

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6134522号
(P6134522)

(45) 発行日 平成29年5月24日(2017.5.24)

(24) 登録日 平成29年4月28日(2017.4.28)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/205 (2006.01)
C 2 3 C 16/455 (2006.01)H O 1 L 21/205
C 2 3 C 16/455

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-16015 (P2013-16015)
 (22) 出願日 平成25年1月30日(2013.1.30)
 (65) 公開番号 特開2014-146767 (P2014-146767A)
 (43) 公開日 平成26年8月14日(2014.8.14)
 審査請求日 平成27年12月4日(2015.12.4)

(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、

第1のプロセスガスを供給する第1のガス供給路と、

前記第1のプロセスガスと異なる第2のプロセスガスを供給する第2のガス供給路と、

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であって、

前記シャワープレートが、前記第1のガス供給路に接続される一対の第1のマニフォルドと、前記一対の第1のマニフォルドより下方の第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、前記一対の第1のマニフォルドと前記第1の横方向ガス流路とを前記第1の横方向ガス流路の両端部で接続し縦方向に延伸する第1の接続流路と、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の水平面より上方に設けられる一対の第2のマニフォルドと、前記第1の水平面より上方で前記一対の第2のマニフォルドより下方の第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、前記一対の第2のマニフォルドと前記第2の横方向ガス流路とを前記第2の横方向ガス流路の両端部で接続し縦方向に延伸する第2の接続流路と、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縦方向に延伸し前記反応室側に第

10

20

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、を備えることを特徴とする気相成長装置。

【請求項 2】

前記第 1 のプロセスガスの動粘度よりも前記第 2 のプロセスガスの動粘度が小さいことを特徴とする請求項 1 記載の気相成長装置。

【請求項 3】

前記第 2 の縦方向ガス流路の内径が、前記第 1 の縦方向ガス流路の内径よりも大きい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。

【請求項 4】

隣接する前記第 2 の縦方向ガス流路の間隔が、隣接する前記第 1 の縦方向ガス流路の間隔よりも小さいことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 いずれか一項記載の気相成長装置。

10

【請求項 5】

前記第 2 の横方向ガス流路の内径が、前記第 1 の横方向ガス流路の内径よりも大きいことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 いずれか一項記載の気相成長装置。

【請求項 6】

接続される前記第 1 の縦方向ガス流路の数が k (k は 1 以上の整数) 個である第 1 の横方向ガス流路 (k) と、 n ($k < n$ 、 n は 2 以上の整数) 個である第 1 の横方向ガス流路 (n) とが存在し、前記第 1 の横方向ガス流路 (k) に接続される前記第 1 の接続流路の流体抵抗が、前記第 1 の横方向ガス流路 (n) に接続される前記第 1 の接続流路の流体抵抗よりも大きい、または、

20

接続される前記第 2 の縦方向ガス流路の数が k (k は 1 以上の整数) 個である第 2 の横方向ガス流路 (k) と、 n ($k < n$ 、 n は 2 以上の整数) 個である第 2 の横方向ガス流路 (n) とが存在し、前記第 2 の横方向ガス流路 (k) に接続される前記第 2 の接続流路の流体抵抗が、前記第 2 の横方向ガス流路 (n) に接続される前記第 2 の接続流路の流体抵抗よりも大きいことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 いずれか一項記載の気相成長装置。

【請求項 7】

前記第 1 の横方向ガス流路 (k) に接続される前記第 1 の接続流路の内径が、前記第 1 の横方向ガス流路 (n) に接続される前記第 1 の接続流路の内径よりも小さい、または、

30

前記第 1 の横方向ガス流路 (k) に接続される前記第 2 の接続流路の内径が、前記第 1 の横方向ガス流路 (n) に接続される前記第 2 の接続流路の内径よりも小さいことを特徴とする請求項 6 記載の気相成長装置。

【請求項 8】

反応室と、第 1 のプロセスガスを供給する第 1 のガス供給路と、前記第 1 のプロセスガスと異なる第 2 のプロセスガスを供給する第 2 のガス供給路と、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であって、前記シャワープレートが、前記第 1 のガス供給路に接続される一対の第 1 のマニフォールドと、前記一対の第 1 のマニフォールドより下方の第 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、前記一対の第 1 のマニフォールドと前記第 1 の横方向ガス流路とを前記第 1 の横方向ガス流路の両端部で接続し縦方向に延伸する第 1 の接続流路と、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 の水平面より上方に設けられる一対の第 2 のマニフォールドと、前記第 1 の水平面より上方で前記一対の第 2 のマニフォールドより下方の第 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、前記一対の第 2 のマニフォールドと前記第 2 の横方向ガス流路とを前記第 2 の横方向ガス流路の両端部で接続し縦方向に延伸する第 2 の接続流路と、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過して縦方向に延伸し前記反応室側に第 2 の

40

50

ガス噴出孔を有する複数の第2の縦方向流路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、

前記第1および第2のガス噴出孔から、それぞれ第1のプロセスガスおよび第2のプロセスガスを噴出させ、

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9】

前記第2の縦方向ガス流路の内径が、前記第1の縦方向ガス流路の内径よりも大きく、

前記第2の横方向ガス流路の内径が、前記第1の横方向ガス流路の内径よりも大きく、

前記第2の横方向ガス流路に前記第1の横方向ガス流路に供給される前記第1のプロセスガスよりも動粘度の小さい前記第2のプロセスガスを供給し、前記第2のガス噴出孔から前記第1のガス噴出孔から噴出される前記第1のプロセスガスよりも動粘度の小さい前記第2のプロセスガスを噴出させることを特徴とする請求項8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。

【背景技術】

【0002】

高品質で厚い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、シャワープレート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】

