

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5146848号
(P5146848)

(45) 発行日 平成25年2月20日 (2013. 2. 20)

(24) 登録日 平成24年12月7日 (2012.12.7)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/205 (2006.01)	HO 1 L 21/205
C 2 3 C 16/24 (2006.01)	C 2 3 C 16/24
C 3 O B 29/06 (2006.01)	C 3 O B 29/06 5 O 4 E
C 3 O B 25/20 (2006.01)	C 3 O B 25/20

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2009-520602 (P2009-520602)	(73) 特許権者 302006854 株式会社 S U M C O 東京都港区芝浦一丁目2番1号
(86) (22) 出願日 平成20年6月24日 (2008. 6. 24)	(74) 代理人 100094215 弁理士 安倍 逸郎
(86) 国際出願番号 PCT/JP2008/061494	(72) 発明者 杉本 誠司 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社 S U M C O 内
(87) 国際公開番号 W02009/001833	(72) 発明者 高石 和成 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社 S U M C O 内
(87) 国際公開日 平成20年12月31日 (2008.12.31)	審査官 宮澤 尚之
審査請求日 平成22年3月8日 (2010.3.8)	
(31) 優先権主張番号 特願2007-167948 (P2007-167948)	
(32) 優先日 平成19年6月26日 (2007.6.26)	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エピタキシャルウェーハの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリコンウェーハの両面に、気相エピタキシャル法によってエピタキシャル膜をそれぞれ成長させることにより、その両面にエピタキシャル膜を有するエピタキシャルウェーハを製造するエピタキシャルウェーハの製造方法であって、

内部空間を有する外チャンバと、

前記外チャンバの内部空間に収納された、直方体状の内チャンバとを有し、

前記内チャンバの内部には、A室が形成され、

前記外チャンバと前記内チャンバとの間には、B室が形成され、

前記A室と前記B室とを仕切る前記内チャンバの両側壁の中央部には、シリコンウェーハを垂直に保持するウェーハ保持孔がそれぞれ形成され、

これらのウェーハ保持孔にシリコンウェーハをそれぞれ保持させることにより、これらのシリコンウェーハの表面はA室に露呈され、これらのシリコンウェーハの裏面はB室に露呈され、

上記B室は第1のガス流通手段を備え、

上記A室は第1のガス流通手段とは独立した第2のガス流通手段を備える両面気相エピタキシャル成長装置を用いて前記シリコンウェーハの両面に、前記エピタキシャル膜を同時に成長させ、その後、少なくとも一方のエピタキシャル膜の表面を研磨するエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項2】

前記シリコンウェーハとして、比抵抗値が $0.01 \text{ } \cdot \text{ cm}$ 以下のものを使用する請求項 1 に記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項 3】

前記シリコンウェーハの両面に、異なるエピタキシャル膜をそれぞれ成長させる請求項 1 または請求項 2 に記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、両面にエピタキシャル膜を有する エピタキシャルウェーハの製造方法 に関する。

10

【背景技術】

【0002】

シリコンウェーハの製造は、まず CZ 法により単結晶インゴットを引き上げ、このインゴットに対してスライス、面取り、ラッピング、エッチング、鏡面研磨、洗浄などの各工程を施すことで行われている。しかしながら、ウェーハの大口径化が進むほど、CZ 法で引き上げられた単結晶インゴットおよびこれから作製されたシリコンウェーハには、インゴット引き上げにおける技術的問題、歩留まりなどの理由により無欠陥結晶（COPフリー結晶）を製造することが困難になると予想される。

そこで、今後は、デバイスが形成されるウェーハ表面の無欠陥化を図るため、例えば特許文献 1 に開示されたような気相エピタキシャル法を利用し、直径 300 mm を超える大口径ウェーハの表面（鏡面）にエピタキシャル膜を成長させる方法が主流になると考えられる。

