(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2006 002 580 B4** 2017.02.23

(12) # Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 002 580.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2006/312791**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/037052**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.06.2006**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.04.2007**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **14.08.2008**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **23.02.2017**

(51) Int Cl.: ***C30B 15/00*** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2005-279979 27.09.2005 JP

(62) Teilung in:
11 2006 004 261.0

(73) Patentinhaber:
Sumco Techxiv K.K., Hiratsuka, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT Anwaltspartnerschaft mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 80336 München, DE

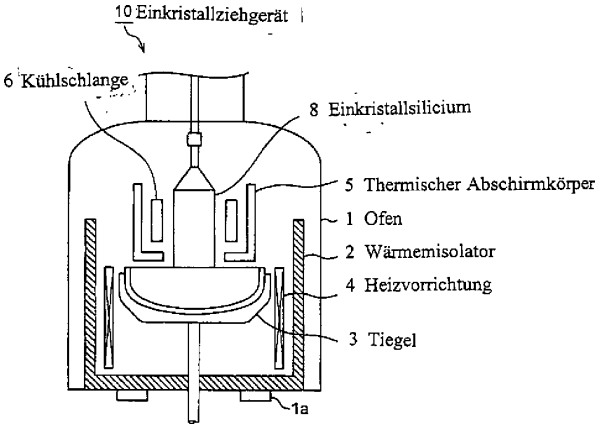
(72) Erfinder:
Kamogawa, Makoto, Kanagawa, JP; Shimomura, Koichi, Kanagawa, JP; Ebi, Daisuke, Kanagawa, JP; Suzuki, Yoshiyuki, Hiratsuka-shi, Kanagawa, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**101 54 527**	**A1**
DE	**195 03 357**	**A1**
US	**2002 / 0 100 410**	**A1**
US	**6 036 776**	**A**

(54) Bezeichnung: **Einkristallsiliciumziehgerät und Verfahren zum Verhindern der Kontamination von Siliciumschmelze**

(57) Hauptanspruch: Einkristallsiliciumziehgerät umfassend, in einem Ofen (1), einen zylindrischen Körper (6), der einen Ziehweg eines Einkristallsiliciums umgibt, und einen thermischen Abschirmkörper (5), der den zylindrischen Körper (6) umgibt, wobei das Einkristallsiliciumziehgerät das Einkristallsilicium hochzieht, während es Gas aus einem oberen Teil an einen unteren Teil im Ofen (1) liefert,
dadurch gekennzeichnet, dass der zylindrische Körper (6) und/oder der thermische Abschirmkörper in auf- und absteigender Richtung beweglich sind, und eine relative Position zwischen dem thermischen Abschirmkörper (5), dem zylindrischen Körper (6) und dem Ziehweg des Einkristallsiliciums mittels einer Regelvorrichtung derart einstellbar ist, dass S2/S1 1,01 oder weniger beträgt, wobei S1 ein Querschnittsbereich einer Ebene ist, die senkrecht zu einer Ziehachse des Einkristallsiliciums eines ringförmigen Raums liegt, der durch eine Seitenfläche des Einkristallsiliciums und eine Innenwandfläche des zylindrischen Körpers (6) gebildet wird, und S2 ein Bereich einer Seitenfläche eines Teils ist, der sich zwischen dem zylindrischen Körpern (6) und dem thermischen Abschirmkörper (5) eines zylindrischen Raums befindet, sich erstreckend von einem unteren Ende des zylindrischen Körpers (6) nach unten, wodurch ein Gasstrom, der zwischen dem unteren Ende des zylindrischen Körpers und dem thermischen Abschirmkörper (5) hindurchgeht, kontrolliert ist, um zu verhindern, dass Staub von dem thermischen Abschirmkörper (5) auf die Siliziumschmelze herabfällt, wobei
der zylindrische Körper (6) eine thermische Einstellschlange umfasst, in der ein Rohr, das ...



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Einkristallsiliciumziehgerät nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Verhindern der Kontamination von Siliciumschmelze durch Staub, der von einem thermischen Abschirmkörper auf die Siliciumschmelze fällt, nach Anspruch 2.

[0002] Aus der DE 101 54 527 A1 ist ein Einkristallsiliciumziehgerät entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt, wobei der konkrete Wert für S2/S1, der sich aus den Angaben in D1 errechnen lässt, etwa bei 0,4 liegt, ohne einen Hinweis auf einen möglichen Zweck dieser Bemessungsangabe.

[0003] US 6,036,776 beschreibt ein Einkristallsiliciumziehgerät mit einem zylindrischen Kühlkörper und einem thermischen Abschirmkörper, wobei das durch die Erfindung gelöste Problem zwar angesprochen, aber andersartig gelöst ist.

[0004] Die DE 195 03 357 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Herstellung eines Einkristalls mit einer den wachsenden Einkristall kühlenden Kühlvorrichtung, die zweiteilig ausgeführt ist, mit einem ersten, oberen Teil, der ein von einem flüssigen Kühlmittel durchströmtes Kanalsystem umfasst, und mit einem zweiten, unteren Teil, der als wärmeleitender Kühlkörper ausgebildet ist.

[0005] US 2002/0100410 A1 bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Silizium-Einkristalls, bei dem die Wachstumsgeschwindigkeit, ein durchschnittlicher axialer Temperaturgradient und eine Abkühlungsrate des Kristalls gesteuert werden, um die Bildung von Fehlstellen zu verhindern.

STAND DER TECHNIK

[0006] **Fig.** 1 ist eine schematische Ansicht eines Einkristallsiliciumziehgeräts.

[0007] Ein Einkristallsiliciumziehgerät **10** wird in einem Ofen **1** desselben mit einem Wärmeisolator **2**, der innerhalb einer Innenwand des Ofens **1** bereitgestellt ist und eine Übertragung von Wärme von der Innen-/Außenseite des Ofens **1** isoliert; einem Tiegel **3**, der ein Siliciummaterial, wie beispielsweise polykristallines Silicium, aufnimmt und in dem die Siliciumschmelze, die erhalten wird, nachdem das Siliciumrohmaterial geschmolzen ist, bevorratet wird; einer Heizvorrichtung **4**, die so angeordnet ist, dass sie den Tiegel **3** umgibt und das Siliciummaterial mit Hilfe des Tiegels **3** erhitzt; und einem thermischen Abschirmkörper **5**, der über dem Tiegel **3** so angeordnet ist, dass er einen Ziehweg eines Einkristallsiliciums **8** oder Siliciumeinkristalls umgibt, bereitgestellt.

