



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 27 051 T2 2005.09.08

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 856 873 B1

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: H01L 21/00

(21) Deutsches Aktenzeichen: 698 27 051.7

(96) Europäisches Aktenzeichen: 98 101 824.5

(96) Europäischer Anmeldetag: 03.02.1998

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 05.08.1998

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 20.10.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 08.09.2005

(30) Unionspriorität:  
**2179697** 04.02.1997 JP

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

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

(72) Erfinder:  
**Sakaguchi, Kiyofumi, Ohta-ku, Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**TBK-Patent, 80336 München**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Behandlung von Halbleiter-Plättchen**

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 eingelebt, 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****HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Bereich der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Bearbeitungsvorrichtung und ein Bearbeitungsverfahren für Halbleiterscheiben, und spezieller, auf eine Bearbeitungsvorrichtung und ein Bearbeitungsverfahren für Halbleiterscheiben, welche eine Halbleiterscheibe durch Eintauchen der Halbleiterscheibe in eine Bearbeitungslösung bearbeiten. Die Erfindung bezieht sich ebenso auf ein Herstellungsverfahren für SOI-Halbleiterscheiben, welches das Bearbeitungsverfahren der Erfindung anwendet.

**[0002]** Nasses Ätzen ist ein typisches Beispiel für die Bearbeitung, welche durch Eintauchen einer Halbleiterscheibe in eine Lösung durchgeführt wird. Ein Gegenstand des nassen Ätzens ist es, die Gleichmäßigkeit auf der gleichen Ebene zu verbessern. Herkömmlicherweise wird die Gleichmäßigkeit auf der gleichen Ebene durch Zuführen frischer Ätzlösung zu der Reaktionsoberfläche durch Zirkulieren der Ätzlösung in einem Bad sichergestellt.

**[0003]** Ein anderes Beispiel der Bearbeitung, welche durch Eintauchen einer Halbleiterscheibe in eine Lösung durchgeführt wird, ist die Reinigungsbearbeitung für Halbleiterscheiben. Dokument JP-A-8-293478 offenbart eine Reinigungsvorrichtung für Halbleiterscheiben, welche die Reinigungseffizienz der Halbleiterscheiben durch Anlegen von Ultraschallwellen steigert, während Halbleiterscheiben, welche in einer Trägerkassette enthalten sind, durch ein Kurvengetriebe in einer Lösung vertikal bewegt und gedreht werden.

**[0004]** Ein anderes Beispiel der Reinigungsvorrichtung für Halbleiterscheiben ist eine kassettenlose Reinigungsvorrichtung für Halbleiterscheiben. Eine kassettenlose Reinigungsvorrichtung für Halbleiterscheiben ist im allgemeinen eine Vorrichtung, in welcher Stabelemente parallel zueinander angeordnet sind, wobei Nuten in diesen Stabelementen gebildet sind, und die Halbleiterscheiben gereinigt werden, während sie durch diese Nuten getragen werden. In einer Vorrichtung, welche Halbleiterscheiben, die in einer Trägerkassette enthalten sind, reinigt, sind Anteile der Halbleiterscheiben in den Nuten der Trägerkassette schwierig zu reinigen. Da ebenso die meisten Anteile der beiden Seiten jeder Halbleiterscheibe mit von Bestandteilen der Trägerkassette verdeckt sind, wird die Reinigungslösung für Halbleiterscheiben hauptsächlich von einer Öffnung in dem unteren Bereich der Trägerkassette zugeführt. Dies führt zu schlechter Reinigung. Eine kassettenlose Reinigungsvorrichtung für Halbleiterscheiben ist sehr wirkungsvoll, um diese Probleme zu lösen. Dokument

JP-A-7-169731 und das entsprechende Dokument EP-A-0658923 offenbaren eine kassettenlose Reinigungsvorrichtung für Halbleiterscheiben, welche fähig ist, Halbleiterscheiben unterschiedlicher Größe zu bearbeiten. Diese Dokumente offenbaren eine Bearbeitungsvorrichtung und ein Bearbeitungsverfahren für Halbleiterscheiben, welche die Merkmale enthalten, die jeweils in den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 14 zusammengefaßt sind. Die in Dokument JP-A-8-293478 beschriebene Reinigungsvorrichtung für Halbleiterscheiben kann Halbleiterscheiben nicht gleichmäßig reinigen, weil die Stärke der Ultraschallwellen durch die Bestandteile der Trägerkassette uneben gemacht wird. In dieser Reinigungsvorrichtung für Halbleiterscheiben ist die Trägerkassette wesentlich, um das Fallen der Halbleiterscheiben zu verhindern, wenn die Halbleiterscheiben gedreht oder vertikal durch das Kurvengetriebe bewegt werden. Die Trägerkassette wird üblicherweise aus einem Harz wie PFA oder PEEK hergestellt, doch übertragen diese Materialien Ultraschallwellen schlecht. Dies verringert die Effizienz der Reinigungsbearbeitung.

**[0005]** Die in den Dokumenten JP-A-7-169731 und EP-A-0658923 beschriebene Reinigungsvorrichtung für Halbleiterscheiben ist sehr wirkungsvoll, schlechte Reinigung zu verbessern. Die Vorrichtung kann jedoch Halbleiterscheiben nicht gleichmäßig reinigen, weil die Halbleiterscheiben gereinigt werden, während sie in einem Bad befestigt sind. Da zusätzlich Kontaktbereiche zwischen Trägerelementen für die Halbleiterscheiben und den Halbleiterscheiben während der Reinigung feststehend sind, sind diese Kontaktbereiche schwer zu reinigen.

**ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0006]** Die vorliegende Erfindung wurde unter Berücksichtigung der vorstehenden Situation gemacht und besitzt ihr Ziel darin, die Bearbeitung für Halbleiterscheiben gleichmäßig zu machen.

**[0007]** Gemäß der Erfindung wird dieses Ziel durch die Verarbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben nach Anspruch 1 und das Bearbeitungsverfahren für Halbleiterscheiben nach Anspruch 14 erreicht.

**[0008]** Vorteilhafte Entwicklungen werden in den abhängigen Ansprüchen definiert.

**[0009]** Ein Herstellungsverfahren für SOI-Halbleiterscheiben gemäß der vorliegenden Erfindung stellt eine SOI-Halbleiterscheibe durch Verwendung des Bearbeitungsverfahrens für Halbleiterscheiben her, wie es in Anspruch 16 definiert ist.

**[0010]** Weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung der Ausführungsformen

der vorliegenden Erfindung unter Bezug zu den begleitenden Zeichnungen deutlich.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht, welche einen Aufriß der Konstruktion einer Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0012] [Fig. 2](#) ist eine Schnittansicht der in [Fig. 1](#) gezeigten Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben;

[0013] [Fig. 3](#) ist eine Schnittform, welche die Form eines die Halbleiterscheibe drehenden Stabes zeigt;

[0014] [Fig. 4](#) ist eine Ansicht, welche einen Aufriß der Konstruktion eines die Halbleiterscheibe drehenden Mechanismus zeigt;

[0015] [Fig. 5](#) ist eine Ansicht, welche einen Aufriß der Konstruktion des die Halbleiterscheibe drehenden Mechanismus zeigt;

[0016] [Fig. 6](#) ist eine Ansicht, welche schematisch die Anordnung eines Bearbeitungssystems für Halbleiterscheiben zeigt, in welchem eine Vielzahl von Bearbeitungsvorrichtungen für Halbleiterscheiben angeordnet ist;

[0017] [Fig. 7](#) ist eine Ansicht, welche ein anderes Beispiel der Konstruktion des die Halbleiterscheibe drehenden Mechanismus zeigt;

[0018] [Fig. 8](#) ist eine Ansicht, welche einen Aufriß der Konstruktion einer Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben zeigt, welche den in [Fig. 7](#) gezeigten die Halbleiterscheibe drehenden Mechanismus zeigt; und

[0019] [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9F](#) sind Schnittansichten, welche die Schritte eines Herstellungsverfahrens für SOI-Halbleiterscheiben zeigen.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVOR-ZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0020] Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachstehend unter Bezug zu den begleitenden Zeichnungen beschrieben. [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht, welche einen Aufriß der Konstruktion einer Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. [Fig. 2](#) ist eine Schnittansicht der in [Fig. 1](#) gezeigten Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben.

[0021] In einer Bearbeitungsvorrichtung für Halblei-

terscheiben **100** gemäß dieser Ausführungsform werden Teile, welche in Kontakt mit einer Bearbeitungslösung kommen können, bevorzugt aus Quarz oder Kunststoff in Übereinstimmung mit der beabsichtigten Verwendung hergestellt. Bevorzugte Beispiele des Kunststoffs sind ein Fluorharz, Vinylchlorid, Polyethylen, Polypropylen, Polybutylenterephthalat (PBT) und Polyetheretherketon (PEEK). Bevorzugte Beispiele des Fluorharzes sind PVDF, PFA und PTFE.

[0022] Diese Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben **100** weist ein Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10**, ein Überflußbad **20**, ein Ultraschallbad **30** und einen Trägermechanismus für Halbleiterscheiben (11–19) zum Tragen der Halbleiterscheiben **40** auf, während diese Halbleiterscheiben sich drehen.

[0023] Um Halbleiterscheiben zu bearbeiten, wird das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** mit einer Bearbeitungslösung (d. h. einer Ätzlösung oder einer Reinigungslösung) gefüllt. Das Überflußbad **20** zum zeitweiligen Aufbewahren jeglicher Bearbeitungslösung, die aus dem Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** überfließt, wird um den oberen Bereich des Bearbeitungsbades für Halbleiterscheiben **10** herum angeordnet. Die zeitweilig in dem Überflußbad **20** aufbewahrte Bearbeitungslösung wird von dem Bodenbereich des Überflußbades **20** zu einem Zirkulator **21** durch ein Ablaßrohr **21a** hin abgelassen. Der Zirkulator **21** entfernt Teilchen durch Filtern der abgelassenen Bearbeitungslösung und führt die Bearbeitungslösung zu dem Bodenbereich des Bearbeitungsbades für Halbleiterscheiben **10** durch ein Zufuhrrohr **21b** zu. Demzufolge werden Teilchen in dem Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** wirkungsvoll entfernt.

[0024] Das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** weist bevorzugt eine Tiefe auf, bei der die Halbleiterscheiben **40** vollständig eingetaucht sind. Dies verhindert ein Anhaften von Teilchen aus der Luft und jenen aus dem oberen Bereich des Bearbeitungsbades für Halbleiterscheiben **10** angesammelten an den Halbleiterscheiben **40**.

