweder 300 Millimeter Träger **25** oder den herkömmlichen offenen Wafer-Kassetten auf, welche üblicherweise in dem VCE gemäß [Fig. 1](#) verwendet werden. Das AFE **32** weist ebenfalls eine Wafer-Ausrichtstation **41** und einen Wafer-Transport-Vorrichtungroboter vorzugsweise in Form eines ausziehbaren Wafer-Transferarmes **42** gemäß einer kommerziell erhältlichen Bauart auf, welche auf einer vertikalen Achse **43** schwenkbar ist. Der Arm **42** transferiert individuelle Wafer zu und von den Trä-

gern **25** an den Trägerstationen **40a**, **40b** zu und von der Ausrichtstation **41** und zu und von den Ladeschleusen-Stationen **37a** und **37b**. Die Ausrichtstation **41** ist mit einem Wafer-Ausrichter gemäß einem der Vielzahl von kommerziell erhältlichen Typen, wie beispielsweise ein optischer Ausrichter, ausgestattet, welcher die Wafer auf dem Arm **42** orientiert und jegliche außermittige Distanzen misst, so dass der Maschinencontroller jegliche derartige außermittige Distanzen mit kompensierenden Transferarmbewegungen kompensieren kann. Das AFE **32** ist mit einem Blechgehäuse **39** vorgesehen, welches den Transferarm **32**, die Ausrichtstation **41** und die atmosphärische Seite der Ladeschleusen-Stationen **37a** und **37b** umgibt. In dem Gehäuse **39** sind eine Vielzahl von Öffnungen **44** vorgesehen, wobei jeweils eine für die Trägerstationen **40a**, **40b** vorgesehen ist. Die Öffnungen **44** sind derart geformt, um ein Platzieren des vorderen Bereichs des Trägers **25** in eine derartige Position zu erlauben, dass sie im Wesentlichen die Öffnungen mit den Türen **27** bedecken, welche den Öffnungen gegenüber liegen oder davor stehen, so dass die Wafer innerhalb eines Trägers **25** durch den Transferarm **42** zugänglich sind, wenn eine Trägertür **27** offen ist.

[0035] In dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel des Gerätes **30** wird zumindest eine Trägerladestation **70** in der Reinraumumgebung des Anwenders vorgesehen. Die Station **70** weist eine Plattform oder Wagen (nicht gezeigt) auf, welche angeordnet sind, um einen Träger entsprechend von und zu einem Operator oder einer Roboterträger-Handhabungsvorrichtung zum Laden und Entladen von Wafern zu und von dem Gerät **30** zu positionieren. Die Plattform oder der Wagen der Ladestation **70** sollte Trägerhandhabungseigenschaften aufweisen, welches eine automatische Bewegung eines Trägers **25** zwischen der Ladestation **70** und einer der Trägerstationen **40a**, **40b** ermöglicht.

[0036] Bei jeder Ladestation **37** wird eine individuell betreibbare Einzel-Wafer-Ladeschleuse **45** vorgesehen, welche Teil einer horizontalen Wand des HVBE **31** ist und in eine obere oder untere horizontale Wand des HVBE eingebaut ist. Die Ladeschleusen **45** erlauben einen Durchgang von individuellen Wafern von der atmosphärischen Umgebung AFE **32** zu einer Hochvakuumumgebung des HVBE **31**, während eine Isolation zwischen den beiden Atmosphären aufrecht erhalten wird. Jede der Ladeschleusen **45** ist mit einer Tieftemperaturpumpe (cryogenic pump) **46** versehen, welche zum Abpumpen der Ladeschleusen auf einem relativ guten Hochvakuumdrucklevel betrieben werden kann, aber nicht notwendigerweise auf dem Pegel des HVBE **31**. Das Abpumpen findet mit einer abgedichteten Ladeschleuse **45** ([Fig. 4](#)) um einen Wafer statt, welcher von dem HVBE **31** zu dem AFE **32** bewegt wird. Die Ladeschleusen **45** werden ebenfalls mit einer Belüftungsventilstruktur **39** vorge-

sehen, welche dazu betrieben werden kann, die Ladeschleuse **45** bei einer kontrollierten Rate auf den Atmosphärendruck durch Einfügen eines Gases, welches einen Typen darstellen kann, welcher in dem AFE **32** vorhanden ist, zu belüften, wenn die Ladeschleuse **45** um einen von dem AFE **32** zu dem HVBE bewegten Wafer abgedichtet ist.

[0037] Die Ladeschleusen **45** umgeben eine abdichtbare Ladeschleusen-Kammer **47**, welche ein Volumen aufweist, welches auf das Notwendige beschränkt ist, um einen Wafer auf einer Wafer-Transferauflage **48** aufzunehmen, was detaillierter in [Fig. 4](#) veranschaulicht ist. Jede Ladeschleuse **45** ist an einer Öffnung **50** in einer Wand **51**, beispielsweise die horizontale obere Wand zwischen der Transferkammer **33** und dem AFE **32**, angeordnet. Jede Ladeschleuse **45** ist mit einer vertikal bewegbaren nach unten gerichteten tassenförmigen Kammer-Abdeckung **52** vorgesehen, welche nach unten gegen die obere Wand **51** der Transferkammer **33** bewegt wird. Die Abdeckung **52** wird mit einer ringförmigen Dichtung **55** um den Umfang des unteren Randes vorgesehen, um die Ladeschleusen-Kammer **45** von der Atmosphärendruckumgebung innerhalb des AFE **32** durch selektive Abwärtsaktivierung der Abdeckung **52** abzudichten. Die Abdichtung **52** wird nach oben bewegt, um einen Transfer eines Wafers auf oder aus der Ladeschleuse **45** durch den AFE Transferarm **42** zu erlauben.

