(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 30 102 T2** 2005.08.11

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 846 790 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 30 102.8**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 120 886.3**
(96) Europäischer Anmeldetag: **27.11.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.06.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **04.08.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.08.2005**

(51) Int Cl.[7]: **C25D 11/32**
H01L 21/306, C25D 17/00, H01L 21/00, H01L 21/316, C25D 17/06

(30) Unionspriorität:

31784196	**28.11.1996**	**JP**
2081497	**03.02.1997**	**JP**
29012597	**22.10.1997**	**JP**

(73) Patentinhaber:
Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, DE, ES, FR, GB, IT, LI, NL, SE

(72) Erfinder:
Yamagata, Kenji, Ohta-ku, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur anodischen Oxidation und mit Ihr verbundener Apparat und Verfahren**

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 vorliegende Erfindung betrifft einen Substrathalter, eine Anodisierungsvorrichtung, ein Halbleiterbearbeitungssystem und ein Verfahren zum Bearbeiten oder Herstellen eines Substrates, genauer gesagt einen Substrathalter zum Halten eines zu anodisierenden Substrates, eine Anodisierungsvorrichtung einschließlich des Halters, ein Halbleiterbearbeitungssystem und ein Verfahren zum Bearbeiten oder Herstellen eines Substrates.

[0002] Im Verlauf der Forschungen in bezug auf das elektrolytische Polieren von Einkristallsilicium, das auf ein positives Potential vorgespannt ist, in einer wässrigen Lösung aus Flußsäure (hiernach als HF abgekürzt) stießen A. Uhlir und D. R. Turner auf poröses Silicium.

[0003] Danach wurde im Hinblick auf die hohe Reaktivität von porösem Silicium die Anwendung von porösem Silicium bei einem Vorrichtungsisolationsschritt, der die Ausbildung eines dicken Isolators im Herstellverfahren einer integrierten Si-Schaltung erfordert, untersucht, und es wurde eine komplette Isolationstechnik unter Verwendung eines porösen Siliciumoxidfilmes (Fipos: Full Isolation by Porous Oxydized Silicon) u. ä. entwickelt (K. Imai, Solid State Electron 24, 159, 1981).

[0004] Auch wurde in neuerer Zeit eine angewandte Technik für ein direktes Klebeverfahren, bei dem eine auf einem porösen Siliciumsubstrat gewachsene epitaxiale Siliciumschicht über einen Oxidfilm mit einem amorphen Substrat oder einem Einkristallsiliciumsubstrat verklebt wird, entwickelt (japanische Offenlegungsschrift 5-21338).

[0005] In einem anderen Anwendungsfall hat poröses Silicium, das Licht aus sich selbst emittiert, als sogenanntes Fotolumineszenz- und Elektrolumineszenzmaterial die Aufmerksamkeit auf sich gezogen (japanische Offenlegungsschrift 6-338631).

[0006] Fig. 17 zeigt die Anordnung einer Vorrichtung zum Herstellen von porösem Silicium durch Anodisieren eines Siliciumsubstrates. Bei dieser Vorrichtung wird die Unterseite eines Siliciumsubstrates **1701** in engen Kontakt mit einer Metallelektrode **1702** gebracht, und ein Anodisierungsbad **1705** wird so auf dem Siliciumsubstrat **1701** angeordnet, daß der Umfangsabschnitt auf der Oberseite des Siliciumsubstrates **1701** abgedichtet wird, beispielsweise über einen O-Ring **1704**. Das Bad wird mit einer HF-Lösung **1703** gefüllt, und eine Gegenelektrode **1706** wird im Bad angeordnet, so daß sie dem Siliciumsubstrat **1701** gegenüberliegt. Das Siliciumsubstrat **1701** wird durch Anlegen einer Gleichspannung unter Verwendung der Gegenelektrode **1706** als negative Elektrode und der Metallelektrode **1702** als positive Elektrode anodisiert.

[0007] Dieses Verfahren hat zwei Hauptnachteile. Ein Nachteil besteht darin, daß das Siliciumsubstrat **1701** mit dem Metall verunreinigt wird, da die Unterseite des Siliciumsubstrates **1701** in direktem Kontakt mit dem Metall steht. Der andere Nachteil ist darin zu sehen, daß ein zu anodisierender Bereich auf der Oberfläche des Siliciumsubstrates **1701** nur ein Abschnitt ist, der mit der HF-Lösung in Kontakt steht, so daß poröses Silicium nur innerhalb des O-Ringes **1704** erzeugt wird.

[0008] Fig. 18 zeigt die Anordnung einer Anodisierungsvorrichtung (japanische Offenlequngsschrift 60-94737), die entwickelt wurde, um die obigen Probleme zu lösen. Bei dieser Anodisierungsvorrichtung sind HF-resistente Teflon-Anodisierungsbäder **1802a** und **1802b** (Teflon ist eine Marke der Firma Du Pont de Nemours & Co., Inc., USA) so angeordnet, daß sie ein Siliciumsubstrat **1801** zwischen sich aufnehmen. In den Anodisierungsbädern **1802a** und **1802b** sind Platinelektroden **1803a** und **1803b** angeordnet.

[0009] Diese Anodisierungsbäder **1802a** und **1802b** besitzen Nuten in den Seitenwänden, die das Siliciumsubstrat **1801** kontaktieren, und O-Ringe **1804a** und **1804b** aus Fluorkautschuk sind in diese Nuten eingepasst. Die Anodisierungsbäder **1802a** und **1802b** und das Siliciumsubstrat **1801** werden durch diese O-Ringe **1804a** und **1804b** abgedichtet. Die auf diese Weise abgedichteten Anodisierungsbäder **1802a** und **1802b** werden mit den HF-Lösungen **1805a** und **1805b** gefüllt.

[0010] Da in diesen Anodisierungsbädern das Siliciumsubstrat nicht direkt die Metallelektroden kontaktiert, ist die Wahrscheinlichkeit gering, daß das Siliciumsubstrat von den Metallelektroden verunreinigt wird. Die Vorder- und Rückseite des zu anodisierenden Siliciumsubstrates sind jedoch über die O-Ringe abgedichtet. Daher bleibt das Problem ungelöst, daß ein nicht anodisierter Abschnitt im Umfangsbereich der Oberflächen des Siliciumsubstrates verbleibt. Da ferner das zu bearbeitende Siliciumsubstrat direkt in die Anodisierungsbäder eingearbeitet und in diese integriert ist, ist es unmöglich, die Siliciumsubstrate rasch auszutauschen.

[0011] Angesichts dieses Problemes wurde eine Anodisierungsvorrichtung entwickelt, die einen abgeschrägten Bereich eines Siliciumsubstrates lagert (japanische Offenlegungsschrift 5-198556). Diese Anodisierungsvorrichtung kann eine Verunreinigung von einer Metallelektrode verhindern und den gesamten Bereich der Oberfläche eines Siliciumsubstrates anodisieren. Ferner wird bei dieser Anodisierungsvorrichtung ein zu behandelnder Wafer in einem Anodisierungsbad in zwei Schritten fixiert, in denen der Wafer mit einem Halter fixiert und der Halter dann im

Anodisierungsbad fixiert wird. Dies verbessert stark die Funktionalität im Vergleich zu der herkömmlichen Vorrichtung, bei der ein Wafer direkt in einem Anodisierungsbad fixiert wird, um einen Teil des Anodisierungsbades zu bilden.

[0012] Die in der japanischen Offenlegungsschrift 5-198556 beschriebene Anodisierungsvorrichtung ist eine extrem praktische Vorrichtung, die nahezu keine Metallverunreinigung erzeugt und den gesamten Bereich der Substratöberfläche anodisieren kann.

[0013] Es ist jedoch wünschenswert, eine Anodisierungsvorrichtung mit einer höheren Produktivität zu entwickeln. Wenn es beispielsweise erforderlich ist, eine große Zahl von Substrattypen, die einen unterschiedlichen Durchmesser (d. h. in der Größe von 2,54 cm) oder eine unterschiedliche Form (d. h. eine ebene Orientierung oder eine Einkerbung) besitzen, muß die in der japanischen Offenlegungsschrift 5-198556 beschriebene Anodisierungsvorrichtung mit speziellen Haltern für die einzelnen Substrate ausgerüstet werden.

[0014] Des weiteren ist es beim Einbau eines Substrates in einen Halter erforderlich, als erstes den Mittelpunkt des Wafers mit dem Mittelpunkt einer Dichtungsfläche in Übereinstimmung zu bringen, einen speziell geformten Abschnitt, wie beispielsweise eine Orientierungsebene, mit einem entsprechenden Abschnitt des Halters in Übereinstimmung zu bringen und dann den Wafer durch Drücken der Dichtungsfläche gegen den Umfang des Wafers zu fixieren. Da eine beträchtliche Preßkraft erforderlich ist, um den Wafer zu fixieren, finden beispielsweise Schrauben bei der Fixierung Verwendung.

[0015] Die vorliegende Erfindung wurde angesichts der obigen Situation konzipiert und hat als Ziel die Erhöhung der Effizienz der Anodisierung durch Verbesserung eines Substratlagerverfahrens.

[0016] Bei einer Anodisierungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung handelt es sich um eine Anodisierungsvorrichtung zum Anodisieren eines Substrates in einer elektrolytischen Lösung, die ein Paar von gegenüberliegenden Elektroden und eine Halteeinheit zum Halten eines Abschnittes einer Fläche eines Substrates durch Saugwirkung zwischen den Elektroden umfasst.

[0017] Bei der vorstehend beschriebenen Anodisierungsvorrichtung besitzt ein Hauptkörper der Halteeinheit eine Öffnung, durch die eine elektrolytische Lösung mit einer Rückseite des gehaltenen Substrates in Kontakt gebracht wird.

[0018] Bei dieser Anodisierungsvorrichtung wird bevorzugt, daß die Halteeinheit ein im wesentlichen ringförmiges Saugelement zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung aufweist und daß das Saugelement entlang der Innenseite eines äußeren Umfangsabschnittes eines erhaltenen Substrates angeordnet ist.

[0019] Bei der vorstehend beschriebenen Anodisierungsvorrichtung umfasst das Saugelement vorzugsweise zwei O-Ringe, die eine Doppelkonstruktion bilden, und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, in dem der Druck im Raum zwischen den beiden O-Ringen reduziert wird.

[0020] Bei dieser Anodisierungsvorrichtung umfasst das Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit einer im Schnitt konkaven Form und ein Saugloch zum Halten des Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in einem Tal das Saugkissens reduziert wird.

[0021] Bei dieser Anodisierungsvorrichtung umfasst das Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit im Schnitt U-Form und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in einem Tal des Saugkissens reduziert wird.

[0022] Bei der vorstehend beschriebenen Anodisierungsvorrichtung umfasst das Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit einem ebenen Kontaktabschnitt, der mit der Rückseite eines zu haltenden Substrates in Kontakt gebracht wird, und eine im wesentlichen ringförmige Nut in einer Fläche des Kontaktabschnittes und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in der Nut des Saugkissens reduziert wird.

[0023] Bei dieser Anodisierungsvorrichtung wird das Saugelement vorzugsweise in engem Kontakt mit einem zu haltenden Substrat gebracht, um zu verhindern, daß eine elektrolytische Lösung auf der Vorderseite des Substrates sich zur Rückseite des Substrates bewegt.

[0024] Die vorstehend beschriebene Anodisierungsvorrichtung umfasst vorzugsweise eine Vielzahl von Halteeinheiten.

[0025] Bei einem Substrathalter gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung handelt es sich um einen Substrathalter zum Halten eines zu anodisierenden Substrates in einer elektrolytischen Lösung, wobei ein Hauptkörper ein Saugelement zum Halten eines Abschnittes einer Fläche eines Substrates durch Saugwirkung und eine Öffnung aufweist, durch die eine elektrolytische Lösung in Kontakt mit einer Rückseite des gehaltenen Substrates gebracht wird.

[0026] Bei diesem Substrathalter ist das Saugele-

ment vorzugsweise entlang der Innenseite eines äußeren Umfangsabschnittes des gehaltenen Substrates angeordnet.

[0027] Bei einem derartigen Substrathalter umfaßt das Saugelement vorzugsweise zwei O-Ringe, die eine Doppelkonstruktion bilden, und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum zwischen den beiden O-Ringen reduziert wird.

[0028] Bei dem vorstehend beschriebenen Substrathalter umfaßt das Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit einer im Schnitt konkaven Form und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in einem Teil des Saugkissens reduziert wird.

[0029] Bei diesem Substrathalter umfasst das Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit im Schnitt U-Form und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in einem Teil des Saugkissens reduziert wird.

[0030] Bei dem vorstehend beschriebenen Substrathalter umfasst das Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit einem ebenen Kontaktabschnitt, der mit einer Rückseite eines zu haltenden Substrates in Kontakt gebracht wird, und einer im wesentlichen ringförmigen Nut in einer Fläche des Kontaktabschnittes, und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in der Nut des Saugkissens reduziert wird.

[0031] Bei diesem Substrathalter wird das Saugelement vorzugsweise in engen Kontakt mit einem zu haltenden Substrat gebracht, um zu verhindern, daß eine elektrolytische Lösung auf der Vorderseite des Substrates sich zur Rückseite des Substrates bewegt.

[0032] Ein Anodisierungssystem gemäß noch einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfaßt die obige Anodisierungsvorrichtung, eine Reinigungsvorrichtung zum Reinigen eines anodisierten Substrates, eine Trocknungsvorrichtung zum Trocknen des gereinigten Substrates und eine Fördervorrichtung zum Fördern des Substrates zwischen den Vorrichtungen.

[0033] Bei diesem Anodisierungssystem wird bevorzugt, daß die Trocknungsvorrichtung eine Aufnahmeeinheit zum Aufnehmen des gereinigten Substrates aufweist und die Anodisierungsvorrichtung, die Reinigungsvorrichtung und die Aufnahmeeinheit im wesentlichen in einer geraden Linie angeordnet sind.

[0034] Bei diesem Anodisierungssystem wird bevorzugt, daß die Trocknungsvorrichtung eine Aufnahmeeinheit zum Aufnehmen des gereinigten Substrates umfasst und die Anodisierungsvorrichtung, die Reinigungsvorrichtung und die Aufnahmeeinheit im wesentlichen in einer geraden Linie angeordnet sind, wobei die Fördervorrichtung das Substrat so fördert, daß Flächen des Substrates parallel zu einer Richtung angeordnet sind, die senkrecht zur geraden Linie verläuft.

[0035] Bei dem vorstehend beschriebenen Anodisierungssystem umfasst die Fördervorrichtung vorzugsweise einen ersten Förderroboter zum Fördern des Substrates von der Anodisierungsvorrichtung zur Reinigungsvorrichtung und einen zweiten Förderroboter zum Fördern eines Trägers, der das Substrat enthält, von der Reinigungsvorrichtung zur Aufnahmeeinheit der Trocknungsvorrichtung.

[0036] Bei diesem Anodisierungssystem haben der erste und zweite Förderroboter vorzugsweise jeweils nur eine erste Antriebswelle zum Bewegen des Substrates oder des Trägers zu einem Abschnitt über jeder Vorrichtung und eine zweite Antriebswelle zum Bewegen des Substrates oder des Trägers entlang der geraden Linie als Antriebswellen zum Fördern des Substrates oder des Trägers.

[0037] Das vorstehend beschriebene Anodisierungssystem umfasst vorzugsweise des weiteren eine Filtervorrichtung zum Reinigen einer elektrolytischen Lösung in der Anodisierungsvorrichtung.

[0038] Bei dem obigen Anodisierungssystem umfaßt die Filtervorrichtung vorzugsweise einen Tank zum Speichern einer elektrolytischen Lösung und einen Umwälzmechanismus zum Zuführen der elektrolytischen Lösung, die im Tank gespeichert ist, in die Anodisierungsvorrichtung und zum Rückführen der überströmenden elektrolytischen Lösung von der Anodisierungsvorrichtung zum Tank.

[0039] Ein Halbleiterbearbeitungssystem gemäß noch einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Halbleiterbearbeitungssystem zum Bearbeiten eines Halbleitersubstrates, das umfasst: eine Reinigungsvorrichtung zum Reinigen des Halbleitersubstrates, eine Trocknungsvorrichtung zum Trocknen des von der Reinigungsvorrichtung gereinigten Halbleitersubstrates und eine Fördervorrichtung zum Fördern des Halbleitersubstrates von einem vorhergehenden Schritt der Reinigung zur Reinigungsvorrichtung und von der Reinigungsvorrichtung zur Trocknungsvorrichtung, wobei die Trocknungsvorrichtung eine Aufnahmeeinheit zum Aufnehmen des gereinigten Halbleitersubstrates umfasst, die Reinigungsvorrichtung und die Aufnahmeeinheit im wesentlichen in einer geraden Linie angeordnet sind und die Fördervorrichtung das Halbleitersubstrat so fördert, daß Flächen des Halbleitersubstrates parallel zu einer Richtung senkrecht zur gera-

den Linie verlaufen.

[0040] Bei dem vorstehend beschriebenen Halbleiterbearbeitungssystem umfasst die Fördervorrichtung vorzugsweise einen ersten Förderroboter zum Fördern des Substrates zur Reinigungsvorrichtung und einen zweiten Förderroboter zum Fördern des in einem Träger enthaltenen Substrates von der Reinigungsvorrichtung zur Aufnahmeeinheit der Trocknungsvorrichtung.

[0041] Bei dem vorstehend beschriebenen Halbleiterbearbeitungssystem besitzen der erste und zweite Förderroboter jeweils vorzugsweise nur eine erste Antriebswelle zum Bewegen des Substrates oder des Trägers zu einem Abschnitt über einer jeden Vorrichtung und eine zweite Antriebswelle zum Bewegen des Substrates oder des Trägers entlang der geraden Linie als Antriebswellen zum Fördern des Substrates oder des Trägers.

[0042] Ein Substratherstellungsverfahren gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Schritte des Haltens eines Abschnittes einer Fläche eines Substrates durch Saugwirkung zwischen einem Paar von gegenüberliegenden Elektroden und des Anodisierens des Substrates durch Anlegen einer Spannung zwischen die Elektroden mit einer eingefüllten elektrolytischen Lösung.

[0043] Eine Anodisierungsvorrichtung gemäß noch einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Anodisierungsvorrichtung zum Anodisieren eines Substrates in einer elektrolytischen Lösung, die ein Paar von gegenüberliegenden Elektroden und eine Halteeinheit zum Halten einer Fläche eines Substrates durch Saugwirkung zwischen den Elektroden umfasst, wobei die Halteeinheit eine Vielzahl von im wesentlichen ringförmigen Saugelementen zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung umfaßt und die Saugelemente eine unterschiedliche Größe besitzen.

[0044] Bei der obigen Anodisierungsvorrichtung wird bevorzugt, daß ein Hauptkörper der Halteeinheit eine im wesentlichen kreisförmige Öffnung besitzt, die mindestens eine im wesentlichen ringförmige Zwischenfläche zwischen einer Vorder- und Rückseite des Hauptkörpers aufweist, wobei die Vorderseite des Hauptkörpers und die Zwischenfläche so angeordnet sind, daß sie eine Stufenform bilden, und die Vorderseite des Hauptkörpers und die Zwischenfläche die Saugelemente mit unterschiedlicher Größe besitzen.

[0045] Bei dieser Anodisierungsvorrichtung umfasst jedes Saugelement vorzugsweise zwei O-Ringe, die eine Doppelkonstruktion bilden, und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum zwischen den beiden O-Ringen reduziert wird.

[0046] Bei dieser Anodisierungsvorrichtung umfasst jedes Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit einer im Schnitt konkaven Form und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in einem Tal des Saugkissens reduziert wird.

[0047] Bei der obigen Anodisierungsvorrichtung umfasst jedes Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit im Schnitt U-Form und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in einem Tal des Saugkissens reduziert wird.

[0048] Bei der vorstehend beschriebenen Anodisierungsvorrichtung umfasst jedes Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit einem ebenen Kontaktabschnitt, der mit einer Rückseite eines zu haltenden Substrates in Kontakt gebracht wird, und einer im wesentlichen ringförmigen Nut in der Fläche des Kontaktabschnittes und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in der Nut des Saugkissens reduziert wird.

[0049] Die obige Anodisierungsvorrichtung umfasst vorzugsweise eine Vielzahl der Halteeinheiten.

[0050] Die obige Anodisierungsvorrichtung besitzt vorzugsweise des weiteren eine Steuereinheit zum unabhängigen Steuern der Substratsaugvorgänge durch die Saugelemente.

[0051] Bei dieser Anodisierungsvorrichtung beträgt die Stufendifferenz der Stufenform, die von der Vorderseite des Hauptkörpers und der Zwischenfläche gebildet wird, vorzugsweise mindestens 5 mm.

[0052] Ein Substrathalter gemäß noch einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Substrathalter zum Halten eines zu anodisierenden Substrates in einer elektrolytischen Lösung, der einen Hauptkörper mit einer Vielzahl von im wesentlichen ringförmigen Saugelementen zum Halten eines Substrates umfasst, wobei die Saugelemente eine unterschiedliche Größe besitzen.

[0053] Bei diesem Substrathalter wird bevorzugt, daß der Hauptkörper eine im wesentlichen kreisförmige Öffnung besitzt, die mindestens eine im wesentlichen ringförmige Zwischenfläche zwischen der Vorder- und Rückseite des Hauptkörpers aufweist, wobei die Vorderseite des Hauptkörpers und die Zwischenfläche so angeordnet sind, daß sie eine Stufenform bilden, und die Vorderseite des Hauptkörpers sowie die Zwischenfläche die Saugelemente unterschiedlicher Größe aufweisen.

[0054] Bei dem obigen Substrathalter umfasst jedes Saugelement vorzugsweise zwei O-Ringe, die eine Doppelkonstruktion bilden, und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum zwischen den beiden O-Ringen reduziert wird.

[0055] Bei diesem Substrathalter umfasst jedes Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit einer im Schnitt konkaven Form und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in einem Tal des Saugkissens reduziert wird.

[0056] Bei dem obigen Substrathalter umfasst jedes Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit im Schnitt U-Form und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in einem Tal des Saugkissens reduziert wird.

[0057] Bei diesem Substrathalter umfaßt jedes Saugelement vorzugsweise ein Saugkissen mit einem ebenen Kontaktabschnitt, der mit einer Rückseite eines zu haltenden Substrates in Kontakt gebracht wird, und einer im wesentlichen ringförmigen Nut in einer Fläche des Kontaktabschnittes, und ein Saugloch zum Halten eines Substrates durch Saugwirkung, indem der Druck in einem Raum in der Nut des Saugkissens reduziert wird.

[0058] Bei diesem Substrathalter beträgt die Stufendifferenz der von der Vorderseite des Hauptkörpers und der Zwischenfläche gebildeten Stufenform vorzugsweise mindestens 5 mm.

[0059] Bei einem Herstellverfahren gemäß noch einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für das poröse Substrat wird ein Substrat unter Verwendung der vorstehend beschriebenen Anodisierungsvorrichtung anodisiert.

[0060] Ein Anodisierungssystem gemäß noch einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die obige Anodisierungsvorrichtung, eine Reinigungsvorrichtung zum Reinigen eines anodisierten Substrates, eine Trocknungsvorrichtung zum Trocknen des gereinigten Substrates und eine Fördervorrichtung zum Fördern des Substrates zwischen den Vorrichtungen.

[0061] Bei dem obigen Anodisierungssystem wird bevorzugt, daß die Trocknungsvorrichtung eine Aufnahmeeinheit zum Aufnehmen des gereinigten Substrates umfasst und daß die Anodisierungsvorrichtung, die Reinigungsvorrichtung und die Aufnahmeeinheit im wesentlichen in einer geraden Linie angeordnet sind.

[0062] Bei diesem Anodisierungssystem wird bevorzugt, daß die Trocknungsvorrichtung eine Aufnahmeeinheit zum Aufnehmen des gereinigten Substrates aufweist, die Anodisierungsvorrichtung, Reinigungsvorrichtung und Aufnahmeeinheit im wesentlichen in einer geraden Linie angeordnet sind und die Fördervorrichtung das Substrat so fördert, daß Flächen des Substrates parallel zu einer Richtung senkrecht zur geraden Linie verlaufen.

[0063] Bei dem obigen Anodisierungssystem umfasst die Fördervorrichtung vorzugsweise einen ersten Roboter zum Fördern des Substrates von der Anodisierungsvorrichtung zur Reinigungsvorrichtung und einen zweiten Roboter zum Fördern eines Trägers, der das Substrat enthält, von der Reinigungsvorrichtung zur Aufnahmeeinheit der Trocknungsvorrichtung.

[0064] Bei diesem Anodisierungssystem besitzen der erste und zweite Roboter vorzugsweise jeweils nur eine erste Antriebswelle zum Bewegen des Substrates oder des Trägers zu einem Abschnitt über einer jeden Vorrichtung und eine zweite Antriebswelle zum Bewegen des Substrates oder des Trägers entlang der geraden Linie als Antriebswellen zum Fördern des Substrates oder des Trägers.

[0065] Das vorstehend beschriebene Anodisierungssystem ist zur Herstellung eines Substrates mit einer porösen Schicht durch Anodisieren des Substrates geeignet.

[0066] Ein Substrat gemäß noch einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besitzt eine poröse Schicht, die durch Halten eines Abschnittes einer Fläche des Substrates durch Saugwirkung zwischen einem Paar von gegenüberliegenden Elektroden und durch Anodisieren des Substrates durch Anlegen einer Spannung zwischen die Elektroden mit einer eingefüllten elektrolytischen Lösung erhalten wurde.

[0067] Ein Halbleitersubstratherstellverfahren gemäß noch einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen eines Halbleitersubstrates unter Verwendung von zwei Substraten, das die folgenden Schritte umfasst: Halten eines Abschnittes von einer Fläche eines Halbleitersubstrates durch Saugwirkung zwischen einem Paar von gegenüberliegenden Elektroden und Anodisieren des Halbleitersubstrates durch Anlegen einer Spannung zwischen die Elektroden mit einer eingefüllten elektrolytischen Lösung, um auf diese Weise eine poröse Schicht auf einer Fläche des Halbleitersubstrates zu erzeugen, Ausbilden einer Einkristallsiliciumschicht auf der porösen Schicht des Halbleitersubstrates, Verkleben eines anderen Substrates mit der Einkristallsiliciumschicht des Halbleitersubstrates und Trennen der beiden aneinander haftenden Substrate von der porösen Schicht.

[0068] Ein Substratherstellverfahren gemäß noch einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Substrates mit einer porösen Schicht, das die folgenden Schritte umfaßt: Eintauchen eines Substrates in ein mit einer elektrolytischen Lösung gefülltes Anodisierungsbad und Halten eines Abschnittes einer Fläche des Substrates durch Saugwirkung von einem Saugelement zwischen den Elektroden, Anodisieren des Substrates durch Anlegen einer Spannung zwischen die Elektroden zur Ausbildung einer porösen Schicht auf einer Fläche des Substrates, Entfernen des Substrates, auf dem die poröse Schicht erzeugt worden ist, aus dem Anodierungsbad und Eintauchen des Substrates in ein Reinigungsbad zum Reinigen des Substrates sowie Entfernen des vollständig gereinigten Substrates vom Reinigungsbad und Fördern des Substrates zu einer Trocknungsvorrichtung zum Trocknen des Substrates.

[0069] Bei dem vorstehend beschriebenen Substratherstellverfahren sind das Anodisierungsbad, das Reinigungsbad und die Trocknungsvorrichtung vorzugsweise im wesentlichen in einer geraden Linie, von oben betrachtet, angeordnet, so daß auf diese Weise das Substrat so gefördert wird, daß eine Substratförderbahn vom Anodisierungsbad zum Reinigungsbad und eine Substratförderbahn vom Reinigungsbad zur Trocknungsvorrichtung im wesentlichen in einer geraden Linie, von oben betrachtet, angeordnet sind.

[0070] Es wird bevorzugt, daß das obige Substratherstellverfahren des weiteren den Schritt des Förderns des getrockneten Substrates von der Trocknungsvorrichtung zu einem Entlader aufweist, wobei das Substrat vom Reinigungsbad zur Trocknungsvorrichtung und von der Trocknungsvorrichtung zum Entlader mit einem einzigen Roboter gefördert wird.

[0071] Das obige Substratherstellverfahren umfasst vorzugsweise des weiteren den Schritt des Trocknens des Roboters, nachdem dieser das Substrat vom Reinigungsbad zur Trocknungsvorrichtung gefördert hat und bevor der Roboter das Substrat von der Trocknungsvorrichtung zum Entlader fördert.

[0072] Bei dem vorstehend beschriebenen Substratherstellverfahren wird der Schritt des Trocknens des Roboters vorzugsweise auf der geraden Linie durchgeführt.

[0073] Ein Substratbearbeitungsverfahren gemäß noch einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfaßt die folgenden Schritte: Eintauchen eines Substrates in ein Bearbeitungsbad, das mit einer chemischen Bearbeitungslösung gefüllt ist, und chemisches Bearbeiten des Substrates, Entfernen des chemisch bearbeiteten Substrates vom Bearbeitungsbad und Eintauchen des Substrates in ein Reinigungsbad zum Reinigen des Substrates und Entfernen des vollständig gereinigten Substrates vom Reinigungsbad und Fördern des Substrates zu einer Trocknungsvorrichtung zum Trocknen des Substrates, wobei das Bearbeitungsbad, das Reinigungsbad und die Trocknungsvorrichtung im wesentlichen in einer geraden Linie, von oben betrachtet, angeordnet sind, um auf diese Weise das Substrat so zu fördern, daß eine Substratförderbahn vom Bearbeitungsbad zum Reinigungsbad und eine Substratförderbahn vom Reinigungsbad zur Trocknungsvorrichtung im wesentlichen in einer geraden Linie, von oben betrachtet, angeordnet sind und Flächen des Substrates in eine Richtung senkrecht zur geraden Linie weisen.

[0074] Vorzugsweise umfasst das obige Substratbearbeitungsverfahren des weiteren den Schritt des Förderns des getrockneten Substrates von der Trocknungsvorrichtung zu einem Entlader, wobei das Substrat vom Reinigungsbad zur Trocknungsvorrichtung und von der Trocknungsvorrichtung zum Entlader mit einem einzigen Roboter gefördert wird.

[0075] Das obige Substratbearbeitungsverfahren umfasst vorzugsweise des weiteren den Schritt des Trocknens des Roboters, nachdem dieser das Substrat vom Reinigungsbad zur Trocknungsvorrichtung gefördert hat und bevor der Roboter das Substrat von der Trocknungsvorrichtung zum Entlader fördert.

[0076] Ein Substratbearbeitungssystem gemäß noch einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst ein Bearbeitungsbad zum chemischen Bearbeiten eines Substrates, ein Reinigungsbad zum Reinigen des vom Bearbeitungsbad chemisch bearbeiteten Substrates, eine Trocknungsvorrichtung zum Trocknen des vom Reinigungsbad gereinigten Substrates und eine Fördervorrichtung zum Fördern des Substrates vom Bearbeitungsbad zum Reinigungsbad und vom Reinigungsbad zur Trocknungsvorrichtung, wobei das Bearbeitungsbad, das Reinigungsbad und die Trocknungsvorrichtung im wesentlichen in einer geraden Linie, von oben gesehen, angeordnet sind und die Fördervorrichtung das Substrat so fördert, daß Flächen des Substrates in eine Richtung senkrecht zur geraden Linie weisen.

[0077] Bei dem vorstehend beschriebenen Substratbearbeitungssystem umfasst die Fördervorrichtung vorzugsweise einen ersten Förderroboter zum Fördern des Substrates vom Bearbeitungsbad zum Reinigungsbad und einen zweiten Förderroboter zum Fördern des Substrates vom Reinigungsbad zur Trocknungsvorrichtung und von der Trocknungsvorrichtung zu einem Entlader.

[0078] Das obige Substratbearbeitungssystem umfasst des weiteren vorzugsweise eine zweite Trocknungsvorrichtung zum Trocknen des zweiten För-

derroboters, nachdem dieser das Substrat vom Reinigungsbad zur Trocknungsvorrichtung gefördert hat und bevor der zweite Roboter das Substrat von der Trocknungsvorrichtung zum Entlader fördert.