[0008] Außerdem kann ein zylindrischer Körper in Form einer Kühlschlange **6** über dem Tiegel **3** so bereitgestellt werden, dass sie den Ziehweg des Einkristallsiliciums **8** umgibt. Die Kühlschlange **6** (zylindrischer Körper) ist so gestaltet, dass ein Rohr, in dem Kühlwasser fließt, schraubenförmig gewunden ist und insgesamt eine zylindrische Gestalt aufweist. Die Kühlschlange **6** ist über dem Tiegel **3** so angeordnet, dass der Ziehweg des Kristalls innerhalb der Schlange positioniert ist. Durch Erhöhen der Kühlrate des Einkristallsiliciums **8** durch die Kühlschlange **6** kann die Qualität des Kristalls aufgrund der Tatsache verbessert werden, dass die Größe des Kristalldefekts vom Lochtyp, der im Einkristallsilicium **8** eingeschlossen ist, nämlich COP, gering wird. Außerdem kann der Herstellungszyklus beschleunigt werden, wodurch die Produktionseffizienz verbessert wird. Man sollte beachten, dass im Falle des Regulierens der Sauerstoffausfällung oder des Verbesserns der Oxidfilmdruckresistenzcharakteristik eine Heizvorrichtung zylindrischer Gestalt oder eine Ausblasrohr statt der Kühlschlange **6** an etwa der gleichen Stelle wie der Kühlschlange bereitgestellt werden kann.

[0009] Es wird nur eine Vorgehensweise für ein Herstellungsverfahren des Einkristallsiliciums unter Anwendung des Einkristallsiliciumziehgeräts **10** kurz beschrieben. Das Siliciummaterial wird in den Tiegel **3** eingegeben und die Heizvorrichtung **4** wird eingeschaltet.

[0010] Das Siliciummaterial wird erhitzt und geschmolzen und dann wird die Siliciumschmelze gebildet. Ein Impfkristall von Silicium wird dann in die gebildete Siliciumschmelze eingetaucht. Durch Hochziehen des eingetauchten Impfkristalls wird das Einkristallsilicium **8** um das Impfkristall herum gezüchtet. Während des Hochziehens des Einkristallsiliciums **8** werden die Hochziehgeschwindigkeit, die Position des thermischen Abschirmkörpers **5** und dergleichen eingestellt. Des Weiteren wird durch Verursachen des Fließens des Kühlwassers in der Röhre der Kühlschlange **6** das Einkristallsilicium **8** zwangsgekühlt.

[0011] Ar-Gas wird während des Züchtens des Einkristallsiliciums **8** von oben in den Ofen **1** zugeführt. **Fig.** 5A, B sind Diagramme, die einen Gasstrom in einem gewöhnlichen Ofen zeigen. **Fig.** 5A zeigt einen Gasstrom während der frühen Stadien des Züchtens des Einkristallsiliciums. **Fig.** 5B zeigt einen Gasstrom nach den frühen Stadien des Züchtens des Einkristallsiliciums.

[0012] Wie in **Fig.** 5A gezeigt, geht während der frühen Stadien des Züchtens des Einkristallsiliciums das Ar-Gas, das von oben in den Ofen **1** zugeführt wird, durch das Innere der Kühlschlange **6** hindurch und fällt in der Nähe der Siliciumschmelze herunter. Des Weiteren geht das Ar-Gas zwischen dem Tiegel **3** und der Heizvorrichtung **4** herunter und wird aus einem Gasauslass **1a**, der im unteren Teil des Ofens **1** bereitgestellt ist, zur Außenseite des Ofens **1** abgeführt. Schließlich geht nach dem Hindurchgehen durch das Innere der Kühlschlange **6** ein Teil des Ar-Gases, das von oben in den Ofen **1** eingeleitet worden ist, zwischen einem unteren Ende **6a** der Kühlschlange **6** und dem thermischen Abschirmkörper **5** hindurch, bewegt sich zwischen der Kühlschlange **6** und dem thermischen Abschirmkörper **5** nach oben und vermischt sich dann mit Ar-Gas, das von oben in den Ofen **1** eingeleitet wird.

[0013] Wie in **Fig.** 5B gezeigt, geht nach den anfänglichen Stufen des Züchtens des Einkristallsiliciums ein Teil des Ar-Gases, das von oben in den Ofen **1** eingeleitet worden ist, durch das Innere der Kühlschlange **6**, anders ausgedrückt durch einen Raum zwischen der Kühlschlange **6** und dem Einkristallsilicium **8** hindurch und fällt in der Nähe der Siliciumschmelze herunter.

[0014] Des weiteren geht das Ar-Gas zwischen dem Tiegel **3** und der Heizvorrichtung **4** herunter und wird aus einem Gasauslass **1a**, der im unteren Teil des Ofens **1** bereitgestellt wird, zur Außenseite des Ofens **1** abgeleitet. Außerdem fällt ein Teil des Ar-Gases, das von oben in den Ofen **1** eingeleitet worden ist, zwischen der Kühlschlange **6** und dem thermischen Abschirmkörper **5** herunter, geht zwischen dem unteren Ende **6a** der Kühlschlange **6** und dem thermischen Abschirmkörper **5** hindurch und vermischt sich dann mit dem Ar-Gas, das von oben in den Ofen **1** eingeleitet wird.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

Durch die Erfindung zu lösende Probleme

[0015] Wie in den **Fig.** 5A und **Fig.** 5B gezeigt, ändert das Ar-Gas, das zwischen dem unteren Ende **6a** der Kühlschlange **6** (zylindrischer Körper) und dem thermischen Abschirmkörper strömt, seine Richtung während der frühen Stufen des Züchtens des Einkristallsiliciums **8**. Staub, der am thermischen Abschirmkörper **5** anhaftet, kann herunterfallen, wenn das Ausmaß der Änderung der Geschwindigkeit der Strömung hoch ist. Der herunterfallende Staub geht am thermischen Abschirmkörper **5** vorbei und fällt dann auf die Siliciumschmelze.

[0016] Außerdem kann Staub, der an einem oberen Teil des Ofens **1** festhaltet, herunterfallen. Der Staub fällt bis zum und am thermischen Abschirmkörper **5** entlang herunter und fällt dann auf die Siliciumschmelze.

