

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5211541号
(P5211541)

(45) 発行日 平成25年6月12日(2013.6.12)

(24) 登録日 平成25年3月8日(2013.3.8)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L 21/02	(2006.01)	HO 1 L 27/12		B
HO 1 L 27/12	(2006.01)	HO 1 L 21/02		B

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-113972 (P2007-113972)	(73) 特許権者	000005120
(22) 出願日	平成19年4月24日 (2007.4.24)		日立電線株式会社
(65) 公開番号	特開2008-270636 (P2008-270636A)		東京都千代田区内神田二丁目15番2号
(43) 公開日	平成20年11月6日 (2008.11.6)	(74) 代理人	100090136
審査請求日	平成21年7月17日 (2009.7.17)		弁理士 油井 透
		(72) 発明者	秋元 克弥
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
			日立電線株式会社内
		審査官	岩本 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 貼合基板の製造方法および半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二枚以上の基板を重ね合わせて、可撓性を有する密封用容器内に收容し、当該密封用容器内を減圧して密封する工程と、

重ね合わされた前記基板が密封された前記密封用容器を加圧容器内に收容し、当該加圧容器内の加圧用流体を大気圧を超える圧力に加圧する工程と、

前記加圧容器内を50以上に加熱する工程とを含むことを特徴とする貼合基板の製造方法。

【請求項2】

請求項1記載の貼合基板の製造方法において、

前記密封用容器内を減圧して密封する工程における前記密封用容器内の圧力を1.1気圧以下に減圧する

ことを特徴とする貼合基板の製造方法。

【請求項3】

請求項1または2記載の貼合基板の製造方法において、

前記基板のうちの少なくとも1枚が、ケイ素を含む材料からなる基板、またはケイ素を含む基板の表面に別の材質からなる層を設けてなる基板、もしくはガラス基板のうちの一つである

ことを特徴とする貼合基板の製造方法。

【請求項4】

10

20

請求項 1 ないし 3 のうちいずれか 1 項に記載の貼合基板の製造方法において、前記基板のうちの少なくとも 1 枚が、アルミニウム、金、銀、白金、チタン、モリブデン、タングステンのうちの少なくとも 1 種類の元素を含む金属または合金からなるものであることを特徴とする貼合基板の製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のうちいずれか 1 項に記載の貼合基板の製造方法において、前記基板のうちの少なくとも 1 枚が、セラミックスからなるものであることを特徴とする貼合基板の製造方法。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のうちいずれか 1 項に記載の貼合基板の製造方法において、貼り合わされる前記基板同士の間、当該基板とは異なる材質からなる金属層または合金層を介在させて、当該基板同士を貼り合わせることを特徴とする貼合基板の製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のうちいずれか 1 項に記載の貼合基板の製造方法を用いることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば発光ダイオード素子のような半導体装置を作製するための基板として用いられる、貼合基板の製造方法、および半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

基板あるいは基板上に膜を堆積した基板（これらをウェハとも呼ぶ）同士を接合して得られる新たな基板は、貼合基板あるいは貼合ウェハとして、SOI（Silicon On Insulator）に代表される半導体デバイス用の基板として用いられている。

従来、例えば、シリコン基板同士、または少なくとも一方の表面にシリコンとは別の材質からなる層を設けてなるシリコン基板同士、あるいはシリコン基板とガラス基板の貼り合わせ（表面のほぼ全面に亘る接合）には、直接接合法や陽極接合法が用いられている。あるいは、加熱または化学反応による硬化現象を利用して接合を行う接着剤等も用いられている。いずれの貼り合わせ方法においても、その接合界面における気泡や空隙の残存が問題となっている。

このような気泡や空隙の低減を目的とした貼り合わせ方法は、例えば特許文献 1 や特許文献 2 などで提案されている。これらの方法では、いずれも、貼り合せ対象のウェハ同士に機械的な押圧力を印加することで、両ウェハの表面を互いに吸着させて接合するようにしている。

【0003】

【特許文献 1】特許第 3 7 2 0 5 1 5 号

【特許文献 2】特許第 3 3 2 1 8 8 2 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献 1、2 のような従来の貼合方法では、ウェハが完全に平坦であれば、ウェハ同士の吸着力はその全面で均一となり、それゆえ 2 枚のウェハは均等に貼り合わされる。

