

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5143689号
(P5143689)

(45) 発行日 平成25年2月13日(2013.2.13)

(24) 登録日 平成24年11月30日(2012.11.30)

(51) Int. Cl. F I
 H O 1 L 21/205 (2006.01) H O 1 L 21/205
 C 2 3 C 16/455 (2006.01) C 2 3 C 16/455

請求項の数 6 (全 23 頁)

| | | | |
|--------------|------------------------------|-----------|-------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-249096 (P2008-249096) | (73) 特許権者 | 000005049 |
| (22) 出願日 | 平成20年9月26日(2008.9.26) | | シャープ株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2009-99972 (P2009-99972A) | | 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 |
| (43) 公開日 | 平成21年5月7日(2009.5.7) | (74) 代理人 | 110000338 |
| 審査請求日 | 平成22年8月26日(2010.8.26) | | 特許業務法人原謙三国際特許事務所 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2007-252698 (P2007-252698) | (72) 発明者 | 坂上 英和 |
| (32) 優先日 | 平成19年9月27日(2007.9.27) | | 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | | シャープ株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 采山 和弘 |
| | | | 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 |
| | | | シャープ株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 田中 伸昌 |
| | | | 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 |
| | | | シャープ株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気相成長装置及び半導体素子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

成長室の上側に設けられたガス供給手段から成長室内に原料ガスを供給して該成長室内の被処理基板に気相成長を行う気相成長装置において、

上記ガス供給手段は、

外周において環状に設けられて上記原料ガスが導入される外環流路と、

上記外環流路の内側に設けられ、かつ上記原料ガスを通す開口を有する開口付き内側壁と、

上記開口付き内側壁の内側に位置する原料ガスの中間室と、

上記中間室の下流側に位置して複数のガス吐出孔を有するシャワープレートとを備えていると共に、

上記中間室は、中心部の方が周辺部よりも高さが高いと共に、

上記シャワープレートにおけるガス吐出孔は、該シャワープレートの中心から外周に向かって放射方向外側の開口率が放射方向内側の開口率よりも小さくなっており、

上記シャワープレートにおけるガス吐出孔は、外周部の孔径が内周部の孔径よりも小さいと共に、

上記中間室は、分離板により積層配置するように区切られて異なる種類の原料ガスをそれぞれ収容する複数の個別中間室からなっていることを特徴とする気相成長装置。

【請求項2】

前記シャワープレートにおけるガス吐出孔は、外周部の配設密度が内周部の配設密度よ

りも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の気相成長装置。

【請求項 3】

前記積層配置された個別中間室における下層の個別中間室には、前記シャワープレートにおける、異なる種類の原料ガスを供給する複数のガス吐出孔に接続された、該下層の個別中間室よりも上層の個別中間室に連通する個別ガス供給管が貫通して設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の気相成長装置。

【請求項 4】

前記積層配置された個別中間室における下層の個別中間室からさらに下側に向けて、前記シャワープレートにおける、原料ガスを供給する複数のガス吐出孔に接続された個別ガス供給管が設けられている共に、

上記個別ガス供給管内には、上記下層の個別中間室よりも上層の個別中間室に連通する個別ガス供給管が挿入して設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の気相成長装置。

【請求項 5】

前記シャワープレートと中間室との間に冷却手段が設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の気相成長装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の気相成長装置を用いて、半導体素子を製造することを特徴とする半導体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば縦型シャワーヘッド型 MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 等の気相成長装置及び半導体素子の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、発光ダイオード及び半導体レーザの製造においては、トリメチルガリウム (TMG) 又はトリメチルアルミニウム (TMA) 等の有機金属ガスと、アンモニア (NH₃)、ホスフィン (PH₃) 又はアルシン (AsH₃) 等の水素化合物ガスとを成膜に寄与する原料ガスとして成長室に導入して化合物半導体結晶を成長させる MOCVD 法が用いられている。

【0003】

MOCVD 法は、上記の原料ガスを不活性ガスと共に成長室内に導入して加熱し、所定の基板上で気相反応させることにより、その基板上に化合物半導体結晶を成長させる方法である。MOCVD 法を用いた化合物半導体結晶の製造においては、成長する化合物半導体結晶の品質を向上させながら、コストを抑えて、歩留まりと生産能力とをどのように最大限確保するかということが常に高く要求されている。

【0004】

図 10 に、MOCVD 法に用いられる従来の縦型シャワーヘッド型 MOCVD 装置の一例の模式的な構成を示す。

【0005】

この MOCVD 装置においては、ガス供給源 102 から反応炉 101 の内部の成長室 111 に反応ガス及び不活性ガスを導入するためのガス配管 103 が接続されており、反応炉 101 における内部の成長室 111 の上部には該成長室 111 に反応ガス及び不活性ガスを導入するための複数のガス吐出孔を有するシャワープレート 110 がガス導入部として設置されている。

【0006】

また、反応炉 101 の成長室 111 の下部中央には図示しないアクチュエータによって回転自在の回転軸 112 が設置され、この回転軸 112 の先端にはシャワープレート 110 と対向するようにしてサセプタ 108 が取り付けられている。上記サセプタ 108 の下

10

20

30

40

50

部には該サセプタ108を加熱するためのヒータ109が取り付けられている。

【0007】

さらに、反応炉101の下部には、該反応炉101における内部の成長室111内のガスを外部に排気するためのガス排気部104が設置されている。このガス排気部104は、パーズライン105を介して、排気されたガスを無害化するための排ガス処理装置106に接続されている。

【0008】

上記のような構成の縦型シャワーヘッド型MOCVD装置において、化合物半導体結晶を成長させる場合には、サセプタ108に基板107が設置され、その後、回転軸112の回転によりサセプタ108が回転させられる。そして、ヒータ109の加熱によりサセプタ108を介して基板107が所定の温度に加熱され、シャワープレート110に形成されている複数のガス吐出孔から反応炉101の内部の成長室111に反応ガス及び不活性ガスが導入される。

10

【0009】

複数の反応ガスを供給して基板上で反応せしめ薄膜を形成する方法として、従来は、シャワーヘッドの中で複数のガスを混合し、シャワープレートに多数設けられているガス吐出口から基板に反応ガスを吹き出させる方法がとられていた。

【0010】

しかし、成膜が行われる成長室内は排気系を用い、減圧して使用する場合が多いことから、シャワーヘッド内の圧力は成長室内に較べると格段に高く、シャワーヘッド内で気相反応が生ずることが避けられなかった。

20

【0011】

この問題を解決するため、例えば特許文献1に開示された半導体製造装置には、図11に示すように、複数の反応ガスにそれぞれバッファエリア201及びバッファエリア202とを2層上下に配置し、これらバッファエリア201及びバッファエリア202からそれぞれの反応ガスをシャワープレートのガス吐出孔203・204を通して、分離した状態で成長室へ供給する方法が示されている。この方法では、反応ガスが分離した状態で供給されるため、シャワーヘッド200内で気相反応が生ずることはない。

【0012】

一方、シャワープレートの複数のガス吐出孔から反応ガスを供給すると、基板上での濃度分布が不均一となり膜厚分布が異なると云う問題が生じる。

30

【0013】

そこで、特許文献2では、図12(a)に示すように、反応ガスを均等な濃度分布で基板上に供給し、基板上で気相反応させる方法が示されている。

【0014】

すなわち、図12(b)に示すように、基板Pの設置上方の中央部にガス導入口301を設け、このガス導入口301からシャワープレート302へつながる拡開する外壁303の角度が大きい場合には、基板P上での反応ガスの濃度分布が均一とならない。これに対して、図12(a)に示すように、ガス導入口301からシャワープレート302へつながる拡開する外壁303の角度を水平に近づけることにより、シャワープレート302のガス吐出孔での反応ガスの速度差を緩和でき、基板P上での反応ガスの濃度分布の均一化が図られる。

40

【0015】

同様に、特許文献3では、図13に示すように、基板401上の上部電極402と調整板403との間隔を変えることによって、上部電極402から吐出するガス流速を変更することが開示されている。

【0016】

さらに、特許文献4では、図14に示すように、シャワープレート501の周辺部に配置した環状のガス流路502に均等に配置したガス導入口503からシャワープレート501上部空間に反応ガスを吐出させると共に、成長室504の周囲に環状のガス排出部5

50

05を設置し、ガス排出部505に均等配置した排気孔506を介して排ガスを排出している。これにより、基板507表面への反応ガスの均一供給を可能にしている。

【特許文献1】特開平5-152208号公報(1993年6月18日公開)

【特許文献2】特開2005-72196号公報(2005年3月17日公開)

【特許文献3】特開2001-53065号公報(2001年2月23日公開)

【特許文献4】特開平3-203227号公報(1991年9月4日公開)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

ところで、基板上に均一な膜厚分布の薄膜を再現性よく成長させるには、基板上で均等な濃度分布で反応ガスを気相反応させることが必要である。

10

【0018】

しかしながら、従来の特許文献1の気相成長装置である半導体製造装置では、反応ガスが分離した状態で供給されるため、シャワーヘッド200内で気相反応が生ずることはないが、各反応ガスのガス吐出孔203・204からのガス流速のばらつきにより、基板上での濃度分布が不均一となり、膜厚分布が異なると云う問題が生じる。

