

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6157942号
(P6157942)

(45) 発行日 平成29年7月5日(2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日(2017.6.16)

(51) Int.Cl.

H01L 21/205 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)

F 1

H01L 21/205
C23C 16/455

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-124848 (P2013-124848)
 (22) 出願日 平成25年6月13日 (2013.6.13)
 (65) 公開番号 特開2015-2209 (P2015-2209A)
 (43) 公開日 平成27年1月5日 (2015.1.5)
 審査請求日 平成28年5月11日 (2016.5.11)

(73) 特許権者 504162958
 株式会社ニューフレアテクノロジー
 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番1
 (74) 代理人 100119035
 弁理士 池上 徹真
 (74) 代理人 100141036
 弁理士 須藤 章
 (74) 代理人 100088487
 弁理士 松山 允之
 (72) 発明者 山田 拓未
 静岡県沼津市大岡2068番地の3 株式
 会社ニューフレアテクノロジー内
 (72) 発明者 佐藤 裕輔
 静岡県沼津市大岡2068番地の3 株式
 会社ニューフレアテクノロジー内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】気相成長装置および気相成長方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

反応室と、

前記反応室内に設けられ、基板を載置可能な支持部と、
 第1のプロセスガスを供給する第1のガス供給路と、
 第2のプロセスガスを供給する第2のガス供給路と、
 水素および不活性ガスから選ばれる少なくとも1種のガスを含む第1のバージガスと、
 不活性ガスから選ばれる少なくとも1種のガスを含み前記第1のバージガスより分子量が
 大きい第2のバージガスとの混合ガスを供給するバージガス供給路と、
 前記反応室の上部に配置され、

前記第1のガス供給路に接続され第1の水平面内に配置され互いに平行に延伸する複数
 の第1の横方向ガス流路と、前記第1の横方向ガス流路に接続され縦方向に延伸し前記反
 応室側に第1のガス噴出孔を有する複数の第1の縦方向ガス流路と、

前記第2のガス供給路に接続され前記第1の水平面より上方の第2の水平面内に配置され
 れ前記第1の横方向ガス流路と同一方向に互いに平行に延伸する複数の第2の横方向ガス
 流路と、前記第2の横方向ガス流路に接続され前記第1の横方向ガス流路の間を通って縦
 方向に延伸し前記反応室側に第2のガス噴出孔を有する複数の第2の縦方向ガス流路と、

前記バージガス供給路に接続され、前記第1および第2のガス噴出孔より前記反応室の
 側壁側に設けられるバージガス噴出孔とを有し、前記反応室内にガスを供給するシャワー
 プレートと、

を備え、

前記第1のバージガスの流量と前記第2のバージガスの流量とを制御して、前記第1のバージガスと前記第2のバージガスとの混合ガスの平均分子量を、前記第1のプロセスガス及び前記第2のプロセスガスを含む複数種のプロセスガスの平均分子量に近づけることを特徴とする気相成長装置。

【請求項2】

前記第1または第2のプロセスガスがアンモニアであり、前記第1および第2のバージガスが水素と窒素であることを特徴とする請求項1記載の気相成長装置。 10

【請求項3】

前記バージガス供給路に接続され第1のマスフローコントローラを備え前記第1のバージガスを供給する第1のバージガス供給路と、前記バージガス供給路に接続され第2のマスフローコントローラを備え前記第2のバージガスを供給する前記第2のバージガス供給路と、前記第1のマスフローコントローラと前記第2のマスフローコントローラを制御する制御部を、さらに備えることを特徴とする請求項1または請求項2記載の気相成長装置。 10

【請求項4】

反応室と、前記反応室の上部に配置され、前記反応室内にガスを供給するシャワープレートと、前記反応室内の前記シャワープレート下方に設けられ、基板を載置可能な支持部とを備える気相成長装置を用いた気相成長方法であって、

前記支持部に基板を載置し、 20

前記基板を加熱し、

前記シャワープレートの内側領域から、成膜用の複数種のプロセスガスを噴出させ、

前記シャワープレートの外側領域から、水素および不活性ガスから選ばれ、前記複数種のプロセスガスの平均分子量よりも分子量の小さい第1のバージガスと、前記複数種のプロセスガスの平均分子量よりも分子量の大きい第2のバージガスの混合ガスを、前記混合ガスの平均分子量を前記複数種のプロセスガスの平均分子量に近づけるように調整して噴出させ、

前記基板表面に半導体膜を成膜することを特徴とする気相成長方法。

【請求項5】

前記複数種のプロセスガスは、有機金属およびアンモニアを含み、前記第1のバージガスが水素であり前記第2のバージガスが窒素であることを特徴とする請求項4記載の気相成長方法。 30

【請求項6】

前記混合ガスの平均分子量が、前記複数種のプロセスガスの平均分子量の80%以上120%以下であることを特徴とする請求項4または請求項5記載の気相成長方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスを供給して成膜を行う気相成長装置および気相成長方法に関する。 40

【背景技術】

【0002】

高品質な半導体膜を成膜する方法として、ウェハ等の基板に気相成長により単結晶膜を成長させるエピタキシャル成長技術がある。エピタキシャル成長技術を用いる気相成長装置では、常圧または減圧に保持された反応室内の支持部にウェハを載置する。そして、このウェハを加熱しながら、成膜の原料となるソースガス等のプロセスガスを、反応室上部の、例えば、シャワーヘッドからウェハ表面に供給する。ウェハ表面ではソースガスの熱反応等が生じ、ウェハ表面にエピタキシャル単結晶膜が成膜される。

【0003】

近年、発光デバイスやパワーデバイスの材料として、GaN(窒化ガリウム)系の半導

50

体デバイスが注目されている。GaN系の半導体を成膜するエピタキシャル成長技術として、有機金属気相成長法（MOCVD法）がある。有機金属気相成長法では、ソースガスとして、例えば、トリメチルガリウム（TMG）、トリメチルインジウム（TMI）、トリメチルアルミニウム（TMA）等の有機金属や、アンモニア（NH₃）等が用いられる。また、ソースガス間の反応を抑制するために分離ガスとして水素（H₂）等が用いられる場合もある。

【0004】

そして、エピタキシャル成長技術では、反応室内のパーティクル等を低減し、低欠陥の膜を成膜するために、反応室側壁への膜堆積を抑制することが望ましい。このために、成膜の際に、反応室の側壁に沿ってバージガスを供給することが行われる。特許文献1にはバージガスとして、水素、窒素およびアルゴンの混合ガスを供給する方法が記載されている。10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-244014号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、反応室側壁への膜堆積を抑制し、低欠陥の膜を基板に成膜する気相成長装置および気相成長方法を提供することを目的とする。20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様の気相成長装置は、反応室と、前記反応室内に設けられ、基板を載置可能な支持部と、第1のプロセスガスを供給する第1のガス供給路と、第2のプロセスガスを供給する第2のガス供給路と、水素および不活性ガスから選ばれる少なくとも1種のガスを含む第1のバージガスと、不活性ガスから選ばれる少なくとも1種のガスを含み前記第1のバージガスより分子量が大きい第2のバージガスとの混合ガスを供給するバージガス供給路と、前記反応室の上部に配置され、前記第1のガス供給路に接続され第1の水平面内に配置され互いに平行に延伸する複数の第1の横方向ガス流路と、前記第1の横方向ガス流路に接続され縦方向に延伸し前記反応室側に第1のガス噴出孔を有する複数の第1の縦方向ガス流路と、前記第2のガス供給路に接続され前記第1の水平面より上方の第2の水平面内に配置され前記第1の横方向ガス流路と同一方向に互いに平行に延伸する複数の第2の横方向ガス流路と、前記第2の横方向ガス流路に接続され前記第1の横方向ガス流路の間を通り縦方向に延伸し前記反応室側に第2のガス噴出孔を有する複数の第2の縦方向ガス流路と、前記バージガス供給路に接続され、前記第1および第2のガス噴出孔より前記反応室の側壁側に設けられるバージガス噴出孔とを有し、前記反応室内にガスを供給するシャワープレートと、を備え、前記第1のバージガスの流量と前記第2のバージガスの流量とを制御して、前記第1のバージガスと前記第2のバージガスとの混合ガスの平均分子量を、前記第1のプロセスガス及び前記第2のプロセスガスを含む複数種のプロセスガスの平均分子量に近づけることを特徴とする。30