[0038] Auf ähnliche Weise wird auf der Unterseite der Wand **51** unterhalb der Öffnung **50** ein vertikal bewegbarer Wafer-Fahrstuhl **56** vorgesehen, welcher die Wafer-Auflage **48** in einer nach oben gerichteten Orientierung und ein nach oben gerichtetes tassenförmiges Gehäuse **57** aufweist. Das Gehäuse **57** wird mit einer ringförmigen Dichtung **58** um den Umfang der oberen Kante vorgesehen, um die Ladeschleusen-Kammer von der Niederdruckumgebung innerhalb des HVBE **31** durch die selektive aufwärts gerichtete Aktivierung des Gehäuses **57** abzudichten. Das Gehäuse **57** wird nach oben bewegt, um einen Transfer eines Wafers in oder aus der Ladeschleuse **45** durch den HVBE Transferarm **35** zu ermöglichen. Die Wafer-Auflage **48** weist vorzugsweise ein Array von Hebestiften **59** auf, welche synchron abwärts und aufwärts bewegt werden können, um einen Wafer von und zu der Oberfläche der Auflage **48** zu bewegen. Normalerweise sind die Stifte **59** in einer erhöhten Position angeordnet, um eine Übergabe eines Wafers zwischen den Transferarmen **35** und **42** und der Auflage **48** zu vereinfachen. Für eine derartige Übergabe verschieben die Transferarme **35** und **42** einen gegriffenen Wafer vertikal zwischen einer durch die Spitzen der erhöhten Stifte definierten Ebene und einer geringfügig höheren horizontalen Ebene, in welche der Wafer horizontal in und aus der Ladeschleusen-Kammer **47** bewegt wird. In den veranschaulichten Zwei-Wege-Ladeschleusen werden die

Stifte **59** aus einem Hochtemperatur-toleranten Material wie beispielsweise einem Metall hergestellt. Wenn eine Ladeschleuse eine dedizierte Eingangs-Ladeschleuse darstellt, dann müssen die Stifte die Eigenschaft des Absenken eines Wafers auf eine Kühlplattform nicht aufweisen und können somit feste Stifte bzw. Pins auf der Auflage **48** darstellen. Die Stifte in einer dedizierten Eingangs-Ladeschleuse müssen nicht aus einem Wärme-toleranten Material bestehen und werden somit vorzugsweise aus einem Material mit hoher Reibung hergestellt, welches einen schnelleren Betrieb der Plattform ohne Bewegung des darauf angeordneten Wafers erlaubt.

[0039] Beim Betrieb der Ladeschleuse **45** in einem Ladeprozess (d.h. ein Prozess, welcher einen Wafer in den HVBE **31** zum weiteren Transfer und zur Verarbeitung in der Vakuumumgebung bewegt) vor einem Transfer eines Wafers von dem AFE **32** in die Ladeschleusen-Station **37** zum Transfer in die HVBE **31** wird die Ladeschleuse auf die Atmosphäre des AFE **32** belüftet worden sein und die Abdeckung **52** wird angehoben sein, so dass sich die Ladeschleuse **45** zum Inneren der AFE-Kammer **32** gemäß [Fig. 4](#) öffnet. In diesem Zustand wird das Gehäuse **57** angehoben worden sein, um die Ladeschleuse **45** von der Hochvakuumatmosphäre des HVBE **31** abzudichten. Mit angehobenen bzw. erhöhten Stiften **59** erstreckt sich der AFE-Transferarm **42** zum Zentrum eines Wafers **60** in der Ladeschleusen-Kammer **47** in der horizontalen Ebene des Transferarms **42** über den Ebenen der Spitzen der angehobenen Stifte **59** und der oberen Wand **51** der Transferkammer **33**. Wenn ein Wafer **60** gemäß [Fig. 4A](#) in der Ladeschleusen-Kammer **47** zentriert wird, wird der Arm geringfügig hinsichtlich der Auflage **48** abgesenkt, um einen Wafer **60** auf die Stifte **59** abzulegen. Gemäß [Fig. 4B](#) wird der Arm dann zurückgezogen und die Abdeckung **52** wird entsprechend abgesenkt und das kleine Volumen der Kammer **47** wird unter Verwendung der Pumpe **46** abgepumpt. Wenn der Abpumpzyklus vollständig ist, wird die untere Aufzugseinheit **57** in das Hochvakuum der Transferkammer **33** abgesenkt, wo der Wafer **60** durch die Bewegung des HVBE Transferarms **35** mit dem Wafer **60** in Eingriff kommt und durch das Hochheben des Wafers **60** von den Stiften **59** gemäß [Fig. 4C](#) entfernt wird.

[0040] Die Umkehr des oben beschriebenen Ladeprozesses erlaubt es, einen vollständigen Wafer **60** in seinen ursprünglichen Ort in der AFE **32** zurückzubringen. Der Betrieb der Ladeschleuse **45** in einem Entladeprozess (d.h. ein Prozess, bei welchem ein Wafer aus dem HVBE **31** nach Verarbeitung in der Vakuumumgebung einer Verarbeitungskammer **34** und in den AFE **32** zum Zurückgeben an einen Wafer **25** bewegt wird), beginnt mit einem Abpumpen der Ladeschleuse **45** auf den Vakuumdruck der Transferkammer **33**, die Abdeckung **52** wird abgesenkt, um die Ladeschleusen-Kammer **47** von der Atmosphäre-

numgebung des AFE 32 abzudichten, und das Gehäuse 57 wird abgesenkt, um die Ladeschleuse 45 im Inneren der Transferkammer 33 des HVBE 31 abzusenken. Mit den erhöhten Stiften 59 erstreckt sich der HVBE-Transferarm 35 zum Zentrum des Wafers 60 in der Ladeschleusen-Kammer 47 in die horizontale Ebene des Transferarms 35, wie in [Fig. 4C](#) veranschaulicht ist. Dann senkt sich der Arm 35 leicht ab, um den Wafer 60 auf den Spitzen der Stifte 59 abzulegen, wonach der Wafer 60 von dem Arm 35 freigegeben wird, und der Arm 35 wird aus der Ladeschleusen-Kammer 47 zurückgezogen. Der Aufzug 56 wird dann angehoben, bis das Gehäuse 57 die Ladeschleusen-Kammer 47 von der Vakuumatmosphäre der Transferkammer 33 abdichtet, wie in [Fig. 4B](#) veranschaulicht. Dann wird das kleine Volumen der Kammer 47 durch einen gesteuerten Betrieb des Ventils bzw. der Klappe 39 auf die Atmosphärenumgebung des AFE 32 belüftet. Wenn der Belüftungszyklus beendet ist, wird die Abdeckung 52 angehoben, und der Wafer 60 wird durch die Bewegung des AFE-Transferarms 42 unter dem Wafer gemäß [Fig. 4A](#) und durch das Anheben des Wafers 60 von den Stiften 59 durch den Transferarm 42 gemäß [Fig. 4A](#) entfernt.