[0079] Weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen deutlich. Hiervon zeigen:

[0080] Fig. 1 eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung einer Anodisierungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0081] Fig. 2A eine Vorderansicht eines Halters gemäß der ersten Anordnung der ersten Ausführungsform;

[0082] Fig. 2B eine Schnittansicht des Halters gemäß der ersten Anordnung der ersten Ausführungsform;

[0083] Fig. 3 eine Ansicht, die die Art und Weise zeigt, in der der Halter in ein Anodisierungsbad gesetzt ist;

[0084] Fig. 4 eine Schnittansicht, die ein Beispiel eines Anodisierungsbades zeigt, das eine Vielzahl von Haltern halten kann;

[0085] Fig. 5A eine Vorderansicht eines Halters gemäß der zweiten Anordnung der ersten Ausführungsform;

[0086] Fig. 5B eine Schnittansicht des Halters gemäß der zweiten Anordnung der ersten Ausführungsform;

[0087] Fig. 6 eine Ansicht, die schematisch einen Waferförderroboter zum Setzen eines Siliciumsubstrates auf den Halter zeigt;

[0088] Fig. 7 eine Schnittansicht, die den Aufbau eines mit Haltern integrierten Anodisierungsbades zeigt;

[0089] Fig. 8 eine Schnittansicht eines Halters gemäß der dritten Anordnung der ersten Ausführungsform;

[0090] Fig. 9 eine Schnittansicht eines Halters gemäß der vierten Anordnung der ersten Ausführungsform;

[0091] Fig. 10 eine schematische Schnittansicht eines Halters und eines Anodisierungsbades gemäß der fünften Anordnung der ersten Ausführungsform;

[0092] Fig. 11 eine Ansicht, die schematisch den Aufbau eines einzigen Waferförderroboters zeigt, der für den Halter gemäß der fünften Anordnung der ersten Ausführungsform geeignet ist;

[0093] Fig. 12A eine Vorderansicht eines Halters gemäß der sechsten Anordnung der ersten Ausführungsform;

[0094] Fig. 12B eine Ansicht, die die Konstruktion einer Saugeinheit des Halters gemäß der sechsten Anordnung der ersten Ausführungsform zeigt;

[0095] Fig. 13 eine schematische Draufsicht, die eine Anordnung einer automatischen Anodisierungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

[0096] Fig. 14 eine Ansicht zur Darstellung des Verfahrens zum Einsetzen von in einem Waferträger gespeicherten Wafern in ein Anodisierungsbad;

[0097] Fig. 15A eine Ansicht zur Darstellung des Verfahrens zum Fördern von vollständig anodisierten Wafern zu einem Waschbad und zum Waschen der Wafer;

[0098] Fig. 15B eine Draufsicht, die die Konstruktion einer Platte und eines Waferträgers im Waschbad zeigt;

[0099] Fig. 15C eine Ansicht zur Darstellung des Verfahrens zum Speichern von vollständig gewaschenen Wafern in einem Waferträger und zum Entfernen der Wafer aus dem Waschbad;

[0100] Fig. 16 eine schematische Ansicht, die eine praktische Anordnung eines Umwälzfiltrationssystems zeigt;

[0101] Fig. 17 eine Ansicht, die die Anordnung einer herkömmlichen Anodisierungsvorrichtung zeigt;

[0102] Fig. 18 eine Ansicht, die die Anordnung einer herkömmlichen Anodisierungsvorrichtung zeigt;

[0103] Fig. 19 eine schematische Draufsicht einer anderen Anordnung der automatischen Anodisierungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform;

[0104] Fig. 20 eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung einer Anodisierungsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0105] Fig. 21A eine Vorderansicht eines Halters gemäß der ersten Anordnung der zweiten Ausführungsform;

[0106] Fig. 21B eine Schnittansicht des Halters gemäß der ersten Anordnung der zweiten Ausführungsform;

[0107] Fig. 22 eine Ansicht, die die Art und Weise zeigt, in der der Halter in ein Anodisierungsbad gesetzt wird;

[0108] Fig. 23 eine Schnittansicht, die ein Beispiel eines Anodisierungsbades zeigt, das eine Vielzahl von Haltern halten kann;

[0109] Fig. 24 eine Ansicht, die schematisch den Aufbau eines Förderroboters für einen einzigen Wafer zeigt;

[0110] Fig. 25 eine Schnittansicht eines Halters gemäß der zweiten Anordnung der zweiten Ausführungsform;

[0111] Fig. 26 eine Schnittansicht eines Halters gemäß der dritten Anordnung der zweiten Ausführungsform;

[0112] Fig. 27 eine Schnittansicht eines Halters gemäß der vierten Anordnung der zweiten Ausführungsform;

[0113] Fig. 28 eine schematische Schnittansicht eines Halters gemäß der fünften Anordnung der zweiten Ausführungsform;

[0114] Fig. 29 eine schematische Draufsicht, die eine Anordnung einer automatischen Anodiesierungsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt;

[0115] Fig. 30 eine Ansicht zur Darstellung des Verfahrens zum Setzen von in einem Waferträger gespeicherten Wafern in ein Anodisierungsbad;

[0116] Fig. 31 eine schematische Draufsicht einer anderen Anordnung der automatischen Anodisierungsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform; und

[0117] die Fig. 32A bis Fig. 32F Schnittansichten, die ein Halbleitersubstratherstellverfahren zeigen.

[0118] Das Porösmachen eines Siliciumsubstrates, d. h. das Ausbilden von Poren in einem Siliciumsubstrat unter Anwendung einer Anodisierungsreaktion, wird in einer HF-Lösung durchgeführt. Die Existenz von positiven Löchern in einem Siliciumkristall ist wesentlich bei dieser Verfahrensweise, und der Reaktionsmechanismus wird wie folgt eingeschätzt.

[0119] Als erstes werden positive Löcher in einem Siliciumsubstrat, das in einer HF-Lösung einem elektrischen Feld ausgesetzt wird, auf der Oberfläche auf der Seite einer negativen Elektrode induziert. Infolgedessen nimmt die Dichte der so existierenden Si-H-Bindungen zum Kompensieren der nicht gebundenen Arme auf der Oberfläche zu.

[0120] F-Ionen in der HF-Lösung auf der Seite der negativen Elektrode führen einen nucleophilen Angriff auf die Si-H-Bindungen zur Ausbildung von Si-F-Bindungen durch. Diese Reaktion erzeugt H_2-Moleküle und emittiert gleichzeitig ein Elektron auf der Seite einer positiven Elektrode. Die Si-Si-Bindungen in der Nähe der Oberfläche werden durch die Polarisationscharakteristik der Si-F-Bindungen geschwächt. Diese schwachen Si-Si-Bindungen werden durch HF oder H_2O angegriffen, und Si-Atome auf der Kristalloberfläche ändern sich in SiF_4 und verlassen die Kristalloberflächen. Folglich werden Vertiefungen auf den Kristalloberflächen ausgebildet, und in diesen Vertiefungen tritt eine Feldverteilung (Feldkonzentration) auf, die vorzugsweise positive Löcher anzieht. Diese Oberflächenheterogenität erstreckt sich soweit, daß das Ätzen von Siliciumatomen kontinuierlich entlang dem elektrischen Feld fortschreiten kann. Die bei der Anodisierung verwendete Lösung ist nicht auf eine HF-Lösung beschränkt und kann auch irgendeine andere elektrolytische Lösung sein.

[0121] Eine Anodisierungsvorrichtung gemäß jeder bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung lagert die Rückseite eines Substrates so, daß diese sich nicht störend auf die Richtung eines elektrischen Feldes auf einer Anodisierungsreaktionsfläche (der Vorderseite des Substrates) auswirkt. Ferner lagert diese Anodisierungsvorrichtung ein Substrat über ein Verfahren, bei dem der gesamte Bereich der Oberfläche des Substrates anodisiert wird. Des weiteren hat die Anodisierungsvorrichtung einen Mechanismus zum Lagern der Rückseite eines Substrates durch Unterdrucksaugwirkung. Dies trägt dazu bei, den Lagervorgang eines Substrates zu vereinfachen.

Erste Ausführungsform

[0122] Fig. 1 ist eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung einer Anodisierungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Mit **101** ist ein Siliciumsubstrat (d. h. ein Wafer) bezeichnet. Generell ist die Existenz von positiven Löchern wichtig für die Anodisierung, so daß ein Siliciumsubstrat vom p-Typ geeignet ist. Es kann jedoch auch ein Siliciumsubstrat vom n-Typ verwendet werden, indem die Herstellung von positiven Löchern durch die Bestrahlung mit Licht o. ä. gefördert wird.

[0123] Mit **102** ist ein Halter zum Lagern des Siliciumsubstrates bezeichnet. Dieser Halter **102** besteht aus einem HF-resistenten Material, wie Ethylentetra-

fluoridharz (Marke: Teflon). Eine Öffnung **103**, die eine kreisförmige Gestalt oder eine eng an einen Kreis angelehnte Gestalt (es wird hiernach davon ausgegangen, daß der Begriff "Kreis" auch eine an einen Kreis angelehnte Form umfaßt) mit einem Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser eines zu lagernden Siliciumsubstrates, ist im Halter **102** ausgebildet.

[0124] Ein Saugmechanismus zum Lagern des Siliciumsubstrates **101** durch Saugwirkung ist auf einer Fläche des Halters **102** vorgesehen. Diverse Ausführungsformen sind hierbei als Saugmechanismus möglich.

[0125] Als dieser Saugmechanismus sind vorzugsweise zwei Nuten, die eine Doppelkonstruktion entlang der Öffnung **103** des Halters **102** bilden, und passende O-Ringe **104** in diesen Nuten ausgebildet, und der Druck in dem Raum zwischen den beiden O-Ringen **104** wird von einer Pumpe **111** über eine Druckreduzierleitung **105** verringert, um auf diese Weise das Siliciumsubstrat **101** durch Saugwirkung zu halten.

[0126] Bei einem anderen bevorzugten Saugmechanismus ist ein ringförmiges Saugkissen, das im Schnitt eine konkave Form, eine U-Form oder irgendeine andere Form besitzt, entlang der Öffnung **103** angeordnet. Das Siliciumsubstrat **101** wird durch Saugwirkung gehalten, indem der Druck in einem hohlen Abschnitt, der durch eine Öffnung (d. h. ein Tal mit konkaver Form) dieses Saugkissens und des Siliciumsubstrates **101** gebildet wird, wobei die Saugwirkung von der Pumpe **111** erzeugt wird.

[0127] Bei noch einem anderen bevorzugten Saugmechanismus ist eine Nut in der Saugfläche des Halters **102** ausgebildet, und das Siliciumsubstrat **101** wird durch Saugwirkung gehalten, indem der Druck in dieser Nut von der Pumpe **111** reduziert wird. Wenn bei diesem Mechanismus das Material des Halters **102** zu hart für eine Verformung ist, leckt eine HF-Lösung **107** sofort zwischen der Vorderseite und Rückseite des Siliciumsubstrates **101** durch die Saugfläche. Daher wird bevorzugt, daß mindestens ein Abschnitt des Abscheiders **102** in Kontakt mit dem Siliciumsubstrat **101** aus HF-resistentem Kautschuk besteht. Es ist natürlich auch möglich, den gesamten Halter **102** oder die gesamten Flächen des Halters **12** unter Verwendung eines HF-resistenten Kautschuks auszubilden.

[0128] Die Vorderseite und die Rückseite des Siliciumsubstrates **101** werden vorzugsweise von dem vorstehend beschriebenen Saugmechanismus vollständig getrennt. Diese Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfordert jedoch nicht unbedingt eine vollständige Trennung. Beispielsweise ist es möglich, einen Saugmechanismus zu verwenden, mit dem ein oder mehrere Abschnitte des Siliciumsubstrates **101** gelagert werden und das Siliciumsubstrat und der Halter nicht vollständig abgedichtet sind.

[0129] Die Form der Öffnung **103** entspricht im wesentlichen der Form eines Abschnittes, an dem die Rückseite des Siliciumsubstrates **101** mit der HF-Lösung in Kontakt tritt. Die Größe dieser Öffnung **103** kann in einem gewissen Ausmaß kleiner sein als die des Siliciumsubstrates **101**.

[0130] Beispielsweise kann der Öffnungsdurchmesser um etwa 60 mm kleiner sein als der Durchmesser des Siliciumsubstrates **101**, d. h. es ist möglich, einen Öffnungsdurchmesser zu verwenden, mit dem ein Bereich, in dem das Siliciumsubstrat **101** nicht mit der HF-Lösung **103** in Kontakt steht, etwa 30 mm vom Rand des Siliciumsubstrates **101** entfernt ist. Die Erfinder haben festgestellt, daß selbst bei Verwendung eines solchen Öffnungsdurchmessers die Dicke eines anodisierten Abschnittes des Siliciumsubstrates **101** vom Mittelpunkt zum Rand im wesentlichen konstant ist.

[0131] Wenn daher der Durchmesser der Öffnung **103** des Halters **102** beispielsweise 90 mm beträgt, können beliebige Siliciumsubstrate mit Durchmessern von 100 mm (4''), 125 mm (5'') und 150 mm (6'') bearbeitet werden. Die Verteilung der anodisierten Produkte ist bei sämtlichen Siliciumsubstraten mit diesen Durchmessern gut, und ihre Qualitäten sind gleich. Wafer, die 6'' überschreiten, d. h. 8'' und 12''-Wafer, können ebenfalls bearbeitet werden, indem der Durchmesser der Öffnung **103** unter den obigen Bedingungen eingestellt wird.

[0132] Wenn der Durchmesser der Öffnung **103** des Halters **102** um 60 mm oder mehr kleiner ist als der Durchmesser eines Siliciumsubstrates, tritt eine nicht bevorzugte Verteilung allmählich in einem porösen Siliciumfilm im Umfangsabschnitt des Siliciumsubstrates auf. Ein Halter mit einer Öffnung, deren Durchmesser geringer ist als dieser, kann ebenfalls in Abhängigkeit vom Bearbeitungsziel nach der Anodisierung verwendet werden. Die zulässige Differenz zwischen dem Durchmesser des Siliciumsubstrates **101** und dem Durchmesser der Öffnung **103** hängt auch von Parametern, wie der Verunreinigungskonzentration (spezifischer Widerstand) des Siliciumsubstrates und dem Abstand zwischen der Elektrode und dem Siliciumsubstrat, ab.

[0133] Andere Komponenten werden nachfolgend beschrieben. Mit **106a** und **106b** sind eine negative und eine positive Elektrode bezeichnet, die vorzugsweise aus chemisch stabilem Platinmaterial hergestellt sind. Mit **107** ist eine HF-Lösung bezeichnet. Alkohol, wie Ethanol, kann in die HF-Lösung **107** eingemischt werden, falls erforderlich, um sofort Blasen

aus H_2 als Reaktionsprodukt von der Siliciumsubstratoberfläche zu entfernen. Die Pfeile **109** in Fig. 1 geben die Richtung eines elektrischen Feldes wieder. Mit **110** ist ein vergrößerter Abschnitt des anodisierten Siliciumsubstrates **101** bezeichnet, wobei der Zustand dargestellt ist, in dem ein poröser Film von der Siliciumsubstratoberfläche ausgebildet ist.

[0134] Bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine für die Massenproduktion geeignete Anodisierungsvorrichtung erhalten werden, indem der Substrathaltemechanismus verbessert wird. Um beispielsweise ein zu bearbeitendes Substrat am Halter zu fixieren, ist es nur erforderlich, die Hinterseite des Substrates gegen die Saugfläche des Halters zu pressen und die Hinterseite durch Saugwirkung zu erhalten. Auch ist es durch Erniedrigung des Durchmessers des Saugmechanismus des Halters im Vergleich zum Durchmesser eines Substrates nicht mehr erforderlich, die Position einer Orientierungsebene eines durch Saugwirkung zu haltenden Substrates zu begrenzen. Ferner kann der Mittelpunkt des Substrates geringfügig vom Mittelpunkt des Halters abweichen. Da somit die Funktionsweise zum Halten eines Substrates vereinfacht wird, kann die Anodisierung in einfacher Weise automatisch durchgeführt werden.

[0135] Bevorzugte Anordnungen dieser Ausführungsform werden nachfolgend aufgezählt und beschrieben.

Erste Anordnung

[0136] Fig. 2A ist eine Vorderansicht eines Halters gemäß der ersten Anordnung dieser Ausführungsform. Fig. 2B ist eine Längsschnittansicht des in Fig. 2A gezeigten Halters.

[0137] Mit **201** ist ein zu anodisierendes 5''-Siliciumsubstrat bezeichnet. Mit **202** ist ein aus einem Ethylentetrafluoridharz (Marke: Teflon) hergestellter Halter bezeichnet. Eine Öffnung **203** mit einem Durchmesser von 90 mm ist im Mittelpunkt des Halters **202** ausgebildet. Zwei kreisförmige Nuten, die eine Doppelkonstruktion bilden, sind entlang dem Rand der Öffnung **203** ausgebildet, und O-Ringe **204a** und **204b** aus Perfluoroethylen auf Basis eines Fluorharzes sind in diese Nuten eingepasst. Der Innendurchmesser des äußeren O-Ringes **204a** beträgt 117 mm, der Innendurchmesser des inneren O-Ringes **204b** beträgt 108 mm, und der Durchmesser des Querschnittes eines jeden O-Ringes beträgt 2,5 mm.

[0138] Zwischen dem äußeren O-Ring **204a** und dem inneren O-Ring **204b** ist ein Saugloch **205** zum Reduzieren des Drucks in dem von diesen beiden O-Ringen und dem Siliciumsubstrat **201** gebildeten Raum ausgebildet. Um das Siliciumsubstrat **201** durch Saugwirkung zu halten, ist es nur erforderlich, den Druck in dem Raum zwischen den O-Ringen über eine Pumpe (nicht gezeigt), die an das Saugloch **205** angeschlossen ist, zu reduzieren.

[0139] Der Durchmesser des 5''-Siliciumsubstrates **201** beträgt 125 mm. Daher kann die Position einer Orientierungsebene in irgendeine Richtung weisen, solange wie der Mittelpunkt des Siliciumsubstrates **201** und der Mittelpunkt der Öffnung **203** im wesentlichen übereinstimmen. Es ist daher nicht erforderlich, die Position einer Orientierungsebene zu berücksichtigen, wenn das Siliciumsubstrat **201** durch Saugwirkung vom Halter **202** gehalten werden soll.

[0140] Auch kann ein Siliciumsubstrat, dessen Durchmesser größer ist als 5'', am Halter **202** angeordnet werden, und es kann eine poröse Schicht, die diesem 5''-Siliciumsubstrat entspricht, ausgebildet werden. Wenn dies der Fall ist, muß jedoch die Energiezufuhr so eingestellt werden, daß die Dichte eines während der Anodisierung zugeführten elektrischen Stromes im wesentlichen der im Falle eines 5''-Substrates entspricht.

[0141] Beim praktischen Anodisieren des Siliciumsubstrates **201** wird der das Siliciumsubstrat **201** durch Saugwirkung haltende Halter **202** in ein Anodisierungsbad gesetzt. Fig. 3 ist eine Ansicht, die die Art und Weise zeigt, in der der Halter **202** in ein Anodisierungsbad gesetzt wird.

[0142] Ein Anodisierungsbad **208** ist aus einem Ethylentetrafluoridharz hergestellt, wie dies beim Halter **202** der Fall ist. Platinelektroden **206a** und **206b** sind an den beiden Seiten des Anodisierungsbades **208** befestigt. In der Mitte des Anodisierungsbades **208** ist eine Halternut **209** zum Halten des Halters **202** ausgebildet. Wenn der das Siliciumsubstrat **201** durch Saugwirkung haltende Halter **202** in dieser Haltenut **209** eingesetzt wird, wird das Anodisierungsbad **208** in einen rechten und einen linken Abschnitt unterteilt und die im Bad befindliche HF-Lösung **207** getrennt.

[0143] In diesem Zustand wird eine Gleichstromspannung unter Verwendung der Platinelektrode **206a** als negative Elektrode und der Platinelektrode **206b** als positive Elektrode angelegt. Hierdurch wird der gesamte Bereich der Vorderseite des Siliciumsubstrates **201** und ein Abschnitt (hiernach als Rückseitenumfangsabschnitt bezeichnet) seiner Rückseite außerhalb des äußeren O-Ringes **204a** anodisiert. Folglich kann eine poröse Siliciumschicht über die gesamte Vorderseite und den Rückseitenumfangsabschnitt des Siliciumsubstrates **201** ausgebildet werden.

[0144] **404** ist eine Schnittansicht, die ein Beispiel eines Anodisierungsbades zeigt, das eine Vielzahl von Haltern **202** halten kann. Wie in Fig. 4 gezeigt,

kann eine Vielzahl von Haltern **202** durch Ausbildung einer Vielzahl von Halternuten **209** in einem Anodisierungsbad **208'** ausgebildet werden. Hierdurch wird die Produktivität weiter verbessert. In diesem Beispiel eines Anodisierungsbades sind die Halter in Reihe angeordnet. Sie können jedoch auch parallel oder in Form einer Matrix angeordnet sein.

Zweite Anordnung

[0145] Fig. 5A ist eine Vorderansicht eines Halters gemäß der zweiten Anordnung dieser Ausführungsform. Fig. 5B ist eine Schnittansicht des Halters der Fig. 5A. Fig. 6 ist eine Ansicht, die schematisch einen Waferförderroboter zum Setzen eines Siliciumsubstrates auf den Halter zeigt.

[0146] Mit **501** ist ein zu anodisierendes 5"-Siliciumsubstrat bezeichnet, während mit **502** ein aus einem Ethylentetrafluoridharz hergestellter Halter bezeichnet ist. Eine Öffnung **503** mit einem Durchmesser von 90 mm ist in der Mitte des Halters **502** ausgebildet. Ein ringförmiger vorstehender Abschnitt **515** ist so am Halter **502** ausgebildet, daß er von seiner Hauptfläche um etwa 4 mm vorsteht. Zwei kreisförmige Nuten, die eine Doppelkonstruktion bilden, sind in diesem vorstehenden Abschnitt **515** ausgebildet, und O-Ringe **504a** und **504b** aus Perfluoroethylen auf Basis eines Fluorharzes sind in diese Nuten eingepasst. Der Innendurchmesser des äußeren O-Ringes **504a** beträgt 117 mm, der Innendurchmesser des inneren O-Ringes **504b** beträgt 108 mm, und der Durchmesser des Querschnittes eines jeden O-Ringes beträgt 2,5 mm.

[0147] Zwischen dem äußeren O-Ring **504a** und dem inneren O-Ring **504b** ist ein Saugloch **505** zum Reduzieren des Drucks in dem von diesen beiden O-Ringen und dem Siliciumsubstrat **501** gebildeten Raum ausgebildet. Um das Siliciumsubstrat **501** durch Saugwirkung zu erhalten, ist es nur erforderlich, den Druck in den Raum zwischen den O-Ringen mit einer Pumpe (nicht gezeigt), die an das Saugloch **505** angeschlossen ist, zu reduzieren.

[0148] Der vorstehende Abschnitt **515** trägt dazu bei, die Vorgänge des Anbringens und Entfernens des Siliciumsubstrates **501** am und vom Halter **502** unter Verwendung eines Waferförderroboters automatisch durchzuführen. Eine Klemmeinheit **510** des Waferförderroboters ergreift das Siliciumsubstrat **501** durch Festklemmen desselben, wobei die Klemmeinheit **510** eine beträchtliche Breite besitzt. Daher ist der vorstehende Abschnitt **515** erforderlich, um das Siliciumsubstrat **501**, das von der Klemmeinheit **510** festgeklemmt wird, am Halter **502** anzubringen und von diesem zu entfernen. Die Höhe des Vorsprungs des vorstehenden Abschnittes **515** kann beispielsweise auf der Basis der Konstruktion und der Abmessungen der Klemmeinheit **510** festgelegt werden.

[0149] Die Ausbildung des vorstehenden Abschnittes **515** ermöglicht eine einfache Automatisierung durch den Waferförderroboter. Selbst wenn ein Anodisierungsbad und ein Halter integriert sind, kann ein Siliciumsubstrat in einfacher Weise mit dem Waferförderroboter befestigt und gelöst werden.

[0150] Fig. 7 ist eine Schnittansicht, die die Konstruktion eines mit Haltern integrierten Anodisierungsbades zeigt. Mit **508** ist der Hauptkörper des mit einer Vielzahl von Haltern **502** integrierten Anodisierungsbades bezeichnet, während mit **506a** und **506b** Platinelektroden bezeichnet sind. Durch das Integrieren des Anodisierungsbades mit den Haltern auf diese Weise wird die Wahrscheinlichkeit eines Leckens der HF-Lösung **507** (von positiv zu negativ) vor und nach den durch diese Halter **502** getrennten Abteilen verringert. Hierdurch wird ein Phänomen unterdrückt, gemäß dem die Verteilung der Dicke einer porösen Schicht durch das Lecken der Lösung ungleichmäßig wird (Stromleckage).

[0151] Bei diesem Beispiel eines Anodisierungsbades sind die Halter in Reihe angeordnet. Sie können jedoch auch parallel oder in Matrixform angeordnet sein.

[0152] Siliciumsubstrate werden in dem in Fig. 7 gezeigten Anodisierungsbad angeordnet, und eine Gleichstromspannung wird unter Verwendung der Platinelektrode **206a** als negative Elektrode und der Platinelektrode **206b** als positive Elektrode angelegt. Hierdurch wird der gesamte Bereich der Vorderseite und der Rückseitenumfangsabschnitt eines jeden Siliciumsubstrates anodisiert. Somit kann eine poröse Siliciumschicht über die gesamte Vorderseite und den Rückseitenumfangsabschnitt des Siliciumsubstrates **501** ausgebildet werden.

Dritte Anordnung

[0153] Fig. 8 ist eine Schnittansicht eines Halters gemäß der dritten Anordnung dieser Ausführungsform. Dieser Halter kann in Kombination mit dem Anodisierungsbad **208** oder **208'** gemäß der ersten Anordnung verwendet werden.

[0154] Mit **801** ist ein zu anodisierendes Siliciumsubstrat bezeichnet. Mit **802** ist ein aus Ethylentetrafluoridharz hergestellter Halter bezeichnet. Eine Öffnung **803** ist in der Mitte des Halters **802** ausgebildet. Eine kreisförmige Nut ist entlang dem Rand der Öffnung **803** ausgebildet, und ein Saugkissen **804** aus Perfluoroethylen, das einen konkaven Querschnitt besitzt, ist in diese Nut eingepaßt. Ein Loch, das mit einem Saugloch **805** in Verbindung steht, ist im Saugkissen **804** ausgebildet.

[0155] Das konkave Saugkissen **804** kann auch mit der Oberfläche des Halters **802** verklebt werden,

ohne daß irgendeine Nut im Halter **802** ausgebildet wird. Das konkave Saugkissen **804** kann auch so ausgebildet sein, daß die Fläche (Saugfläche) des Saugkissens **804**, die mit dem Siliciumsubstrat **801** in Kontakt steht, und die Fläche des Halters **801** unter einem vorgegebenen Abstand (d. h. 4 mm) voneinander getrennt sind. Dies erleichtert die Automatisierung der Befestigung und des Lösens unter Verwendung des Waferförderroboters, wie vorstehend beschrieben.

[0156] Das Siliciumsubstrat **801** wird durch Saugwirkung vom Halter **802** gehalten, wenn der Druck im Inneren des konkaven Saugkissens **804** mit einer Pumpe (nicht gezeigt) durch das Saugloch **805** reduziert wird. Wenn dieses Saugkissen **804** verwendet wird, kann das Volumen des Abschnittes mit reduziertem Druck einfacher vergrößert werden als bei Verwendung des vorstehend beschriebenen doppelten O-Ringes. Da der Freiheitsgrad des mit dem Siliciumsubstrat **801** in Kontakt stehenden Abschnittes zunimmt, kann auch der Freiheitsgrad eines Punktes, an dem das Siliciumsubstrat **801** durch Saugwirkung gehalten wird, erhöht werden.

Vierte Anordnung

[0157] Fig. 9 ist eine Schnittansicht eines Halters gemäß der vierten Anordnung dieser Ausführungsform. Dieser Halter kann in Kombination mit dem Anodisierungsbad **208** oder **208'** gemäß der ersten Anordnung verwendet werden.

[0158] Mit **901** ist ein zu anodisierendes Siliciumsubstrat bezeichnet, während mit **902** ein aus einem Ethylentetrafluoridharz hergestellter Halter bezeichnet ist. Eine Öffnung **903** ist in der Mitte des Halters **902** ausgebildet. Eine kreisförmige Nut ist entlang dem Rand der Öffnung **903** ausgebildet, und ein Saugkissen **904** aus Perfluoroethylen, das einen U-förmigen Querschnitt besitzt, ist in diese Nut eingepasst. Die Dicke dieses Saugkissens **904** nimmt allmählich in Richtung auf einen Abschnitt ab, der in Kontakt mit dem Siliciumsubstrat **901** steht. Ein Loch, das an das Saugloch **905** angeschlossen ist, ist im Saugkissen **904** ausgebildet.

[0159] Das U-förmige Saugkissen **904** kann auch mit der Oberfläche des Halters **902** verklebt werden, ohne daß irgendeine Nut im Halter **902** ausgebildet wird. Das U-förmige Saugkissen **904** kann auch so ausgebildet werden, daß die Fläche (Saugfläche) des Saugkissens **904**, die mit dem Siliciumsubstrat **901** in Kontakt steht, und die Fläche des Halters **901** unter einem vorgegebenen Abstand (d. h. 4 mm) voneinander getrennt sind. Dies erleichtert die Automatisierung der Befestigung und des Lösens unter Verwendung des Waferförderroboters, wie vorstehend beschrieben.

[0160] Wie vorstehend erläutert, ist das Saugkissen **904** so ausgebildet, daß es im Schnitt U-Form besitzt und seine Dicke allmählich zum distalen Endabschnitt hin abnimmt. Hierdurch wird der Freiheitsgrad beim Halten des Siliciciumsubstrates **901** durch Saugwirkung weiter verbessert.

Fünfte Anordnung

[0161] Fig. 10 ist eine schematische Schnittansicht eines Halters und eines Anodisierungsbades gemäß der fünften Anordnung dieser Ausführungsform. Mit **1001** ist ein zu anodisierendes Siliciumsubstrat, mit **1002** ein aus einem Ethylentetrafluoridharz hergestellter Halter und mit **1008** ein Anodisierungsbad, das ebenfalls aus einem Ethylentetrafluoridharz hergestellt ist, bezeichnet. Obwohl der Halter **1002** und das Anodisierungsbad **1008** in Fig. 10 integriert sind, können sie auch voneinander getrennt sein. Auch kann das Anodisierungsbad **1008** eine Vielzahl von Haltern **1002** umfassen.

[0162] Eine Öffnung **1003** ist in der Mitte des Halters **1002** ausgebildet. Eine kreisförmige Nut ist entlang dieser Öffnung **1003** ausgebildet, und ein Saugkissen **1004** aus Perfluoroethylen auf der Basis eines Fluorharzes ist in die Nut eingepasst. Dieses Saugkissen **1004** besitzt eine ebene Saugfläche, so daß das Saugkissen **1004** in Flächenkontakt mit dem durch Saugwirkung zu haltenden Siliciumsubstrat **1001** steht. Eine kreisförmige Nut **1004a** ist ausgebildet und mit einem Saugloch **105** verbunden. Um das Siliciumsubstrat **1001** durch Saugwirkung zu halten, wird der Druck im Raum innerhalb der Nut **1004a** von einer Pumpe (nicht gezeigt) über das Saugloch **1005** reduziert.

[0163] Wenn eine Anodisierung durch Anlegen einer Gleichstromspannung unter Verwendung einer Platinelektrode **1006a** als negative Elektrode und einer Platinelektrode **1006b** als positive Elektrode durchgeführt wird, während das Siliciumsubstrat **1001** durch Saugwirkung gehalten wird, wird nur die Vorderseite des Siliciumsubstrates **1001** anodisiert, während seine Rückseite nicht anodisiert wird. Dies ist darauf zurückzuführen, daß das Saugkissen **1004** in engem Kontakt mit der Rückseite des Siliciumsubstrates **1001** gebracht wird, so daß die Rückseite keine HF-Lösung **1007** kontaktiert. Somit wird bei Durchführung der Anodisierung unter Verwendung dieser Anodisierungsvorrichtung nur die Vorderseite des Siliciumsubstrates **1001** porös gemacht, während keine poröse Schicht auf der Rückseite ausgebildet wird. Daher kann der wirksame Bereich (d. h. ein anwendbarer Bereich, wenn ein SOI-Substrat geformt werden soll) vergrößert werden.

[0164] Ein Beispiel eines Waferförderroboters zum automatischen Befestigen und Lösen des Siliciumsubstrates **1001** am und vom Halter **1002** wird nach-

folgend beschrieben. Wenn der Halter gemäß dieser Anordnung verwendet wird, kann ein Waferförderroboter, wie er in Fig. 6 gezeigt ist, nur schwierig verwendet werden, da die Klemmeinheit **510** gegen den Halter **1002** oder das Saugkissen **1004** stößt.

[0165] Fig. 11 ist eine Ansicht, die schematisch die Anordnung eines einzigen Waferförderroboters zeigt, der für diese Anordnung geeignet ist. Dieser Waferförderroboter ist durch Kombination von zwei Waferförderrobotern **1101** und **1102** gebildet.

[0166] Der erste Roboter **1101** hält die Rückseite des Siliciumsubstrates **1001** durch Saugwirkung. Wie durch den Pfeil a gekennzeichnet, fördert der erste Roboter **1101** das Siliciumsubstrat **1001** in die Nachbarschaft der Vorderseite des Halters **1002** und überführt das Siliciumsubstrat. **1001** zum zweiten Förderroboter **1102**. Wenn der zweite Förderroboter **1102** das Siliciumsubstrat **1101** durch Saugwirkung hält, bewegt sich der erste Förderroboter **1101** einmal in Fig. 11 nach oben und dann vom Anodisierungsbad in der entgegengesetzten Richtung zum Pfeil a weg.

[0167] Nach dem Halten der Rückseite des Siliciumsubstrates **1001** durch Saugwirkung fördert der zweite Förderroboter **1102** das Siliciumsubstrat **1001** in der durch einen Pfeil b angedeuteten Richtung. Das Siliciumsubstrat **1001** wird mit dem Saugkissen **1004** in Kontakt gebracht und vom Saugkissen **1004** durch Saugwirkung gehalten. Danach bewegt sich der zweite Förderroboter **1102** weiter in Richtung des Pfeiles b und dann nach oben, wie durch einen Pfeil c angedeutet, um sich vom Anodisierungsbad weg zu bewegen.

[0168] Vor dem Fördern des Siliciumsubstrates **1001** bewegt sich der zweite Förderroboter **1102** in den entgegengesetzten Richtungen zu den Pfeilen c und b in eine Position (in Fig. 11 gezeigt), in der der zweite Förderroboter **1102** das Siliciumsubstrat **1001** durch Saugwirkung hält.

[0169] Durch die Verwendung eines Waferförderroboters, der in der vorstehend beschriebenen Weise funktioniert, wird eine Automatisierung der Anodisierung möglich, selbst wenn ein Halter mit einem flachen Saugkissen verwendet wird.

[0170] Ein Förderroboter mit einer Klemmeinheit, wie in Fig. 6 gezeigt, ist hierbei auch als erster Förderroboter verwendbar.