[0017] Der Staub, der auf die Siliciumschmelze fällt, führt zur Kontamination der Siliciumschmelze. Insbesondere wird, wenn der Staub während des Züchtens des Kristalls eingearbeitet wird, die Kristallisation des Einkristalls gehemmt, was ein Problem des Verschlechterns der Qualität des Einkristallsiliciums verursacht. So ist es notwendig, den Staub am Herunterfallen auf die Siliciumschmelze zu hindern.

[0018] Die vorliegende Erfindung ist angesichts des obigen Problems erfolgt und bietet eine Lösung des Problems durch Reduzieren des Staubs, der auf die Siliciumschmelze fällt, und durch Verhindern des Verschlechterns der Qualität des Einkristallsiliciums.

Möglichkeiten zum Lösen der Probleme

[0019] Eine Ausgestaltung, die nicht Teil der vorliegenden Erfindung ist, bietet ein Einkristallsiliciumziehgerät umfassend einen Ofen, einen zylindrischen Körper, der einen Einkristallsiliciumziehweg umgibt, und einen thermischen Abschirmkörper, der den zylindrischen Körper umgibt, wobei das Gerät ein Einkristallsilicium hochzieht, während es ein Gas aus einem oberen Teil an einen unteren Teil im Ofen liefert, wobei der Einkristallsiliciumziehweg, der zylindrische Körper und der thermische Abschirmkörper so angeordnet sind, dass eine Geschwindigkeit eines Gasstroms, der zwischen einem unteren Ende des zylindrischen Körpers und dem thermischen Abschirmkörper hindurchgeht, auf eine Geschwindigkeit eingestellt ist, bei der Staub am Herunterfallen auf die Siliciumschmelze gehindert wird.

[0020] Eine Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung bietet ein Einkristallsiliciumziehgerät umfassend, in einem Ofen, einen zylindrischen Körper, der einen Einkristallsiliciumziehweg umgibt, und einen thermischen Abschirmkörper, der den zylindrischen Körper umgibt, wobei das Gerät ein Einkristallsilicium hochzieht, während es ein Gas aus einem oberen Teil an einen unteren Teil im Ofen liefert, wobei S2/S1 1,01 oder weniger beträgt, wobei S1 ein Querschnittsbereich einer Ebene ist, die senkrecht zu einer Ziehachse des Kristalls eines ringförmigen Raums liegt, der durch eine Seitenfläche des Einkristallsiliciums und eine Innenwandfläche des zylindrischen Körpers gebildet wird, und S2 ein Bereich einer Seitenfläche eines Teils ist, der sich zwischen dem zylindrischen Körper und dem thermischen Abschirmkörper eines zylindrischen Raums befindet, der sich von einem unteren Ende des zylindrischen Körpers nach unten erstreckt.

[0021] Auf das Anliefern von oben in den Ofen des Einkristallsiliciumziehgeräts geht das Ar-Gas am Einkristallsilicium entlang hinunter. Das Ar-Gas, das zwischen einem unteren Ende eines zylindrischen Körpers und einem thermischen Abschirmkörper hindurchgeht, ändert während und nach den frühen Stadien des Züchtens des Einkristallsiliciums seine Richtung. Jedoch kann, wenn eine Geschwindigkeit des Ar-Gasstroms, der zwischen dem unteren Ende des zylindrischen Körpers und dem thermischen Abschirmkörper hindurchgeht, gering ist, das Ausmaß der Änderung der Strömungsgeschwindigkeit selbst dann gering sein, wenn das Ar-Gas seine Richtung ändert. Dann kann Staub am Abfallen vom thermischen Abschirmkörper, das durch die Richtungsänderung des Ar-Gases verursacht wird, gehindert werden. Dementsprechend kann Staub am Herunterfallen auf die Siliciumschmelze gehindert werden.

[0022] Die Geschwindigkeit des Ar-Gasstroms, der zwischen dem unteren Ende des zylindrischen Körpers und dem thermischen Abschirmkörper hindurchgeht, wird durch die gegenseitige Anordnung des Ziehwegs des Einkristallsiliciums, des zylindrischen Körpers und des thermischen Abschirmkörpers beeinflusst. So kann durch Einstellen einer relativen Position zwischen dem Ziehweg des Einkristallsiliciums, dem zylindrischen Körper und dem thermischen Abschirmkörper die Geschwindigkeit des Ar-Gasstroms, der zwischen dem unteren Ende des zylindrischen Körpers und dem thermischen Abschirmkörper hindurchgeht, reguliert werden.

[0023] Konkret ausgedrückt, erfolgt die Anordnung zwischen dem Ziehweg des Einkristallsiliciums, dem zylindrischen Körper und dem thermischen Abschirmkörper so, dass S1/S2 1,01 oder weniger beträgt, unter der Annahme, dass S1 ein Querschnittsbereich einer Ebene ist, die senkrecht zu einer Ziehachse des Kristalls eines ringförmigen Raums liegt, gebildet durch eine Seitenfläche des Einkristallsiliciums und eine Innenfläche des zylindrischen Körpers, und S2 ein Bereich einer Seitenfläche eines Teils ist, der sich zwischen dem zylindrischen Körper und dem thermischen Abschirmkörper des zylindrischen Raums befindet, sich erstreckend von einem unteren Ende des zylindrischen Körpers nach unten.

[0024] Eine weitere Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung bietet ein Verfahren zum Verhindern der Kontamination von Siliciumschmelze zum Verhindern des Abfallens von Staub auf die Siliciumschmelze, das durch ein Gas verursacht wird, das von einem oberen Teil in einem Ofen in einem Einkristallsiliciumziehgerät herunterströmt, das im Ofen einen zylindrischen Körper, der einen Einkristallsiliciumziehweg umgibt, und einen thermischen Abschirmkörper, der den zylindrischen Körper umgibt, umfasst, wobei das Verfahren das Einstellen einer relativen Position zwischen dem Einkristallsiliciumziehweg, dem zylindrischen Körper und dem thermischen Abschirmkörper derart umfasst, dass S2/S1 1,01 oder weniger beträgt, wobei S1 ein Querschnittsbereich einer Ebene ist, die senkrecht zu einer Ziehachse des Kristalls eines ringförmigen Raums liegt, gebildet durch eine Seitenfläche des Einkristallsiliciums und eine Innenwandfläche des zylindrischen Körpers, und S2 ein Bereich einer Seitenfläche eines Teils ist, der sich zwischen dem zylindrischen Körper und dem thermischen Abschirmkörper eines zylindrischen Raums befindet, sich erstreckend von einem unteren Ende des zylindrischen Körpers nach unten.