20

【0003】

【特許文献 1】日本国特開平 6 - 112120 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、エピタキシャルウェーハにおいては、バルクウェーハとエピタキシャル膜とが異素材の場合や、バルクウェーハとエピタキシャル膜とに含有されるドーパント濃度が異なる場合、ウェーハを形成する原子の格子定数とエピタキシャル膜を形成する原子の格子定数とが異なることでウェーハに反りが発生し易くなる。この反りは、ウェーハの大口径化に伴って増大する（特許文献 1）。

30

【0005】

そこで、この発明は、気相エピタキシャル法によりシリコンウェーハ、特に直径 450 mm を超える大口径ウェーハにエピタキシャル膜を成長させる際に、ウェーハの反りを低減することができる エピタキシャルウェーハの製造方法 を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項 1 に記載の発明は、シリコンウェーハの両面に、気相エピタキシャル法によってエピタキシャル膜をそれぞれ成長させることにより、その両面にエピタキシャル膜を有する エピタキシャルウェーハを製造するエピタキシャルウェーハの製造方法であって、内部空間を有する外チャンバと、前記外チャンバの内部空間に収納された、直方体状の内チャンバとを有し、前記内チャンバの内部には、A 室が形成され、前記外チャンバと前記内チャンバとの間には、B 室が形成され、前記 A 室と前記 B 室とを仕切る前記内チャンバの両側壁の中央部には、シリコンウェーハを垂直に保持するウェーハ保持孔がそれぞれ形成され、これらのウェーハ保持孔にシリコンウェーハをそれぞれ保持させることにより、これらのシリコンウェーハの表面は A 室に露呈され、これらのシリコンウェーハの裏面は B 室に露呈され、上記 B 室は第 1 のガス流通手段を備え、上記 A 室は第 1 のガス流通手段とは独立した第 2 のガス流通手段を備える両面気相エピタキシャル成長装置を用いて前記シリ

40

50

コンウェーハの両面に、前記エピタキシャル膜を同時に成長させ、その後、少なくとも一方のエピタキシャル膜の表面を研磨するエピタキシャルウェーハの製造方法である。

【 0 0 0 7 】

請求項 2 に記載の発明は、前記シリコンウェーハとして、比抵抗値が $0.01 \text{ } \cdot \text{ cm}$ 以下のものを使用する請求項 1 に記載のエピタキシャルウェーハの製造方法である。

【 0 0 0 8 】

請求項 3 に記載の発明は、前記シリコンウェーハの両面に、異なるエピタキシャル膜をそれぞれ成長させる請求項 1 または請求項 2 に記載のエピタキシャルウェーハの製造方法である。

【発明の効果】

10

【 0 0 1 0 】

本願発明によれば、シリコンウェーハの両面に、気相エピタキシャル法によってエピタキシャル膜をそれぞれ成長させるので、シリコンウェーハの反りが低減される。

【 0 0 1 1 】

特に、両面のエピタキシャル膜の厚みを異ならせ、または、両面のエピタキシャル膜の抵抗率を異ならせたので、例えばシリコンウェーハとエピタキシャル膜との比抵抗値に応じて、シリコンウェーハの両面に最適な厚さのエピタキシャル膜を、または、その両面に最適な抵抗率のエピタキシャル膜を成長させることで、シリコンウェーハの反りを最小限に抑えることができる。

【 0 0 1 2 】

20

両面のエピタキシャル膜をそれぞれ研磨したので、エピタキシャルウェーハの両面の平坦度を向上させることができる。

【 0 0 1 3 】

また、一方のエピタキシャル膜を単結晶シリコンとし、他方のエピタキシャル膜を多結晶シリコンとしたので、両面のエピタキシャル膜が単結晶シリコンのエピタキシャルウェーハの場合に比べて、ウェーハの反りを容易にコントロールすることができる。また、多結晶シリコンによる外部ゲッタリング (E G) 効果が期待できる。

【 0 0 1 4 】

シリコンウェーハの両面にエピタキシャル膜を同時に成長させるので、エピタキシャル成長工程に要する時間を短縮し、生産性を高めることができる。

30

しかも、両面に同時にエピタキシャル膜を成長させるので、ドーパントがウェーハ裏面から外方拡散してデバイス形成面のエピタキシャル膜へ回り込むことで生じるオートドーピング現象も抑えられると同時にデバイス工程における高濃度基板からのドーパント転写の抑制も期待できる。