【0019】

一方、特許文献2及び特許文献3の気相成長装置では、シャワープレート302又は上部電極402のガス吐出孔での反応ガスの速度差を緩和でき、基板P上での反応ガスの濃度分布の均一化が図られるが、基板Pの中心部及び周辺部の両方における濃度分布の均一化を図るためには、シャワープレート302又は上部電極402の上部に十分な高さ空間が必要となってしまう。

20

【0020】

また、特許文献4の気相成長装置では、シャワープレート501の周辺部に配置した環状のガス流路502に均等に配置したガス導入孔503からシャワープレート501上部空間に反応ガスを吐出させることによって、周辺部からの周方向への反応ガス均一導入を可能とすることにより、基板507面上での周方向のガス流れを均一化している。しかし、基板507の中央部と周辺部とでのガス濃度の均一化は図れない。

【0021】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、原料ガスを周辺部から導入した場合に、成長室の被処理基板面上のガス濃度分布を均一化することができ、成膜厚や組成比を向上させることができる気相成長装置及び半導体素子の製造方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0022】

本発明の気相成長装置は、上記課題を解決するために、成長室の上側に設けられたガス供給手段から成長室内に原料ガスを供給して該成長室内の被処理基板に気相成長を行う気相成長装置において、上記ガス供給手段は、外周において環状に設けられて上記原料ガスが導入される外環流路と、上記外環流路の内側に設けられ、かつ上記原料ガスを通す開口を有する開口付き内側壁と、上記開口付き内側壁の内側に位置する原料ガスの中間室と、上記中間室の下流側に位置して複数のガス吐出孔を有するシャワープレートとを備えていると共に、上記中間室は、中心部の方が周辺部よりも高さが高いことを特徴としている。

40

【0023】

上記の発明によれば、原料ガスは、外周において環状に設けられた外環流路に導入され、外環流路の内側に設けられ、かつ上記原料ガスを通す開口を有する開口付き内側壁を通して、開口付き内側壁の内側に位置する原料ガスの中間室に導入される。そして、この中間室から、下流側に位置して複数のガス吐出孔を有するシャワープレートを通して成長室内に原料ガスを供給して該成長室内の被処理基板にて気相成長が行われる。

【0024】

この場合、中間室において周辺部から原料ガスを導入すると、周辺部と中央部とでは圧

50

力損失が異なるので、原料ガスのガス流速が変化する。この結果、成長室の被処理基板面上のガス濃度分布が不均一になるという問題が発生する。

【0025】

そこで、本発明では、中間室は、中心部の方が周辺部よりも高さが高くなっている。このため、中間室の中央部での圧力損失を低減できるので、中間室の中心部においても、周辺部と同じガス流速を保持することができる。

【0026】

したがって、原料ガスを周辺部から導入した場合に、成長室の被処理基板面上のガス濃度分布を均一化することができ、成膜厚や組成比を向上させることができる気相成長装置を提供することができる。

10

【0027】

本発明の気相成長装置では、前記シャワープレートにおけるガス吐出孔は、放射方向外側の開口率が放射方向内側の開口率よりも小さくなっていることが好ましい。

【0028】

これにより、中間室の中央部の圧力損失が中間室の周辺部の圧力損失に比べて小さくなる。

【0029】

したがって、原料ガスを周辺部から導入した場合に、成長室の被処理基板面上のガス濃度分布をさらに均一化することができ、成膜厚や組成比を向上させることができる気相成長装置を提供することができる。

20

【0030】

また、本発明の気相成長装置では、前記シャワープレートにおけるガス吐出孔は、外周部の孔径が内周部の孔径よりも小さいことが好ましい。

【0031】

これにより、ガス吐出孔の孔径を変化させることによって、具体的に、シャワープレートにおけるガス吐出孔を、放射方向外側の開口率が放射方向内側の開口率よりも小さくすることができる。

【0032】

また、本発明の気相成長装置では、前記シャワープレートにおけるガス吐出孔は、外周部の配設密度が内周部の配設密度よりも小さいことが好ましい。

30

【0033】

これにより、ガス吐出孔の配設密度を変化させることによって、具体的に、シャワープレートにおけるガス吐出孔を、放射方向外側の開口率が放射方向内側の開口率よりも小さくすることができる。

【0034】

また、本発明の気相成長装置では、前記中間室は、分離板により区切られて異なる種類の原料ガスをそれぞれ収容する複数の個別中間室からなっていることが好ましい。

【0035】

これにより、複数の原料ガスを各個別中間室で滞留し、成長室内に原料ガスを供給し、該成長室内の被処理基板に気相成長を行わせることができる。

40

【0036】

また、本発明の気相成長装置では、前記複数の個別中間室は、積層配置されていることが好ましい。

【0037】

これにより、複数の個別中間室を立体的にコンパクトに構成することができる。

【0038】

また、本発明の気相成長装置では、前記積層配置された個別中間室における下層の個別中間室には、前記シャワープレートにおける、異なる種類の原料ガスを供給する複数のガス吐出孔に接続された、該下層の個別中間室よりも上層の個別中間室に連通する個別ガス供給管が貫通して設けられていることが好ましい。

50

【 0 0 3 9 】

これにより、各原料ガスが、積層配置された各個別中間室で混合されることなく、シャワープレートのガス吐出孔から成長室内に各原料ガスを供給することができる。

【 0 0 4 0 】

また、本発明の気相成長装置では、前記積層配置された個別中間室における下層の個別中間室からさらに下側に向けて、前記シャワープレートにおける、原料ガスを供給する複数のガス吐出孔に接続された個別ガス供給管が設けられている共に、上記個別ガス供給管内には、上記下層の個別中間室よりも上層の個別中間室に連通する個別ガス供給管が挿入して設けられているとすることができる。

【 0 0 4 1 】

これにより、各原料ガスが、積層配置された各個別中間室で混合されることなく、成長室直前で混合後、シャワープレートのガス吐出孔から成長室内に各原料ガスを供給することができる。

【 0 0 4 2 】

また、本発明の気相成長装置では、前記シャワープレートと中間室との間に冷却手段が設けられていることが好ましい。

【 0 0 4 3 】

これにより、反応性の高い原料ガスが中間室で化学変化するのを防止することができる。

【 0 0 4 4 】

本発明の半導体素子の製造方法は、上記課題を解決するために、上記記載の気相成長装置を用いて、半導体素子を製造することを特徴としている。

【 0 0 4 5 】

上記発明によれば、原料ガスを周辺部から導入した場合に、成長室の被処理基板面上のガス濃度分布を均一化することができ、成膜厚や組成比を向上させることができる気相成長装置を用いた半導体素子の製造方法を提供することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 4 6 】

本発明の気相成長装置は、以上のように、成長室の上側に設けられたガス供給手段から成長室内に原料ガスを供給して該成長室内の被処理基板に気相成長を行う気相成長装置において、上記ガス供給手段は、外周において環状に設けられて上記原料ガスが導入される外環流路と、上記外環流路の内側に設けられ、かつ上記原料ガスを通ず開口を有する開口付き内側壁と、上記開口付き内側壁の内側に位置する原料ガスの中間室と、上記中間室の下流に位置して複数のガス吐出孔を有するシャワープレートとを備えていると共に、上記中間室は、中心部の高さ方向の間隔が周辺部の高さ方向の間隔よりも大きいものである。

【 0 0 4 7 】

また、本発明の半導体素子の製造方法は、以上のように、上記記載の気相成長装置を用いて、半導体素子を製造する方法である。

【 0 0 4 8 】

それゆえ、原料ガスを周辺部から導入した場合に、成長室の被処理基板面上のガス濃度分布を均一化することができ、成膜厚や組成比を向上させることができる気相成長装置及び半導体素子の製造方法を提供するという効果を奏する。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 4 9 】

〔 実施の形態 1 〕

本発明の一実施形態について図 1 ないし図 7 に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、本発明の図面において、同一の参照符号は、同一部分又は相当部分を表わすものとする。

【 0 0 5 0 】

図 2 に、本発明の気相成長装置としての M O C V D (Metal Organic Chemical Vapor D

10

20

30

40

50

osition : 有機金属気相堆積)装置の一例である縦型シャワーヘッド型のMOCVD装置10の模式的な構成の一例を示す。

【0051】

本実施の形態のMOCVD装置10は、図2に示すように、中空部である成長室1を有する反応炉2と、被処理基板としての被成膜基板3を載置するサセプタ4と、上記サセプタ4に対向しかつ底面にシャワープレート21を持つガス供給手段としてのシャワーヘッド20とを含んでいる。

【0052】

上記サセプタ4の下側には被成膜基板3を加熱するヒータ5及び支持台6が設けられており、支持台6に取り付けた回転軸7が図示しないアクチュエータ等によって回転することにより、上記サセプタ4及びヒータ5が、サセプタ4の上面(シャワープレート21側の面)が対向するシャワープレート21と平行な状態を保ちながら回転するようになっている。上記サセプタ4、ヒータ5、支持台6及び回転軸7の周囲には、ヒータカバーである被覆板8が、これらサセプタ4、ヒータ5、支持台6及び回転軸7を取り囲むように設けられている。