Sechste Anordnung

[0171] Die vorstehend beschriebenen Halter gemäß der ersten bis fünften Anordnung halten ein Siliciumsubstrat durch Saugwirkung unter Verwendung einer Saugeinheit, wie beispielsweise eines doppelten kreisförmigen O-Ringes oder eines Saugkissens, die entlang einer Öffnung ausgebildet sind. Die Vorteile von Konstruktionen wie diesen bestehen darin, daß die Konstruktionen einfach sind und ein Siliciumsubstrat sowie ein Halter im wesentlichen vollständig abgedichtet werden können.

[0172] Die vorliegende Erfindung schließt jedoch andere Mechanismen als einen ringförmigen Saugmechanismus, der entlang einer Öffnung angeordnet ist, nicht aus. Fig. 12A ist eine Vorderansicht eines Halters gemäß der sechsten Anordnung der vorliegenden Erfindung. Dieser Halter **1202** besitzt eine Vielzahl von separaten O-Ringen **1204**. Ein Siliciumsubstrat **1201** wird durch Saugwirkung durch Reduzierung der Drücke in den von diesen O-Ringen umgebenen Räumen mit Hilfe einer Pumpe (nicht gezeigt) über ein Saugloch **1205** gehalten.

[0173] Bei der in Fig. 12A gezeigten Anordnung bewegt sich eine HF-Lösung zwischen der Vorderseite und Rückseite eines Siliciumsubstrates durch Abschnitte, in denen keine O-Ringe **1204** ausgebildet sind. Wie in Fig. 12B gezeigt, wird es daher bevorzugt, Dichtungselemente **1210** zum Abdichten der Abschnitte, in denen keine O-Ringe **1204** ausgebildet sind, vorzusehen. Diese Dichtungselemente **1210** bestehen vorzugsweise aus Perfluoroethylen auf der Basis eines Fluorharzes.

Siebte Anordnung

[0174] Fig. 13 ist eine schematische Draufsicht einer automatischen Anodisierungsvorrichtung. Mit **1301** ist der Hauptkörper der automatischen Anodisierungsvorrichtung bezeichnet. Die Funktionsweise dieser Anodisierungsvorrichtung wird von einem Computer gesteuert. Ein Lader **1302** hat die Aufgabe, einen Waferträger, der auf dem Lader **1302** angeordnet ist, in eine Position zu bewegen, in der ein einziger Waferförderroboter **1307** einen Wafer ergreifen kann. Der Waferförderroboter **1307** hat die Aufgabe, den Rand eines Wafers festzuklemmen, wie in Fig. 6 gezeigt. Ein Halter eines Anodisierungsbades **1303** besitzt einen vorstehenden Abschnitt, wie in den Fig. 5A und Fig. 5B gezeigt, der verhindert, daß eine Klemmeinheit **510** des Waferförderroboters **1307** die Hauptfläche des Halters kontaktiert. Das Anodisierungsbad **1303** ist mit Haltern integriert, wie in Fig. 7 gezeigt. Bei dieser Ausführungsform sind 25 Halter in Reihe angeordnet. Daher besitzt das Anodisierungsbad **1303** die Fähigkeit, gleichzeitig 25 Wafer zu behandeln.

[0175] Fig. 14 ist eine Ansicht zur Darstellung des Verfahrens des Einsetzens von in einem Waferträger gespeicherten Wafern in das Anodisierungsbad **1303**. Wenn eine Bedienungsperson einen Waferträger **1312** auf einem Tisch **1302a** des Laders **1302** anordnet, wird der Waferträger **1312** automatisch auf ei-

nen Tisch **1302b** und dann zu einem Tisch **1302c** unter der Steuerung des Computers gefördert. Dann bewegt sich eine Platte **1311** mit Nuten zum Halten von Wafern von einer Stelle unterhalb des Waferträgers **1312** auf dem Tisch **1302c** durch ein Fenster (Öffnung) im unteren Abschnitt des Waferträgers **1312** nach oben. Auf diese Weise werden sämtliche im Waferträger **1312** gespeicherten Wafer von den Nuten der Platte **1311** gehalten und vom Waferträger **1312** nach oben bewegt (dem in Fig. 14 gezeigten Zustand).

[0176] In diesem Zustand klemmt der Waferförderroboter **1307** die Wafer einen nach dem anderen vom letzten aus fest und fördert jeden Wafer in das Anodisierungsbad **1303**. Wenn der Wafer in eine Position gefördert ist, in der er mit der Wafersaugfläche eines Halters **1303a** im Anodisierungsbad **1303** in Kontakt steht, wird das Ventil einer Unterdruckleitung des Halters **1303a** geöffnet, um den Wafer durch Saugwirkung zu halten. Wenn der Wafer durch Saugwirkung gehalten wird, gibt der Waferförderroboter **1307** den Wafer frei und setzt den nächsten Wafer in den nächsten Halter mit dem gleichen Verfahren. Auf diese Weise werden sämtliche Wafer auf der Platte **1311** in den Waferhaltern **1303a** des Anodisierungsbades **1303** angeordnet.

[0177] Es wird dann eine Anodisierung durchgeführt, indem eine Gleichstromspannung zwischen Platinelektroden **1303b** und **1303c**, die an den beiden Enden des Anodisierungsbades **1303** ausgebildet sind, gelegt wird.

[0178] Danach werden die vollständig anodisierten Wafer mit reinem Wasser gewaschen. Fig. 15A ist eine Ansicht zur Darstellung des Verfahrens der Förderung der vollständig anodisierten Wafer zu einem Waschbad und zum Waschen dieser Wafer. Fig. 15B ist eine Draufsicht, die die Ausbildung einer Platte und eines Waferträgers im Waschbad der Fig. 15A zeigt. Fig. 15C ist eine Ansicht zur Darstellung des Verfahrens zur Speicherung der vollständig gewaschenen Wafer in einem Waferträger und zum Entfernen der Wafer aus dem Waschbad.

[0179] Der Waferförderroboter **1307** nimmt die vollständig anodisierten Wafer einen nach dem anderen aus dem Anodisierungsbad **1303** heraus und fördert jeden Wafer in die durch Pfeile in Fig. 15A angedeuteten Richtungen. Mit anderen Worten, der Wafer wird zuerst in eine Position über einem Waschbad **1304** bewegt und dann in reines Wasser im Waschbad **1304** eingetaucht. Eine Platte **1314** mit 25 Waferhaltenuten ist im Waschbad **1304** fixiert, und die Wafer werden nacheinander in diesen Nuten angeordnet.

[0180] Ein Waferträger **1313** wird vorher in das Waschbad **1304** eingetaucht. Dieser Waferträger **1313** besitzt eine Form, die in der Lage ist, sämtliche, in den Nuten der Platte **1314** gehaltenen Wafer aufzunehmen, indem die Wafer nach oben gefördert werden, wenn der Waferträger **1313** aufwärts bewegt wird. Der Waferträger **1313** besitzt ferner eine Öffnung **1313a**, durch die die Platte **1314** dringen kann, wenn der Waferträger **1313** die Wafer an der Platte **1314** nach oben fördert.

[0181] Wenn die Wafer vollständig gewaschen sind, wie in Fig. 15C gezeigt, hebt ein Trägerförderroboter **1308** den Waferträger **1313** an, lagert sämtliche Wafer auf der Platte **1314** im Waferträger **1313** und fördert den Waferträger **1313** zu einer Trägeraufnahmeeinheit **1305a** auf einem Schleudertrockner **1305**. Der Waferträger **1313** wird auf dieser Trägeraufnahmeeinheit **1305** so angeordnet, daß die Waferflächen in eine Richtung senkrecht zur Bewegungsrichtung des Trägerförderroboteres **1308** weisen. Dieser Zustand ist geeignet, damit der Waferträger **1313** um seine Achse auf dem Schleudertrockner **1305** gedreht werden kann.

[0182] Die vom Schleudertrockner **1305** getrockneten Wafer werden vom Trägerförderroboter **1308** zum Tisch eines Entladers **1306** gefördert, während sie im Waferträger **1313** gehalten werden. Durch eine Reihe von diesen Operationen werden 25 poröse Wafer erhalten.

[0183] Bei dieser Vorrichtung bewegt sich der Waferförderroboter **1307** vertikal entlang einer vertikalen Welle **1307a** und horizontal entlang einer horizontalen Welle **1350**. Der Trägerförderroboter **1308** bewegt sich vertikal entlang einer vertikalen Welle **1308a** und horizontal entlang der horizontalen Welle **1350**.

[0184] Bei dieser automatischen Anodisierungsvorrichtung sind das Anodisierungsbad **1303**, das Waschbad **1304** und die Trägeraufnahmeeinheit **1305** des Schleudertrockners **1305** in einer Draufsicht im wesentlichen linear angeordnet, und die Waferflächen weisen in eine Richtung senkrecht zur Bewegungsrichtung des Waferförderroboters **1307** und des Trägerförderroboters **1308**. Hierdurch wird die Effizienz der Waferförderung zwischen den einzelnen Schritten (Anodisierung, Waschen und Trocknen) verbessert und die Produktivität erhöht. Des weiteren kann die Anordnung vereinfacht werden, da die Roboter nur in den zwei Richtungen bewegt werden, wie vorstehend beschrieben.

[0185] Ein Zirkulationsfiltrationssystem für eine HF-Lösung wird nachfolgend beschrieben. Eine Filtereinheit **1309** im Zirkulationsfiltrationssystem der Fig. 13 besitzt die Funktion, eine vom Anodisierungsbad **1303** überfließende HF-Lösung umzuwälzen und zu filtrieren und die HF-Lösung zum Anodisierungsbad **1303** zurückzuführen. Dieses Zirkulationsfiltrati-

onssystem hat die Funktion, Partikel u. ä., die im Anodisierungsbad **1303** erzeugt werden, zu entfernen und in wirksamer Weise feine Blasen zu entfernen, die durch die Anodisierungsreaktion erzeugt werden und an den Waferoberflächen haften bleiben.

[0186] Fig. 16 ist eine schematische Ansicht, die eine praktische Anordnung des Zirkulationsfiltrationssystems zeigt. Eine HF-Lösung wird zuerst in einem Speichertank **1319** gespeichert. Die HF-Lösung im Speichertank **1319** wird dann von einer Pumpe **1315** durch ein Überführungsrohr **1320** nach oben gedrückt. Ein Filter **1316** ist in der Mitte des Überführungsrohres **1320** angeordnet und entfernt Partikel aus der HF-Lösung. Die den Filter **1316** passierende HF-Lösung wird von einem Verteiler **1317** auf 26 Leitungen verteilt und vom unteren Abschnitt des Anodisierungsbades **1303** Abteilen zugeführt, die durch die 25 Halter **1303a** getrennt sind. Die jedes Abteil des Anodisierungsbades **1303** überströmende HF-Lösung wird von einem Überströmbad **1318** aufgenommen und zum Speichertank **1319** zurückgeführt.

Achte Anordnung

[0187] Diese Anordnung wird durch Verbesserung der automatischen Anodisierungsvorrichtung gemäß der siebten Anordnung hergestellt. Fig. 19 ist eine schematische Draufsicht einer verbesserten automatischen Anodisierungsvorrichtung gemäß dieser Anordnung. Die automatische Anodisierungsvorrichtung gemäß dieser Anordnung besitzt einen Trockner **1360** zum Trocknen eines Armes **1308b** eines Trägerförderroboters **1308**, nachdem vollständig gewaschene Wafer in einem Waferträger **1313** gespeichert und von einem Waschbad **1304** zu einer Trägeraufnahmeeinheit **1305a** auf einem Schleudertrockner **1305** vom Trägerförderroboter **1308** gefördert worden sind.

[0188] Als Verfahren zum Trocknen des Armes **1308b** wird ein Verfahren zum Sprühen von Stickstoffgas oder irgendeines anderen Gases auf den Arm **1308b** bevorzugt.

[0189] Das Waferbehandlungsverfahren der automatischen Anodisierungsvorrichtung gemäß dieser Anordnung wird nachfolgend durch Vergleichen desselben mit dem Waferbehandlungsverfahren der automatischen Anodisierungsvorrichtung gemäß der siebten Anordnung beschrieben.

[0190] Nach dem gleichen Verfahren wie bei der automatischen Anodisierungsvorrichtung der siebten Anordnung werden vollständig im Waschbad **1304** gewaschene Wafer vom Trägerförderroboter **1308** im Waferträger **1313** gespeichert und zur Trägeraufnahmeeinheit **1305a** auf dem Schleudertrockner **1305** gefördert.

[0191] Während der Förderung haftet reines Wasser zum Waschen am Arm **1308b** des Trägerförderroboters **1308**. Wenn daher der vom Schleudertrockner **1305** vollständig getrocknete Waferträger **1313** vom Trägerförderroboter **1308**, an dem das reine Wasser haftet, zu einem Entlader **1306** gefördert wird, kann das reine Wasser wieder an den getrockneten Wafern haften.

[0192] Bei der automatischen Anodisierungsvorrichtung dieser Anordnung wird daher nach Förderung des Waferträgers **1313** vom Waschbad **1304** zum Schleudertrockner **1305** der Trägerförderroboter **1308** bewegt, um den Arm **1308b** am Trockner **1360** zu positionieren. Der Trockner **1360** trocknet den Arm **1308b** durch Sprühen von beispielsweise Stickstoffgas auf den Arm **1308b**.

[0193] Nachdem der Arm **1308b** vom Trockner **1360** und die Wafer sowie der Waferträger **1313** vom Schleudertrockner **1305** getrocknet worden sind, ergreift der Förderroboter den Waferträger **1313** mit dem Arm **1308b** und fördert den Waferträger **1313** zum Tisch des Entladers **1306**.

[0194] Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform kann die Effizienz der Anodisierung durch Verbesserung des Substratlagerverfahrens erhöht werden.

[0195] Genauer gesagt, bei der obigen Ausführungsform findet eine Anodisierungsvorrichtung mit einer Konstruktion Verwendung, bei der, wenn die Vorderseite eines Halbleitersubstrates porös gemacht werden soll, die Rückseite des Halbleitersubstrates durch Saugwirkung über ein Dichtungselement, das eine Kreisform oder eine an einen Kreis angenäherte Form besitzt, erhalten wird, ein Abschnitt der Rückseite des Halbleitersubstrates in einem Innenbereich des Dichtungselementes mit einer positiven elektrolytischen Lösung in Kontakt gebracht wird und die Oberfläche des Halbleitersubstrates mit einer negativen elektrolytischen Lösung in Kontakt gebracht wird. Somit kann der gesamte Oberflächenbereich des Halbleitersubstrates anodisiert werden.

[0196] Auch bei der obigen Ausführungsform können Halbleitersubstrate mit einem extrem einfachen Vorgang in der Anodisierungsvorrichtung angeordnet werden. Somit ist es möglich, eine automatische Anodisierungsvorrichtung zu erhalten, die eine Chargenbehandlung von mehreren Wafern verwirklicht, die schwierig auszuführen war.

Zweite Ausführungsform

[0197] Fig. 20 ist eine schematische Schnittansicht, die die Anordnung einer Anodisierungsvorrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Mit **2101** ist ein Siliciumsub-

strat (d. h. ein Wafer) bezeichnet. Generell ist das Vorhandensein von positiven Löchern wichtig für die Anodisierung, so daß ein Siliciumsubstrat vom p-Typ geeignet ist. Ein Siliciumsubstrat vom n-Typ kann jedoch ebenfalls verwendet werden, indem die Erzeugung von positiven Löchern durch Bestrahlung mit Licht o. ä. gefördert wird.

[0198] Mit **2102** ist ein Halter zum Lagern eines Siliciumsubstrates bezeichnet. Dieser Halter **2102** ist aus einem HF-resistenten Material, wie Ethylentetrafluoridharz (Marke: Teflon), hergestellt. Eine Öffnung **2103**, die Kreisform oder eine an einen Kreis angenäherte Form mit einem Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser eines zu lagernden Siliciumsubstrates, besitzt, ist im Halter **2102** ausgebildet.

[0199] Ein Saugmechanismus zum Lagern des Siliciumsubstrates **2101** durch Saugwirkung ist auf einer Fläche des Halters **2102** vorgesehen. Mit diesem Saugmechanismus sind verschiedene Ausführungsformen möglich.

[0200] Als dieser Saugmechanismus wird gemäß Fig. 20 ein Saugkissen **2105** mit einer im Schnitt rechteckigen Form und insgesamt einer Ringform verwendet. Eine Nut ist in einer Fläche dieses Saugkissens **2105** ausgebildet, die das Siliciumsubstrat **2101** durch Saugwirkung hält. Das Siliciumsubstrat **2101** kann vom Saugkissen **2105** durch Saugwirkung gehalten werden, indem der Druck in dem Raum innerhalb dieser Nut mit einer Pumpe **2120** durch ein Saugloch **2110** und eine Druckreduzierleitung **2121** reduziert wird. Das Saugloch **2110** kann auch an diverse Abschnitte der Nut des Saugkissens **2105** angeschlossen sein. Das Material des Saugkissens **2105** ist vorzugsweise HF-resistenter Kautschuk.

[0201] Bei einem anderen bevorzugten Saugmechanismus sind zwei Nuten, die eine Doppelkonstruktion bilden, entlang der Öffnung **2103** des Halters **2102** ausgebildet, und O-Ringe sind in diese Nuten eingepasst. Das Siliciumsubstrat **2101** wird durch Saugwirkung gehalten, indem der Druck in dem Raum zwischen den beiden O-Ringen durch die Pumpe **2120** und das Saugloch **2110** sowie die Druckreduzierleitung **2121** reduziert wird.

[0202] Bei noch einem anderen bevorzugten Saugmechanismus ist ein ringförmiges Saugkissen, das im Querschnitt eine konkave Form, eine U-Form oder irgendeine andere Form besitzt, entlang der Öffnung **2103** angeordnet. Das Siliciumsubstrat **2101** wird durch Saugwirkung gehalten, indem der Druck in einem hohlen Abschnitt, der von einer Öffnung (d. h. einem Tal der konkaven Form) dieses Saugkissens und dem Siliciumsubstrat **2101** gebildet wird, mit der Pumpe **2120** reduziert wird.

[0203] Bei noch einem anderen bevorzugten Saugmechanismus ist eine Nut in der Saugfläche des Halters **2102** ausgebildet, und das Siliciumsubstrat wird durch Saugwirkung gehalten, indem der Druck in dieser Nut von der Pumpe **2120** reduziert wird.

[0204] Die Vorderseite und Rückseite des Siliciumsubstrates **2101** werden von dem vorstehend beschriebenen Saugmechanismus vorzugsweise vollständig getrennt. Diese Ausführungsform der vorliegenden Erfindung macht jedoch nicht unbedingt eine vollständige Trennung erforderlich. Beispielsweise ist es auch möglich, einen Saugmechanismus zu verwenden, mit dem ein oder mehrere Abschnitte des Siliciumsubstrates **2101** gelagert werden und das Siliciumsubstrat und der Halter nicht vollständig abgedichtet sind.

[0205] Die Form der Öffnung **2103** ist im wesentlichen an die Form eines Abschnittes angepasst, an dem die Rückseite des Siliciumsubstrates **2101** mit einer HF-Lösung **2115** in Kontakt tritt. Die Größe dieser Öffnung **2103** kann in einem gewissen Ausmaß geringer sein als die des Siliciumsubstrates **2101**.

[0206] Beispielsweise kann der Öffnungsdurchmesser um etwa 60 mm kleiner sein als der Durchmesser des Siliciumsubstrates **2101**, d. h. es ist möglich, einen Öffnungsdurchmesser zu verwenden, mit dem ein Bereich, an dem das Siliciumsubstrat **2101** nicht in Kontakt mit der HF-Lösung **2115** steht, einen Abstand von etwa 30 mm vom Rand des Siliciumsubstrates **2101** besitzt. Die Erfinder haben festgestellt, daß selbst bei Verwendung eines solchen Öffnungsdurchmessers die Dicke eines anodisierten Abschnittes des Siliciumsubstrates **2101** von der Mitte bis zum Rand im wesentlichen konstant ist.

[0207] Wenn daher der Durchmesser der Öffnung **2103** des Halters **2102** beispielsweise 90 mm beträgt, können beliebige Siliciumsubstrate mit Durchmessern von 100 mm (4"), 125 mm (5") und 150 mm (6") bearbeitet werden. Die Verteilung der anodisierten Produkte ist bei sämtlichen Siliciumsubstraten mit diesen Durchmessern gut und ihre Qualitäten sind gleich.

[0208] Beim Halten eines Siliciumsubstrates mit einem Durchmesser von 100 mm (4") durch Saugwirkung beträgt jedoch der Durchmesser der Öffnung **2103** vorzugsweise 90 mm oder weniger, wenn das vollständige Abdichten einer Orientierungsebene und die Ermöglichung eines Unterschiedes während das Saugvorganges berücksichtigt werden sollen.

[0209] Wenn der Durchmesser der Öffnung **2103** auf 90 mm oder weniger verringert wird, ist es jedoch schwierig, einen gleichmäßigen porösen Film auszubilden, wenn ein Siliciumsubstrat mit einem Durchmesser von 150 mm (6") vom Saugkissen **2105** durch Saugwirkung gehalten und anodisiert wird.

[0210] Wenn ein Siliciumsubstrat mit einem Durchmesser von 200 mm (8") vom Saugkissen **2105** gehalten und anodisiert wird, überschreitet der Unterschied zwischen den Durchmessern des Siliciumsubstrates und der Öffnung **2103** größtenteils 60 mm. Hierdurch wird es schwieriger, einen gleichmäßigen porösen Film zu erzeugen.

[0211] Bei dieser Ausführungsform ist ein Saugkissen **2108** ausgebildet, um ein Siliciumsubstrat mit einem Durchmesser, der um einen vorgegebenen Wert größer ist als der Durchmesser der Öffnung **2103**, gut zu anodisieren. Dieses Saugkissen **2108** besitzt im wesentlichen die gleiche Konstruktion wie das Saugkissen **2105** mit Ausnahme des Durchmessers. Das Saugkissen **2108** kann ein Siliciumsubstrat durch Saugwirkung erhalten, indem der Druck in einer Nut von der Pumpe **2120** durch ein Saugloch **2111** und eine Druckreduzierleitung **2122** reduziert wird.

[0212] Eine Stufe ist zwischen einer Halterfläche **2107**, an der das Saugkissen **2108** ausgebildet ist, und einer Zwischenfläche **2104**, an der das Saugkissen **2105** ausgebildet ist, vorgesehen. Selbst wenn ein Siliciumsubstrat mit einem großen Durchmesser (d. h. 200 mm) anodisiert werden soll, kann durch diese Stufe der Bereich, in dem die HF-Lösung **2115** mit der Rückseite des Siliciumsubstrates in Kontakt gebracht wird, stark erhöht werden. Auf diese Weise kann der ausgebildete poröse Film gleichmäßig gemacht werden.

[0213] Um einen porösen Film mit einer guten Verteilung zu erhalten, beträgt die Stufe zwischen der Saugfläche **2104** und der Saugfläche **2107** vorzugsweise 5 mm oder mehr. Selbst wenn diese Stufe geringer ist als 5 mm, kann jedoch ein poröser Film mit einer guten Verteilung erhalten werden, wenn eine Einrichtung zum Entfernen von H_2-Gas, das während der Behandlung erzeugt wird, vorgesehen und die HF-Lösung **2115** in ausreichender Weise zur Rückseite eines Siliciumsubstrates geführt wird, das vom Saugkissen **2108** durch Saugwirkung gehalten wird. Bei einem bevorzugten Beispiel ist eine Vielzahl von Löchern in der Zwischenfläche **2104** ausgebildet, so daß sich die Löcher durch den Halter **2102** erstrecken und H_2-Gas von der Rückseite eines Siliciumsubstrates durch diese Löcher entfernen. Wenn dies der Fall ist, sind diese Löcher vorzugsweise geschlossen, wenn ein Siliciumsubstrat durch Saugwirkung vom Saugkissen **2105** gehalten und anodisiert wird.

[0214] Andere Komponenten werden nachfolgend beschrieben. Mit **2109a** und **2109b** sind eine negative und eine positive Elektrode bezeichnet, die vorzugsweise aus chemisch stabilem Platinmaterial geformt sind. Mit **2112** und **2113** sind Absperrventile bezeichnet, die in den Druckreduzierleitungen **2121** und **2122** vorgesehen sind. Das Ansaugen eines Siliciumsubstrates kann durch Steuern dieser Absperrventile **2112** und **2113** gesteuert werden. Mit **2114** ist ein Verteiler bezeichnet, während mit **2115** eine HF-Lösung bezeichnet ist. Alkohol, wie beispielsweise Ethanol, kann in die HF-Lösung **2115** eingemischt sein, falls erforderlich, um sofort Blasen aus H_2 als Reaktionsprodukt von der Siliciumsubstratfläche zu entfernen. Die Pfeile **2117** in Fig. 20 zeigen die Richtung eines elektrischen Feldes an. Mit **2118** ist ein vergrößerter Abschnitt des anodisierten Siliciumsubstrates **2101** bezeichnet, der den Zustand zeigt, in dem ein poröser Film von der Siliciumsubstratoberfläche gebildet ist.

[0215] Bei der in Fig. 20 gezeigten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung zwei Saugflächen. Die Vorrichtung kann jedoch auch drei oder mehr Saugflächen aufweisen. In diesem Fall können Siliciumsubstrate mit mehr verschiedenen Größen behandelt werden.

[0216] Bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine Anodisierungsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, die für die Massenproduktion und die Behandlung von Substraten mit verschiedenen Größen geeignet ist.

[0217] Genauer gesagt, um ein zu behandelndes Substrat am Halter zu fixieren, ist es lediglich erforderlich, die Rückseite des Substrates gegen die Saugfläche des Halters zu pressen und die Rückseite durch Saugwirkung zu halten. Dies erleichtert die Handhabung eines Substrates.

[0218] Des weiteren kann ein optimaler Saugmechanismus in Abhängigkeit von der Größe des Substrates ausgewählt werden, um ein zu behandelndes Substrat am Halter zu fixieren. Auf diese Weise kann ein gleichmäßiger poröser Film unabhängig von der Größe eines Substrates ausgebildet werden. Indem beispielsweise nur ein Halter vorgesehen wird, ist es möglich, in geeigneter Weise Substrate zu behandeln, deren Größen von 4" oder weniger bis zu 12" oder mehr reichen.

[0219] Des weiteren ist es durch Erniedrigen des Durchmessers eines jeden Saugmechanismus des Halters im Vergleich zum Durchmesser eines Substrates nicht mehr erforderlich, die Position der Orientierungsebene eines Substrates, das durch Saugwirkung gehalten werden soll, zu beschränken. Des weiteren kann der Mittelpunkt des Substrates geringfügig vom Mittelpunkt des Halters abweichen.

[0220] Da der Vorgang zum Halten eines Substrates vereinfacht wird, kann die Anodisierung in einfacher Weise automatisiert werden.

[0221] Bevorzugte Anordnungen dieser Ausführungsform werden nachfolgend aufgezählt und be-

schrieben.

Erste Anordnung

[0222] Fig. 21A ist eine Vorderansicht eines Halters gemäß der ersten Anordnung dieser Ausführungsform. Fig. 21B ist ein Längsschnitt des Halters der Fig. 21A.

[0223] Mit **2201** ist ein zu anodisierendes 4"- oder 5"-Siliciumsubstrat bezeichnet, während mit **2202** ein aus einem Ethylentetrafluoridharz (Marke: Teflon) hergestellter Halter bezeichnet ist. Eine Öffnung **2203** mit einem Durchmesser von 75 mm ist in der Mitte des Halters **2202** ausgebildet.

[0224] Dieser Halter **2202** besitzt eine Zwischenfläche **2204** zum Halten des 4"-Siliciumsubstrates **2201** durch Saugwirkung und eine Halterfläche **2207** zum Halten eines Siliciumsubstrates **2210** von 6" oder mehr durch Saugwirkung. Die Zwischenfläche **2204** ist so geformt, daß sie in einer Richtung von der Halterfläche **2207** zur Öffnung **2203** eine Stufe bildet.

[0225] Diese Stufe ist vorzugsweise 5 mm oder mehr groß, um H_2-Gas, das während der Anodisierung des Siliciumsubstrates **2210** erzeugt wird, zu entfernen und eine HF-Lösung gut der Rückseite des Siliciumsubstrates **2210** zuzuführen. Ferner ist der Außenumfang der Zwischenfläche **2204** vorzugsweise konzentrisch zur Öffnung **2203**. Bei dieser Anordnung beträgt der Außendurchmesser der Zwischenfläche **2104** 130 mm.

[0226] Zwei Kreisnuten, die eine Doppelkonstruktion bilden, sind in der Zwischenfläche **2204** entlang dem Rand der Öffnung **2293** ausgebildet. O-Ringe **2205a** und **2205b** aus Perfluoroethylen auf Basis eines Fluorharzes sind in diese Nuten angepasst. Der Innendurchmesser des äußeren O-Ringes **2205a** beträgt 92 mm, der Innendurchmesser des inneren O-Ringes **2205b** beträgt 79 mm, und der Durchmesser des Querschnittes eines jeden O-Ringes beträgt 2,5 mm.

[0227] Zwischen dem äußeren O-Ring **2205a** und dem inneren O-Ring **2205b** ist ein Saugloch **2206** zum Reduzieren des Drucks in dem von diesen beiden O-Ringen und dem Siliciumsubstrat **2201** gebildeten Raum ausgebildet. Dieses Saugloch **2206** erstreckt sich zum oberen Abschnitt des Halters **2202**. Um das Siliciumsubstrat **2201** durch Saugwirkung zu erhalten, ist es nur erforderlich, den Druck in dem Raum zwischen den O-Ringen über eine Pumpe (nicht gezeigt), die an das Saugloch **2206** über eine Druckreduzierleitung angeschlossen ist, zu reduzieren.

[0228] Der Durchmesser des 4"-Siliciumsubstrates **2201** beträgt 100 mm. Daher kann die Lage einer Orientierungsebene in jede beliebige Richtung weisen, solange wie der Mittelpunkt des Siliciumsubstrates **2201** und der Mittelpunkt der Öffnung **2203** im wesentlichen miteinander übereinstimmen. Es ist daher nicht erforderlich, die Position einer Orientierungsebene zu berücksichtigen, wenn das Siliciumsubstrat **2201** durch Saugwirkung vom Halter **2202** gehalten wird. Dies ist in entsprechender Weise bei dem 5"-Siliciumsubstrat **2201** der Fall.

[0229] Zusätzlich sind zwei kreisförmige Nuten, die eine Doppelkonstruktion bilden, in der Halterfläche **2207** entlang dem Außenumfang der Zwischenfläche **2204** ausgebildet. O-Ringe **2208a** und **2208b** aus Perfluoroethylen auf Basis eines Fluorharzes sind in diese Nuten eingepasst. Der Innendurchmesser des äußeren O-Ringes **2208a** beträgt 141 mm, der Innendurchmesser des inneren O-Ringes **2208b** beträgt 133 mm, und der Durchmesser des Querschnittes eines jeden O-Ringes beträgt 2,5 mm.

[0230] Zwischen dem äußeren O-Ring **2208a** und dem inneren O-Ring **2208b** ist ein Saugloch **2209** zum Reduzieren des Drucks in dem von diesen beiden O-Ringen und dem Siliciumsubstrat **2210** gebildeten Raum ausgebildet. Dieses Saugloch **2209** erstreckt sich in Richtung auf den oberen Abschnitt des Halters **2202**. Um das Siliciumsubstrat **2210** durch Saugwirkung zu halten, ist es lediglich erforderlich, den Druck in dem Raum zwischen den O-Ringen über eine Pumpe (nicht gezeigt), die an das Saugloch **2209** über eine Druckreduzierleitung angeschlossen ist, zu reduzieren.

[0231] Der Durchmesser des 6"-Siliciumsubstrates **2210** beträgt 150 mm. Daher kann die Lage einer Orientierungsebene in jede beliebige Richtung weisen, solange wie der Mittelpunkt des Siliciumsubstrates **2210** und der Mittelpunkt der Öffnung **2203** im wesentlichen übereinstimmen. Es ist somit nicht erforderlich, die Position einer Orientierungsebene zu berücksichtigen, wenn das Siliciumsubstrat **2210** durch Saugwirkung vom Halter **2202** gehalten wird. Dies trifft in entsprechender Weise auf das Siliciumsubstrat **2210** zu, das größer ist als 6".

[0232] Dieser Halter **2202** kann sowohl für das 4"-(oder 5") Siliciumsubstrat **2201** als auch für das Siliciumsubstrat **2210** mit 6" oder mehr verwendet werden. Diese beiden Arten von Siliciumsubstrat werden natürlich nicht gleichzeitig durch Saugwirkung gehalten und anodisiert, d. h. zu einem Zeitpunkt wird nur ein Substrattyp bearbeitet.

[0233] Die Abmessungen der einzelnen Teile des Halters **2202** können in Abhängigkeit von der Größe des zu bearbeitenden Siliciumsubstrates in geeigneter Weise verändert werden.

[0234] Beim praktischen Anodisieren eines Silici-

umsubstrates wird der Halter **2202**, der das Siliciumsubstrat durch Saugwirkung hält, in einem Anodisierungsbad angeordnet. Fig. 22 zeigt die Art und Weise, in der der Halter **2202** in einem Anodisierungsbad angeordnet ist. Der Halter **2202** und ein Anodisierungsbad **2211** können auch integriert sein.

[0235] Das Anodisierungsbad **2211** ist aus einem Ethylentetrafluoridharz wie der Halter **2202** hergestellt. Platinelektroden **2213a** und **2213b** sind an den beiden Seiten des Anodisierungsbades **2211** befestigt. In der Mitte des Anodisierungsbades **2211** ist eine Halternut **2212** zum Halten des Halters **2202** ausgebildet. Wenn der Halter **2202**, der durch Saugwirkung ein Siliciumsubstrat hält, in diese Halternut **2212** eingepaßt worden ist, wird das Anodisierungsbad **2211** in einen rechten und linken Abschnitt unterteilt und eine im Bad angeordnete HF-Lösung **2214** getrennt.