エピタキシャル成長技術、特に、MOCVD法では、ウェハ表面での均一な成膜を行うために、ソースガスや分離ガス等を、適切に混合させ、ウェハ表面に均一な整流状態で供給することが重要となる。特許文献1には、異なるガスを適切に混合させるため、反応室にソースガスを導入するまで異なるガス拡散室に分離しておく構成が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-81569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、プロセスガスの流れを均一かつ安定にし、基板に均一な膜を形成可能な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ものである。

【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、第1のプロセスガスを供給する第1のガス供給路と、前記第1のプロセスガスと異なる第2のプロセスガスを供給する第2のガス供給路と、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であって、前記シャワープレートが、前記第1のガス供給路に接続される一対の第1のマニフォールドと、前記一対の第1のマニフォールドより下方の第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、前記一対の第1のマニフォールドと前記第1の横方向ガス流路とを前記第1の横方向ガス流路の両端部で接続し縦方向に延伸する第1の接続流路と、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の水平面より上方に設けられる一対の第2のマニフォールドと、前記第1の水平面より上方で前記一対の第2のマニフォールドより下方の第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、前記一対の第2のマニフォールドと前記第2の横方向ガス流路とを前記第2の横方向ガス流路の両端部で接続し縦方向に延伸する第2の接続流路と、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過し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、を備えることを特徴とする。

10

20

【0008】

上記態様の気相成長装置において、前記第1のプロセスガスの動粘度よりも前記第2のプロセスガスの動粘度が小さいことが望ましい。

【0009】

上記態様の気相成長装置において、前記第2の縦方向ガス流路の内径が、前記第1の縦方向ガス流路の内径よりも大きいことが望ましい。

【0010】

上記態様の気相成長装置において、隣接する前記第2の縦方向ガス流路の間隔が、隣接する前記第1の縦方向ガス流路の間隔よりも小さいことが望ましい。

30

【0011】

上記態様の気相成長装置において、前記第2の横方向ガス流路の内径が、前記第1の横方向ガス流路の内径よりも大きいことが望ましい。

【0013】

上記態様の気相成長装置において、接続される前記第1の縦方向ガス流路の数が k (k は1以上の整数)個である第1の横方向ガス流路(k)と、 n ($k < n$ 、 n は2以上の整数)個である第1の横方向ガス流路(n)とが存在し、前記第1の横方向ガス流路(k)に接続される前記第1の接続流路の流体抵抗が、前記第1の横方向ガス流路(n)に接続される前記第1の接続流路の流体抵抗よりも大きい、または、接続される前記第2の縦方向ガス流路の数が k (k は1以上の整数)個である第2の横方向ガス流路(k)と、 n 個 ($k < n$ 、 n は2以上の整数)個である第2の横方向ガス流路(n)とが存在し、前記第2の横方向ガス流路(k)に接続される前記第2の接続流路の流体抵抗が、前記第2の横方向ガス流路(n)に接続される前記第2の接続流路の流体抵抗よりも大きいことが望ましい。

40

【0014】

上記態様の気相成長装置において、前記第1の接続流路(k)の内径が、前記第1の接続流路(n)の内径よりも小さい、または、前記第2の接続流路(k)の内径が、前記第2の接続流路(n)の内径よりも小さいことが望ましい。

【0015】

50

本発明の一態様の気相成長方法は、反応室と、第1のプロセスガスを供給する第1のガス供給路と、前記第1のプロセスガスと異なる第2のプロセスガスを供給する第2のガス供給路と、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であって、前記シャワープレートが、前記第1のガス供給路に接続される一対の第1のマニフォールドと、前記一対の第1のマニフォールドより下方の第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、前記一対の第1のマニフォールドと前記第1の横方向ガス流路とを前記第1の横方向ガス流路の両端部で接続し縦方向に延伸する第1の接続流路と、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の水平面より上方に設けられる一対の第2のマニフォールドと、前記第1の水平面より上方で前記一対の第2のマニフォールドより下方の第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、前記一対の第2のマニフォールドと前記第2の横方向ガス流路とを前記第2の横方向ガス流路の両端部で接続し縦方向に延伸する第2の接続流路と、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過し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の縦方向流路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、前記第1および第2のガス噴出孔から、それぞれ第1のプロセスガスおよび第2のプロセスガスを噴出させ、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

20

【0016】

上記態様の気相成長方法において、前記第2の縦方向ガス流路の内径が、前記第1の縦方向ガス流路の内径よりも大きく、前記第2の横方向ガス流路の内径が、前記第1の横方向ガス流路の内径よりも大きく、前記第2の横方向ガス流路に前記第1の横方向ガス流路よりも動粘度の小さいプロセスガスを供給し、前記第2のガス噴出孔から前記第1のガス噴出孔から噴出されるガスよりも動粘度の小さい前記プロセスガスを噴出させることが望ましい。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、プロセスガスの流れを均一かつ安定にし、基板に均一性に優れた膜を形成可能な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。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】第1の実施の形態の気相成長装置の模式断面図である。

【図2】第1の実施の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。

【図5】第2の実施の形態のシャワープレートの模式上面図である。

【図6】図5のシャワープレートのE-E断面図である。

40

【図7】第3の実施の形態のシャワープレートの模式上面図である。

【図8】図7のシャワープレートのF-F断面図である。

【図9】第3の実施の形態のシャワープレートの効果を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

【0020】

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重力方向を「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、基準に対し重力方向の位置、「下方」とは基準に対し重力方向を意味する。そして、「上部」とは、基

50

準に対し重力方向と逆方向の位置、「上方」とは基準に対し重力方向と逆方向を意味する。また、「縦方向」とは重力方向である。

【0021】

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

【0022】

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。

【0023】

(第1の実施の形態)