【 0 0 1 5 】

シリコンウェーハの一方の面にエピタキシャル膜を成長させ、その後、シリコンウェーハの他方の面にエピタキシャル膜を成長させるので、両面のエピタキシャル膜において、それぞれ、例えば厚み、素材などを簡単に異ならせることができる。

また、ウェーハの一面へのエピタキシャル膜の成長中、ドーパントが他面から外方拡散し、一面の外周部へ回り込む。そして、続くウェーハ他面へのエピタキシャル膜の成長中、さきほど一面のエピタキシャル膜へ回り込んだドーパントが外方拡散し、再び他面のエピタキシャル膜へ回り込むが、そのドーパント量はシリコンウェーハの他面のみにエピタキシャル膜を成長させた場合に比べて減少する。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】この発明の実施例 1 に係るエピタキシャルウェーハの断面図である。

【図 2】この発明の実施例 1 に係るエピタキシャルウェーハの製造方法のフローシートである。

【図 3】この発明の実施例 1 に係るエピタキシャルウェーハの製造方法で使用される両面気相エピタキシャル成長装置の縦断面図である。

50

【図4】両面気相エピタキシャル成長装置の図3の断面と直交する面での縦断面図である。

【図5】両面気相エピタキシャル成長装置の横断面図である。

【図6】この発明の実施例1に係る別のエピタキシャルウェーハの断面図である。

【図7】この発明の実施例1に係るまた別のエピタキシャルウェーハ製造方法を示すフローシートである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、この発明の実施例を具体的に説明する。

【実施例1】

【0018】

図1において、10はこの発明の実施例1に係るエピタキシャルウェーハである。エピタキシャルウェーハ10は、ポロンドープにより比抵抗値が $0.01 \sim 1 \text{ cm}$ となった単結晶のシリコンウェーハ11の両面に、気相エピタキシャル法により単結晶シリコンからなるエピタキシャル膜12, 13をそれぞれ同一厚みで成長させたウェーハである。この場合、シリコンウェーハの直径は450mmとする。

図2のフローシートに示すように、シリコンウェーハ11は、坩堝内でボロンが所定量ドープされたシリコンの融液から、CZ法により単結晶シリコンインゴットの引き上げ後、インゴットを多数枚のウェーハにスライス(S100)し、各ウェーハに対して順に面取り(S101)、ラッピング(S102)、エッチング(S103)、両面研磨(S104)を施して作製される。

次いで、シリコンウェーハ11の両面には、気相エピタキシャル法により例えばシリコンによるエピタキシャル膜がそれぞれ成長され(S105)、その後、両面のエピタキシャル膜12, 13を同時研磨(S106)することで、エピタキシャルウェーハ10が作製される(S107)。

【0019】

スライス工程(S100)では、側面視して三角形を形成するように配置された3本のグループローラにワイヤが巻掛けられたワイヤソーが用いられる。このワイヤソーによりインゴットから多数枚のシリコンウェーハ11がスライスされる。

この後の面取り工程(S101)では、回転中の面取り用砥石をシリコンウェーハ11の外周部に押し付けて面取りする。

ラッピング工程(S102)では、遊星歯車式の両面ラッピング装置によりシリコンウェーハ11の両面を同時にラッピングする。すなわち、シリコンウェーハ11を遊星キャリアに保持し、遊星キャリアを上下のラップ定盤の間で自転および公転させる。

エッチング工程(S103)では、エッチング槽に貯留された酸性エッチング液にラッピング後のシリコンウェーハ11を浸漬してエッチングし、面取りおよびラッピングのダメージを除去する。

両面研磨工程(S104)では、遊星歯車式の両面研磨装置を用い、シリコンウェーハ11の両面を同時に鏡面研磨する。

【0020】

以下、図3～図5を参照して、両面気相エピタキシャル成長装置20を用いたエピタキシャル成長工程(S105)を具体的に説明する。

両面気相エピタキシャル成長装置20は、平面視して楕円形の外チャンバ21と、外チャンバ21の内部空間に収納され、平面視して略長形状の内チャンバ22との二重構造を有している。内チャンバ22の内部にはA室が形成され、外チャンバ21と内チャンバ22との間にはB室が形成されている。