[0025] Bei einer nicht zur Erfindung gehörenden Ausgestaltung des Einkristallsiliciumziehgeräts ist eine thermische Einstellschlange vorhanden, in der ein Rohr, das mit einem Medium für das thermische Einstellen beliefert wird, in einer Schraubenform gewunden ist, wobei ein Einkristallsiliciumziehweg etwa mittig angeordnet ist, und ein thermischer Abschirmkörper, der die thermische Einstellschlange umgibt, wobei das Gerät ein Einkristallsilicium zieht, während es ein Gas von einem oberen Teil an einen unteren Teil im Ofen liefert, wobei ein der Schlange komplementäres Teil entlang einem unteren Ende oder einem Teil davon der thermischen Einstellschlange befestigt ist und zusammen mit der thermischen Einstellschlange einen Schlangenkörper bildet; und die Abstände zwischen irgendwelchen Teilen eines unteren Endes des Schlangenkörpers und des thermischen Abschirmkörpers gleichbleibend sind.

[0026] Eine thermische Einstellschlange, die durch ein Rohr in einer Helixgestalt gebildet wird, weist einen Höhenunterschied in ihrem unteren Ende auf. Daher variiert ein Raum zwischen dem unteren Ende der ther-

mischen Einstellschlange und dem thermischen Abschirmkörper, der die thermische Einstellschlange umgibt, von Stelle zu Stelle. Um derartige Variationen des Raums zu verhindern, ist ein der Schlange komplementäres Teil für das Ausgleichen des Höhenunterschieds am unteren Ende der thermischen Regelschlange insgesamt oder teilweise befestigt. Das der Schlange komplementäre Teil und die thermische Regelschlange sind unter Bildung eines Schlangenkörpers miteinander vereinigt. Der Raum zwischen dem unteren Ende des Schlangenkörpers und dem thermischen Abschirmkörper bleibt in irgendeinem der Teile fast unverändert. Dadurch erfolgt keine nichtgleichmäßige Gasströmung im Raum zwischen dem unteren Ende des Schlangenkörpers und dem thermischen Abschirmkörper.

Auswirkungen der Erfindung

[0027] Der Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung gemäß kann die Geschwindigkeit des Ar-Gasstroms, der zwischen dem unteren Ende des zylindrischen Körpers, wie beispielsweise der Kühlschlange, und dem thermischen Abschirmkörper hindurchgeht, reduziert werden. So kann der Staub, der von einer Fläche des thermischen Abschirmkörpers herunterfällt, was durch die Änderung der Gasströmung hervorgerufen wird, reduziert werden. Dementsprechend kann der Staub, der auf die Siliciumschmelze herunterfällt, reduziert werden, wodurch die Verschlechterung der Qualität des Einkristallsiliciums verhindert wird.

BESTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

[0028] Im Folgenden werden beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0029] Beispiel 1 bezieht sich auf das Regulieren eines Gasstroms, der zwischen einem unteren Ende eines zylindrischen Körpers in Form einer Kühlschlange und einem thermischen Abschirmkörper hindurchgeht, und die Beispiele 2 und 3 beziehen sich auf die Gestalt des thermischen Abschirmkörpers.

Beispiel 1

[0030] Eine Gerätekonfiguration bei der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die gleiche wie bei dem in **Fig.** 1 gezeigten Einkristallziehgerät **10**. Jedoch sind sie dadurch verschieden, dass in der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform die Anordnung zwischen dem thermischen Abschirmkörper **5**, der Kühlschlange **6** (zylindrischer Körper) und dem Ziehweg des Einkristallsiliciums **8** auf der Basis der Bereiche S1, S2 bestimmt wird, die später noch beschrieben werden.

[0031] Die relative Position zwischen dem thermischen Abschirmkörper **5**, der Kühlschlange **6** und dem Ziehweg des Einkristallsiliciums **8** wird derart eingestellt, dass eine Geschwindigkeit eines Gasstroms, der zwischen dem unteren Ende **6a** der Kühlschlange **6** und dem thermischen Abschirmkörper **5** hindurchgeht, auf eine Geschwindigkeit eingestellt wird, bei der Staub nicht von dem thermischen Abschirmkörper **5** herunterfällt. Die Positionen werden beispielsweise durch Erhalten eines Flächen- oder Bereichsverhältnisses S2/S1 bestimmt, das später noch beschrieben werden wird, der Größe und Gestalt jedes Elements entsprechend, wenn das Einkristallziehgerät **10** hergestellt wird.

[0032] Dadurch, dass die Kühlschlange **6** und/oder der thermische Abschirmkörper **5** in aufsteigender und absteigender Richtung frei beweglich gemacht wird, kann die relative Position der Kühlschlange **6** und des thermischen Abschirmkörpers **5** wie geeignet geändert werden. In diesem Fall wird die Bewegung in aufsteigender und abfallender Richtung durch eine Regelvorrichtung geregelt, die nicht gezeigt ist. Man sollte beachten, dass bei der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ein Fall beschrieben wird, in dem ein zylindrischer Körper, der den Ziehweg des Einkristallsiliciums **8** umgibt, die Kühlschlange **6** ist. Jedoch kann es möglich sein, die vorliegende Erfindung auf einen Fall anzuwenden, in dem statt der Kühlschlange **6** eine Heizvorrichtung oder eine Ausblasrohr bereitgestellt wird.

[0033] **Fig.** 2A bis **Fig.** 2C sind Diagramme, die die Bereiche S1, S2 zeigen, die in der beispielhaften Ausführungsform verwendet werden.

[0034] In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform wird eine relative Position zwischen dem Ziehweg des Einkristallsiliciums **8**, der Kühlschlange **6** (zylindrischer Körper) und dem thermischen Abschirmkörper **5** auf der Basis der Bereiche S1, S2 eingestellt.