【0005】

しかしながら、実際には、各ウェハはそれぞれが独自の微妙な反りや歪みを有しているため、単に機械的に貼り合わせただけでは吸着力はウェハ全面で均一ではなく、ウェハ内で吸着力にばらつきが生じ、延いては吸着力が弱い部分に気泡や空隙が生じる虞がある

10

20

30

40

50

。また、気泡や空隙が生じなかったとしても、接合時に加わる圧力の不均一が最終製品の特性の差となって現れる可能性もある。

また、従来の貼合方法は、機械的に押圧力を印加することでウェハを貼り合わせるようにしているが、そのような機械的押圧力の印加の際に、ウェハに材料力学的な撓みや歪み、あるいは残留応力等が生じやすく、延いてはその応力が集中した部分にクラックや転位が発生して、信頼性の低下や、甚だしくは破損を招いてしまう虞がある。

【0006】

本発明は、このような問題に鑑みて成されたもので、その目的は、貼合基板の製造プロセスに起因して貼合基板に信頼性の低下や破損等が発生するという問題を解消して、信頼性の高い貼合基板を高歩留りで製造することのできる貼合基板の製造方法、およびその貼合基板を用いて作製される半導体装置の製造方法を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の貼合基板の製造方法は、二枚以上の基板を重ね合わせて、可撓性を有する密封用容器内に收容し、当該密封用容器内を減圧して密封する工程と、重ね合わされた前記基板が密封された前記密封用容器を加圧容器内に收容し、当該加圧容器内の加圧用流体を大気圧を超える圧力に加圧する工程と、前記加圧容器内を50℃以上に加熱する工程とを含むことを特徴としている。

本発明の第2の貼合基板の製造方法は、上記第1の貼合基板の製造方法において、前記密封用容器内を減圧して密封する工程における前記密封用容器内の圧力を1.1気圧以下に減圧することを特徴としている。

20

本発明の第3の貼合基板の製造方法は、上記第1または2の貼合基板の製造方法において、前記基板のうちの少なくとも1枚が、ケイ素を含む材料からなる基板、またはケイ素を含む基板の表面に別の材質からなる層を設けてなる基板、もしくはガラス基板のうちの一つであることを特徴としている。

本発明の第4の貼合基板の製造方法は、上記第1ないし3のうちいずれかの貼合基板の製造方法において、前記基板のうちの少なくとも1枚が、アルミニウム、金、銀、白金、チタン、モリブデン、タンゲステンのうちの少なくとも1種類の元素を含む金属または合金からなるものであることを特徴としている。

本発明の第5の貼合基板の製造方法は、上記第1ないし4のうちいずれかの貼合基板の製造方法において、前記基板のうちの少なくとも1枚が、セラミックスからなるものであることを特徴としている。

30

本発明の第6の貼合基板の製造方法は、上記第1ないし5のうちいずれかの貼合基板の製造方法において、貼り合わされる前記基板同士の間、当該基板とは異なる材質からなる金属層または合金層を介在させて、当該基板同士を貼り合わせることを特徴としている。

【0008】

本発明の半導体装置の製造方法は、上記第1ないし6のうちいずれかの貼合基板の製造方法を用いることを特徴とする。

【発明の効果】

40

【0010】

本発明によれば、密封用容器内に減圧して密封收容された基板間の空隙や気泡を除去することができ、かつその後、加圧容器内で加圧用流体を用いて大気圧を超える圧力に加圧することにより、その加圧圧力の分布を均一な分布にすることができ、空隙や歪み等のない均等な貼り合わせが達成される。その結果、信頼性の高い貼合基板を高歩留りで製造することが可能となり、またそれを用いて、信頼性の高い半導体装置を作製することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の一実施の形態に係る貼合基板の製造方法、およびそれによって製造され

50

る貼合基板、ならびにその貼合基板について、図面を参照して説明する。

図1は、貼り合せの対象とする第1のシリコン基板および第2のシリコン基板を示す図であり、図2は、減圧する前の密封用容器にシリコン基板を収容した状態を示す図、図3は、図2の状態に引き続いて、密封用容器内を減圧した状態を示す図、図4は、加圧容器内に密封用容器を収容して加圧する工程を示す図であり、図5は、図4に示した加圧容器内での加圧工程における圧力および温度の時間的推移の一例を示す図である。