【0021】

内チャンバ22の両側壁22aの中央部には、一対のサセプタ23を介して、一対のシリコンウェーハ11を起立(縦)状態で保持する一対のウェーハ保持孔24が形成されている。一対のサセプタ23は、外径がウェーハ保持孔24の直径と略同じ環状体である。

10

20

30

40

50

シリコンウェーハ 1 1 を保持した一対のサセプタ 2 3 を、一対のウェーハ保持孔 2 4 に係止することで、一対のシリコンウェーハ 1 1 が縦向きでかつ表面（デバイス形成面）を対面させて保持される。このとき、一対のシリコンウェーハ 1 1 の表面は A 室に露呈され、一対のシリコンウェーハ 1 1 の裏面は B 室に露呈されている。

【 0 0 2 2 】

一対のサセプタ 2 3 をウェーハ保持孔 2 4 に係止する手段として、いわゆるバヨネット方式を採用している。すなわち、サセプタ 2 3 には、それぞれウェーハの保持領域の外周上に等角度間隔で爪部 2 3 a が複数形成されている。また、ウェーハ保持孔 2 4 の形成部分には、それぞれ内周に沿って爪部 2 3 a の配置に対応した等角度間隔位置に、爪部 2 3 a と同数の条片部 2 4 a が突設されている。

10

爪部 2 3 a と条片部 2 4 a とは、サセプタ 2 3 の係止時に互いに嵌合し、かつ互いに摺動可能に構成されている。

【 0 0 2 3 】

すなわち、サセプタ 2 3 の係止の際には、平面上で爪部 2 3 a と条片部 2 4 a とが互い違いとなる位置で、一対のサセプタ 2 3 をウェーハ保持孔 2 4 にはめ込み、所定方向へ回転させる。これにより、各爪部 2 3 a が、対応する条片部 2 4 a に沿って摺動する。

また、各条片部 2 4 a の表面（A 室側面）の一端側には、それぞれバネ式のロックピンが備えられているとともに、各爪部 2 3 a の裏面（B 室側面）の一端側には図示しないロックピンに嵌合可能な凹部が形成されている。各爪部 2 3 a の条片部 2 4 a に沿った摺動が進めば、爪部 2 3 a の各凹部が、それぞれ対応するロックピン上に位置した時点で互いに嵌合し、これにより一対のサセプタ 2 3 が各ウェーハ保持孔 2 4 に係止される。

20

【 0 0 2 4 】

また、一対のサセプタ 2 3 には、ウェーハ載置領域の周辺上にウェーハ外周部を押圧してシリコンウェーハ 1 1 を保持する複数のバネ式の押さえ部 2 3 c が配設されている。

外チャンバ 2 1 の上部には、A 室内へのみ材料ガスを含む層流の反応ガス（通常シリコンウェーハ 1 1 にエピタキシャル成長によりシリコン膜を形成させるべく用いられるガス）を上方から下方へ向けて供給する図示しない第 2 のガス流通手段を設け、外チャンバ 2 1 の下部には、底部から B 室内へ材料ガスを含む反応ガスを下方から上方へ向けて供給する図示しない第 1 のガス流通手段とが備えられている。A, B 室に接続された両ガス流通手段は独立しており、反応ガスの濃度、流量などを任意に調整可能とし、エピ厚みおよび抵抗率を任意に調整できる。内チャンバ 2 2 には、A 室上方から供給された反応ガスを底部から側壁に沿って上方へ送り、外チャンバ 2 1 の外へ排出する流路 2 6 が設けられている。

30

【 0 0 2 5 】

一方、外チャンバ 2 1 の外側には、各シリコンウェーハ 1 1 に裏面から輻射熱を照射する一対のヒータ 2 5 が配設されている。これらのヒータ 2 5 はそれぞれ一方のシリコンウェーハ 1 1 の裏面に対面するとともに、他方のシリコンウェーハ 1 1 の表面に対面するように配置されている。