[0236] In diesem Zustand wird eine Gleichstromspannung unter Verwendung der Platinelektrode **2213a** als negative Elektrode und der Platinelektrode **2213b** als positive Elektrode angelegt. Hierdurch werden der gesamte Bereich der Vorderseite des Siliciumsubstrates und ein Abschnitt (ein Rückseitenumfangsabschnitt) seiner Rückseite außerhalb des äußeren O-Ringes **2205a** anodisiert. Auf diese Weise kann eine poröse Siliciumschicht über die gesamte Vorderseite und den Rückseitenumfangsabschnitt des Siliciumsubstrates ausgebildet werden.

[0237] Fig. 23 ist eine Schnittansicht, die ein Beispiel eines Anodisierungsbades zeigt, das eine Vielzahl von Haltern **2202** halten kann. Wie in Fig. 23 gezeigt, kann eine Vielzahl von Haltern **2202** erhalten werden, indem eine Vielzahl von Halternuten **2212** in einem Anodisierungsbad **2211'** ausgebildet wird. Hierdurch wird die Produktivität weiter verbessert. Die Halter sind bei diesem Beispiel eines Anodisierungsbades in Reihe angeordnet, können jedoch auch parallel oder in Matrixform angeordnet sein. Auch können die Halter **2202** und das Anodisierungsbad **2211'** integriert sein.

[0238] Ein Beispiel eines Waferförderroboters zum automatischen Befestigen und Lösen eines Siliciumsubstrates am und vom Halter **2202** wird nachfolgend beschrieben.

[0239] Fig. 24 zeigt schematisch die Anordnung eines einzigen Waferförderroboters, der für diese Anordnung geeignet ist. Dieser Waferförderroboter ist durch Kombinieren von zwei Waferförderrobotern **1307** und **1330** gebildet.

[0240] Der erste Waferförderroboter **1307** hält die Rückseite eines Siliciumsubstrates **2220** durch Saugwirkung. Wie durch den Pfeil a angedeutet ist, fördert der erste Waferförderroboter **1307** das Siliciumsubstrat **2220** zur Nachbarschaft der Vorderseite des Halters **2202** und überführt das Siliciumsubstrat **2220** zum zweiten Förderroboter **1330**. Wenn der zweite Waferförderroboter **1330** das Siliciumsubstrat **2220** durch Saugwirkung hält, bewegt sich der erste Waferförderroboter **1307** einmal nach oben und dann vom Anodisierungsbad **2211'** in der entgegengesetzten Richtung zum Pfeil a weg.

[0241] Nach dem Halten der Rückseite des Siliciumsubstrates **2220** durch Saugwirkung fördert der zweite Förderroboter **1330** das Siliciumsubstrat **2220**, wie durch einen Pfeil b angedeutet. Diese Funktionsweise des zweiten Förderroboters **1330** ändert sich mit der Größe des Siliciumsubstrates **2220**. Mit anderen Worten, wenn die Größe des Siliciumsubstrates **2220** 4" (oder 5") beträgt, fördert der zweite Förderroboter **1330** das Siliciumsubstrat **2220** in die Position der O-Ringe **2205**. Wenn andererseits die Größe des Siliciumsubstrates **2220** 6" (oder mehr) beträgt, fördert der zweite Waferförderroboter **1330** das Siliciumsubstrat **2220** zur Position der O-Ringe **2208**.

[0242] Wenn das Siliciumsubstrat **2220** in die Position gefördert worden ist, in der es mit dem O-Ring **2205** oder **2208** in Kontakt gebracht und durch Saugwirkung von diesem O-Ring **2205** oder **2208** gehalten wird, gibt der zweite Waferförderroboter **1330** das Siliciumsubstrat **2220** frei. Danach bewegt sich der zweite Waferförderroboter **1330** in Richtung des Pfeiles B weiter und dann nach oben, wie durch den Pfeil c angedeutet, um sich vom Anodisierungsbad **2211'** weg zu bewegen.

[0243] Vor dem Fördern des Siliciumsubstrates **2220** bewegt sich der zweite Waferförderroboter **1330** in den entgegengesetzten Richtungen zu den Pfeilen c und b in die Position (in Fig. 24 gezeigt), in der der zweite Waferförderroboter **1330** das Siliciumsubstrat **2220** durch Saugwirkung hält.

[0244] Durch die Verwendung des Waferförderroboters, der in der vorstehend beschriebenen Weise funktioniert, wird die Automatisierung der Anodisierung möglich.

Zweite Anordnung

[0245] Fig. 25 ist eine Schnittansicht eines Halters gemäß der zweiten Anordnung dieser Ausführungsform. Dieser Halter **2303** kann in Kombination mit dem Anodisierungsbad **2211** oder **2211'** gemäß der ersten Anordnung verwendet werden. Auch der in Fig. 24 gezeigte einzige Waferförderroboter ist zum Befestigen und Lösen eines Siliciumsubstrates geeignet.

[0246] Der Halter **2303** gemäß dieser Anordnung wird durch Austausch der doppelten O-Ringe im Halter gemäß der ersten Anordnung durch andere Saug-

mechanismen erhalten. Mit anderen Worten, der Halter **2303** besitzt einen Saugmechanismus zum Halten eines 4" (oder 5")-Siliciumsubstrates **2301** durch Saugwirkung und einen Saugmechanismus zum Halten eines Siliciumsubstrates **2302** von 6" oder mehr durch Saugwirkung.

[0247] Bei dieser Anordnung finden als Siliciumsubstratsaugmechanismen Saugkissen **2305** und **2306** Verwendung, die jeweils eine U-Form im Schnitt und insgesamt eine Ringform besitzen.

[0248] Sauglöcher **2312** und **2313**, die mit Druckreduzierleitungen **2307** und **2308** in Verbindung stehen, sind in Abschnitten der Saugkissen **2305** und **2306** ausgebildet. Absperrventile **2309** und **2310** sind an den Endabschnitten der Druckreduzierleitungen **2307** und **2308** vorgesehen. Ein Verteiler **2311** ist nach diesen Absperrventilen vorgesehen und vereinigt die beiden Druckreduzierleitungen zu einer einzigen Leitung. Um die Siliciumsubstrate **2301** und **2302** zu erhalten, ist es lediglich erforderlich, die Absperrventile **2309** und **2310** zu öffnen.

[0249] Wenn Saugkissen mit einer U-Form im Schnitt als Saugmechanismen verwendet werden, wie bei dieser Anordnung, wird der Freiheitsgrad der mit den Siliciumsubstraten in Kontakt stehenden Abschnitte im Vergleich zur ersten Anordnung erhöht. Hierdurch wird die Notwendigkeit vermieden, die Siliciumsubstrate genau zu den Kontaktabschnitten zu fördern.

Dritte Anordnung

[0250] Fig. 26 ist eine Schnittansicht eines Halters gemäß der dritten Anordnung dieser Ausführungsform. Dieser Halter **2303'** kann in Kombination mit dem Anodisierungsbad **2211** oder **2211'** gemäß der ersten Anordnung verwendet werden. Auch der in Fig. 24 gezeigte einzige Waferförderroboter ist zum Befestigen und Lösen eines Siliciumsubstrates geeignet.

[0251] Der Halter **2303'** gemäß dieser Anordnung wird durch Austausch der Saugkissen **2305** und **2306** im Halter der ersten Anordnung durch andere Saugmechanismen erhalten, d. h. durch Saugkissen **2305'** und **2306'** mit einem konkaven Querschnitt. Die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 25 bezeichnen gleiche Teile, so daß auf eine detaillierte Beschreibung hiervon verzichtet wird.

[0252] Wenn Saugkissen mit einem konkaven Schnitt als Saugmechanismen verwendet werden, wie bei dieser Anordnung, wird der Freiheitsgrad der mit den Siliciumsubstraten in Kontakt stehenden Abschnitte wie bei der zweiten Anordnung erhöht. Hierdurch wird die Notwendigkeit vermieden, die Siliciumsubstrate genau zu den Kontaktabschnitten zu fördern.

Vierte Anordnung

[0253] Fig. 27 ist eine Schnittansicht eines Halters gemäß der vierten Anordnung dieser Ausführungsform. Dieser Halter **2403** kann in Kombination mit dem Anodisierungsbad **2211** oder **2211'** gemäß der ersten Anordnung verwendet werden. Auch der in Fig. 24 gezeigte einzige Waferförderroboter ist zum Befestigen und Lösen eines Siliciumsubstrates geeignet.

[0254] Der Halter **2403** dieser Ausführungsform wird erhalten, indem der doppelte O-Ring im Halter der ersten Anordnung durch andere Saugmechanismen ausgetauscht wird. Mit anderen Worten, der Halter **2403** besitzt einen Saugmechanismus zum Halten eines 4" (oder 5")-Siliciumsubstrates **2401** durch Saugwirkung und einen Saugmechanismus zum Halten eines Siliciumsubstrates **2402** von 6" oder mehr durch Saugwirkung.

[0255] Bei dieser Anordnung finden Saugkissen **2405** und **2406**, die jeweils eine rechteckige Form im Schnitt und insgesamt eine Ringform besitzen, als Siliciumsubstratsaugmechanismen Verwendung.

[0256] Nuten zum Halten der Siliciumsubstrate **2401** und **2402** durch Saugwirkung sind in diesen Saugkissen **2405** und **2406** ausgebildet. Sauglöcher **2407** und **2408**, die mit Druckreduzierleitungen **2411** und **2412** in Verbindung stehen, sind in diesen Nuten ausgebildet. Absperrventile **2409** und **2410** sind an den Endabschnitten der Druckreduzierleitungen **2411** und **2412** vorgesehen. Ein Verteiler **2413** ist nach diesen Absperrventilen angeordnet und vereinigt die beiden Druckreduzierleitungen zu einer einzigen Leitung. Um die Siliciumsubstrate **2401** und **2402** zu erhalten, ist es lediglich erforderlich, die Absperrventile **2409** und **2410** zu öffnen.

[0257] Wenn ein Siliciumsubstrat unter Verwendung des Halters **2403** gemäß dieser Anordnung in Kombination mit dem Anodisierungsbad **2211** oder **2211'** anodisiert wird, wird nur die Vorderseite des Siliciumsubstrates anodisiert, während seine Rückseite nicht anodisiert wird. Dies ist darauf zurückzuführen, daß das Saugkissen **2405** oder **2406** in engen Kontakt mit der Rückseite des Siliciumsubstrates **2401** oder **2402** gebracht wird, so daß eine HF-Lösung auf der Vorderseite des Siliciumsubstrates sich nicht zur Rückseite des Siliciumsubstrates bewegt. Mit anderen Worten, wenn eine Anodisierung unter Verwendung dieses Halters **2403** durchgeführt wird, wird nur die Vorderseite des Siliciumsubstrates porös gemacht und keine poröse Schicht auf seiner Rückseite ausgebildet. Daher kann der wirksame Bereich (d. h. ein verwendbarer Bereich, wenn ein SOI-Substrat geformt werden soll) vergrößert werden.

Fünfte Anordnung

[0258] Fig. 28 ist eine Schnittansicht eines Halters gemäß der fünften Anordnung dieser Ausführungsform. Dieser Halter **2505** kann in Kombination mit dem Anodisierungsbad **2211** oder **2211'** gemäß der ersten Anordnung verwendet werden. Auch der in Fig. 24 gezeigte einzige Waferförderroboter ist zur Befestigung und zum Lösen eines Siliciumsubstrates geeignet.

[0259] Der Halter **2505** gemäß dieser Anordnung besitzt eine Vielzahl von Saugmechanismen zur Bearbeitung von Siliciumsubstraten verschiedener Größen. Mit anderen Worten, ein stufenförmiges Loch ist im Hauptkörper des Halters ausgebildet und erstreckt sich von der Vorderseite zur Rückseite des Hauptkörpers des Halters, und der Halter **2505** besitzt einen Siliciumsubstratsaugmechanismus auf jedem Stufenabschnitt (Zwischenfläche) dieses Hauptkörpers.

[0260] Mit **2505** ist ein Halter zum Lagern eines Siliciumsubstrates bezeichnet. Der Halter **2505** besteht aus einem HF-resistenten Material, wie einem Ethylentetrafluoridharz (Marke: Teflon). Der Halter **2505** besitzt von der Rückseite zur Rückseite Saugmechanismen für ein 12"-Substrat, ein 8"-Substrat, ein 6"-Substrat und ein 5"-Substrat (und ein 4"-Substrat) auf einer Halterfläche **2524**, einer Zwischenfläche **2523**, einer Zwischenfläche **2522** und einer Zwischenfläche **2521**. Die Zahl der Stufenabschnitte (Saugmechanismen) kann erhöht werden, um ein 12" überschreitendes Siliciumsubstrat zu erhalten, oder es kann eine nicht erforderliche Zwischenfläche weggelassen werden.

[0261] Bei der in Fig. 28 gezeigten Anordnung finden doppelte O-Ringe **2507**, **2508**, **2509** und **2510** als Saugmechanismen Verwendung. Ebenso wirksam können jedoch auch Saugmechanismen wie bei den vorstehend beschriebenen zweiten bis vierten Anordnungen verwendet werden.

[0262] Bei dieser Anordnung beträgt der Außendurchmesser der Zwischenfläche **2523** für ein 8"-Substrat 280 mm, der Außendurchmesser der Zwischenfläche **2522** für ein 6"-Substrat 180 mm, der Außendurchmesser der Zwischenfläche **2521** für ein 4"-Substrat (und ein 5"-Substrat) 130 mm und der Durchmesser einer Öffnung **2506** 75 mm. Es können jedoch auch andere Abmessungen Anwendung finden.

[0263] Um einen porösen Film mit einer guten Verteilung für Siliciumsubstrate dieser Größen zu erhalten, beträgt die Stufe zwischen den benachbarten Saugflächen vorzugsweise 5 mm oder mehr. Selbst wenn diese Stufe jedoch weniger als 5 mm beträgt, kann ein poröser Film mit einer guten Verteilung erhalten werden, wenn eine Einrichtung zum Entfernen von H_2-Gas, das während der Bearbeitung erzeugt wird, und zum ausreichenden Zuführen der HF-Lösung zur Rückseite eines zu bearbeitenden Siliciumsubstrates vorgesehen wird. Ein bevorzugtes Beispiel besteht darin, eine Vielzahl von Löchern **2531** bis **2533** in den Saugflächen **2521** bis **2523** auszubilden, so daß sich die Löcher durch den Halter **2505** erstrecken, und H_2-Gas von den Rückseiten der Siliciumsubstrate durch diese Löcher zu entfernen. Wenn dies der Fall ist, werden diese Löcher vorzugsweise in Abhängigkeit von der Größe eines zu bearbeitenden Siliciumsubstrates geschlossen, um zu verhindern, daß sich die HF-Lösung zwischen der Vorderseite und Rückseite des Siliciumsubstrates bewegt. Wenn beispielsweise ein Siliciumsubstrat **2503** bearbeitet werden soll, wird das Vorhandensein eines Loches **2533** nicht bevorzugt, so daß dieses Loch **2533** vorzugsweise geschlossen wird. Ein anderes bevorzugtes Beispiel besteht darin, den Raum auf der Rückseite eines Siliciumsubstrates durch Eintiefung der Zwischenflächen mit Ausnahme der Abschnitte zum Lagern der O-Ringe als Saugmechanismen in Richtung auf die Rückseite zu vergrößern.

[0264] Sauglöcher **2511** bis **2514** zum Reduzieren der Drücke in den Räumen zwischen den doppelten O-Ringen **2507** bis **2510** sind für diese O-Ringe ausgebildet und an Druckreduzierleitungen **2541** bis **2544** im oberen Abschnitt des Halters **2505** angeschlossen. Diese Druckreduzierleitungen **2541** bis **2544** sind an Absperrventile **2515** bis **2518** und dann an einen Verteiler **2519** angeschlossen. Der Verteiler **2519** vereinigt die vier Druckreduzierleitungen zu einer einzigen Leitung. Zum Halten der Siliciumsubstrate **2501** bis **2504** ist es lediglich erforderlich, die Absperrventile **2515** bis **2518** zu öffnen.

[0265] Bei dieser Anordnung können Siliciumsubstrate verschiedener Größen bearbeitet werden, da eine Vielzahl von Saugmechanismen vorgesehen ist.

[0266] Wenn eine Anodisierung unter Verwendung eines Anodisierungsbades mit einer Vielzahl von Haltern bei den obigen verschiedenen Ausführungsformen durchgeführt wird, können Siliciumsubstrate mit unterschiedlichen Größen gleichzeitig bearbeitet werden. Wenn dies der Fall ist, werden die Absperrventile der einzelnen Halter unabhängig voneinander in Abhängigkeit von den Größen der zu bearbeitenden Siliciumsubstrate gesteuert. Wenn beispielsweise ein 4"-Siliciumsubstrat und ein 6"-Siliciumsubstrat gleichzeitig behandelt werden sollen, wird das 4"-Siliciumsubstrat durch Steuern eines 4"-Absperrventiles für einen Halter zur Bearbeitung eines 4"-Siliciumsubstrates befestigt und gelöst. Analog dazu wird das 6"-Siliciumsubstrat durch Steuerung eines 6"-Absperrventiles für einen Halter zur Bearbeitung eines 6"-Siliciumsubstrates befestigt und gelöst.

Sechste Anordnung

[0267] Diese Anordnung stellt ein automatisches Anodisierungsbad zur Verfügung, das das Anodisierungsbad **2111'**, den ersten Waferförderroboter **1307** und den zweiten Waferförderroboter **1330** gemäß der ersten Anordnung umfasst. Fig. 29 ist eine schematische Draufsicht der automatischen Anodisierungsvorrichtung. Bei dieser Anordnung besitzt das Anodisierungsbad **2211'** 25 Halter **2202** und hat die Fähigkeit, gleichzeitig 25 Wafer zu behandeln.

[0268] Mit **1301** ist der Hauptkörper der automatischen Anodisierungsvorrichtung bezeichnet. Die Funktionsweise dieser Anodisierungsvorrichtung wird von einem Computer gesteuert. Ein Lader **1302** hat die Aufgabe, den auf dem Lader **1302** angeordneten Waferträger in eine Position zu bewegen, in der der erste Waferförderroboter **1307** einen Wafer durch Saugwirkung halten kann.

[0269] Fig. 30 ist eine Ansicht zur Darstellung des Verfahrens zum Anordnen von in einem Waferträger gespeicherten Wafern im Anodisierungsbad **2211'**. Wenn eine Bedienungsperson einen Waferträger **1312** auf einem Tisch **1302a** des Laders **1302** anordnet, wird der Waferträger **1312** automatisch zu einem Tisch **1302b** und dann zu einem Tisch **1302c** unter der Steuerung eines Computers gefördert. Dann bewegt sich eine Platte **1311** mit Nuten zum Halten von Wafern von einer Stelle unterhalb des Waferträgers **1312** auf dem Tisch **1302c** durch ein Fenster (Öffnung) im unteren Abschnitt des Waferträgers **1312**. Somit werden sämtliche Wafer, die im Waferträger **1312** gespeichert sind, von den Nuten der Platte **1311** gehalten und vom Waferträger **1312** nach oben bewegt (der in Fig. 30 gezeigte Zustand).

[0270] In diesem Zustand klemmt der Waferförderroboter **1307** die Wafer einen nach dem anderen vom äußersten Wafer an fest und, wie durch den Pfeil d angedeutet, fördert jeden Wafer zur Vorderseite eines entsprechenden Halters **2202** im Anodisierungsbad **2211'**. Zu diesem Zeitpunkt hat sich der zweite Waferförderroboter **1330** bereits in eine Waferempfangsposition bewegt und wartet in dieser Position. Dabei hält der zweite Waferförderroboter **1330** den geförderten Wafer durch Saugwirkung und fördert diesen in eine Position, in der der Wafer mit O-Ringen des entsprechenden Halters in Kontakt steht.

[0271] In diesem Zustand kann der Wafer durch Saugwirkung durch Öffnen eines entsprechenden Absperrventiles unter der Computersteuerung gehalten werden. Wenn der Wafer auf diese Weise durch Saugwirkung gehalten wird, gibt der zweite Waferförderroboter **1330** den Wafer frei und ist zur Anordnung des nächsten Wafers bereit.

[0272] Durch Wiederholung des obigen Vorganges werden sämtliche Wafer auf der Platte **1311** in den Waferhaltern **2202** des Anodisierungsbades **2211'** angeordnet.

[0273] Die Anodisierung wird dann unter Computersteuerung durchgeführt, indem eine Gleichstromspannung zwischen Platinelektroden **2213a** und **2213b** gelegt wird, die an den beiden Enden des Anodisierungsbades **2211'** ausgebildet sind.

[0274] Danach werden die vollständig anodisierten Wafer mit reinem Wasser gewaschen. Fig. 15A ist eine Ansicht zur Darstellung des Verfahrens des Förderns der vollständig anodisierten Wafer zu einem Waschbad und zum Waschen dieser Wafer. Fig. 15B ist eine Draufsicht, die die Konstruktion einer Platte und eines Waferträgers in dem in Fig. 15A dargestellten Waschbad zeigt. Fig. 15C ist eine Ansicht zur Darstellung des Verfahrens zum Speichern der vollständig gewaschenen Wafer in einem Waferträger und zum Entfernen der Wafer aus dem Waschbad.

[0275] Die vollständig anodisierten Wafer werden vom zweiten Waferförderroboter **1330** von den O-Ringen getrennt und zum ersten Waferförderroboter **1307** überführt. Der erste Waferförderroboter **1307** fördert die Wafer über den zweiten Waferförderroboter **1330**, wie durch den Pfeil e angedeutet (Fig. 30), zu einem Abschnitt über einem Waschbad **1304** und taucht die Wafer in reines Wasser im Waschbad **1304** ein. Eine Platte **1314** mit 25 Waferhaltenuten ist im Waschbad **1304** fixiert, und die Wafer werden nacheinander in diesen Nuten angeordnet.

[0276] Ein Waferträger **1313** ist vorher in das Waschbad **1304** eingetaucht worden. Dieser Waferträger **1313** besitzt eine Form, die in der Lage ist, sämtliche in den Nuten der Platte **1314** gehaltenen Wafer durch Aufwärtsbewegen derselben aufzunehmen, wenn der Waferträger **1313** aufwärts bewegt wird. Ferner besitzt der Waferträger **1313** eine Öffnung **1313a**, die die Platte **1314** passieren kann, wenn der Waferträger **1313** die Wafer an der Platte **1314** aufwärts bewegt.

[0277] Wenn die Wafer vollständig gewaschen worden sind, wie in Fig. 15C gezeigt, hebt ein Trägerförderroboter **1308** den Waferträger **1313** an, lagert sämtliche Wafer an der Platte **1314** im Waferträger **1313** und fördert den Waferträger **1313** zu einer Trägeraufnahmeeinheit **1305a** auf einem Schleudertrockner **1305**. Der Waferträger **1313** wird auf dieser Trägerempfangseinheit **1305a** so angeordnet, daß die Waferflächen in eine Richtung senkrecht zur Bewegungsrichtung des Trägerförderroboters **1308** weisen. Dieser Zustand ist geeignet, damit sich die Waferträger **1313** um ihre Achsen auf dem Schleudertrockner **1305** drehen können.

[0278] Die vom Schleudertrockner **1305** getrockneten Wafer werden, während sie im Waferträger **1313** gehalten werden, vom Trägerförderroboter **1308** zum Tisch eines Entladers **1306** gefördert. Durch eine Reihe von diesen Vorgängen werden 25 poröse Wafer erhalten.

[0279] Bei dieser Vorrichtung bewegt sich der erste Waferförderroboter **1307** vertikal entlang einer Welle **1307a** und horizontal entlang einer horizontalen Welle **1350**. Der zweite Waferförderroboter **1330** bewegt sich vertikal entlang einer vertikalen Welle **1330a** und horizontal entlang einer horizontalen Welle **1351**. Der Trägerförderroboter **1308** bewegt sich vertikal entlang einer vertikalen Welle **1308a** und horizontal entlang der horizontalen Welle **1350**.

[0280] Ein Umwälzfiltrationssystem für eine HF-Lösung wird nachfolgend beschrieben. Eine Filtereinheit **1309** im Umwälzfiltrationssystem hat die Aufgabe, die das Anodisierungsbad **2211'** überströmende HF-Lösung umzuwälzen und zu filtrieren und die HF-Lösung zum Anodisierungsbad **2211'** zurückzuführen. Dieses Umwälzfiltrationssystem hat die Aufgabe, im Anodisierungsbad **2211'** erzeugte Partikel u. ä. zu entfernen und auf wirksame Weise feine Blasen zu beseitigen, die durch die Anodisierungsreaktion erzeugt werden und an den Waferoberflächen haften bleiben.

[0281] Bei dieser automatischen Anodisierungsvorrichtung sind das Anodisierungsbad **2211'**, das Waschbad **1304** und die Trägerempfangseinheit **1305a** des Schleudertrockners **1305** in der Draufsicht im wesentlichen linear angeordnet und weisen die Waferflächen in einer Richtung senkrecht zu den Bewegungsrichtungen des ersten und zweiten Waferförderroboters **1307** und **1330**. Hierdurch wird die Effizienz der Waferförderung zwischen den einzelnen Schritten (Anodisierung, Waschen und Trocknen) verbessert und die Produktivität erhöht. Des weiteren kann die Anordnung vereinfacht werden, da die Roboter nur in zwei Richtungen bewegt werden, wie vorstehend beschrieben.

[0282] Bei der vorstehend beschriebenen automatischen Anodisierungsvorrichtung ist es auch möglich, eine Anordnung zu verwenden, bei der die Waferförderroboter **1307** und **1330** unter Verwendung der gleichen Horizontalwelle angetrieben werden.

[0283] Diese Anordnung kann verwirklicht werden, indem ein Hubmechanismus zum horizontalen Antreiben der Waferförderroboter **1307** und **1330** entlang der Horizontalwelle durch Integrieren der Hauptkörper **1307b** und **1330b** der Waferförderroboter **1307** und **1330** und durch Bewegung einer Saugeinheit **1307a** des Waferförderroboters **1307** nach oben und nach unten und ein Horizontalantriebsmechanismus zum Bewegen einer Saugeinheit **1330a** des Waferförderroboters **1330** in Axialrichtung (Horizontalrichtung) der Horizontalwelle **1330** vorgesehen werden.

[0284] Um bei dieser Anordnung einen Wafer im Anodisierungsbad **2211'** anzuordnen, wird ein in der Platte **1311** gehaltener Wafer durch Saugwirkung von der Saugeinheit **1307a** gehalten und zur Vorderseite eines entsprechenden Halters **2202** im Anodisierungsbad **2211'** gefördert, wie durch den Pfeil d in Fig. 30 gezeigt. Nachdem die Saugeinheit **1330a** des Waferförderroboters **1330** vom Horizontalantriebsmechanismus in Fig. 30 nach links bewegt worden ist, um den Wafer durch Saugwirkung zu halten, wird die Saugeinheit **1307a** vom Hubmechanismus nach oben bewegt. Danach wird die Saugeinheit **1330a** vom Horizontalantriebsmechanismus in Fig. 30 nach rechts in eine Position bewegt, in der der Wafer mit den O-Ringen des Halters **2202** in Kontakt tritt, und der Wafer wird durch Saugwirkung vom Halter **2202** gehalten.

[0285] Um einen Wafer vom Anodisierungsbad **2211'** zum Waschbad **1304** zu überführen, wird die Rückseite des Wafers von der Saugeinheit **1330a** durch Saugwirkung gehalten, und der durch die O-Ringe des Halters **2202** auf den Wafer ausgeübte Saugeffekt wird abgebaut. Die Saugeinheit **1330a** wird in Fig. 30 nach links bewegt, um einen vorgegebenen Abstand zwischen dem Wafer und dem Halter **2202** herzustellen. Die Saugeinheit **1307a** wird vom Hubmechanismus nach unten in eine Position zwischen dem Wafer und dem Halter **2202** bewegt und hält die Rückseite des Wafers. Der von der Saugeinheit **1330a** ausgeübte Saugeffekt wird abgebaut, und die Saugeinheit **1330a** wird vom Horizontalantriebsmechanismus in Fig. 30 nach rechts bewegt. Danach werden die integrierten Waferförderroboter **1307** und **1330** zum Waschbad **1304** bewegt, wie durch den Pfeil e' in Fig. 30 angedeutet.

[0286] Diese Anordnung macht es überflüssig, den Waferförderroboter **1307** über den Waferförderroboter **1330** zu bewegen, wie durch den Pfeil e angedeutet, wenn ein Wafer vom Anodisierungsbad **2211'** zum Waschbad **1304** gefördert wird. Daher können die integrierten Waferförderroboter **1307** und **1330** wie durch den Pfeil e' in Fig. 30 angedeutet bewegt werden. Somit kann der Waferförderweg verkürzt werden.

Siebte Anordnung

[0287] Diese Anordnung wird durch Verbesserung der automatischen Anodisierungsvorrichtung gemäß der sechsten Anordnung hergestellt. Fig. 31 ist eine schematische Draufsicht einer verbesserten automatischen Anodisierungsvorrichtung gemäß dieser Anordnung. Die automatische Anodisierungsvorrichtung gemäß dieser Anordnung besitzt einen Trockner

1360 zum Trocknen eines Armes **1308b** des Trägerförderroboters **1308**, nachdem vollständig gewaschene Wafer in einem Waferträger **1313** gespeichert und von einem Waschbad **1304** zu einer Trägeraufnahmeeinheit **1305a** auf einem Schleudertrockner **1305** vom Trägerförderroboter **1308** gefördert worden sind.

[0288] Als Verfahren zum Trocknen des Armes **1308b** wird ein Verfahren zum Sprühen von Stickstoffgas oder irgendeines anderen Gases auf den Arm **1308b** bevorzugt.

[0289] Das Waferbehandlungsverfahren der automatischen Anodisierungsvorrichtung gemäß dieser Anordnung wird nachfolgend durch Vergleich desselben mit dem Waferbehandlungsverfahren der automatischen Anodisierungsvorrichtung gemäß der sechsten Anordnung beschrieben.

[0290] Nach dem gleichen Verfahren wie bei der automatischen Anodisierungsvorrichtung der sechsten Anordnung werden vollständig im Waschbad **1304** gewaschene Wafer im Waferträger **1313** gelagert und vom Trägerförderroboter **1308** zur Trägeraufnahmeeinheit **1305a** auf dem Schleudertrockner **1305** gefördert.

[0291] Während der Förderung haftet reines Wasser zum Waschen am Arm **1308b** des Trägerförderroboters **1308**. Wenn daher der vollständig vom Schleudertrockner **1305** getrocknete Waferträger **1313** vom Trägerförderroboter **1308**, an dem das reine Wasser haftet, zu einem Entlader **1306** gefördert wird, kann das reine Wasser wieder an den getrockneten Wafern haften.

[0292] Daher wird bei der automatischen Anodisierungsvorrichtung dieser Anordnung nach dem Fördern des Waferträgers **1313** vom Waschbad **1304** zum Schleudertrockner **1305** der Trägerförderroboter **1308** so bewegt, daß der Arm **1308b** auf dem Trockner **1360** positioniert wird. Der Trockner **1360** trocknet den Arm **1308b** durch Sprühen von beispielsweise Stickstoffgas auf den Arm **1308b**.

[0293] Nachdem der Arm **1308b** vom Trockner **1360** getrocknet würde und die Wafer sowie der Waferträger **1313** vom Schleudertrockner **1305** getrocknet wurden, ergreift der Förderroboter **1308** den Waferträger **1313** mit dem Arm **1308b** und fördert den Waferträger **1313** zum Tisch des Entladers **1306**.

[0294] Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist es möglich, durch Verbesserung des Substratlagerverfahrens die Effizienz der Anodisierung und die Anzahl der Größen von bearbeitbaren Substraten zu erhöhen.

Dritte Ausführungsform

[0295] Diese Ausführungsform betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Halbleiterbasis unter Verwendung der Vorrichtung gemäß der ersten oder zweiten vorstehend beschriebenen Ausführungsform in einigen der Herstellschritte.

[0296] Die Fig. 32A bis Fig. 32F zeigen die Schritte des Halbleiterbasisherstellverfahrens. Dieses Herstellverfahren wird kurz nachfolgend erläutert. Eine poröse Siliciumschicht wird auf einem Einkristallsiliciumsubstrat ausgebildet, und eine nicht poröse Schicht wird auf der porösen Siliciumschicht ausgebildet. Ein erstes Substrat, auf dem vorzugsweise ein Isolationsfilm ausgebildet ist, und ein getrennt hergestelltes zweites Substrat werden so miteinander verbunden, daß der Isolationsfilm dazwischen angeordnet wird. Danach wird das Einkristallsiliciumsubstrat von der Rückseite des ersten Substrates entfernt. Ferner wird die poröse Siliciumschicht geätzt, um ein Halbleitersubstrat herzustellen.

[0297] Ein praktisches Verfahren zum Herstellen einer Halbleiterbasis wird nachfolgend in Verbindung mit den Fig. 32A bis Fig. 32F beschrieben.

[0298] Zuerst wird ein Einkristall-Si-Substrat **51** zur Ausbildung eines ersten Substrates hergestellt, und eine poröse Si-Schicht **52** wird auf der Hauptfläche des Substrates **51** ausgebildet (Fig. 32A). Diese poröse Si-Schicht **52** kann durch Bearbeitung der Hauptfläche des Einkristallsubstrates **51** unter Verwendung der Anodisiervorrichtung gemäß der ersten oder zweiten vorstehend beschriebenen Ausführungsform ausgebildet werden.

[0299] Dann wird mindestens eine nicht poröse Schicht **53** auf der porösen Si-Schicht **52** ausgebildet (Fig. 32B). Diese nicht poröse Schicht **53** ist vorzugsweise eine Einkristall-Si-Schicht, eine Poly-Si-Schicht, eine amorphe Si-Schicht, eine Metallfilmschicht, eine Verbundhalbleiterschicht oder eine supraleitende Schicht. Auch kann eine Vorrichtung, wie ein MOSFET, in der nicht porösen Schicht **53** ausgebildet werden.