[0025] Das Ultraschallbad **30** ist unter dem Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** angeordnet. Eine Ultraschallquelle **31** wird durch einen Justierungsmechanismus **32** in dem Ultraschallbad **30** getragen. Dieser Justierungsmechanismus **32** schließt als Mechanismus zum Justieren der relativen Position zwischen der Ultraschallquelle **31** und dem Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** einen Mechanismus zum Justieren der vertikalen Position der Ultraschallquelle **31** und einen Mechanismus zum Justieren der horizontalen Position der Ultraschallquelle **31** ein. Durch diesen Mechanismus können dem Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** zuzuführende

Ultraschallwellen, spezieller den Halbleiterscheiben **40** zuzuführende, optimiert werden. Die Ultraschallquelle **31** weist bevorzugt eine Funktion zum Justieren der Frequenz oder Stärke zu erzeugenden Ultraschallwellen auf. Dies optimiert weiter die Zufuhr der Ultraschallwellen. Da die Vorrichtung auf diese Weise die Funktion der Optimierung der Zufuhr der Ultraschallwellen zu den Halbleiterscheiben **40** aufweist, können verschiedene Typen von Halbleiterscheiben bearbeitet werden. Das Ultraschallbad **30** ist mit einem ultraschallübertragenden Medium (z. B. Wasser) gefüllt, und dieses ultraschallübertragende Medium überträgt Ultraschallwellen auf das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10**.

**[0026]** Die Halbleiterscheiben **40** werden durch vier Stabelemente, welche die die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** mit Nuten **11a** zum Eingreifen mit den Halbleiterscheiben **40** bilden, so gehalten, daß sie nahezu rechtwinklig zu der Bodenfläche des Bearbeitungsbads für Halbleiterscheiben **10** stehen. Diese die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** weisen eine Funktion des Tragens der Halbleiterscheiben **40** auf, während sie diese drehen, und bilden einen Teil des die Halbleiterscheiben tragenden Mechanismus. Die die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** sind durch ein paar von gegenüberliegenden Stabtrageelementen **18** drehbar gelagert, und werden in der gleichen Richtung durch ein Antriebsdrehmoment gedreht, welches durch einen Motor **19** als antriebskrafterzeugende Einrichtung erzeugt wird. Die die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** weisen bevorzugt einen kleinen Durchmesser auf, durch welchen die Übertragung der Ultraschallwellen nicht verhindert wird.

**[0027]** Die Anzahl der die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** ist bevorzugt so klein wie möglich. Um die Reibungskraft mit den Halbleiterscheiben **40** sicherzustellen, ist es jedoch bevorzugt, zwei die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** zum Begrenzen der Bewegung in der Rollrichtung (X-Achsenrichtung) der Halbleiterscheiben **40** und zwei die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** zum Tragen der Halbleiterscheiben **40** von unten zu verwenden. Durch Anordnung zweier die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** mit angemessenem Abstand unter den Halbleiterscheiben, kann das Antriebsdrehmoment wirkungsvoll auf die Halbleiterscheiben mit Orientierungsabflachungen übertragen werden. Dies ist der Fall, da wenn nur ein die Halbleiterscheiben drehender Stab **11** unter der Halbleiterscheibe vorhanden ist und die Orientierungsabflachung der Halbleiterscheibe sich auf diesem die Halbleiterscheibe drehenden Stab **11** befindet, die Halbleiterscheibe durch die die Halbleiterscheibe drehenden Stäbe **11** nicht gedreht werden kann.

**[0028]** Stehende Wellen, das heißt, Bereiche mit hoher und niedriger Stärke der Ultraschallwellen wer-

den gewöhnlich zwischen der Bodenfläche des Bearbeitungsbades für Halbleiterscheiben **10** und der Flüssigkeitsoberfläche gebildet. In dieser Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben **100** wird die Ungleichmäßigkeit der Bearbeitung, welche von den stehenden Wellen herrührt, verringert, weil die Halbleiterscheiben **40** bearbeitet werden können, während sie gedreht werden.

**[0029]** Diese Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben **100** weist eine Struktur auf, in welcher Bestandteile auf dem Bodenbereich des Bearbeitungsbades für Halbleiterscheiben **10** und um die Halbleiterscheiben **40** herum so gut als möglich entfernt wurden. Demzufolge kann die Zufuhr von Ultraschallwellen zu den Halbleiterscheiben **40** wirkungsvoll und gleichmäßig stattfinden. Ebenso erlaubt diese Struktur, die Bearbeitungslösung in der Nähe der Halbleiterscheiben **40** frei fließen zu lassen. Dies macht die Bearbeitung für die Halbleiterscheiben gleichmäßig und verhindert das Auftreten eines Bearbeitungsfehlers.

**[0030]** [Fig. 3](#) ist eine Schnittansicht, die die Form des die Halbleiterscheibe drehenden Stabes **11** zeigt. Der die Halbleiterscheibe drehende Stab **11** weist eine Vielzahl von Nuten **11a** zum Tragen der Fasen der Halbleiterscheibe **40** durch ihr Einspannen auf. Die Form der Nuten **11a** ist bevorzugt eine U-Form oder eine V-Form. In dieser Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben wird kein bestimmter Bereich der Fase der Halbleiterscheibe **40** konstant getragen, weil der die Halbleiterscheibe drehende Stab **11** die Halbleiterscheibe **40** trägt, während er diese dreht. Demzufolge kann die Fase der Halbleiterscheibe **40** ebenso gleichmäßig bearbeitet werden.

**[0031]** [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) sind Ansichten, die einen Aufriß der Konstruktion des die Halbleiterscheibe tragenden Mechanismus zeigen. Die vier die Halbleiterscheibe drehenden Stäbe **11** sind parallel zueinander in der horizontalen Richtung (Y-Achsenrichtung) angeordnet, so daß sie sich entlang einer Säulenform erstrecken, die durch die Halbleiterscheiben **40** gebildet wird. Ein Antriebskraftübertragungsritzel **12** ist in der Nähe des Endbereichs jedes die Halbleiterscheibe drehenden Stabes **11** angeordnet. Ein Antriebsdrehmoment, welches durch den Motor **19** erzeugt wird, wird auf eine Kurbel **15** über eine Kurbel **17** und einen Verbindungsstab **16** übertragen. Ein Antriebskraftübertragungsritzel **14a** ist an dem Endbereich der Kurbel **15** bereitgestellt. Das Antriebsdrehmoment, das durch das Antriebskraftübertragungsritzel **14a** übertragen wird, wird auf die Antriebsübertragungsritzel **12** über Zwischenritzel **14** übertragen. Durch diese Anordnung drehen sich die die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** in der gleichen Richtung mit der gleichen Geschwindigkeit.

**[0032]** In der in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigten Ausfüh-

rungsform wird das Antriebsdrehmoment, welches durch den Motor **19** erzeugt wurde, zu der Kurbel **15** übertragen und auf die die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** verteilt, so daß die Konstruktion vereinfacht wird. Kurbeln können jedoch ebenfalls in einer eins-zu-eins Korrespondenz mit den die Halbleiterscheiben rotierenden Stäbe **11** bereitgestellt sein. Wenn dies der Fall ist, ist es unnötig, die Antriebskraftübertragungsritzel **12** und **14a** und die Zwi-schenritzel **14** bereitzustellen. Demzufolge kann die Erzeugung von Teilchen, welche von der Reibung der Ritzel herrühren, verhindert werden.

**[0033]** Es ist nicht immer notwendig, die vier die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** simultan zu drehen. Um die Drehkraft effizient auf die Halbleiterscheiben **40** zu übertragen, ist es jedoch bevorzugt, mindestens einen die Halbleiterscheibe drehenden Stab **11** unter den Halbleiterscheiben **40** zu drehen. Um fernerhin die Drehkraft effizienter auf die Halbleiterscheiben **40** zu übertragen, oder Halbleiterscheiben, die eine Orientierungsabflachung aufweisen, sanft zu rotieren, ist es bevorzugt, die zwei die Halbleiterscheibe drehenden Stäbe **11** unter den Halbleiterscheiben **40** zu drehen.

**[0034]** Der Tragemechanismus für Halbleiterscheiben ist nicht auf die vorstehende Konstruktion beschränkt. Das heißt, jeder Mechanismus kann verwendet werden, solange der Mechanismus die die Halbleiterscheibe drehenden Stäbe **11** in der gleichen Richtung dreht. Zum Beispiel ist es ebenso möglich, eine Konstruktion zu verwenden, welche die Antriebskraft des Motors **19** durch ein Kegelrad oder einen Riemen auf das Antriebskraftübertragungsritzel **14a** überträgt.

**[0035]** In dieser Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben **100** sind Zufuhranschlüsse **21c** zum Zuführen der Bearbeitungslösung zu dem Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** in der Nähe des Bodenbereichs des Bearbeitungsbades für Halbleiterscheiben **10** angeordnet, so daß die Bearbeitungslösung von dem Bodenanteil des Bearbeitungsbades für Halbleiterscheiben **10** aufwärts zirkuliert. Ferner-hin ist in dieser Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben **100** eine Vielzahl von Zufuhranschlüssen **21c** in der Nähe der Halbleiterscheiben **40** angeordnet, um die Fließrichtung der Bearbeitungslösung zu justieren, so daß sich die Bearbeitungslösung in der Nähe des Antriebskraftübertragungsmechanismus, welcher durch die Ritzel **12**, **14** und **14a**, die Kurbel **15**, den Verbindungsstab **16** und dergleichen aufgebaut wird, nicht zu den Halbleiterscheiben **40** hin bewegt. Dies verringert die Möglichkeit, daß die Halbleiterscheiben **40** durch Teilchen, die durch die Reibung des Antriebskraftübertragungsmechanismus erzeugt werden, kontaminiert werden.

**[0036]** Einige andere Einrichtungen können ebenso

verwendet werden, um die Kontamination von Halbleiterscheiben durch Teilchen zu verhindern, welche durch den Antriebskraftübertragungsmechanismus erzeugt werden können. Zum Beispiel ist es wirkungsvoll, den Durchmesser jedes Zufuhranschlusses **21c** zu justieren, oder eine Trennwand zum Trennen der Halbleiterscheiben **40** und des Antriebskraftübertragungsmechanismus zu bilden.

**[0037]** **Fig. 6** ist eine Ansicht, welche schematisch die Anordnung eines Bearbeitungssystems für Halbleiterscheiben zeigt, in welchem eine Vielzahl von Bearbeitungsvorrichtungen für Halbleiterscheiben angeordnet sind. Bearbeitungsvorrichtungen für Halbleiterscheiben **100a** bis **100c** weisen im wesentlichen die gleiche Konstruktion wie die vorstehend beschriebene Bearbeitungsvorrichtung für Halbleitungsscheiben **100** auf. In dieser Ausführungsform werden die Vorrichtungen **100a** und **100c** als Reinigungsvorrichtungen und die Vorrichtung **100b** als Ätzvorrichtung verwendet.