また、各ヒータ 2 5 の輻射熱照射面と、それぞれ対応するサセプタ 2 3 およびシリコンウェーハ 1 1 の裏面とは平行で、ウェーハ全面にわたって均一な加熱が行われる。

40

【 0 0 2 6 】

次に、このエピタキシャル成長装置を用いたシリコンウェーハ 1 1 の両面へのエピタキシャル膜 1 2, 1 3 の成長方法を説明する。

まず、2 枚のシリコンウェーハ 1 1 が装着された一対のサセプタ 2 3 を、対応するウェーハ保持孔 2 4 に係止する。その後、一対のヒータ 2 5 によってエピタキシャル成長条件に必要な温度までシリコンウェーハ 1 1 を加熱する。次いで、第 1 のガス流通手段と第 2 のガス流通手段により、反応ガスを B 室へ下方から上方へ向けて供給するとともに、A 室に層流の反応ガスを上方から下方へ所定時間供給することで、両シリコンウェーハ 1 1 の両面に、同じ厚さの例えばシリコンのエピタキシャル膜 1 2, 1 3 が同時に成長される。

【 0 0 2 7 】

50

両面のエピタキシャル膜 12, 13 の同時研磨工程 (S106) では、両面研磨工程 (S104) で使用された遊星歯車式の両面研磨装置を用い、両面のエピタキシャル膜 12, 13 の表面を同時に鏡面研磨する。具体的には、シリコンウェーハ 11 を遊星キャリアに保持し、遊星キャリアを研磨布が展張された上下の研磨定盤の間で自転および公転させる。これにより、両面のエピタキシャル膜 12, 13 の表面が同時に研磨される。こうして、エピタキシャルウェーハ 10 が作製される (S107)。

【0028】

このように、シリコンウェーハ 11 の両面に、気相エピタキシャル法によってエピタキシャル膜 12, 13 をそれぞれ成長させたので、シリコンウェーハ 11 の一方の面にエピタキシャル膜を成長 (気相成長) させた場合に比べて、シリコンウェーハ 11 の反りが低減される。

10

しかも、シリコンウェーハ 11 のデバイスが形成される表面へのエピタキシャル膜 12 の成長と同時に、シリコンウェーハ 11 の裏面にエピタキシャル膜 13 を成長させたので、エピタキシャル膜 12 の成長中、ボロンがウェーハ裏面から外方拡散してウェーハ表面へ回り込むことで発生するオートドーピング現象を抑制することができる。

【0029】

また、両面のエピタキシャル膜 12, 13 の表面をそれぞれ研磨したので、両面のエピタキシャル膜 12, 13 の平坦度、ひいてはエピタキシャルウェーハ 10 の両面の平坦度を高めることができる。しかも、エピタキシャル膜 12, 13 に対して同時研磨を施したので、研磨に要する時間を短縮し、生産性を高めることができる。

20

そして、シリコンウェーハ 11 として、比抵抗値が $0.01 \text{ } \cdot \text{ cm}$ 以下となるまでボロンをハイドーピングしたものを使用したので、シリコンウェーハ 11 にボロンのゲッタリング作用による IG 層を形成することができる。

【0030】

なお、図 6 に示すように、エピタキシャル膜 12A, 13 の厚みを異ならせてもよい。すなわち、シリコンウェーハ 11 とエピタキシャル膜 12A, 13 との比抵抗値に応じて、そのウェーハの両面に最適な厚さのエピタキシャル膜 12A, 13 をそれぞれ成長させることで、シリコンウェーハ 11 の反りを最小限に抑えることができる。また、同一厚さのエピタキシャル膜を成長させて後の各面の研磨量を異ならせることで、両エピタキシャル膜 12A, 13A の厚みを異ならせることもできる。