[0041] Es ist wünschenswert, eine Kühlung eines Wafers 60 nach einer Verarbeitung in dem HVBE 31 und vor einer Aussetzung des Wafers 60 an eine Normalatmosphäre vorzusehen. Dieses Bedürfnis kann durch lediglich eine Ladeschleusen-Station, wie beispielsweise Station 37b, vorgesehen werden. Vorzugsweise sind jedoch zumindest zwei oder alle der Ladeschleusen 47 mit der Kühlmöglichkeit ausgestattet, so dass jede Ladeschleusen-Station für Ausgangs-Wafer zum Optimieren des Durchsatzes verwendet werden kann. Die Ladeschleusen 45 werden mit einer derartigen Wafer-Kühlmöglichkeit vorgesehen, welche während der Zeit erfolgt, welche zum Belüften der Ausgabe-Ladeschleuse an der Station 37b benötigt wird, so dass keine Durchsatzeinschränkung aufgrund der Kühlung vorhanden ist. Um dies zu erreichen, stellt die untere Oberfläche der Auflage 48 in dem Aufzug 56 eine Wasser-gekühlte Wafer-Auflagenplatte dar. Diese Platte wird mit drei oder mehr kleinen erhöhten Bereichen 66 vorgesehen, welche tatsächlich als Auflage des Wafers 60 dienen, wenn die Stifte 59, welche den Wafer gehalten haben, in die Auflage 48 abgesenkt werden. Die Höhe der erhöhten Bereiche wird ausgewählt, um einen Wärmetransfer durch direkte Leitungen zu vermeiden und um somit die Abkühlrate zu verlangsamen und somit unerwünschte Wafer-Wölbungen zu vermeiden, welche ansonsten auftreten können, da keine physische Arretierung des Wafers vorgesehen wird. Eine Druckkontrolle zum Regulieren der Abkühlrate wird vermieden, da diese das Ziel beeinträchtigen würde, in der Lage zu sein, die Ladeschleuse in einem Zeitrahmen zu belüften, der den Wafer-Durchsatz maximiert.

[0042] Die Verwendung von Einzelwafer-Ladeschleusen 45 in Kombination mit Chargenträgern 25 erlaubt eine Reduktion des Gesamtvolumens und der gesamten exponierten Oberfläche auf einem kleinen Teil von dem, was in einer Ladeschleuse vorgefunden wird, welches dazu ausgestaltet ist, eine volle Kassette von Wafern gemäß [Fig. 1](#) aufzunehmen. Die Verwendung von Einzelwafer-Ladeschleusen anstatt von Vollkassetten-Ladeschleusen reduziert die Zeit signifikant, welche zum Bewegen von kleinen Chargen von Wafern, wie beispielsweise Qualifikations-Wafer (qualification wafer), in und aus dem Gerät 30 benötigt wird. Während der Belüftungs- und Abpumpsequenzen erlaubt eine Einzelwafer-Ladeschleuse 45 die Verwendung von Kontaminations-Verhinderungsmerkmalen gemäß US 5,205,051 und US 5,237,756, um die Kontamination aufgrund einer Partikel- oder Feuchtigkeitskondensation zu reduzieren.

[0043] Das Beladen der Maschine 30 kann durch einen Bediener erfolgen, aber es wird vorzugsweise durch einen Roboter durchgeführt, welcher einen Träger 25, welcher mit einer Vielzahl von unverarbeiteten Wafern wie beispielsweise einer Vollstandard-Charge von dreizehn oder fünfundzwanzig 300 mm Wafern beladen ist, in eine Position an der Ladestation 70 des AFE 32 platziert, wie gemäß [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) illustriert. Dann bewegt ein Transfermechanismus (nicht gezeigt, aber durch die Pfeile 71 dargestellt) den Träger 25 von der Ladestation 70 an eine der Trägerstationen 40, wie beispielsweise die Station 40a, wobei die Tür des Trägers 25 abgeschlossen ist und der Achse des AFE-Transferarms 42 durch eine der Öffnungen 44 zugewandt ist. Derart positioniert wird der Träger 25 durch einen Verschluss- und Öffnungsmechanismus 72 innerhalb des AFE gegriffen bzw. kommt in Eingriff, welches mechanisch mit dem Träger 25 wechselwirkt, um die Tür 27 automatisch zu entriegeln. Dann bewegt der Mechanismus 72 die Trägertür 27 von dem Träger 25 weg und dann abwärts, wodurch der Träger 25 geöffnet wird und einen ausgewählten Wafer an den Transferarm 42 aussetzt. In diesem Zustand besetzt der Träger 25 eine der Öffnungen 44 in der Wand 74 in dem AFE 32, um das Innere des AFE 32 von der Reinraumumgebung lose zu isolieren, um dadurch eine Entspannung des Reinraumstandards zu erlauben und ferner eine teilweise Isolation innerhalb des AFE 32 vorzusehen. Der Arm 42 positioniert vorzugsweise vertikal neben der niedrigsten Position des Trägers 25, so dass der unterste Wafer in dem Träger 25 als erstes durch den Wafer-Transferarm 42 zum Transfer aufgenommen wird. Somit werden Partikel auf dem Träger 25, welche durch Entfernen eines Wafers von dem Träger 25 entfernt werden, nicht auf die nach oben gerichtete Oberfläche eines unverarbeiteten Wafers fallen, wo sie Defekte während der Verarbeitung hervorrufen können.

[0044] Wenn der Arm **42** richtig neben dem Träger **25** zum Entfernen des ersten Wafers, vorzugsweise von dem Boden der Charge der Wafer in dem Träger **25**, positioniert ist, nimmt der Transferarm **42** den Wafer von dem Träger **25** auf, bewegt ihn durch die Ausrichtstation **42**, wo jede außermittige Distanz des Wafers gemessen wird und der Wafer richtig auf dem Transferarm **42** orientiert wird. Der Arm **42** deponiert den Wafer dann in einer Ladeschleuse wie beispielsweise die Ladeschleuse **37a**, wodurch die gemessene außermittige Distanz kompensiert wird. Sobald sich der Wafer in der Ladeschleuse befindet, wird der Wafer von dem AFE **32** in das HVBE **31** wie oben beschrieben bewegt. Der Arm **42** wird vertikal indiziert, um ihn in Ausrichtung mit dem folgenden untersten Wafer zu bringen, welcher bei der nächsten Rückkehr des Transportarms **42** an die Trägerstation **40a** aufzunehmen ist.

