



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 64 175 B4** 2004.02.12

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 64 175.3**
(22) Anmeldetag: **27.12.2001**
(43) Offenlegungstag: **10.07.2003**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **12.02.2004**

(51) Int Cl.7: **H01L 21/18**
F24F 7/00, B65D 85/30, B65G 49/07

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

(74) Vertreter:
**Epping Hermann Fischer,
Patentanwaltsgesellschaft mbH, 80339 München**

(72) Erfinder:
**Lederer, Kay, 01109 Dresden, DE; Hornig, Steffen,
01454 Radeberg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 36 37 880 C2
DE 199 32 735 A1
US 57 88 567
US 57 52 796
US 51 45 303

(54) Bezeichnung: **Prozeßgerät mit zwei Raumeinheiten und einer die zwei Raumeinheiten verbindenden dritten Raumeinheit mit jeweils einer gegenüber der Umgebung verminderten Dichte kontaminierter Teilchen und Verfahren zum Betrieb des Prozeßgerätes**

(57) Hauptanspruch: Prozeßgerät (2) mit einer ersten (21), zweiten (22) und dritten (23) Raumeinheit mit jeweils einer gegenüber der Umgebung des Prozeßgerätes verminderten Dichte kontaminierender Teilchen, wobei

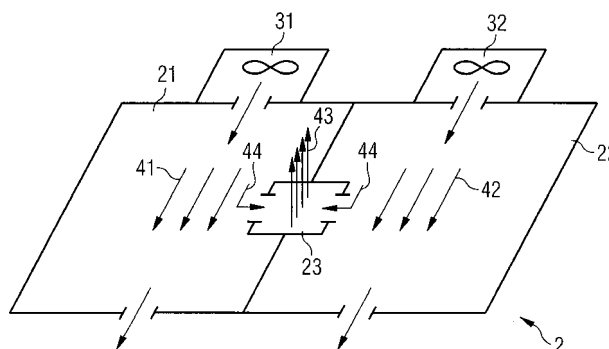
a) die erste, zweite und dritte Raumeinheit (21, 22, 23) jeweils eine Vorrichtung (31, 32, 33) zur Reduzierung der Dichte kontaminierender Teilchen umfaßt,

b) die Vorrichtungen (31, 32, 33) jeweils einen laminaren Luftstrom (41, 42, 43) mit einer ersten Strömungsgeschwindigkeit in der ersten Raumeinheit (21), einer zweiten Strömungsgeschwindigkeit in der zweiten Raumeinheit (22) und einer dritten Strömungsgeschwindigkeit in der dritten Raumeinheit (23) bilden,

c) die dritte Raumeinheit (23) zwischen der ersten (21) und zweiten Raumeinheit (22) angeordnet ist und zur Übergabe wenigstens einer Halbleiterscheibe wenigstens eine erste (24) und zweite Öffnung (25) zu der ersten (21) und zweiten Raumeinheit (22) besitzt,

d) der erste laminare Luftstrom (41) der ersten Raumeinheit (21) und der zweite laminare Luftstrom (42) der zweiten Raumeinheit (22) parallel zueinander und im wesentlichen parallel jeweils zu den Flächen der Öffnungen (24, 25) gerichtet sind,

e) die in der dritten Raumeinheit (23) vorgesehene Vorrichtung (33) zur Reduzierung der Dichte kontaminierender Teilchen einen Luftenlaßschlitz (51) und einen Luftauslaßschlitz (52) umfaßt, womit der dritte laminare Luftstrom (43) der dritten Raumeinheit (23) so gebildet wird, dass er im wesentlichen senkrecht zu dem ersten (41) und dem zweiten Luftstrom (42) gerichtet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung von zwei Raumeinheiten und einer die zwei Raumeinheiten verbindenden dritten Raumeinheit mit jeweils einer gegenüber der Umgebung verminderten Dichte kontaminierender Teilchen in einem Prozeßgerät zur Verarbeitung wenigstens einer Halbleiterscheibe, sowie ein Verfahren zum Betrieb des Prozeßgerätes.

[0002] Solche Anordnungen sind aus Halbleiterfertigungsstätten, welche erhöhten Anforderungen an die Reinraumbedingungen in den Hallen unterliegen, bekannt. Sowohl die Halle selbst wie auch die einzelnen Prozeßgeräte unterliegen dabei strikten Spezifikationen bezüglich der Einhaltung von Temperatur, Humidität, Luftdruck, Luft-Strömungsgeschwindigkeit, Dichte kontaminierender Teilchen etc.. Typische Reinraumanlagensysteme umfassen daher Sensoren zur Messung der entsprechenden Parameter, welche in einem Regelkreislauf ihre Daten den entsprechenden Lüftungs-, Kühl- oder Heizungs- und Umwälzsystemen zur Verfügung stellen. Die zulässigen Variationsbereiche für die jeweiligen Parameter sind dabei zumeist sehr eng.