【0008】

上記態様の気相成長装置において、前記第1または第2のプロセスガスがアンモニアであり、前記第1および第2のバージガスが水素と窒素であることが望ましい。

【0009】

上記態様の気相成長装置において前記バージガス供給路に接続され第1のマスフローコントローラを備え前記第1のバージガスを供給する第1のバージガス供給路と、前記バージガス供給路に接続され第2のマスフローコントローラを備え前記第2のバージガスを供給する前記第2のバージガス供給路と、前記第1のマスフローコントローラと前記第2の50

マスフローコントローラを制御する制御部を、さらに備えることが望ましい。

【0010】

本発明の一態様の気相成長方法は、反応室と、前記反応室の上部に配置され、前記反応室内にガスを供給するシャワープレートと、前記反応室内の前記シャワープレート下方に設けられ、基板を載置可能な支持部とを備える気相成長装置を用いた気相成長方法であって、前記支持部に基板を載置し、前記基板を加熱し、前記シャワープレートの内側領域から、成膜用の複数種のプロセスガスを噴出させ、前記シャワープレートの外側領域から、水素および不活性ガスから選ばれ、前記複数種のプロセスガスの平均分子量よりも分子量の小さい第1のバージガスと、前記複数種のプロセスガスの平均分子量よりも分子量の大きい第2のバージガスの混合ガスを、前記混合ガスの平均分子量を前記複数種のプロセスガスの平均分子量に近づけるように調整して噴出させ、前記基板表面に半導体膜を成膜することを特徴とする。10

【0011】

上記態様の気相成長方法において、前記複数種のプロセスガスは、有機金属およびアンモニアを含み、前記第1のバージガスが水素であり前記第2のバージガスが窒素であることが望ましい。

【0012】

上記態様の気相成長方法において、前記混合ガスの平均分子量が、前記複数種のプロセスガスの平均分子量の80%以上120%以下であることが望ましい。20

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、反応室側壁への膜堆積を抑制し、低欠陥の膜を基板に成膜する気相成長装置および気相成長方法を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1の実施形態の気相成長装置の模式断面図である。

【図2】第1の実施形態のシャワープレートの模式上面図である。

【図3】図2のシャワープレートのA A断面図である。

【図4】図2のシャワープレートのB B、C C、D D断面図である。30

【図5】第1の実施形態のシャワープレートの模式下面図である。

【図6】第1の実施形態の気相成長方法の説明図である。

【図7】第1の実施形態の気相成長方法の作用を示す図である。

【図8】第2の実施形態の気相成長装置の模式断面図である。

【図9】第3の実施形態のシャワープレートの模式上面図である。

【図10】図9のシャワープレートのE E断面図である。

【図11】図9のシャワープレートのF F、G G、H H断面図である。

【図12】第3の実施形態のシャワープレートの模式下面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。

【0016】

なお、本明細書中では、気相成長装置が成膜可能に設置された状態での鉛直方向を「下」と定義し、その逆方向を「上」と定義する。したがって、「下部」とは、基準に対し鉛直方向の位置、「下方」とは基準に対し鉛直方向を意味する。そして、「上部」とは、基準に対し鉛直方向と逆方向の位置、「上方」とは基準に対し鉛直方向と逆方向を意味する。また、「縦方向」とは鉛直方向である。

【0017】

また、本明細書中、「水平面」とは、鉛直方向に対し、垂直な面を意味するものとする。50

【0018】

また、本明細書中、「プロセスガス」とは、基板上への成膜のために用いられるガスの総称であり、例えば、ソースガス、キャリアガス、分離ガス等を含む概念とする。

【0019】

また、本明細書中、「バージガス」とは、成膜中に反応室の側壁内面（内壁）に膜が堆積することを抑制するため、基板の外周側に反応室の側壁に沿って供給されるガスを意味する。

【0020】**(第1の実施形態)**

本実施形態の気相成長装置は、反応室と、反応室内に設けられ、基板を載置可能な支持部と、第1のプロセスガスを供給する第1のガス供給路と、第2のプロセスガスを供給する第2のガス供給路と、水素および不活性ガスから選ばれる少なくとも1種のガスを含む第1のバージガスと、不活性ガスから選ばれる少なくとも1種のガスを含み第1のバージガスより分子量が大きい第2のバージガスとの混合ガスを供給するバージガス供給路と、を備える。さらに、反応室の上部に配置され、第1のガス供給路に接続され第1の水平面内に配置され互いに平行に延伸する複数の第1の横方向ガス流路と、第1の横方向ガス流路に接続され縦方向に延伸し反応室側に第1のガス噴出孔を有する複数の第1の縦方向ガス流路と、第2のガス供給路に接続され第1の水平面より上方の第2の水平面内に配置され第1の横方向ガス流路と同一方向に互いに平行に延伸する複数の第2の横方向ガス流路と、第2の横方向ガス流路に接続され第1の横方向ガス流路の間を通って縦方向に延伸し反応室側に第2のガス噴出孔を有する複数の第2の縦方向ガス流路と、バージガス供給路に接続され、第1および第2のガス噴出孔より反応室の側壁側に設けられるバージガス噴出孔とを有し、反応室内にガスを供給するシャワープレートと、を備える。

10

【0021】

本実施形態の気相成長装置は、上記構成を備えることにより、プロセスガスを反応室に噴出するガス噴出孔の間隔を狭め、ガス噴出孔の配置密度を大きくすることが可能である。同時に、横方向ガス流路の断面積を大きくし、ガス噴出孔にプロセスガスが至るまでのガス流路の流体抵抗を小さくすることで、ガス噴出孔から噴出するガスの流量分布を均一化することが可能である。したがって、本実施形態の気相成長装置によれば、基板上に膜厚や膜質等の均一性に優れた膜を成長させることが可能となる。

30

【0022】

さらに、バージガスとして、水素および不活性ガスから選ばれる少なくとも1種の第1のバージガスと、第1のバージガスより分子量が大きい第2のバージガスとの混合ガスを供給する。これにより、プロセスガスの平均分子量と混合ガスの平均分子量を近づけることが可能となる。したがって、プロセスガスとバージガスとの境界での流れの乱れの発生が抑制され、シャワープレートや反応室側壁への膜堆積を抑制することが可能となる。

【0023】

以下、MOCVD法（有機金属気相成長法）を用いてGaN（窒化ガリウム）をエピタキシャル成長させる場合を例に説明する。

40

【0024】

図1は、本実施形態の気相成長装置の模式断面図である。本実施形態の気相成長装置は、枚葉型のエピタキシャル成長装置である。

【0025】

図1に示すように、本実施形態のエピタキシャル成長装置は、例えばステンレス製で円筒状中空体の反応室10を備えている。反応室10の側面は側壁11である。そして、この反応室10上部に配置され、反応室10内に、プロセスガスを供給するシャワープレート100を備えている。

【0026】

また、反応室10内のシャワープレート100下方に設けられ、半導体ウェハ（基板）Wを載置可能な支持部12を備えている。支持部12は、例えば、中心部に開口部が設け

50

られる環状ホルダー、または、半導体ウェハW裏面のほぼ全面に接する構造のサセプタである。

【0027】

また、支持部12をその上面に配置し回転する回転体ユニット14、支持部12に載置されたウェハWを加熱する加熱部16としてヒーターを、支持部12下方に備えている。ここで、回転体ユニット14は、その回転軸18が、下方に位置する回転駆動機構20に接続される。そして、回転駆動機構20により、半導体ウェハWをウェハ中心を回転中心として、例えば、数十rpm～数千rpmで回転させることが可能となっている。