[0045] Nachdem ein Wafer von der Ladeschleuse **45** an der Ladeschleusen-Station **37a** entfernt wurde und durch die Verarbeitungsstationen **34** durch den Transferarm **35** der Transferkammer **33** durchlaufen wird, platziert der Arm **35** den Wafer vorzugsweise in einer Ladeschleuse **45**, welche bereits zu der Kammer **33** offen ist, welche der Wafer wie oben beschrieben durchläuft. Nach Durchlaufen durch die Ladeschleuse **45** wird der Wafer durch den AFE Transferarm **42** vorzugsweise zurück zu der gleichen Position in demselben Träger **25** bewegt, von dem der Wafer entfernt wurde, beispielsweise zurück zu dem Träger **25** an der Trägerstation **40a**. Durch Bewegen von einer Ladeschleusen-Station **37** zu einem Träger **25** wird die Ausrichtstation üblicherweise umgangen. Mit dem Ausrichter in dem Front-End wird eine Wafer-Wieder-Ausrichtung vor dem Einsetzen in den Träger soweit erwünscht erlaubt, ohne die Verarbeitung des Back-Ends in dem HVBE **31** zu beeinträchtigen. Die Ausgangswafer-Ausrichtungsmöglichkeit kann wünschenswert sein, wenn ein Wafer während des Kühlzyklusses und des Ladeschleusen-Belüftungszyklusses bis zu einem Punkt fehlausgerichtet ist, wo er an der Innenseite der Wände des Wafer-Trägers **25** schleifen kann, welches Partikelprobleme erhöhen kann. Wenn alle Wafer in dem Träger **25** an der Trägerstation **40** bearbeitet wurden, wird die Tür **27** an dem Träger **25** verschlossen, und der Verschließ- und Öffnungsmechanismus **72** wird gelöst. Dann wird der Träger **25** zu der Ladestation **70** bewegt, von welcher er durch einen Bediener oder einen Roboter entfernt werden kann.

[0046] Während des Ladens und Entladens von Wafers in und von einem Träger **25** an einer Trägerstation **40** kann ein Träger **25** von der anderen Station **40** entfernt werden und mit einem weiteren Träger **25** von Wafers ersetzt werden, um den HVBE **31** zu durchlaufen. Während dieser und aller Operationen innerhalb der AFE-Kammer wird ein Kreuzpartikel-Kontaminationsrisiko durch einen laminaren

Fluss von gefilterter Luft reduziert, welche vorzugsweise horizontal in einer Queransicht in dem AFE **32** bewegt wird. Jede Struktur, welche diagrammatisch als ein Gebläse **75** und ein Filter **76** dargestellt wird, welche dazu geeignet ist, einen oben beschriebenen laminaren Fluss zu produzieren, welches Ergebnisse liefert, die für den Fachmann zufriedenstellend sind, kann verwendet werden.

[0047] Der oben beschriebene Front-End-Aufbau erlaubt auf einfache Art und Weise eine Verwendung dritter Wafer-Trägerstationen **40**, wenn nötig beispielsweise an der durch den Wafer-Ausrichter besetzten Position, welcher umgestellt werden kann.

[0048] Vorteile des bevorzugten Aufbaus der Ladeschleusen **45** werden am effektivsten durch Aufbau der Ladeschleusen **45** mit einem Volumen realisiert, welches so klein wie möglich ist und vorzugsweise nicht mehr als 6 Liter und vorzugsweise lediglich 4,5 Liter beträgt. Das Volumen der Ladeschleusen-Kammer **47** ist in den [Fig. 4](#) bis [Fig. 4c](#) vergrößert bzw. übertrieben dargestellt, da die untere Oberfläche der Kammerbedeckung **52** derart ausgestaltet sein kann, um innerhalb von 20 bis 30 Tausende eines Inches (1 Inch = 2,54 cm) von einem Wafer zu liegen, welcher auf den Stiften aufliegt, wenn sie erhöht sind.

[0049] Auf ähnliche Art und Weise ist die Höhe der Stifte **59** in ihren erhöhten Positionen ebenfalls in den Figuren vergrößert bzw. übertrieben dargestellt und sie müssen lediglich hoch genug sein, um einen Transfer von und zu den Transferarmen zu erlauben und einen Abstand mit den erhöhten Oberflächen **66** während des Transfers zu erlauben. Die Kammer **47** ist vorzugsweise flach und rund oder zumindest annähernd rund, um das nicht benötigte Volumen zu minimieren und um somit ein Abpumpen und Belüften mit höherer Geschwindigkeit einfacher zu erreichen. Eine vertikale Transferrichtung der Ladeschleuse **45** in einem bevorzugten Über- und Unteraufbau führt zusätzlich zu einer robusteren Schleusenstruktur mit einem geringen Volumen. Mit einem derartigen Aufbau kann die Schleuse maschinell in eine Strukturwand des HVBE **31** bearbeitet werden, so dass die Montage und Verbindung der Vakuumpumpen an die Ladeschleusen **45** mit einer minimalen Vibration erhalten wird. Durch Vermeiden von Zeit und Raum verbrauchenden Prozessen in den Ladeschleusen **45**, wie beispielsweise Vorheizen und Entgaseprozesse wird, ermöglicht, dass der Durchsatz der Ladeschleusen nicht begrenzend wirkt. Die Über/Unterversion sieht eine niedrige Vibration vor, während eine kleine Anschlussfläche aufrecht erhalten wird.

[0050] Eine einzelne Ladestation **70** gemäß [Fig. 3](#) erleichtert die Entwicklung und die Verwendung eines Trägerliefersystems basierend auf einer Spur durch den Anwender, mit welchem die Träger **25** geliefert und von der Ladestation **70** entfernt werden.

Eine oder mehrere Pufferpositionen **78** können entlang des durch die Pfeile **71** veranschaulichten Pfads vorgesehen werden, in welchem ein oder mehrere Träger **25** wie beispielsweise eingehende Träger mit unverarbeiteten Wafern temporär geparkt werden. Dies vereinfacht den Austausch der Träger **25** zwischen der Maschine **10** und einem einzelnen Trägerhandhaber an der Station **70**. Beispielsweise mit einem Träger **25** an jeder der Stationen **40a** und **40b** kann ein Träger **25** von unverarbeiteten Wafern an die Ladestation **70** geliefert werden, dann zur Station **40a** bewegt werden, wo es an einer Position entlang der bogenförmigen Pfeile **71** nach rechts an der Station **70** in der Figur geparkt werden kann. Dann kann der Träger **25** von der Station **40b** zu der Station **70** transferiert werden, wo er durch den Roboter entfernt wird, wonach der eingehende Träger, welcher links von der Station **70** geparkt ist, an den Platz **40b** transferiert werden kann. Andere Kombinationen von Bewegungen können mit zusätzlichen Pufferstationen **78** vorgesehen werden.

