

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 12 月 13 日(13.12.2012)



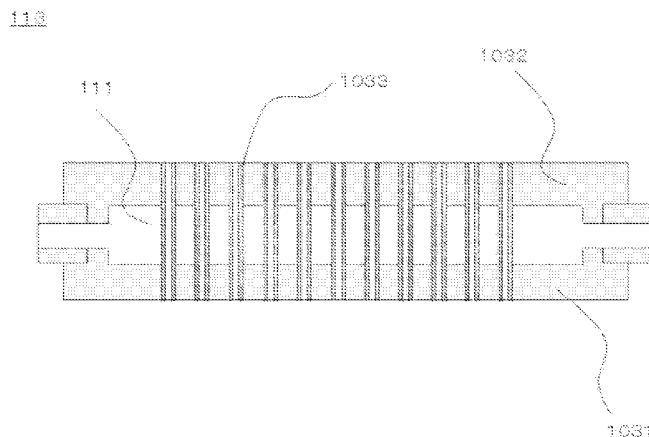
(10) 国際公開番号
WO 2012/169332 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) *C23C 16/44* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/062755
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 18 日(18.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-129131 2011 年 6 月 9 日(09.06.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坪井 俊樹
(TSUBOI, Toshiki).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami
Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中
之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー
Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SHOWER PLATE MANUFACTURING METHOD, SHOWER PLATE, AND VAPOR-PHASE GROWTH APPARATUS UTILIZING SAME

(54) 発明の名称: シャワープレートの製造方法、シャワープレートおよびこれを用いた気相成長装置

[図2]



(57) Abstract: The method for manufacturing the shower plate (113) used for the vapor-phase growth apparatus (100) comprises: a step in which through holes (1031a, 1032a) having spot-faced step sections (1031b, 1032b) are created respectively on a first constituent member (1031) and a second constituent member (1032); a step in which one end of the gas discharge pipes (1033) are inserted into the spot-faced step sections (1031b); a step in which the gas discharge pipes are inserted into the through holes (1032a) such that the other end of the gas discharge pipes projects from the second constituent member; a step in which the spot-faced step sections (1031b) and the gas discharge pipes are welded together; and a step in which the first constituent member (1031) and the second constituent member (1032) are welded together. The shower plate (113) is capable of handling larger vapor-phase growth apparatuses and contributes to the manufacturing of excellent semiconductor devices that have a uniform film thickness and a uniform component ratio.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/169332 A1



気相成長装置（１００）に用いるシャワープレート（１１３）の製造方法は、第一構成部材（１０３１）および第二構成部材（１０３２）のそれぞれにザグリ段差部分（１０３１ｂ、１０３２ｂ）を有する貫通孔（１０３１ａ、１０３２ａ）を設ける工程と、ザグリ段差部分（１０３１ｂ）にガス吐出パイプ（１０３３）の一端を差し込む工程と、ガス吐出パイプの他端が第二構成部材から突出するように、貫通孔（１０３２ａ）にガス吐出パイプを差し込む工程と、ザグリ段差部分（１０３１ｂ）およびガス吐出パイプ同士を溶接する工程と、ザグリ段差部分（１０３２ｂ）およびガス吐出パイプ同士を溶接する工程と、第一構成部材（１０３１）および第二構成部材（１０３２）同士を溶接する工程とを備える。シャワープレート（１１３）は、気相成長装置の大型化に対応でき、均一な膜厚および均一な組成比を有する良質な半導体デバイスを製造することに寄与する。

明 細 書

発明の名称：

シャワープレートの製造方法、シャワープレートおよびこれを用いた気相成長装置

技術分野

[0001] 本発明は、シャワープレートの製造方法、シャワープレートおよびこれを用いた気相成長装置に関し、特に、加熱された基板上で原料ガスを化学反応させ、その基板の表面に薄膜を形成する気相成長装置、ならびに、その気相成長装置に用いられるシャワープレートおよびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、発光ダイオードおよび半導体レーザ等の半導体デバイスを製造するために、MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法が用いられている。MOCVD法においては、有機金属ガスおよび水素化合物ガスが、原料ガスとして成長室の中に導入される。MOCVD法に用いられる有機金属ガスは、トリメチルガリウム (TMG)、または、トリメチルアルミニウム (TMA) 等を含有する。MOCVD法に用いられる水素化合物ガスは、アンモニア (NH_3)、ホスフィン (PH_3)、または、アルシン (AsH_3) 等を含有する。

[0003] 上記の原料ガスは、不活性ガスと共に成長室の中に導入される。加熱された被処理基板上で原料ガスが気相反応することにより、その被処理基板上で、化合物半導体結晶が成長する。MOCVD法を用いる化合物半導体結晶の製造には、コストを抑えながら化合物半導体結晶の品質を向上させ、歩留まりおよび生産能力を最大限確保することが望まれる。換言すると、高い成膜効率が望まれる。成膜効率とは、原料ガスからどれだけの量の化合物半導体結晶が成膜されたかを示す値である。MOCVD法を用いて製造された発光ダイオードまたは半導体レーザ等を品質の高い半導体デバイスとして活用するためには、膜厚および組成比がいずれも均一であることも望まれる。

- [0004] 図9は、MOCVD法を採用する従来の縦型シャワーヘッド型MOCVD装置（気相成長装置）の構成を模式的に示す図である。このMOCVD装置600においては、ガス供給源602と反応炉601の内部の成長室611とが、ガス配管603によって接続されている。原料ガスおよび不活性ガスは、ガス供給源602からガス配管603を通して成長室611の中に導入される。成長室611の上部には、シャワープレート610がガス導入部として設置されている。シャワープレート610は、複数のガス吐出孔を有する。反応ガスおよび不活性ガスは、シャワープレート610に設けられた複数のガス吐出孔を通して成長室611の中に導入される。
- [0005] 反応炉601の成長室611の下部中央には、回転自在の回転軸612が設置されている。回転軸612は、図示しないアクチュエータによって回転する。回転軸612の先端には、サセプタ608が取り付けられている。サセプタ608は、シャワープレート610に対向している。サセプタ608の下部には、サセプタ608を加熱するためのヒータ609が取り付けられている。
- [0006] 反応炉601の下部には、ガス排気部604が設置されている。ガス排気部604は、成長室611内のガスを成長室611の外部に排気する。ガス排気部604は、パージライン605を通して、排ガス処理装置606に接続されている。排ガス処理装置606は、成長室611からパージライン605を通して排気されたガスを無害化する。
- [0007] 化合物半導体結晶を成長させる場合、まず、サセプタ608上に基板607が設置される。回転軸612が回転することにより、サセプタ608が回転する。ヒータ609がサセプタ608を加熱することにより、基板607は所定の温度に加熱される。その後、シャワープレート610に設けられた複数のガス吐出孔から、反応炉601の内部に設けられた成長室611の中に、原料ガスおよび不活性ガスが導入される。
- [0008] 従来の薄膜形成方法においては、複数の原料ガスを成長室611の中に導入して基板607上で反応させるために、シャワーヘッドの中で複数の原料

ガスを予め混合し、シャワープレート610に設けられた多数のガス吐出孔から基板607に向かって原料ガスを吹き付けるという構成が採用されていた。

[0009] しかし、この構成では、ヒータ609とシャワープレート610との間の距離（以降、ギャップという）が短いため、原料ガスが基板607上に到達することにより原料ガスが基板607上で気相反応して基板607上に薄膜が形成される前に、シャワープレート610の表面で一部の原料ガスが化学反応し、シャワープレート610の表面に生成物が形成される。この理由は、ヒータ609からの輻射熱により、シャワープレート610の表面が加熱されるからである。シャワープレート610のガス吐出孔は、生成物により詰まる。原料ガスおよび不活性ガスは、基板607の表面にまで均一な量で到達できなくなる。さらに、ヒータ609からの輻射熱によりシャワープレート610が加熱された影響によって、原料ガスは、基板607の上方にまで均一な温度で到達することができなくなる。結果として、従来の薄膜形成方法では、均一な薄膜を有する化合物半導体結晶を基板607上に形成することはできなくなる。

[0010] このような問題を解決するため、たとえば、特開平08-091989号公報（特許文献1）には、図10に示すような気相成長装置700が開示されている。気相成長装置700においては、シャワープレート701の内部（ガス通路部を除く）に、冷却チャンバ702が設けられている。シャワープレート701の内部に形成されたガス通路部の上下および側面を通して、シャワープレート701は、冷却チャンバ702によって冷却される。ヒータからの輻射熱によるシャワープレート701の温度上昇は、抑制されている。側壁703には、冷媒ジャケットが配置されている。冷媒ジャケットの内部にも、冷媒が導入される。冷媒ジャケットは、冷却チャンバ702とともに、シャワープレート701の温度上昇および原料ガスの温度上昇を抑制している。気相成長装置700がこのような構成にされることで、原料ガスがシャワープレート701の表面で反応することは抑制されている。原料ガ