【0028】

円筒状の回転体ユニット14の径は、支持部12の外周径とほぼ同じにしてあることが望ましい。なお、回転軸18は、反応室10の底部に真空シール部材を介して回転自在に設けられている。

【0029】

そして、加熱部16は、回転軸18の内部に貫通する支持軸22に固定される支持台24上に固定して設けられる。加熱部16には、図示しない電流導入端子と電極により、電力が供給される。この支持台24には半導体ウェハWを環状ホルダー12から脱着させるための、例えば突き上げピン（図示せず）が設けられている。

【0030】

さらに、半導体ウェハW表面等でソースガスが反応した後の反応生成物および反応室10の残留ガスを反応室10外部に排出するガス排出部26を、反応室10底部に備える。なお、ガス排出部26は真空ポンプ（図示せず）に接続してある。

【0031】

そして、本実施形態のエピタキシャル成長装置は、第1のプロセスガスを供給する第1のガス供給路31、第2のプロセスガスを供給する第2のガス供給路32、第3のプロセスガスを供給する第3のガス供給路33を備えている。

【0032】

さらに、水素および不活性ガスから選ばれる少なくとも1種のガスを含む第1および第2のバージガスとの混合ガスを供給するバージガス供給路37を備えている。第2のバージガスの分子量は、第1のバージガスの分子量よりも大きい。不活性ガスは、例えば、ヘリウム（He）、窒素（N₂）やアルゴン（Ar）である。

【0033】

成膜のために流される第1、第2および第3のプロセスガスの平均分子量と混合ガスの平均分子量を近づける観点から、第1のバージガスの分子量が第1、第2および第3のプロセスガスの平均分子量よりも低く、第2のバージガスの分子量が第1、第2および第3のプロセスガスの平均分子量よりも大きいことが望ましい。これにより、第1のバージガスと第2のバージガスの混合比を適切に調整することで、プロセスガスの平均分子量と混合ガスの平均分子量を近づけることが可能となる。

【0034】

混合ガスの平均分子量が、プロセスガスの平均分子量と略同一であり、バージガスの平均流速と、プロセスガスの平均流速が略同一であることが望ましい。混合ガスの平均分子量が、プロセスガスの平均分子量の80%以上120%以下であれば、バージガスとプロセスガスの境界で、流れに乱れが生じにくい。

【0035】

例えば、MOCVD法により、GaNの単結晶膜を半導体ウェハWに成膜する場合、例えば、第1のプロセスガスとして、水素（H₂）を分離ガスとして供給する。また、例えば、第2のプロセスガスとして窒素（N₂）のソースガスとなるアンモニア（NH₃）を供給する。また、例えば、第3のプロセスガスとしてGa（ガリウム）のソースガスであり有機金属であるトリメチルガリウム（TMG）をキャリアガスである水素（H₂）で希釈したガスを供給する。

【0036】

10

20

30

40

50

ここで、第1のプロセスガスである分離ガスとは、第1のガス噴出孔111から噴出させることで、第2のガス噴出孔112から噴出する第2のプロセスガス（ここではアンモニア）と、第3のガス噴出孔113から噴出する第3のプロセスガス（ここではT M G）とを分離するガスである。例えば、第2のプロセスガスおよび第3のプロセスガスと反応性に乏しいガスを用いることが望ましい。

【0037】

第1のバージガスは、例えば、分子量が2の水素（H₂）である。また、第2のバージガスは、例えば、分子量が28の窒素（N₂）である。これらのガスを混合することで、混合ガスの平均分子量を2から28の間に設定することが可能となる。また、第1のバージガスは、例えば、分子量が4のヘリウム（He）である。また、第2のバージガスは、
10 例えば、分子量が40のアルゴン（Ar）でもよい。

【0038】

混合ガスの平均分子量を、プロセスガスの平均分子量に近づけることで、両者の境界での流れの乱れが抑制され、反応室10の側壁11の膜堆積が抑制される。

【0039】

なお、図1に示した枚葉型エピタキシャル成長装置では、反応室10の側壁11に、半導体ウェハを出し入れするための図示しないウェハ出入口およびゲートバルブが設けられている。そして、このゲートバルブで連結する例えばロードロック室（図示せず）と反応室10との間において、ハンドリングアームにより半導体ウェハWを搬送できるように構成される。ここで、例えば合成石英で形成されるハンドリングアームは、シャワープレート100とウェハ支持部12とのスペースに挿入可能となっている。
20

【0040】

以下、本実施形態のシャワープレート100について詳細に説明する。図2は、本実施形態のシャワープレートの模式上面図である。シャワーへッド内部の流路構造は、破線で示している。

【0041】

図3は、図2のAA断面図、図4（a）～（c）は、それぞれ、図2のBB断面図、CC断面図、DD断面図である。図5は、本実施形態のシャワープレートの模式下面図である。

【0042】

シャワープレート100は、例えば、所定の厚さの板状の形状である。シャワープレート100は、例えば、ステンレス鋼やアルミニウム合金等の金属材料で形成される。
30

【0043】

シャワープレート100の内部には、複数の第1の横方向ガス流路101、複数の第2の横方向ガス流路102、複数の第3の横方向ガス流路103が形成されている。複数の第1の横方向ガス流路101は、第1の水平面（P1）内に配置され互いに平行に延伸する。複数の第2の横方向ガス流路102は、第1の水平面より上方の第2の水平面（P2）内に配置され互いに平行に延伸する。複数の第3の横方向ガス流路103は、第1の水平面より上方、第2の水平面より下方の第3の水平面（P3）内に配置され互いに平行に延伸する。
40

【0044】

そして、第1の横方向ガス流路101に接続され縦方向に延伸し、反応室10側に第1のガス噴出孔111を有する複数の第1の縦方向ガス流路121を備える。また、第2の横方向ガス流路102に接続され縦方向に延伸し、反応室10側に第2のガス噴出孔112を有する複数の第2の縦方向ガス流路122を備える。第2の縦方向ガス流路122は、2本の第1の横方向ガス流路101の間を通っている。さらに、第3の横方向ガス流路103に接続され縦方向に延伸し、反応室10側に第3のガス噴出孔113を有する複数の第3の縦方向ガス流路123を備える。第3の縦方向ガス流路123は、第1の横方向ガス流路101の間を通っている。

【0045】

10

20

30

40

50

第1の横方向ガス流路101、第2の横方向ガス流路102、第3の横方向ガス流路103は、板状のシャワープレート100内に水平方向に形成された横孔である。また、第1の縦方向ガス流路121、第2の縦方向ガス流路122、第3の縦方向ガス流路123は、板状のシャワープレート100内に鉛直方向（縦方向または垂直方向）に形成された縦孔である。

【0046】

第1、第2、および第3の横方向ガス流路101、102、103の内径は、それぞれ対応する第1、第2、および第3の縦方向ガス流路121、122、123の内径よりも大きくなっている。図3、図4(a)～(c)では、第1、第2、および第3の横方向ガス流路101、102、103、第1、第2、および第3の縦方向ガス流路121、122、123の断面形状は円形となっているが、円形に限らず、橢円形、矩形、多角形等その他の形状であってもかまわない。また、第1、第2、および第3の横方向ガス流路101、102、103の断面積は、同一でなくてもかまわない。また、第1、第2、および第3の縦方向ガス流路121、122、123の断面積も、同一でなくてもかまわない。

10

【0047】

シャワープレート100は、第1のガス供給路31に接続され、第1の水平面(P1)より上方に設けられる第1のマニフォールド131と、第1のマニフォールド131と第1の横方向ガス流路101とを第1の横方向ガス流路101の端部で接続し縦方向に延伸する第1の接続流路141を備えている。

20

【0048】

第1のマニフォールド131は、第1のガス供給路31から供給される第1のプロセスガスを、第1の接続流路141を介して複数の第1の横方向ガス流路101に分配する機能を備える。分配された第1のプロセスガスは、複数の第1の縦方向ガス流路121の第1のガス噴出孔111から反応室10に導入される。