Patentansprüche

1. Hochvakuum-Waferverarbeitungsvorrichtung (**30**), mit

- einer Mehrzahl von Vakuumverarbeitungskammern (**34**), welche einen Anschluss (**38**) zum Laden und Entladen von einzelnen Wafern aufweisen, wobei die Anschlüsse (**38**) jeder Verarbeitungskammer auf einer gemeinsamen ersten horizontalen Ebene angeordnet sind,
- einer Hochvakuum-Transferkammer (**33**) mit einer Mehrzahl von Anschlüssen, die in der ersten horizontalen Ebene angeordnet sind und mit den Anschlüssen (**38**) der Verarbeitungskammern (**34**) kommunizieren können,
- einem atmosphärischen Front-End (**32**), welches sich an die Hochvakuumdurchgangskammer anschließt und einen Abschnitt einer horizontalen Trennwand (**51**) aufweist, welche es von der Hochvakuum-Transferkammer trennt, und mindestens einem Carrier-Lade- und -entladetor (**44**), wobei mindestens ein Abschnitt des atmosphärischen Front-Ends (**32**) vertikal von mindestens einem Abschnitt der Hochvakuum-Transferkammer beabstandet ist,
- mindestens einer Einzelwafer-Ladearretierstation (**37**), die an einer horizontal ausgerichteten Öffnung (**50**) in dem Abschnitt der horizontalen Trennwand angeordnet ist, wobei die mindestens eine Einzelwafer-Ladearretierstation (**37**) einen vakuumseitigen Verschluss (**57**), welcher selektiv positionierbar und mit der Trennwand (**51**) auf der Seite der Transferkammer an der Öffnung (**50**) abdichtbar ist, und einen atmosphärischen Verschluss (**52**) aufweist, der selektiv positionierbar und mit der Trennwand (**51**) auf der Seite des atmosphärischen Front-End bei der Öffnung abdichtbar ist,

wobei die Verschlüsse (**52**, **57**), wenn sie derart gegen die Trennwand positioniert sind, eine Ladearretierkammer (**47**) zwischen einander bilden, wobei die Verschlüsse (**52**, **57**) der mindestens einen Einzelwafer-Ladearretierstation (**37**) voneinander beabstandet und vertikal miteinander ausgerichtet sind, wobei der vakuumseitige Verschluss zwischen der oberen dichten Verschlussposition gegen die Trennwand und einer Position innerhalb der Vakuum-Transferkammer verfahrbar ist, wobei die Ladearretierstation (**37**) weiter ein vertikal verfahrbares Wafer-Auflageelement (**48**) aufweist, welches eine Waferauflagefläche (**59**) aufweist, die vertikal verfahrbar ist zwischen einer atmosphärischen Transferposition in dem atmosphärischen Front-End (**32**), wenn der vakuumseitige Verschluss in der abdichtbaren Position ist, und einer Vakuumtransferposition in der ersten horizontalen Ebene, wenn der vakuumseitige Verschluss in der Position innerhalb der Vakuum-Transferkammer ist,

- mindestens einer Carrier-Station (**40**) in dem atmosphärischen Front-End (**32**), welche ausgestaltet ist, um dort einen Multiwafer-Carrier (**25**) aufzunehmen,
- einem Transferarm (**35**) in der Hochvakuum-Transferkammer (**33**), welcher ein Einzelwafer-Koppelement aufweist, welches in der ersten horizontalen Ebene zwischen jeder der Verarbeitungskammern (**34**) und der Vakuumtransferposition der Ladearretierstation (**37**) hin und her verfahrbar ist, und
- einer Wafer-Transfervorrichtung (**42**) in dem atmosphärischen Front-End (**32**), welches zwischen dem Träger (**25**) und der atmosphärischen Transferposition der Ladearretierstation (**37**) in einer zweiten horizontalen Ebene, welche vertikal von der ersten horizontalen Ebene beabstandet ist, verfahrbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, ferner mit: einer Wafer-Ausrichtestation (**41**) in dem atmosphärischen Front-End (**32**), wobei die mindestens eine Wafer-Transfervorrichtung (**42**) ebenfalls zu und von der Wafer-Ausrichtestation (**41**) verfahrbar ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, in welcher eine Mehrzahl von Ladearretierstationen vorgesehen ist und welche ferner eine Wafer-Kühlvorrichtung (**48**) in mindestens einer der Ladearretierstationen (**37**) aufweist, die derart angeordnet ist, dass während der Lüftung der Ladearretierkammer (**47**), die von den Verschlüssen (**52**, **57**) der Ladearretierstation (**37**) gebildet wird, ein Wärmestrom von dem Wafer (**60**) zu dem Kühler (**48**) bewirkt wird.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, in welcher die mindestens eine Ladearretierstation (**37**) eine nach oben gerichtete Wafer-Auflagefläche (**48**) aufweist, welche die Wafer-Kühlvorrichtung aufweist, und die Wafer-Auflage einen Satz von mindestens drei Hebe-

stiften (66) mit einer angehobenen Position aufweist, bei welcher der Wafer (60) für die Übergabe zwischen der Auflage (48) und dem Transferarm (35) oder der Transfervorrichtung (42) angeordnet ist, und mit einer abgesenkten Position, in welcher der Wafer (60) mit der Auflagefläche (48) in Kontakt steht.