[0035] Zwischen einer Seitenfläche des Einkristallsiliciums und einer Innenfläche der Kühlschlange **6** wird ein Ringraum **21** gebildet. In **Fig.** 2B ist ein Querschnitt **21a** eines Querschnittsteils gezeigt, der in einer Ebene eingeschlossen ist, die senkrecht zur Achse im Ringraum **21** liegt. Der Bereich des Querschnitts **21a** ist auf S1 eingestellt. Als Nächstes wird ein Fall angenommen, in dem die Kühlschlange **6** sich nach unten erstreckt. In einem solchen Fall wird angenommen, dass ein zylindrischer Raum **22** unter der Kühlschlange **6** vorliegt. In **Fig.** 2C ist ein Teil **22a** gezeigt, der in dem zylindrischen Raum **22** und zwischen der Kühlschlange **6** und dem thermischen Abschirmkörper **5** gebildet wird. Ein Bereich einer Umfangsfläche des Teils **22** ist auf S2 eingestellt.

[0036] Der Bereich S1 wird auf der Basis eines Durchmessers des Einkristallsiliciums **8**, das gezogen werden soll, und eines Durchmessers der Kühlschlange **6** bestimmt. Der Bereich S2 wird auf der Basis einer Gestalt des thermischen Abschirmkörpers **5** und eines Durchmessers der Kühlschlange **6** und der Positionen des thermischen Abschirmkörpers **5** und der Kühlschlange **6** bestimmt. Es ist nicht jeder Wert der Bereiche S1 und S2 wichtig, sondern deren Verhältnis S2/S1-(oder S1/S2).

[0037] Versuchsdaten der Erfinder sind im Zusammenhang mit dem Bereichsverhältnis S2/S1 in Tabelle 1 gezeigt. Tabelle 1 zeigt Daten, bei denen ein Kristall mit einem Durchmesser von 200 mm nach oben gezogen wird.

[Tabelle 1]

S2/S1	Wirkung
1,15	X
1,01	O
0,8	O

[0038] Staub in der Siliciumschmelze beeinflusst die Qualität des Einkristallsiliciums. Noch spezifischer hemmt der Staub die Kristallisation des Einkristalls. Mit steigender Staubmenge in der Siliciumschmelze nimmt der Prozentsatz der Einkristallbildung des gebildeten Kristalls ab, während der Prozentsatz der Polykristallisation steigt. In einem Falle, in dem das Bereichsverhältnis von S2/S1 1,15 beträgt, war der Prozentsatz der Einkristallbildung des gebildeten Kristalls gering, was für ein Produkt unannehmbar war. In einem Fall, in dem das Bereichsverhältnis von S2/S1 weniger als 1,15 (1,01, 0,8) beträgt, war der Prozentsatz der Einkristallbildung des gebildeten Kristalls hoch. Die Erfinder sind der Meinung, dass es einen Grenzwert zwischen den Bereichsverhältnissen S2/S1 von 1,01 und 1,15 gibt, der bestimmt, ob der Prozentsatz der Einkristallbildung des gebildeten Kristalls als Produkt annehmbar ist oder nicht. So kann durch Einstellen der relativen Position zwischen dem thermischen Abschirmkörper **5**, der Kühlschlange **6** und dem Ziehweg des Einkristallsiliciums **8** derart, dass das Bereichsverhältnis S2/S1 weniger als 1,15 (bevorzugt weniger als 1,01 oder weniger) beträgt, ein Kristall gebildet werden, der für ein Produkt günstig ist.

[0039] Obwohl die Tabelle 1 Daten eines Durchmessers von 200 mm zeigt, können die gleichen Ergebnisse auch in einem Kristall mit anderen Durchmessern erhalten werden.

[0040] **Fig.** 3A und **Fig.** 3B sind Diagramme, die Gasströme in einem Ofen bei der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform zeigen. **Fig.** 3A zeigt einen Gasstrom während der frühen Stadien der Züchtung des Einkristallsiliciums. **Fig.** 3B zeigt einen Gasstrom nach den frühen Stadien des Züchtens des Einkristallsiliciums.

[0041] Wenn Ar-Gas bei der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform von oben in den Ofen eingespeist wird, so strömt Ar-Gas den Ziehweg des Einkristallsiliciums **8** entlang herunter.

[0042] Wie in **Fig.** 3A und **Fig.** 3B gezeigt ist, kann, wenn das Bereichsverhältnis S2/S1 ein geeigneter Wert ist, eine Geschwindigkeit des Gasstroms, der zwischen dem unteren Ende **6a** der Kühlschlange **6** und dem thermischen Abschirmkörper **5** hindurchgeht, reduziert werden. Wenn die Geschwindigkeit des Ar-Gasstroms, der zwischen dem unteren Ende **6A** der Kühlschlange **6** und dem thermischen Abschirmkörper **5** hindurchgeht, gering ist, so ist das Ausmaß der Änderung der Geschwindigkeit selbst dann gering, wenn das Ar-Gas seine Richtung ändert. So kann das Herunterfallen von Staub vom thermischen Abschirmkörper **5**, das durch die Änderung der Richtung des Ar-Gasstroms verursacht wird, unterdrückt werden.

[0043] Der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform gemäß kann die Geschwindigkeit des Gasstroms, der zwischen einem unteren Ende eines zylindrischen Körpers, wie beispielsweise einer Kühlschlange, und dem thermischen Abschirmkörper hindurchgeht, reduziert werden. So kann das Herunterfallen von Staub von einer Fläche eines thermischen Abschirmkörpers, das durch die Änderung der Richtung des Gasstroms verursacht wird, reduziert werden. Dementsprechend kann das Herunterfallen des Staubs auf die Siliciumschmelze reduziert werden, wodurch die Verschlechterung der Qualität des Einkristallsiliciums verhindert wird.

Beispiel 2 (nicht Teil der Erfindung)

[0044] **Fig.** 4 ist eine schematische Querschnittsansicht eines thermischen Abschirmkörpers.

[0045] In einem thermischen Abschirmkörper **55** weist eine Fläche **55a** auf einer Seite eines Einkristallsiliciums **58** eine ungleichmäßige Gestalt auf. Ein Höhenunterschied in der Ungleichmäßigkeit ist auf ein Ausmaß eingestellt, derart, dass der Staub am Herunterfallen der Oberfläche **55a** des thermischen Abschirmkörpers **55** entlang verhindert werden kann. Spezifisch beträgt es etwa 0,5–10,0 mm.