スは、サセプタ上に載置された基板704上に、損失無く且つ満遍なく供給されることが可能となる。

[0011] 特表2001-506803号公報（特許文献2）に示すようなMOCVD装置も知られている。図11は、この公報に示されたMOCVD装置800（気相成長装置）を示す図である。MOCVD装置800は、成長チャンバ801の上部に、第1ガス供給コネクタ802、第2ガス供給コネクタ803、キャリアガス供給コネクタ804、および、ドーパントガス供給コネクタ805を備えている。成長チャンバ801の内部には、基板806を取り付けるための保持台807が回転自在に設けられている。保持台807には、ヒータ808が設けられている。第1ガス供給コネクタ802、第2ガス供給コネクタ803、キャリアガス供給コネクタ804、および、ドーパントガス供給コネクタ805は、互いに離れて配置されており、これらと保持台807との間には、ガス冷却部809が設けられている。成長チャンバ801の側壁には、冷却ジャケット810が設けられている。冷却ジャケット810の下端と保持台807との間には、ガス通路812が設けられている。ガス通路812は、保持台807に供給された原料ガスおよびキャリアガスを、排気口811に導く。それぞれの原料ガスは、分離した状態で成長チャンバ801の中に供給される。MOCVD装置800がこのように構成されることで、シャワープレート813の内部で原料ガスが気相反応することは、抑制されている。ガス冷却部809および冷却ジャケット810により、シャワープレート813が冷却され、シャワープレート813の温度上昇および原料ガスの温度上昇も抑制される。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開平08-091989号公報

特許文献2：特表2001-506803号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0013] 上記の特許文献に示された装置は、シャワーヘッドの表面から被処理基板までの間の数十ミリのギャップの中で、原料ガスを被処理基板の上方にまで到達させて反応させている。しかしながら、均一な膜厚および均一な組成比を有する良質な半導体デバイスを得るためには、上記の特許文献に示された装置には改善の余地がある。
- [0014] 原料ガスは、複数のガス吐出孔から吐出され、ギャップを通して被処理基板の上方に到達する。シャワーヘッドの表面は、被処理基板と平行でなければならない。シャワーヘッドに歪みが存在していたりシャワーヘッドが傾いていたたりする場合、ギャップ間の距離にばらつきが生じる。コンダクタンスの関係から、ガスは隙間の大きい方へ流れ、膜厚分布に非常に大きな影響が生じる。シャワーヘッドの表面（被処理基板と対向する面）には、高い平坦度も要求される。シャワーヘッドの表面にたとえば凹凸が形成されていると、ガス吐出孔から均等に吹き出された原料ガスの流れが、凹凸形状を有するシャワーヘッドの表面によって乱される。被処理基板上に到達するまでの原料ガスの流れが均等とならず、被処理基板上に均一な膜厚を有する薄膜を形成できなくなる。
- [0015] 上記のような理由により、シャワーヘッド表面の平行度および平坦度は、非常に重要である。被処理基板に対して略垂直な方向に原料ガスを流すシャワータイプのMOCVD装置に水冷流路とガス吐出孔とが備えられる場合、複数のガス吐出孔の配置ピッチは、小さいほどよい。被処理基板の搭載枚数が増えると、シャワープレートの面積は大きくなり、ガス吐出孔の数も多くなる。ガス吐出孔の数が増えると、シャワーヘッド基板とガス吐出パイプとの接合箇所も多くなる。
- [0016] 気相成長装置に用いられるシャワーヘッド（シャワープレート）の製造方法においては、ロウ付けという手法を用いることによって、シャワーヘッド基板とガス吐出パイプとを互いに接合することができる。ロウ付けという手法においては、シャワーヘッド基板に設けられた孔とガス吐出パイプとの間

の接合対象箇所の全てに、ろう剤が設置される。高温の加熱炉の中でろう剤が融解され、ろう剤が冷却されて固化することによって、シャワーヘッド基板とガス吐出パイプとが互いに接合される。この手法によれば、構造部材への入熱が均等かつ一気に行われるため、シャワーヘッド基板およびガス吐出パイプが変形しにくい。

[0017] ろう付けの問題点として、シャワーヘッド本体が挿入される加熱炉のサイズには、限界がある。加熱炉は、一定値以上の大きさを有するシャワーヘッド本体には、対応できない。これに加えて、加熱炉の面積が大きくなると、加熱炉の内部の温度を管理することが難しくなる。ろう剤は、シャワーヘッド基板とガス吐出パイプとを毛細管現象を用いて互いに接合するため、接合部材の接合面の表面状態を管理することも難しくなる。これに起因して、微小なリークが発生する可能性もある。リークが発生すると、再接合したり修正したりすることはできない。新しいシャワーヘッドを準備することが必要となり、生産コストが増大する。さらに、ろう付けに用いられるろう材の材質は、シャワーヘッドを構成する部材の材質とは異なる。ろう付けの接合強度は、溶接の接合強度に比べて低い。

[0018] 一方、上記のようなシャワーヘッドは、溶接手法を用いて製造されることもできる。溶接手法を用いているときにリークが発生したとしても、リークが発生した箇所は、修正されることができる。シャワーヘッド基板（シャワープレート）およびガス吐出パイプの間の接合対象箇所は、高温で融解される。材料同士を相互に溶かし込むことによって、シャワーヘッド基板およびガス吐出パイプ同士が接合される。溶接の接合強度は、ろう付けの接合強度に比べて非常に高い。

[0019] 溶接手法においては、接合対象箇所の材料が、高温で融解される。複数の接合対象箇所に対しては、一つずつ溶接が行われる。接合対象箇所は、局所的に加熱され、3000℃以上の高温にさらされる。ガス吐出孔の数が多くなればなるほど、シャワーヘッド基板には、反り、うねり、または、歪などが発生しやすくなる。シャワーヘッド基板に発生した反りなどは、プレス加

工を実施して補正されることもできる。しかしながら、プレス加工においては、溶接箇所非常に大きな圧力が付与され、シャワーヘッド基板に発生した反りなどは、塑性変形によって補正される。シャワーヘッドにおける個々の溶接箇所、または、シャワーヘッドを構成する材料には、割れが発生しやすくなる。

[0020] 溶接手法においては、接合対象箇所が高温で融解されるため、融解した部分には、非常に大きな凹みが生じる場合もある。この凹みは、構造材料と同じ材料を有する溶接棒をこの凹みに差し込み、溶接棒を用いて凹んだ部分を肉盛することによって補正されることができ。しかしながら、溶接棒を用いて凹みを補正する場合、非常に大きな電流が長時間にわたってシャワーヘッド基板に付与される。凹みが補正されたとしても、シャワーヘッド基板の反り、うねり、または歪等が成長して大きくなる可能性がある。補正部分においては、必要以上の肉盛が形成される可能性もある。シャワーヘッド基板に歪等が発生することなくシャワーヘッド基板とガス吐出パイプとを溶接できたとしても、溶接後に、肉盛部分を除去してシャワーヘッドの表面を平坦にするために、シャワーヘッド表面を旋盤を用いて削るなどの2次加工が必要となる。したがって、溶接手法を用いてシャワーヘッド基板とガス吐出パイプとを互いに接合することは、大面積を有するシャワーヘッド基板が用いられる場合、または、ガス吐出孔の数が多い場合などには、非常に困難である。

[0021] 本発明は、上記のような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、気相成長装置の大型化に対応でき、均一な膜厚および均一な組成比を有する良質な半導体デバイスを製造することに寄与するシャワープレートおよびその製造方法、ならびに、そのシャワープレートを用いた気相成長装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0022] 本発明に基づくシャワープレートの製造方法は、気相成長装置に用いられるシャワープレートの製造方法であって、第一構成部材および第二構成部材

のそれぞれに、ザグリ段差部分を有する貫通孔を設ける工程と、上記第一構成部材の上記ザグリ段差部分にガス吐出パイプの一端を差し込む工程と、上記第一構成部材の上記ザグリ段差部分に差し込まれた上記ガス吐出パイプの他端が上記第二構成部材から突出するように、上記第二構成部材に設けられた上記貫通孔に上記ガス吐出パイプを差し込む工程と、上記第一構成部材の上記ザグリ段差部分および上記ガス吐出パイプ同士を溶接する第一溶接工程と、上記第二構成部材の上記ザグリ段差部分および上記ガス吐出パイプ同士を溶接する第二溶接工程と、上記第一構成部材および上記第二構成部材同士を溶接する工程と、を備える。

[0023] 好ましくは、上記シャワープレートは、冷却用空洞部を有する。好ましくは、上記第一構成部材、上記第二構成部材、および、上記ガス吐出パイプは、同一の材料よりなる。

[0024] 好ましくは、上記第一溶接工程およびまたは上記第二溶接工程において、溶接された部分が上記第一構成部材および上記第二構成部材の表面に突出しないように溶接される。