[0300] Es wird bevorzugt, eine SiO_2-Schicht **54** auf der nicht porösen Schicht **53** auszubilden und das entstandene Produkt vorzugsweise als erstes Substrat zu verwenden (Fig. 32C). Diese SiO_2-Schicht **54** ist auch in dem Sinne nützlich, daß beim Verbinden des ersten Substrates und eines zweiten Substrates **55** im nachfolgenden Schritt die Grenzflächenzustandsdichte der Grenzfläche zwischen den verbundenen Flächen von einer aktiven Schicht getrennt werden kann.

[0301] Danach werden das erste Substrat und das zweite Substrat **55** in engen Kontakt miteinander bei

Raumtemperatur gebracht, um die SiO_2-Schicht **54** dazwischen anzuordnen (Fig. 32D). Dann kann die Verbindung auch verfestigt werden, indem eines der nachfolgenden Verfahren angewendet wird: ein Anodenverbindungsverfahren, ein Druckaufbringungsverfahren und, falls erforderlich, ein Kühlverfahren oder eine Kombination dieser Verfahren.

[0302] Wenn eine Einkristall-Si-Schicht als nicht poröse Schicht **53** ausgebildet wird, wird diese Einkristall-Si-Schicht vorzugsweise mit dem zweiten Substrat **55** verbunden, nachdem die SiO_2-Schicht **54** auf der Oberfläche der Einkristall-Si-Schicht beispielsweise durch thermische Oxidation ausgebildet worden ist.

[0303] Als zweites Substrat **55** findet vorzugsweise ein Si-Substrat, ein durch Ausbilden einer SiO_2-Schicht auf einem Si-Substrat erhaltenes Substrat, ein lichtdurchlässiges Substrat, wie Quarz oder Saphir, Verwendung. Das zweite Substrat **55** kann jedoch auch irgendein anderes Substrat sein, solange wie die zu verbindende Oberfläche im wesentlichen eben ist.

[0304] Fig. 32D zeigt den Zustand, in dem das erste und zweite Substrat über die SiO_2-Schicht **54** miteinander verbunden worden sind. Diese SiO_2-Schicht **54** muß jedoch nicht ausgebildet werden, wenn die nicht poröse Schicht **53** oder das zweite Substrat nicht durch Si gebildet werden.

[0305] Auch kann eine dünne Isolationsplatte zwischen dem ersten und zweiten Substrat angeordnet werden, wenn diese miteinander verbunden werden.

[0306] Danach wird das erste Substrat vom zweiten Substrat entfernt, so daß die poröse Si-Schicht **53** zurückbleibt (Fig. 32E). Als Entfernungsverfahren ist es möglich, ein erstes Verfahren (über das das erste Substrat zerstört wird) durch Schleifen, Polieren oder Ätzen oder ein zweites Verfahren, durch daß das erste und zweite Substrat von der porösen Schicht **53** getrennt werden, einzusetzen. Wenn das zweite Verfahren verwendet wird, kann das getrennte erste Substrat wiederverwendet werden, indem das auf dem Substrat verbleibende poröse Si entfernt, und falls erforderlich, die Substratoberfläche eingeebnet wird.

[0307] Danach wird die poröse Si-Schicht **52** selektiv weggeätzt (Fig. 32F).

[0308] Fig. 32E zeigt schematisch das durch das obige Herstellverfahren erhaltene Halbleitersubstrat. Bei diesem Herstellverfahren wird die nicht poröse Schicht **53** (d. h. eine Einkristall-Si-Schicht) eben und gleichmäßig über dem gesamten Bereich der Oberfläche des zweiten Substrates **55** ausgebildet.

[0309] Wenn beispielsweise ein isolierendes Substrat als zweites Substrat **55** verwendet wird, ist das durch das vollständige Herstellverfahren erhaltene Halbleitersubstrat extrem geeignet für die Herstellung einer isolierten elektronischen Vorrichtung.

[0310] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Vielmehr können diverse Änderungen und Modifikationen innerhalb der Lehre und des Umfangs der vorliegenden Erfindung vorgenommen werden. Zur Festlegung des Umfangs der vorliegenden Erfindung dienen daher die nachfolgenden Patentansprüche.

[0311] Ein Halter (**102**) aus einem HF-resistenten Material umfasst ringförmige Saugkissen (**105**, **108**). Das Saugkissen (**105** dient dazu, ein kleines Siliciumsubstrat durch Saugwirkung zu halten, und das Saugkissen (**108**) dient dazu, ein großes Siliciumsubstrat durch Saugwirkung zu halten. Auf diese Weise können Siliciumsubstrate mit verschiedenen Größen bearbeitet werden. Ein Siliciumsubstrat wird durch Saugwirkung gehalten, indem der Druck in einem Raum in einer Nut des Saugkissens von einer Pumpe (**120**) reduziert wird. Eine Öffnung (**103**) ist im Halter (**102**) ausgebildet, so daß beide Flächen des Siliciumsubstrates in Kontakt mit einer HF-Lösung (**115**) gebracht werden. Das Siliciumsubstrat wird durch Anlegen einer Gleichstromspannung unter Verwendung einer Platinelektrode (**109a**) als negative Elektrode und einer Platinelektrode (**109b**) als positive Elektrode anodisiert. Auf diese Weise wird ein Substrat mit einer porösen Schicht hergestellt.

Patentansprüche

1. Substrathalter (**102**; **2102**) zum Halten eines zu anodisierenden Substrates in einem mit einer Elektrolytlösung gefüllten Anodisierungsbad zwischen einem Paar von gegenüberliegenden Elektroden, wobei ein Hauptkörper des Substrathalters eine Öffnung (**103**; **2103**) aufweist, durch die die Elektrolytlösung mit einer Oberfläche des Substrates in Kontakt gebracht werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hauptkörper des weiteren einen Saugmechanismus zum Halten eines äußeren Umfangsabschnittes der Oberfläche des Substrates durch Saugwirkung aufweist.

2. Substrathalter (**102**) nach Anspruch 1, bei dem die Öffnung (**103**) im wesentlichen kreisförmig ist und der Saugmechanismus ein im wesentlichen ringförmiges Saugelement (**104**) aufweist, das entlang der Öffnung (**103**) angeordnet ist.

3. Substrathalter (**2102**) nach Anspruch 1, bei dem die Öffnung (**2103**) im wesentlichen kreisförmig ist und mindestens eine im wesentlichen ringförmige Zwischenfläche (**2104**) zwischen der Vorder- und

Rückseite des Hauptkörpers aufweist, wobei die Vorderseite (**2107**) des Hauptkörpers und die Zwischenfläche (**2104**) so angeordnet sind, dass sie eine Stufenform bilden, und
der Saugmechanismus eine Vielzahl von im wesentlichen ringförmigen Saugelementen (**2105**, **2108**) besitzt, die eine unterschiedliche Größe haben und jeweils an der Vorderseite (**2107**) des Hauptkörpers und der Zwischenfläche (**2104**) angeordnet sind.

4. Substrathalter (**102**; **2102**) nach Anspruch 2 oder 3, bei dem jedes der im wesentlichen ringförmigen Saugelemente (**104**; **2105**, **2108**) zwei O-Ringe (**104**; **2205a**, **2205b**, **2208a**, **2208b**), die eine Doppelkonstruktion bilden, und ein Saugloch (**105**; **2206**, **2207**) zum Halten des Substrates durch Reduzierung des Drucks in einem Raum zwischen den beiden O-Ringen umfasst.

5. Substrathalter (**102**; **2102**) nach Anspruch 2 oder 3, bei dem jedes der im wesentlichen ringförmigen Saugelemente (**104**; **2105**, **2108**) ein Saugkissen (**804**; **2305'**, **2306'**) mit einer im Schnitt konkaven Form und ein Saugloch (**805**; **2312**, **2313**) zum Halten des Substrates durch Reduzieren des Drucks in einem Tal des Saugkissens (**804**; **2305'**, **2306'**) umfasst.

6. Substrathalter (**102**; **2102**) nach Anspruch 2 oder 3, bei dem der Saugmechanismus ein Saugkissen (**904**; **2305**, **2306**) mit im Schnitt U-Form und ein Saugloch (**905**; **2312**, **2313**) zum Halten des Substrates durch Reduzieren des Drucks in einem Raum in einem Tal des Saugkissens (**904**; **2305**, **2306**) umfasst.

7. Anodisierungsvorrichtung zum Anodisieren eines Substrates, die ein mit einer Elektrolytlösung (**107**; **2115**) zu füllendes Anodisierungsbad (**108**; **2116**) aufweist und im Anodisierungsbad (**108**; **2116**) einen Substrathalter (**102**; **2102**) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zwischen einem Paar von gegenüberliegenden Elektroden (**106a**, **106b**, **2109a**, **2109b**) hält.

8. Anodisierungssystem mit
einer Anodisierungsvorrichtung (**1303**) nach Anspruch 7;
einer Reinigungsvorrichtung (**1304**) zum Reinigen eines anodisierten Substrates;
einer Trocknungsvorrichtung (**1305**) zum Trocknen des gereinigten Substrates; und
einer Fördervorrichtung (**1307**, **1308**) zum Fördern des Substrates zwischen den Vorrichtungen.

9. Verfahren zum Herstellen eines Substrates mit einer porösen Schicht mit den folgenden Schritten:
Halten eines Abschnittes einer Fläche eines Substrates (**101**) durch Saugwirkung zwischen einem Paar von gegenüberliegenden Elektroden (**106a**; **106b**) in einer Elektrolytlösung (**107**); und
Anodisieren des Substrates (**101**) durch Anlegen einer Spannung zwischen die Elektroden (**106a**; **106b**), wobei das Substrat (**101**) durch Verwendung einer Anodisiervorrichtung nach Anspruch 7 oder eines Anodisiersystems nach Anspruch 8 anodisiert wird.

10. Verfahren zur Herstellung eines Halbleitersubstrates mit einer porösen Schicht unter Verwendung von zwei Substraten mit den folgenden Schritten:
Halten eines Abschnittes einer Fläche eines Halbleitersubstrates (**51**) durch Saugwirkung zwischen einem Paar von gegenüberliegenden Elektroden in einer Elektrolytlösung und Anodisieren des Halbleitersubstrates durch Anlegen einer Spannung zwischen die Elektroden, um auf diese Weise eine poröse Schicht (**52**) auf einer Fläche des Halbleitersubstrates auszubilden;
Ausbilden einer Einkristall-Siliciumschicht (**53**) auf der porösen Schicht (**52**) des Halbleitersubstrates;
Verbinden eines Substrates (**55**) mit der Einkristall-Siliciumschicht-Seite des Halbleitersubstrates (**51**); und
Trennen der beiden verbundenen Substrate, so dass die poröse Schicht auf dem anderen Substrat (**55**) als dem Halbleitersubstrat (**51**) verbleibt,
wobei das Halbleitersubstrat (**51**) durch Verwendung einer Anodisiervorrichtung nach Anspruch 7 oder eines Anodisiersystems nach Anspruch 8 anodisiert wird.