10

【0053】

また、MOCVD装置10は、成長室1の内部のガスを周辺のガス排出口1aを通して外部に排出するためのガス排出部11と、このガス排出部11に接続されたパージライン12と、このパージライン12に接続された排ガス処理装置13とを有している。これにより、成長室1の内部に導入されたガスはガス排出部11を通して成長室1の外部に排出され、排出されたガスはパージライン12を通過して排ガス処理装置13に導入され、排ガス処理装置13において無害化される。

20

【0054】

さらに、MOCVD装置10は、III族元素を含む原料ガスとしてのIII族系ガスの供給源となるIII族系ガス供給源31と、このIII族系ガス供給源31から供給されたIII族系ガスをシャワーヘッド20に供給するためのIII族系ガス配管32と、III族系ガス供給源31から供給されるIII族系ガスの供給量を調節することができるIII族系ガス供給量調節部としてのマスフローコントローラ33とを有している。上記III族系ガス供給源31は、III族系ガス配管32によって、マスフローコントローラ33を介して、シャワーヘッド20のIII族系ガス供給部23に接続されている。

30

【0055】

なお、本実施の形態において、III族元素としては、例えば、Ga(ガリウム)、Al(アルミニウム)又はIn(インジウム)等があり、III族元素を含むIII族系ガスとしては、例えば、トリメチルガリウム(TMGa)又はトリメチルアルミニウム(TMA)等の有機金属ガスの1種類以上を用いることができる。

【0056】

また、このMOCVD装置10は、V族元素を含む原料ガスとしてのV族系ガスの供給源となるV族系ガス供給源34と、V族系ガス供給源34から供給されたV族系ガスをシャワーヘッド20に供給するためのV族系ガス配管35と、V族系ガス供給源34から供給されるV族系ガスの供給量を調節することができるV族系ガス供給量調節部であるマスフローコントローラ36とを有している。上記V族系ガス供給源34は、V族系ガス配管35によって、マスフローコントローラ36を介してシャワーヘッド20のV族系ガス供給部24に接続されている。

40

【0057】

なお、本実施の形態において、V族元素としては、例えば、N(窒素)、P(リン)又はAs(ヒ素)等があり、V族元素を含むV族系ガスとしては、例えば、アンモニア(NH₃)、ホスフィン(PH₃)又はアルシン(AsH₃)等の水素化合物ガスの1種類以上を用いることができる。

【0058】

上記マスフローコントローラ33・36は図示しない制御部にて制御されるようになっ

50

ている。

【 0 0 5 9 】

また、本実施の形態では、III 族系ガス供給部 2 3 とシャワープレート 2 1 との間に冷却手段としての冷水供給部 2 2 が設けられており、この冷水供給部 2 2 には、シャワープレート 2 1 を冷却するために、冷水系配管 3 7 により水冷装置 3 8 から冷水が供給されるようになっている。なお、本実施の形態では、冷水供給部 2 2 は冷却水を供給するようになっているが、必ずしも水に限らず、他の液体及び気体による冷媒を用いることが可能である。

【 0 0 6 0 】

次に、図 1 (a) (b) を用いてシャワーヘッド 2 0 の構成を説明する。

10

【 0 0 6 1 】

シャワーヘッド 2 0 は、図 1 (a) に示すように、下から順番に、シャワープレート 2 1、冷水供給部 2 2、III 族系ガス供給部 2 3、及び V 族系ガス供給部 2 4 が積層されて構成されている。

【 0 0 6 2 】

上記シャワープレート 2 1、冷水供給部 2 2、III 族系ガス供給部 2 3、及び V 族系ガス供給部 2 4 は積層配置であるため、本実施の形態では、V 族系ガス供給部 2 4 における中間室及び個別中間室としての V 族系ガスバッファエリア 2 4 b の V 族系ガスは、中間室及び個別中間室としての III 族系ガスバッファエリア 2 3 b、及び冷水系バッファエリア 2 2 b を貫通して設けられた個別ガス供給管としての V 族系ガス供給管 2 4 c を通してシャワープレート 2 1 のガス吐出孔としての V 族系ガス吐出孔 H 5 から成長室 1 に吐出される。

20

【 0 0 6 3 】

また、III 族系ガス供給部 2 3 における III 族系ガスバッファエリア 2 3 b の III 族系ガスは、冷水系バッファエリア 2 2 b を貫通して設けられた III 族系ガス供給管 2 3 c を通してシャワープレート 2 1 のガス吐出孔としての III 族系ガス吐出孔 H 3 から成長室 1 に吐出される。

【 0 0 6 4 】

以下、それぞれについて、詳細に説明する。

【 0 0 6 5 】

まず、図 3 (a) に、図 1 (a) に示す M O C V D 装置 1 0 に用いられるシャワープレート 2 1 の一例の模式的な平面図を示す。

30

【 0 0 6 6 】

シャワープレート 2 1 には、成長室 1 に III 族系ガスを供給するための III 族系ガス吐出孔 H 3、及び V 族系ガスを供給するためのガス吐出孔としての V 族系ガス吐出孔 H 5 がそれぞれ複数形成されている。そして、シャワープレート 2 1 の面内（前記サセプタ 4 に向かい合っている表面内）において、III 族系ガス吐出孔 H 3 と V 族系ガス吐出孔 H 5 とが交互に配列されている。図 3 (a) に示す例においては、III 族系ガス吐出孔 H 3 及び V 族系ガス吐出孔 H 5 の配列方向は、水平方向及び垂直方向となっている。つまり、格子状となっている。ただし、この格子は正方格子に限らず、菱形の格子等でもよい。また、図 3 (a) に示す構成のシャワープレート 2 1 における、III 族系ガス吐出孔 H 3 の開口部の面積と、V 族系ガス吐出孔 H 5 の開口部の面積とは同一となっている。

40

【 0 0 6 7 】

図 3 (b) は、シャワープレート 2 1 の他の例における模式的な平面図を示す。シャワープレート 2 1 の複数の III 族系ガス吐出孔 H 3 及び V 族系ガス吐出孔 H 5 は、放射方向外側の開口率が放射方向内側の開口率よりも小さくなっている。

【 0 0 6 8 】

具体的には、例えば、中央部 2 1 a と周辺部 2 1 b との違いによって、中央部 2 1 a では孔径を大きくし、周辺部 2 1 b では孔径を小さくしている。これにより、周辺部 2 1 b でのガスの流量を抑制することができる。なお、図 3 (b) に示すように、周辺部 2 1 b

50

でIII族系ガス吐出孔H3及びV族系ガス吐出孔H5の孔径を小さくした場合においても、III族系ガス吐出孔H3の開口部の面積と、V族系ガス吐出孔H5の開口部の面積とは同一となっている。勿論、中央部21aにおいても、III族系ガス吐出孔H3の開口部の面積と、V族系ガス吐出孔H5の開口部の面積とは同一となっている。

【0069】

また、放射方向外側の開口率が放射方向内側の開口率よりも小さくする方法としては、必ずしもこれに限らない。例えば、外周部としての周辺部21bのIII族系ガス吐出孔H3及びV族系ガス吐出孔H5の配設密度が、内周部としての中央部21aのIII族系ガス吐出孔H3及びV族系ガス吐出孔H5の配設密度よりも小さいとすることも可能である。

【0070】

次に、冷水供給部22は、図1(a)に示すシャワープレート21を一定の温度以下に冷却することによって、シャワープレート21への反応生成物の付着を抑制し、III族系ガス吐出孔H3及びV族系ガス吐出孔H5の目詰まりを防止する。

【0071】

次に、各ガス供給部について説明する。

【0072】

図1(a)に示すように、III族系ガス供給部23は、シャワーヘッド20の例えば周辺部から供給されたIII族系ガスを均一にIII族系ガス吐出孔H3に導くため、外環流路としてのIII族系ガス外環流路23aと、III族系ガスバッファエリア23bと、このIII族系ガスバッファエリア23bから成長室1に連通するIII族系ガス供給管23cとにより構成されている。なお、III族系ガス供給管23cの断面は、必ずしも円形に限ることはなく、角管、楕円管又はその他の断面でもよい。また、本発明では、冷水供給部22が無い場合には、III族系ガス供給管23cはなくても良い。その場合には、III族系ガスバッファエリア23bのIII族系ガスはIII族系ガス吐出孔H3から吐出される。

【0073】

一方、同様に、V族系ガス供給部24は、シャワーヘッド20の周辺部より供給された反応ガスを均一にV族系ガス吐出孔H5に導くため、外環流路としてのV族系ガス外環流路24aと、V族系ガスバッファエリア24bと、個別ガス供給管としてのV族系ガス供給管24cとにより構成されている。なお、V族系ガス供給管24cの断面についても、必ずしも円形に限ることはなく、角管、楕円管又はその他の断面でもよい。

【0074】

ここで、図4は、V族系ガス外環流路24aの斜視図である(III族系ガス外環流路23aも構造は同じであるため説明は省略する。)。

【0075】

例えば、V族系ガス外環流路24aの横方向から供給されたV族系ガスは、V族系ガス外環流路24aの内周側に均等配置された複数の開口Hを有する開口付き内側壁としての開口付き仕切り24dを介して、半径方向の内部に均一にV族系ガスバッファエリア24bへ供給される。そして、V族系ガスバッファエリア24bのV族系ガスは、前記複数のV族系ガス供給管24cを通過して、V族系ガス吐出孔H5から成長室1へ供給される。