5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Carrier (25) eine Mehrzahl von Wafer-Aufbewahrungspositionen aufweist, die in einem vertikalen Stapel vertikal beabstandet angeordnet sind und die Carrier-Stationen (40) jede einen Carrier-Aufzug beinhalten, welcher einsetzbar ist, um eine aus der Mehrzahl von Wafer-Aufbewahrungspositionen ausgewählte Wafer-Aufbewahrungsposition in die zweite horizontale Ebene zu verfahren.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Carrier (25) eine Mehrzahl von Wafer-Aufbewahrungspositionen aufweist, welche in einem vertikalen Stapel vertikal beabstandet angeordnet sind, wobei die Transfervorrichtung (42) vertikal zwischen der zweiten horizontalen Ebene und der Ebene einer selektierten Aufbewahrungsposition aus den Aufbewahrungspositionen verfahrbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Ladearettierkammer (47) der Einzelwafer-Ladearettierstation (37), wenn sie gebildet wird, ein evakuierbares Volumen aufweist, welches wesentlich geringer ist als das Volumen, welches benötigt wird, um einen Multiwafer-Carrier aufzunehmen.

8. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung ein Hochvakuum-Back-End (31) aufweist, welches die Mehrzahl von Vakuumverarbeitungskammern (34) und die Hochvakuumtransferkammer (33) beinhaltet, die von Wänden (51) begrenzt wird, welche die Vakuum-Umgebung innerhalb des Back-End (31) von der äußeren Umgebung trennen.

9. Verfahren zum Überführen von Wafern in die Wafer-Verarbeitungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit den folgenden Schritten:
 – Anordnen eines ersten Multi-Wafer-Carriers (25) in Kommunikation mit einer sauberen, atmosphärischen Umgebung angrenzend an die Wafer-Transfervorrichtung (42), die in dem atmosphärischen Front-End (32) der Vorrichtung angeordnet ist;
 – sodann Überführen eines ersten einzelnen Wafers in eine horizontale Ausrichtung mit der Transfervorrichtung (42) von dem ersten Carrier (25) und horizontales Verfahren des ersten Wafers in eine erste der mindestens einen Single-Wafer-Ladearettierstationen (37a), wobei die erste Ladearettierstation (37a) als innenseitige Ladearettierstation (37a) arbeitet und ihren vakuumseitigen Verschluss (57) in der abgedichteten Position nach oben gegen die Trenn-

wand (51) aufweist,

– Anordnen des atmosphärischen Verschlusses (52) in der abgedichteten Position an der Trennwand (51) derart, dass eine erste Ladearettierkammer (47) mit dem darin befindlichen Wafer zwischen den Verschlüssen (52, 57) gebildet wird, die gegenüber der atmosphärischen Umgebung und der Hochvakuumumgebung abgedichtet ist,

– sodann Auspumpen der ersten Ladearettierkammer (47) auf ein Vakuumdruckniveau;

– sodann Öffnen des vakuumseitigen Verschlusses (57) und vertikales Verfahren des ersten Wafers in eine horizontale Ausrichtung zu der Vakuumtransferposition innerhalb der Transferkammer (33);

– sodann Überführen des vertikal verfahrenen ersten Wafers in eine horizontale Ausrichtung mit dem Transferarm (35), der in der Transferkammer (33) angeordnet ist und

– Ablegen des ersten in eine horizontale Ausrichtung überführten Wafers in eine der Vakuumverarbeitungskammern (34), wenn die Kommunikation mit der Hochvakuumkammer (33) besteht;

– sodann Entfernen des ersten Wafers mit dem Transferarm (35) aus der Vakuumverarbeitungskammer (34), wenn Kommunikation mit der Hochvakuum-Umgebung besteht und

– Überführen des ersten in einer horizontalen Ausrichtung befindlichen Wafers zu der ersten oder zweiten Einzel-Wafer-Ladearettierstation (37a, b), welche als außenseitige Ladearettierstation arbeitet und den atmosphärischen Verschluss (52) in der abgedichteten Position gegen die Trennwand (51) aufweist;
 – sodann vertikales Verfahren des ersten überführten Wafers in eine horizontale Ausrichtung und

– Anordnen des vakuumseitigen Verschlusses (57) in abgedichteter Position an der Trennwand (51), wodurch eine nach außen gerichtete Ladearettierkammer (57) mit dem darin befindlichen Wafer zwischen den Verschlüssen (52, 57) gebildet wird, welche gegenüber der atmosphärischen Umgebung und der Hochvakuum-Umgebung abgedichtet ist;

– sodann Entlüften der nach außen gerichteten Ladearettierkammer (47) auf das Druckniveau des atmosphärischen Front-Ends (32);

– sodann Öffnen des atmosphärischen Verschlusses (52); und

– sodann Überführen des ersten Wafers in eine horizontale Ausrichtung von der außenseitigen Ladearettierstation (37a, b) zu dem Carrier (25).

10. Verfahren nach Anspruch 9, ferner mit den folgenden Schritten:

gleichzeitig mit dem Abpumpschritt der ersten Ladearettierkammer, Überführen eines zweiten einzelnen Wafers in eine horizontale Ausrichtung mit der Transfervorrichtung (42) zwischen dem Carrier (25), und der zweiten Ladearettierstation (37), wobei die zweite Ladearettierstation (37) als innenseitige Ladearettierstation (37) betrieben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9, ferner mit den folgenden Schritten:

gleichzeitig mit dem Abpumpschritt der ersten Lade-arretierkammer: Überführen eines zweiten einzelnen Wafers mit der Transfervorrichtung (42) zwischen dem ersten Carrier (25) und der zweiten Lade-arretierstation (37), wobei die zweite Lade-arretierstation als innenseitige Lade-arretierstation betrieben wird; und mit dem Transferarm (35), der in der Transferkammer (33) angeordnet ist, Überführen eines dritten Wafers durch die Transferkammer (33) aus der einen Vakuumverarbeitungs-kammer (34) zu einer anderen Vakuumverarbeitungs-kammer.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei der Entlüftungsschritt der außenseitigen Lade-arretierkammer den Schritt des aktiven Kühlens des Wafers in der außenseitigen Lade-arretierstation (37) umfasst.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, ferner mit den Schritten:

wenn die erste und die zweite Lade-arretierkammer (47) gebildet werden, Verfahren eines Wafers mit der Transfervorrichtung (42) in die atmosphärische Umgebung und Verfahren eines Wafers mit dem Transferarm (35) in die Hochvakuum-Umgebung.