[0025] 本発明に基づくシャワープレートは、本発明に基づく上記のシャワープレートの製造方法を用いて製造される。

[0026] 本発明に基づく気相成長装置は、本発明に基づく上記のシャワープレートを用いる。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、気相成長装置の大型化に対応でき、均一な膜厚および均一な組成比を有する良質な半導体デバイスを製造することに寄与するシャワープレートおよびその製造方法、ならびに、そのシャワープレートを用いた気相成長装置を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明の実施の形態におけるMOCVD装置（気相成長装置）の構成を示す図である。

[図2]本発明の実施の形態におけるシャワープレートを示す断面図である。

[図3A]本発明の実施の形態におけるシャワープレートの製造方法の第1工程を示す図である。

[図3B]本発明の実施の形態におけるシャワープレートの製造方法の第2工程を示す図である。

[図3C]本発明の実施の形態におけるシャワープレートの製造方法の第3工程を示す図である。

[図3D]本発明の実施の形態におけるシャワープレートの製造方法の第4工程を示す図である。

[図4A]本発明の実施の形態におけるシャワープレートの第一構成部材の貫通孔を示す断面図である。

[図4B]本発明の実施の形態におけるシャワープレートの第一構成部材の貫通孔のザグリ段差部分の上にガス吐出パイプが配置された状態を示す断面図である。

[図5]本発明の実施の形態におけるシャワープレートの第二構成部材の貫通孔を示す断面図である。

[図6]本発明の実施の形態における気相成長装置のシャワープレートに固定部材を取り付けた図である。

[図7]比較例における気相成長装置のシャワープレートを示す断面図である。

[図8A]比較例におけるシャワープレートを示す平面図である。

[図8B]図8A中におけるV I I I B - V I I I B線に沿った矢視断面図である。

[図8C]図8A中におけるV I I I C - V I I I C線に沿った矢視断面図である。

[図9]従来の気相成長装置の構成を模式的に示す図である。

[図10]従来の他の気相成長装置の構成を模式的に示す図である。

[図11]従来のさらに他の気相成長装置の構成を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0029] 本発明の実施の形態について、図を参照しながら以下に説明する。本発明

の図面において、同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表わすものとする。

[0030] 図1は、本発明の実施の形態におけるMOCVD装置100（気相成長装置）の構成を示す図である。MOCVD装置100は、反応炉102と、ガス供給手段としてのシャワーヘッド103と、回転軸104と、ヒータカバー105と、支持台106と、ヒータ107と、サセプタ108とを備えている。反応炉102は、中空部である成長室101を含んでいる。シャワーヘッド103は、底面にシャワープレート113を含んでいる。ヒータカバー105は、回転軸104を取り囲むようにして設置されている。支持台106は、回転軸104の周囲に備え付けられている。ヒータ107は、支持台106上に設置されている。サセプタ108は、ヒータ107上に設置されている。

[0031] 以下、MOCVD装置100の全体構成について説明する。MOCVD装置100および従来のMOCVD装置は、シャワープレート113において相違し、その他は略同様に構成される。シャワーヘッド103は、シャワーヘッド103のガス吐出面がサセプタ108と向かい合うようにして設置されている。回転軸104は、アクチュエータ（図示せず）などによって回転自在に構成されている。回転軸104の回転により、サセプタ108の上面が回転する。サセプタ108の上面は、サセプタ108の上面と対向するシャワーヘッド103のガス吐出面に対して平行な状態を保ちながら回転する。

[0032] MOCVD装置100は、第1ガス分配空間109aと、第2ガス分配空間110aとを有する。第1ガス分配空間109aは、たとえば、III族元素を含むIII族系ガスの供給源である。第2ガス分配空間110aは、たとえば、V族元素を含むV族系ガスの供給源である。

[0033] さらに、MOCVD装置100は、第1ガス配管109bと、III族系ガス導入量調節部としてのマスフローコントローラ（図示せず）と、第2ガス配管110bと、V族系ガス導入量調節部としてのマスフローコントローラ

ラ（図示せず）とを有する。第1ガス配管109bは、III族系ガスをシャワーヘッド103のガス導入口に導入する。III族系ガス導入量調節部としてのマスフローコントローラ（図示せず）は、第1ガス分配空間109aから供給されるIII族系ガスのガス導入口への導入量を調節する。第2ガス配管110bは、V族系ガスをシャワーヘッド103のガス導入口に導入する。V族系ガス導入量調節部としてのマスフローコントローラ（図示せず）は、第2ガス分配空間110aから供給されるV族系ガスのガス導入口への導入量を調節する。マスフローコントローラは、制御部（図示せず）によって制御される。第1ガス分配空間109aは、第1ガス流路109cと接続されている。第2ガス分配空間110aは、第2ガス流路110cと接続されている。

[0034] III族元素としては、たとえば、Ga（ガリウム）、Al（アルミニウム）、または、In（インジウム）などが挙げられる。III族元素を含むIII族系ガスとしては、たとえば、トリメチルガリウム（TMG）、または、トリメチルアルミニウム（TMA）などの、有機金属ガスを用いることができる。

[0035] V族元素としては、たとえば、N（窒素）、P（リン）、または、As（ヒ素）などが挙げられる。V族元素を含むV族系ガスとしては、たとえば、アンモニア（ NH_3 ）、ホスフィン（ PH_3 ）、または、アルシン（ AsH_3 ）などの、水素化合物ガスを用いることができる。

[0036] 冷却用空洞部としての水冷供給部111には、水冷装置に接続された水冷系配管を経由して、冷媒が供給される。MOCVD装置100は、成長室101の内部のガスを外部に排気するためのガス排気部112と、ガス排気部112に接続されたパージライン（図示せず）と、パージラインに接続された排ガス処理装置（図示せず）とを有している。成長室101の内部に導入されたガスは、ガス排気部112によって、成長室101の外部に排気される。排気されたガスは、パージラインを通して排ガス処理装置に導入される。排ガス処理装置は、排気されたガスを無害化する。

[0037] 図2は、本発明の実施の形態におけるシャワープレート113を示す断面図である。第一構成部材1031、および、第二構成部材1032によって、水冷供給部111が構成されている。ガス吐出パイプ1033は、第一構成部材1031および第二構成部材1032に差し込まれている。シャワープレート113の製造方法を以下に説明する。各々の部品の材質は、たとえばステンレス（SUS316）製である。第一構成部材1031および第二構成部材1032の各々のサイズおよび孔数については、外径 ϕ が800mmであり、板厚みが10mmであり、貫通孔数が5000個である。ガス吐出パイプ1033は、円柱状のパイプであり、そのサイズおよび孔数については、外径が ϕ 7mmであり、内径が ϕ 5mmであり、個数は貫通孔数と同数の5000個である。これらのサイズは、54枚の基板（2インチ基板）に対応できる範囲である。これらのサイズは、基板のサイズまたは基板の搭載枚数に応じて変更可能であり、上記の値に限定されない。

[0038] 図3A～図3Dは、それぞれ、シャワープレート113の製造方法の第1工程～第4工程を示す図である。図3Aに示すように、第一構成部材1031に、ガス吐出パイプ1033を設置するための貫通孔1031aが開けられる。貫通孔1031aは、ザグリ段差部分1031b（図4A参照）を有する。貫通孔1031aの開け方としては、貫通孔1031aを開ける際にザグリ段差部分1031bを同時に形成することができる専用の刃物が用いられるとよい。第一構成部材1031の水平面に対して垂直な方向にドリルを用いて貫通部を開け、その後、その貫通部を中心とするフライス加工を実施してザグリ段差部分1031bを設け、貫通孔1031aを形成するという方法が用いられてもよい。先にザグリ段差部分1031bを開け、その後、ザグリ段差部分1031bの中心に貫通部を開けて、貫通孔1031aを形成するという方法が用いられてもよい。

[0039] 図4Aは、第一構成部材1031の貫通孔1031aを示す断面図である。図4Bは、第一構成部材1031の貫通孔1031aのザグリ段差部分1031bの上にガス吐出パイプ1033が配置された状態を示す断面図であ

る。図4 Aにおいて、直径Rは、第一構成部材1031の下面（原料ガスが吐出する面）側における貫通孔1031aの直径の値である。直径R'は、第一構成部材1031の他面（上面）側における貫通孔1031aの直径の値である。図4 Bにおいて、外径rは、ガス吐出パイプ1033の外径の値である。貫通孔1031aは、直径Rが、直径R'および外径rよりも小さく、且つ、直径R'が外径rよりも大きくなるように、第一構成部材1031に開けられる。すなわち、貫通孔1031aは、以下に示す数式（1）の関係を満たすように、第一構成部材1031に開けられる。

[0040]
$$R < r < R' \cdots (1)$$

直径Rと直径R'との差によって、ザグリ段差部分1031bが形成される。ザグリ段差部分1031bの上にガス吐出パイプ1033の下面が載置されるように、ガス吐出パイプ1033は貫通孔1031aの中に差し込まれる。ガス吐出パイプ1033は、第一構成部材1031の下面から飛び出さない。ガス吐出パイプ1033の下面近傍とザグリ段差部分1031bとの間の溶接箇所は、第一構成部材1031の下面に出ることはほとんど無い。第一構成部材1031の下面を旋盤等で二次加工する際の削りシロは、大きく確保されることができる。貫通孔1031aの深さ（ザグリ段差部分1031bの位置）などについては、ガス吐出パイプ1033の大きさ、および、基板の加工条件などにより、最適化されるとよい。