【0076】

すなわち、図1(a)に示すように、III族系ガスバッファエリア23b内には、V族系ガス供給管24cが、それぞれのガスが混合しないよう分離されて配置されている。つまり、III族系ガスバッファエリア23bの平面においては、III族系ガス吐出孔H3の位置には、III族系ガスバッファエリア23bからIII族系ガス吐出孔H3へ連通されるIII族系ガス供給管23cが配置されていると共に、V族系ガス吐出孔H5の位置には、V族系ガスバッファエリア24bからV族系ガス吐出孔H5に連通されるV族系ガス供給管24cが柱のように林立していることになる。

【0077】

次に、本実施の形態におけるIII族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bの高さ形状について、図1(b)に基づいて説明する。図1(b)は、II

10

20

30

40

50

I 族系ガスバッファエリア 2 3 b 及び V 族系ガスバッファエリア 2 4 b の高さ形状を説明する断面図である。なお、III 族系ガスバッファエリア 2 3 b 及び V 族系ガスバッファエリア 2 4 b のいずれにおいても説明は同じになるため、V 族系ガスバッファエリア 2 4 b について説明する。

【 0 0 7 8 】

図 4 で説明したように、V 族系ガス外環流路 2 4 a の開口付き仕切り 2 4 d から、周方向に均一に V 族系ガスバッファエリア 2 4 b へ原料ガスが供給される。この原料ガスは、複数の V 族系ガス供給管 2 4 c を通って、V 族系ガス吐出孔 H 5 から成長室 1 へ送られる。

【 0 0 7 9 】

このとき、V 族系ガスバッファエリア 2 4 b の高さが一定であれば、圧力損失により、周辺部に比べて中央部での流速は遅くなり、V 族系ガス吐出孔 H 5 から成長室 1 へ送り込まれるガス量が、中央部と周辺部とで異なってしまう。

【 0 0 8 0 】

そこで、本実施の形態では、V 族系ガスバッファエリア 2 4 b の上壁 UW の高さを周辺部よりも中心部で高くする形状とすることによって、V 族系ガス吐出孔 H 5 から成長室 1 へ送り込まれるガス量が、中央部と周辺部とで均一となるようにしている。

【 0 0 8 1 】

この作用効果を、図 5 (a) (b) 及び図 6 (a) (b) のシミュレーション結果に基づいて説明する。ここで、図 5 (a) は III 族系ガスバッファエリア 2 3 b (又は V 族系ガスバッファエリア 2 4 b) の上壁 UW が水平である場合と傾斜を有する場合 (中央部が周辺部よりも高い場合と低い場合) とにおける III 族系ガス吐出孔 H 3 (又は V 族系ガス吐出孔 H 5) での流速とシャワープレート 2 1 の半径方向の位置との関係を示すグラフであり、図 5 (b) は図 5 (a) におけるシャワープレート 2 1 の位置に対応する流速分布を示す図である (中央部が周辺部に比べて高い場合) 。また、図 6 (a) は III 族系ガスバッファエリア 2 3 b (又は V 族系ガスバッファエリア 2 4 b) の上壁 UW の中心部が周辺部に比べて高い場合における III 族系ガスバッファエリア 2 3 b (又は V 族系ガスバッファエリア 2 4 b) 及び成長室 1 の圧力分布を示す図であり、図 6 (b) は III 族系ガスバッファエリア 2 3 b (又は V 族系ガスバッファエリア 2 4 b) の上壁 UW の中央部が周辺部に比べて低い場合における III 族系ガスバッファエリア 2 3 b (又は V 族系ガスバッファエリア 2 4 b) 及び成長室 1 の圧力分布を示す図である。上記 III 族系ガスバッファエリア 2 3 b の上壁 UW は、本発明の分離板として機能する。

【 0 0 8 2 】

この図 5 (a) (b) 及び図 6 (a) (b) に示すデータは、上壁 UW の傾斜が流速及び圧力分布にどのような影響を与えるかを説明するものとして提示している。

【 0 0 8 3 】

図 5 (a) (b) に示すように、III 族系ガスバッファエリア 2 3 b (又は V 族系ガスバッファエリア 2 4 b) の上壁 UW が水平である場合には、周辺部から導入された原料ガスは、プロット「 \square 」で示すように、シャワープレート 2 1 の中心部に行くほど流速が小さくなる。これに対して、III 族系ガスバッファエリア 2 3 b (又は V 族系ガスバッファエリア 2 4 b) の上壁 UW が中央に向かって高くなるように傾斜している場合には、周辺部から導入された原料ガスは、プロット (黒四角) で示すように、シャワープレート 2 1 の中心部でも流速が小さくなることはない。逆に、III 族系ガスバッファエリア 2 3 b (又は V 族系ガスバッファエリア 2 4 b) の上壁 UW が中央に向かって低くなるように傾斜している場合には、周辺部から導入された原料ガスは、プロット (\times) で示すように、シャワープレート 2 1 の中心部での流速が、上壁が水平のときよりも小さくなる。

【 0 0 8 4 】

図 6 (a) (b) に示す原料ガスの圧力分布においても、III 族系ガスバッファエリア 2 3 b (又は V 族系ガスバッファエリア 2 4 b) の上壁 UW が中央に向かって高く傾斜している場合には、図 6 (a) に示すように、バッファエリア内の圧力は均一化されている

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

これに対して、III 族系ガスバッファエリア 2 3 b (又はV 族系ガスバッファエリア 2 4 b) の上壁 U W が中央に向かって低くなるように傾斜している場合には、図 6 (b) に示すように、周辺部から導入された原料ガスは、バッファエリアの中央部においては圧力が低くなっていることがわかる。

【 0 0 8 6 】

これらのことは、III 族系ガスバッファエリア 2 3 b (又はV 族系ガスバッファエリア 2 4 b) の上壁 U W が中央に向かって高くなるように傾斜している場合には、図 5 (a) において、シャワープレート 2 1 の周辺部及び中心部のいずれにおいても流速は殆ど変わらないことを示している。

【 0 0 8 7 】

この構成によって、本実施の形態では、シャワープレート 2 1 のIII 族系ガス吐出孔 H 3 及びV 族系ガス吐出孔 H 5 から吐出されるIII 族系ガス及びV 族系ガスについて、シャワープレート 2 1 の全領域において、均一な流速を保持し、ガス濃度の均一化を図ることができるものとなっている。

【 0 0 8 8 】

次に、III - V 族化合物半導体結晶を本実施の形態の M O C V D 装置 1 0 を用いた M O C V D 法により成長させてIII - V 族化合物半導体を製造する方法を、図 1 (a) (b) 及び図 2 に基づいて説明する。

【 0 0 8 9 】

すなわち、図 2 に示す構成の本実施の形態の M O C V D 装置 1 0 を用いて、III - V 族化合物半導体結晶を M O C V D 法により成長させる際には、まず、サセプタ 4 上に下地となる被成膜基板 3 が設置される。その後、回転軸 7 の回転により、サセプタ 4 の上面に設置された被成膜基板 3 の表面がシャワープレート 2 1 と平行な状態を保ちながら回転し、ヒータ 5 の加熱により、サセプタ 4 を介して被成膜基板 3 が所定の温度に加熱される。そして、シャワープレート 2 1 に形成されているIII 族系ガス吐出孔 H 3 からIII 族系ガスが成長室 1 に、被成膜基板 3 の表面に対して垂直方向に導入されると共に、シャワープレート 2 1 に形成されているV 族系ガス吐出孔 H 5 からV 族系ガスが成長室 1 に、被成膜基板 3 の表面に対して垂直方向に導入される。これにより、被成膜基板 3 の表面上にIII - V 族化合物半導体結晶が成長することになる。なお、ここでは、III 族系ガスの供給量及びV 族系ガスの供給量は、図示しない制御部によってマスフローコントローラ 3 3 ・ 3 6 にて制御され、III 族系ガス及びV 族系ガスのそれぞれが成長室 1 に供給されることになる。

【 0 0 9 0 】

III 族系ガス及びV 族系ガスは、シャワープレート 2 1 に交互に配列されたIII 族系ガス吐出孔 H 3 及びV 族系ガス吐出孔 H 5 からそれぞれ供給されていることから、被成膜基板 3 の表面上におけるIII 族系ガス吐出孔 H 3 とV 族系ガス吐出孔 H 5 との分布の偏りを低減することができる。

【 0 0 9 1 】

III 族系ガスとV 族系ガスとが混合し濃度分布が均一となり、ヒータ 5 による被成膜基板 3 の加熱と相俟ってIII 族系ガスとV 族系ガスとの気相反応が被成膜基板 3 の表面近傍において進行する。

【 0 0 9 2 】

したがって、本実施の形態の M O C V D 装置 1 0 を用いた場合には、従来の特許文献 1 ~ 4 に記載の装置を用いた場合と比べて、被成膜基板 3 の表面におけるIII 族系ガスとV 族系ガスとの気相反応の均一性を向上することができる。

【 0 0 9 3 】

すなわち、特許文献 1、4 では、各反応ガスのガス吐出孔からのガス流速のばらつきにより、基板上での濃度分布が不均一となり、膜厚分布が異なると言う問題が生じていた。

10

20

30

40

50

これに対して、本実施の形態のMOCVD装置10では、III族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bを設けると共に、各III族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bは、中心部の方が周辺部よりも高さが高いため、各原料ガスのIII族系ガス吐出孔H3及びV族系ガス吐出孔H5からのガス流速のばらつきがなくなっている。