本実施の形態の気相成長装置は、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装置である。そして、シャワープレートが、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の縦方向ガス流路を備える。また、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過し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の縦方向流路とを備える。

【0024】

本実施の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、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、本実施の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。

【0025】

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。

【0026】

図1は、本実施の形態の気相成長装置の模式断面図である。本実施の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。

【0027】

図1に示すように、本実施の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。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(またはインジェクタヘッド)100を備えている。

【0028】

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。

【0029】

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を輻射熱により加熱する加熱部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をその中心を回転中心として、例えば、300rpm~1000rpmの高速回転させることが可能となっている。

【0030】

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。また、円筒状の回転軸 18 は中空の回転体ユニット 14 内を排気するための真空ポンプ（図示せず）に接続される。真空ポンプの吸引により、半導体ウェハ W が支持部 12 に真空吸着する構成になっていてもよい。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。

【0031】

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。この支持台 24 には半導体ウェハ W を 支持部 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。

10

【0032】

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。

【0033】

そして、本実施の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。

【0034】

例えば、MOCVD 法により、Ga₂N 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（N）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。

20

【0035】

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 TMG）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。

30

【0036】

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 の側壁箇所において、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。

【0037】

以下、本実施の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、本実施の形態のシャワープレートの模式上面図である。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。

40

【0038】

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。

【0039】

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

50

）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。

【００４０】

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の間を通過している。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、２本の第１の横方向ガス流路１０１の間を通過している。

10

【００４１】

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内に重力方向（縦方向または垂直方向）に形成された縦孔である。

【００４２】

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、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、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。

20

【００４３】

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。

30

【００４４】

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。

【００４５】

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。本実施の形態では、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。

40

【００４６】

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。

【００４７】

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。

50

【 0 0 4 8 】

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。本実施の形態では、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。

【 0 0 4 9 】

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。

10

【 0 0 5 0 】

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。

【 0 0 5 1 】

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。本実施の形態のシャワープレート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。

20

【 0 0 5 2 】

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、本実施の形態のように、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。

【 0 0 5 3 】

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。

30

【 0 0 5 4 】

本実施の形態によれば、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。よって、結果的に、反応室10内に噴出するプロセスガスの流量分布を均一化し、成膜の均一性を向上させることが可能となる。

40

【 0 0 5 5 】

次に、本実施の形態の気相成長方法について、Ga₂Nをエピタキシャル成長させる場合を例に説明する。

【 0 0 5 6 】

本実施の形態の気相成長方法は、図1に示した枚葉型エピタキシャル成長装置を用いて行う。

【 0 0 5 7 】

まず、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

50

例えば突き上げピン（図示せず）を介して支持部 1 2 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。

【 0 0 5 8 】

そして、図示しない真空ポンプを作動して反応室 1 0 内のガスをガス排出部 2 6 から排気して所定の真空度にする。ここで、支持部 1 2 に載置した半導体ウェハ W は、加熱部 1 6 により所定温度に予備加熱している。さらに、加熱部 1 6 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。

【 0 0 5 9 】

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 1 4 を所要の速度で回転させながら、第 1 ないし第 3 のガス噴出孔 1 1 1、1 1 2、1 1 3 から所定の第 1 ないし第 3 のプロセスガスを噴出する。第 1 のプロセスガスは、第 1 のガス供給路 3 1 から第 1 のマニフールド 1 3 1、第 1 の接続流路 1 4 1、第 1 の水平ガス流路 1 0 1、第 1 の縦方向ガス流路 1 2 1 を経由して第 1 のガス噴出孔 1 1 1 から反応室 1 0 内に噴出される。また、第 2 のプロセスガスは、第 2 のガス供給路 3 2 から第 2 のマニフールド 1 3 2、第 2 の接続流路 1 4 2、第 2 の水平ガス流路 1 0 2、第 2 の縦方向ガス流路 1 2 2 を経由して第 2 のガス噴出孔 1 1 2 から反応室 1 0 内に噴出される。また、第 3 のプロセスガスは、第 3 のガス供給路 3 3 から第 3 のマニフールド 1 3 3、第 3 の接続流路 1 4 3、第 3 の水平ガス流路 1 0 3、第 3 の縦方向ガス流路 1 2 3 を経由して第 3 のガス噴出孔 1 1 3 から反応室 1 0 内に噴出される。

10

20

【 0 0 6 0 】

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。

【 0 0 6 1 】

第 1 ないし第 3 のガス噴出孔 1 1 1、1 1 2、1 1 3 から噴出された第 1 ないし第 3 のプロセスガスは適度に混合されて半導体ウェハ W 上に整流状態で供給される。これにより、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。

30

【 0 0 6 2 】

そして、エピタキシャル成長終了時には、第 1 ないし第 3 のガス噴出孔 1 1 1、1 1 2、1 1 3 からの第 1 ないし第 3 のプロセスガスの噴出を停止し、半導体ウェハ W 上へのプロセスガスの供給が遮断され、単結晶膜の成長が終了される。

【 0 0 6 3 】

成膜後は、半導体ウェハ W の降温を始める。ここで、例えば、回転体ユニット 1 4 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 1 2 に載置したままにして、加熱部 1 6 の加熱出力を初めに戻し、予備加熱の温度に低下するよう調整する。

【 0 0 6 4 】

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 1 2 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プレート 1 0 0 および支持部 1 2 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。

40

【 0 0 6 5 】

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じのプロセスシーケンスに従って行うことも可能である。

【 0 0 6 6 】

50

本実施の形態の気相成長方法では、図 1 に示したエピタキシャル成長装置を用いることで、プロセスガスの流れを均一かつ安定にし、基板に膜厚や膜質等の均一性に優れた膜を形成することが可能となる。