【0049】

第1のマニフォールド131は、第1の横方向ガス流路101に直交する方向に延伸し、例えば、中空の直方体形状を備える。本実施形態では、第1のマニフォールド131は、第1の横方向ガス流路101の両端部に設けられるが、いずれか一方の端部に設けられるものであってもかまわない。

【0050】

30

また、シャワープレート100は、第2のガス供給路32に接続され、第1の水平面(P1)より上方に設けられる第2のマニフォールド132と、第2のマニフォールド132と第2の横方向ガス流路102とを第2の横方向ガス流路102の端部で接続し縦方向に延伸する第2の接続流路142を備えている。

【0051】

第2のマニフォールド132は、第2のガス供給路32から供給される第2のプロセスガスを、第2の接続流路142を介して複数の第2の横方向ガス流路102に分配する機能を備える。分配された第2のプロセスガスは、複数の第2の縦方向ガス流路122の第2のガス噴出孔112から反応室10に導入される。

【0052】

40

第2のマニフォールド132は、第2の横方向ガス流路102に直交する方向に延伸し、例えば、中空の直方体形状を備える。本実施形態では、第2のマニフォールド132は、第2の横方向ガス流路102の両端部に設けられるが、いずれか一方の端部に設けられるものであってもかまわない。

【0053】

さらに、シャワープレート100は、第3のガス供給路33に接続され、第1の水平面(P1)より上方に設けられる第3のマニフォールド133と、第3のマニフォールド133と第3の横方向ガス流路103とを第3の横方向ガス流路103の端部で接続し垂直方向に延伸する第3の接続流路143を備えている。

【0054】

50

第3のマニフォールド133は、第3のガス供給路33から供給される第3のプロセスガスを、第3の接続流路143を介して複数の第3の横方向ガス流路103に分配する機能を備える。分配された第3のプロセスガスは、複数の第3の縦方向ガス流路123の第3のガス噴出孔113から反応室10に導入される。

【0055】

また、図5に示すように、シャワープレート100は、第1～第3のガス噴出孔111～113が設けられる内側領域100aと、バージガスを噴出するバージガス噴出孔117が設けられる外側領域100bに区分される。バージガス噴出孔117は、第1～第3のガス噴出孔111～113より反応室10の側壁11側に設けられることになる。

【0056】

バージガス噴出孔117は、横方向バージガス流路107に接続される。バージガス流路107はシャワープレート100の外側領域100b内部に、リング状の中空部分として形成される。そして、横方向バージガス流路107は、バージガス接続流路147に接続される。さらに、バージガス供給路37はバージガス接続流路147に接続される。したがって、バージガス供給路37が、バージガス接続流路147および横方向バージガス流路107を介して、複数のバージガス噴出孔117に接続される。

【0057】

なお、図4(a)～(c)では、バージガス接続流路147の断面形状は円形となっているが、円形に限らず、楕円形、矩形、多角形等その他の形状であってもかまわない。

【0058】

一般にシャワープレートにプロセスガスの供給口として設けられるガス噴出孔から、反応室10内に噴出するプロセスガスの流量は、成膜の均一性を確保する観点から、各ガス噴出孔間で均一であることが望ましい。本実施形態のシャワーヘッド100によれば、プロセスガスを複数の横方向ガス流路に分配し、さらに、縦方向ガス流路に分配してガス噴出孔から噴出させる。この構成により、簡便な構造で各ガス噴出孔間から噴出するプロセスガス流量の均一性を向上させることが可能となる。

【0059】

また、均一な成膜を行う観点から配置されるガス噴出孔の配置密度はできるだけ大きいことが望ましい。もっとも、本実施形態のように、互いに平行な複数の横方向ガス流路を設ける構成では、ガス噴出孔の密度を大きくしようとすると、ガス噴出孔の配置密度と横方向ガス流路の内径との間にトレードオフが生じる。

【0060】

このため、横方向ガス流路の内径が小さくなることで横方向ガス流路の流体抵抗が上昇し、横方向ガス流路の伸長方向について、ガス噴出孔から噴出するプロセスガス流量の流量分布が大きくなり、各ガス噴出孔間から噴出するプロセスガス流量の均一性が悪化するおそれがある。

【0061】

本実施形態によれば、第1の横方向ガス流路101、第2の横方向ガス流路102および第3の横方向ガス流路103を異なる水平面に設けた階層構造とする。この構造により、横方向ガス流路の内径拡大に対するマージンが向上する。したがって、ガス噴出孔の密度をあげつつ、横方向ガス流路の内径に起因する流量分布拡大を抑制する。

【0062】

さらに、バージガスとして、水素および不活性ガスから選ばれる第1および第2のバージガスとの混合ガスを供給することで、プロセスガスの平均分子量と混合ガスの平均分子量を近づけることが可能となる。したがって、プロセスガスとバージガスとの境界での流れの乱れが抑制され、反応室側壁への膜堆積を抑制することが可能となる。

【0063】

次に、本実施形態の気相成長方法について説明する。本実施形態の気相成長方法は、反応室と、反応室の上部に配置され、反応室内にガスを供給するシャワープレートと、反応室内のシャワープレート下方に設けられ、基板を載置可能な支持部とを備える気相成長裝

10

20

30

40

50

置を用いた気相成長方法である。そして、支持部に基板を載置し、基板を加熱し、シャワープレートの内側領域から成膜用の複数種のプロセスガスを噴出させる。さらに、シャワープレートの外側領域から、水素および不活性ガスから選ばれ、複数種のプロセスガスの平均分子量よりも分子量の小さい第1のバージガスと、上記平均分子量よりも分子量の大きい第2のバージガスの混合ガスを噴出させ、基板表面に半導体膜を成膜する。

【0064】

以下、図1～図5に示した枚葉型エピタキシャル成長装置を用いて、GaNをエピタキシャル成長させる場合を例に説明する。また、図6は、本実施形態の気相成長方法の説明図である。

【0065】

反応室10にキャリアガスが供給され、図示しない真空ポンプを作動して反応室10内のガスをガス排出部26から排気して、反応室10を所定の圧力に制御している状態で、反応室10内の支持部12に半導体ウェハWを載置する。ここで、例えば、反応室10のウェハ出入口のゲートバルブ(図示せず)を開きハンドリングアームにより、ロードロック室内の半導体ウェハWを反応室10内に搬送する。そして、半導体ウェハWは例えば突き上げピン(図示せず)を介して支持部12に載置され、ハンドリングアームはロードロック室に戻され、ゲートバルブは閉じられる。

【0066】

そして、上記真空ポンプによる排気を続行すると共に、回転体ユニット14を所要の速度で回転させながら、第1～第3のガス噴出孔111、112、113から所定の第1～第3のプロセスガス(図6中の白矢印)を噴出させている。第1のプロセスガスは、第1のガス供給路31から第1のマニュフォールド131、第1の接続流路141、第1の横方向ガス流路101、第1の縦方向ガス流路121を経由して第1のガス噴出孔111から反応室10内に噴出させている。また、第2のプロセスガスは、第2のガス供給路32から第2のマニュフォールド132、第2の接続流路142、第2の横方向ガス流路102、第2の縦方向ガス流路122を経由して第2のガス噴出孔112から反応室10内に噴出させている。また、第3のプロセスガスは、第3のガス供給路33から第3のマニュフォールド133、第3の接続流路143、第3の横方向ガス流路103、第3の縦方向ガス流路123を経由して第3のガス噴出孔113から反応室10内に噴出させている。

【0067】

さらに、第1～第3のプロセスガスと同時に、バージガス噴出孔117から、第1～第3のプロセスガスの平均分子量よりも分子量の小さい第1のバージガスと、上記平均分子量よりも分子量の大きい第2のバージガスの混合ガスをバージガスとして噴出させている(図6中の黒矢印)。