【0094】

また、特許文献2、3に対しては、III族系ガス外環流路23a及びV族系ガス外環流路24aからIII族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bに原料ガスを導入することによって、III族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bの高さを抑えている。

10

【0095】

また、特許文献3は、排気位置に起因する成長室1での原料ガスの均一化を図るために、シャワープレートと調整板との間隔を調整している。これに対して、本実施の形態では、III族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bへの原料ガス導入時の流速分布の均一化を図っている。

【0096】

なお、上記においては、III族系ガス、V族系ガスを導入する場合について説明したが、本実施の形態においては、III族系ガス及びV族系ガスと共に、不活性ガスやドーパント源となるガス等を成長室1に供給してもよい。

【0097】

また、上記においては、III族系ガス吐出孔H3及びV族系ガス吐出孔H5がそれぞれ円形である場合について説明したが、本発明においては、III族系ガス吐出孔H3及びV族系ガス吐出孔H5の形状は特に限定されず、例えば、多角形又は楕円形等の形状にすることができる。

20

【0098】

また、上記においては、被成膜基板3を1枚設置した場合について説明したが、本発明においては、被成膜基板3は1枚だけでなく複数枚設置してもよい。

【0099】

さらに、本発明においては、MOCVD装置10を構成する反応炉2、シャワープレート21及びその他の部材の形状が、図2に示す形状に限定されないことは言うまでもない。

30

【0100】

最後に、上述したMOCVD装置10を用いた具体的な例えば半導体レーザ素子の製造方法について、図7に基づいて説明する。図7は、GaN系の半導体レーザ素子50を複式的に図解した断面図である。なお、半導体素子は、必ずしも半導体レーザ素子に限らず、LED素子等の半導体素子でもよい。

【0101】

上記半導体レーザ素子50の作製に際しては、図7に示すように、まず、厚さ400 μ mのn型Ga_{0.9}N基板51を、上記MOCVD装置10内に搬入する。次に、キャリアガス(H₂)を流しながらTMG(トリメチルガリウム)、NH₃、及びSiH₄を導入し、n型Ga_{0.9}N基板51に約1125℃の基板温度の下でSiドープn型Ga_{0.9}N下部コンタクト層52を厚さ4 μ mに成長させる。続いて、TMA(トリメチルアルミニウム)を所定流量で導入し、同じ基板温度の下で厚さ0.95 μ mのn型Al_{0.1}Ga_{0.9}N下部クラッド層53を形成する。この後、TMAの供給を停止し、同じ基板温度の下でSiドープn型Ga_{0.9}N下部ガイド層54を厚さ0.1 μ mに成長させる。

40

【0102】

その後、TMG及びSiH₄の供給を停止し、キャリアガスをH₂からN₂に代えて基板温度を約725℃まで下げた後に、TMI(トリメチルインジウム)及びTMGを導入し、In_vGa_{1-v}N(0<v<1)障壁層を成長させる。続いて、TMIの供給を所定量にまで増加させ、In_wGa_{1-w}N(0<w<1)井戸層を成長させる。

50

InGaN障壁層とInGaN井戸層との形成を繰り返して交互積層構造（障壁層/井戸層/・・・/井戸層/障壁層）からなる多重量子井戸を含む活性層55を形成する。InGaNの混晶からなる障壁層と井戸層との組成比及び厚さは、発光波長が370～430nmの範囲内になるように設計され、井戸層の数は例えば3層とすることができる。

【0103】

活性層55の形成後、TMI及びTMGの供給を停止して、活性層55よりも下のGaN系半導体層52～54の成長温度よりも低い約1050℃まで基板温度を高める。ここで、キャリアガスをN₂からH₂に代えて、TMG、TMA、及びp型ドーピング剤のビスクロペンタジエニルマグネシウム(Cp₂Mg)を導入し、例えば厚さ18nmのMgドープp型Al_{0.2}Ga_{0.8}N蒸発防止層56を形成する。

10

【0104】

次に、TMAの供給を停止し、TMGの供給量を調整して、同じ基板温度で例えば厚さ0.1μmのMgドープp型GaN上部ガイド層57を形成する。続いて、TMAを所定流量で導入してTMGの流量を調整し、同じ基板温度で例えば厚さ0.5μmのp型Al_{0.1}Ga_{0.9}N上部クラッド層58を形成する。そして、TMAの供給を停止してTMGの供給量を調整し、同じ基板温度で例えば厚さ0.1μmのMgドープp型GaN上部コンタクト層59を形成し、これによってエピタキシャル結晶成長を終了する。結晶成長終了後、TMG及びCp₂Mgの供給を停止して基板温度を下げ、室温にてウェハをMOCVD装置10から取り出す。

【0105】

20

得られたエピタキシャルウェハは、複数のレーザ素子チップに加工される。まず、p型用電極部分の形成に際して、幅2μmのストライプ状のレジストをMgドープp型GaN上部コンタクト層59上に形成し、反応性イオンエッチング(RIE)によってリッジストライプ部60を形成する。そして、電流狭窄のためのSiO₂誘電体膜61を蒸着によって形成する。次いで、レジストを剥離してMgドープp型GaN上部コンタクト層59を露出させ、Pd/Mo/Auの順序で蒸着してp型用電極62を形成する。

【0106】

その後、n型GaN基板51の第二主面を研磨等で削ることにより、ウェハ厚さを140μmにし、ウェハを分割し易いようにする。そして、n型GaN基板51の第二主面上にTi/A1の順序で蒸着してn型用電極63を形成する。n型用電極まで形成されたウェハは、劈開してバー状に分割され、劈開面からなる共振器端面が形成される。このとき、共振器長は、例えば500μmに設定される。その後、各バーをリッジストライプと平行にダイシングして分割し、複数のレーザ素子チップを得る。

30

【0107】

以上のプロセスにより、図7に示すGaN系の半導体レーザ素子50が得られる。

【0108】

このように、本実施の形態のMOCVD装置10は、成長室1の上側に設けられたシャワーヘッド20から成長室1内に原料ガスを供給してこの成長室1内の被成膜基板3に気相成長を行う。そして、シャワーヘッド20は、外周において環状に設けられて原料ガスが導入される例えばV族系ガス外環流路24a（又はIII族系ガス外環流路23a）と、V族系ガス外環流路24a（又はIII族系ガス外環流路23a）の内側に設けられ、かつ原料ガスを通す開口Hを有する開口付き仕切り24dと、この開口付き仕切り24dの内側に位置する原料ガスのV族系ガスバッファエリア24b（又はIII族系ガスバッファエリア23b）と、V族系ガスバッファエリア24b（又はIII族系ガスバッファエリア23b）の下流側に位置して複数のV族系ガス吐出孔H5（又はIII族系ガス吐出孔H3）を有するシャワープレート21とを備えていると共に、複数のV族系ガスバッファエリア24b（又はIII族系ガスバッファエリア23b）は、中心部の方が周辺部よりも高さが高い。

40

【0109】

この構成により、原料ガスは、外周において環状に設けられた例えばV族系ガス外環流

50

路 2 4 a (又はIII 族系ガス外環流路 2 3 a) に導入され、V 族系ガス外環流路 2 4 a (又はIII 族系ガス外環流路 2 3 a) の内側に設けられ、かつ原料ガスを通す開口 H を有する開口付き仕切り 2 4 d を通して、開口付き仕切り 2 4 d の内側に位置する原料ガスの V 族系ガスバッファエリア 2 4 b (又はIII 族系ガスバッファエリア 2 3 b) に導入される。

【 0 1 1 0 】

そして、この V 族系ガスバッファエリア 2 4 b (又はIII 族系ガスバッファエリア 2 3 b) から、下流側に位置して複数の V 族系ガス吐出孔 H 5 (又はIII 族系ガス吐出孔 H 3) を有するシャワープレート 2 1 を通して成長室 1 内に原料ガスを供給して該成長室 1 内の被成膜基板 3 にて気相成長が行われる。

10

【 0 1 1 1 】

この場合、V 族系ガスバッファエリア 2 4 b (又はIII 族系ガスバッファエリア 2 3 b) において周辺部から原料ガスを導入すると、周辺部と中央部とでは圧力損失が異なるので、原料ガスのガス流速が変化する。この結果、成長室 1 の被成膜基板 3 面上のガス濃度分布が不均一になるという問題が発生する。

【 0 1 1 2 】

そこで、本実施の形態では、V 族系ガスバッファエリア 2 4 b (又はIII 族系ガスバッファエリア 2 3 b) は、中心部の方が周辺部よりも高さが高くなっている。このため、V 族系ガスバッファエリア 2 4 b (又はIII 族系ガスバッファエリア 2 3 b) の中央部での圧力損失を低減できるので、V 族系ガスバッファエリア 2 4 b (又はIII 族系ガスバッファ

20

【 0 1 1 3 】

したがって、原料ガスをシャワープレート 2 1 の上部の周辺部から導入した場合に、シャワープレート 2 1 の上部の空間を有効活用でき、かつ、成長室 1 の被成膜基板 3 面上のガス濃度分布を均一化することができ、成膜厚や組成比を向上させることができる M O C V D 装置 1 0 を提供することができる。