[0041] 図3 Bに示す状態では、第一構成部材1031に必要数の貫通孔1031aが開けられており、複数の貫通孔1031aの各々に、ガス吐出パイプ1033が1本ずつ差し込まれている。この状態で、ザグリ段差部分1031bの近傍とガス吐出パイプ1033の下面近傍とが溶接される。溶接においては、リークが発生しないように、ザグリ段差部分1031bの近傍とガス吐出パイプ1033の下面近傍との間の部分の全周が溶接される。ザグリ段差部分1031bを有する貫通孔1031aが第一構成部材1031に設けられていることで、第一構成部材1031のザグリ段差部分1031bの近傍も融解する。ザグリ段差部分1031bの近傍は、溶接部補完材として機

能するため、溶接棒の代わりとなる。溶接対象個所の表面に凸凹が形成されることはなく、ザグリ段差部分 1031b の近傍とガス吐出パイプ 1033 の下面近傍との間の部分を適切に溶接することが可能となる。貫通孔 1031a にガス吐出パイプ 1033 が差し込まれた際に、ガス吐出パイプ 1033 の下面側の部分はザグリ段差部分 1031b の近傍に確実に収められ、高さ方向の寸法を揃えることが可能となる。ザグリ段差部分 1031b の近傍とガス吐出パイプ 1033 の下面近傍との間の部分は、安定した状態で容易に溶接されることが可能となる。この段階で溶接が完了した状態は、第一構成部材 1031 とガス吐出パイプ 1033 とが仮に固定されており、いわゆる仮止めの状態が形成されている。後述する本溶接が実施されることによって、第一構成部材 1031 とガス吐出パイプ 1033 とは、ピンホール等がない状態で溶接され、リークの発生は完全に防止される。

[0042] 次に、第一構成部材 1031 の製造方法と同様の方法を用いて、第二構成部材 1032 が加工される。第二構成部材 1032 には、ガス吐出パイプ 1033 を通すための貫通孔 1032a が開けられる。貫通孔 1032a が第二構成部材 1032 に開けられる本数は、ガス吐出パイプ 1033 の本数と同じである。貫通孔 1032a は、ザグリ段差部分 1032b (図 5 参照) を有する。ザグリ段差部分 1032b は、略円形の形状を有し、ガス吐出パイプ 1033 の出口部分においてガス吐出パイプ 1033 の外周を囲むように設けられる。

[0043] 図 5 は、第二構成部材 1032 の貫通孔 1032a を示す断面図である。貫通孔 1032a において、第二構成部材 1032 の下面側における貫通孔 1032a の直径 R' は、第一構成部材 1031 の貫通孔 1031a における直径 R' (図 4 A 参照) と略等しい。第二構成部材 1032 の下面側における貫通孔 1032a の直径 R' は、ガス吐出パイプ 1033 の外径 r (図 4 B 参照) より大きく、かつ、ザグリ段差部分 1032b の外径 R'' より小さい。すなわち、貫通孔 1032a は、以下に示す数式 (2) の関係を満たすように、第二構成部材 1032 に開けられる。第一構成部材 1031

における直径 R' の大きさおよび第二構成部材1032における直径 R' の大きさについて、穴あけ加工時の誤差は、ここでは考慮しないこととする。ザグリ段差部分1032bの外径 R'' 、および、ザグリ段差部分1032bの深さ（ザグリ段差部分1032bが設けられる位置）は、差し込まれるガス吐出パイプ1033の厚み等の条件により、適宜設定される。

[0044] $r < R' < R'' \dots (2)$

次に、図3Cに示すように、第一構成部材1031の上方から第一構成部材1031に対して蓋をするように、第二構成部材1032が第一構成部材1031に取り付けられる。ガス吐出パイプ1033は、第二構成部材1032の貫通孔1032aに差し込まれる。第一構成部材1031と第二構成部材1032とは、ねじ止めされる。第一構成部材1031、および、第二構成部材1032によって、水冷供給部111が構成される。水冷供給部111に冷却水を通すことにより、シャワープレート近傍での原料ガスの反応が抑えられる。

[0045] 本実施の形態の図3Cに示す状態では、ガス吐出パイプ1033は、第二構成部材1032上面から1.5mmの長さ分だけ突き出している。ガス吐出パイプ1033のうちの突き出た部分とザグリ段差部分1032bの近傍との間の部分は、溶接される。ガス吐出パイプ1033のうちの長く突き出た部分は、溶けて、ザグリ段差部分1032bへと流れ込む。ガス吐出パイプ1033のうちの長く突き出た部分は、溶接部補完材として働く。結果として、肉盛を生じることなく、平面を形成することができる。図3Cにおいて、黒い丸で示された部分が、全て溶接される。溶接の手順としては、第一構成部材1031の下面の貫通孔1031aの周辺の溶接と、第二構成部材1032の上面からの貫通孔1032aの周辺の本溶接とが、交互に実施されるとよい。望ましくは、第一構成部材1031の下面の貫通孔1031aの周辺の溶接と、第二構成部材1032の上面からの貫通孔1032aの周辺の本溶接とが、互いに離れた部分から順に実施される。当該構成によれば、第一構成部材1031および第二構成部材1032に歪みが生じることを

、極力抑えることが可能となる。溶接に用いられる材料、あるいは、溶接の際の状況などにより、溶接のための最適な条件は変化する。したがって、溶接対象箇所に対する溶接実施の順番、溶接のスピード、および、溶接に用いられる電圧に関しては、特に限定されない。溶接対象箇所に対する溶接実施の順番などは、使用される材料および材質などに応じて、適宜変化させるとよい。本実施の形態の溶接構造においては、第一構成部材 1031 および第二構成部材 1032 はそれぞれ異なる形状を有しているが、これらは双方とも同じ形状を有するように製造されてもよい。

[0046] 反りの発生に関して、第一構成部材 1031、第二構成部材 1032、および、ガス吐出パイプ 1033 は、溶接時に融解するため、これらに熱が発生することは避けられない。熱の発生に起因する反りの発生を抑制するために、たとえば図 6 に示すような、固定部材 114 が用いられるとよい。溶接の開始前に、固定部材 114 を用いて、第一構成部材 1031、第二構成部材 1032、および、ガス吐出パイプ 1033 が組み立てられる。第一構成部材 1031 の外周部分および第二構成部材 1032 の外周部分は、固定部材 114 によって挟み込まれる。この状態で、溶接が実施される。固定部材 114 は、たとえばドーナツ形状を有している。固定部材 114 は、第一構成部材 1031 および第二構成部材 1032 に発生する反りに負けない強度を有する。固定部材 114 は、少なくとも第一構成部材 1031 および第二構成部材 1032 を合わせた以上の厚みを有していることが望ましい。固定部材 114 を用いることにより、シャワープレート 113 は、まったく反ることがなくなり、安定した溶接を実施することが可能となる。

[0047] 全てのガス吐出パイプ 1033 の周辺に対する溶接が完了し、溶接箇所が固定された後、固定部材 114 が第一構成部材 1031 および第二構成部材 1032 から離脱される。その後、第一構成部材 1031 および第二構成部材 1032 同士の接合部分に、溶接が実施される。

[0048] 最後に、図 3D に示すように、第一構成部材 1031 から第二構成部材 1032 にかけて、あるいは、第二構成部材 1032 から第一構成部材 1031

1 にかけて、ドリル等を用いた切削が行われる。溶接のときにガス吐出パイプ 1 0 3 3 の周囲および内部に付着した余分な材料は、ドリル加工などによって削り落とされる。さらに、第一構成部材 1 0 3 1 の表面は、旋盤あるいは平面研削盤等を用いて、平坦化される。

[0049] 第二構成部材 1 0 3 2 の上面においては、ガス吐出パイプ 1 0 3 3 のうちの突き出た部分が削られる。第二構成部材 1 0 3 2 の上面は、平坦になるまで削られる。この際、削り取られるべき範囲としては、溶接箇所が削り取られない程度にとどめられる。第一構成部材 1 0 3 1 の下面は、付着した溶接材料を除去する程度に削られる。この際も、削り取られるべき範囲としては、溶接箇所が削り取られない程度にとどめられる。第一構成部材 1 0 3 1 の下面は、第一構成部材 1 0 3 1 および第二構成部材 1 0 3 2 をあわせた厚みが、所望の厚みになるまで削られる。貫通孔を設けることにより、溶接による肉盛が抑えられ、シャワープレート 1 1 3 のガス吐出面を容易に平坦化することが可能となる。