【 0 0 6 7 】

(第 2 の実施の形態)

本実施の形態の気相成長装置は、シャワープレート 200 の第 2 の縦方向ガス流路の内径が、第 1 の縦方向ガス流路の内径よりも大きく、かつ、隣接する第 2 の縦方向ガス流路の間隔が、隣接する第 1 の縦方向ガス流路の間隔よりも小さい点、および、第 2 の横方向ガス流路の内径が、第 1 の横方向ガス流路の内径よりも大きい点で、第 1 の実施の形態と異なる。そして、第 1 のプロセスガスを供給する第 1 のガス供給路と、第 1 のプロセスガスよりも動粘度の小さい第 2 のプロセスガスを供給する第 2 のガス供給路とを備える。そして、第 1 の横方向ガス流路に第 1 のガス供給路が接続され、第 2 の横方向ガス流路に第 2 のガス供給路が接続される。以下、第 1 の実施の形態と重複する内容については、一部記述を省略する。

10

【 0 0 6 8 】

本実施の形態によれば、動粘度の小さいプロセスガスの噴出時の流速を抑制することで、隣接するガス噴出孔から噴出される動粘度の高いプロセスガスの巻き込みを抑制することが可能となる。よって、プロセスガスの整流性が向上し、膜厚や膜質等の均一性の高い成膜を実現することが可能となる。

20

【 0 0 6 9 】

図 5 は、本実施の形態のシャワープレートの模式上面図である。図 6 は、図 5 の E E 断面図である。

【 0 0 7 0 】

第 1 の実施の形態と同様、シャワープレート 200 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 (P 1) 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 (P 2) 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 (P 3) 内に配置され互いに平行に延伸する。

30

【 0 0 7 1 】

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、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。

40

【 0 0 7 2 】

ここで、第 2 の縦方向ガス流路 102 の内径が、第 1 の縦方向ガス流路 101 の内径よりも大きくなっている。なお、第 3 の縦方向ガス流路 103 の内径は、例えば、第 1 の縦方向ガス流路 101 の内径と同じである。そして、第 1 の縦方向ガス流路 101 の内径と第 1 のガス噴出孔 111 の径、第 2 の縦方向ガス流路 102 の内径と第 2 のガス噴出孔 112 の径、第 3 の縦方向ガス流路 103 の内径と第 3 のガス噴出孔 113 の径、はそれぞれ等しくなるよう形成されている。

【 0 0 7 3 】

また、隣接する第 2 の縦方向ガス流路 122 の中心間隔が、隣接する第 1 の縦方向

50

ガス流路 1 2 1 の中心間の間隔よりも小さい。いいかえれば、第 2 のガス噴出孔 1 1 2 の中心間の間隔は、第 1 のガス噴出孔 1 1 1 の中心間の間隔よりも狭い。ここで、隣接する第 3 の縦方向ガス流路 1 2 3 の中心間の間隔は、例えば、隣接する第 1 の縦方向ガス流路 1 2 1 の中心間の間隔に等しい。すなわち、第 3 のガス噴出孔 1 1 3 の中心間の間隔は、第 1 のガス噴出孔の中心間の間隔に等しい。

【 0 0 7 4 】

さらに、第 2 の横方向ガス流路 1 0 2 の内径が、第 1 の横方向ガス流路 1 0 1 の内径よりも大きい。

【 0 0 7 5 】

そして、本実施の形態のエピタキシャル成長装置は、図 1 に示す第 1 の実施の形態のエピタキシャル成長装置と同様、第 1 のプロセスガスを供給する第 1 のガス供給路 3 1 と、第 2 のプロセスガスを供給する第 2 のガス供給路 3 2 と、第 3 のプロセスガスを供給する第 3 のガス供給路 3 3 と、を備える。

【 0 0 7 6 】

第 2 のプロセスガスの動粘度は、第 1 のプロセスガスより小さい。また、第 3 のプロセスガスの動粘度は、例えば、第 1 のプロセスガスの動粘度と同等である。

【 0 0 7 7 】

ここで、動粘度 () とは、流体の絶対粘度 (μ) を密度 () で割った値であり、

$$= \mu /$$
 で表される。動粘度は定性的には流体そのものの動きにくさを表す指標となり、動粘度の小さい方が、流体が動きやすくなる。

【 0 0 7 8 】

MOCVD 法により、Ga N 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 (H_2) 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 (N) のソースガスとなるアンモニア (NH_3) 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) のソースガスとしてトリメチルガリウム (TMG) をキャリアガスである水素 (H_2) で希釈したガスを供給する。

【 0 0 7 9 】

この場合、第 2 のプロセスガスであるアンモニア (NH_3) は、第 1 のプロセスガスである水素 (H_2) よりも、動粘度が小さい。

【 0 0 8 0 】

Ga N の成膜時には、第 2 のプロセスガスであるアンモニア (NH_3) は第 2 のガス噴出孔 1 1 2 から噴出され、第 1 のプロセスガスである水素 (H_2) は隣接する第 1 のガス噴出孔 1 1 1 から噴出されることになる。この際、水素よりも動粘度の小さいアンモニアの噴出速度が、動粘度の大きい水素の噴出速度よりも速くなることでアンモニアの動圧が大きくなって、水素が引き寄せられることで乱流が生じ、プロセスガスの流れが悪化するおそれがある。