【 0 1 1 4 】

また、本実施の形態の M O C V D 装置 1 0 では、シャワープレート 2 1 におけるIII 族系ガス吐出孔 H 3 (又はV 族系ガス吐出孔 H 5) は、このシャワープレート 2 1 の中心から外周に向かって放射方向外側の開口率が放射方向内側の開口率よりも小さくなっている

30

【 0 1 1 5 】

これにより、V 族系ガスバッファエリア 2 4 b (又はIII 族系ガスバッファエリア 2 3 b) の中央部の圧力損失が周辺部の圧力損失に比べて小さくなる。

【 0 1 1 6 】

したがって、原料ガスを周辺部から導入した場合に、成長室 1 の被成膜基板 3 面上のガス濃度分布をさらに均一化することができ、成膜厚や組成比を向上させることができる M O C V D 装置 1 0 を提供することができる。

【 0 1 1 7 】

また、本実施の形態の M O C V D 装置 1 0 では、シャワープレート 2 1 における V 族系ガス吐出孔 H 5 (又はIII 族系ガス吐出孔 H 3) は、外周部の孔径が内周部の孔径よりも小さいことが好ましい。

40

【 0 1 1 8 】

これにより、V 族系ガス吐出孔 H 5 (又はIII 族系ガス吐出孔 H 3) の孔径を変化させることによって、具体的に、シャワープレート 2 1 における V 族系ガス吐出孔 H 5 (又はIII 族系ガス吐出孔 H 3) を、放射方向外側の開口率が放射方向内側の開口率よりも小さくすることができる。

【 0 1 1 9 】

また、本実施の形態の M O C V D 装置 1 0 では、シャワープレート 2 1 における V 族系ガス吐出孔 H 5 (又はIII 族系ガス吐出孔 H 3) は、周辺部 2 1 b の配設密度が中央部 2

50

1 aの配設密度よりも小さいとすることが可能である。

【0120】

これにより、シャワープレート21におけるV族系ガス吐出孔H5（又はIII族系ガス吐出孔H3）の配設密度を変化させることによって、具体的に、シャワープレート21におけるV族系ガス吐出孔H5（又はIII族系ガス吐出孔H3）を、放射方向外側の開口率が放射方向内側の開口率よりも小さくすることができる。

【0121】

また、本実施の形態のMOCVD装置10では、III族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bは、分離板により区切られて異なる種類の原料ガスであるIII族系ガス及びV族系ガスをそれぞれ収容する複数からなっている。

10

【0122】

これにより、複数のIII族系ガス及びV族系ガスをIII族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bで滞留し、成長室1内に原料ガスを供給し、成長室1内の被成膜基板3に気相成長を行わせることができる。

【0123】

また、本実施の形態のMOCVD装置10では、複数のIII族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bは、積層配置されていることが好ましい。

【0124】

これにより、複数のIII族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bを立体的にコンパクトに構成することができる。

20

【0125】

また、本実施の形態のMOCVD装置10では、積層配置されたIII族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bにおける下層のIII族系ガスバッファエリア23bには、シャワープレート21における、異なる種類の原料ガスを供給する複数のIII族系ガス吐出孔H3及びV族系ガス吐出孔H5に接続された、該下層のIII族系ガスバッファエリア23bよりも上層のV族系ガスバッファエリア24bに連通するV族系ガス供給管24cが貫通して設けられている。

【0126】

これにより、各原料ガスが、積層配置されたIII族系ガスバッファエリア23b及びV族系ガスバッファエリア24bで混合されることなく、シャワープレート21のIII族系ガス吐出孔H3及びV族系ガス吐出孔H5から成長室1内に各原料ガスを供給することができる。

30

【0127】

また、本実施の形態のMOCVD装置10では、シャワープレート21とIII族系ガスバッファエリア23bとの間に冷水供給部22が設けられていることが好ましい。

【0128】

これにより、反応性の高い原料ガスがIII族系ガスバッファエリア23bで化学変化するのを防止することができる。

【0129】

本実施の形態の半導体レーザー素子50の製造方法では、上記記載のMOCVD装置10を用いて、半導体レーザー素子50を製造する。

40

【0130】

これにより、原料ガスを周辺部から導入した場合に、成長室1の被成膜基板3面上のガス濃度分布を均一化することができ、成膜厚や組成比を向上させることができるMOCVD装置10を用いた半導体素子の製造方法を提供することができる。

【0131】

〔実施の形態2〕

本発明の他の実施の形態について図8ないし図9に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、本実施の形態において説明すること以外の構成は、前記実施の形態1と同じである。また、説明の便宜上、前記の実施の形態1の図面に示した部材と同一の機能を有

50

する部材については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0132】

前記実施の形態1のMOCVD装置10では、図3(a)(b)に示すように、シャワープレート21におけるIII族系ガス吐出孔H3とV族系ガス吐出孔H5とは異なる位置に配設されていた。

【0133】

しかし、本実施の形態のMOCVD装置では、図8(a)(b)及び図9に示すように、V族系ガス供給管24cが、III族系ガス供給管23cの内側の同心に内在する2重管構造で配置されている点が異なっている。

【0134】

本実施の形態のMOCVD装置におけるガス供給管構造について、図8(a)(b)及び図9に基づいて説明する。図8(a)(b)は、ガス供給管構造の他の例における模式的な断面図であり、図9はシャワープレート21をサセプタ側から見た平面図である。

【0135】

本実施の形態では、図8(a)(b)に示すように、V族系ガス供給管24cは、III族系ガス供給管23cの内側に同心に挿入される2重管構造で配置されている。つまり、III族系ガスバッファエリア23bの平面においては、III族系ガスバッファエリア23bからIII族系ガス吐出孔H3へ連通されるIII族系ガス供給管23cが冷水系バッファエリア22bを貫通して配置されていると共に、そのIII族系ガス供給管23cの内側においては、V族系ガスバッファエリア24bからV族系ガス吐出孔H5に連通されるV族系ガス供給管24cがIII族系ガス供給管23cと同心に配置していることになる。2重管内側に位置するV族系ガス供給管24cを成長室1まで伸ばさず、冷水系バッファエリア22b域でIII族系ガスとV族系ガスとを混合させることによって、成長室1内の混合性を高めることができる。

【0136】

上述の2重管構造を、シャワープレート21を成長室1側から見た場合には、図9に示すように、III族系ガス吐出孔H3と同じ形状の孔が格子状に並ぶこととなる。

【0137】

このように、本実施の形態のMOCVD装置では、積層配置された個別中間室における下層の個別中間室としてのIII族系ガスバッファエリア23bからさらに下側に向けて、シャワープレート21における、原料ガスを供給する複数のIII族系ガス吐出孔H3に接続された個別ガス供給管としてのIII族系ガス供給管23cが設けられている共に、上記III族系ガス供給管23cには、上記III族系ガスバッファエリア23bよりも上層の個別中間室としてのV族系ガスバッファエリア24bに連通する個別ガス供給管としてのV族系ガス供給管24cが挿入して設けられている。

【0138】

これにより、各原料ガスが、積層配置された各個別中間室で混合されることなく、成長室1の直前で混合後、シャワープレート21のIII族系ガス吐出孔H3から成長室1内に各原料ガスを供給することができる。

【0139】

なお、本発明は、上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0140】

本発明は、シャワープレート上部の空間に周辺部よりガスを導入し、シャワープレートの複数のガス吐出孔から基板表面に反応ガスを供給するシャワープレートを用いた縦型のMOCVD装置等の気相成長装置及び半導体素子の製造方法に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0141】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明における気相成長装置の実施の一形態を示すものであって、(a)はシャワーヘッドにおける比較例としての上壁が水平であるバッファエリアを示す断面図であり、(b)はシャワーヘッドにおける本実施の形態の上壁が傾斜を有するバッファエリアを示す断面図である。

【図 2】上記気相成長装置の全体構成を示す概略図である。

【図 3】(a)は上記シャワーヘッドにおけるシャワープレートの構成を示す平面図であり、(b)は上記シャワーヘッドにおけるシャワープレートの他の構成を示す平面図である。

【図 4】上記シャワーヘッドにおけるV族系ガス供給部のV族系外環流路の構成を示す斜視図である。

10

【図 5】(a)はバッファエリアの上壁が水平である場合と傾斜を有する場合とにおけるガス吐出孔での流速と半径方向の位置との関係を示すグラフであり、(b)は(a)の位置に対応する流速分布を示す図である。

【図 6】(a)はバッファエリアの上壁の中央が高い場合におけるバッファエリア及び成長室の右半分の圧力分布を示す図であり、(b)はバッファエリアの上壁の中央が低い場合におけるバッファエリア及び成長室の右半分の圧力分布を示す図である。

【図 7】上記気相成長装置にて製造される半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。

【図 8】(a)は本発明における気相成長装置の他の実施の形態を示すものであり、シャワーヘッドのガス供給管が2重構造であることを示す断面図であり、(b)は2重管構造の詳細を示すものであり、(a)の破線領域を拡大して示す要部断面図である。