Es folgen 38 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

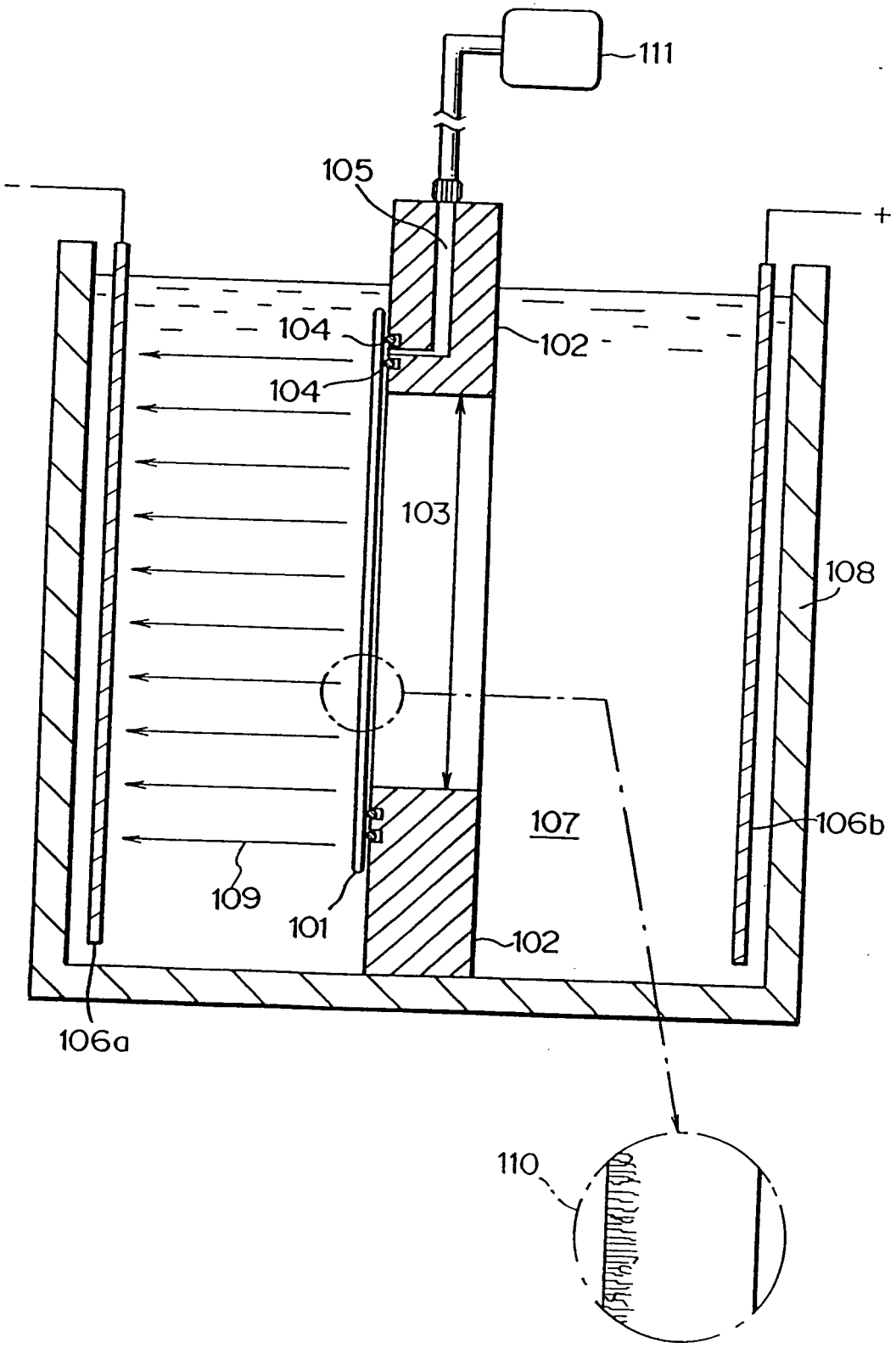


FIG. 2A

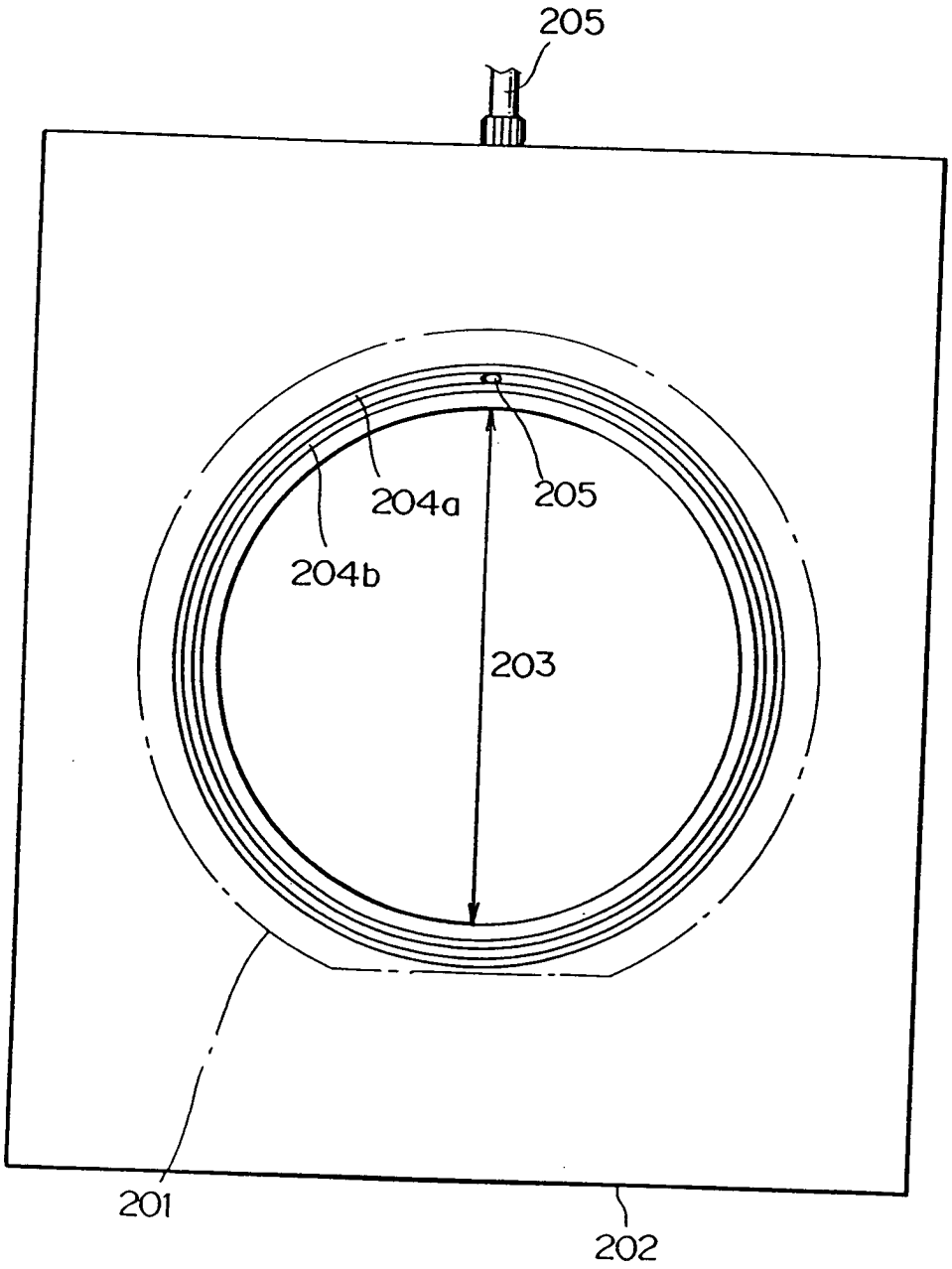


FIG. 2B

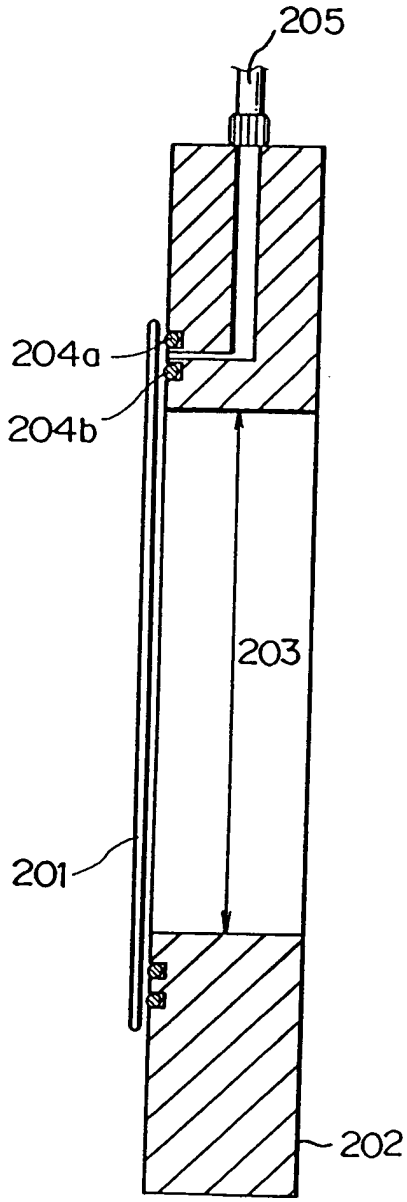


FIG. 3

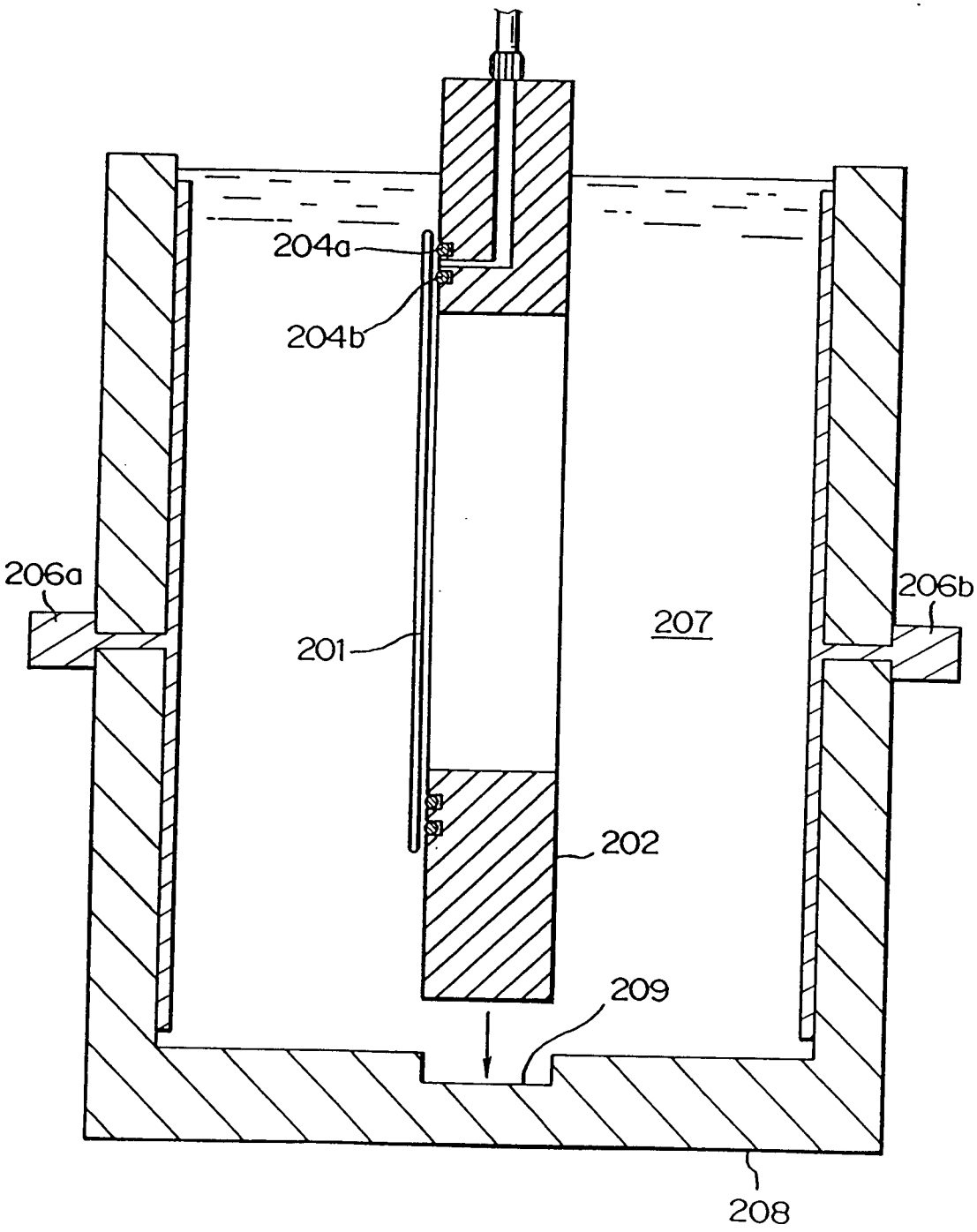


FIG. 4

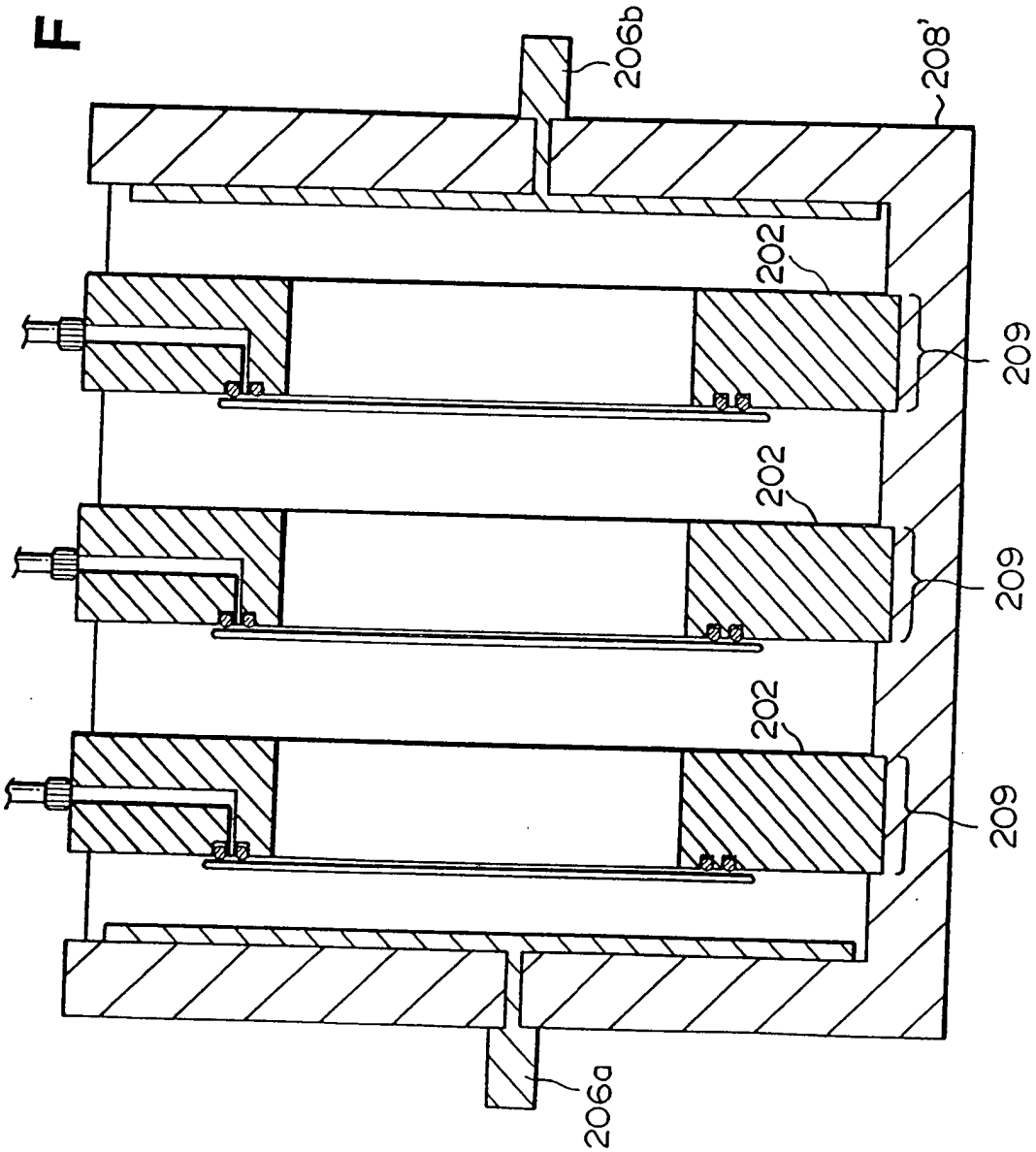


FIG. 5A

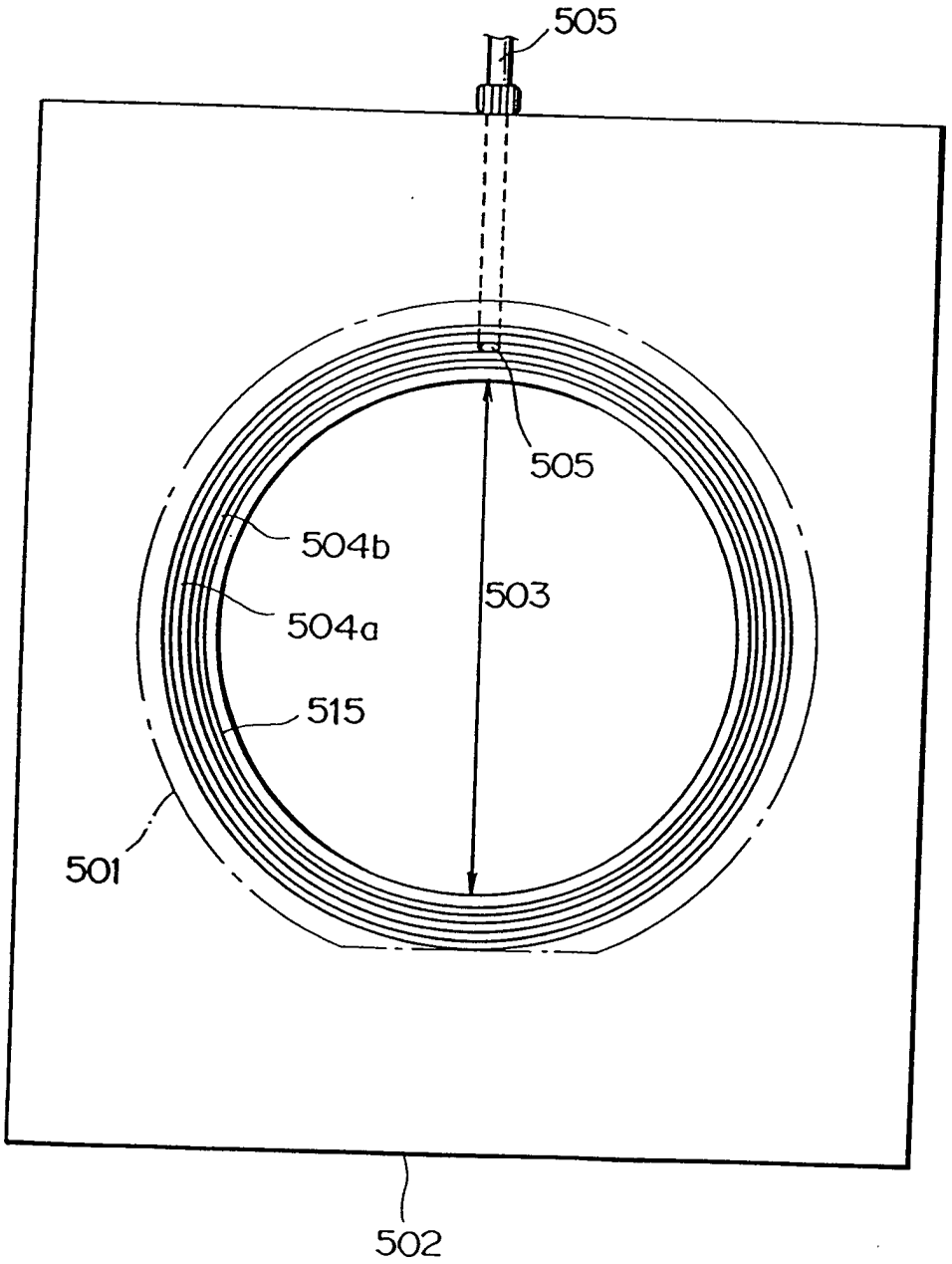


FIG. 5B

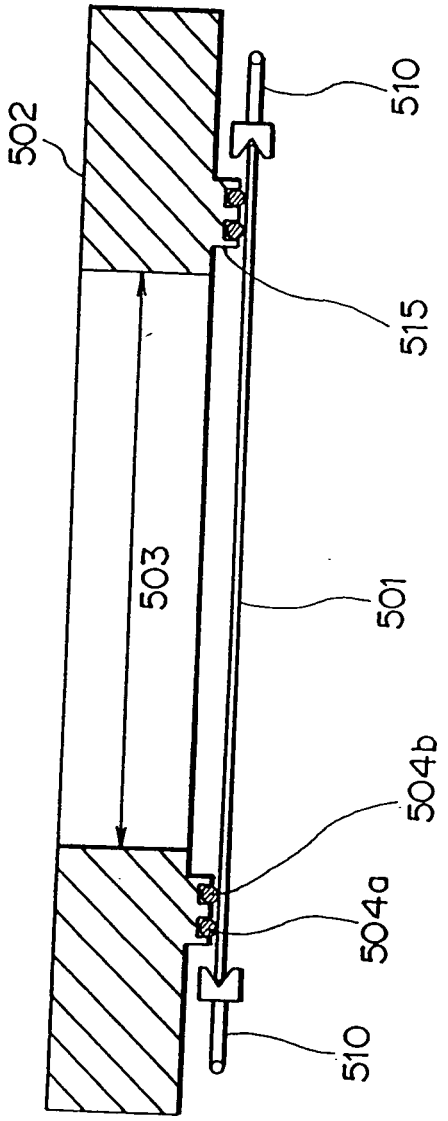


FIG. 6

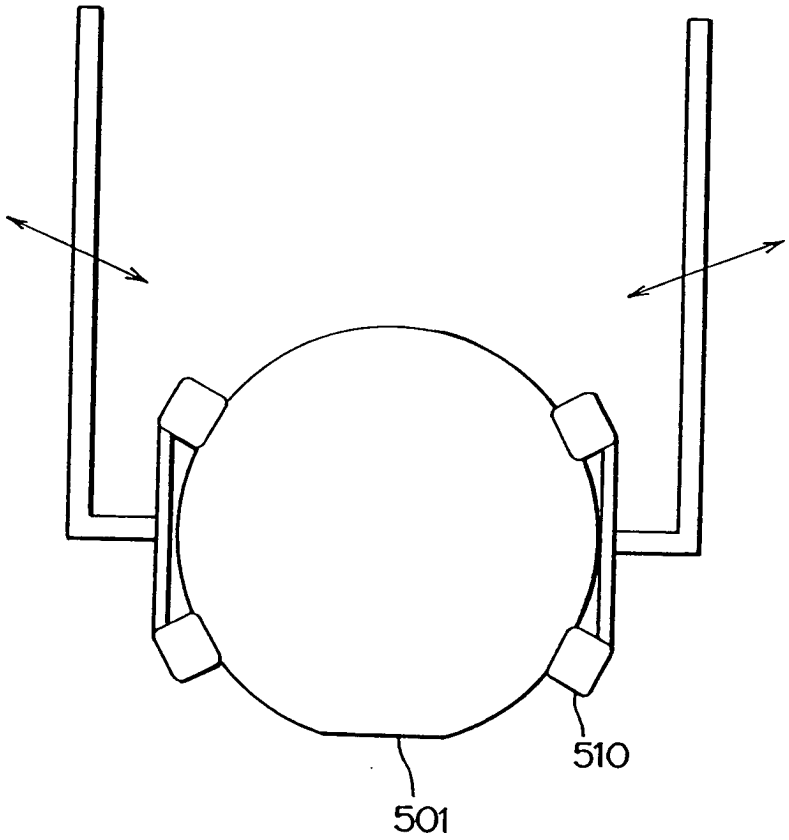


FIG. 7

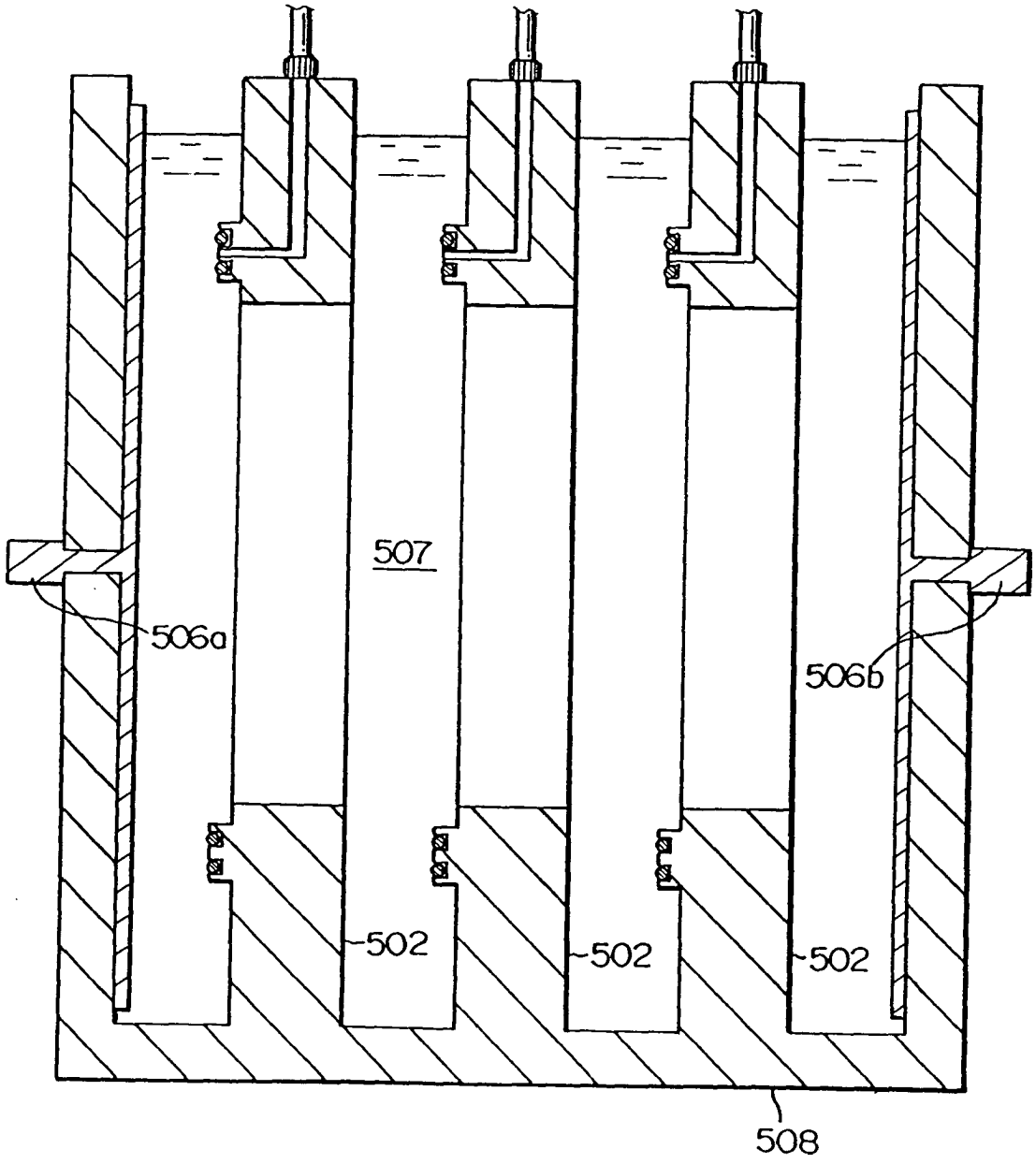


FIG. 8

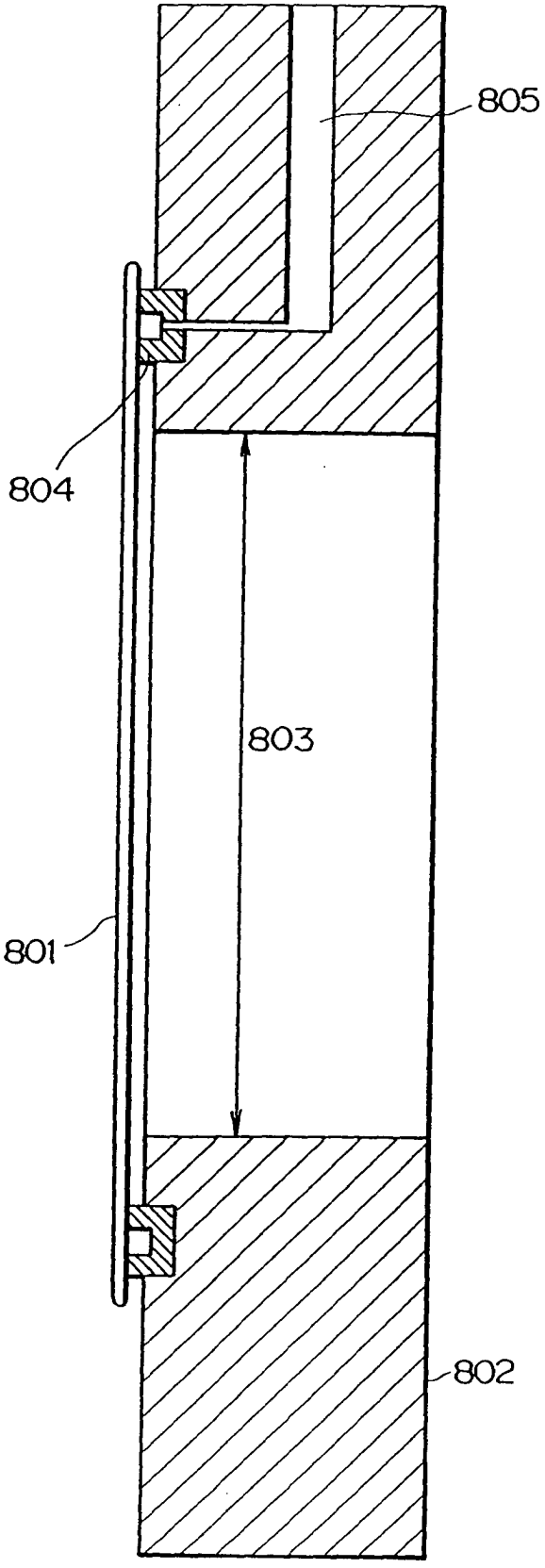


FIG. 9

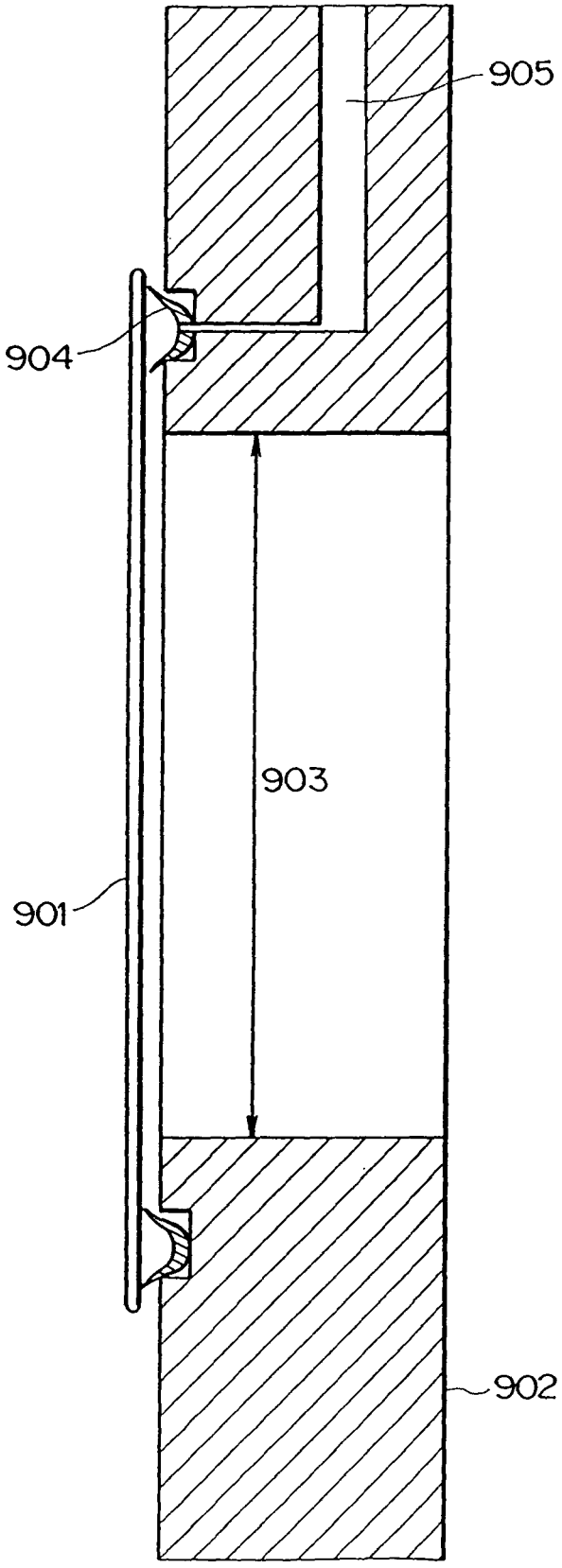


FIG. 10

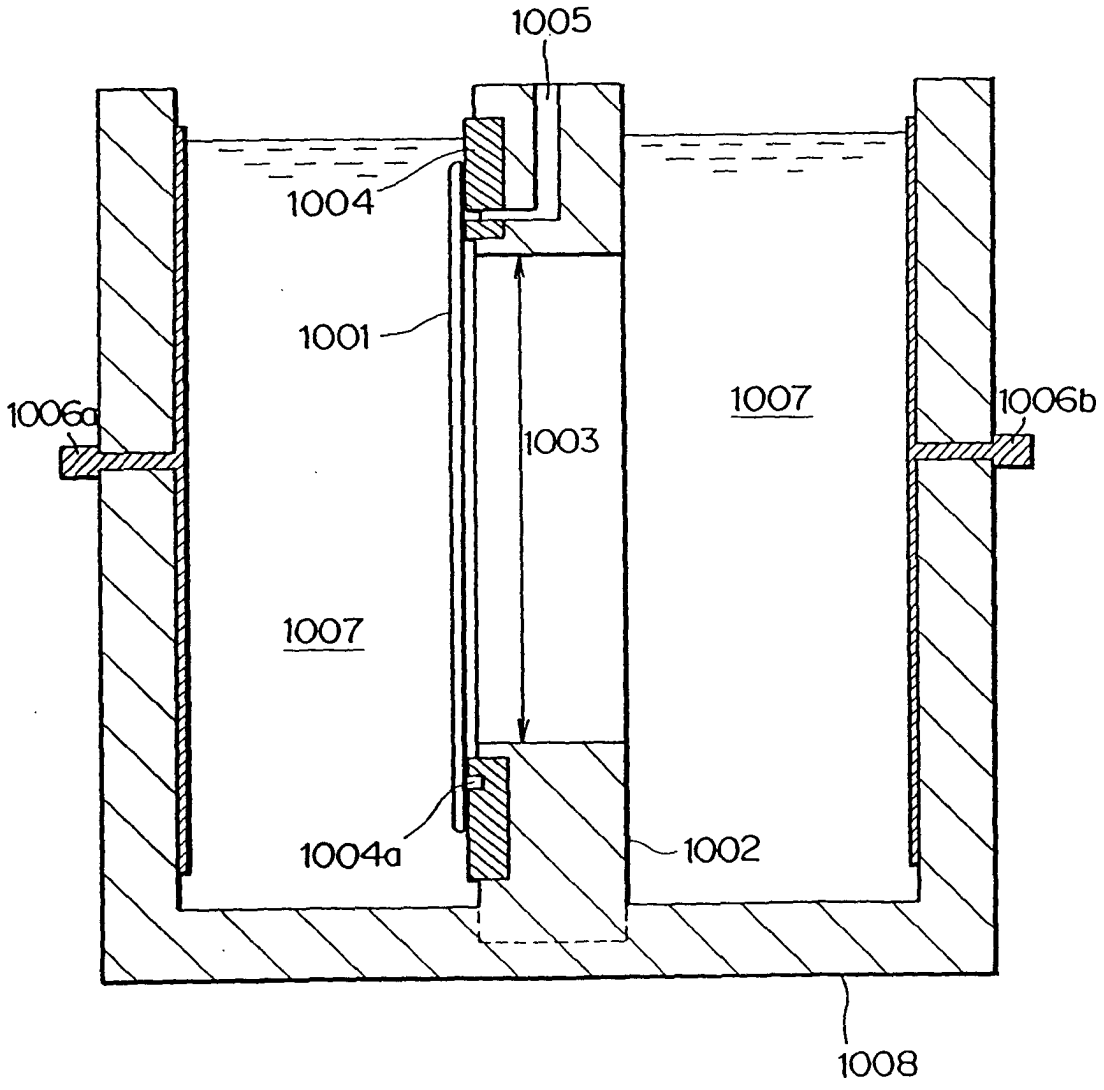


FIG. 11

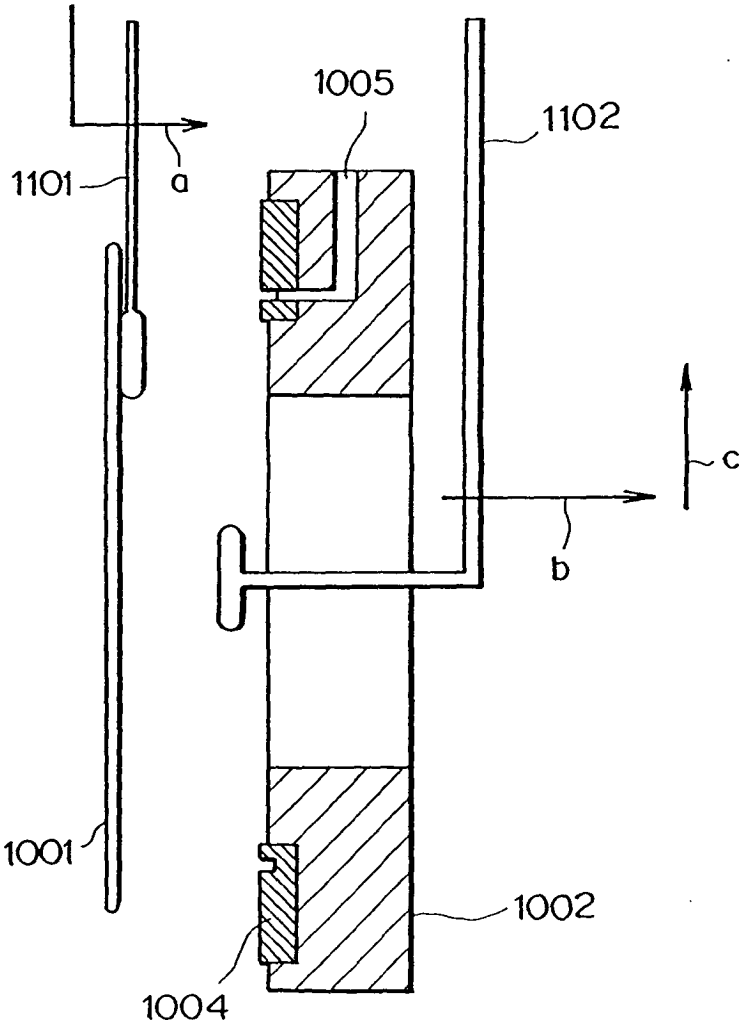


FIG. 12A

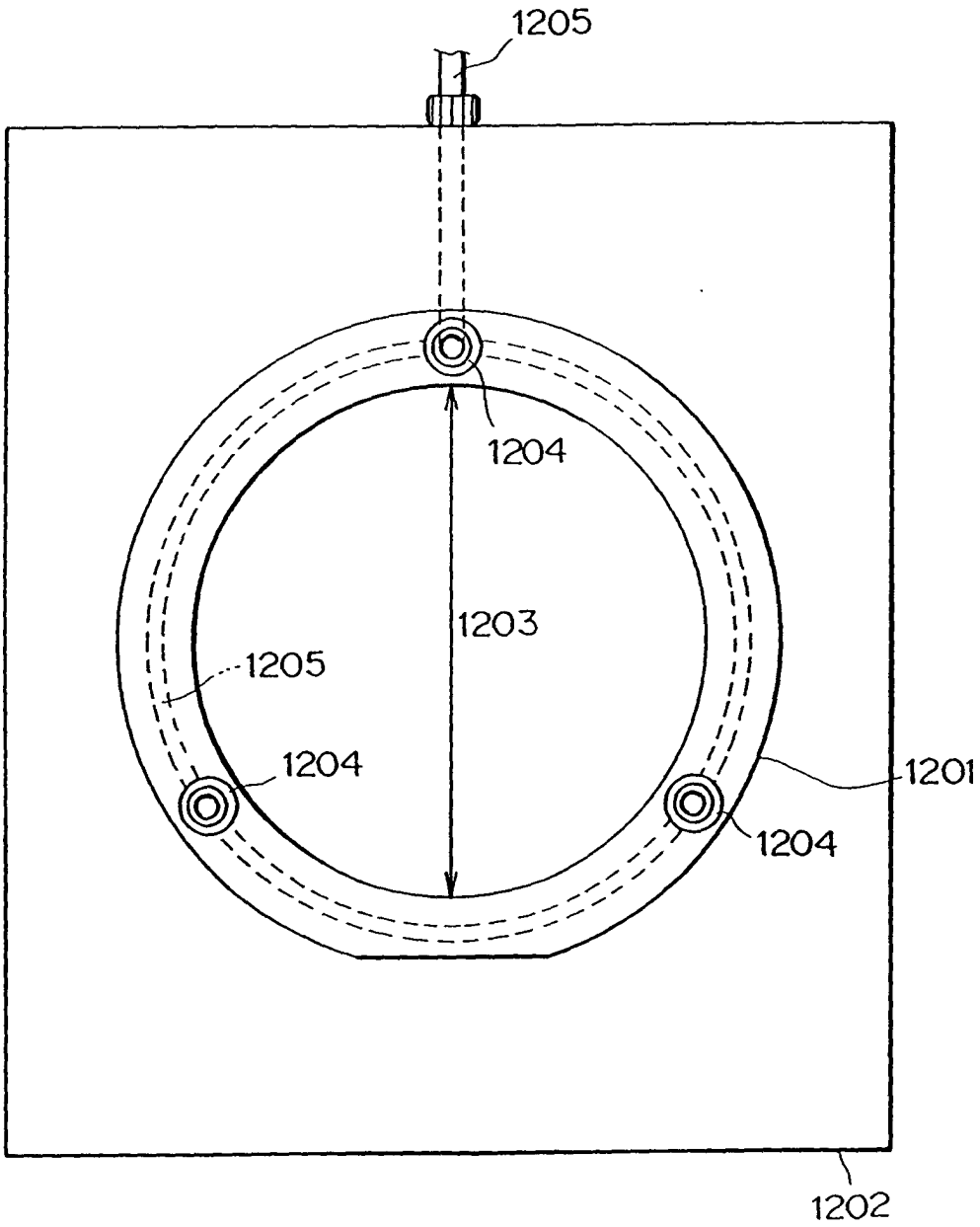


FIG. 12B

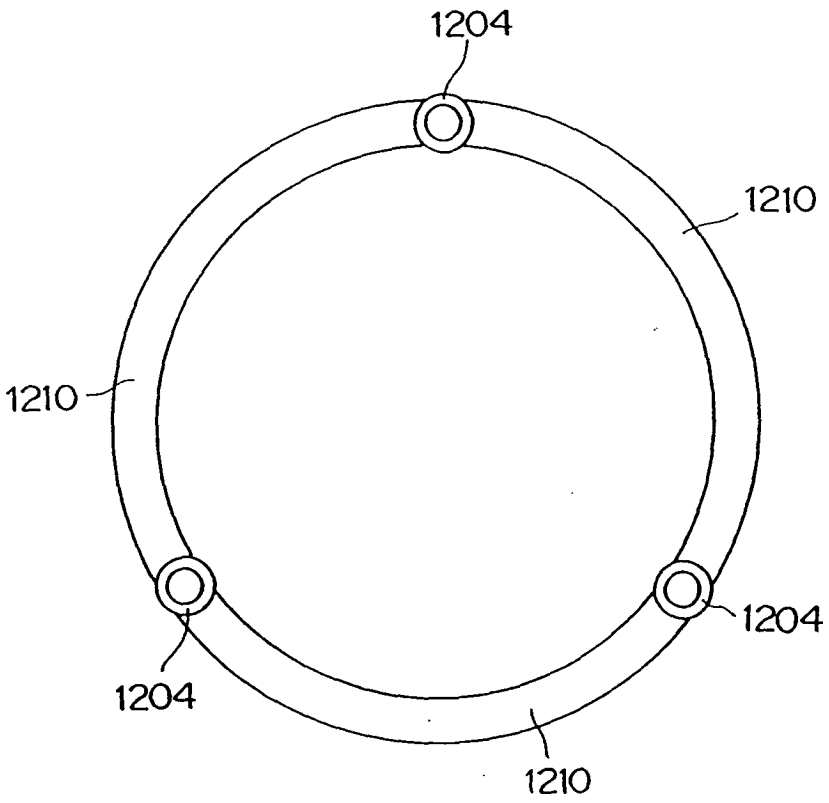


FIG. 13

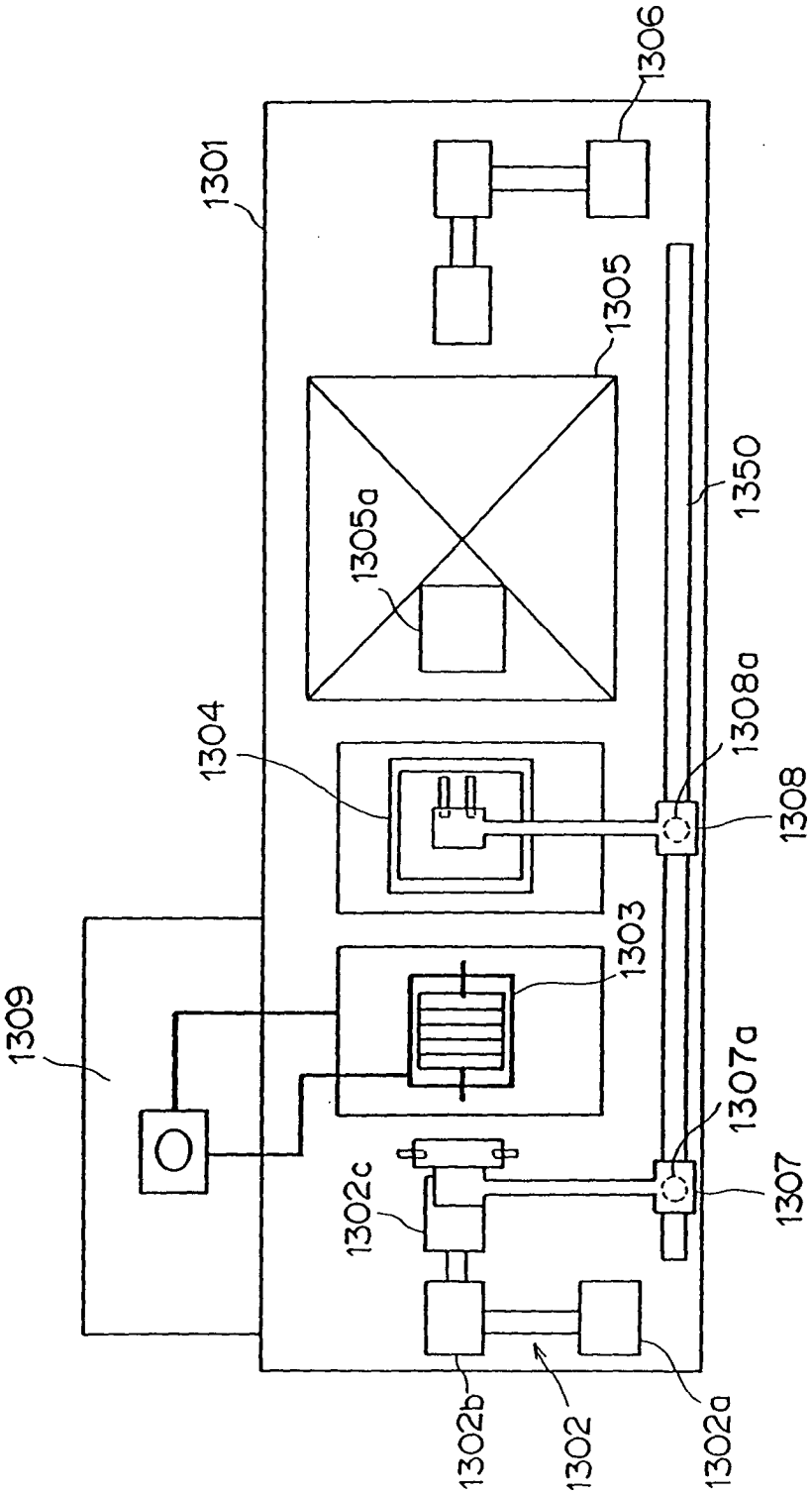

1306
1301
1305
1305a
1350
1308a
1304
1308
1303
1309
1307a
1307
1302c
1302b
1302
1302a