**[0038]** Jede einzelne Übertragungsautomat für Halbleiterscheiben **60a** bis **60c** hält eine Halbleiterscheibe durch Vakuumaufspannung der hinteren Oberfläche der Halbleiterscheibe. Unter der Kontrolle eines Rechners spannt der Übertragungsautomat **60a** eine Halbleiterscheibe **40** mit Vakuum auf, welche in dem vorhergehenden Schritt vollständig bearbeitet wurde, überträgt die Halbleiterscheibe **40** zu der Reinigungsvorrichtung **100a** und setzt die Halbleiterscheibe **40** so ab, daß die Halbleiterscheibe in die entsprechenden Nuten **11a** der die Halbleiterscheibe drehenden Stäbe **11** der Reinigungsvorrichtung **400a** einpaßt. Wenn eine vorbestimmte Anzahl von Halbleiterscheiben **40** in ein Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** eingesetzt wurde, führt die Reinigungsvorrichtung **100a** die Reinigungsbearbeitung durch, während die die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** sich unter der Rechnerkontrolle drehen.

**[0039]** Wenn die Reinigungsvorrichtung **100a** die Halbleiterscheiben **40** vollständig gereinigt hat, spannt der Übertragungsautomat **60b** unter der Rechnerkontrolle die Halbleiterscheibe **40** in dem Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** der Reinigungsvorrichtung **100a** mit Vakuum auf, überträgt die Halbleiterscheibe **40** zu der Ätzvorrichtung **100b** als nächste Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben und setzt die Halbleiterscheibe **40** so ein, daß die Halbleiterscheibe in den entsprechenden Nuten **11a** den die Halbleiterscheibe drehenden Stäben **11** einpaßt. Wenn eine vorbestimmte Anzahl von Halbleiterscheiben in das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** eingesetzt wurde, führt die Ätzvorrichtung **100b** die Ätzbearbeitung aus, während sich die die Halbleiterscheibe drehenden Stäbe **11** unter der Rechnerkontrolle drehen.

**[0040]** Wenn die Ätzvorrichtung **100b** die Halbleiterscheiben **40** vollständig geätzt hat, spannt unter der Rechnerkontrolle der Übertragungsautomat **60c** die Halbleiterscheibe **40** in dem Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** der Ätzvorrichtung **100b** mit Vakuum auf, überträgt die Halbleiterscheibe **40** zu der Reinigungsvorrichtung **100c** als nächste Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben und setzt die Halbleiterscheibe **40** so ein, daß die Halbleiterscheibe **40** in den entsprechenden Nuten **11a** der die Halbleiterscheibe drehenden Stäbe **11a** der die Halbleiterscheibe drehenden Stäbe **11** einpaßt. Wenn eine vorbestimmte Anzahl von Halbleiterscheiben in das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** eingesetzt wurde, führt die Reinigungsvorrichtung **100c** die Reinigungsbearbeitung durch, während sich die die Halbleiterscheiben drehenden Stäbe **11** unter der Rechnerkontrolle drehen.

**[0041]** Fig. 7 zeigt ein anderes Beispiel der Konstruktion des die Halbleiterscheibe tragenden Mechanismus. Dieser die Halbleiterscheibe tragende Mechanismus **110** weist eine Funktion des Schwenkens der die Halbleiterscheibe tragenden Elemente in dem Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** und eine Funktion des Anhebens der die Halbleiterscheiben tragenden Elemente auf eine Position oberhalb des Bearbeitungsbades für Halbleiterscheiben **10** auf, wodurch das Beladen und Entladen der Halbleiterscheiben **40** außerhalb des Bearbeitungsbades für Halbleiterscheiben **10** ermöglicht wird. Die erste Funktion kann die für die Halbleiterscheiben **40** durchgeführte Bearbeitung gleichmäßiger machen. Die zweite Funktion erleichtert das Beladen und Entladen der Halbleiterscheiben **40**. Mit dieser Funktion ist es ebenso möglich, Halbleiterscheiben zu einem anderen Bearbeitungsbad zu bewegen, während die Halbleiterscheiben in den Drehmechanismus eingesetzt sind.

**[0042]** In diesem Tragemechanismus für Halbleiterscheiben **110** sind zwei Stabtrageelemente **18** und **18'** durch Verbindungselemente **51** verbunden. Der Motor **19** ist mit dem Stabtrageelement **18'** eher als mit dem Überflußbad **20** befestigt. Ein Arm **52** zum Bewegen des Tragemechanismus für Halbleiterscheiben **110** durch einen Automaten ist an dem Stabtrageelement **18'** angebracht.

**[0043]** Fig. 8 ist eine Ansicht, welche einen Aufriß der Anordnung einer Bearbeitungsvorrichtung für Halbleiterscheiben zeigt, welche den Tragemechanismus für Halbleiterscheiben **110** einschließt. Ein Automat **50** kann den Tragemechanismus für Halbleiterscheiben **110** unter der Kontrolle eines Rechners in ein Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** hinein und daraus heraus anheben und absenken. Folglich können Halbleiterscheiben außerhalb des Bearbeitungsbades für Halbleiterscheiben **10** eingesetzt werden. Ebenso können Halbleiterscheiben zu ei-

nem anderen Bearbeitungsbad bewegt werden, während sie in einen Tragemechanismus für Halbleiterscheiben **110** eingesetzt sind. Zusätzlich weist der Automat **50** eine Funktion des horizontalen und vertikalen Schwenkens des Tragemechanismus für Halbleiterscheiben **110** in dem Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** auf. Mit dieser Funktion kann die für Halbleiterscheiben durchgeführte Bearbeitung gleichmäßiger gemacht werden.

**[0044]** Beispiele der Halbleiterscheibenbearbeitung, welche durch die Bearbeitungsvorrichtung **100** durchgeführt wurde, werden nachstehend beschrieben.

#### Beispiel 1

**[0045]** Dieses Beispiel bezieht sich auf die Reinigungsbearbeitung. Halbleiterscheiben wurden in das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** eingesetzt, welches mit ultrareinem Wasser gefüllt wurde, und Ultraschallwellen von etwa 1 MHz wurden angelegt, um die Halbleiterscheiben zu reinigen, während die Halbleiterscheiben gedreht wurden. Durch diese Reinigung wurden 9% oder mehr der Teilchen auf der Halbleiterscheibenoberfläche entfernt. Ebenso wurde dieses Entfernen von Teilchen gleichmäßig auf der Halbleiterscheibenoberfläche durchgeführt.

#### Beispiel 2

**[0046]** Dieses Beispiel betrifft eine Reinigungsverarbeitung unter Verwendung einer Lösungsmischung von Ammoniak, Wasserstoffperoxid und reinem Wasser. Die Reinigung unter Verwendung dieser Lösungsmischung ist geeignet, um Teilchen von der Oberfläche einer Silicium-Halbleiterscheibe zu entfernen.

**[0047]** Silicium-Halbleiterscheiben wurden in das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10**, welches mit einer Lösungsmischung von Ammoniak, Wasserstoffperoxid und reinem Wasser bei etwa 80°C gefüllt war, eingesetzt. Während die Halbleiterscheiben gedreht wurden, wurden Ultraschallwellen von etwa 1 MHz angelegt, um die Halbleiterscheiben zu reinigen. Durch diese Reinigung wurden 95% oder mehr der Teilchen von der Halbleiterscheibenoberfläche entfernt. Dieses Entfernen von Teilchen wurde ebenfalls gleichmäßig auf der Halbleiterscheibenoberfläche durchgeführt.

#### Beispiel 3

**[0048]** Dieses Beispiel betrifft das Ätzen einer Siliciumschicht. Silicium-Halbleiterscheiben wurden in das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** eingesetzt, welches mit einer Lösungsmischung gefüllt war, die durch Mischen von Fluorwasserstoffsäure, Salpetersäure und Essigsäure hergestellt wurde.

Während die Halbleiterscheiben gedreht wurden, wurden Ultraschallwellen von etwa 0,5 MHz angelegt, um die Halbleiterscheibenoberflächen für 30 Sekunden zu ätzen. Folglich wurden die Silicium-Halbleiterscheiben gleichmäßig mit etwa 1,0 µm geätzt. Die Gleichmäßigkeit der Ätzrate war ± 5% oder weniger auf der Halbleiterscheibenoberfläche und zwischen den Halbleiterscheiben.

#### Beispiel 4

**[0049]** Dieses Beispiel bezieht sich auf das Ätzen einer SiO<sub>2</sub>-Schicht. Fluorwasserstoffsäure ist zum Ätzen einer SiO<sub>2</sub>-Schicht geeignet.

**[0050]** Halbleiterscheiben, auf welchen eine SiO<sub>2</sub>-Schicht gebildet wurde, wurden in das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** eingesetzt, welches mit einer 1,2 %igen Fluorwasserstoffsäure gefüllt war. Während die Halbleiterscheiben gedreht wurden, wurden Ultraschallwellen mit etwa 0,5 MHz angelegt, um die SiO<sub>2</sub>-Schicht für 30 Sekunden zu ätzen. Folglich wurde die SiO<sub>2</sub>-Schicht gleichmäßig mit etwa 4 nm geätzt. Die Gleichmäßigkeit der Ätzrate war ± 3% oder weniger auf den Halbleiterscheibenoberflächen und zwischen den Halbleiterscheiben.

#### Beispiel 5

**[0051]** Dieses Beispiel bezieht sich auf das Ätzen einer Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Schicht. Heiße konzentrierte Phosphorsäure ist geeignet für das Ätzen einer Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Schicht.

**[0052]** Halbleiterscheiben, auf welchen eine Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Schicht gebildet wurde, wurden in das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** eingesetzt, welches mit heißer konzentrierter Phosphorsäure gefüllt war. Während die Halbleiterscheiben gedreht wurden, wurden Ultraschallwellen mit etwa 0,5 MHz angelegt, um die Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Schicht zu ätzen. Folglich wurde die Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Schicht gleichmäßig mit etwa 100 nm geätzt. Die Gleichmäßigkeit der Ätzrate war ± 3% oder weniger auf der Halbleiterscheibenoberfläche und zwischen den Halbleiterscheiben.

#### Beispiel 6

**[0053]** Dieses Beispiel erläutert das Ätzen einer porösen Siliciumschicht. Eine Lösungsmischung von Fluorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und reinem Wasser ist geeignet für das Ätzen einer porösen Siliciumschicht.

**[0054]** Halbleiterscheiben mit einer porösen Siliciumschicht wurden in das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** eingesetzt, welches mit einer Lösungsmischung von Fluorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und reinem Wasser gefüllt war. Während die Halbleiterscheiben gedreht wurden, wurden Ultraschallwellen von etwa 0,25 MHz angelegt, um die

poröse Siliciumschicht zu ätzen. Folglich wurde die poröse Siliciumschicht gleichmäßig mit 5 µm geätzt. Die Gleichmäßigkeit der Ätzrate war ± 35 oder weniger auf der Halbleiterscheibenoberfläche und zwischen den Halbleiterscheiben.