[0050] 以上説明した手順により、シャワープレート 1 1 3 が作成される。このシャワープレート 1 1 3 を用いた MOCVD 装置によれば、装置が大型化したりガス吐出孔の配置ピッチが細くなったりすることに起因して孔数が増加したとしても、シャワーヘッド 1 0 3 に反りおよび歪みが発生すること、ならびに、シャワーヘッド表面に凹凸が発生することを抑制することができる。結果として、この MOCVD 装置によれば、均一な膜厚および均一な組成比を有する良質な半導体デバイスを製造することが可能となる。第一構成部材 1 0 3 1 および第二構成部材 1 0 3 2 によって形成された水冷供給部 1 1 1 により、原料ガスを冷却し、余分な生成物の付着を防止することも可能となる。

[0051] <比較例>

本発明に基づく実施の形態の効果を実証するために、以下のような比較実験を行った。

[0052] 図 7 は、従来の方法で作成されたシャワープレート 5 1 3 の断面図である

。シャワープレート513においては、第一構成部材5031および第二構成部材5032によって、水冷供給部511が構成される。ガス吐出パイプ5033は、第一構成部材5031および第二構成部材5032に差し込まれている。シャワープレート513の製造方法を以下に説明する。

[0053] 上記の実施の形態で用いたものと同じ基板および同じガス吐出パイプを用意し、貫通孔の数は、上記の実施の形態と同様に5000個である。第一構成部材5031には、ガス吐出パイプ5033を差込むための貫通孔が開けられており、その貫通孔にガス吐出パイプ5033が差し込まれている。必要数の差込が終わると、第一構成部材5031の貫通孔の内周部分とガス吐出パイプ5033の外周部分との間の部分が仮溶接される。水冷供給部511の下側の部分が構成される。この時、溶接においては、リークが発生しないように、上記実施の形態と同様に、全箇所に対して全周溶接が実施される。次に、第一構成部材5031に対して第二構成部材5032が蓋をするように、第二構成部材5032が第一構成部材5031に取り付けられる。第二構成部材5032には、第一構成部材5031と同様に、ガス吐出パイプ5033の外径よりも少し大きい貫通孔が開けられている。その貫通孔に、第一構成部材5031に溶接されているガス吐出パイプ5033が差し込まれる。差し込みが完了すると、第一構成部材5031の内周部分およびガス吐出パイプ5033の外周部分、ならびに、第二構成部材5032の内周部分およびガス吐出パイプ5033の外周部分に対して、全周溶接が実施される。図7における黒い丸は、溶接箇所を示している。第一構成部材5031とガス吐出パイプ5033との間の5000箇所、ならびに、第二構成部材5032とガス吐出パイプ5033との間の5000箇所、合わせて10000箇所の溶接が実施される。第一構成部材5031および第二構成部材5032とガス吐出パイプ5033とを溶接した際に材料自体が融解することにより発生する凹み部分については、各々の材料を溶接した後に、凹み部分に各材料と同じSUS316よりなる溶接棒が差し込まれる。溶接棒が融解され、凹み部分の解消が行われる。最後に、第一構成部材5031の外周全

体と第二構成部材 5 0 3 2 の外周全体とが溶接され、水冷供給部 5 1 1 が構成される。

[0054] 図 8 A は、上記の方法にて作成されたシャワープレート 5 1 3 を示す平面図である。図 8 B は、図 8 A 中における V I I I B - V I I I B 線に沿った矢視断面図である。図 8 C は、図 8 A 中における V I I I C - V I I I C 線に沿った矢視断面図である。反りおよび歪みに関して、中心部分と外周部分との高さの差 t （図 8 B および図 8 C 参照）を測定したところ、差 t の値はおよそ 1 2 m m 程度であった。肉眼で見ても、かなりの大きさを有する反りが形成された。反りの方向に関しては、シャワープレート 5 1 3 の中心部分部分が凹み、シャワープレート 5 1 3 の全体が碗状に反ってしまい、中心部分にもっとも大きい反り形状が形成された。

[0055] 溶接棒を入れる前の状態での融解による凹み部分は、およそ 2 m m となった。許容される反りの値は、反応ガスの流速およびシュミレーション結果（図示せず）から、0. 1 m m 以下であることが望ましい。今回の結果から判断すると、シャワープレート 5 1 3 は、使用に耐え難いものであることが分かる。凹み部分に溶接棒を挿した状態で溶接した部分については、必要な平面に対して、2 m m 以上の凸形状を有する盛り上がり（肉盛）が形成された。凹み部分に溶接棒を挿した状態で溶接した部分についても、反りを補正した後に、肉盛部分を 2 次加工により除去しなければならない状態となった。

[0056] 次に、上記の 1 2 m m 程度の反りを補正するために、反りと反対方向からシャワープレート 5 1 3 に対して 3 0 0 トン以上の力を付与してシャワープレート 5 1 3 を塑性変形させ、反りの補正を行った。1 2 m m の反りを補正するときは、反りの反対方向に沿って、2 6 m m 以上のプレスシャワープレート 5 1 3 に対して複数箇所行なった。2 6 m m 以上のプレスは、材料の塑性領域を超える値である。このプレスの実施によって、1 2 m m の反りを解消することに成功した。しかしながら、ヘリウムを用いた減圧透過検査によりリークの有無を調べたところ、3 0 0 0 箇所程度からリークが発見された。シャワープレート 5 1 3 の表面を観察すると、溶接箇所に亀裂が発生し

ている箇所も発見された。第一構成部材5031および第二構成部材5032の溶接箇所以外の箇所についても、亀裂が発生している箇所が発見された。この理由は、反りを補正するために、300トン以上の力をシャワープレート513に付与し、シャワープレート513を26mm以上塑性変形をさせたことにより、発生したものと考えられる。上述の肉盛部分についても、2次加工し除去を実施したが、凸部分が2mm以上あるため、除去加工が非常に困難なものであり、除去しきれない部分も発生していた。

[0057] 上記の結果を分析すると、反りの発生の原因は、第一構成部材5031および第二構成部材5032とガス吐出パイプ5033との溶接時の熱というよりむしろ、溶接後の凹みを解消するために溶接棒を再度融解し、より多くの熱を入れたことに起因していることが判明した。溶接箇所、第一構成部材5031および第二構成部材5032に発生した割れについては、シャワープレート513を塑性変形させ、シャワープレート513の反りを補正したことにより生じたということも判明した。溶接箇所においては、融解範囲（熱が影響を与える部分）が想定以上に大きく、シャワーヘッドの表面が凸凹になるという結果が得られた。

[0058] これらの結果より、シャワーヘッドの水冷供給部を構成する第一構成部材および第二構成部材とガス吐出パイプとの溶接において、第一構成部材および第二構成部材にザグリ段差部分を有する貫通孔を設けることにより、シャワープレートの反りおよび歪みを抑えることができ、肉盛による表面の凹凸を少なくすることができることがわかる。第一構成部材および第二構成部材によって構成された水冷供給部により、シャワーヘッド内部で原料ガスが高温になり反応するのを抑制することができる。よって、このシャワープレートをMOCVD装置に用いることで、装置の大型化にも対応でき、均一な膜厚および均一な組成比を有する良質な半導体デバイスを製造することが可能となることわかる。

産業上の利用可能性

[0059] 本発明は、シャワーヘッド上部の空間にガスを導入し、シャワープレート

に設けられた複数のガス吐出孔より被処理基板の表面に反応ガスを供給するシャワーヘッドを用いた縦型のMOCVD装置に好適に利用できる。

符号の説明

[0060] 100, 600, 800 MOCVD装置（気相成長装置）、101, 611 成長室、102, 601 反応炉、103 シャワーヘッド、104, 612 回転軸、105 ヒータカバー、106 支持台、107, 609, 808 ヒータ、108, 608 サセプタ、109a 第1ガス分配空間、109b 第1ガス配管、109c 第1ガス流路、110a 第2ガス分配空間、110b 第2ガス配管、110c 第2ガス流路、111, 511 水冷供給部（冷却用空洞部）、112, 604 ガス排気部、113, 513, 610, 701, 813 シャワープレート、114 固定部材、602 ガス供給源、603 ガス配管、605 パージライン、606 排ガス処理装置、607, 704, 806 基板、700 気相成長装置、702 冷却チャンバ、703 側壁、801 成長チャンバ、802 第1ガス供給コネクタ、803 第2ガス供給コネクタ、804 キャリアガス供給コネクタ、805 ドーパントガス供給コネクタ、807 保持台、809 ガス冷却部、810 冷却ジャケット、811 排気口、812 ガス通路、1031, 5031 第一構成部材、1031a, 1032a 貫通孔、1031b, 1032b ザグリ段差部分、1032, 5032 第二構成部材、1033, 5033 ガス吐出パイプ。