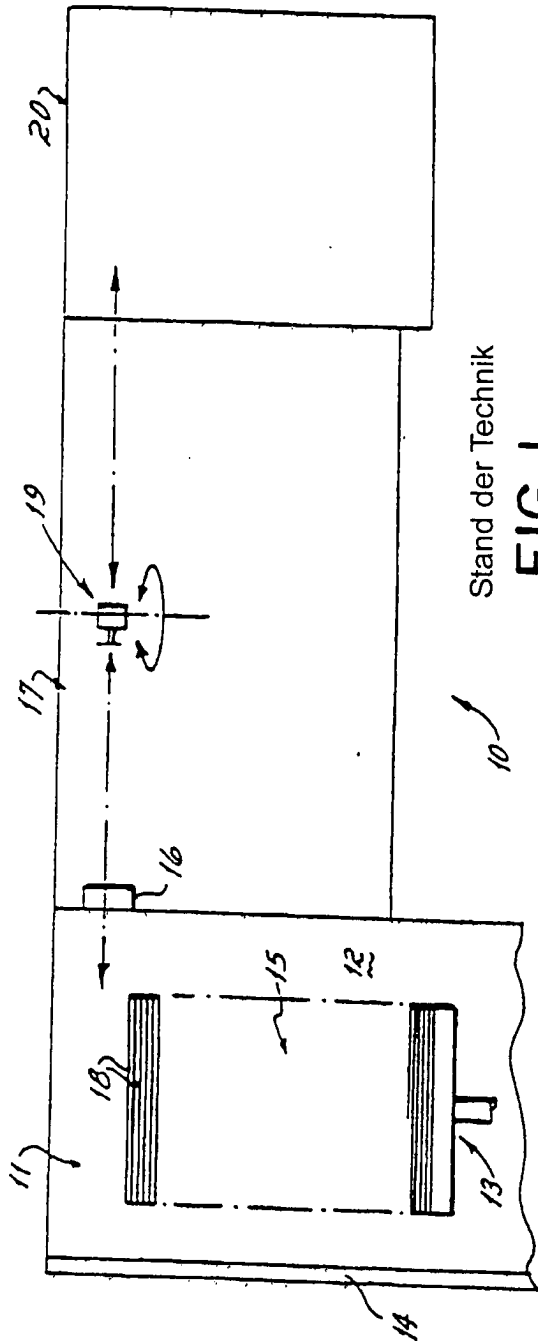
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, ferner mit den Schritten:

Entfernen des ersten Carriers (25) aus der Nähe der Transfervorrichtung (42) in die atmosphärische Umgebung und Ersetzen desselben mit einem zweiten Multi-Wafer-Carrier (25), in dem der zweite Carrier in der Nähe der Transfervorrichtung (42) angeordnet wird, während Wafer aus einem dritten Carrier zu und von den Lade-arretierstationen mittels der Transfervorrichtung überführt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, wobei der Schritt des Überführens des ersten einzelnen Wafers aus dem ersten Carrier (25) und zu der ersten Einzel-Wafer-Lade-arretierstation (37) den Schritt des Überführens des Wafers in eine horizontale Ausrichtung zu und von der Ausrichtungsstation (41) in die atmosphärische Umgebung umfasst.

16. Verfahren zum Herstellen eines Halbleiter-Wafers, welches die Schritte des Verfahrens des Überführens von Wafern nach einem der Ansprüche 9 bis 15 und weiter die Schritte des Verarbeitens des Wafers in der Verarbeitungskammer umfasst.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