【 0 0 8 1 】

ここで、全圧 (P_0)、静圧 (P)、流体の速度 (v)、流体の密度 () との間には以下の関係が成立する。

$$P + 0.5 \rho v^2 = P_0$$

ここで、 $0.5 \rho v^2$ が動圧である。流体の速度 v が上がるほど動圧が大きくなり、静圧 (P) が低下する、いわゆるベンチュリ効果が生ずる。例えば、アンモニアの流速が、分離ガスの水素の流速より大きいと、アンモニアを噴出するガス噴出孔近傍の静圧が下がり、水素が引き寄せられ乱流が生じやすくなる。

【 0 0 8 2 】

本実施の形態では、動粘度が小さく流速が大きくなりやすい第 2 のプロセスガスが流れる第 2 の縦方向ガス流路 1 2 2 の内径を大きくし、かつ、間隔を狭めて数を増やす。これにより、動粘度の小さい第 2 のプロセスガス、ここではアンモニアの噴出速度を低下させ

10

20

30

40

50

る。したがって、動粘度の大きい第1のプロセスガス、ここでは水素の噴出速度との差が小さくなり乱流を抑制することが可能となる。

【0083】

もっとも、第2の縦方向ガス流路122の内径を大きくし、かつ、間隔を狭めて数を増やすことにより、第2の縦方向ガス流路122の流体抵抗が低下する。このため、第2の横方向ガス流路102の伸長方向のガス流量分布が大きくなり、成膜の均一性が低下するおそれがある。

【0084】

本実施の形態では、第2の横方向ガス流路102を第1の横方向ガス流路101よりも上側に設けることで、第2の縦方向ガス流路122の長さを第1の縦方向ガス流路121の長さよりも長くし、相対的に流体抵抗が高くなる構成としている。第2の縦方向ガス流路122の流体抵抗を高くすることにより、第2の横方向ガス流路102の伸長方向のガス流量分布を均一化することが可能となる。

10

【0085】

さらに、本実施の形態では、第2の横方向ガス流路102の内径が、第1の横方向ガス流路101の内径よりも大きい。第2の横方向ガス流路102の内径を大きくすることにより、第2の横方向ガス流路102の流体抵抗を小さくすることで、第2の横方向ガス流路102の伸長方向のガス流量分布を均一化することが可能となる。

【0086】

横方向ガス流路を階層構造にする場合、最上部の横方向ガス流路が最も内径拡大のマージンを大きくすることが可能となる。他の階層の縦方向ガス流路が間を通らないためである。このため、本実施の形態のように、3層以上の構造となる場合、動粘度の小さいプロセスガスが流れる横方向ガス流路を最上部に設けることが、ガス流量分布を均一化する観点から望ましい。

20

【0087】

なお、動粘度の小さい第2のプロセスガスの噴出速度を抑制するためには、動粘度が小さく流速が大きくなりやすい第2のプロセスガスが流れる第2の縦方向ガス流路122の内径を大きくするか、または、間隔を狭めて数を増やすかのいずれか一方のみを採用する構成としてもかまわない。

【0088】

本実施の形態の気相成長装置によれば、ガス噴出孔近傍における乱流の発生を抑制することで、プロセスガスの流れを均一かつ安定にし、基板に膜厚や膜質等の均一性に優れた膜を形成することが可能となる。

30

【0089】

次に、本実施の形態の気相成長方法について説明する。本実施の形態の気相成長方法は、第2の縦方向ガス流路の内径が、第1の縦方向ガス流路の内径よりも大きく、第2の横方向ガス流路の内径が、第1の横方向ガス流路の内径よりも大きく、第2の横方向ガス流路に第1の横方向ガス流路よりも動粘度の小さいプロセスガスを供給し、第2のガス噴出孔から第1のガス噴出孔から噴出されるガスよりも動粘度の小さいガスを噴出させること以外は、第1の実施の形態の気相成長方法と同様である。

40

【0090】

本実施の形態の気相成長方法は、図5に示したシャワープレート200を備える枚葉型エピタキシャル成長装置を用いて行う。

【0091】

第2の横方向ガス流路102に第1の横方向ガス流路101よりも動粘度の小さいプロセスガスを供給し、第2のガス噴出孔112から第1のガス噴出孔から噴出されるガスよりも動粘度の小さいガスを噴出させる。

【0092】

GaNを成膜する場合、第1のガス噴出孔111からは分離ガスである水素(第1のプ

50

ロセスガス)、第2のガス噴出孔112からは、水素よりも動粘度の小さい窒素のソースガスであるアンモニア(第2のプロセスガス)、第3のガス噴出孔113から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(第3のプロセスガス)を噴出する。

【0093】

第1ないし第3のガス噴出孔111、112、113から噴出されたプロセスガスは、適度に混合されて半導体ウェハW上に整流状態で供給される。特に、動粘度の異なる水素とアンモニアの流れがベンチュリ効果により乱流となることを抑制する。これにより、半導体ウェハW表面に、GaN(窒化ガリウム)の単結晶膜が均一性良くエピタキシャル成長により形成される。

【0094】

本実施の形態の気相成長方法では、ガス噴出孔近傍における乱流の発生を抑制することで、プロセスガスの流れを均一かつ安定にし、基板に膜厚や膜質等の均一性に優れた膜を形成することが可能となる。

【0095】

本実施の形態の変形例の気相成長装置は、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装置である。そして、シャワープレートが、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の縦方向ガス流路を備える。また、上記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の縦方向流路とを備える。

【0096】

さらに、第1のプロセスガスを供給する第1のガス供給路と、第1のプロセスガスよりも動粘度の小さい第2のプロセスガスを供給する第2のガス供給路とをさらに備え、第1の横方向ガス流路に第1のガス供給路が接続され、第2の横方向ガス流路に第2のガス供給路が接続される。そして、第2の縦方向ガス流路の内径が、第1の縦方向ガス流路の内径よりも大きい、または、隣接する第2の縦方向ガス流路の間隔が、隣接する第1の縦方向ガス流路の間隔よりも小さい。