請求の範囲

- [請求項1] 気相成長装置（１００）に用いられるシャワープレート（１１３）の製造方法であって、
- 第一構成部材（１０３１）および第二構成部材（１０３２）のそれぞれに、ザグリ段差部分（１０３１ｂ，１０３２ｂ）を有する貫通孔（１０３１ａ，１０３２ａ）を設ける工程と、
- 前記第一構成部材の前記ザグリ段差部分（１０３１ｂ）にガス吐出パイプ（１０３３）の一端を差し込む工程と、
- 前記第一構成部材の前記ザグリ段差部分（１０３１ｂ）に差し込まれた前記ガス吐出パイプの他端が前記第二構成部材から突出するように、前記第二構成部材に設けられた前記貫通孔（１０３２ａ）に前記ガス吐出パイプを差し込む工程と、
- 前記第一構成部材の前記ザグリ段差部分（１０３１ｂ）および前記ガス吐出パイプ（１０３３）同士を溶接する第一溶接工程と、
- 前記第二構成部材の前記ザグリ段差部分（１０３２ｂ）および前記ガス吐出パイプ（１０３３）同士を溶接する第二溶接工程と、
- 前記第一構成部材（１０３１）および前記第二構成部材（１０３２）同士を溶接する工程と、を備える、
- シャワープレートの製造方法。
- [請求項2] 前記シャワープレート（１１３）は、冷却用空洞部（１１１）を有する、
- 請求項１に記載のシャワープレートの製造方法。
- [請求項3] 前記第一構成部材（１０３１）、前記第二構成部材（１０３２）、および、前記ガス吐出パイプ（１０３３）は、同一の材料よりなる、
- 請求項１に記載のシャワープレートの製造方法。
- [請求項4] 前記第一溶接工程およびまたは前記第二溶接工程において、溶接された部分が前記第一構成部材（１０３１）および前記第二構成部材（１０３２）の表面に突出しないように溶接される、

請求項 1 に記載のシャワープレートの製造方法。

[請求項5] 前記第一溶接工程およびまたは前記第二溶接工程において、前記第一構成部材（1031）および前記第二構成部材（1032）が互いに固定された状態で溶接が行われる、

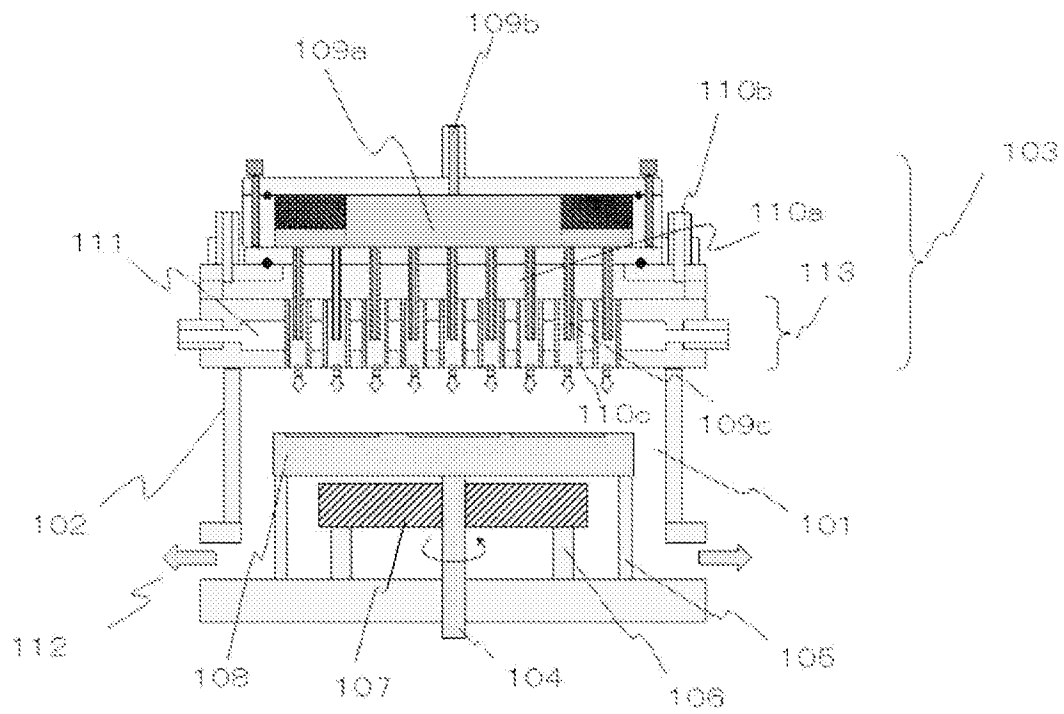
請求項 1 に記載のシャワープレートの製造方法。

[請求項6] 請求項 1 に記載のシャワープレートの製造方法を用いて製造される、
シャワープレート。

[請求項7] 請求項 6 に記載のシャワープレートを用いる、
気相成長装置。

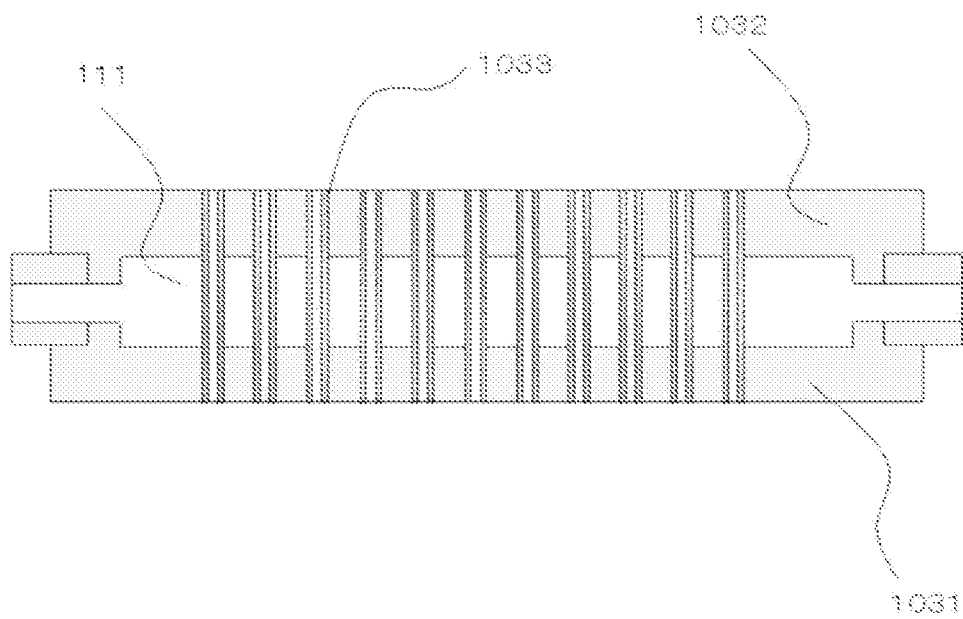
[図1]

102

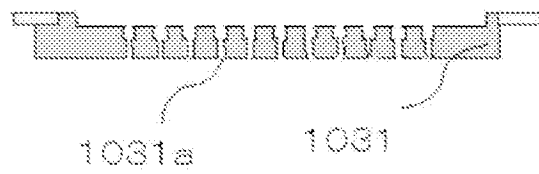


[図2]

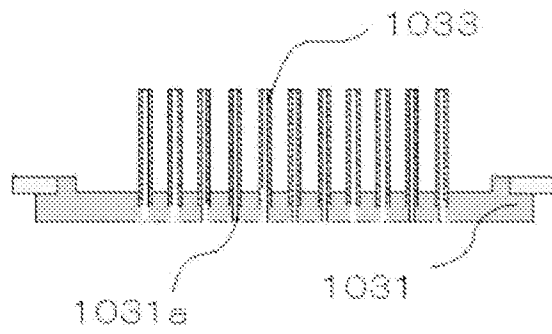
113



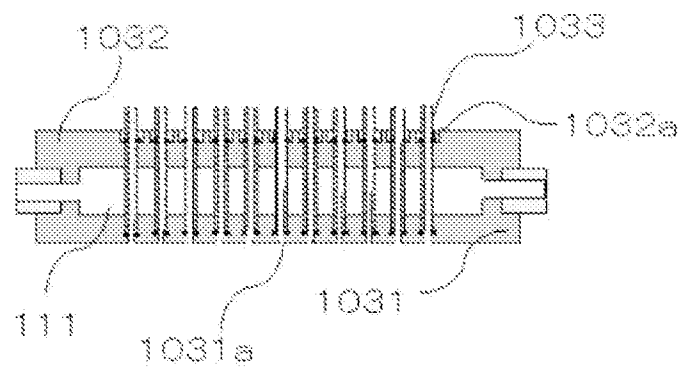
[図3A]



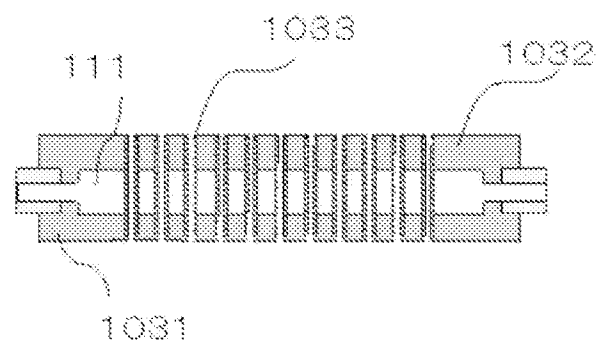
[図3B]