**[0055]** Es ist zu beachten, daß der Mechanismus des Ätzens von porösem Silicium in K. Sakaguchi et al., Jpn. Appl. Phys. Vol. 34, part 1, No. 2B, 842–847 (1995) offenbart ist. Gemäß dieser Literaturstelle wird poröses Silicium geätzt, wenn eine Ätzlösung in die Poren von porösem Silicium durch eine Kapillarwirkung eindringt, und die Wände der Poren ätzt. Wenn die Wände dieser Poren dünner werden, können diese Wände über einen gewissen Punkt hinaus sich selbst nicht mehr tragen. Abschließend kollabiert die poröse Schicht vollständig, so daß das Ätzen abgeschlossen wird.

#### Beispiel 7

**[0056]** Dieses Beispiel bezieht sich auf ein Herstellungsverfahren für SOI-Halbleiterscheiben. [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9F](#) sind Schnittansichten, welche die Schritte des Herstellungsverfahrens für SOI-Halbleiterscheiben gemäß dieses Beispiels zeigen.

**[0057]** Zunächst wurde ein Einkristall-Si-Substrat **501** zum Bilden eines ersten Substrats in einer HF-Lösung anodisiert, so daß eine poröse Si-Schicht **502** ([Fig. 9A](#)) gebildet wurde. Die Anodisierungsbedingungen waren wie folgt.

Stromdichte: 7 (mA/cm<sup>2</sup>)

Anodisierungslösung: HF : H<sub>2</sub>O : C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH = 1 : 1 : 1

Zeit: 11 (Minuten)

Dicke des porösen Si: 12 (µm)

**[0058]** Nachfolgend wurden das sich ergebenden Substrat in einer Sauerstoffatmosphäre bei 400°C für eine Stunde oxidiert. Durch diese Oxidation wurden die Innenwände der Poren der porösen Si-Schicht **502** mit einem thermischen Oxidfilm bedeckt.

**[0059]** Eine 0,30 µm dicke Einkristall-Si-Schicht **503** wurde epitaxial auf die poröse Si-Schicht **502** durch ein CVD-(chemische Gasphasenabscheidung) Verfahren ([Fig. 9B](#)) aufgewachsen. Die epitaxialen Aufwachsbedingungen waren wie folgt.

Quellengas: SiH<sub>2</sub>CL<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>

Gasflußrate: 0,5/180 (L/Minute)

Gasdruck: 80 (Torr)

Temperatur: 950°C

Aufwachsrate: 0,3 (µm/Minute)

**[0060]** Als nächstes wurde eine 200 nm dicke SiO<sub>2</sub>-Schicht **504** aus der Einkristall-Si-Schicht (auf epitaxialer Schicht) **503** durch thermische Oxidation ([Fig. 9C](#)) gebildet.

**[0061]** Das erste auf diese Weise gebildete Subst-

rat, wie in [Fig. 9C](#) gezeigt, und ein Si-Substrat 505 als ein zweites Substrat wurden so aneinander gehetzt, daß die  $\text{SiO}_2$ -Schicht 504 ([Fig. 9D](#)) kernverbunden wurde.

**[0062]** Das Einkristall-Si-Substrat 501 wurde von dem ersten Substrat entfernt, um die poröse Si-Schicht 502 ([Fig. 9E](#)) freizulegen.

**[0063]** Die in [Fig. 9E](#) gezeigten Halbleiterscheiben wurden in das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben 10 eingesetzt, welches mit einer Lösungsmischung von Fluorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und reinem Wasser gefüllt war. Während die Halbleiterscheiben gedreht wurden, wurden Ultraschallwellen von etwa 0,25 MHz angelegt, um die poröse Si-Schicht 502 ([Fig. 9F](#)) zu ätzen. Die Gleichmäßigkeit der Ätzrate der porösen Si-Schicht 502 war  $\pm 5\%$  oder weniger auf der Halbleiterscheibenoberfläche und zwischen den Halbleiterscheiben. Durch Anlegen von Ultraschallwellen, während die Halbleiterscheiben wie vorstehend beschrieben gedreht wurden, ist es möglich, gleichmäßig das Zusammenbrechen (Ätzen) des porösen Si auf der Halbleiterscheibenoberfläche und zwischen den Halbleiterscheiben voranzutreiben.

**[0064]** Bei dem Ätzen der porösen Si-Schicht 502 fungiert die Einkristall-Si-Schicht (epitaxiale Schicht) 503 als eine Ätzstoppsschicht. Folglich wird die poröse Si-Schicht 502 selektiv auf der gesamten Oberfläche der Halbleiterscheibe geätzt.

**[0065]** Das heißt, die Rate, bei der die Einkristall-Si-Schicht durch die vorstehend beschriebene Ätzlösung geätzt wird, ist sehr niedrig, so daß die Ätzselektivität der porösen Si-Schicht 503  $10^5$  oder mehr ist. Demzufolge ist der Ätzbetrag der Einkristall-Si-Schicht 503 etwa wenige 10 Å und praktisch vernachlässigbar.

**[0066]** [Fig. 9F](#) zeigt die SOI-Halbleiterscheibe, welche durch die vorstehenden Schritte erhalten wurde. Diese SOI-Halbleiterscheibe weist die 0,2 µm dicke Einkristall-Si-Schicht 503 auf der  $\text{SiO}_2$ -Schicht 504 auf. Die Filmdicke dieser Einkristall-Si-Schicht 503 wurde an 100 Punkten über die gesamte Oberfläche gemessen und mit 201 nm  $\pm 4$  nm festgestellt.

**[0067]** In diesem Beispiel wurde ferner eine Wärmebehandlung in einer Wasserstoffatmosphäre bei 1100°C für etwa eine Stunde durchgeführt. Beim Auswerten der Oberflächenrauhigkeit der sich ergebenden SOI Halbleiterscheiben mit einem Raster-Kraftmikroskop (AFM) war der quadratische Mittelwert der Oberflächenrauhigkeit in einem Quadratbereich von 5 µm Seitenlänge etwa 0,2 nm. Diese Qualität ist gleichbedeutend zu der von herkömmlichen Si-Halbleiterscheiben auf dem Markt.

**[0068]** Ebenso wurde nach der vorstehenden Wärmebehandlung die Querschnitte der SOI Halbleiterscheiben mit einem Transmissionselektronenmikroskop betrachtet. Als Konsequenz wurden keine neuen Kristaldefekte in der Einkristall-Si-Schicht 503 erzeugt, was anzeigt, daß die hohe Kristallinität aufrechterhalten wurde.

**[0069]** Es ist möglich, einen  $\text{SiO}_2$ -Film auf dem Einkristall-Si-Film (epitaxiale Schicht) 503 des ersten Substrats, auf der Oberfläche des zweiten Substrats 505 oder auf beiden wie vorstehend beschrieben zu bilden. In jedem dieser Fälle wurden ähnliche Ergebnisse zu den vorstehend beschriebenen erhalten.

**[0070]** Selbst wenn fernerhin eine lichtdurchlässige Halbleiterscheibe wie eine Quarz-Halbleiterscheibe als zweites Substrat verwendet wurde, konnte eine hochqualitative SOI-Halbleiterscheibe durch die vorstehenden Herstellungsschritte erhalten werden. Die Wärmebehandlung in der Wasserstoffatmosphäre wurde jedoch bei einer Temperatur von 1000°C oder weniger durchgeführt, um Abgleiten in der Einkristall-Si-Schicht 503 zu verhindern, welches durch den Unterschied zwischen den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Quarzes (zweites Substrat) und der Einkristall-Si-Schicht 503 hervorgerufen wurde.

#### Beispiel 8

**[0071]** Dieses Beispiel bezieht sich auf ein anderes Herstellungsverfahren für SOI-Halbleiterscheiben. Herstellungsschritte, welche durch Zeichnungen ausgedrückt werden können, sind die gleichen wie jene, die in den [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9F](#) gezeigt werden, so daß das Verfahren nachstehend unter Bezug auf [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9F](#) beschrieben wird.

**[0072]** Zunächst wurde ein Einkristall-Si-Substrat 501 zum Bilden eines ersten Substrats in einer HF-Lösung anodisiert, so daß eine poröse Si-Schicht 502 ([Fig. 9A](#)) gebildet wurde. Die Anodisierungsbedingungen waren wie folgt.

Erster Zustand:

Stromdichte: 7 (mA/cm<sup>2</sup>)

Anodisierungslösung: HF :  $\text{H}_2\text{O} : \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 1 : 1 : 1$

Zeit: 5 (Minuten)

Dicke des porösen Si: 5,5 (µm)

Zweiter Zustand:

Stromdichte: 21 (mA/cm<sup>2</sup>)

Anodisierungslösung: HF :  $\text{H}_2\text{O} : \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} : 1 : 1 : 1$

Zeit: 20 (Sekunden)

Dicke des porösen Si: 0,5 (µm)

**[0073]** Nachfolgend wurde das sich ergebenden Substrat in einer Sauerstoffatmosphäre bei 400°C für eine Stunde oxidiert. Durch diese Oxidation wurden die Innenwände der Poren mit einem thermischen Oxidfilm bedeckt.

**[0074]** Eine 0,15 µm dicke Einkristall-Si-Schicht **503** wurde epitaxial auf die poröse Si-Schicht **502** durch ein CVD (chemische Gasphasenabscheidung) Verfahren ([Fig. 9B](#)) aufgewachsen. Die epitaxialen Aufwachsbedingungen waren wie folgt.

Quellengas :  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2/\text{H}_2$   
 Gasflußraten: 0,5/180 (Liter pro Minute)  
 Gasdruck: 80 (Torr)  
 Temperatur: 950 (°C)  
 Aufwachsrate: 0,3 (µm pro Minute)

**[0075]** Als nächstes wurde eine 100 nm dicke  $\text{SiO}_2$ -Schicht **504** auf der Einkristall-Si-Schicht (epitaxiale Schicht) **503** durch Oxidation ([Fig. 9C](#)) gebildet.

**[0076]** Das erste auf diese Weise, wie in [Fig. 9C](#) gezeigt, gebildete Substrat und ein zweites Si-Substrat **505** wurden so aneinander gehaftet, daß die  $\text{SiO}_2$ -Schicht **504** ([Fig. 9D](#)) kernverbunden wurde.

**[0077]** Die aneinander haftenden Halbleiterscheiben wurden zu zwei Halbleiterscheiben von der porösen Si-Schicht getrennt, welche bei einer Stromdichte von 21 mA/cm<sup>2</sup> (zweiter Zustand) gebildet wurden, wodurch die poröse Si-Schicht zu der Oberfläche des zweiten Substrats **505** ([Fig. 9E](#)) freigesetzt wurde. Beispiele des Verfahrens des Trennens der aneinander haftenden Halbleiterscheiben sind 1) mechanisches Ziehen der zwei Substrate, 2) Verdrehen der Substrate, 3) unter Druck Setzen der Substrate, 4) Eintreiben eines Keils zwischen die Substrate, 5) Abschälen der Substrate durch Oxidieren von deren Endflächen, 6) Verwendung von thermischer Spannung und 7) Anwenden von Ultraschallwellen, und es ist möglich, jedes dieser Verfahren selektiv zu verwenden.