[0003] Mit den abnehmenden Strukturgrößen auf den Halbleiterscheiben, etwa Wafern, wird auch das Spektrum von Größen kontaminierender Teilchen, welche zu einer Schädigung der integrierten Schaltung auf der Scheibe führen können, immer ausgehnter. Unter kontaminierenden Teilchen werden in diesem Dokument aber nicht nur makroskopische Teilchen verstanden, welche sich aus der Luft auf eine integrierte Schaltung auf der Halbleiterscheibe niedersetzen können, sondern auch chemische Substanzen wie Lösungen, Amine oder andere reaktive Substanzen. Diese können die oftmals mit empfindlichen Schichten belegten Scheiben angreifen und damit die Oberfläche chemisch verändern. Beispielsweise können in lithografischen Belichtungsgeräten die durch Belichtung von einem Säurebildner freigesetzten Säuren die empfindliche Resist-Oberfläche noch unbelichteter, nachfolgender Halbleiterscheiben angreifen und damit die Fotoaktivität des Resists nachteilhaft abschwächen. Andererseits kann dadurch auch die Objektivlinse angegriffen werden, welches zu einer Linsendegradation führen kann, so daß die Linse entweder öfter gereinigt werden muß – mit dem Ergebnis einer geringeren Produktivität, oder daß durch eine kürzere Lebensdauer die Linsen nach kürzeren Abständen ausgewechselt werden müssen mit dem Ergebnis höherer Produktionskosten.

[0004] In dem genannten Beispiel besteht die Ursache in der Kontamination innerhalb einer kontaminationsreduzierten Raumeinheit eines lithografischen Belichtungsgeräts selbst. Bei gerade einem solchen Gerät ist es aber gewöhnlich das Ziel, den Grad an Kontamination, d. h. die Dichte kontaminierender Teilchen in der Raumeinheit, im Vergleich zu den um-

gebenden Einheiten besonders gering zu halten. Für den genannten Fall kann daher ein effektiver Schutz nur in einer besonders geeigneten Anlage zur Erzeugung des sogenannten Mini-Environments in der genannten Raumeinheit bestehen.

[0005] Ein typisches Problem stellt hingegen die Kontaminationsquelle in den die besonders empfindliche Raumeinheit des Belichtungsgerätes umgebenden Raumeinheiten des sogenannten Lithographischen Tracks / der lithographischen Spur dar. Auf automatisierten Transportstrecken durchlaufen die Halbleiterscheiben verschiedene Stationen wie Hot Plate, Cool Plate, Belackung, Pre-Bake etc.. Dabei wirkt einerseits der mechanische Abrieb der Transportsysteme verunreinigend, andererseits aber auch die Prozessierung der Substratoberfläche als Kontaminationsquelle. Viele dieser Stationen besitzen eigene Raumeinheiten mit eigenen Vorrichtungen zur Reduzierung der Dichte kontaminierender Teilchen, d. h. Anlagen zur Erhaltung eines jeweiligen Mini-Environments. Naturgemäß ist in diesem Beispiel die Anforderung an die kontaminationsreduzierte Raumeinheit des Belichtungsgeräts bezüglich der Reinraumparameter am höchsten.

[0006] Für die Übergabe einer Halbleiterscheibe von einer Raumeinheit zur nächsten ist eine direkte Öffnung zwischen den Raumeinheiten notwendig. Um die differenzierten Bedingungen dennoch einhalten zu können, wird zusätzlich dafür gesorgt, daß in der Raumeinheit mit den gerade empfindlicheren Bedingungen – z.B. einem Belichtungsgerät – ein geringfügig größerer Druck vorliegt als in der benachbarten Raumeinheit, z.B. einer Raumeinheit des Lithographischen Tracks / der lithographischen Spur im oben genannten Beispiel. Unter dieser Voraussetzung führt ein minimaler Luftstrom durch die Öffnung aus der jeweils empfindlicheren Raumeinheit heraus, so daß keine neuen kontaminierenden Teilchen eindringen können.

[0007] Die Reinraumbedingungen in den kontaminationsreduzierten Raumeinheiten werden unter anderem auch durch die Maßnahme der Erzeugung einer laminaren Strömung gewährleistet. Die Vorrichtung zur Reduzierung der Dichte kontaminierender Teilchen besitzt dafür ein geeignetes Lüftungssystem, welches eine geeignete Strömung mit einer Strömungsgeschwindigkeit erzeugt, welche hinreichend niedrig ist, z. B. 0,3 m/s, so daß keine Turbulenzen entstehen. Einmal entstandene kontaminierende Teilchen driften dadurch mit dem Strom von einer Lufteinlaßöffnung in Richtung auf eine Luftauslaßöffnung und werden dort gefiltert oder anderweitig entsorgt. Wichtig ist dabei, daß die Luftströmung im wesentlichen parallel zur Öffnungsfläche der zu der benachbarten Raumeinheit führenden Öffnung gerichtet ist. Es findet daher zwischen den Raumeinheiten nicht unmittelbar durch die laminare Strömung ein Luftaustausch statt, sondern nur ein minimaler Luftstrom, welcher aus dem Druckausgleich resultiert. Durch die daher nur minimal erlaubten Druckunter-

schiede zwischen den beiden Raumeinheiten kann nun aber das Problem auftreten, daß durch plötzliche Druckänderungen oder Luftbewegungen – etwa beim Transport eines Wafers in der Nähe der Öffnung – der Luftstrom in die umgekehrte Richtung gelenkt werden kann. Dadurch gelangen kontaminierende Teilchen in die empfindlichere der beiden Raumeinheiten.

Stand der Technik

[0008] In der Druckschrift DE 199 32 735 A1 wird eine Anordnung von drei kontaminationsreduzierten Raumeinheiten vorgeschlagen, bei der in einer als Waferprozeßgebiet fungierenden mittleren Raumeinheit, bei der es sich insbesondere auch um eine Belichtungskammer für Halbleiterwafer handeln kann, ein im Vergleich zu den umgebenden und mit der mittleren Raumeinheit durch Öffnungen verbundenen Raumeinheiten erhöhter Druck durch Zuführen einer Menge reiner Luft eingestellt und gesteuert wird. Bei den verbundenen Raumeinheiten handelt es sich um ein Servicegebiet des Reinraums auf der einen und um ein Wafertransfergebiet zum Be- und Entladen des Prozeßgebietes auf der anderen Seite. Von den drei Raumeinheiten wird nur das Servicegebiet mit einem laminaren Luftstrom versorgt. Durch den Überdruck in der mittleren Raumeinheit, dem Prozeßgebiet, werden kontaminierende Teilchen aus dieser empfindlicheren Raumeinheit in die verbundenen Raumeinheiten transferiert und im Falle des Servicegebietes über den nur dort vorhandenen laminaren Luftstrom abtransportiert.