[0046] Der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform gemäß kann der Staub, der vom oberen Teil im Ofen auf den thermischen Abschirmkörper herunterfällt, oder der Staub auf dem thermischen Abschirmkörper, auf dem thermischen Abschirmkörper gehalten werden. So kann der Staub, der vom thermischen Abschirmkörper auf die Siliciumschmelze herunterfällt, reduziert werden, wodurch die Verschlechterung der Qualität des Einkristallsiliciums verhindert wird.

Beispiel 3 (nicht Teil der Erfindung)

[0047] Wie in **Fig.** 6 gezeigt, umfasst die Kühlschlange **6** ein Kühlrohr **6b**, das in einer Schraubenform gewunden ist, wobei der Ziehweg des Einkristallsiliciums **8** die ungefähre Mitte darstellt. Im Kühlrohr **6b** wird Kühlwasser, das ein Kühlmedium ist, aus einem Kühlwasserliefermechanismus (nicht gezeigt) zugeführt. Wie oben beschrieben ist, wenn die zylindrische Kühlschlange **6** durch Winden des Kühlrohrs **6b** in einer Schraubenform gebildet wird, das untere Ende **6a** der Kühlschlange **6** ungleichmäßig. Dies führt zu einem Höhenunterschied L1 – L2 mit einer Größe bis zu einem Rohr. Dementsprechend variiert der Raum zwischen dem unteren Ende **6a** der Kühlschlange **6** und dem thermischen Abschirmkörper **5** von Stelle zu Stelle, was dazu führt, dass die Gasströmungsgeschwindigkeit nicht gleichförmig ist. Wie oben beschrieben, kann, wenn der Gasstrom, der zwischen dem unteren Ende **6a** der Kühlschlange **6** und dem thermischen Abschirmkörper **5** hindurchgeht, ungleichförmig wird, der feine Staub (Kohlenstoffstaub und so weiter), der sich im oberen Abschnitt des Ofens ansammelt, dazu gebracht werden, zu dem Zeitpunkt, in dem sich der Gasstrom beim Ziehen des Einkristallsiliciums **8** ändert, herunterzufallen.

[0048] Der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform gemäß ist zum Verhindern des Herabfallens von Staub aufgrund des Höhenunterschieds, wie oben beschrieben, ein der Schlange komplementäres Teil **61** einem Teil des unteren Endes **6a** der Kühlschlange **6** entlang, wie in **Fig.** 7A gezeigt, befestigt. Das der Schlange komplementäre Teil **61** besitzt die gleiche Krümmung wie die Kühlschlange **6**. Die Kühlschlange **6** und das der Schlange komplementäre Teil **61** werden zu einem Teil zusammengeführt und das kombinierte Bauteil wird hier dann Kühlkörper **60** genannt. Das der Schlange komplementäre Teil **61** gleicht den Höhenunterschied des unteren Endes **6a** der Kühlschlange **6** aus, um ein unteres Ende des Kühlkörpers **60** fast flachzumachen. Irgendein Material kann für das der Schlange komplementäre Teil **61** verwendet werden, vorausgesetzt, die Gestalt oder Qualität des Einkristallsiliciums **8** wird nicht negativ beeinflusst.

[0049] Es kann möglich sein, ein der Schlange komplementäres Teil **62** am ganzen unteren Ende **6a** der Kühlschlange **6**, wie in **Fig.** 7B gezeigt, zu befestigen, statt des Befestigens des der Schlange komplementären Teils **61** an einem Teil des unteren Endes **6a** der Kühlschlange **6**, wie in **Fig.** 7A gezeigt.

[0050] Außerdem wird bei der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform das der Schlange komplementäre Teil **61** für das zylindrische Kühlrohr **6** bereitgestellt. Jedoch kann es möglich sein, das der Schlange komplementäre Teil **61** für eine zylindrische Schlange bereitzustellen, in der ein thermisches Einstellmedium in einem schraubenförmigen Rohr strömt.

[0051] Der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform gemäß wird ein Schlangenkörper durch Befestigen eines der Schlange komplementären Teils an einem unteren Ende einer thermischen Einstellschlange, wie beispielsweise einer Kühlschlange, gebildet, wobei der gesamte Raum zwischen dem unteren Ende des Schlangenkörpers und einem thermischen Abschirmkörper unverändert gemacht werden kann. So erfolgt keine nicht-

gleichförmige Gasströmung zwischen dem Schlangenkörper und dem thermischen Abschirmkörper. Dementsprechend wird feiner Staub, der sich in einem oberen Teil des Ofens angesammelt hat, nicht dazu gebracht, herunterzufallen, wodurch die Verschlechterung der Qualität des Einkristallsiliciums verhindert wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0052] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht eines Einkristallsiliciumziehgeräts;

[0053] Fig. 2A und **Fig.** 2B sind Diagramme, die die Bereiche S1, S2 zeigen, die bei der ersten beispielhaften Ausführungsform verwendet werden;

[0054] Fig. 3A und **Fig.** 3B sind Diagramme, die Gasströme in dem einem Ofen bei der ersten beispielhaften Ausführungsform zeigen.

[0055] Fig. 4 ist eine schematische Querschnittsansicht eines thermischen Abschirmkörpers;

[0056] Fig. 5A und **Fig.** 5B sind Diagramme, die Gasströme in dem gewöhnlichen Ofen zeigen;

[0057] Fig. 6 ist eine schematische Ansicht einer gewöhnlichen Kühlschlange; und

[0058] Fig. 7A und **Fig.** 7B sind schematische Ansichten von Kühlschlangen, an denen der Schlange komplementäre Teile befestigt sind.