**[0078]** Die in [Fig. 9E](#) gezeigten Halbleiterscheiben wurden in das Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben **10** eingesetzt, welches mit einer Lösungsmischung von Fluorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und reinem Wasser gefüllt war. Während die Halbleiterscheiben gedreht wurden, wurden Ultraschallwellen von etwa 0,25 MHz angelegt, um die poröse Si-Schicht **502** ([Fig. 9F](#)) zu ätzen. Die Gleichmäßigkeit der Ätzrate der porösen Si-Schicht **502** war ± 5% oder weniger auf der Halbleiterscheibenoberfläche und zwischen den Halbleiterscheiben. Durch Anlegen von Ultraschallwellen während die Halbleiterscheiben gedreht wurden, wie vorstehend beschrieben, ist es möglich, das Zusammenbrechen (Ätzen) des porösen Si auf der Halbleiterscheibenoberfläche und zwischen den Halbleiterscheiben gleichmäßig voranzutreiben.

**[0079]** Bei dem Ätzen der porösen Si-Schicht **502** fungiert die Einkristall-Si-Schicht (epitaxiale Schicht) **503** als eine Ätzstoppsschicht. Folglich wird die poröse Si-Schicht **502** auf der gesamten Oberfläche der Halbleiterscheibe selektiv geätzt.

**[0080]** Das heißt, die Rate, bei der die Einkristall-Si-Schicht **503** durch die Ätzlösung, wie vorstehend beschrieben, geätzt wird, ist sehr niedrig, so daß die Ätzselektivität der porösen Si-Schicht **502** zu der Einkristall-Si-Schicht **503**  $10^5$  oder mehr ist. Demzufolge ist der Ätzbetrag der Einkristall-Si-Schicht **503** etwa wenige 10 Å und praktisch vernachlässigbar.

**[0081]** [Fig. 9F](#) zeigt die SOI-Halbleiterscheibe, welche durch die vorstehenden Schritte erhalten wurde. Diese SOI-Halbleiterscheibe weist die 0,1 µm dicke Einkristall-Si-Schicht **503** auf der  $\text{SiO}_2$ -Schicht **504** auf. Die Filmdicke dieser Einkristall-Si-Schicht **503** wurde an 100 Punkten über die gesamte Oberfläche gemessen und mit 101 nm ± 3 nm festgestellt.

**[0082]** In diesem Beispiel wurde ferner eine Wärmebehandlung in einer Wasserstoffatmosphäre bei 1100°C für etwa eine Stunde durchgeführt. Beim Auswerten der Oberflächenrauhigkeit der sich ergebenden SOI-Halbleiterscheiben mit einem Rasterelektronenmikroskop (AFM) war der quadratische Mittelwert der Oberflächenrauhigkeit in einem Quadratbereich von 5 µm Seitenlänge etwa 0,2 nm. Diese Qualität ist gleichbedeutend zu der von herkömmlichen Si-Halbleiterscheiben auf dem Markt.

**[0083]** Ebenso wurde nach der vorstehenden Wärmebehandlung die Querschnitte der SOI-Halbleiterscheiben mit einem Transmissionselektronenmikroskop betrachtet. Als eine Konsequenz wurden keine neuen Kristaldefekte in der Einkristall-Si-Schicht **503** erzeugt, was anzeigt, daß die hohe Kristallinität aufrechterhalten wurde.

**[0084]** Es ist möglich, einen  $\text{SiO}_2$ -Film auf dem Einkristall-Si-Film (epitaxiale Schicht) **503** des ersten Substrats, auf der Oberfläche des zweiten Substrats **505** oder auf beiden wie vorstehend beschrieben zu bilden. In jedem dieser Fälle wurden Ergebnisse ähnlich zu den oben beschriebenen erhalten.

**[0085]** Selbst wenn darüber hinaus eine lichtdurchlässige Halbleiterscheibe wie eine Quarz-Halbleiterscheibe als zweites Substrat verwendet wurde, konnte durch die vorstehenden Herstellungsschritte eine hochqualitative SOI-Halbleiterscheibe gebildet werden. Die Wärmebehandlung in der Wasserstoffatmosphäre wurde jedoch bei einer Temperatur von 1000°C oder weniger durchgeführt, um Abgleiten in der Einkristall-Si-Schicht **503** zu verhindern, welches durch den Unterschied zwischen den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Quarzes (zweites Substrat) und der Einkristall-Si-Schicht **503** hervorgerufen wurde.

**[0086]** In diesem Beispiel kann das erste Substrat (hiernach als das getrennte Substrat bezeichnet), welches durch Trennen der aneinander haftenden

Halbleiterscheiben zu zwei Halbleiterscheiben erhalten wurde, wiederverwendet werden. Das heißt, das getrennte Substrat kann durch selektives Ätzen des porösen Si-Films als erstes oder zweites Substrat wiederverwendet werden, welcher auf der Oberfläche des Substrats zurückbleibt, durch das gleiche Ätzverfahren wie für den vorstehend beschriebenen porösen Si-Film, und Bearbeiten des sich ergebenen Materials (z.B. Auslagern mit einer Wasserstoffbehandlung oder Oberflächenbehandlung wie Oberflächenpolieren).

**[0087]** In den vorstehend beschriebenen Beispielen 7 und 8 wird epitaxiales Wachstum verwendet, um eine Einkristall-Si-Schicht auf einer porösen Si-Schicht zu bilden. Es ist jedoch ebenso möglich, andere verschiedene Verfahren wie CVD, MBE, Sputtern und Flüssigphasenwachstum für die Bildung einer Einkristall-Si-Schicht zu verwenden.

**[0088]** Ebenso kann eine Halbleiterschicht einer Einkristallverbindung wie GaAs oder InP auf einer porösen Si-Schicht durch epitaxiales Aufwachsen gebildet werden. Wenn dies der Fall ist, können Halbleiterscheiben hergestellt werden, welche für Hochfrequenzvorrichtungen geeignet sind, wie „GaAs auf Si“ und „GaAs auf Glas (Quarz)“ und OEIC.

**[0089]** Obwohl fernerhin eine Lösungsmischung von 4.9% Fluorwasserstoffsäure und 30% Wasserstoffperoxid für eine Ätzlösung zum selektiven Ätzen einer porösen Si-Schicht geeignet ist, sind die folgenden Ätzlösungen ebenso geeignet. Dies ist der Fall, weil poröses Si eine sehr große Oberfläche aufweist, und daher leicht selektiv geätzt werden kann.

- (a) Fluorwasserstoffsäure
- (b) Lösungsmischung, welche durch Zugeben von mindestens einer Komponente aus Alkohol und Wasserstoffperoxid zu der Fluorwasserstoffsäure hergestellt wurde
- (c) gepufferte Fluorwasserstoffsäure
- (d) Lösungsmischung, welche durch Zugeben von mindestens einer Komponente von Alkohol und Wasserstoffperoxid zu der gepufferten Fluorwasserstoffsäure hergestellt wurde
- (e) Lösungsmischung von Fluorwasserstoffsäure, Salpetersäure und Essigsäure

**[0090]** Es ist zu beachten, daß andere Herstellungs schritte nicht auf diese Bedingungen in den vorstehenden Beispielen begrenzt sind, und so andere verschiedene Bedingungen verwendet werden können.

**[0091]** Die vorliegende Erfindung kann die Bearbeitung von Halbleiterscheiben gleichmäßig machen.

**[0092]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehenden Ausführungsformen begrenzt, und verschiedene Änderungen und Modifikationen können in dem Bereich vorgenommen werden, der durch die

Ansprüche definiert ist.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bearbeitung von Halbleiterscheiben (**100**) zum Bearbeiten einer Halbleiterscheibe durch Eintauchen der Halbleiterscheibe in eine Bearbeitungslösung, welche umfaßt:  
ein Bearbeitungsbad für Halbleiterscheiben (**10**) zum Aufnehmen der Bearbeitungslösung;  
einen Tragemechanismus (**11 bis 19**) zum Tragen der Halbleiterscheibe von zwei Seiten und unten mit Hilfe von mindestens drei horizontalen Stabelementen (**11**), um die Halbleiterscheibe im Wesentlichen im rechten Winkel zu einer Bodenfläche des Bearbeitungsbads (**10**) zu halten;  
wobei die mindestens drei Stabelemente (**11**) im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet ist,  
wobei jedes der Stabelemente (**11**) eine Vielzahl von Nuten (**11a**) zum Tragen einer Fase der Halbleiterscheibe durch Einpannen der Fase aufweist, und  
wobei mindestens eines der Stabelemente (**11**) die Halbleiterscheibe von unten trägt,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
daß die Stabelemente (**11**) drehbar sind, und  
daß der Tragemechanismus (**11 bis 19**) Antriebseinrichtungen (**15, 16, 17, 19**) zum Drehen mindestens eines der Stabelemente (**11**) umfaßt, wobei eine Drehkraft von dem mindestens einen drehbar angetriebenen Stabelement (**11**) an die getragene Halbleiterscheibe angelegt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, welche ferner eine Einrichtungen zur Erzeugung von Ultraschall (**30 bis 32**) zum Erzeugen von Ultraschallwellen in dem Bearbeitungsbad umfaßt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Einrichtungen zur Erzeugung von Ultraschall (**30 bis 32**) ein Ultraschallbad (**30**), eine Ultraschallquelle (**31**) und einen Ausrichtungsmechanismus (**32**) zum Ausrichten einer Position der Ultraschallquelle (**31**) in dem Ultraschallbad (**30**) aufweisen, und die Ultraschallwellen auf das Bearbeitungsbad (**10**) mittels eines Ultraschallübertragungsmediums, welches sich in dem Ultraschallbad (**30**) befindet, übertragen werden.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Antriebseinrichtungen (**15, 16, 17, 19**) Einrichtungen zur Erzeugung von Antriebskraft (**19**) zum Erzeugen einer Antriebskraft umfassen, welche sich außerhalb des Bearbeitungsbads (**10**) befinden.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Antriebseinrichtungen (**15, 16, 17, 19**) ferner einen Kur belmechanismus (**15 bis 17**) zum Übertragen der Antriebskraft, welche durch die Einrichtungen zur Erzeugung von Antriebskraft (**19**) erzeugt werden, auf mindestens ein drehbar angetriebenes Stabelement

(11) umfassen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, welche ferner einen Antriebsmechanismus (50) zum Schwenken des Tragemechanismus' (11 bis 19) in dem Bearbeitungsbad (10) umfaßt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, welche ferner einen Antriebsmechanismus (50) zum Schwimmen oder Eintauchen des Tragemechanismus' (11 bis 19) umfaßt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Bearbeitungsbad (10) einen Umlaufmechanismus (20, 21) umfaßt, welcher ein Überlaufbad (20) einschließt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Umlaufmechanismus (20, 21) Einrichtungen zum Verringen der Verschmutzung der Halbleiterscheibe umfaßt, welche durch Teilchen hervorgerufen wird, welche durch den Tragemechanismus (11 bis 19) erzeugt werden können.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei mindestens Teile des Bearbeitungsbads (10) und des drehbaren Tragemechanismus' (11 bis 19), welche in Kontakt mit der Bearbeitungslösung kommen können, aus einem Material hergestellt sind, welches aus der Gruppe ausgewählt wurde, die aus Quarz und Kunststoff besteht.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei mindestens Teile des Bearbeitungsbads (10) und des drehbaren Tragemechanismus' (11 bis 19), welche in Kontakt mit der Bearbeitungslösung kommen können, aus einem Material hergestellt sind, welches aus der Gruppe ausgewählt wurde, die aus einem Fluorharz, Vinylchlorid, Polyethylen, Polypropylen, Polybutylenterephthalat (PBT) und Polymethylmethacrylat (PMMA) besteht.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Tragemechanismus (11 bis 19) eine Halbleiterscheibe mit vier Stabelementen (11) trägt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Stabelemente (11) in Positionen angeordnet sind, in denen die Drehung einer Halbleiterscheibe mit Orientierungsabflachung durch die Orientierungsabflachung nicht verhindert wird, wenn die Halbleiterscheibe bearbeitet wird.