【0097】

本変形例は、第1および第2の横方向ガス流路が、同一水平面に配置され、階層構造を備えない点で上記実施の形態と異なっている。本変形例においても、ガス噴出孔近傍における乱流の発生を抑制することで、プロセスガスの流れを均一かつ安定にし、基板に膜厚や膜質等の均一性に優れた膜を形成することが可能となる。

【0098】

なお、流量分布を均一にする観点から、第2の横方向ガス流路の内径が、第1の横方向ガス流路の内径よりも大きいことが望ましい。

【0099】

また、流量分布を均一にする観点から、第2の縦方向ガス流路の内径が、第1の縦方向ガス流路の内径よりも大きい、かつ、隣接する第2の縦方向ガス流路の間隔が、隣接する第1の縦方向ガス流路の間隔よりも小さいことが望ましい。

【0100】

本実施の形態の気相成長装置は、接続される第1の縦方向ガス流路の数が k (k は1以上の整数)個である第1の横方向ガス流路(k)と、 n ($k < n$ 、 n は2以上の整数)個である第1の横方向ガス流路(n)とが存在し、第1の横方向ガス流路(k)に接続される第1の接続流路の流体抵抗が、第1の横方向ガス流路(n)に接続される第1の接続流路の流体抵抗よりも大きい。または、接続される第2の縦方向ガス流路の数が k (k は1以上の整数)個である第2の横方向ガス流路(k)と、 n ($k < n$ 、 n は2以上の整数)

10

20

30

40

50

個である第2の横方向ガス流路(n)とが存在し、第2の横方向ガス流路(k)に接続される第2の接続流路の流体抵抗が、第2の横方向ガス流路(n)に接続される第2の接続流路の流体抵抗よりも大きい。上記以外の点については、第1の実施の形態と同様である。したがって、第1の実施の形態と重複する内容については、一部記述を省略する。

【0101】

本実施の形態によれば、第1または第2の横方向ガス流路にプロセスガスを導入する第1または第2の接続流路の流体抵抗を調整することで、複数の第1または第2の横方向ガス流路の間で噴出するガスの流量に差が生じることを抑制する。よって、プロセスガスの流量分布が均一化し、膜厚や膜質等の均一性の高い成膜を実現することが可能となる。

10

【0102】

図7は、本実施の形態のシャワープレートの模式上面図である。図8は、図7のFF断面図である。

【0103】

第1の実施の形態と同様、シャワープレート300の内部には、複数の第1の横方向ガス流路101a、101b、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101a、101b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。

20

【0104】

そして、第1の横方向ガス流路101a、101b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、第1の横方向ガス流路101a、101bの間を通過している。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101a、101bの間を通過している。

30

【0105】

シャワープレート300には、接続される第1の縦方向ガス流路の数が3個である第1の横方向ガス流路(3)101aと、7個である第1の横方向ガス流路(7)101bとが存在する。そして、第1の横方向ガス流路(3)101aに接続される第1の接続流路141aの流体抵抗が、第1の横方向ガス流路(7)101bに接続される第1の接続流路141bの流体抵抗よりも大きくなっている。具体的には、第1の接続流路(3)141aの内径を、第1の接続流路(7)141bの内径よりも小さくすることにより、第1の接続流路(3)141aの流体抵抗を大きくしている。

40

【0106】

縦方向ガス流路の数が少ない、すなわちガス噴出孔の少ない横方向ガス流路では、縦方向ガス流路の数が多く、すなわちガス噴出孔の多い横方向ガス流路に比較して、ガス噴出孔から噴出するプロセスガスの流量が大きくなるおそれがある。本実施の形態のように、接続流路の流体抵抗を縦方向ガス流路の数によって調整することにより、縦方向ガス流路の数に依存するプロセスガスの流量のばらつきを抑制することが可能となる。したがって、噴出するプロセスガスの流量を均一化することが可能となる。

【0107】

なお、ここでは、第1の縦方向ガス流路、第1の横方向ガス流路、第1の接続流路につ

50

いて説明したが、同様の形態を、第2の縦方向ガス流路、第2の横方向ガス流路、第2の接続流路、または、第3の縦方向ガス流路、第3の横方向ガス流路、第3の接続流路について採用することも可能である。

【0108】

また、ここでは、 $k = 3$ 、 $n = 7$ の場合について説明したが、 k が1以上の整数で、 $k < n$ 、 n が2以上の整数であれば、その他の値を採用することも可能である。また、横方向ガス流路に接続される縦方向ガス流路の個数のバリエーションは、2通りに限らず、3通り以上であってもかまわない。

【0109】

また、ここでは接続流路の内径を変えることで接続流路の流体抵抗を調整する場合を例に説明したが、例えば、接続流路を複数にしてその数を変えたり、オリフィスを設けたりすることで流体抵抗を調整することも可能である。

【0110】

図9は、接続流路の内径で流体抵抗を調整する効果を示すシミュレーション結果である。横軸はガス噴出孔の位置、縦軸はガス噴出孔から噴出するガス流量である。ガス噴出孔の位置は2次元上の位置を、便宜的に1次元上に表している。

【0111】

図中、 \times マークが1本の横方向ガス流路に接続される縦方向ガス流路の数に関わりなく接続流路の内径を等しくした場合である。点線で囲まれるマークが、接続される縦方向ガス流路の数が少ない横方向ガス流路のデータである。他の位置に比べ、噴出するガスの流量が多いことがわかる。