20

【図 9】上記気相成長装置の2重管構造において、シャワープレートを成長室側(下側)から見たシャワープレートの平面図である。

【図 10】従来の縦型シャワーヘッド型の気相成長装置の構成を示す断面図である。

【図 11】従来の他の縦型シャワーヘッド型の気相成長装置の構成を示す断面図である。

【図 12】(a)(b)は、従来のさらに他の縦型シャワーヘッド型の気相成長装置の全体構成を示す概略図である。

【図 13】従来のさらに他の縦型シャワーヘッド型の気相成長装置におけるシャワーヘッドの構成を示す断面図である。

【図 14】従来のさらに他の縦型シャワーヘッド型の気相成長装置におけるシャワーヘッドの構成を示す断面図である。

30

【符号の説明】

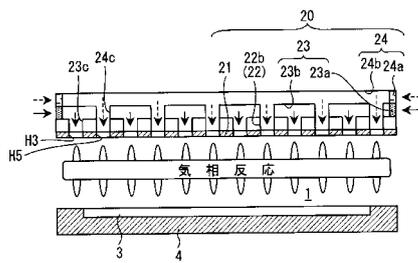
【0142】

- | | | |
|------|-------------------|----|
| 1 | 成長室 | |
| 1 a | ガス排出口 | |
| 2 | 反応炉 | |
| 3 | 被成膜基板(被処理基板) | |
| 4 | サセプタ | |
| 5 | ヒータ | |
| 7 | 回転軸 | |
| 10 | MOCVD装置(気相成長装置) | 40 |
| 11 | ガス排出部 | |
| 12 | ページライン | |
| 20 | シャワーヘッド(ガス供給手段) | |
| 21 | シャワープレート | |
| 21 a | 中央部(内周部) | |
| 21 b | 周辺部(外周部) | |
| 22 | 冷水供給部 | |
| 22 b | 冷水系バッファエリア | |
| 23 | III族系ガス供給部 | |
| 23 a | III族系ガス外環流路(外環流路) | 50 |

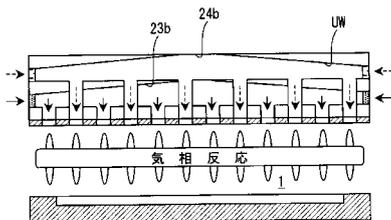
- 2 3 b III 族系ガスバッファエリア (中間室、個別中間室)
- 2 3 c III 族系ガス供給管 (個別ガス供給管)
- 2 4 V 族系ガス供給部
- 2 4 a V 族系ガス外環流路 (外環流路)
- 2 4 b V 族系ガスバッファエリア (中間室、個別中間室)
- 2 4 c V 族系ガス供給管 (個別ガス供給管)
- 2 4 d 開口付き仕切り (開口付き内側壁)
- 5 0 半導体レーザ素子
- H 開口
- H 3 III 族系ガス吐出孔 (ガス吐出孔)
- H 5 V 族系ガス吐出孔 (ガス吐出孔)
- U W 上壁

【 図 1 】

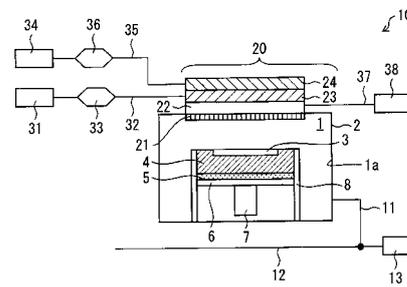
(a)



(b)

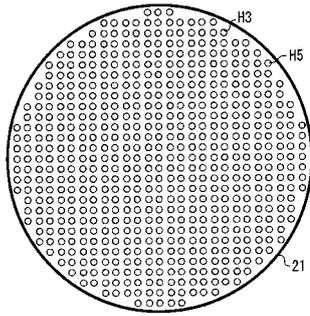


【 図 2 】

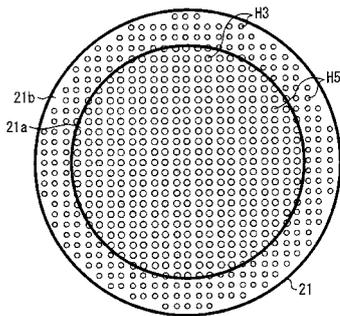


【図3】

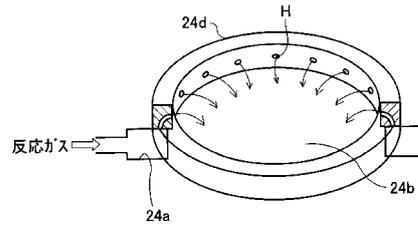
(a)



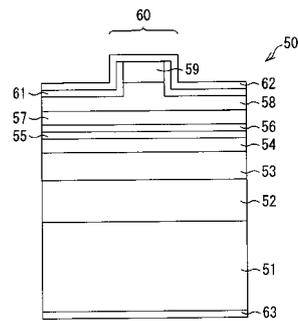
(b)



【図4】

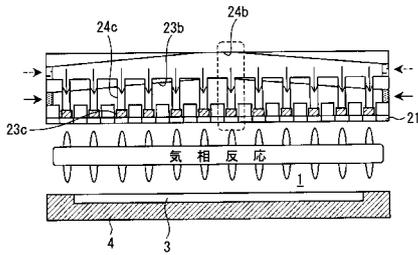


【図7】

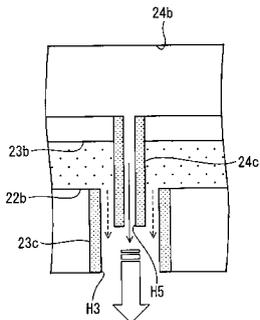


【図8】

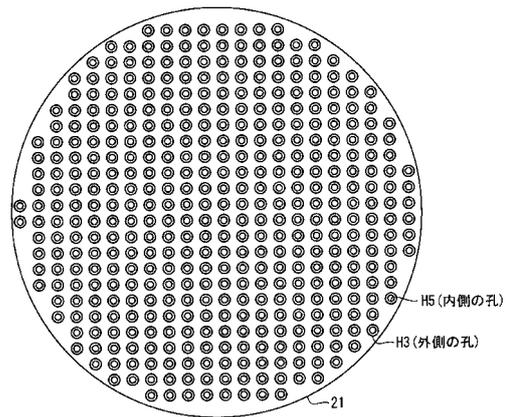
(a)



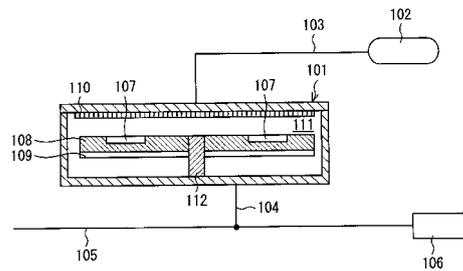
(b)



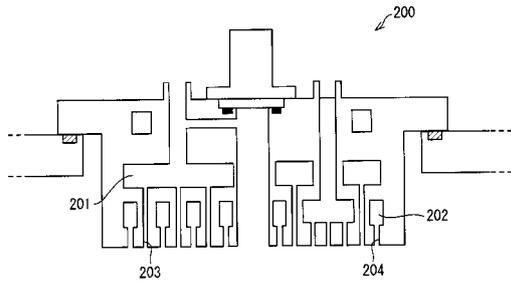
【図9】



【図10】

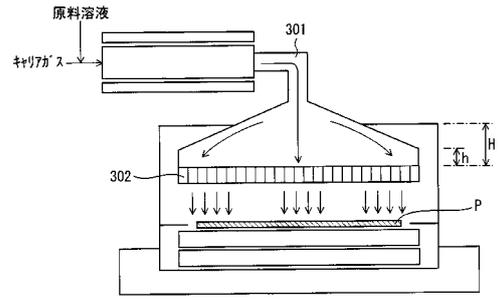


【図 1 1】

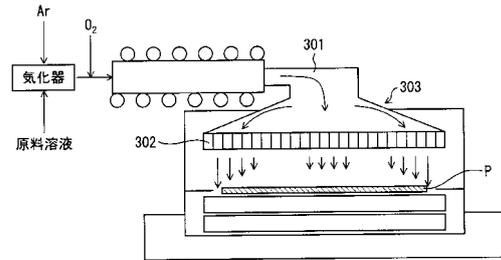


【図 1 2】

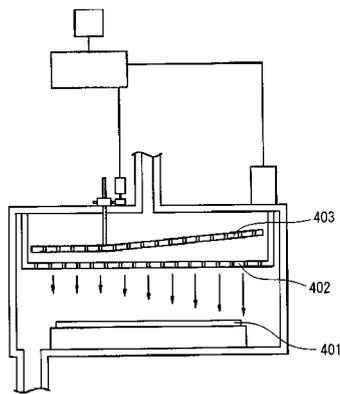
(a)



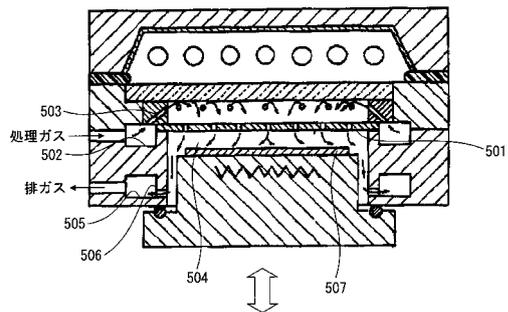
(b)