Bezugszeichenliste

1	Ofen
5, 45, 55	thermischer Abschirmkörper
6	Kühlschlange (zylindrischer Körper)
8	Einkristallsilicium
10	Einkristallziehgerät
60	Schlangenkörper
61	schlangenkomplementärer Teil

Patentansprüche

1. Einkristallsiliciumziehgerät umfassend, in einem Ofen (**1**), einen zylindrischen Körper (**6**), der einen Ziehweg eines Einkristallsiliciums umgibt, und einen thermischen Abschirmkörper (**5**), der den zylindrischen Körper (**6**) umgibt, wobei das Einkristallsiliciumziehgerät das Einkristallsilicium hochzieht, während es Gas aus einem oberen Teil an einen unteren Teil im Ofen (**1**) liefert,
dadurch gekennzeichnet, dass der zylindrische Körper (**6**) und/oder der thermische Abschirmkörper in auf- und absteigender Richtung beweglich sind, und eine relative Position zwischen dem thermischen Abschirmkörper (**5**), dem zylindrischen Körper (**6**) und dem Ziehweg des Einkristallsiliciums mittels einer Regelvorrichtung derart einstellbar ist, dass S2/S1 1,01 oder weniger beträgt, wobei S1 ein Querschnittsbereich einer Ebene ist, die senkrecht zu einer Ziehachse des Einkristallsiliciums eines ringförmigen Raums liegt, der durch eine Seitenfläche des Einkristallsiliciums und eine Innenwandfläche des zylindrischen Körpers (**6**) gebildet wird, und S2 ein Bereich einer Seitenfläche eines Teils ist, der sich zwischen dem zylindrischen Körpern (**6**) und dem thermischen Abschirmkörper (**5**) eines zylindrischen Raums befindet, sich erstreckend von einem unteren Ende des zylindrischen Körpers (**6**) nach unten, wodurch ein Gasstrom, der zwischen dem unteren Ende des zylindrischen Körpers und dem thermischen Abschirmkörper (**5**) hindurchgeht, kontrolliert ist, um zu verhindern, dass Staub von dem thermischen Abschirmkörper (**5**) auf die Siliziumschmelze herabfällt, wobei
der zylindrische Körper (**6**) eine thermische Einstellschlange umfasst, in der ein Rohr, das mit einem Medium zum thermischen Einstellen beliefert wird, in einer Schraubenform gewunden ist, wobei ein Ziehweg eines Einkristallsiliciums etwa mittig angeordnet ist, wobei ein der Schlange komplementäres Teil (**61**) entlang einem unteren Ende der thermischen Einstellschlange befestigt ist und zusammen mit der thermischen Einstellschlange einen Schlangenkörper (**60**) bildet, um gleichbleibende Abstände zwischen irgendwelchen Teilen eines unteren Endes des Schlangenkörpers (**60**) und des thermischen Abschirmkörpers (**5**) zu erzielen.

2. Verfahren zum Verhindern der Kontamination von Siliciumschmelze durch Verhindern des Abfallen von Staub auf die Siliciumschmelze, das durch Gas verursacht wird, das von einem oberen Teil in einem Ofen (**1**) in einem Einkristallsiliciumziehgerät herunterströmt, das im Ofen (**1**) einen zylindrischen Körper (**6**), der einen

Ziehweg eines Einkristallsiliciums umgibt, und einen den zylindrischen Körper (**6**) umgebenden thermischen Abschirmkörper (**5**) mit einer thermischen Einstellschlange umfaßt, wobei ein der Schlange komplementäres Teil (**61**) an einem unteren Ende der Schlange befestigt ist und mit dieser einen Schlangenkörper (**60**) bildet, um gleichbleibende Abstände zwischen Teilen eines unteren Endes des Schlangenkörpers (**60**) und des thermischen Abschirmkörpers (**5**) zu erzielen, wobei das Verfahren das Einstellen einer relativen Position zwischen dem Ziehweg des Einkristallsiliciums, dem zylindrischen Körper (**6**) und dem thermischen Abschirmkörper (**5**) durch Bewegen des zylindrischen Körpers (**6**) und/oder des thermischen Abschirmkörpers (**5**) in auf- und absteigender Richtung derart umfasst, dass S2/S1 1,01 oder weniger beträgt, wobei S1 ein Querschnittsbereich einer Ebene ist, die senkrecht zu einer Ziehachse des Einkristallsiliciums eines ringförmigen Raums liegt, der durch eine Seitenfläche des Einkristallsiliciums und eine Innenwandfläche des zylindrischen Körpers (**6**) gebildet wird, und S2 ein Bereich einer Seitenfläche eines Teils ist, der sich zwischen dem zylindrischen Körper (**6**) und dem thermischen Abschirmkörper (**5**) eines zylindrischen Raums befindet, sich erstreckend von einem unteren Ende des zylindrischen Körpers (**6**) nach unten, um einen Gasstrom zu steuern, der zwischen dem unteren Ende des zylindrischen Körpers (**6**) und dem thermischen Abschirmkörper (**5**) hindurchgeht.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