【0112】

これに対し、印は、接続される縦方向ガス流路の数が少ない横方向ガス流路について、接続流路の内径を小さくした場合である。縦方向ガス流路の数が少ない横方向ガス流路では、噴出するガスの流量が減少し、その他の横方向ガス流路では噴出するガスの流量が増加している。結果的に、噴出するガスの流量が横方向ガス流路間で均一化されている。

【0113】

本実施の形態の変形例の気相成長装置は、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装置である。そして、シャワープレートが、水平面内に配置され互いに平行に延伸する複数の横方向ガス流路と、横方向ガス流路に接続され縦方向に延伸し反応室側にガス噴出孔を有する縦方向ガス流路とを備える。

【0114】

そして、接続される縦方向ガス流路の数が k (k は1以上の整数)個である第1の横方向ガス流路(k)と、 n ($k < n$ 、 n は2以上の整数)個である第1の横方向ガス流路(n)とが存在し、第1の横方向ガス流路(k)に接続される第1の接続流路の流体抵抗が、第1の横方向ガス流路(n)に接続される第1の接続流路の流体抵抗よりも大きい。

【0115】

本変形例は、必ずしも、異なる水平面に設けられる階層構造の第1と第2の横方向ガス流路を前提としない点で、上記実施の形態と異なっている。本変形例においても、接続流路の流体抵抗を縦方向ガス流路の数によって調整することにより、縦方向ガス流路の数に依存するプロセスガスの流量のばらつきを抑制することが可能となる。したがって、噴出するプロセスガスの流量を均一化することが可能となる。

【0116】

以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。上記、実施の形態はあくまで、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、各実施の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、実施の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。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 8 】

また、例えば、実施の形態では、G a N（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、S i（珪素）やS i C（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。

【 0 1 1 9 】

また、動粘度の比較的大きいプロセスガスについては水素（H₂）を例に説明したが、その他、例えば、ヘリウム（H e）も動粘度の大きいプロセスガスとして挙げることができる。また、動粘度の比較的小さいプロセスガスとして、アンモニア（N H₃）を例に説明したが、その他、例えば、窒素（N₂）やアルゴン（A r）も動粘度の小さいプロセスガスとして挙げることが可能である。

10

【 0 1 2 0 】

また、実施の形態では、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C V D装置等にも、本発明を適用することが可能である。

【 0 1 2 1 】

実施の形態では、装置構成や製造方法等、本発明の説明に直接必要と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。

20

【 符号の説明 】

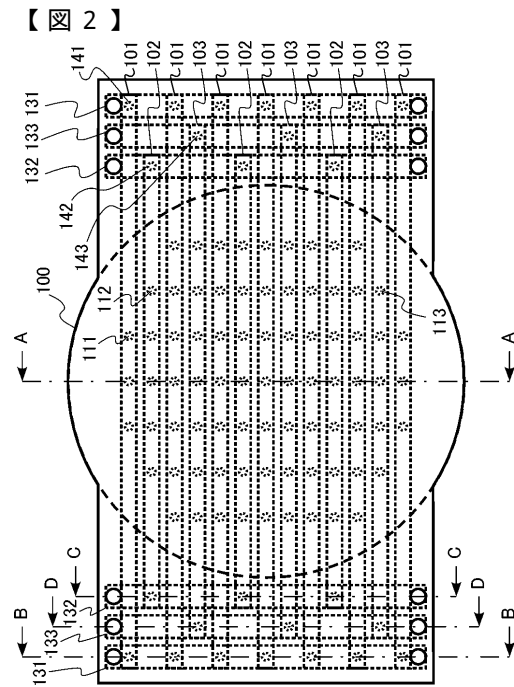
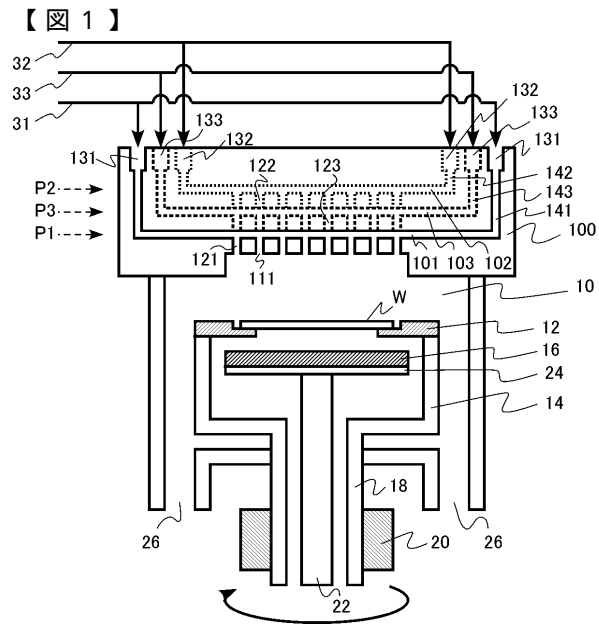
【 0 1 2 2 】

1 0	反応室
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
1 0 0	シャワープレート
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 1 1	第1のガス噴出孔
1 1 2	第2のガス噴出孔
1 1 3	第3のガス噴出孔
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
1 4 3	第3の接続流路
2 0 0	シャワープレート
3 0 0	シャワープレート