FIG. 14

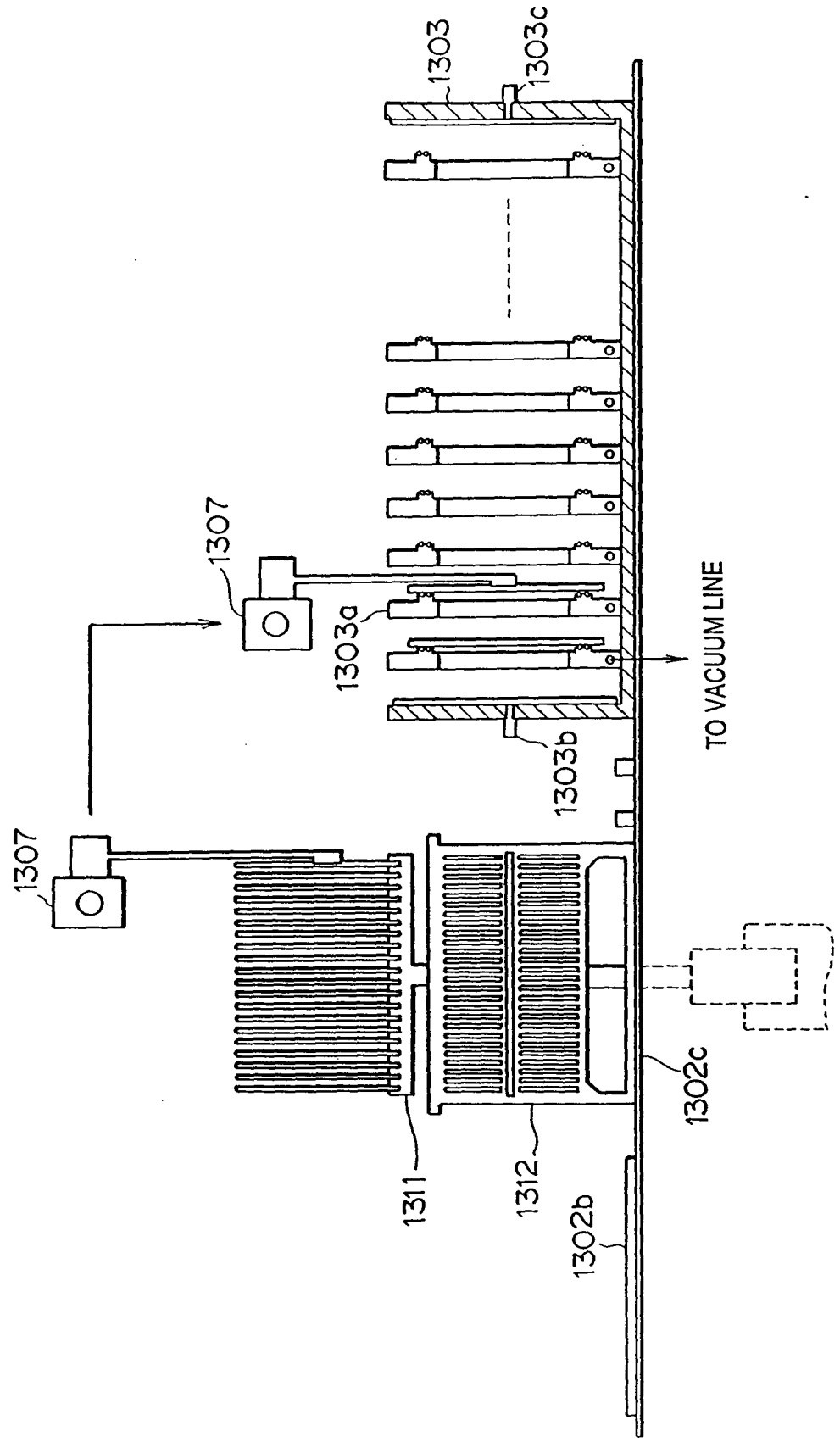

1303
1303c
1307
1303a
TO VACUUM LINE
1303b
1307
1311
1312
1302b
1302c

FIG. 15A

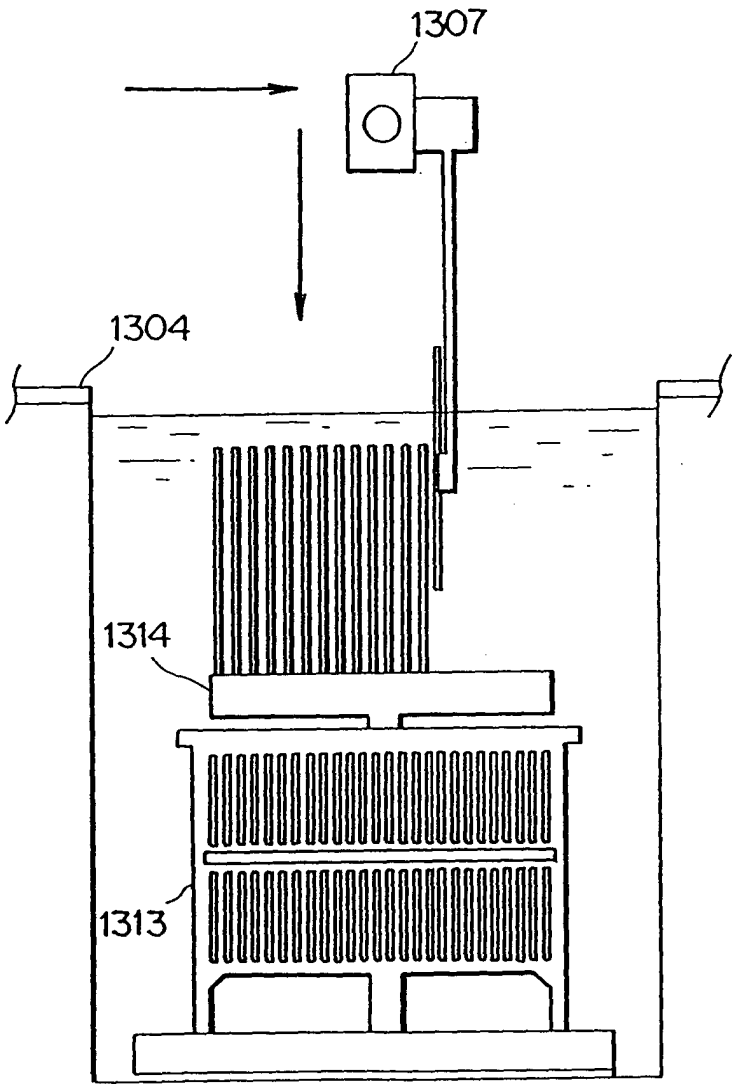


FIG. 15B

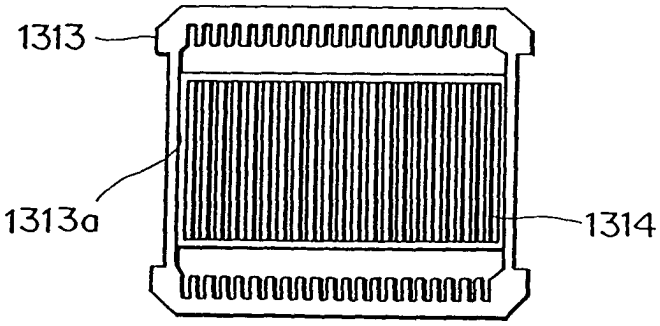


FIG. 15C

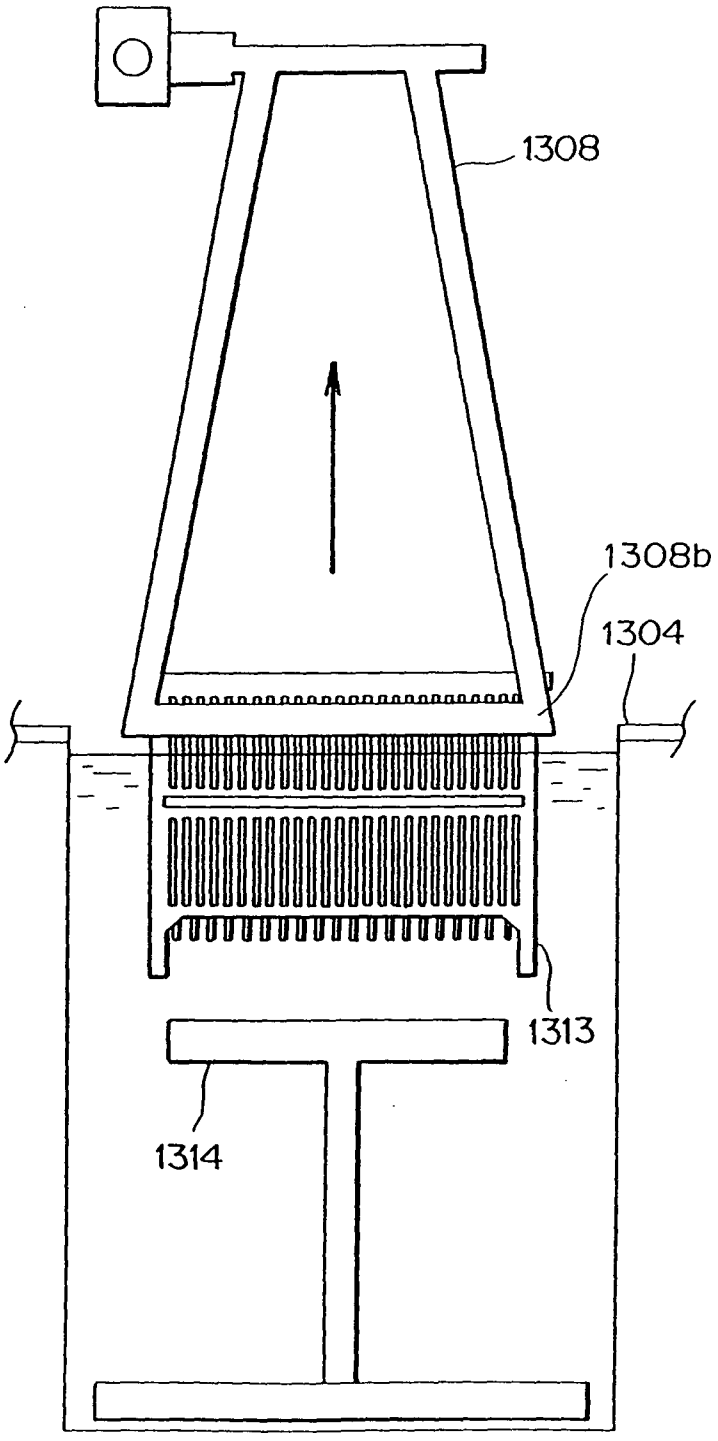


FIG. 16

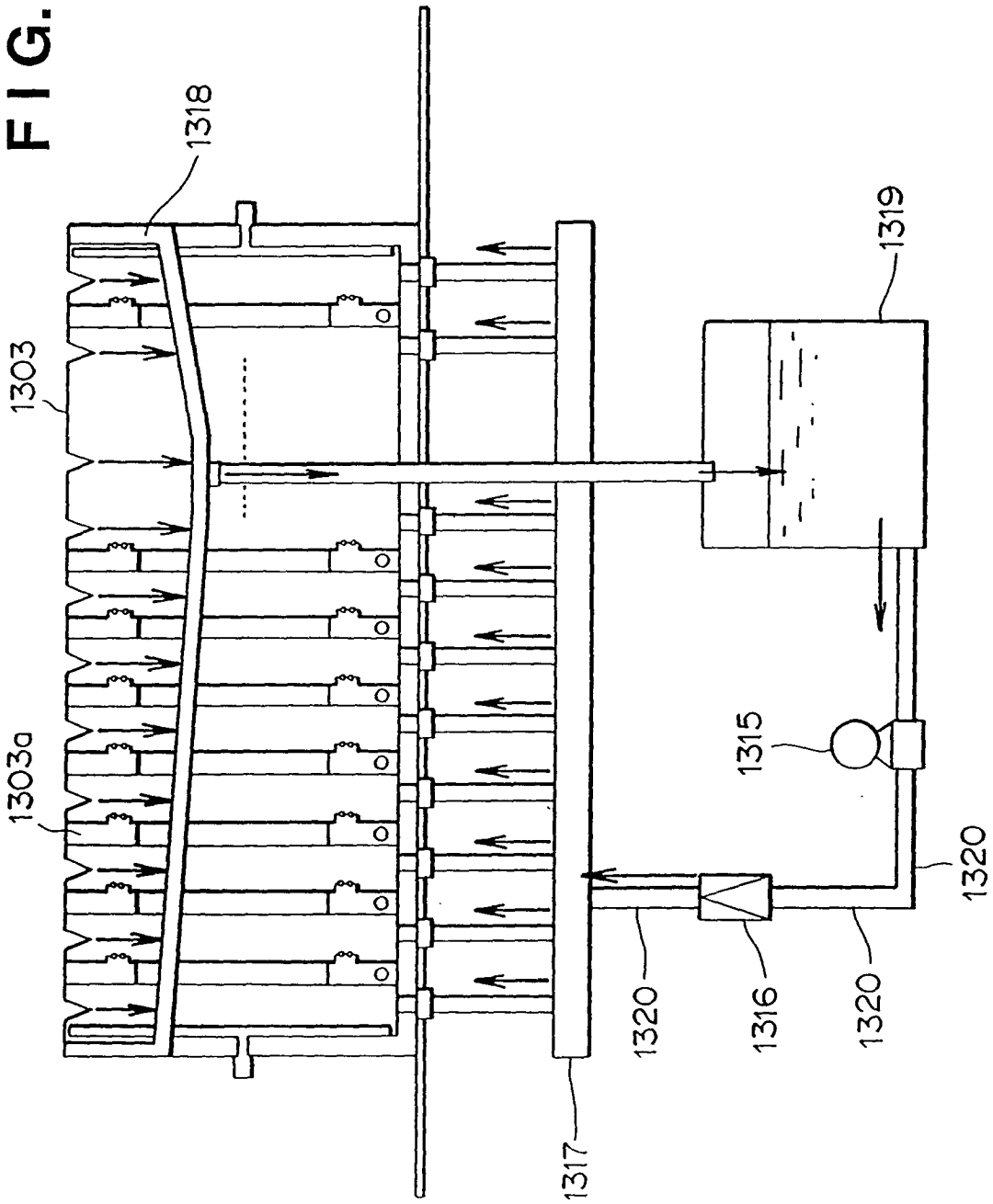


FIG. 17

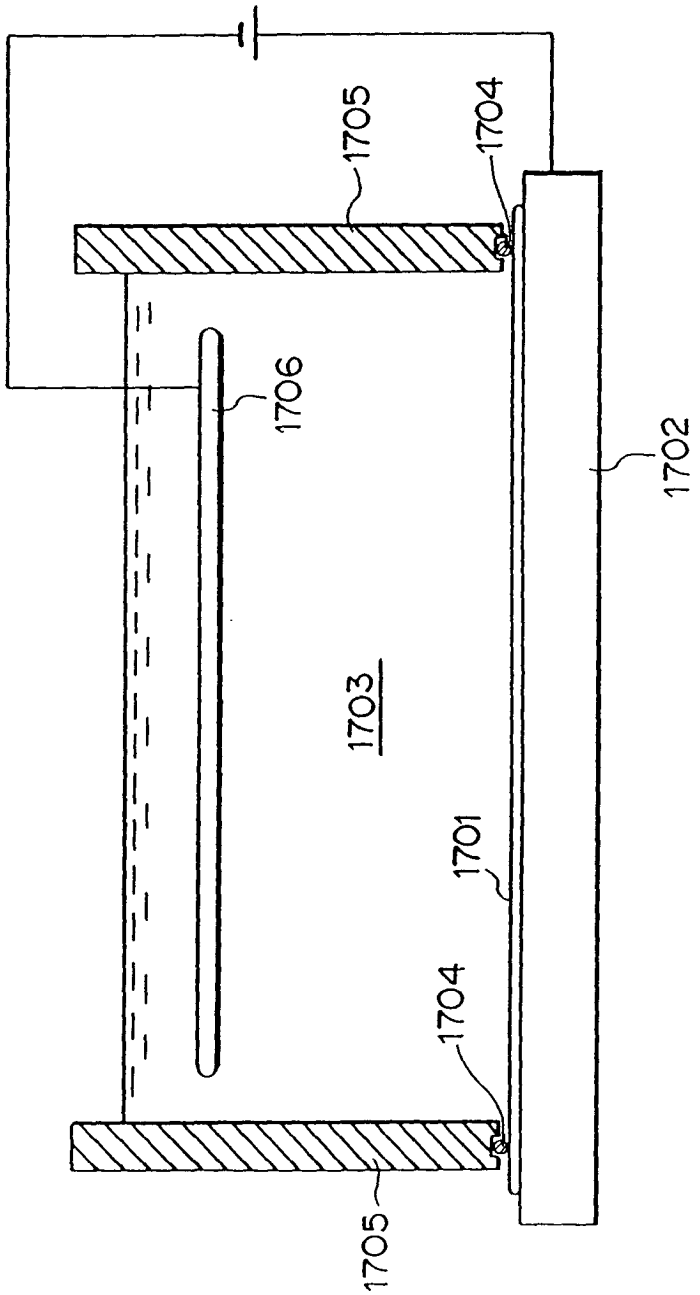


FIG. 18

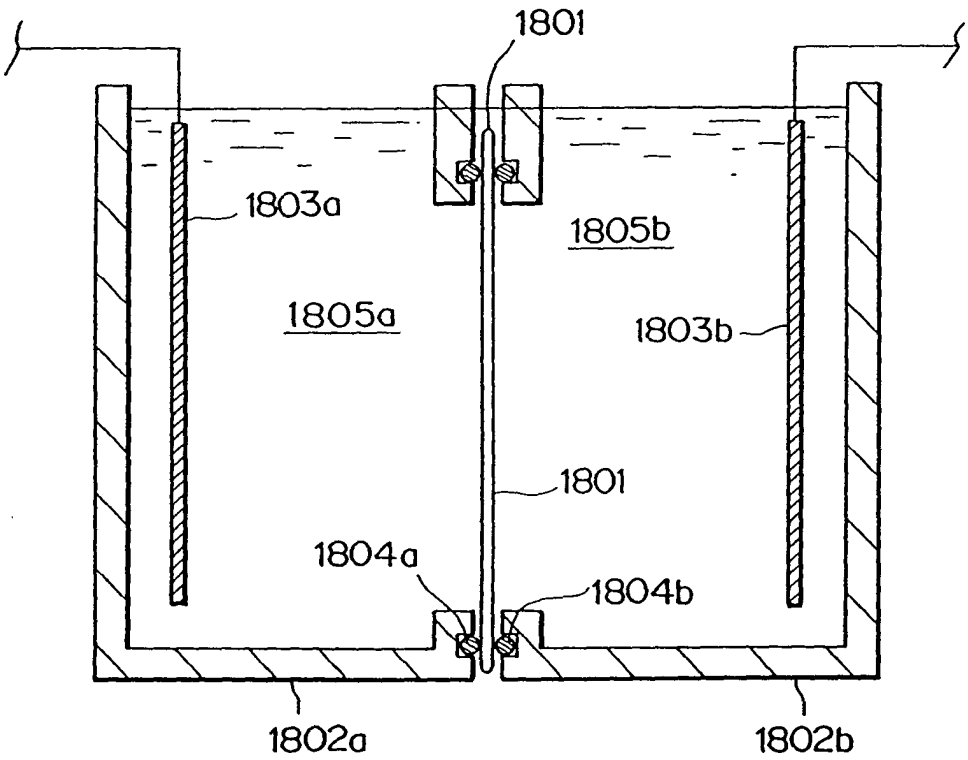


FIG. 19

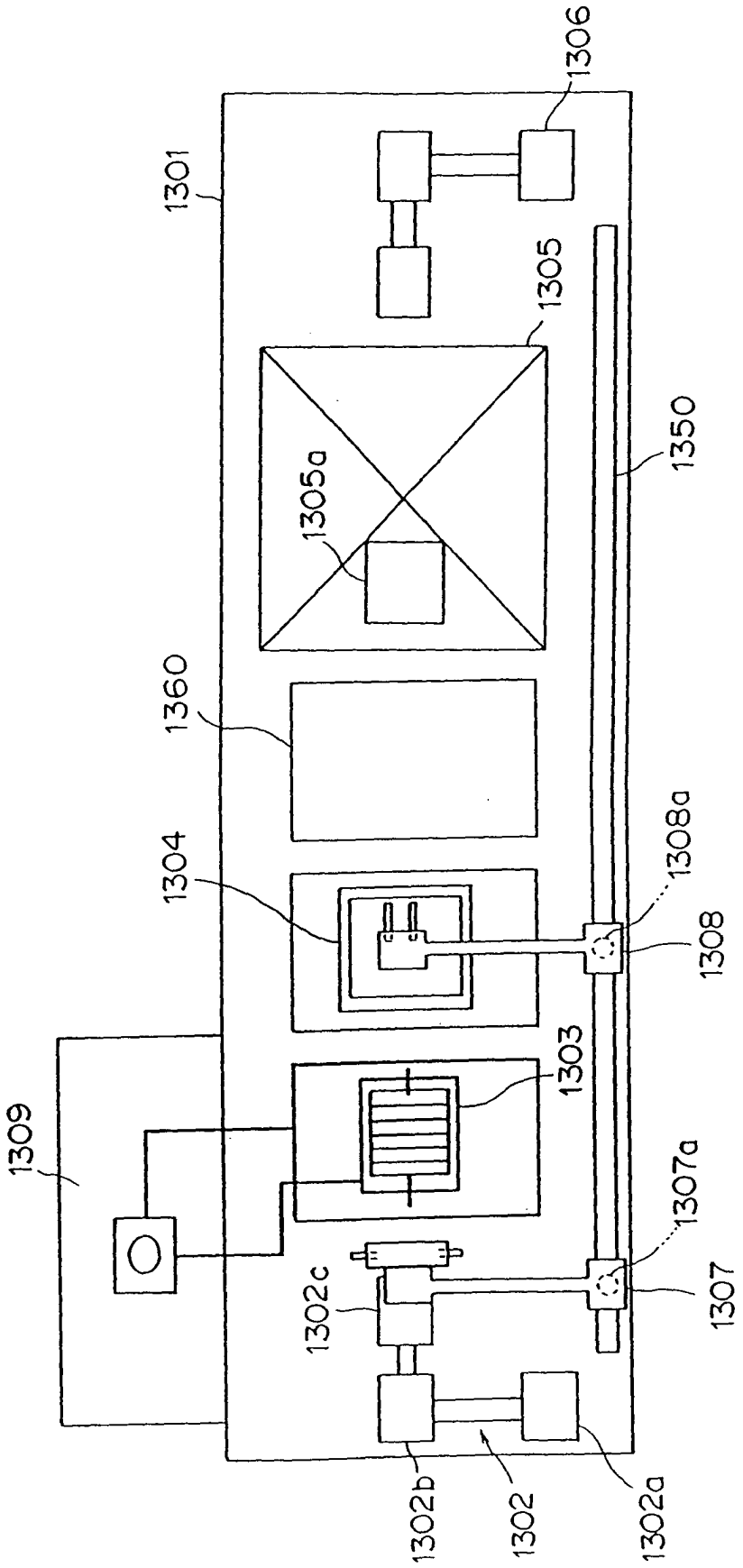

1306
1301
1305
1350
1305a
1360
1304
1308a
1308
1303
1309
1307a
1307
1302c
1302b
1302
1302a

FIG. 20

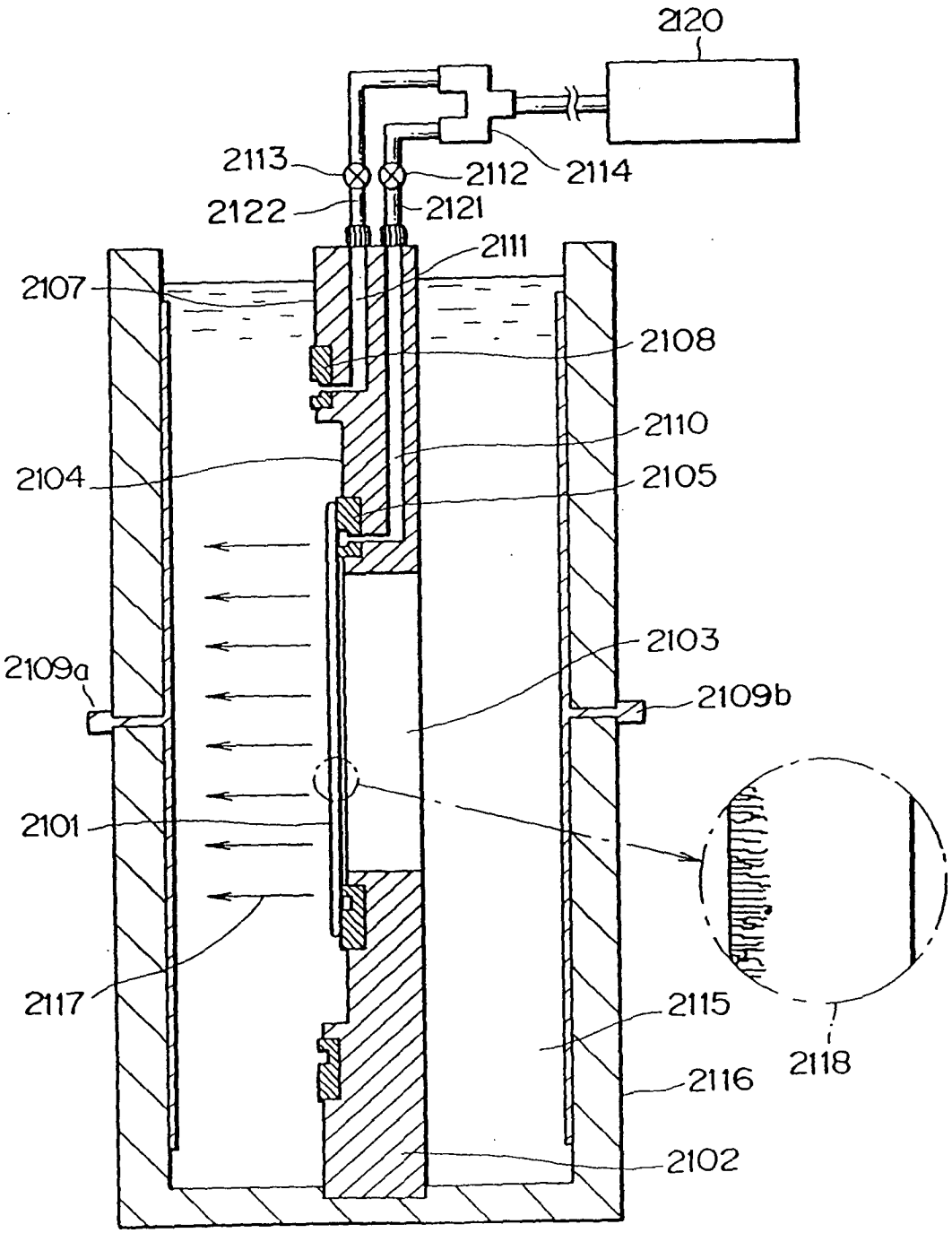

2120
2113
2112
2114
2122
2121
2111
2107
2108
2110
2104
2105
2103
2109a
2109b
2101
2117
2115
2118
2116
2102