【図 1 3】

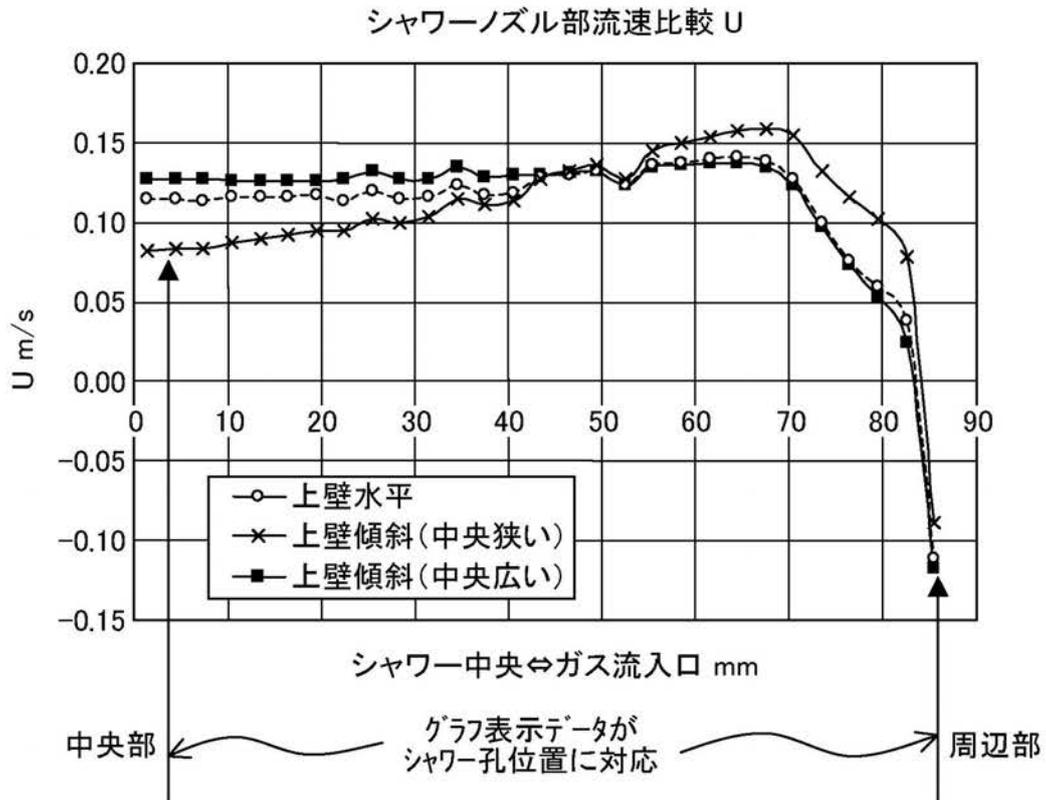


【図 1 4】

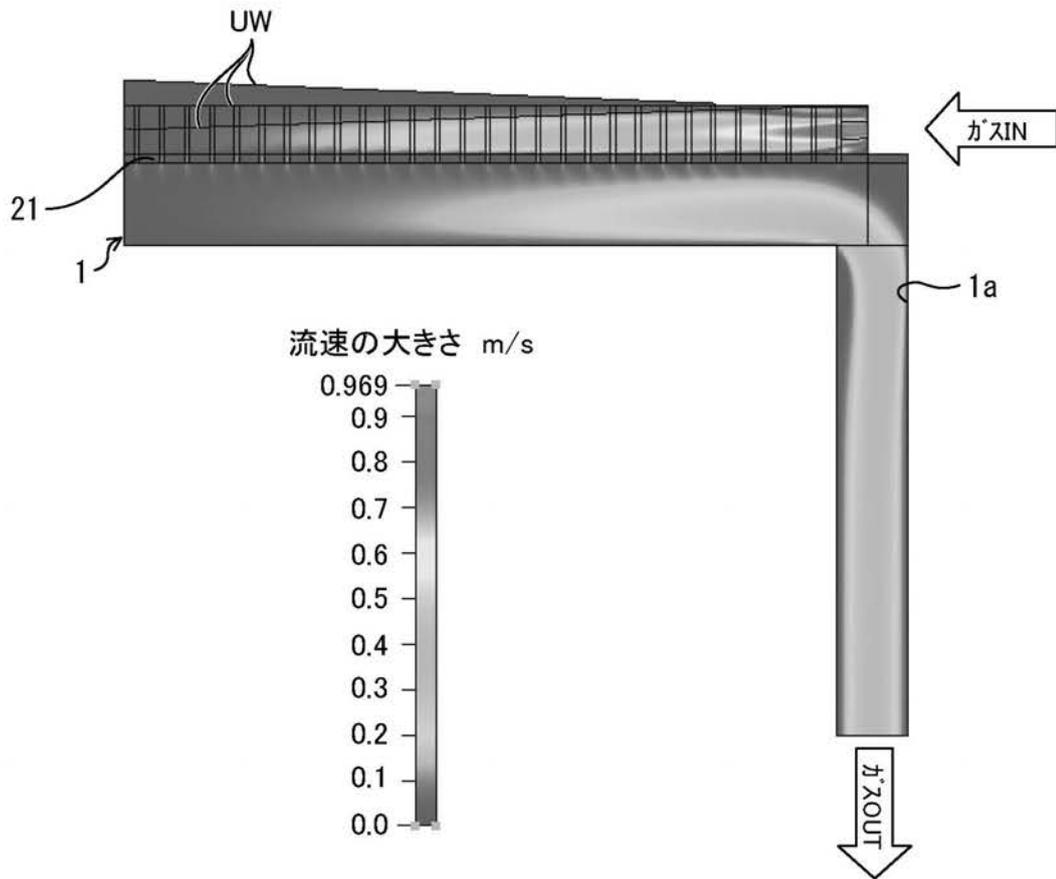


【図5】

(a)

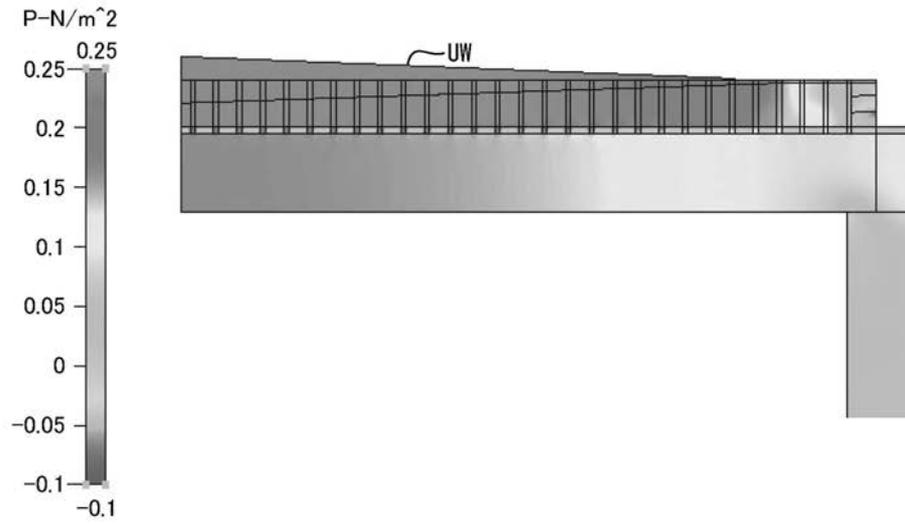


(b)

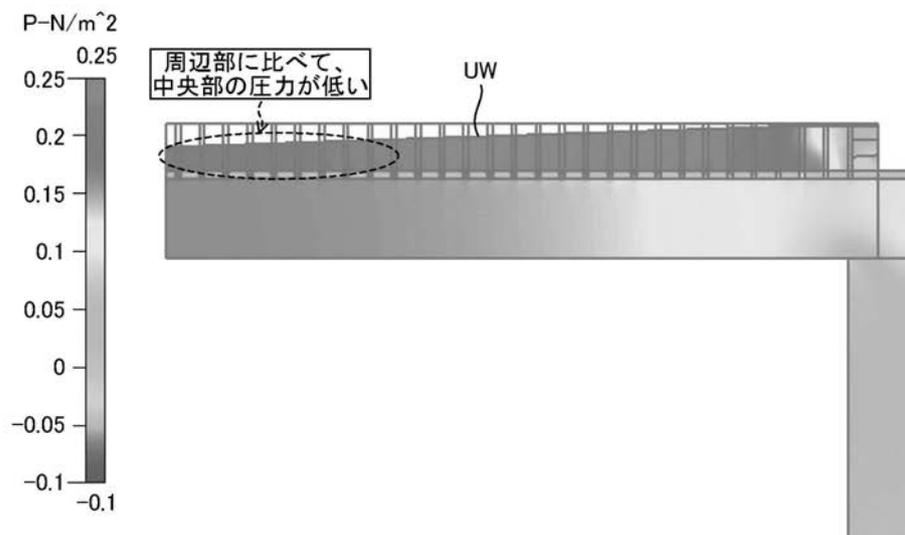


【 図 6 】

(a) 上壁傾斜(中央部が周辺部より高い)



(b) 上壁傾斜(中央部が周辺部より低い)



フロントページの続き

- (72)発明者 岡田 俊範
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 若狭 加奈子
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 足立 雄介
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内

審査官 大塚 徹

- (56)参考文献 特表2003-504842(JP,A)
特開2007-059306(JP,A)
特開2001-284335(JP,A)
特開平08-091989(JP,A)
特開2001-262351(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/205
H01L 21/31