【0012】

この貼合基板の製造方法における、貼り合せの対象となる基板は、図1に示したようなものである。まず、その片面に SiO_2 （二酸化ケイ素）層1aが形成された第1のシリコン基板1と、第2のシリコン基板2とを用意する。そして、 SiO_2 層1aを介して第1のシリコン基板1と第2のシリコン基板2とが対面するように、それらを精確な位置合わせを行って重ね合わせる。

10

【0013】

続いて、図2に示したように、重ね合わされた両基板1、2を、袋状の密封用容器3内に収容する。この段階では、密封用容器3内の圧力は、大気圧のままである。この密封用容器3としては、例えば引裂強度が高くピンホール等の生じる虞もなく、かつ適切な可撓性・柔軟性を有する材質からなる袋状の容器が好適である。

密封用容器3に重ね合わされた両基板1、2を収容した後、図3に示したように、その密封用容器3内を減圧する。この減圧により、密封用容器3内に収容されている両基板1、2の間の気泡や空隙が除去される。その後、減圧状態に保持した状態で、密封用容器3の出入口4を密封する。

20

【0014】

そして、図4に示したように、減圧して重ね合わされた両基板1、2を密封収容した密封用容器3を加圧容器5内に収容し、加圧容器5内に給油口7から給油ポンプ（図示せず）により、例えば加圧用油のような加圧用流体6を充填する。このとき、加圧容器5内には、図4に模式的に示したように、複数個の密封用容器3を収容して、それらを一斉に貼合処理することが可能である。

【0015】

加圧容器5内に加圧用流体6を充填した後、例えば加圧用シリンダ8により加圧用流体6の圧力を上昇させて、加圧容器5内を例えば1.1気圧以上のような、大気圧を超える圧力に加圧する。また、これと並行して、ヒータ9により、加圧容器5内の温度を、50以上の温度、例えば300に加熱する。この加熱により、両基板1、2のさらに強固な接合を実現することができる。

30

このような加圧と加熱とにより、第1のシリコン基板1と第2のシリコン基板2とが、気泡や空隙を生じることなく、ほぼその全面に亘って均等・均一に貼り合わされる。

【0016】

このようにして、本実施の形態に係る貼合基板の製造方法によれば、密封用容器3内を減圧することにより、密封用容器3の中に密封収容された第1のシリコン基板1と第2のシリコン基板2との間の空隙や気泡を除去することができる。そしてその後、加圧容器5内で、加圧用流体6を用いて、加圧容器5内の圧力を大気圧を超える圧力に加圧することにより、その加圧圧力の分布を、静止流体圧によって均一な分布にすることができ、両基板1、2間に空隙や歪み等のない、均等な貼り合わせを実現することができる。その結果、信頼性の高い貼合基板を、高いスループットおよび高歩留りで製造することが可能となり、またそれを用いて、信頼性の高い（あるいは長寿命の）発光ダイオード素子等の半導体装置を作製することが可能となる。

40

【0017】

また、多数の密封用容器3を加圧容器5内に収容して、それらを一度に貼合処理することができるので、小型の製造（加圧処理）装置を用いて、極めて高いスループットで貼合基板を製造することが可能となる。

すなわち、加圧用流体6を用いた加圧処理では、その加圧の対象全体が加圧用流体6内

50

に浸されていれば（包囲されていれば）、それだけで静止流体圧が均一に密封用容器 3 内の基板 1、2 に掛かることとなるので、その加圧対象物である密封用容器 3 の体積にそれを包囲する最小限の量の加圧用流体 6 の体積を加えただけの容積があれば、上記のような加圧処理を行うことが可能となる。従って、加圧容器 5 内の容積は、その程度の小さなもので済むこととなる。

例えば、縦×横×高さ共に 30 cm 程度の内容積を有する、極めて小型の加圧容器 5 を用いて、直径 6 インチのウェハを 50 組程度、一度の加圧処理で一斉に貼り合せることが可能となる。