30

また、枚葉型のエピタキシャル成長装置を用いて、図 7 に示すように、シリコンウェーハ 11 の表面にエピタキシャル膜 12 を成長させた後、シリコンウェーハ 11 を表裏反転し、ウェーハの裏面にエピタキシャル膜 13 を成長させてもよい。これにより、両面のエピタキシャル膜 12, 13 において、それぞれ、例えば厚み、抵抗率、素材 (シリコン、ポリシリコンなど) などを簡単に異ならせることができる。

【0031】

さらに、この枚葉型のエピタキシャル成長装置 (両面エピタキシャル成長装置でも可能) を使用し、一方のエピタキシャル膜 (例えばウェーハ表面のエピタキシャル膜 12) を単結晶シリコン製、他方のエピタキシャル膜 (例えばウェーハ裏面のエピタキシャル膜 13) を多結晶シリコン製としてもよい。これにより、両面のエピタキシャル膜 12, 13 を単結晶シリコンとした場合に比べて、ウェーハの反りを容易にコントロールすることができる。また、多結晶シリコンによる外部ゲッタリング (EG) 効果が期待できる。

40

【0032】

エピタキシャル膜の素材は、ウェーハと同じシリコンを採用することができる。または、ウェーハと異なる例えばガリウム・ヒ素などでもよい。

ウェーハ表面のエピタキシャル膜と、ウェーハ裏面のエピタキシャル膜は、同一素材でも異素材でもよい。

エピタキシャル膜の厚さは、デバイスの種類に応じて数 μm ~ 数百 μm の範囲に設定される。

【0033】

50

また研磨後において、デバイス形成面のエピタキシャル膜の面粗さおよびそれとは反対側のエピタキシャル膜の面粗さは、それぞれの研磨条件によってAFMR_{ma}値で10nm~0.1nmの範囲に制御することができる。両面のエピタキシャル膜は、同時に研磨しても片面ずつ研磨してもよい。

【0034】

また、気相エピタキシャル法は、シリコンウェーハと同じ素材をエピタキシャル成長させるホモエピタキシでも、ウェーハと異なる素材(GaAsなど)をエピタキシャル成長させるヘテロエピタキシでもよい。

エピタキシャル膜は、シリコンウェーハの両面に同時に成長させてもよい。また、ウェーハ表面(デバイス形成面)に形成後、ウェーハ裏面にエピタキシャル膜を成長させてもよい。またはその反対の順序でもよい。

10

気相エピタキシャル成長装置としては、シリコンウェーハの両面にエピタキシャル膜を同時にエピタキシャル成長可能な両面気相エピタキシャル成長装置を採用することができる。また、シリコンウェーハの一方の面のみエピタキシャル膜を成長可能な片面気相エピタキシャル成長装置でもよい。

気相エピタキシャル成長装置は、枚葉型のもので、複数枚のシリコンウェーハを同時に処理可能なパンケーキ型、バレル型、ホットウォール型、クラスタ型でもよい。

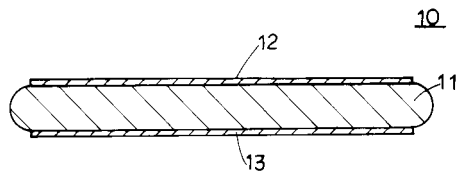
【符号の説明】

【0035】

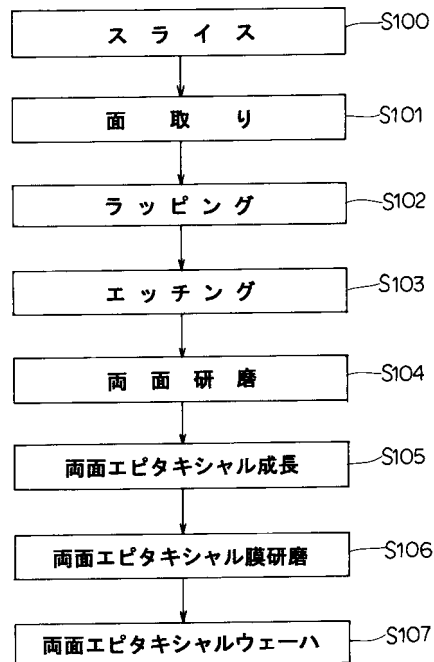
- 10 エピタキシャルウェーハ、
- 11 シリコンウェーハ、
- 12, 12A, 13 エピタキシャル膜。