14. Herstellungsverfahren für Halbleiterscheiben, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt  
Eintauchen der Halbleiterscheibe in eine Bearbeitungslösung, welche in dem Bearbeitungsbad (10) aufgenommen ist,  
während die Halbleiterscheibe getragen wird, um sie im Wesentlichen im rechten Winkel zu einer Boden-

fläche des Bearbeitungsbads (10) zu halten, wobei die Halbleiterscheibe von zwei Seiten und unten mit Hilfe von mindestens drei horizontalen Stabelementen (11) getragen wird, welche im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind und jeweils eine Vielzahl von Nuten (11a) aufweisen, und wobei eine Fase der Halbleiterscheibe durch die Nuten (11a) eingespannt und dadurch getragen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren ferner den Schritt des Drehens der Halbleiterscheibe durch Anlegen einer Drehkraft an sie von mindestens einem der Stabelemente (11) durch Drehen des mindestens einen Stabelements (11) umfaßt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei, während die Halbleiterscheibe in dem Bearbeitungsbad (10) gedreht wird, Ultraschallwellen in der Bearbeitungslösung erzeugt werden.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, wobei die Halbleiterscheibe unter Verwendung einer Ätzlösung als Bearbeitungslösung geätzt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, wobei die Halbleiterscheibe eine poröse Siliciumschicht aufweist und unter Verwendung einer Ätzlösung als Bearbeitungslösung geätzt wird.

18. Herstellungsverfahren für SOI-Halbleiterscheiben zur Herstellung einer SOI-Halbleiterscheibe, wobei das Verfahren die Schritte des Bildens einer Halbleiterscheibe mit einer SOI-Struktur mit einer exponierten porösen Siliciumschicht und des Ätzens der exponierten porösen Siliciumschicht auf der Halbleiterscheibe unter Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 16 umfaßt.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