【0018】

このように、製造装置（加圧容器 5）の 1 台あたりの占有床面積、および一度に貼合処理可能なウェハの枚数（換言すればスループット）、ならびに製造歩留りの、全ての点で、本実施の形態に係る製造方法は、従来の機械的な押圧力を用いた貼合処理による製造方法よりも、飛躍的に優れている。

10

【0019】

ここで、本実施の形態に係る製造方法との比較のために、重ね合わせた基板を単純に加圧用流体 6 内に浸けて加圧した場合について考えてみると、その場合には、次のような不都合が生じる。

例えば、表面に SiO_2 薄膜が形成された第 1 のシリコン基板と、別の第 2 のシリコン基板とを貼り合せる場合、第 1 のシリコン基板の Si とその SiO_2 薄膜との格子定数の差に起因して、第 1 のシリコン基板は歪みが生じやすい。歪んだ状態の第 1 のシリコン基板と第 2 のシリコン基板とを重ね合わせると、両基板間に空隙が発生する。そのような空隙が発生している両基板を、そのまま裸の状態に加圧用油のような加圧用流体 6 内に浸け込むと、その空隙に加圧用流体 6 が入り込んでしまうので、加圧用流体 6 に圧力を掛けて両基板を加圧したとしても、空隙を無くすることはできない。空隙に入り込んだ加圧用流体 6 にも、両基板をその外側から貼り合わせようとする圧力と同じ圧力が掛かるからである。

20

【0020】

そこで、本実施の形態に係る製造方法によれば、加圧用流体 6 を用いた加圧処理を行う前に、密封用容器 3 内を減圧することによって、密封用容器 3 内に収容されている両基板 1、2 の間の気泡や空隙を除去するようにしている。また、そのような減圧処理に連続して、密封用容器 3 内に両基板 1、2 を密封収容したままの状態、その密封用容器 3 ごと両基板 1、2 を加圧用流体 6 中に設置しているので、減圧工程から加圧工程に移行する際に一々両基板 1、2 を密封用容器 3 から取り出すといった煩雑な作業を省略することができる。しかも、そのように密封用容器 3 内に両基板 1、2 を密封収容した状態で加圧用流体 6 の中に設置しているので、仮に微小な空隙が減圧処理後に残存していたとしても、その空隙内に加圧用流体 6 が入り込むことを防いで、その残存する微小な空隙を加圧処理によってさらに確実に除去することができる。

30

【0021】

なお、加圧流体 6 としては、例えば加圧用油のような液体が好適である。あるいは不活性ガスのような気体を用いることも可能であるが、気体は一般に、圧縮性が高く、温度変化に対して体積変化が大きく、熱伝導性も低い傾向にあるので、これらの点で逆の傾向にある液体を用いることが、より好ましい。液体は一般に、圧縮性がほとんどなく、温度変化に対して体積変化もほとんどなく、かつ熱伝導性も良好なので、本実施の形態に係る製造方法における加圧処理および加熱処理に対して極めて好適な特性を有している。但し、加圧用流体 6 は、液体のみには限定されないことは勿論である。例えば、高温ないし高速の加熱処理を行わない場合や、加熱処理の際の熱伝導性や圧力の均一化を十分確保することが可能であれば、空気や窒素のような人体に無害かつ入手および取り扱いが容易な気体を用いてもよい。

40

【0022】

また、基板の材質としては、上記のようなシリコン単結晶からなるウェハ（第 2 のシリ

50

コン基板 2) や、シリコン単結晶基板の表面に酸化シリコン層を設けてなるウェハ (第 1 のシリコン基板 1) のみには限定されないことは勿論である。その他にも、例えばガラス基板や石英基板、サファイア基板等も可能である。または、例えば放熱性の向上を目的とする場合には、炭化シリコンのようなセラミックスからなるものや、アルミニウム、金、銀、白金、チタン、モリブデン、タングステンのうちの少なくとも 1 種類の元素を含む金属または合金からなるものなども可能である。もしくは、貼り合わされる基板同士の間、その基板とは異なる材質からなる金属層または合金層を介在させて、それら両基板を貼り合わせる、貼り替え基板なども適用できる。あるいは、シリコン単結晶からなる表面を有するウェハ同士を貼り合わせることも可能であることは勿論である。