20

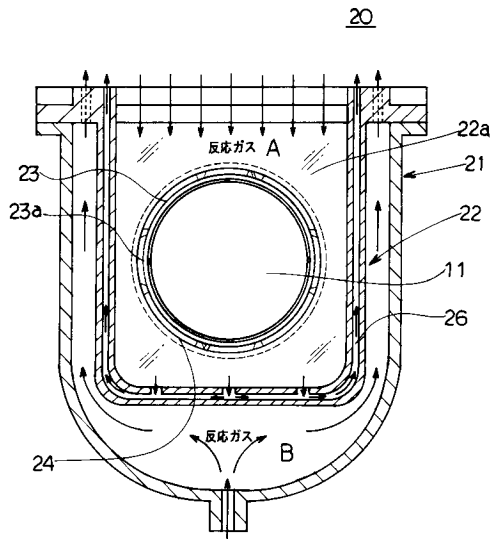
【図1】



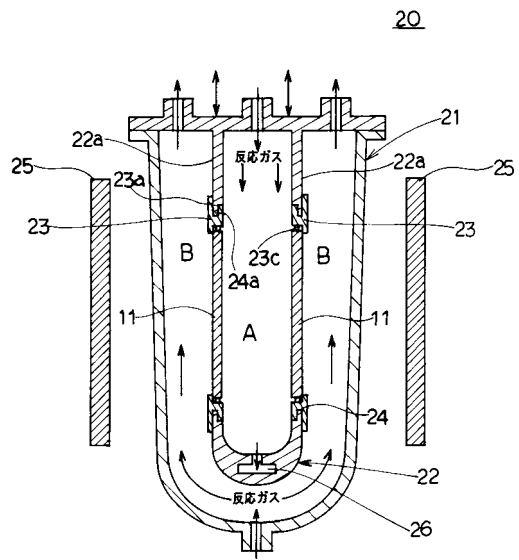
【図2】



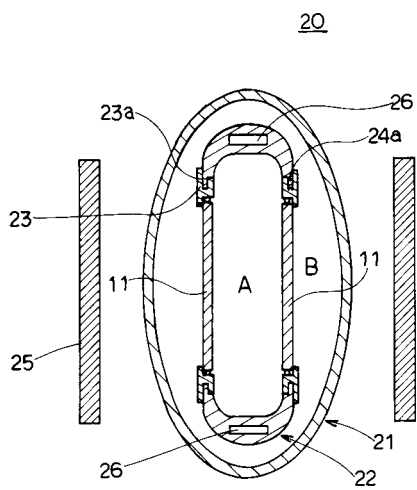
【図3】



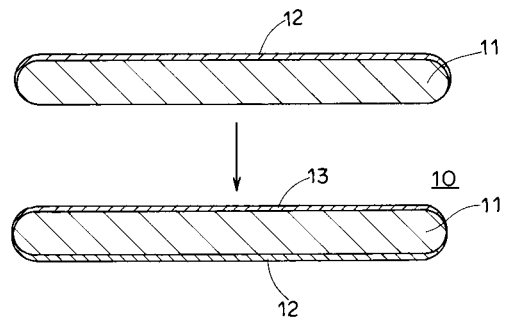
【図4】



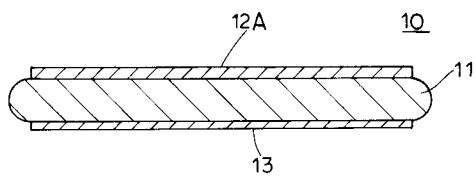
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-124144(JP,A)
特開2000-012901(JP,A)
特開平09-083017(JP,A)
特開平03-295235(JP,A)
特開2002-231634(JP,A)
特開2001-342096(JP,A)
特開2006-019461(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205
C23C 16/00-16/56
C30B 1/00-35/00