FIG. 21A

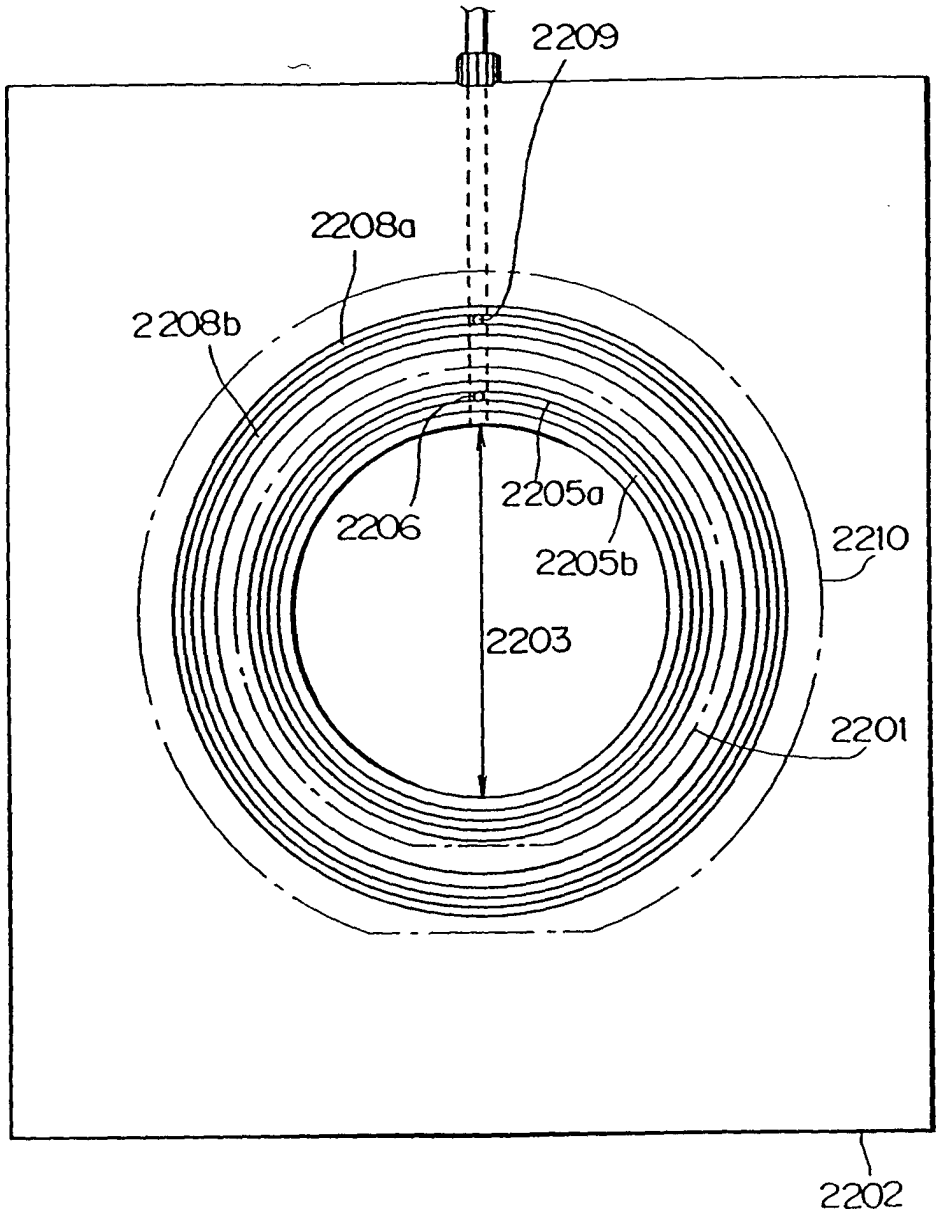


FIG. 21B

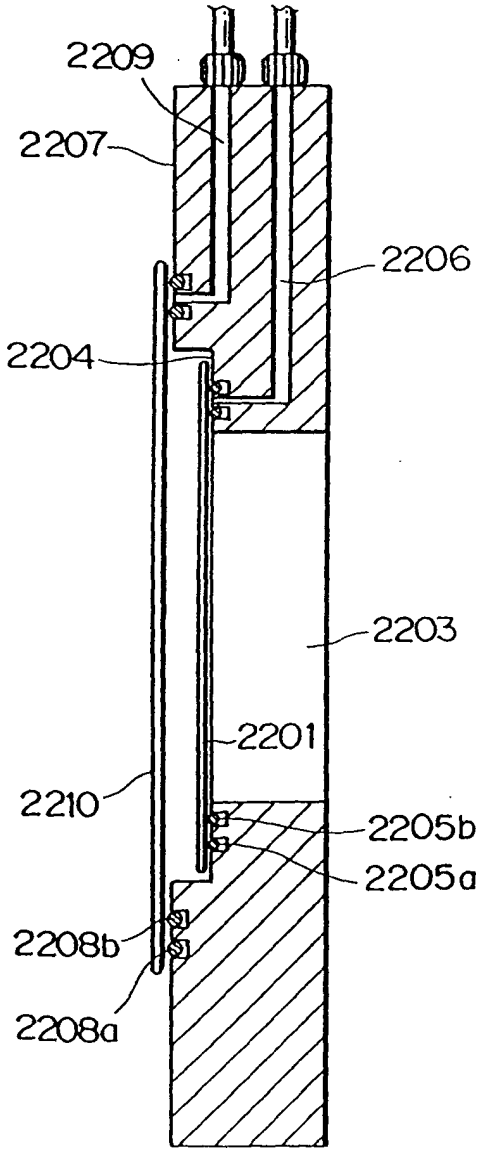


FIG. 22

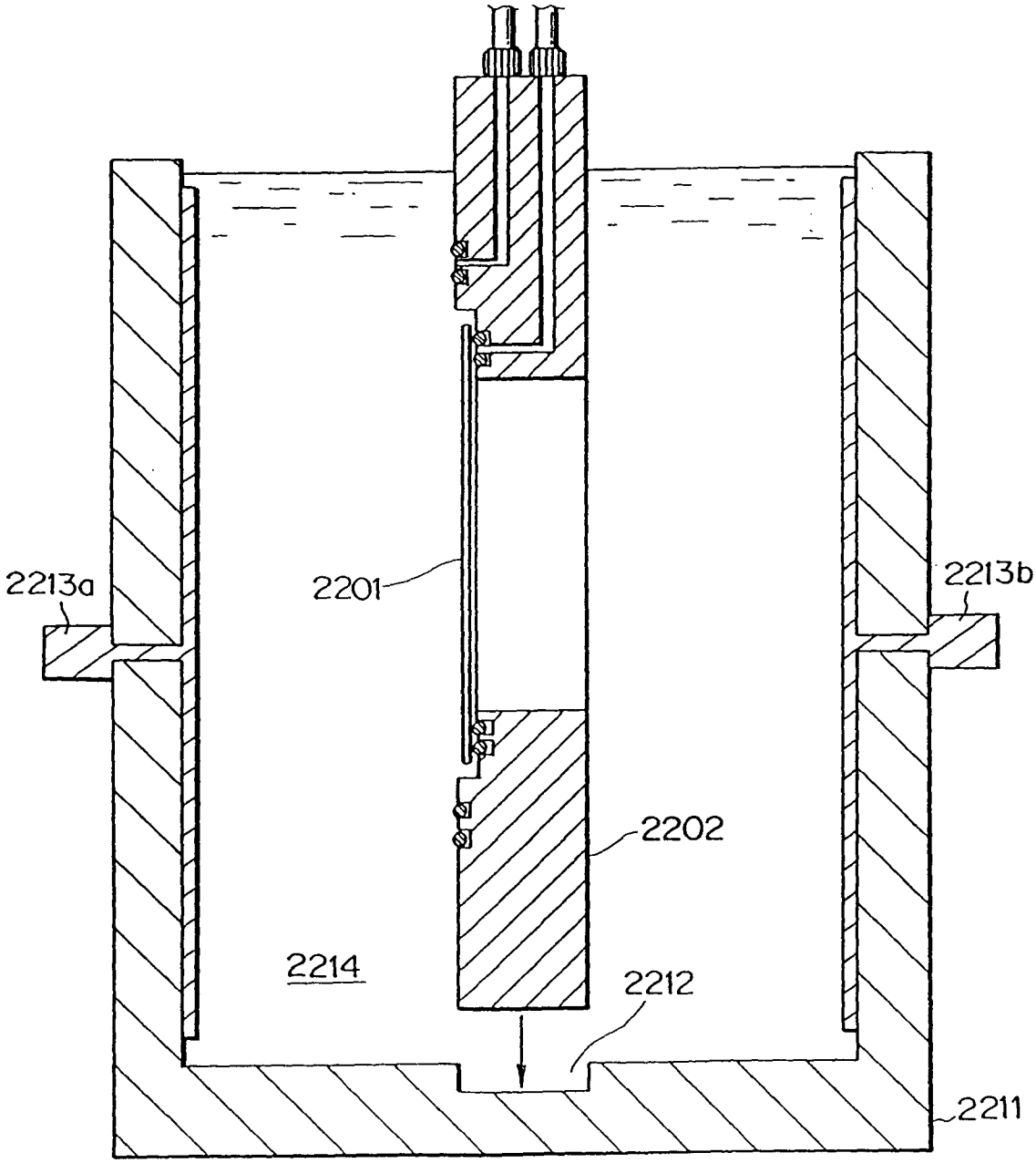


FIG. 23

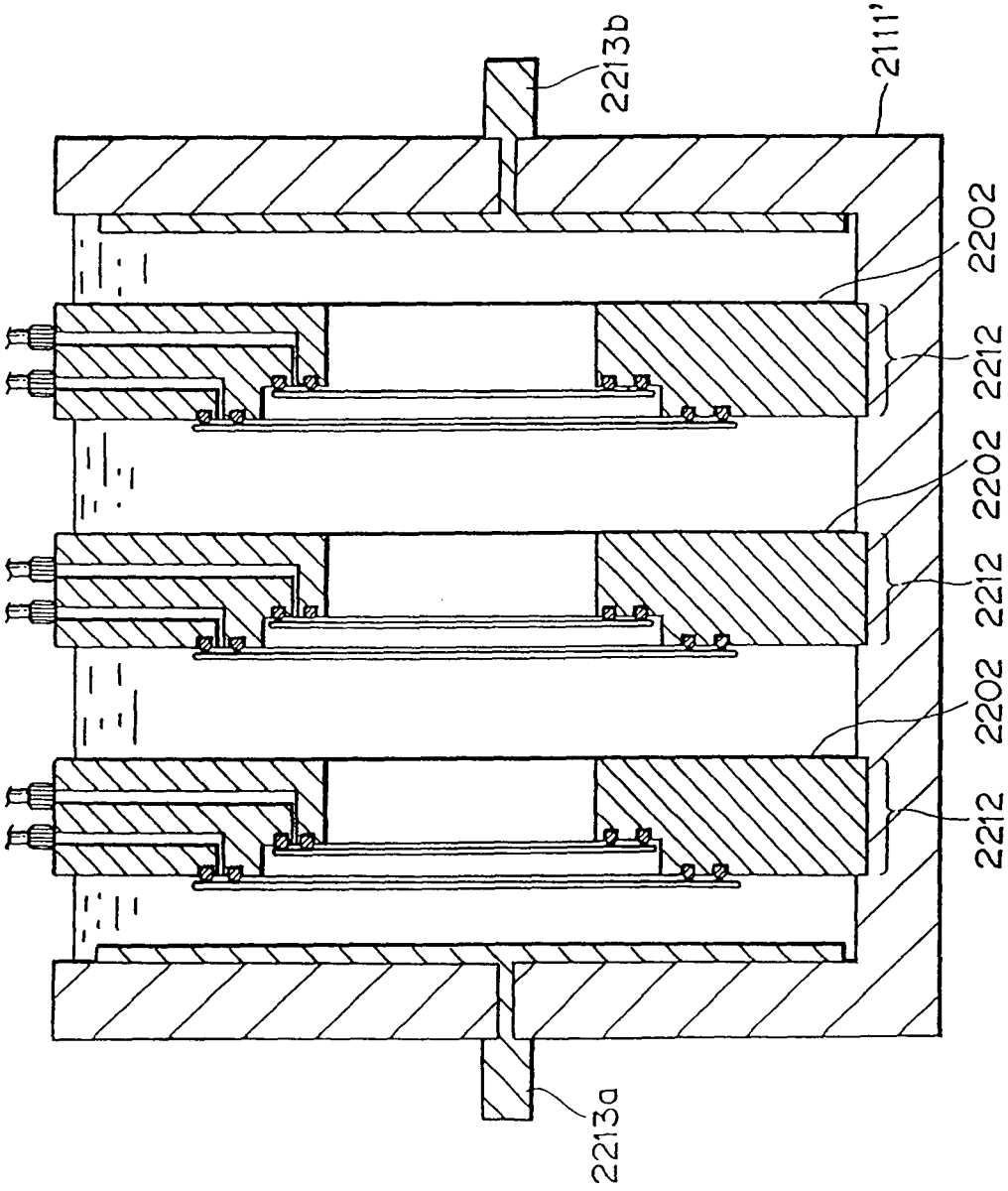


FIG. 24

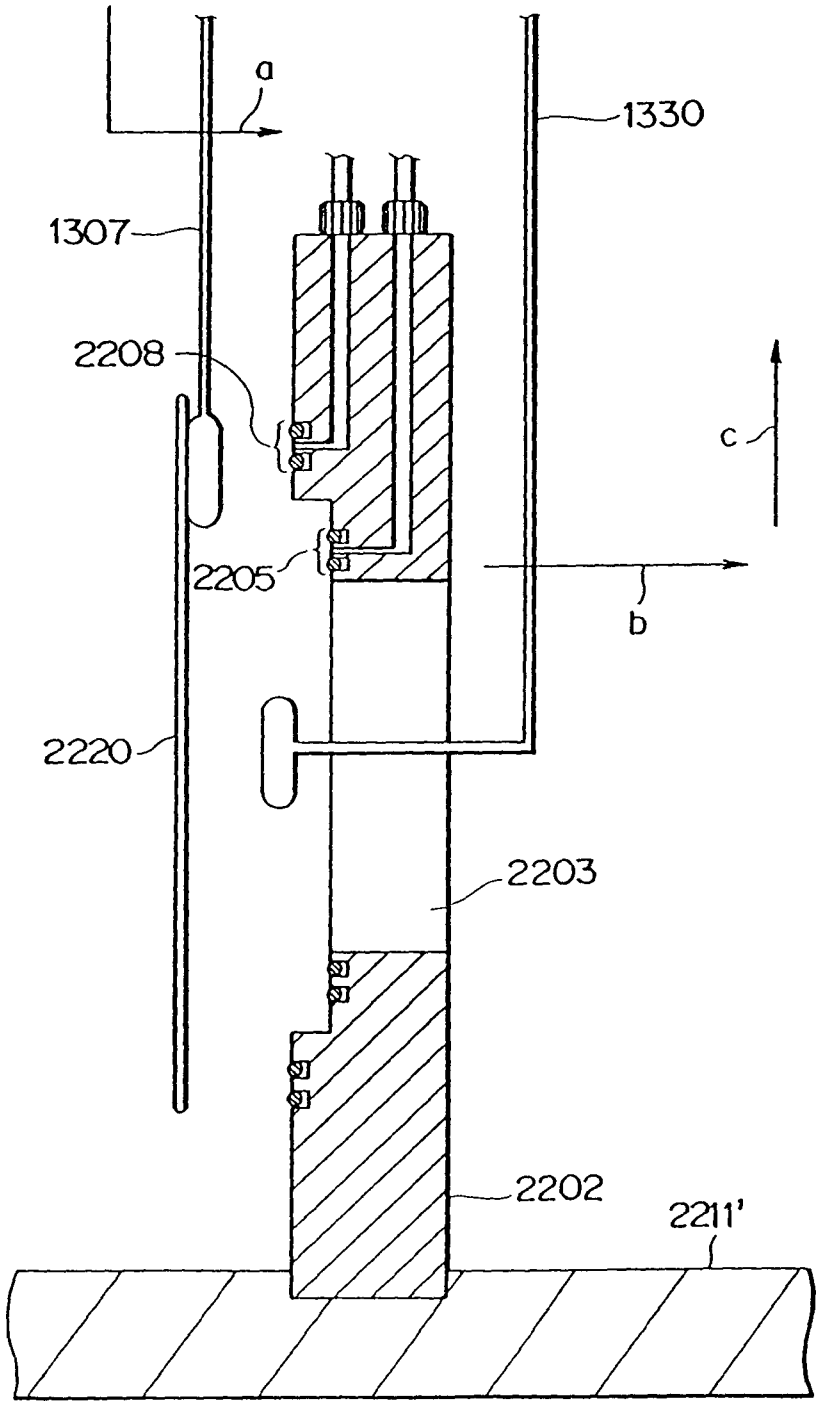


FIG. 25

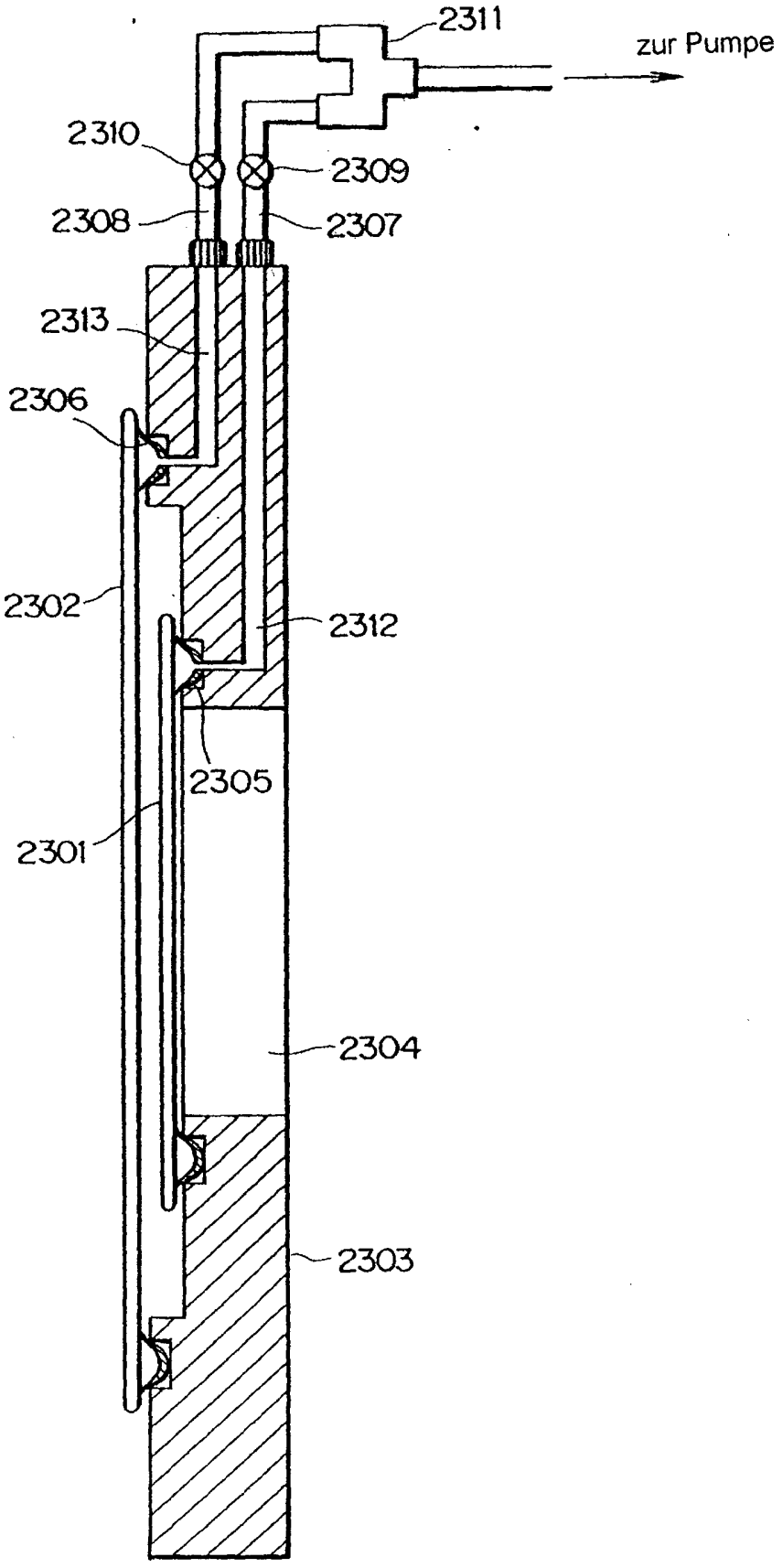

2311
zur Pumpe
2310
2309
2308
2307
2313
2306
2302
2312
2305
2301
2304
2303

FIG. 26

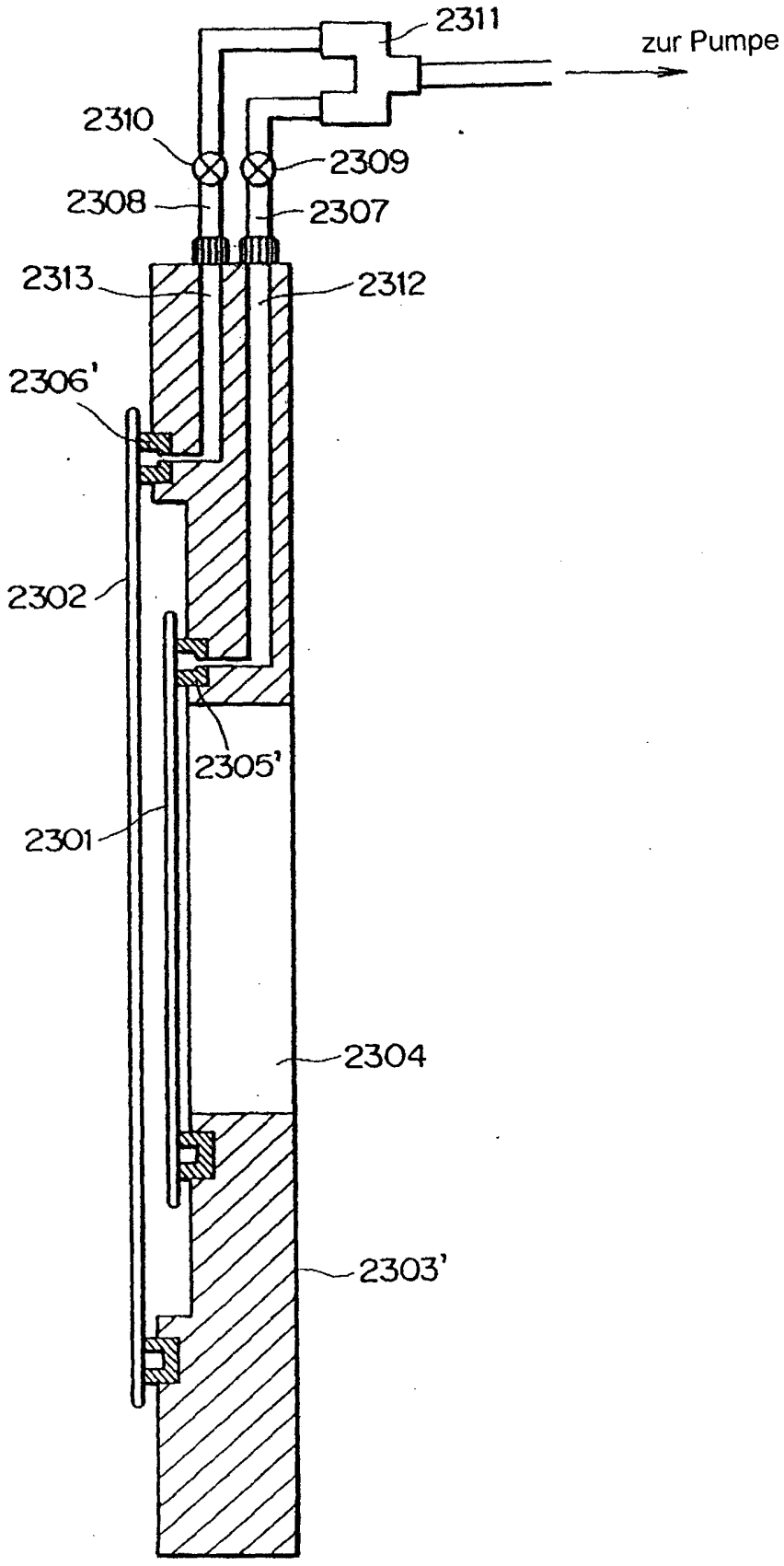

2311
zur Pumpe
2310
2309
2308
2307
2313
2312
2306'
2302
2305'
2301
2304
2303'

FIG. 27

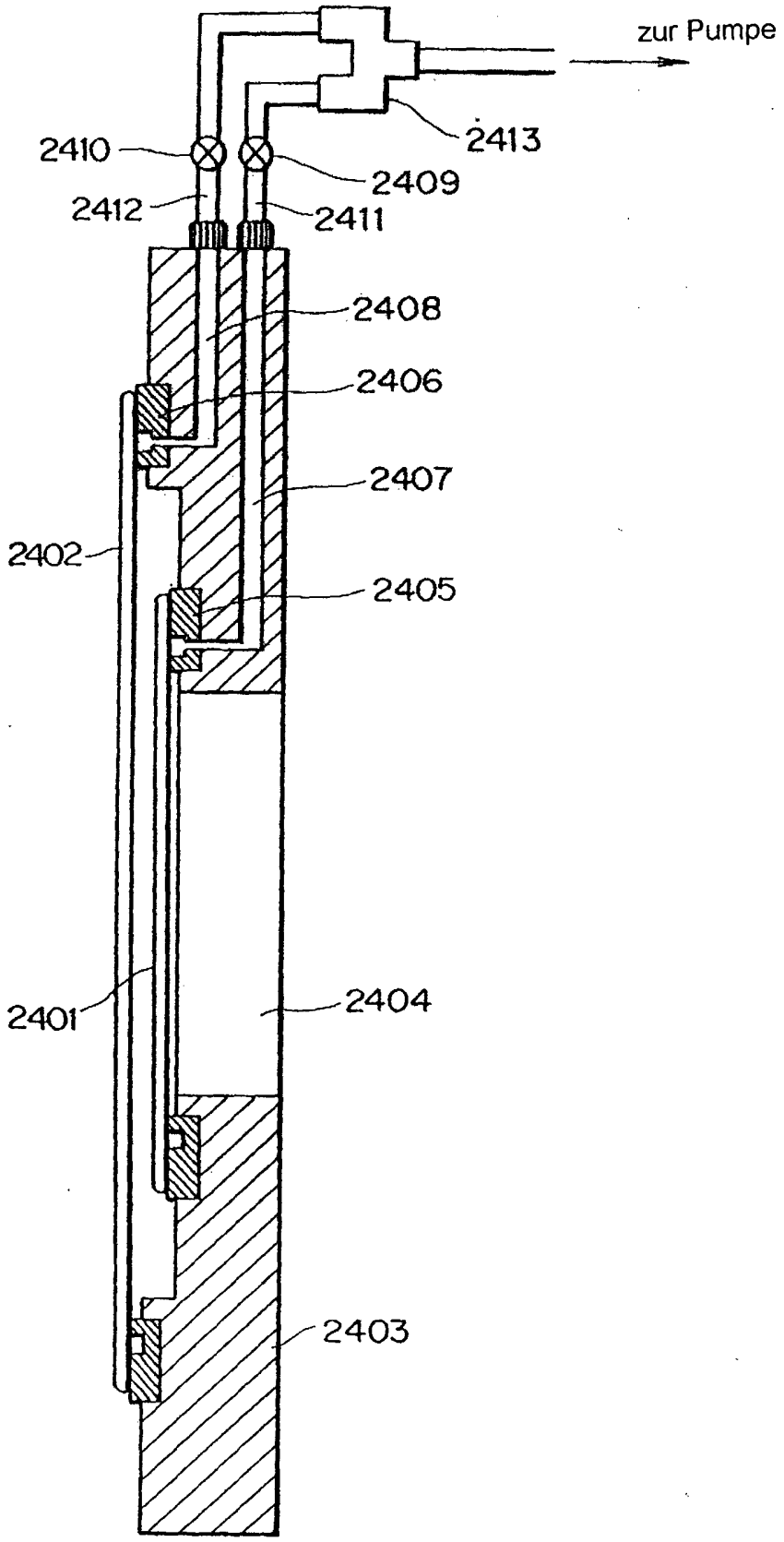

zur Pumpe
2413
2410
2409
2412
2411
2408
2406
2407
2402
2405
2401
2404
2403

FIG. 28

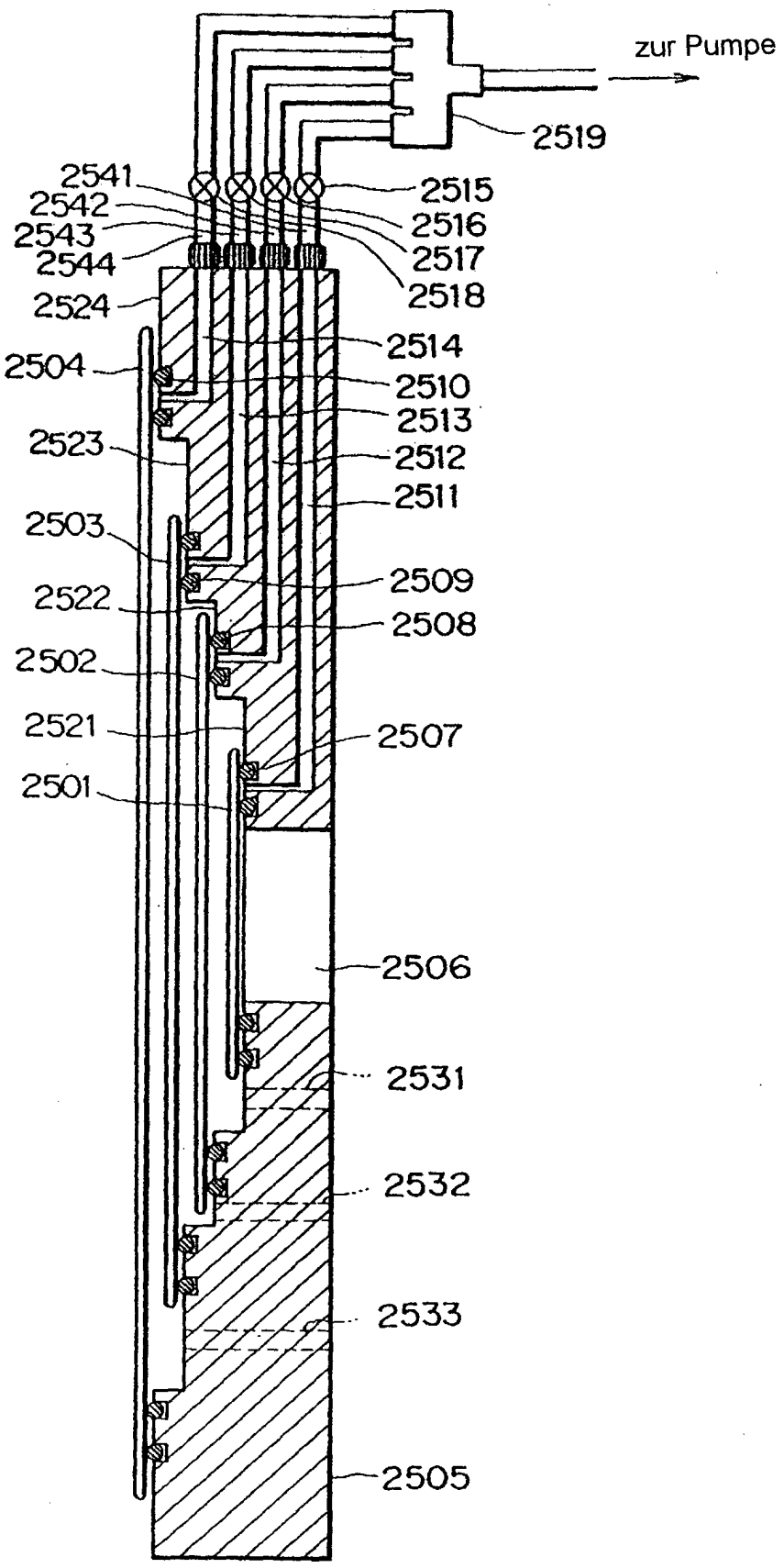

zur Pumpe
2519
2541
2542
2543
2544
2515
2516
2517
2518
2524
2514
2504
2510
2513
2523
2512
2511
2503
2509
2522
2508
2502
2521
2507
2501
2506
2531
2532
2533
2505

FIG. 29

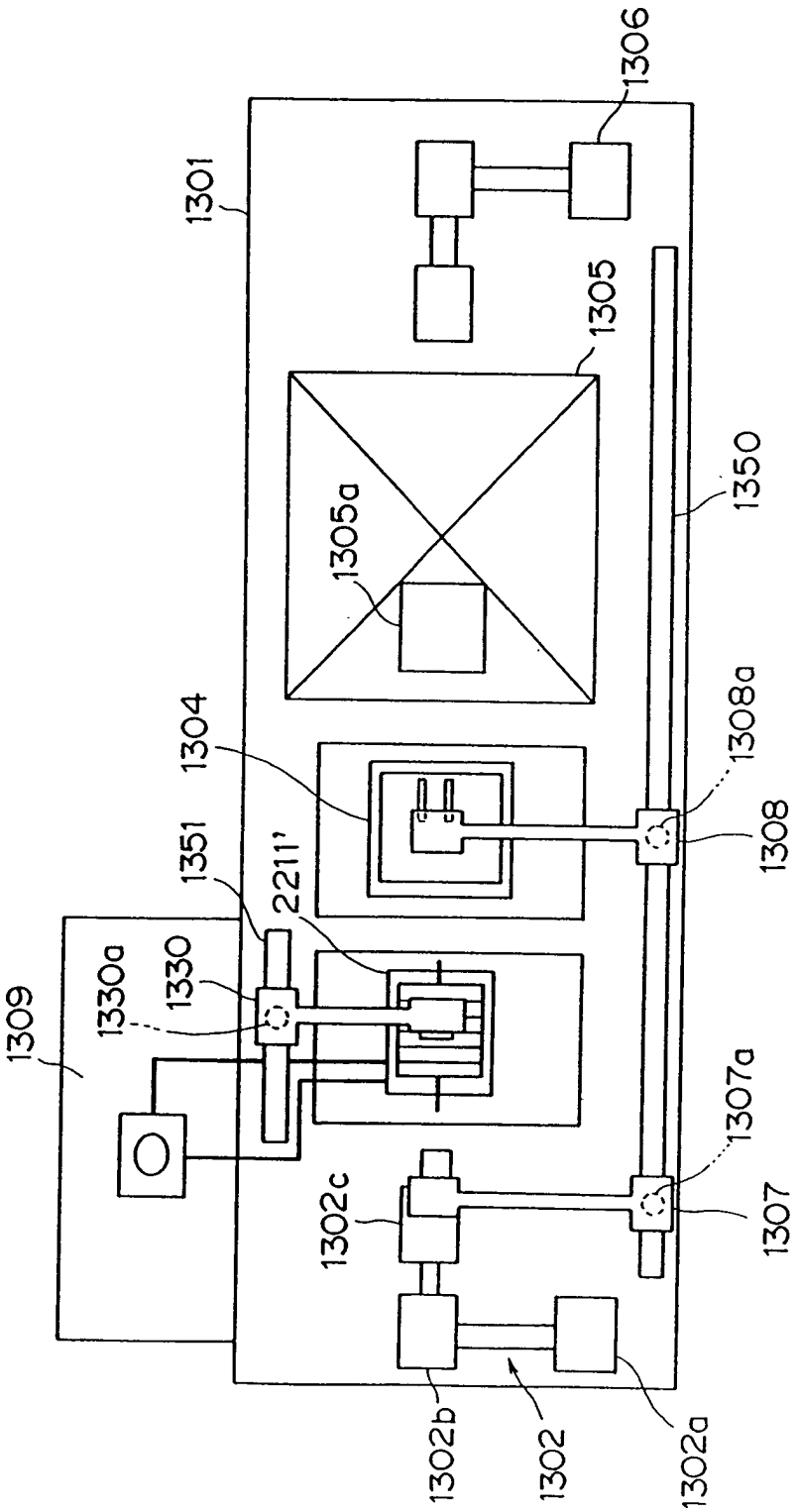

1306
1301
1305
1305a
1350
1308a
1304
1308
1351
2211'
1330a
1330
1309
1307a
1302c
1307
1302b
1302
1302a

FIG. 30

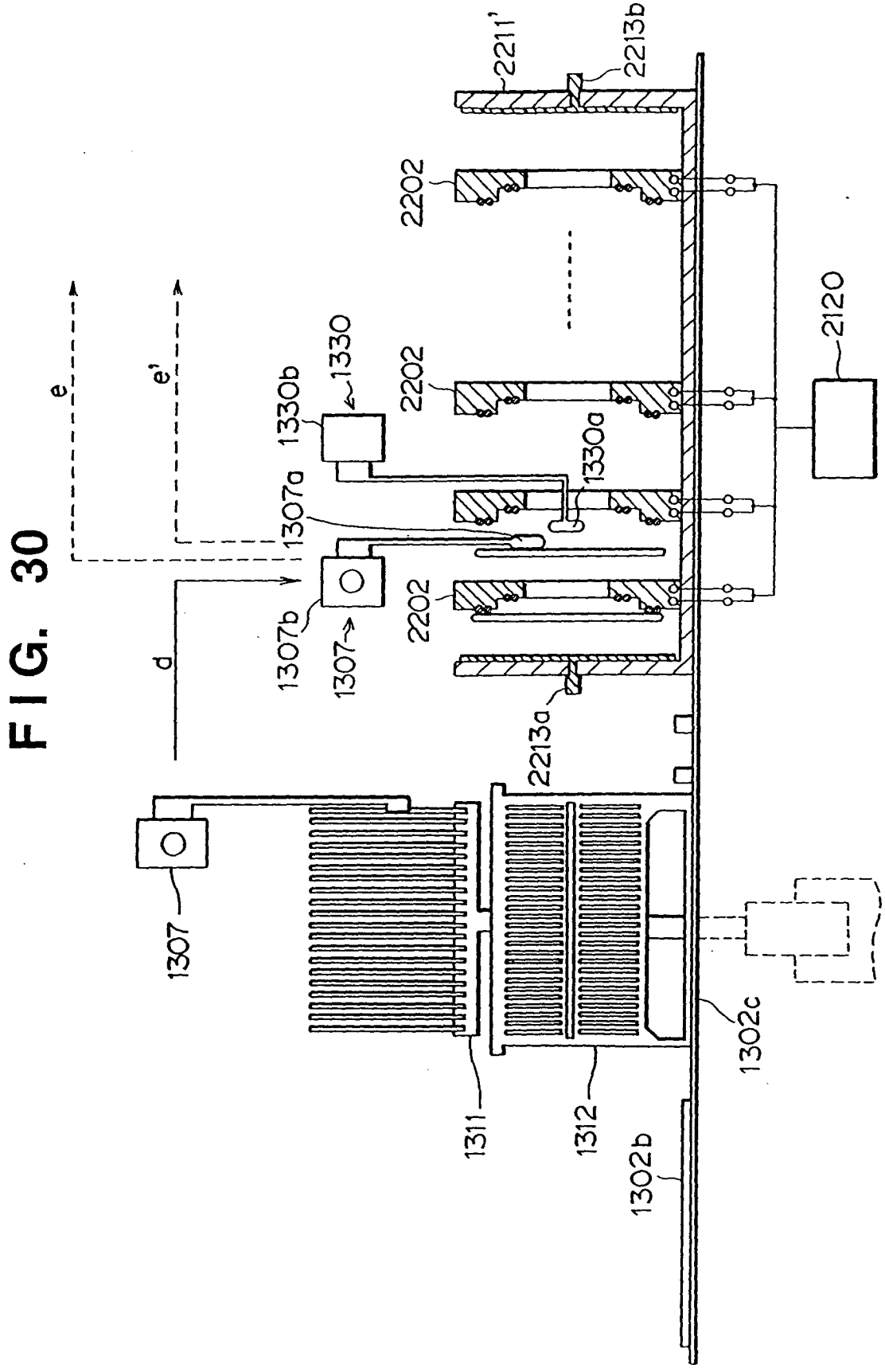

2211'
2213b
2202
2120
1330
1330b
1330a
e
e'
1307a
1307b
1307
d
2213a
1307
1311
1312
1302c
1302b

FIG. 31

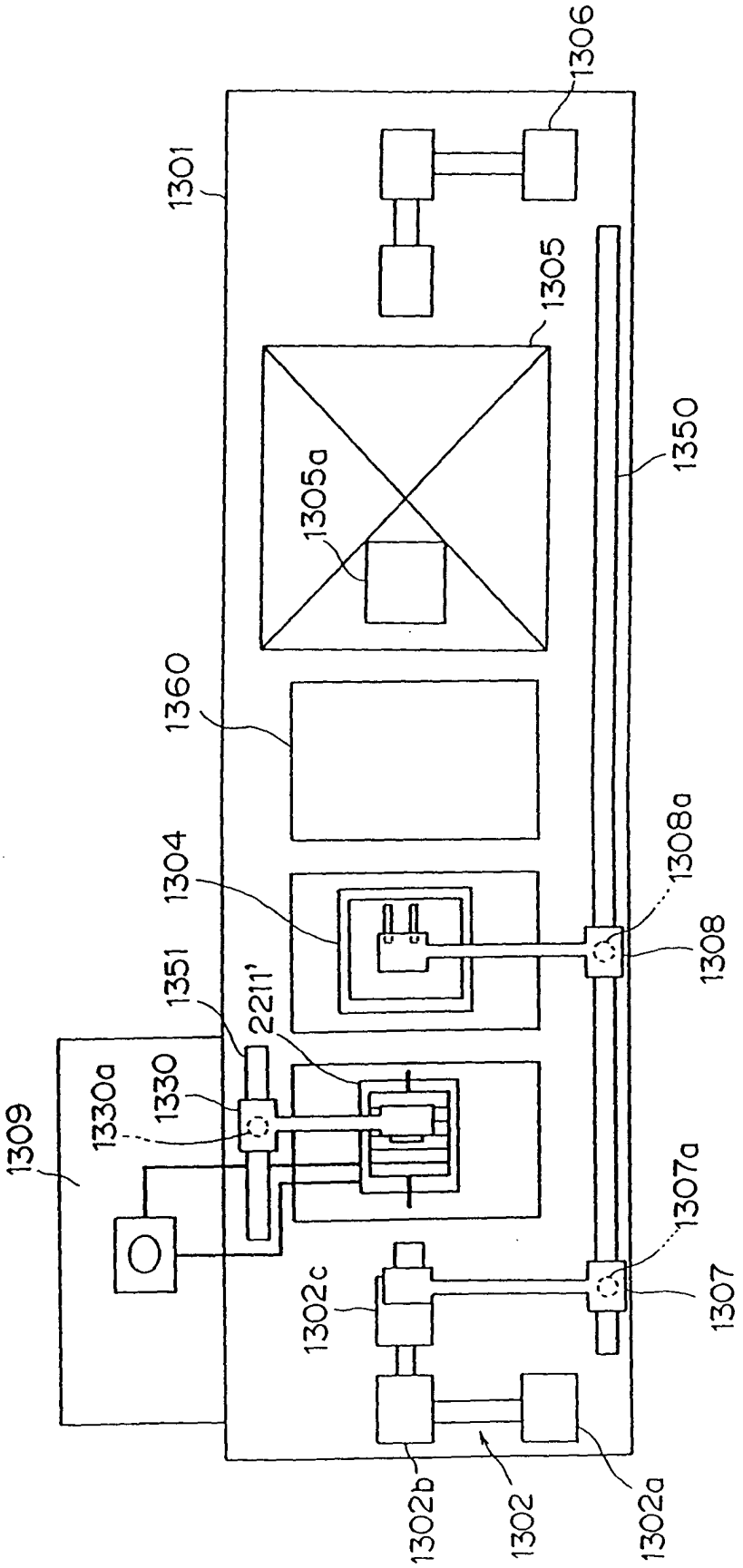

1306
1301
1305
1350
1305a
1360
1304
1308a
1308
1351
2211'
1330a
1330
1309
1307a
1307
1302c
1302b
1302
1302a

FIG. 32A

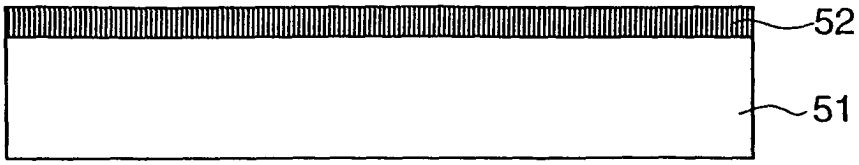


FIG. 32B

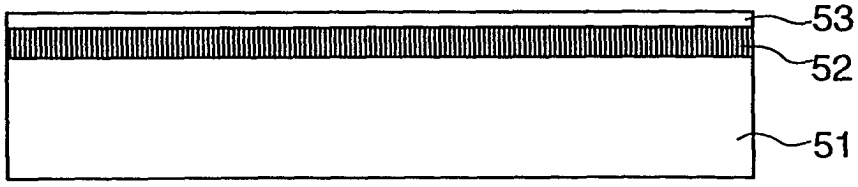


FIG. 32C

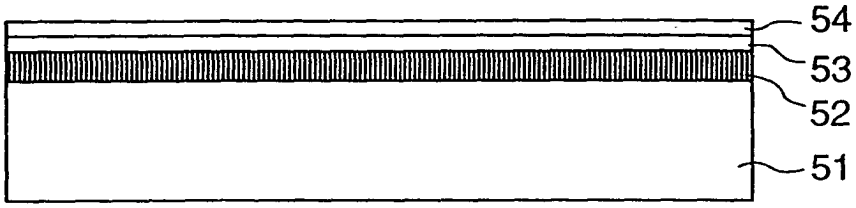


FIG. 32D

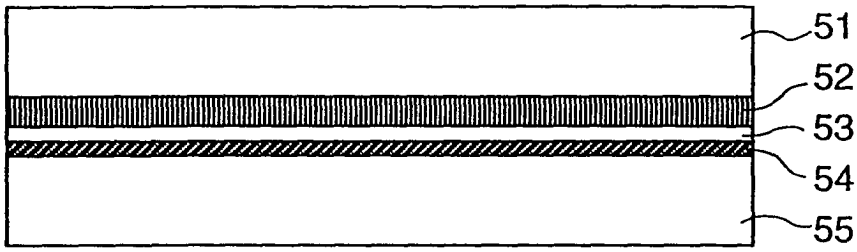


FIG. 32E

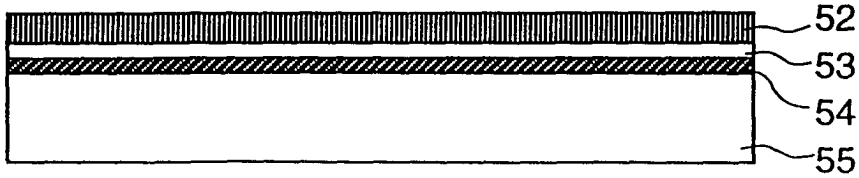


FIG. 32F