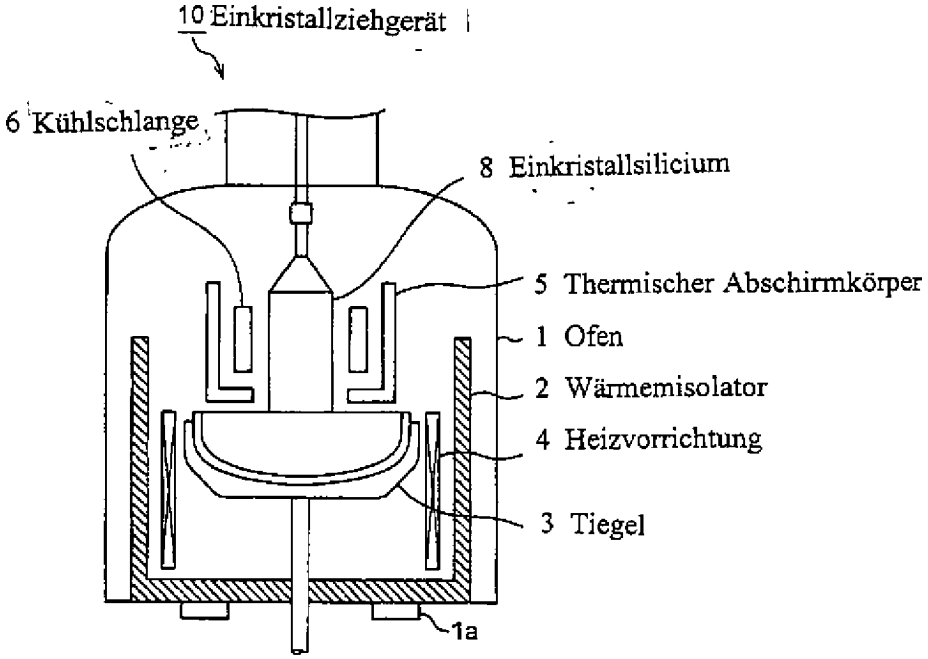


FIG. 1

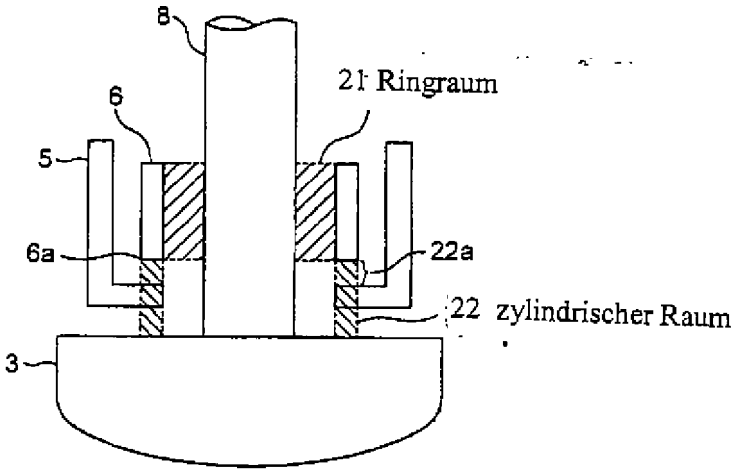


FIG. 2A

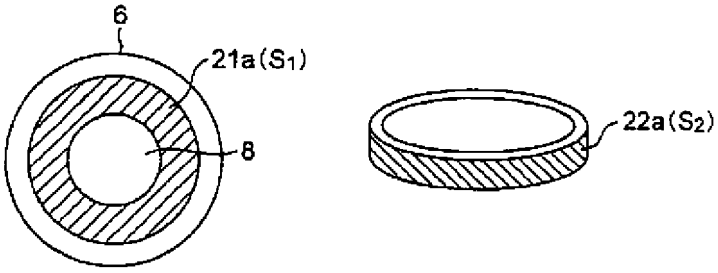


FIG. 2B FIG. 2C

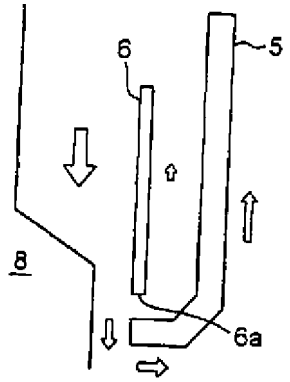


FIG. 3A

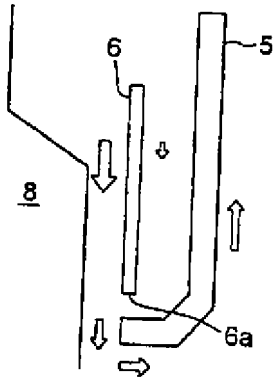


FIG. 3B

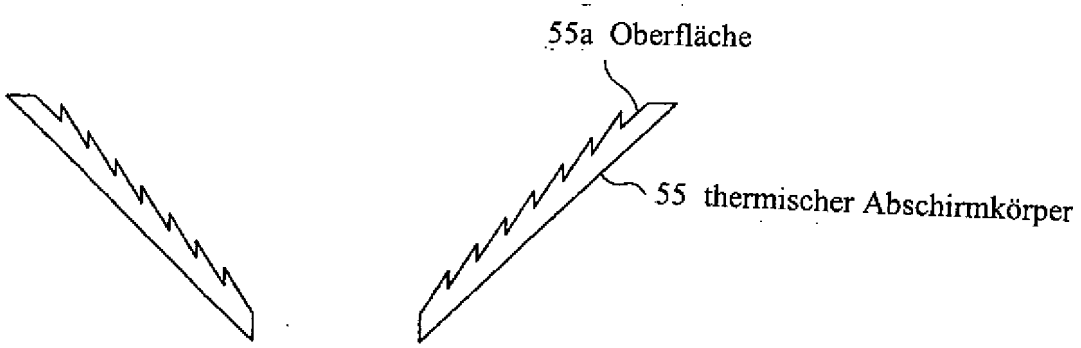


FIG. 4

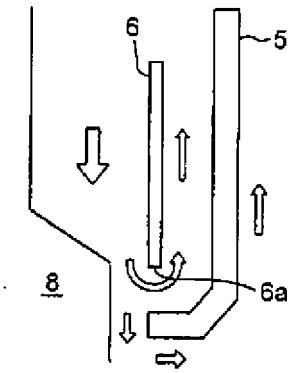


FIG. 5A

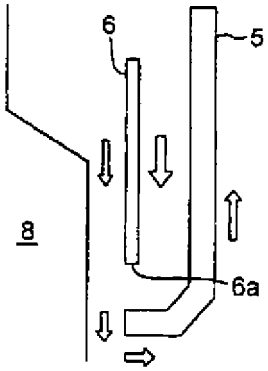


FIG. 5B

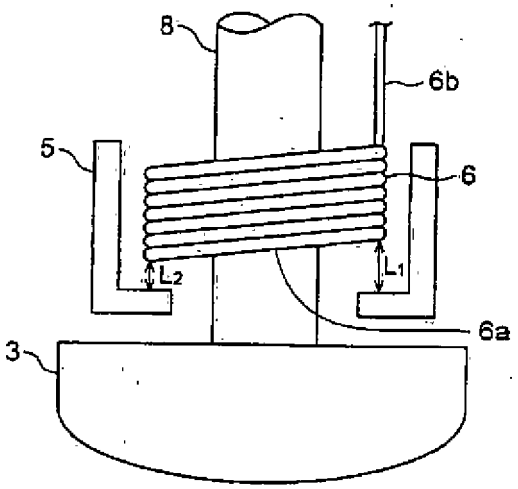


FIG. 6

FIG. 7A

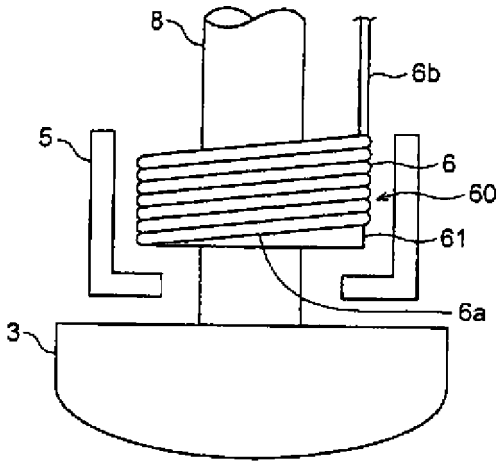


FIG. 7B