[0009] In der Druckschrift DE 36 37 880 C2 ist ein transportierbares Behältnis zur Handhabung von Halbleiterwafern beschrieben, welches eine Übergabeöffnung zum Austausch von Wafern mit einem weiteren Behältnis, beispielsweise einem Prozeßgerät oder einem begehbaren Reinraum, aufweist. Der im Falle einer Übergabe die Übergabeöffnungen der Behältnisse umgebende Bereich wird vor kontaminierenden Teilchen geschützt, indem innerhalb beider Behältnisse zueinander parallele laminare Luftströme unter einem im Vergleich zur Umgebung höheren Luftdruck erzeugt werden.

Aufgabenstellung

[0010] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Anordnung und ein verbessertes Verfahren zum Betrieb einer Anordnung bereitzustellen, welche eine geringere Dichte kontaminierender Teilchen in einer empfindlicheren von zwei Raumeinheiten in einem Prozeßgerät für die Halbleiterfertigung auf vorteilhafte Weise gewährleistet.

[0011] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Prozeßgerät mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum Betrieb des Prozeßgerätes gemäß Anspruch 6.

[0012] Erfindungsgemäß wird die dem Stand der

Technik gemäße direkte Öffnung zwischen der ersten und der zweiten Raumeinheit durch eine jeweils mit Öffnungen zu der ersten und zweiten Raumeinheit versehenen dritten Raumeinheit ersetzt. Sie ist mit einer eigenen Vorrichtung zur Reduzierung der Dichte kontaminierender Teilchen versehen, welche durch Erzeugung eines entsprechenden Luftstroms für die dritte Raumeinheit eigene Parameter der Reinraumbedingungen einstellen kann, insbesondere der Strömungsgeschwindigkeit. Die durch geeignetes Anbringen der Vorrichtung bestimmte Richtung der Strömung ist im wesentlichen parallel zu der jeweils durch die erste und zweite Öffnung zu den benachbarten Raumeinheiten gebildeten Fläche. Im Unterschied zu der dem Stand der Technik gemäßen parallelen Ausrichtung benachbarter laminarer Strömungen benachbarter Raumeinheiten ist die Strömungsrichtung in der dritten Raumeinheit senkrecht zu den ersten und zweiten Luftströmen der benachbarten Raumeinheiten ausgerichtet.

[0013] Der Vorteil der Erfindung wird durch das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb des erfindungsgemäßen Prozeßgerätes besonders deutlich. In den drei benachbarten Raumeinheiten werden jeweils die Drücke gemessen, wonach der dritte Druck jeweils mit dem ersten und zweiten Druck verglichen wird. Das Ergebnis dieses Vergleichs dient als Input für die Vorrichtung zur Reduzierung kontaminierender Teilchen in der dritten Raumeinheit, welche zur Erzielung eines niedrigeren Druckes die Strömungsgeschwindigkeit der laminaren Strömung infolge der gemessenen Druckunterschiede neu anpaßt. Gemäß der Bernoulli-Gleichung

$$\frac{1}{2} v_{\text{Luft}}^2 + P + \rho gh = \text{const}$$

wobei v_{Luft} die Luftströmungsgeschwindigkeit, g die Erdbeschleunigung und P der isotrope, statische Luftdruck ist, verringert sich der Druck, wenn die Strömungsgeschwindigkeit erhöht wird und umgekehrt, d. h. der Gesamtdruck setzt sich zusammen aus dem durch die Strömungsgeschwindigkeit gegebenen dynamischen Druck und dem durch die thermischen Eigenschaften der Luft gegebenen statischen Druck sowie einem hier vernachlässigbaren barometrischem Term. Erfindungsgemäß wird also durch die Einstellung einer entsprechenden Strömungsgeschwindigkeit durch die Vorrichtung zur Reduzierung kontaminierender Teilchen ein im Verhältnis zu den umgebenden Raumeinheiten geringfügiger Unterdruck erzeugt.

[0014] Dies führt auf vorteilhafte Weise dazu, daß kontaminierende Teilchen aus der ersten Raumeinheit und kontaminierende Teilchen aus der zweiten Raumeinheit in die dritte Raumeinheit gelangen können, aber nicht umgekehrt. Über die laminare Strömung in der dritten Raumeinheit werden die kontaminierenden Teilchen, welche über die minimale Luftströmung, welche keine Turbulenzen erzeugt, in der

dritten Raumeinheit aufgenommen und zum darin vorhandenen Luftauslaßschlitz geführt, um dort herausgefiltert zu werden. Insbesondere ist dadurch ein Übergang kontaminierender Teilchen von der ersten in die zweite Raumeinheit erheblich erschwert. Somit wird eine vorteilhafte Reduzierung der Dichte kontaminierender Teilchen besonders in einer gegenüber kontaminierenden Teilchen empfindlichen Raumeinheit im Vergleich zu der anderen Raumeinheit erreicht.