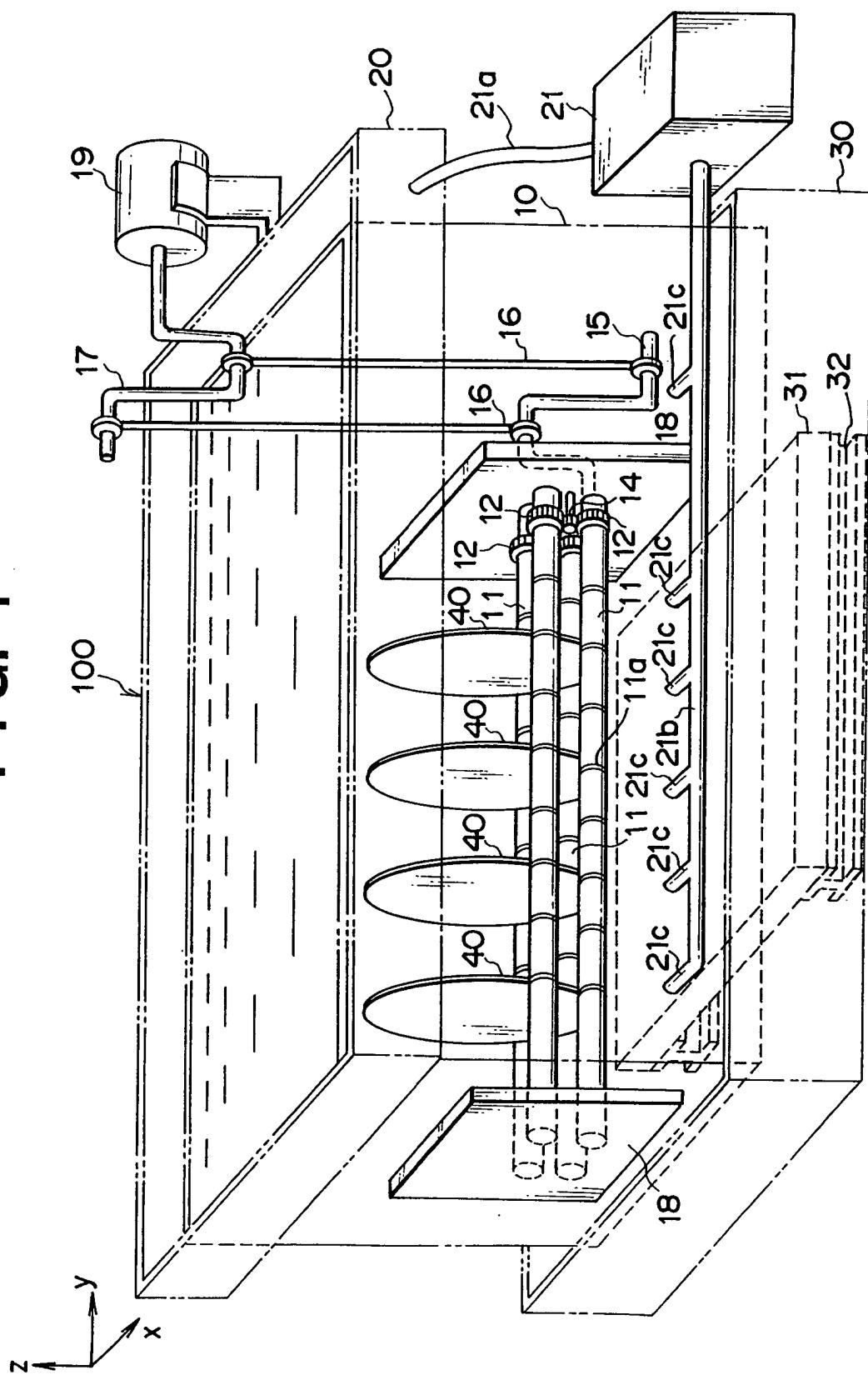
**FIG. 1**

FIG. 2

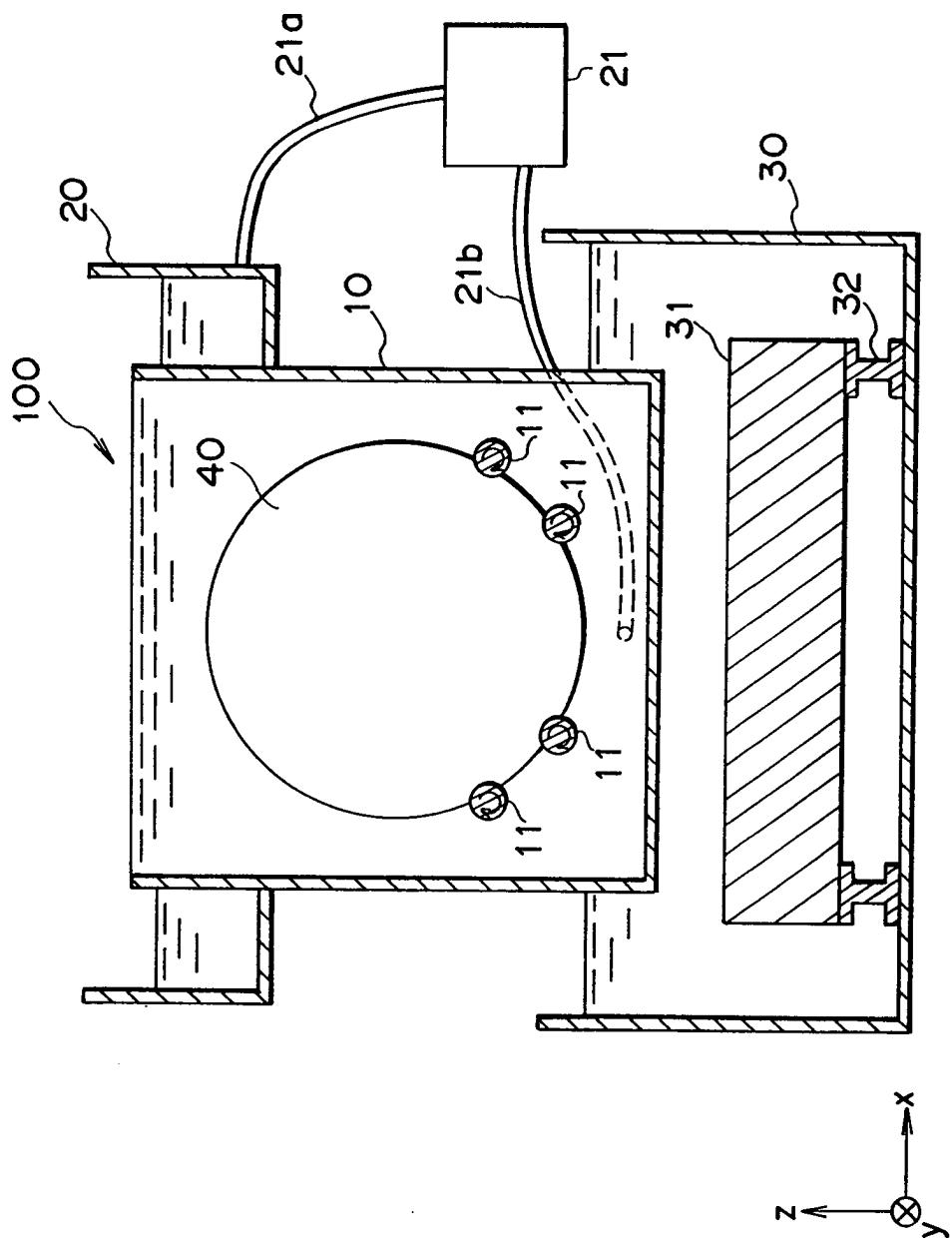


FIG. 3

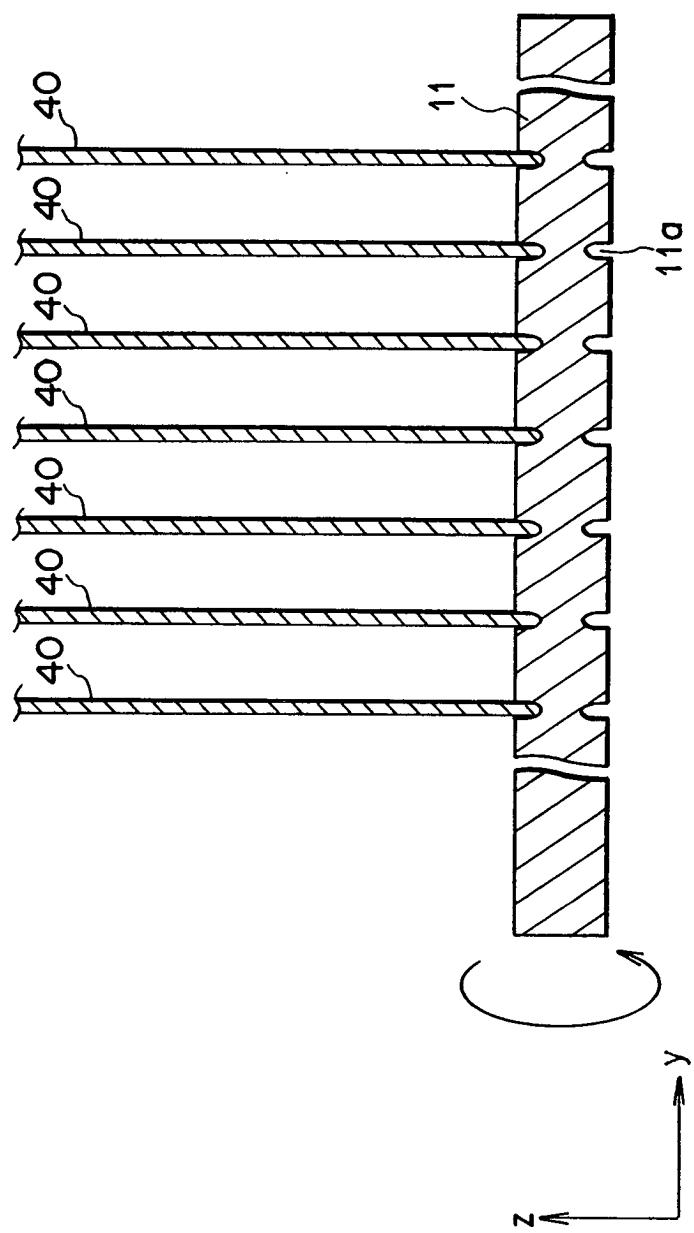


FIG. 4

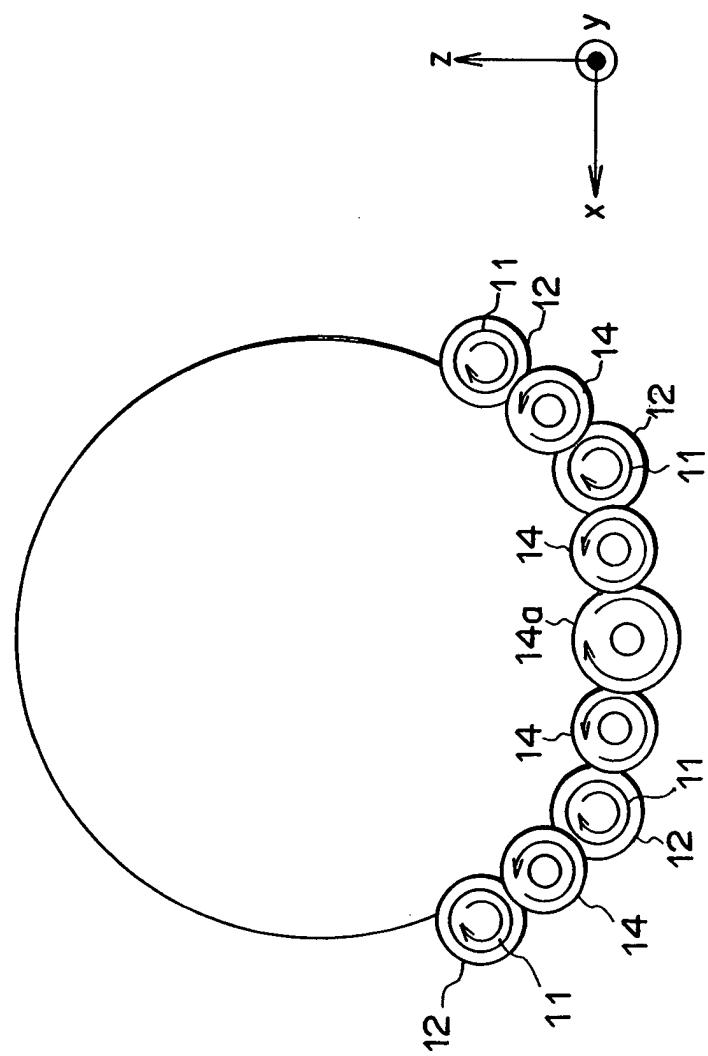


FIG. 5

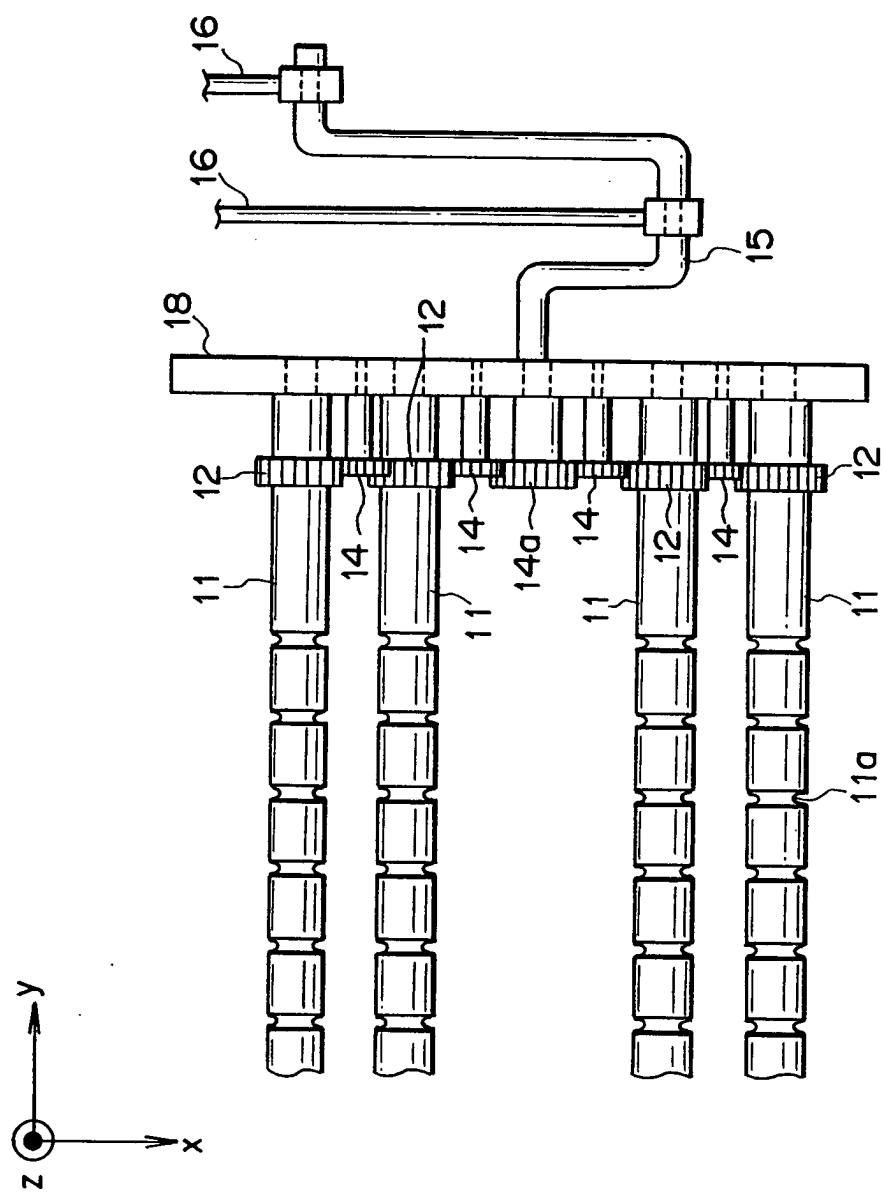


FIG. 6

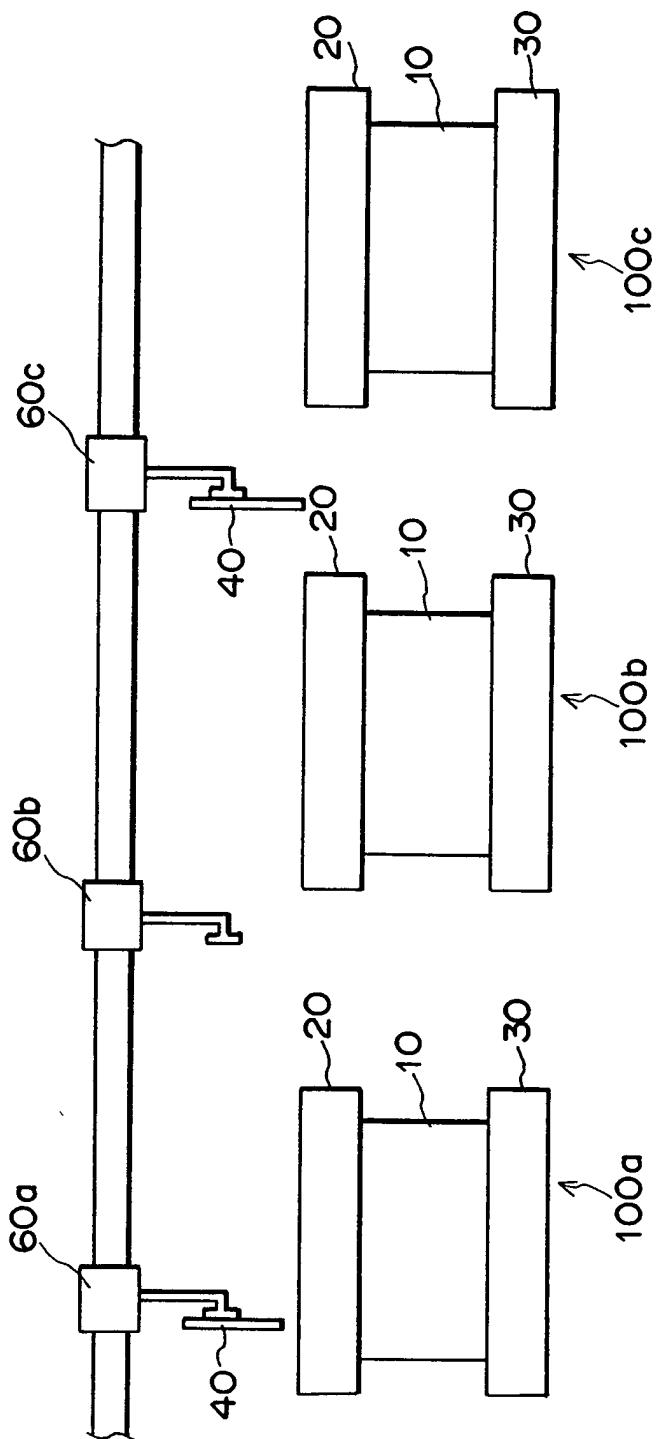
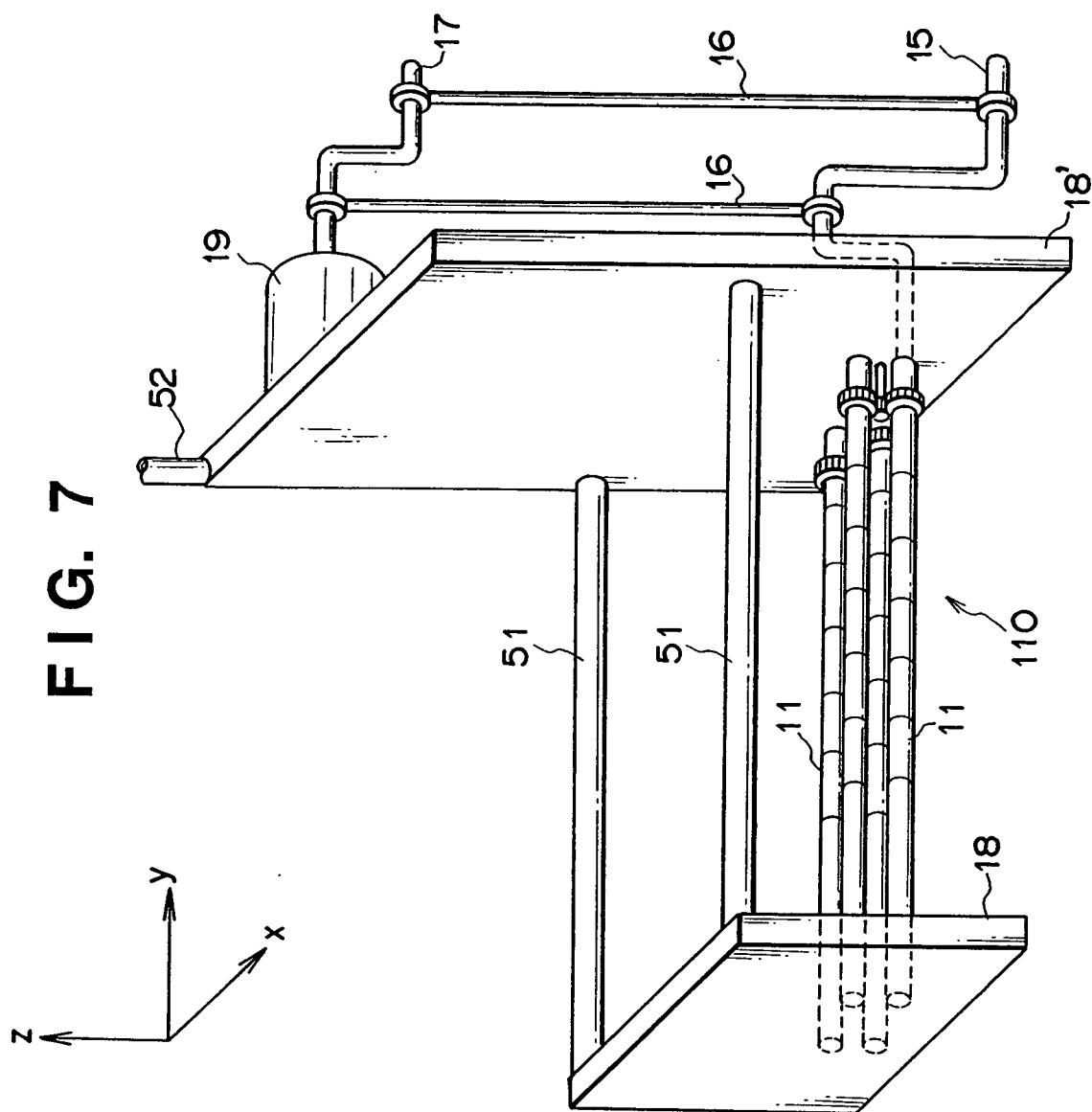