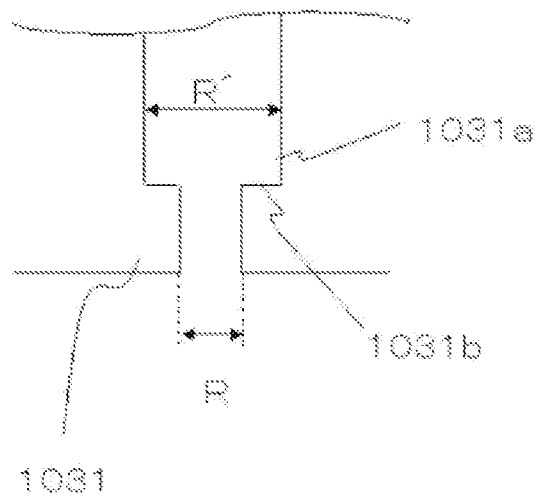
[図3C]



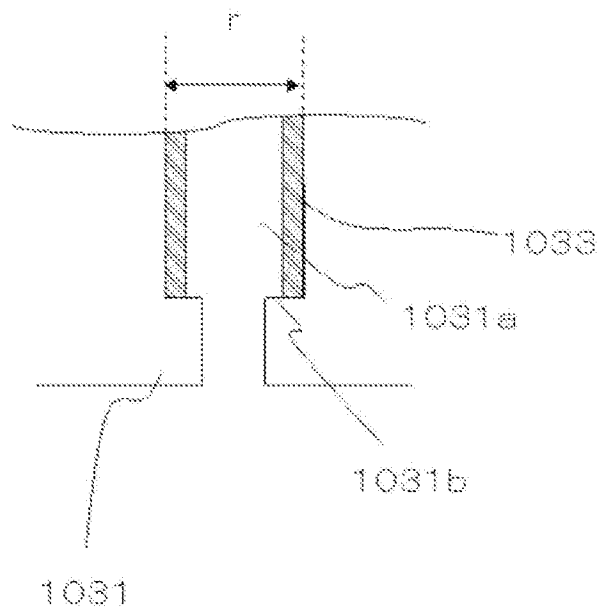
[図3D]



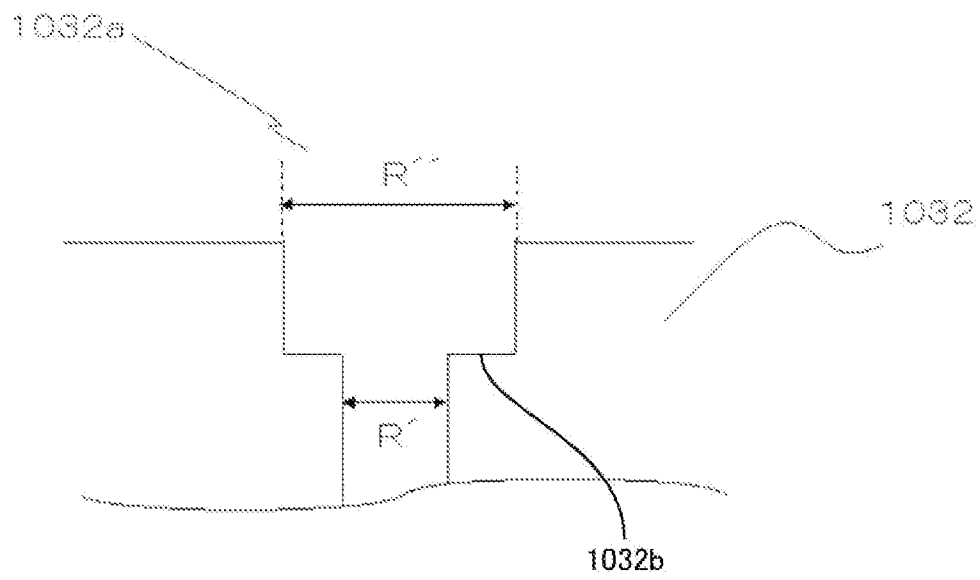
[図4A]



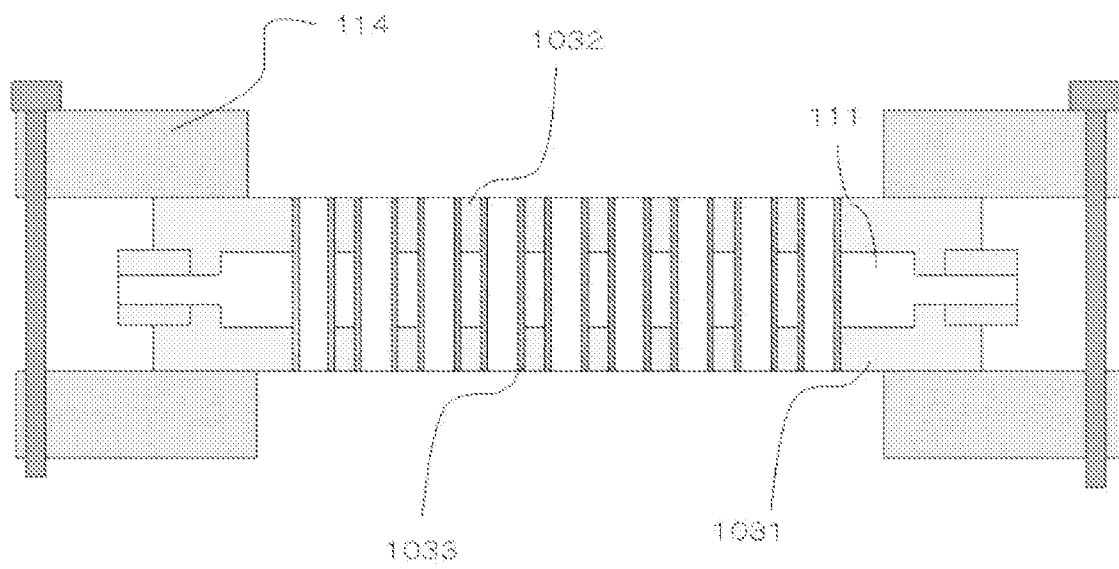
[図4B]



[図5]

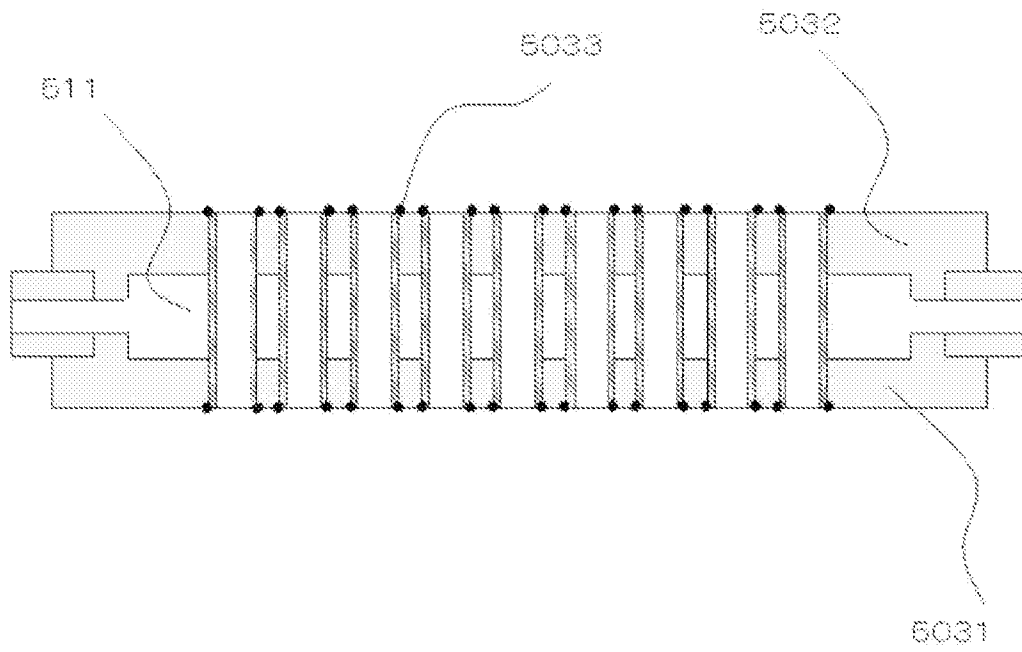


[図6]