[0015] In einer weiteren Ausgestaltung ist die dritte Strömungsgeschwindigkeit geringfügig größer als die erste und zweite Strömungsgeschwindigkeit derart, daß im Bereich der ersten und der zweiten Öffnung durch die sich zwischen der ersten und dritten Raumeinheit und zwischen der zweiten und dritten Raumeinheit einstellende Druckdifferenz keine Turbulenzen entstehen.

[0016] In einer weiteren Ausgestaltung ist eine Vorrichtung zur Übergabe einer Halbleiterscheibe von der ersten über die dritte in die zweite Raumeinheit derart konfiguriert, daß die flache Oberfläche der Halbleiterscheibe gerade bei der Übergabe innerhalb der dritten Raumeinheit längs des laminaren Luftstroms in der dritten Raumeinheit angeordnet ist. Einerseits werden dadurch Turbulenzen an den Kanten der Scheibe minimiert, andererseits führt der längs der Oberfläche entlanglaufende Luftstrom zu einem möglichen Entfernen von an der Oberfläche angelagerten kontaminierenden Teilchen.

[0017] Der laminare Luftstrom in der dritten Raumeinheit ist vorzugsweise schmal und exakt fokussiert, wobei die dritte Raumeinheit vorzugsweise eine im Vergleich zu der ersten und zweiten Raumeinheit geringe Ausdehnung besitzt.

[0018] In einer vorzugsweisen Ausgestaltung wird die dritte Raumeinheit als Zwischenpuffer für auf die Prozessierung in der benachbarten Raumeinheit wartende Halbleiterscheiben verwendet. Der Vorteil ist, daß während der Pufferung von der Scheibenoberfläche abplatzende Teilchen sofort entfernt werden und nicht weiter in die Raumeinheiten für die weitere Prozessierung gelangen. Insbesondere abkühlende Halbleiterscheiben nach einem Hitze-prozeß können dabei als Kontaminationsquelle verantwortlich sein.

[0019] In einer weiteren Ausgestaltung sind die erste und die zweite Öffnung in der dritten Raumeinheit gegenüberliegend angeordnet. Einerseits vereinfacht diese Anordnung den Transport einer Scheibe von der ersten in die zweite Raumeinheit durch die dritte Raumeinheit hindurch, andererseits ist bei dieser Anordnung die Erhaltung eines laminaren Luftstroms besser gewährleistet.

[0020] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist das Prozeßgerät ein Lithographie-Cluster / eine Lithographie-Gerätegruppe, wobei eine erste Raumeinheit Teil eines Lithographischen Tracks / einer Lithographischen Spur ist und eine zweite Raumeinheit Teil eines lithographischen Belichtungsgerä-

tes für flache Halbleiterscheiben ist. Bei solchen Prozeßgeräten bestehen einerseits besonders hohe absolute Anforderungen an die Reinraumbedingungen in der gegenüber kontaminierenden Teilchen empfindlichen Raumeinheit, dem Belichtungsgerät, andererseits sind hier die Unterschiede dieser Anforderungen zu den benachbarten Raumeinheiten besonders groß durch die zahlreichen chemischen und Wärmeprozesse in dem Lithographischen Track / der Lithographischen Spur.

Ausführungsbeispiel

[0021] Die Erfindung soll nun anhand eines Ausführungsbeispiels mit Hilfe einer Zeichnung näher erläutert werden. Darin zeigen:

[0022] **Fig. 1** zwei kontaminationsreduzierte Raumeinheiten, welche gemäß dem Stand der Technik durch eine Öffnung direkt miteinander verbunden sind,

[0023] **Fig. 2** zwei kontaminationsreduzierte Raumeinheiten, welche erfindungsgemäß über eine dritte Raumeinheit mit jeweils einer Öffnung miteinander verbunden sind,

[0024] **Fig. 3** in einer Schrägprojektion die Ausrichtung der laminaren Strömung in den drei erfindungsgemäßen Raumeinheiten,

[0025] **Fig. 4** die Ausrichtung der laminaren Strömung von einem Lufteinlaß- zu einem Luftauslaßschlitz in der dritten Raumeinheit ohne (a) und mit (b) Halbleiterscheibe in der dritten Raumeinheit,

[0026] **Fig. 5** das Ausführungsbeispiel eines Lithografie-Clusters / einer Lithographie-Gerätegruppe mit einer Anzahl von herkömmlichen Raumeinheiten sowie einer erfindungsgemäßen Raumeinheit als Schleuse zwischen zwei herkömmlichen Raumeinheiten.

[0027] In **Fig. 1** ist eine dem Stand der Technik gemäße Anordnung von zwei Raumeinheiten **11**, **12** in einem Prozeßgerät **2** gezeigt, welche eine Öffnung **13** zur Übergabe eines Halbleiterwafers **1** zwischen den Raumeinheiten aufweist. Die Raumeinheiten **11**, **12** sind räumlich abgeschlossen und besitzen eine gegenüber ihrer Umgebung verringerte Dichte kontaminierender Teilchen. Die Umgebung kann beispielsweise der Reinraumbereich einer Halbleiterfertigung sein. Spätestens mit Einführung der 300 mm-Technologien wurde dazu übergegangen, die Halbleiterwafer vorwiegend in Boxen aufzubewahren, sogenannten FOUPs (Front Opening Unified Pods), in denen selbst verminderte Teilchendichten gegenüber dem umgebenden Reinraum vorliegen. Vorzugsweise werden diese FOUPs direkt an die Prozeßgeräte angedockt und das Mini-Environment des FOUPs mit dem einer Raumeinheit **11** oder **12** des Prozeßgeräts **2** unmittelbar verbunden. Auf diese Weise können Halbleiterwafer **1** dem Prozeßgerät **2** direkt zugeführt werden. Es ist auch denkbar, daß der FOUP selbst eine Raumeinheit **11** oder **12** gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0028] In **Fig. 2** ist ein Prozeßgerät **2** mit einer erfindungsgemäßen Anordnung von zwei Raumeinheiten **21** und **22** sowie einer dritten Raumeinheit **23** gezeigt, welche anstelle der dem Stand der Technik gemäßen Öffnung **13** zwischen den beiden Raumeinheiten **21** und **22** angeordnet ist. Die Raumeinheit **23** besitzt zwei Öffnungen jeweils zur ersten Raumeinheit **21** und zur zweiten Raumeinheit **22**. Diese dienen zur Übergabe des Halbleiterwafers **1** von der ersten Raumeinheit **21** in die dritte **23** und von der dritten **23** in die zweite Raumeinheit **22**.