【0068】

ここで、支持部12に載置した半導体ウェハWは、加熱部16により所定温度に予備加熱している。さらに、加熱部16の加熱出力を上げて半導体ウェハWをエピタキシャル成長温度に昇温させる。

【0069】

半導体ウェハW上にGaNを成長させる場合、例えば、第1のプロセスガスは分離ガスである水素であり、第2のプロセスガスは窒素のソースガスであるアンモニアであり、第3のプロセスガスはキャリアガスである水素で希釈されたガリウムのソースガスであるTMGである。昇温中は、アンモニアとTMGは反応室10には供給されていない。

【0070】

成長温度になってから、第2のガス噴出孔112にアンモニアを供給し、第3のガス噴出孔113にTMGを供給し、半導体ウェハW表面に、例えば、GaN(ガリウムナイトライド)の単結晶膜がエピタキシャル成長により形成される。

【0071】

第1のバージガスは、例えば、分子量が2の水素(H₂)である。また、第2のバージガスは、例えば、分子量が28の窒素(N₂)である。分子量が2の水素(H₂)と分子

10

20

30

40

50

量が 28 の窒素 (N_2) を混合することで混合ガスの平均分子量を、プロセスガスの平均分子量に近づけることが可能となる。

【0072】

そして、エピタキシャル成長終了時には、第3のガス噴出孔 113へのTMG供給を停止し、単結晶膜の成長が終了される。

【0073】

成膜後は、半導体ウェハWの降温を始める。所定の温度まで半導体ウェハWの温度が低下してから、第2のガス噴出孔 112へのアンモニア供給を停止する。ここで、例えば、回転体ユニット 14の回転を停止させ、単結晶膜が形成された半導体ウェハWを支持部 12に載置したままにして、加熱部 16の加熱出力を初期状態に戻し、予備加熱の温度に低下するよう調整する。
10

【0074】

次に、半導体ウェハWが所定の温度に安定した後、例えば突き上げピンにより半導体ウェハWを支持部 12から脱着させる。そして、再びゲートバルブを開いてハンドリングアームをシャワーヘッド 100および支持部 12の間に挿入し、その上に半導体ウェハWを載せる。そして、半導体ウェハWを載せたハンドリングアームをロードロック室に戻す。

【0075】

以上のようにして、一回の半導体ウェハWに対する成膜が終了し、例えば、引き続いて他の半導体ウェハWに対する成膜が上述したのと同一のプロセスシーケンスに従って行うことも可能である。
20

【0076】

図7は、本実施形態の気相成長方法の作用を示す図である。プロセスガスとバージガスの流速分布を示す。図7(a)がバージガス(図中の黒矢印)として水素のみを用いた場合、図7(b)がバージガスとして窒素のみを用いた場合、図7(c)がバージガスとして、プロセスガスと分子量が同じになる混合比で水素と窒素を混合した混合ガスを用いた場合である。

【0077】

ここで、プロセスガス(図中の白矢印)は、分離ガスである水素、窒素のソースガスであるアンモニア、キャリアガスである水素で希釈されたガリウムのソースガスであるTMGである。これら複数種のプロセスガスの平均分子量は、水素の分子量2よりも大きく窒素の分子量28よりも小さい。
30

【0078】

単一のガスである図7(a)、(b)の場合は、プロセスガス(図中の白矢印)と、バージガス(図中の黒矢印)の境界で流れが乱れている。一方、混合ガスである図7(c)の場合は、プロセスガス(図中の白矢印)と、バージガス(図中の黒矢印)との境界でほとんど流れは乱れていないことが分かる。したがって、図7(a)、(b)の場合にくらべ、図7(c)の場合は、反応室の側壁側へプロセスガスが流れることが抑制されることが分かる

【0079】

本実施形態の気相成長方法では、プロセスガスとバージガスの平均分子量を近づけることで、反応室側壁への膜堆積を抑制する。したがって、反応室内のパーティクルやダストの発生が抑制される。よって、低欠陥の膜を基板に成膜することが可能となる。
40

【0080】

なお、第1および第2のバージガスの混合ガスの平均分子量が、第1～第3のプロセスガスの平均分子量の80%以上120%以下であることが望ましい。混合ガスの平均分子量が、プロセスガスの平均分子量と略同一であることがさらに望ましい。GaNを成長させた後に、InGaNの成長を行う場合は、キャリアガスをN₂にする。そのような場合は、プロセスガスの平均分子量に合わせて、第1および第2のバージガスの混合ガスの流量比を変更する。

【0081】

(第2の実施形態)

本実施形態の気相成長装置は、バージガス供給路に接続され第1のマスフローコントローラを備え第1のバージガスを供給する第1のバージガス供給路と、バージガス供給路に接続され第2のマスフローコントローラを備え第2のバージガスを供給する第2のバージガス供給路と、第1のマスフローコントローラと第2のマスフローコントローラを制御する制御部を、さらに備える以外は、第1の実施形態と同様である。したがって、第1の実施形態と重複する内容については記述を省略する。

【0082】

図8は、本実施形態の気相成長装置の模式断面図である。本実施形態の気相成長装置は
、枚葉型のエピタキシャル成長装置である。

10

【0083】

図8に示すように、本実施形態のエピタキシャル成長装置は、バージガス供給路37に接続され第1のマスフローコントローラM1を備える第1のバージガス供給路37aと、バージガス供給路37に接続され第2のマスフローコントローラM2を備える第2のバージガス供給路37bと、第1のマスフローコントローラM1と第2のマスフローコントローラM2を制御する制御部50を備える。

20

【0084】

第1のバージガス供給路37aは第1のバージガス(Pu1)を供給する。第1のバージガスの流量は、第1のマスフローコントローラM1で制御される。また、第2のバージガス供給路37aは第2のバージガス(Pu2)を供給する。第2のバージガスの流量は、第2のマスフローコントローラM2で制御される。第1のバージガスおよび第2のバージガスは、第1および第2マスフローコントローラで流量を制御された後、混合され混合ガスとなる。

【0085】

制御部50は、第1のマスフローコントローラM1と第2のマスフローコントローラM2を、例えば、制御信号を伝達することにより制御する。これにより、第1のバージガスの流量と第2のバージガスの流量を変化させ、反応室10に供給されるバージガスの平均分子量を変化させる。制御部50は、例えば、電子回路等のハードウェア、または、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせで構成される。

30

【0086】

制御部50は、成膜プロセス中に反応室10に供給されるプロセスガスの種類等の変化により、プロセスガスの平均分子量が変化した場合に、バージガスの平均分子量がプロセスガスの平均分子量に近づく方向に変化させる。

【0087】

例えば、基板上にGaNを成長させた後に、連続してInGaNの成長を行う場合、プロセスガスの平均分子量が変化する。制御部50は、第1のマスフローコントローラM1と第2のマスフローコントローラM2を制御して、バージガスの平均分子量がInGaN成膜で用いられるプロセスガスの平均分子量に近づく方向に変化させる。

【0088】

制御部50は、例えば、第1のプロセスガスを供給する第1のガス供給路31、第2のプロセスガスを供給する第2のガス供給路32、第3のプロセスガスを供給する第3のガス供給路33に、それぞれ設けられるマスフローコントローラを同時に制御する構成であってもかまわない。この構成により、例えば、プロセスガスの流量とバージガスの流量を連動して制御する。この制御により、プロセスガスの平均分子量の変化に連動して、バージガスの平均分子量を変化させることが可能となる。

40

【0089】

また、例えば、制御部50は、第1のガス供給路31、第2のガス供給路32、第3のガス供給路33に、それぞれ設けられるマスフローコントローラを制御する制御部から第1、第2、第3のプロセスガスの平均分子量の変化に関する情報が伝達される構成であってもかまわない。この制御によっても、プロセスガスの平均分子量の変化に連動して、