【0023】

このような本実施の形態に係る製造方法によって製造された貼合基板は、例えば IC や LSI のような半導体集積回路や、発光ダイオード素子のような、いわゆる半導体デバイス用の貼合基板として用いることが可能である。

あるいは、アクロマートレンズのような、屈折率と色分散が異なるレンズ同士を組み合わせ、接合した複雑なレンズ系の製造などにも応用することが可能である。

また、例えば、F.A.Kish, et al., "Very high efficiency semiconductor wafer-bonded transparent substrate lightemitting diodes", Appl.Phys.Lett., vol.64, no21, p.2839-2841, May1994. にて提案された、発光層を支持する基板を発光波長に対して透明な材料に置き換えて高効率化を図った発光素子や、特表 2005-51378 号公報にて提案された反射サブマウントを有する高効率の発光素子の製造方法に適用することも可能である。あるいは、例えば特開 2000-332351 号公報にて提案されたフォトニック結晶デバイスの製造などにも適用可能である。

【実施例】

【0024】

上記の実施の形態で説明したような貼合工程を含む製造方法によって、貼合基板を製造した。

直径 152.4 mm、厚さ 600 μ m のシリコンウェハに、CVD 法により厚さ 10 nm の SiO₂ 層 1a を形成し、第 1 のシリコン基板 1 を作製した。また、それとは別に、直径 152.4 mm、厚さ 600 μ m の、単結晶シリコンからなるウェハを第 2 のシリコン基板 2 として用意した。そして、第 1 のシリコン基板 1 と、第 2 のシリコン基板 2 とを、SiO₂ 層 1a を介して重ね合わせ、所定の強度を有するアルミ箔からなる袋状の密封用容器 3 内に、それら両基板 1、2 を収容し、真空封入装置 (図示省略) を用いて密封用容器 3 内を減圧し、その状態で密封した。このような手順で、重ね合わせた基板 1、2 を減圧状態で封入した 3 個の密封用容器 3 を、加圧容器 5 内に収容した。各密封用容器 3 にはそれぞれ密封状態を損ねない位置に係止孔 10 を設けてあるので、その係止孔 10 を加圧容器 5 内に設けられている棒状の係止腕 11 に吊り下げるようにして 3 個の密封用容器 3 を配置した。

【0025】

続いて、加圧用シリンダ 8 を取り付け、その 3 個の密封用容器 3 が収容された加圧容器 5 内に、給油口 7 から加圧用流体 6 として加圧用油を充填した。そして、図 5 に示したようなタイミングで、ヒータ 9 を用いて加圧用流体 6 を 300 °C まで加熱した。その 300 °C に達してから 5 分後に、加圧用流体 6 の圧力を、シリンダ 8 を用いて 245 N/cm² (約 25 kgf/cm²) に加圧し、その圧力を 30 分間継続した。

30 分が経過した後、加圧容器 5 から排出口 12 を通して加圧用流体 6 を排出し、加圧容器 5 の蓋体としても兼用されている加圧用シリンダ 8 を取り外して、3 個の密封用容器 3 を取り出した。そして、その密封用容器 3 を開封し、その各々から、貼り合わされた状態の両基板 1、2 (すなわち貼合基板) を回収した。

【0026】

このようにして両基板 1、2 が貼り合わされた 3 個の貼合基板について、貼り合わせの接合界面を、超音波顕微鏡で観察した。その結果、3 個の貼合基板の全てについて、界面

10

20

30

40

50

の剥離や空隙は全く発生していないことが確認された。勿論、破損等は全く発生していなかった。このように、本発明の実施例に係る製造方法によれば、空隙や歪み等のない均等な貼り合わせを実現できることが確認された。

【 0 0 2 7 】

ここで、加圧容器 5 内の圧力は、例えば 1 . 1 気圧以上のような大気圧を超える圧力であって、加熱温度と相まって確実に両基板 1、2 を空隙なく均等に密着して貼り合わせる（面的接合する）ことが可能な圧力に設定することが好ましい。

また、一般にシリコンウェハに代表される基板は、高真空吸着の場合を除いて、25 のような室温では接合し辛い傾向にあるが、基板の接合界面付近を加熱することで、その加熱された接合界面付近で熔融、化学変化、あるいは原子レベルでの相互拡散が生じて、接合しやすくなる。そのように接合しやすくなる温度として、50 以上に設定することが望ましいのである。