Stand der Technik

FIG. 1

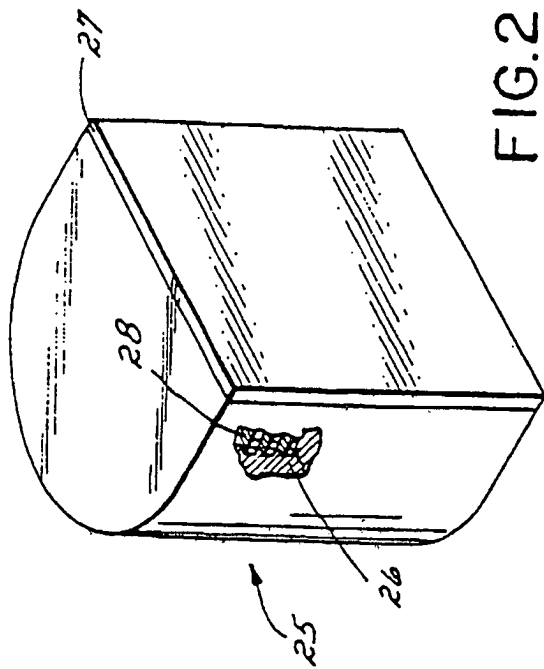


FIG. 2

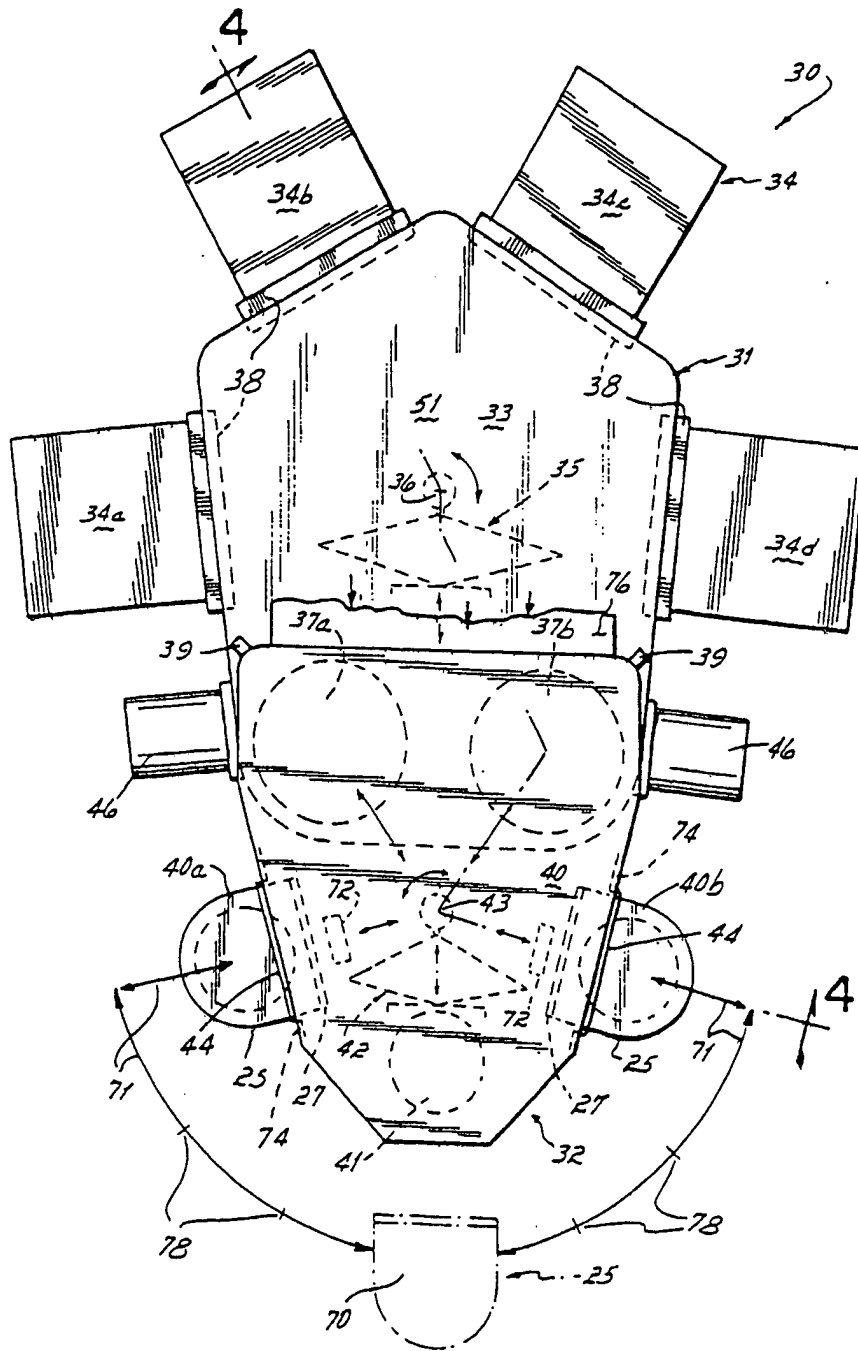


FIG. 3

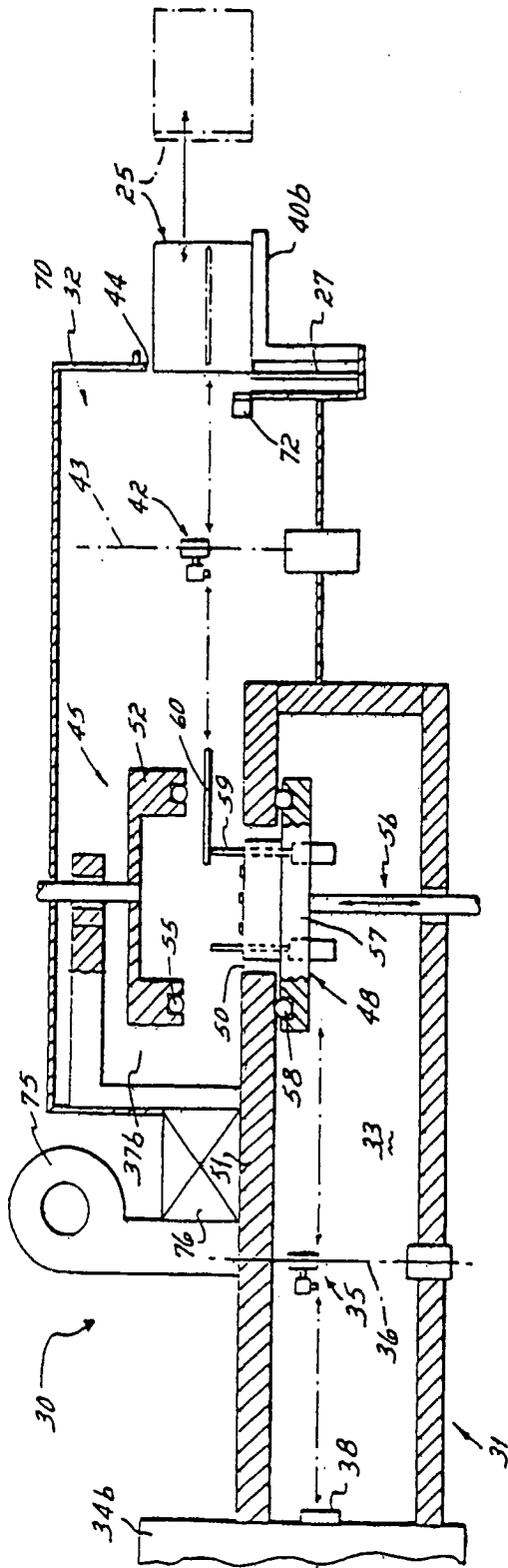


FIG. 4

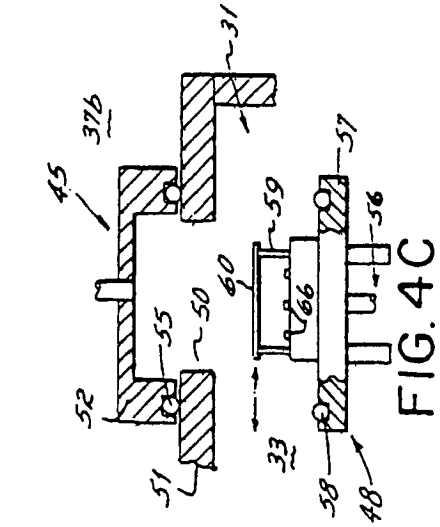


FIG. 4C

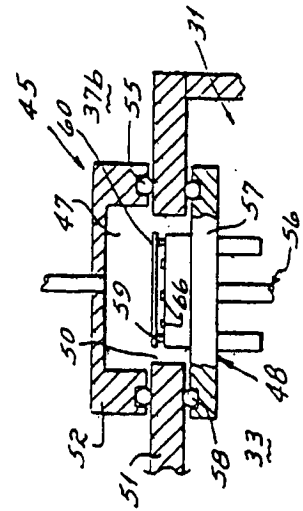


FIG. 4B

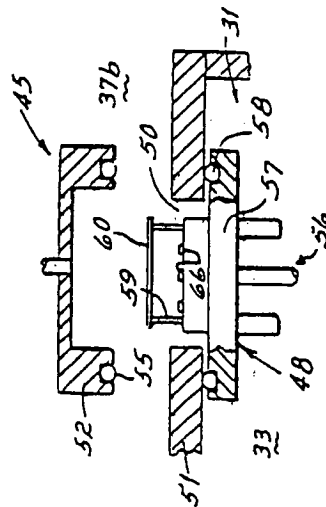


FIG. 4A