50

バージガスの平均分子量を変化させることが可能となる。

【0090】

本実施形態によれば、成膜プロセス中にプロセスガスの平均分子量が変化しても、バージガスの平均分子量も同一になる方向に変化させることが可能となる。したがって、反応室側壁への膜堆積を抑制され、反応室内のパーティクルやダストの発生が抑制される。よって、低欠陥の膜を基板に成膜することが可能となる。

【0091】

(第3の実施形態)

本実施形態の気相成長装置は、反応室と、反応室内に設けられ、基板を載置可能な支持部と、第1のプロセスガスを供給する第1のガス供給路と、第2のプロセスガスを供給する第2のガス供給路と、水素および不活性ガスから選ばれる少なくとも1種のガスを含む第1のバージガスと、不活性ガスから選ばれる少なくとも1種のガスを含み第1のバージガスより分子量が大きい第2のバージガスとの混合ガスを供給するバージガス供給路と、を備える。さらに、反応室の上部に配置され、反応室内にガスを供給するシャワープレートと、を備える。そして、シャワープレートの内側領域にプロセスガス噴出孔が設けられ、シャワープレートの外側領域にバージガスガス噴出孔が設けられる。そして、プロセスガス供給路がプロセスガス噴出孔に接続され、バージガス供給路がバージガス噴出孔に接続される。

【0092】

本実施形態の気相成長装置は、シャワープレート内のプロセスガスの流路が限定されないこと以外は、第1または第2の実施形態と同様である。したがって、第1または第2の実施形態と重複する内容については記述を省略する。

【0093】

以下、本実施形態のシャワープレート100について詳細に説明する。図9は、本実施形態のシャワープレートの模式上面図である。シャワーヘッド内部の流路構造は、破線で示している。

【0094】

図10は、図9のEE断面図、図11(a)～(c)は、それぞれ、図9のFF断面図、GG断面図、HH断面図である。図12は、本実施形態のシャワープレートの模式下面図である。

【0095】

シャワープレート100は、例えば、所定の厚さの板状の形状である。シャワープレート100は、例えば、ステンレス鋼やアルミニウム合金等の金属材料で形成される。

【0096】

シャワープレート100の内部には、複数の第1の横方向ガス流路101、複数の第2の横方向ガス流路102、複数の第3の横方向ガス流路103が形成されている。複数の第1の横方向ガス流路101、複数の第2の横方向ガス流路102、複数の第3の横方向ガス流路103は、同一の水平面内に配置され互いに平行に延伸する。

【0097】

そして、第1の横方向ガス流路101に接続され縦方向に延伸し、反応室10側に第1のガス噴出孔111を有する複数の第1の縦方向ガス流路121を備える。また、第2の横方向ガス流路102に接続され縦方向に延伸し、反応室10側に第2のガス噴出孔112を有する複数の第2の縦方向ガス流路122を備える。さらに、第3の横方向ガス流路103に接続され縦方向に延伸し、反応室10側に第3のガス噴出孔113を有する複数の第3の縦方向ガス流路123を備える。

【0098】

第1の横方向ガス流路101、第2の横方向ガス流路102、第3の横方向ガス流路103は、板状のシャワープレート100内に水平方向に形成された横孔である。また、第1の縦方向ガス流路121、第2の縦方向ガス流路122、第3の縦方向ガス流路123は、板状のシャワープレート100内に鉛直方向(縦方向または垂直方向)に形成された

10

20

30

40

50

縦孔である。

【0099】

第1、第2、および第3の横方向ガス流路101、102、103の内径は、それぞれ対応する第1、第2、および第3の縦方向ガス流路121、122、123の内径よりも大きくなっている。図10、図11(a)～(c)では、第1、第2、および第3の横方向ガス流路101、102、103、第1、第2、および第3の縦方向ガス流路121、122、123の断面形状は円形となっているが、円形に限らず、楕円形、矩形、多角形等その他の形状であってもかまわない。また、第1、第2、および第3の横方向ガス流路101、102、103の断面積は、同一でなくてもかまわない。また、第1、第2、および第3の縦方向ガス流路121、122、123の断面積も、同一でなくてもかまわない。10

【0100】

シャワープレート100は、第1のガス供給路31に接続され、第1の水平面(P1)より上方に設けられる第1のマニフォールド131と、第1のマニフォールド131と第1の横方向ガス流路101とを第1の横方向ガス流路101の端部で接続し縦方向に延伸する第1の接続流路141を備えている。

【0101】

第1のマニフォールド131は、第1のガス供給路31から供給される第1のプロセスガスを、第1の接続流路141を介して複数の第1の横方向ガス流路101に分配する機能を備える。分配された第1のプロセスガスは、複数の第1の縦方向ガス流路121の第1のガス噴出孔111から反応室10に導入される。20

【0102】

第1のマニフォールド131は、第1の横方向ガス流路101に直交する方向に延伸し、例えば、中空の直方体形状を備える。本実施形態では、第1のマニフォールド131は、第1の横方向ガス流路101の両端部に設けられるが、いずれか一方の端部に設けられるものであってもかまわない。

【0103】

また、シャワープレート100は、第2のガス供給路32に接続され、第1の水平面(P1)より上方に設けられる第2のマニフォールド132と、第2のマニフォールド132と第2の横方向ガス流路102とを第2の横方向ガス流路102の端部で接続し縦方向に延伸する第2の接続流路142を備えている。30

【0104】

第2のマニフォールド132は、第2のガス供給路32から供給される第2のプロセスガスを、第2の接続流路142を介して複数の第2の横方向ガス流路102に分配する機能を備える。分配された第2のプロセスガスは、複数の第2の縦方向ガス流路122の第2のガス噴出孔112から反応室10に導入される。

【0105】

第2のマニフォールド132は、第2の横方向ガス流路102に直交する方向に延伸し、例えば、中空の直方体形状を備える。本実施形態では、第2のマニフォールド132は、第2の横方向ガス流路102の両端部に設けられるが、いずれか一方の端部に設けられるものであってもかまわない。40

【0106】

さらに、シャワープレート100は、第3のガス供給路33に接続され、第1の水平面(P1)より上方に設けられる第3のマニフォールド133と、第3のマニフォールド133と第3の横方向ガス流路103とを第3の横方向ガス流路103の端部で接続し垂直方向に延伸する第3の接続流路143を備えている。

【0107】

第3のマニフォールド133は、第3のガス供給路33から供給される第3のプロセスガスを、第3の接続流路143を介して複数の第3の横方向ガス流路103に分配する機能を備える。分配された第3のプロセスガスは、複数の第3の縦方向ガス流路123の第50

3のガス噴出孔113から反応室10に導入される。

【0108】

また、図12に示すように、シャワープレート100は、第1～第3のガス噴出孔111～113が設けられる内側領域100aと、バージガスを噴出するバージガス噴出孔117が設けられる外側領域100bに区分される。バージガス噴出孔117は、第1～第3のガス噴出孔111～113より反応室10の側壁11側に設けられることになる。

【0109】

バージガス噴出孔117は、横方向バージガス流路107に接続される。バージガス流路107はシャワープレート100の外側領域100b内部に、リング状の中空部分として形成される。そして、横方向バージガス流路107は、バージガス接続流路147に接続される。さらに、バージガス供給路37はバージガス接続流路147に接続される。したがって、バージガス供給路37が、バージガス接続流路147および横方向バージガス流路107を介して、複数種のバージガス噴出孔117に接続される。

【0110】

なお、図11(a)～(c)では、バージガス接続流路147の断面形状は円形となっているが、円形に限らず、橿円形、矩形、多角形等その他の形状であってもかまわない。

【0111】

本実施形態の気相成長方法は、第1または第2の実施形態と同様である。

【0112】

本実施形態の気相成長装置および気相成長方法によっても、プロセスガスとバージガスの平均分子量を近づけることで、反応室側壁への膜堆積を抑制される。したがって、反応室内のパーティクルやダストの発生が抑制される。よって、低欠陥の膜を基板に成膜することが可能となる。