また、密封用容器 3 内の圧力と加圧容器 5 内の加圧用流体 6 の圧力との圧力差が大きいほど、大きな圧力を両基板 1、2 に掛けることができるので、より確実に空隙なく両基板 1、2 を密着させて貼り合わせることが可能となる。また、密封用容器 3 内の圧力は、加圧処理前に減圧処理が施されるので、大気圧以下になっている。そして大気圧は一般に、地域ごとに固有の天候や天気によって所定の範囲内で上下するので、それらを勘案して、1 . 1 気圧以下に設定することが好ましい。あるいは減圧処理の工程で、さらに確実に空隙や気泡を除去したい場合には、その減圧時の圧力を 1 気圧未満であって十分に確実に空隙や気泡を除去することが可能な圧力にすることが望ましい。

その他、加熱状態の継続時間や加圧継続時間等についても、上記の実施例や実施の形態のみには限定されないことは言うまでもなく、より確実に空隙のない貼り合わせを実現できるように適宜に変更することが可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 貼り合わせの対象とする第 1 のシリコン基板および第 2 のシリコン基板を示す図である。

【 図 2 】 減圧する前の密封用容器にシリコン基板を収容した状態を示す図である。

【 図 3 】 図 2 の状態に引き続いて、密封用容器内を減圧して密封した状態を示す図である。

【 図 4 】 加圧容器内に密封用容器を収容して加圧する工程を示す図である。

【 図 5 】 図 4 に示した加圧容器内での加圧工程における圧力及び温度の時間的推移の一例を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 2 9 】

- 1 第1のシリコン基板
- 2 第2のシリコン基板
- 1 a SiO₂ 層
- 3 密封用容器
- 4 出入口
- 5 加圧容器
- 6 加圧用流体
- 7 給油口
- 8 加圧用シリンダ
- 9 ヒータ
- 1 0 係止孔
- 1 1 係止腕
- 1 2 排出口

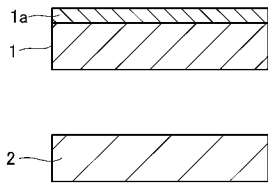
10

20

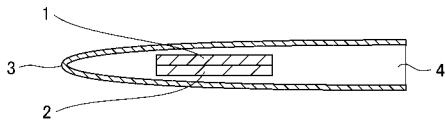
30

40

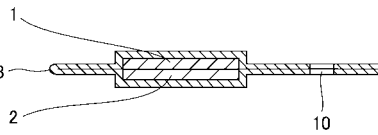
【 図 1 】



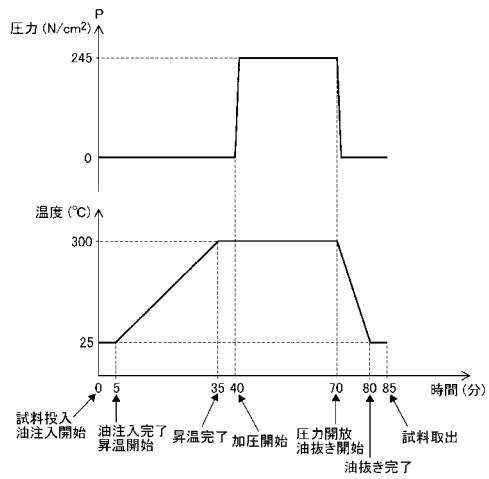
【 図 2 】



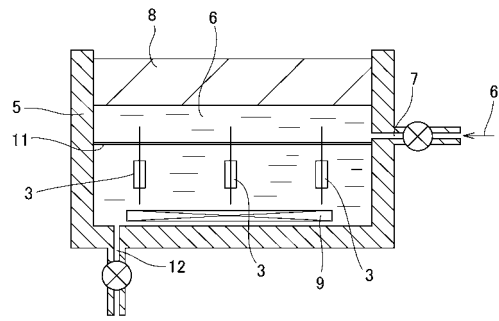
【 図 3 】



【 図 5 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08 - 097110 (JP, A)
特開2002 - 313688 (JP, A)
特開2000 - 243943 (JP, A)
特開平11 - 219872 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 27/12
H01L 21/02