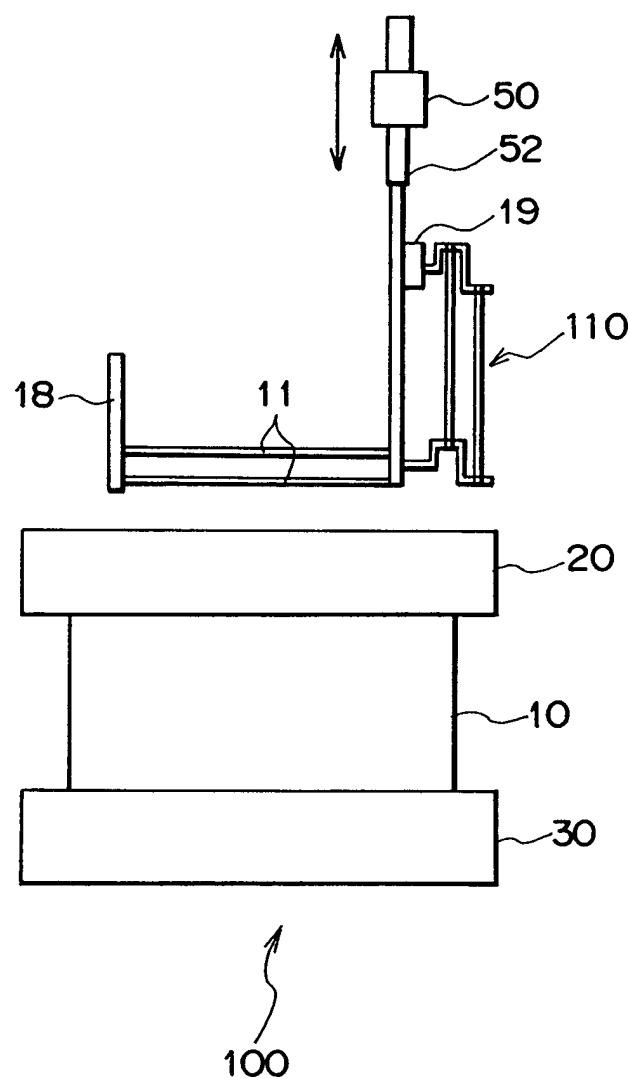


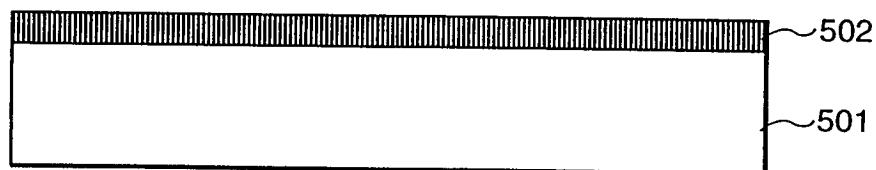
FIG. 7



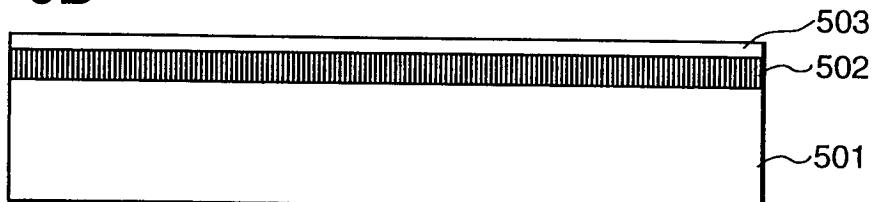
**F I G. 8**



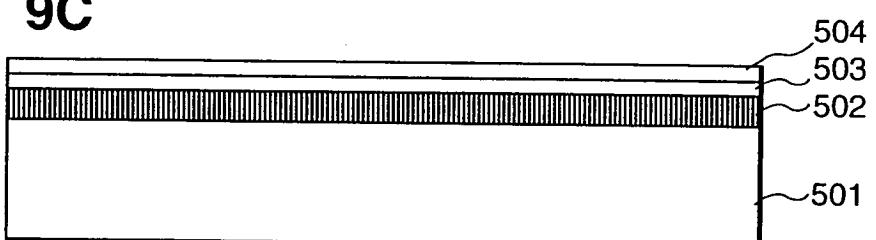
**F I G. 9A**



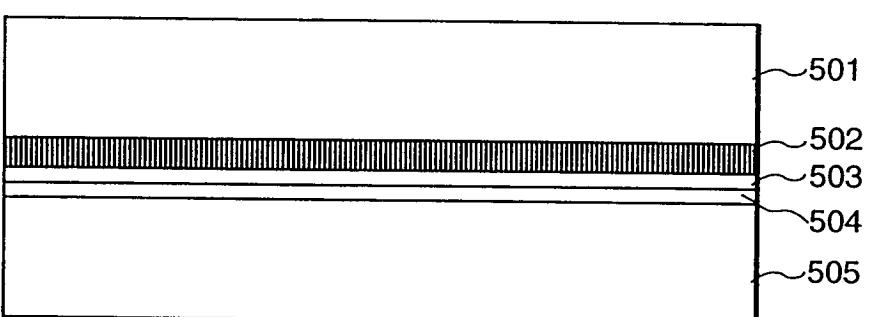
**F I G. 9B**



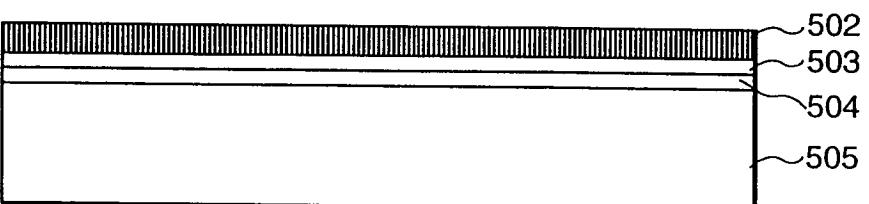
**F I G. 9C**



**F I G. 9D**



**F I G. 9E**



**F I G. 9F**