【0113】

なお、プロセスガスがアンモニアを含み、第1および第2のバージガスが水素と窒素であることが望ましい。

【0114】

また、第1のバージガスの分子量がプロセスガスの平均分子量よりも低く、第2のバージガスの分子量がプロセスガスの平均分子量よりも大きいことが望ましい。

【0115】

また、第1および第2のバージガスの混合ガスの平均分子量が、プロセスガスの平均分子量の80%以上120%以下であることが望ましく、混合ガスの平均分子量が、プロセスガスの平均分子量と略同一であることがさらに望ましい。プロセスガスの平均分子量が変化する場合は、第1のバージガスと、第2のバージガスの混合比を変化させる。

【0116】

以上、具体例を参照しつつ本発明の実施形態について説明した。上記、実施形態はあくまで、例として挙げられているだけであり、本発明を限定するものではない。また、各実施形態の構成要素を適宜組み合わせてもかまわない。

【0117】

例えば、実施形態では横方向ガス流路等の流路を3系統設ける場合を例に説明したが、横方向ガス流路等の流路を4系統以上設けても、2系統であってもかまわない。

【0118】

また、例えば、実施形態では、GaN(窒化ガリウム)の単結晶膜を成膜する場合を例に説明したが、例えば、Si(珪素)やSiC(炭化珪素)の単結晶膜等の成膜にも本発明を適用することが可能である。

【0119】

また、実施形態では、ウェハ1枚毎に成膜する枚葉式のエピタキシャル装置を例に説明したが、気相成長装置は、枚葉式のエピタキシャル装置に限られるものではない。例えば、自公転する複数のウェハに同時に成膜するプラネタリー方式のCVD装置等にも、本発明を適用することが可能である。

10

20

30

40

50

【0120】

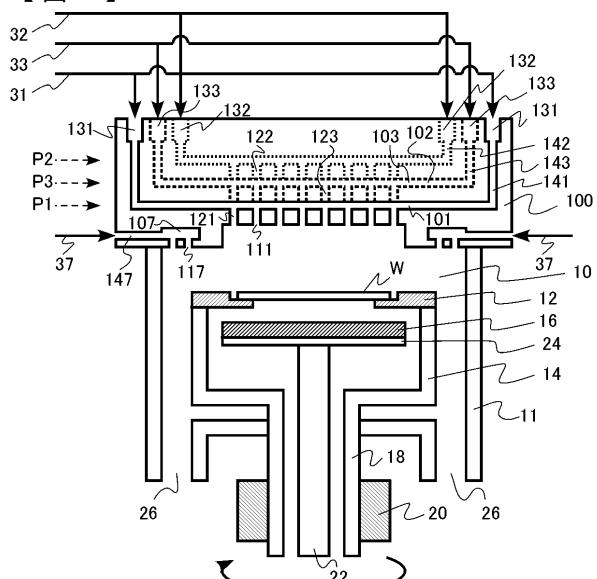
実施形態では、装置構成や製造方法等、本発明の説明に直接必要しない部分等については記載を省略したが、必要とされる装置構成や製造方法等を適宜選択して用いることができる。その他、本発明の要素を具備し、当業者が適宜設計変更しうる全ての気相成長装置および気相成長方法は、本発明の範囲に包含される。本発明の範囲は、特許請求の範囲およびその均等物の範囲によって定義されるものである。

【符号の説明】

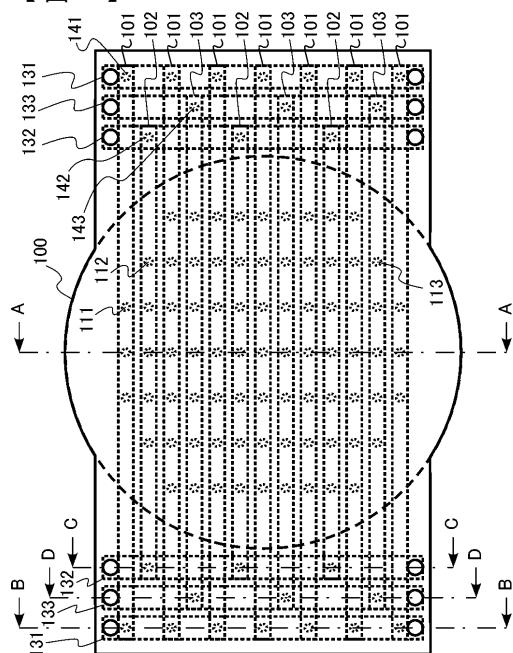
【0121】

1 0	反応室	
1 1	側壁	10
1 2	支持部	
1 4	回転体ユニット	
1 6	加熱部	
2 0	回転駆動機構	
3 1	第1のガス供給路	
3 2	第2のガス供給路	
3 3	第3のガス供給路	
3 7	パージガス供給路	
3 7 a	第1のパージガス供給路	
3 7 b	第2のパージガス供給路	20
5 0	制御部	
1 0 0	シャワープレート	
1 0 0 a	内側領域	
1 0 0 b	外側領域	
1 0 1	第1の横方向ガス流路	
1 0 2	第2の横方向ガス流路	
1 0 3	第3の横方向ガス流路	
1 0 7	横方向パージガス流路	
1 1 1	第1のガス噴出孔	
1 1 2	第2のガス噴出孔	30
1 1 3	第3のガス噴出孔	
1 1 7	パージガス噴出孔	
1 2 1	第1の縦方向ガス流路	
1 2 2	第2の縦方向ガス流路	
1 2 3	第3の縦方向ガス流路	
1 3 1	第1のマニフォールド	
1 3 2	第2のマニフォールド	
1 3 3	第3のマニフォールド	
1 4 1	第1の接続流路	
1 4 2	第2の接続流路	40
1 4 3	第3の接続流路	
1 4 7	パージガス接続流路	