[0029] Die Funktion der Raumeinheiten **21** und **22** entspricht denen der Raumeinheiten **11** und **12** gemäß dem Stand der Technik: Sie dienen der Erhaltung eines Mini-Environments, d. h. eines Bereiches mit verminderter Dichte kontaminierender Teilchen, konstantem Druck und Temperatur etc., und stellen entweder Pufferbereiche für Halbleiterwafer **1**, Be- und Entladebereiche für Prozeßkammern oder Prozeßkammern selbst dar. Der Fall eines FOUPs oder ähnlich abgeschlossenen Waferbehälters als Raumeinheit **21**, **22** ist von der Erfindung mit eingeschlossen.

[0030] **Fig. 3** zeigt schematisch in schräger Draufsicht auf eine Fläche projiziert die Anordnung aus **Fig. 2**. Eingezeichnet sind hier mit einer Kennzeichnung durch Pfeile die Strömungsrichtungen der durch Vorrichtungen zur Reduzierung der Dichte kontaminierender Teilchen erzeugten laminaren Luftströmung **41**, **42**, **43**. Der durch die Vorrichtung **31** in der ersten Raumeinheit **21** erzeugte laminare Luftstrom **41** ist dabei parallel zu dem durch die Vorrichtung **32** in der Raumeinheit **22** erzeugte laminare Luftstrom **42**.

[0031] Die durch die in **Fig. 3** nicht gezeigte Vorrichtung **33** erzeugt einen laminaren Luftstrom **43**, welcher senkrecht zu den laminaren Luftströmen **41** und **42** der Raumeinheiten **21** und **22** ist. Alle drei laminaren Luftströme in den drei Raumeinheiten haben jedoch die Eigenschaft, parallel zu den Öffnungsflächen der Öffnungen **24** und **25** gerichtet zu sein, so daß die laminaren Luftströme gerade nicht durch die Öffnungen **24**, **25** durchtreten.

[0032] In der Raumeinheit **23** wird durch die Vorrichtung **33** die Geschwindigkeit der laminaren Strömung **43** derart größer als die Strömungsgeschwindigkeit der laminaren Strömungen **41** und **42** eingestellt, daß gemäß der Bernoulli-Gleichung der statische Druck in der Raumeinheit **23** geringer als in den umgebenden Raumeinheiten **21** und **22** ist. Dieser statische Druckunterschied ist jedoch so gering, daß an den Öffnungen **24** und **25** keine Turbulenzen entstehen. Hingegen zweigen aus der laminaren Strömung **41**, **42** zum Ausgleich des Druckunterschiedes minimale Luftströmungen **44** ab, welche durch die Öffnungen **24**, **25** in die dritte Raumeinheit **23** eintreten und dort von der laminaren Strömung **43** ohne Bildung von Turbulenzen mitgeführt werden.

[0033] **Fig. 4a** zeigt schematisch die dritte Raumeinheit **23** mit einem Lufteinlaßschlitz **51** und einem

Luftauslaßschlitz **52** für die durch die Vorrichtung zur Reduzierung der Dichte kontaminierender Teilchen erzeugte laminare Strömung **43**. Die erfindungsgemäße Handhabung des Transports eines Halbleiterwafers **1** in der dritten Raumeinheit **23** ist in **Fig. 4b** gezeigt. Die flache Halbleiterscheibe **1** wird so durch die laminare Strömung **43** der Raumeinheit **23** bewegt, daß sie der laminaren Strömung einen möglichst geringen Widerstand entgegenstellt. Erfindungsgemäß wird dies durch eine parallele Ausrichtung der Halbleiterscheibe zu der laminaren Strömung **43** ermöglicht. Die automatischen Handlingsysteme zur Übergabe des Wafers von der Raumeinheit **21** in die zweite Raumeinheit **22** sind dazu entsprechend justiert. Es ist auch möglich, daß die Handlingsysteme bei der Übergabe von der ersten Raumeinheit **21** in die dritte Raumeinheit **23** eine langsame Drehbewegung der Halbleiterscheibe durchführen, so daß zur Vermeidung von Turbulenzen die Scheibe ständig parallel zur laminaren Strömung **41** und **43** ausgerichtet ist.