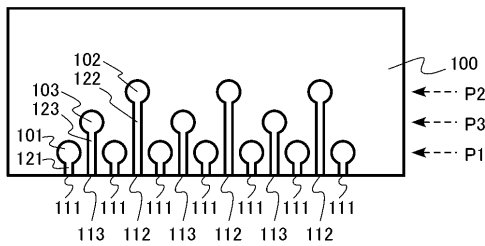
30

40

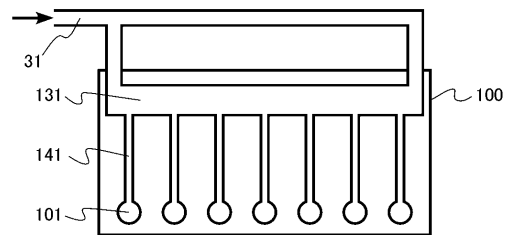
50



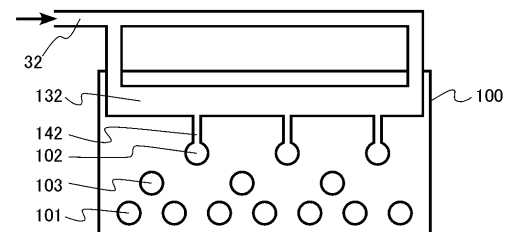
【図 3】
AA断面



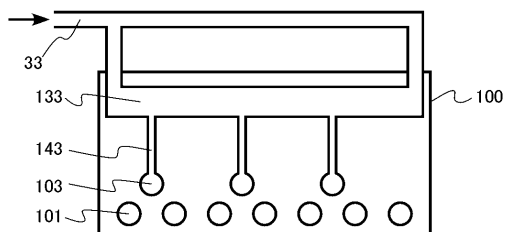
【図 4】
(a) BB断面



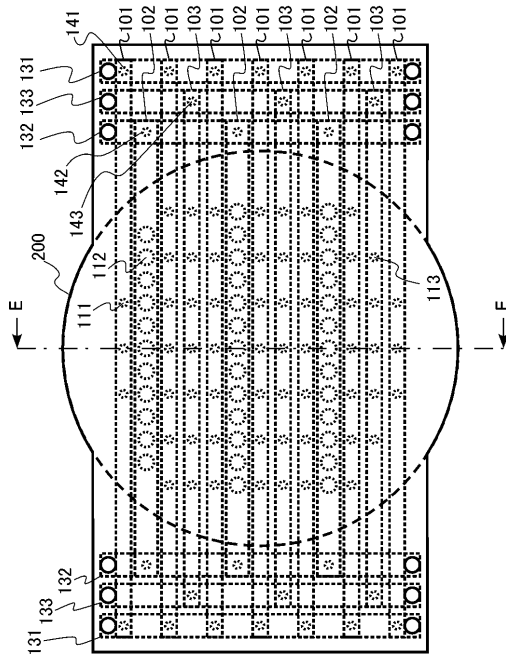
(b) CC断面



(c) DD断面

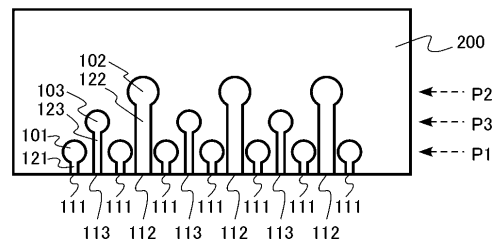


【図 5】

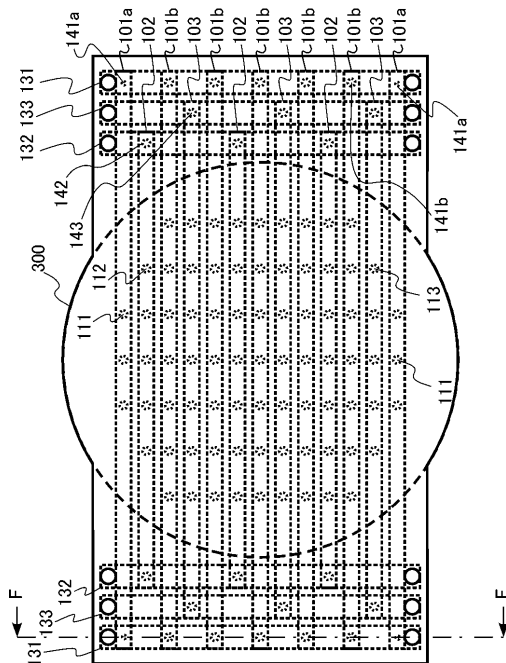


【図 6】

EE断面

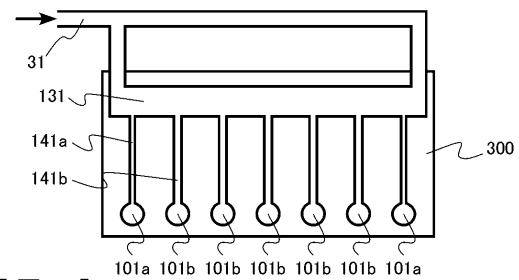


【図 7】

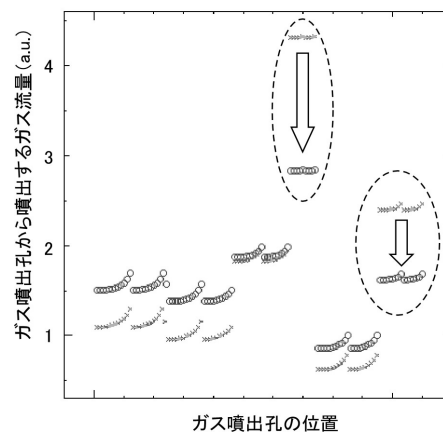


【図 8】

FF断面



【図 9】



フロントページの続き

審査官 河合 俊英

- (56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 1 0 9 1 4 1 (J P , A)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 0 9 - 0 0 1 1 9 7 8 (K R , A)
特開 2 0 0 8 - 2 9 7 5 9 7 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 1 0 5 1 6 5 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 3 8 5 9 6 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 1 8 7 3 4 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 1 / 2 0 5
C 2 3 C 1 6 / 4 5 5