【図1】

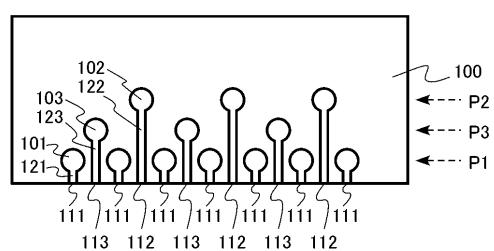


【図2】



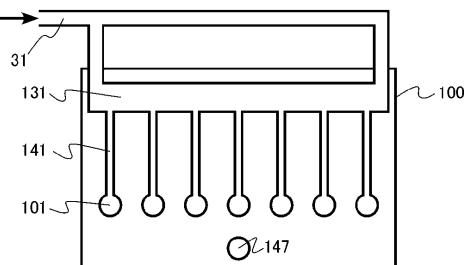
【図3】

AA断面

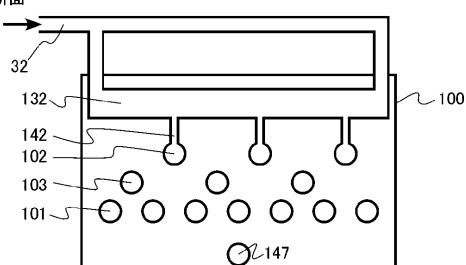


【図4】

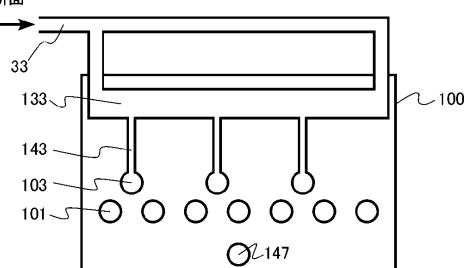
(a) BB断面



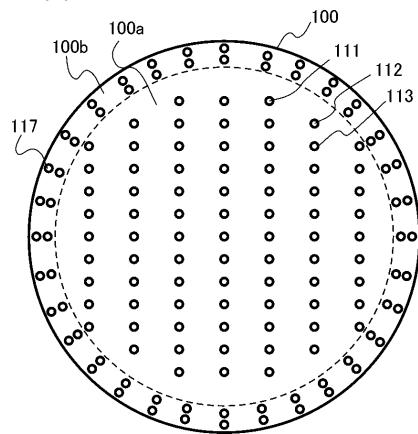
(b) CC断面



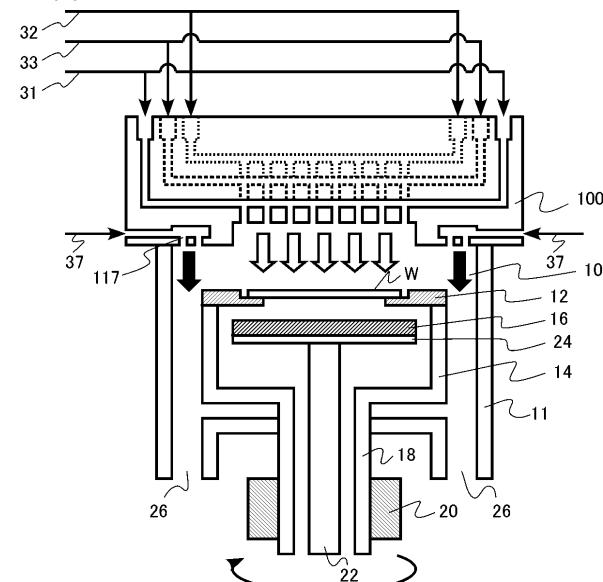
(c) DD断面



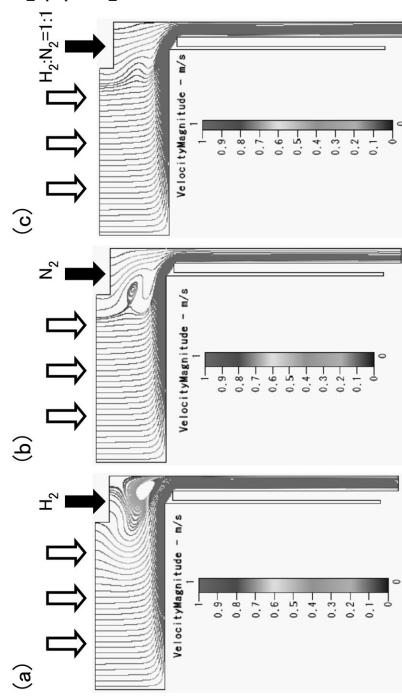
【図5】



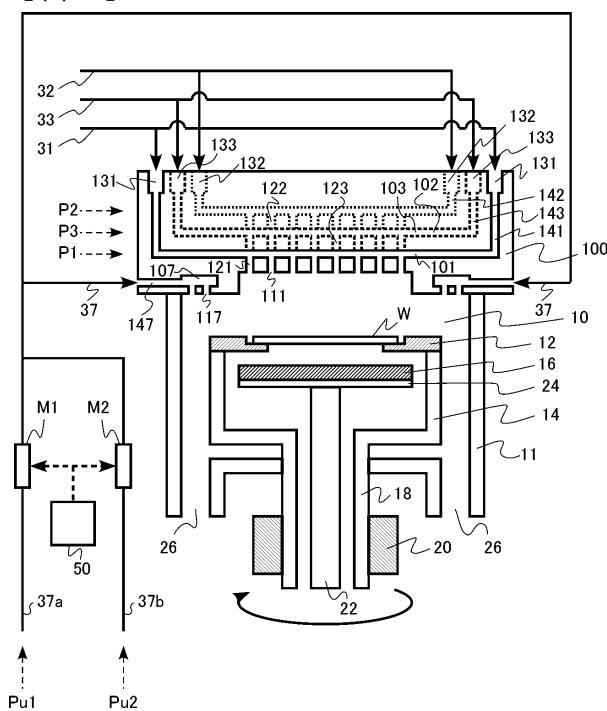
【図6】



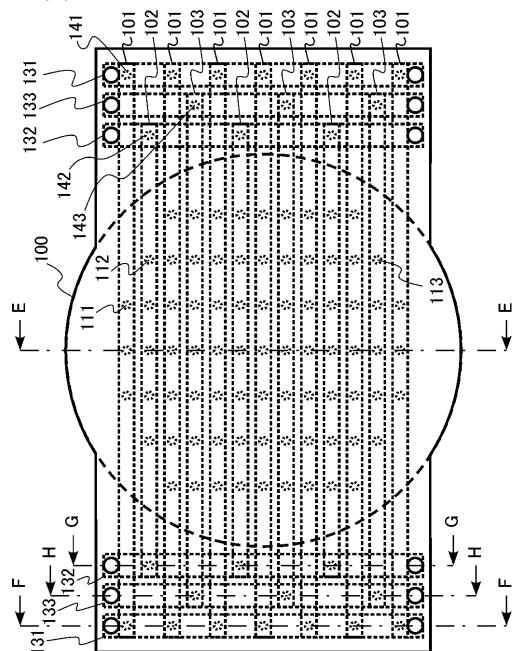
【図7】



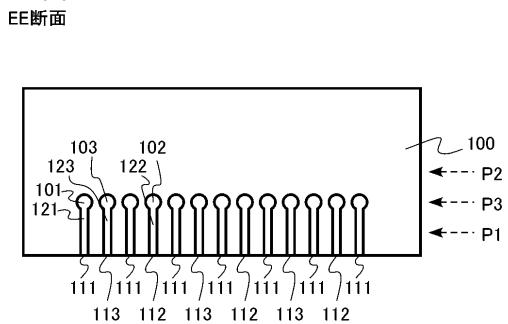
【図8】



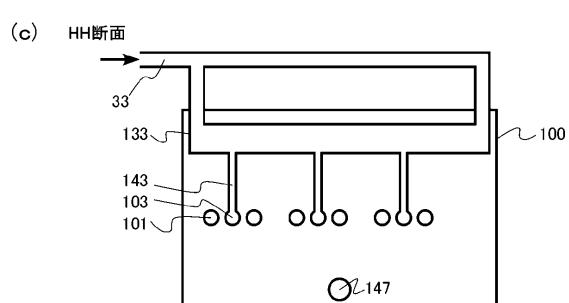
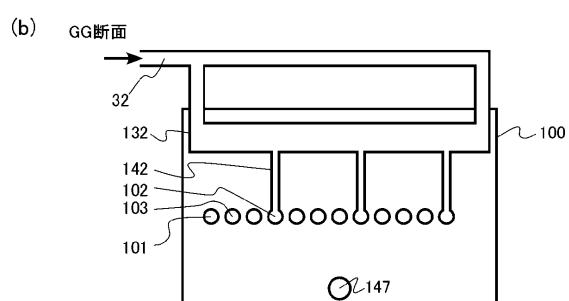
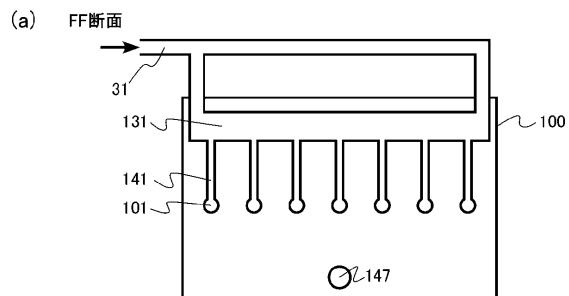
【図9】



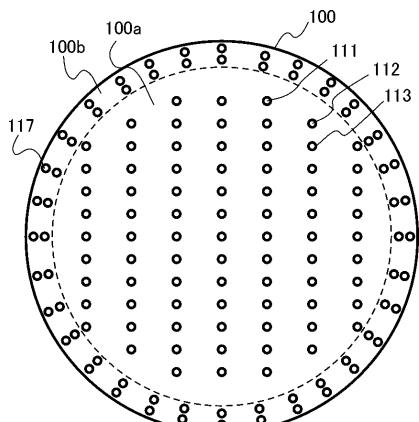
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

審査官 桑原 清

(56)参考文献 特表2004-536224(JP,A)
特開2008-244014(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0098276(US,A1)
特開平04-324623(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205
C23C 16/455