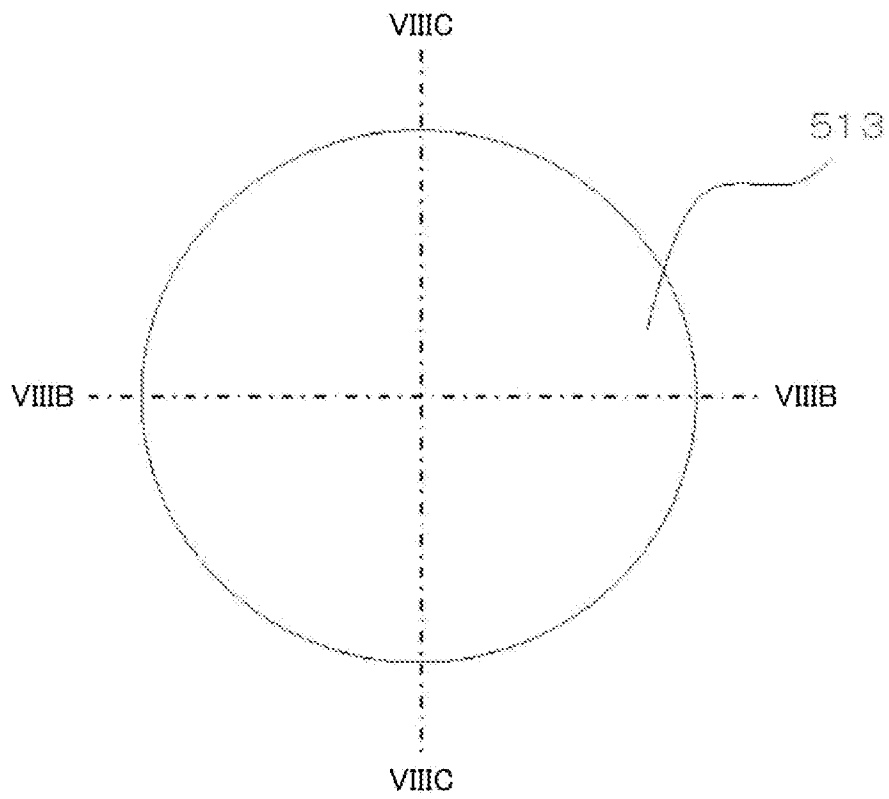


[図7]

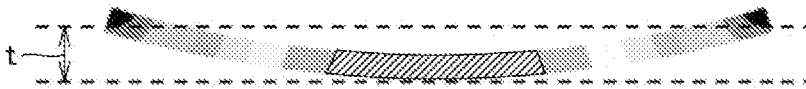
513



[図8A]



[図8B]

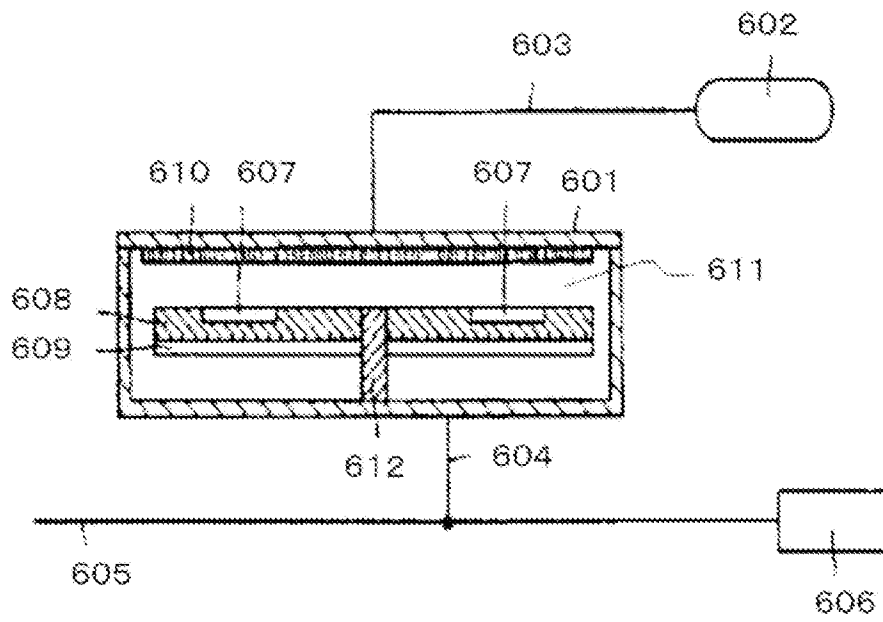


[図8C]



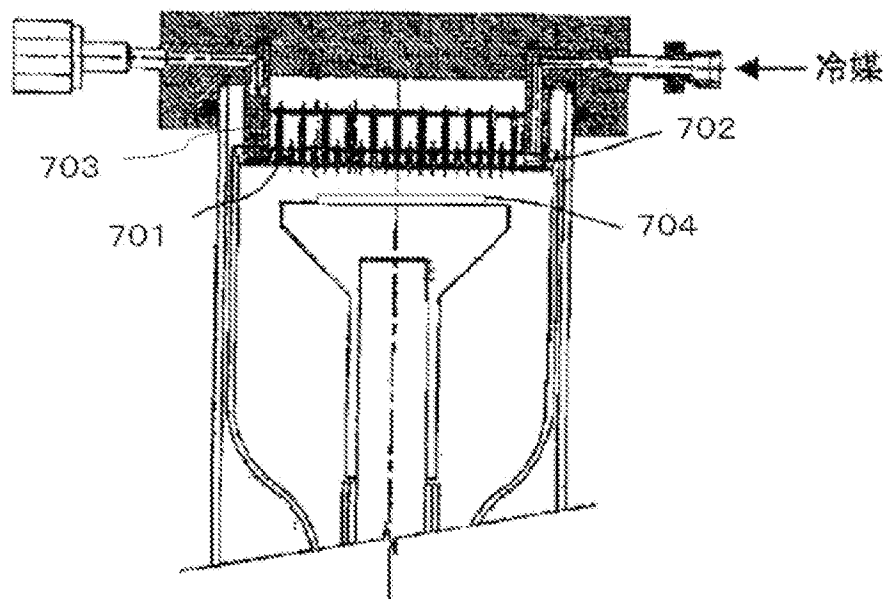
[図9]

600



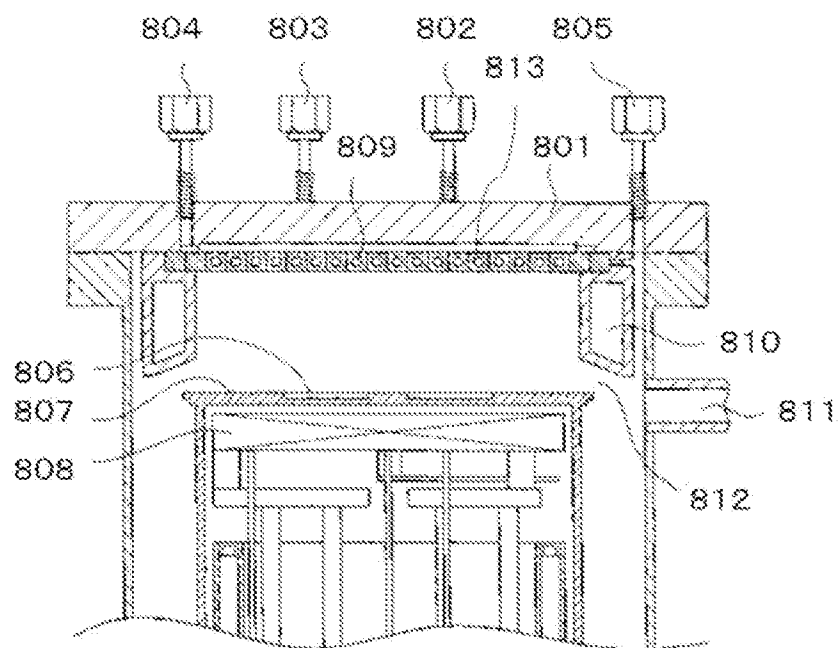
[図10]

700



[図11]

800



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062755

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/205(2006.01) i, C23C16/44(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/205, C23C16/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-062383 A (Sharp Corp.), 18 March 2010 (18.03.2010), paragraphs [0053] to [0122]; fig. 1 to 13 (Family: none)	1-7
A	JP 2002-097576 A (Ebara Corp.), 02 April 2002 (02.04.2002), paragraph [0025]; fig. 6 (Family: none)	1-7
A	JP 08-337876 A (Ebara Corp.), 24 December 1996 (24.12.1996), fig. 2 to 3 & US 5728223 A & EP 747503 A1 & DE 69630484 D	1-7

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 June, 2012 (28.06.12)

Date of mailing of the international search report

10 July, 2012 (10.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. H01L21/205 (2006.01)i, C23C16/44 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/205, C23C16/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-062383 A（シャープ株式会社）2010.03.18, 段落【0053】 - 【0122】, 図1-図13（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2002-097576 A（株式会社荏原製作所）2002.04.02, 段落【0025】, 図6（ファミリーなし）	1-7
A	JP 08-337876 A（株式会社荏原製作所）1996.12.24, 図2-図3 & US 5728223 A & EP 747503 A1 & DE 69630484 D	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山本 雄一

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4 R

3 1 2 3