[0034] In **Fig. 5** ist ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel für einen Lithographie-Cluster / eine Lithographie-Gerätegruppe gezeigt. Darin sind zu sehen eine Anordnung von fünf aufeinanderfolgenden Raumeinheiten **86**, **85**, **84**, **22'**, **21'**, welchen zusätzlich erfindungsgemäß die dritte Raumeinheit **23** zugeordnet ist. Zur Vermeidung von Turbulenzen sind die laminaren Strömungen in jeder dieser Raumeinheiten parallel gerichtet mit Ausnahme der laminaren Strömung **43** in Raumeinheit **23**, welche senkrecht aus der Zeichenebene der **Fig. 5** herausragt. Die Raumeinheit **21'** entspricht einem Belichtungsgerät für die optische Projektion eines Halbleiterwafers **1**. Hier gelten die höchsten Anforderungen an die Reinraumspezifikationen. Die Raumeinheiten **86**, **85**, **84**, **22'** sind Raumeinheiten des Lithographischen Tracks / der Lithographischen Spur, in welchen eine Prä- oder Postprozessierung vor oder nach der Belichtung eines Wafers in dem Belichtungsgerät **21'** durchgeführt wird, etwa die Belackung, diverse Bake-Schritte, Entwickler- oder Kühschritte etc.. Zwischen den Raumeinheiten befinden sich Öffnungen zur Übergabe des Halbleiterwafers zum nächsten Prozeßschritt.

[0035] Um den erhöhten Anforderungen an das Mini-Environment Rechnung zu tragen, ist die dritte Raumeinheit **23** zwischen der Raumeinheit **21'** und der Raumeinheit **22'** vorgesehen. Die im Vergleich zur Raumeinheit **21'** kontaminationsbehaftete Luftströmung in der Raumeinheit **22'** wird durch die erfindungsgemäße Anordnung der Raumeinheit **23** daran gehindert, bei geringen Luftdruckschwankungen oder bei Halbleiterwaferübergaben in die Raumeinheit **21'** zu gelangen.

[0036] In den Raumeinheiten **21'**, **22'** und **23** sind jeweils Sensoren für die Messung von Druck und Temperatur angebracht, welche die aktuell gemessenen Werte in einem Regelkreislauf an die jeweiligen Vorrichtungen zur Reduzierung der Dichte kontaminierender Teilchen **31**, **32**, **33** zurückmelden. Diese er-

halten jeweils konstante Reinraumbedingungen. Diese sind aber auch untereinander gekoppelt über Signalleitungen **100**, so daß die Vorrichtung **33** einen Vergleich der Drücke und Temperaturen zwischen der Raumeinheit **23** und den angrenzenden Raumeinheiten durchzuführen. Als Reaktion darauf kann die Vorrichtung **33** die laminare Strömung **43** derart anpassen, daß durch eine höhere Strömungsgeschwindigkeit ein vergleichsweise geringerer statischer Druck vorliegt.

[0037] Für die Raumeinheit **86** ist beispielhaft eine auf die Raumeinheit **23** übertragbare Ausgestaltung dargestellt. Die durch einen Luftauslaßschlitz austretende laminare Strömung **92** wird dabei in die umgebende Hallenbelüftung abgegeben. Ein anderer Teil der laminaren Strömung **93** wird jedoch recycelt und über ein Filtersystem wieder der Vorrichtung **91** zur Erzeugung der laminaren Luftströmung zugeführt.

[0038] In einer weiteren Ausgestaltung dient die Raumeinheit **23** als Pufferstation für das Belichtungsgerät mit der Raumeinheit **21'**. Dabei können sich auch mehrere Halbleiterwafer **1** gleichzeitig in der Raumeinheit **23** aufhalten. Die fokussierte Luftströmung quer zur Waferoberfläche sorgt hier für einen zusätzlichen Reinigungseffekt.

[0039] Beispielhafte Strömungsgeschwindigkeiten in der Raumeinheit **21'**, **22'** und **23** sind jeweils 0,3 m/s, die relative Humidität beträgt jeweils 40 %, die Temperatur im Lithographischen Track und der Raumeinheit **23** liegt bei 22 °C, im Belichtungsgerät bei 23 °C.

Bezugszeichenliste

1	Halbleiterscheibe, Wafer
2	Prozeßgerät
11	erste Raumeinheit, Stand der Technik
12	zweite Raumeinheit, Stand der Technik
13	Öffnung zur Übergabe einer Halbleiterscheibe
21	erste Raumeinheit
22	zweite Raumeinheit
23	dritte Raumeinheit
31	erste Vorrichtung zur Erzeugung verminderter Kontaminationsdichte
32	zweite Vorrichtung zur Erzeugung verminderter Kontaminationsdichte
33	dritte Vorrichtung zur Erzeugung verminderter Kontaminationsdichte
41	erste laminare Strömung
42	zweite laminare Strömung
43	dritte laminare Strömung
44	minimaler Luftstrom, nicht turbulent
51	Lufteinlaßschlitz
52	Luftauslaßschlitz
84, 85, 86	weitere Raumeinheiten
91	weitere Vorrichtung
92	Entsorgung von Luft im Reinraum
93	Wiederverwendung von Luft durch Filter
100	Verbindungen der Vorrichtungen für die Kontrolle der dritten laminaren Strömung

Patentansprüche

1. Prozeßgerät (**2**) mit einer ersten (**21**), zweiten (**22**) und dritten (**23**) Raumeinheit mit jeweils einer gegenüber der Umgebung des Prozeßgerätes verminderten Dichte kontaminierender Teilchen, wobei
 - a) die erste, zweite und dritte Raumeinheit (**21**, **22**, **23**) jeweils eine Vorrichtung (**31**, **32**, **33**) zur Reduzierung der Dichte kontaminierender Teilchen umfaßt,
 - b) die Vorrichtungen (**31**, **32**, **33**) jeweils einen laminaren Luftstrom (**41**, **42**, **43**) mit einer ersten Strömungsgeschwindigkeit in der ersten Raumeinheit (**21**), einer zweiten Strömungsgeschwindigkeit in der zweiten Raumeinheit (**22**) und einer dritten Strömungsgeschwindigkeit in der dritten Raumeinheit (**23**) bilden,
 - c) die dritte Raumeinheit (**23**) zwischen der ersten (**21**) und zweiten Raumeinheit (**22**) angeordnet ist und zur Übergabe wenigstens einer Halbleiterscheibe wenigstens eine erste (**24**) und zweite Öffnung (**25**) zu der ersten (**21**) und zweiten Raumeinheit (**22**) besitzt,

d) der erste laminare Luftstrom (41) der ersten Raumeinheit (21) und der zweite laminare Luftstrom (42) der zweiten Raumeinheit (22) parallel zueinander und im wesentlichen parallel jeweils zu den Flächen der Öffnungen (24, 25) gerichtet sind,
 e) die in der dritten Raumeinheit (23) vorgesehene Vorrichtung (33) zur Reduzierung der Dichte kontaminierender Teilchen einen Lufteinlaßschlitz (51) und einen Luftauslaßschlitz (52) umfaßt, womit der dritte laminare Luftstrom (43) der dritten Raumeinheit (23) so gebildet wird, dass er im wesentlichen senkrecht zu dem ersten (41) und dem zweiten Luftstrom (42) gerichtet ist.

2. Prozeßgerät (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es eine zur Übergabe der Halbleiterscheibe von der ersten (21) über die dritte (23) in die zweite Raumeinheit (22) geeignete Vorrichtung besitzt, wobei die Halbleiterscheibe (1) eine flache Oberfläche aufweist und die Vorrichtung derart eingestellt ist, daß die flache Oberfläche der Halbleiterscheibe (1) bei einer Übergabe innerhalb der dritten Raumeinheit (23) längs des dritten laminaren Luftstroms (43) angeordnet ist.

3. Prozeßgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste (24) und die zweite Öffnung (25) gegenüberliegend angeordnet sind.

4. Prozeßgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Lithographie-Gerätegruppe ist, die erste Raumeinheit (21') Teil einer Lithographischen Spur ist und die zweite Raumeinheit (22') Teil eines Belichtungsgerätes für flache Halbleiterscheiben (1) ist.

5. Verfahren zum Betrieb des Prozeßgerätes nach einem der Ansprüche 1 bis 4, umfassend:

- Erzeugen eines ersten laminaren Stroms (41) mit einer ersten Strömungsgeschwindigkeit durch die erste Vorrichtung (31) in der ersten Raumeinheit (21),
- Erzeugen eines zweiten laminaren Stroms (42) mit einer zweiten Strömungsgeschwindigkeit durch die zweite Vorrichtung (32) in der zweiten Raumeinheit (22),
- Erzeugen eines dritten laminaren Stroms (43) mit einer dritten Strömungsgeschwindigkeit durch die dritte Vorrichtung (33) in der dritten Raumeinheit (23) senkrecht zu dem ersten (41) und zweiten laminaren Strom (42).

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß

- ein erster Druck in der ersten Raumeinheit (21) gemessen wird,
- ein zweiter Druck in der zweiten Raumeinheit (22) gemessen wird,
- ein dritter Druck in der dritten Raumeinheit (23) gemessen wird,

- der dritte Druck mit dem zweiten und dem ersten Druck verglichen wird,
- die dritte Strömungsgeschwindigkeit des dritten laminaren Stromes (43) in der dritten Raumeinheit (23) infolge des Vergleiches adjustiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Strömungsgeschwindigkeit derart adjustiert wird, daß der dritte Druck niedriger als der erste und zweite Druck ist, so daß im Prozeßgerät (2) die dritte Strömungsgeschwindigkeit geringfügig größer als die erste Strömungsgeschwindigkeit ist, und geringfügig größer als die zweite Strömungsgeschwindigkeit ist derart, daß im Bereich der ersten (24) und der zweiten Öffnung (25) durch die sich zwischen der ersten (21) und dritten Raumeinheit (23) und zwischen der zweiten (22) und dritten Raumeinheit (23) einstellende Druckdifferenz keine Turbulenzen entstehen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

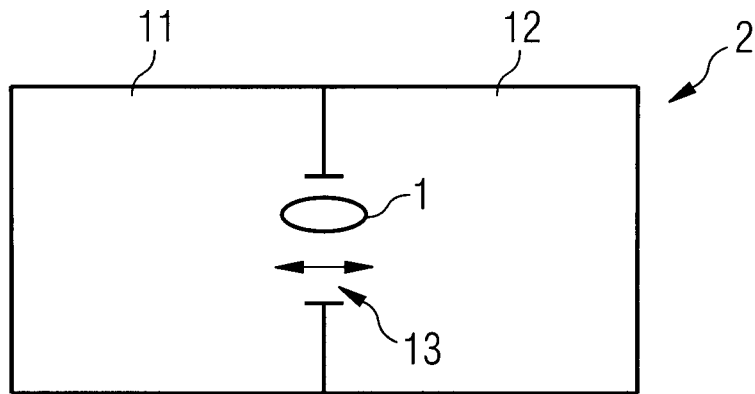


FIG 2

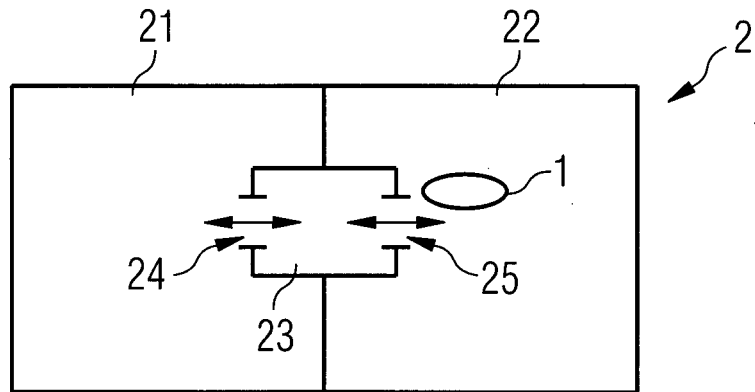


FIG 3

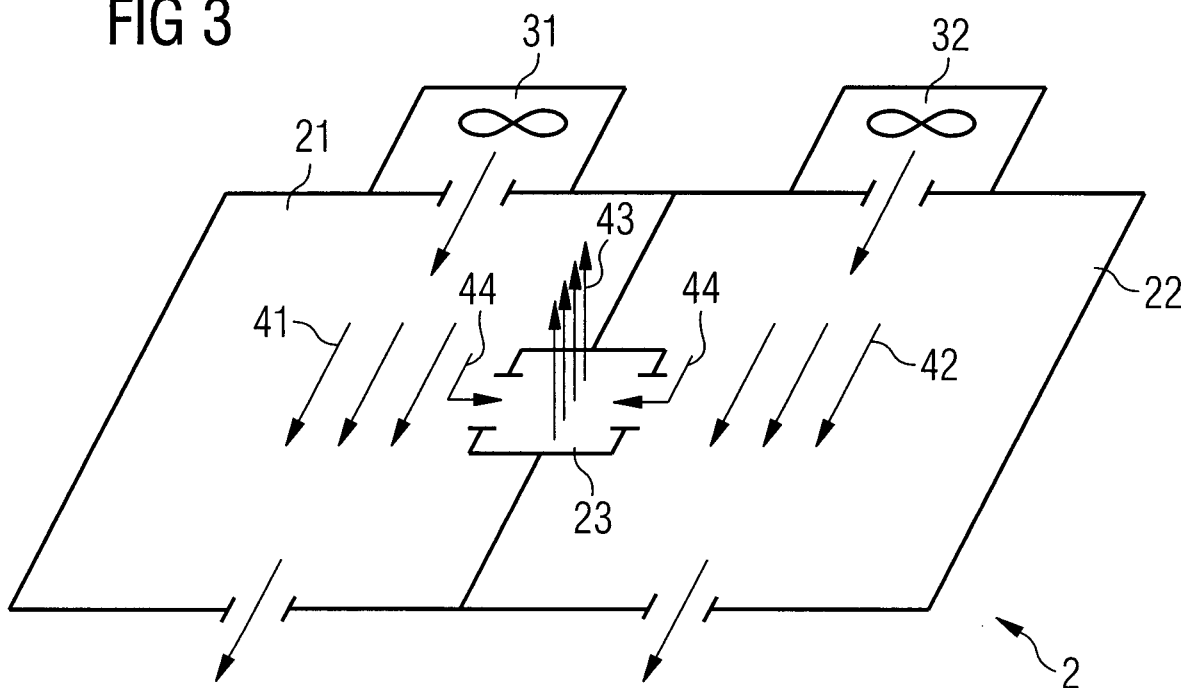


FIG 4A

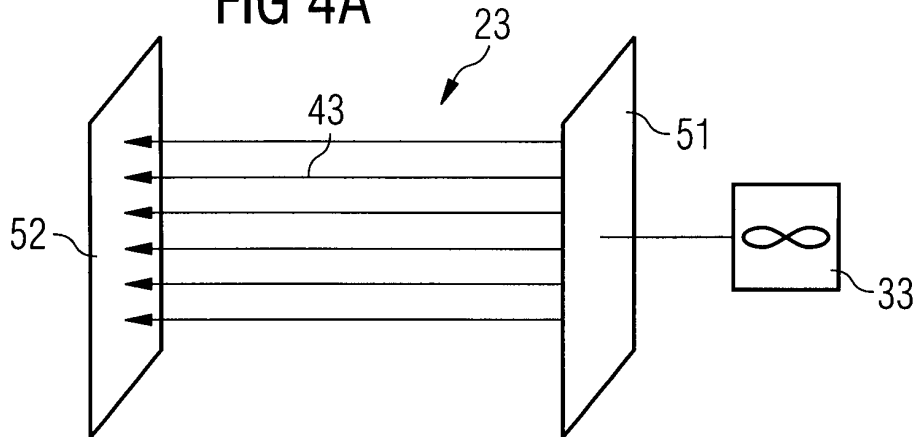


FIG 4B

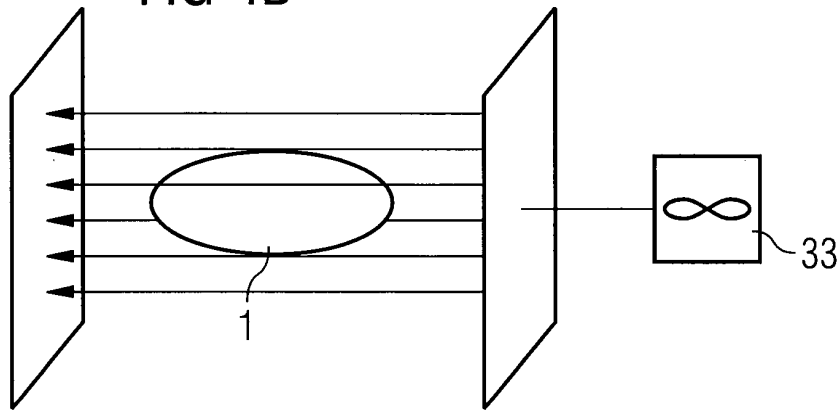


FIG 5

