

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-10279

(P2009-10279A)

(43) 公開日 平成21年1月15日(2009.1.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H O 1 L 21/205 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/205	4 K O 3 0
<b>C 2 3 C 16/455 (2006.01)</b>	C 2 3 C 16/455	5 F O 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2007-172226 (P2007-172226)	(71) 出願人	392022570 サムコ株式会社 京都市伏見区竹田藁屋町36番地
(22) 出願日	平成19年6月29日 (2007.6.29)	(74) 代理人	100095670 弁理士 小林 良平
		(72) 発明者	立田 利明 京都市伏見区竹田藁屋町36番地 サムコ株式会社内
		(72) 発明者	三宅 雅人 京都市伏見区竹田藁屋町36番地 サムコ株式会社内
		(72) 発明者	本山 慎一 京都市伏見区竹田藁屋町36番地 サムコ株式会社内

最終頁に続く

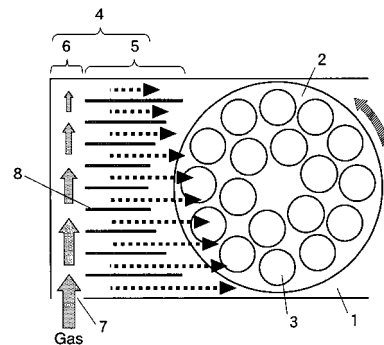
(54) 【発明の名称】 薄膜製造装置

(57) 【要約】

【課題】特に複数枚の基板をサセプタ上に載置して同時に成膜を行うことができる形態の薄膜製造装置において、簡便な構成で均一な薄膜形成が行えるようにする。

【解決手段】反応室内に基板を保持し、回転可能なサセプタと、反応室に接続され、基板表面に平行にガスを導入するガス導入部と、を含む薄膜製造装置であって、ガス導入部が基板に対してガスが吐出される開口部と、該開口部に接続され、前記基板表面に平行に且つ該開口部からのガスの吐出方向に対して垂直にガスを導入するガス入力部とから成るようにする。これにより、サセプタ上に供給されるガスが不均一となり、結果として非常に簡便な構成で均一な薄膜を形成することが可能となる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

反応室内において基板を保持し、回転可能なサセプタと、反応室に接続され、基板表面に平行にガスを導入するガス導入部と、を含む薄膜製造装置であって、

該ガス導入部が、基板に対してガスが吐出される開口部と、該開口部に接続され、前記基板表面に平行に且つ該開口部からのガスの吐出方向に対して垂直にガスを導入するガス入力部と、から成る

ことを特徴とする薄膜製造装置。

**【請求項 2】**

前記ガス導入部の開口部に、ガス入力部から導入されるガスの流れに対して垂直方向に複数の整流板が設けられている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の薄膜製造装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は化学気相成長によって薄膜を形成するための薄膜製造装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

基板上に薄膜を形成する方法には各種のものが知られており、CVD法（化学気相成長法：Chemical Vapor Deposition）はその一例である。CVD法は基板表面近傍に原料ガスを含むガスを導入し、化学反応を利用することによってその基板上にシリコン酸化膜や窒化膜などの薄膜を形成する方法である。CVD法の具体例としては、プラズマCVD法（Plasma Chemical Vapor Deposition）、HVPE法（ハイドライド気相成長法：Hydride Vapor Phase Epitaxy）、MOCVD法（有機金属気相成長法：Metal Organic Chemical Vapor Deposition）などが挙げられる。このうち、MOCVD法は基板上にGaAsやGaNなどの化合物を結晶成長させる方法として用いられている。

**【0003】**

CVD法を実行するためのCVD装置は、大別すると、原料ガスを基板表面に対して垂直な方向に導入する縦型CVD装置と、原料ガスを基板表面に対して平行な方向に導入する横型CVD装置とがある。このうち特に横型CVD装置では、基板上に均一な膜を形成するためにはガスの流れをいかに適切に制御するかが重要となっている。

**【0004】**

一例として特許文献 1 では、基板の表面に対して平行に原料ガスを流す横型MOCVD装置において、基板表面を流れるガスの速度や濃度を均一化することを目的とした構成が開示されている。

この特許文献 1 の気相成長装置では、ガスは導入口から導入された後、流路の断面積が拡大する流路拡大部を通過して基板表面に達するが、流路拡大部の上流側に壁面を設けておくことにより、ガスが一旦その壁面に衝突し、原料ガスの流速が整えられる。結果として基板付近においてガスの流速が安定し、また、装置内での渦の発生も防止することができる。

**【0005】**

**【特許文献 1】**特開2004-200225号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

横型CVD装置の一形態として、複数の基板を一度に処理するものが知られている。この場合にはガスを基板表面に平行に導入しつつ、複数枚の基板が載置されたサセプタを回転させたり（つまり基板を公転させる）、同時に基板自体を回転（自転）させたりするのが一般的である。このようにして均一な膜を有する基板を一度に複数枚生産することができる。

10

20

30

40

50

## 【0007】

上記のように、複数枚の基板に対して同時に成膜する場合、基板同士で均一な、また各基板内表面で均一な膜が形成されるように、基板を公転させたり自転させたりしている。しかし、基板の自転を行わせるためには、基板が載置される箇所一つ一つに回転機構を取り付ける必要があり、構造が複雑で且つコスト的な負荷が大きい。加えて、基板が回転することにより発生する微細なパーティクルによる汚染の影響も無視することはできない。それ故に、基板に自転を行わせることなく製膜を行うことが望ましい。

しかしながら、サセプタ上に載置した基板を単に公転させるだけでは、基板間また同一基板面内で、均一な膜の形成を行うことが難しいという問題があった。

## 【0008】

本願発明者らはこの問題を解決するべく研究を重ねた結果、上記特許文献1に示されているような従来の薄膜製造装置のようにガスをサセプタに対して均一に導入するのではなく、ガスの濃度や速度を不均一とすることによって、均一な膜の形成を行うことができるという点に着目した。

## 【0009】

本発明は上述したような問題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、特に複数枚の基板がサセプタ上に載置され、該サセプタが回転することによって各基板が公転するような薄膜製造装置において、基板上に成膜を均一に行うことができる薄膜製造装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

以上のようにして成された本発明に係る薄膜製造装置は、

反応室内において基板を保持し、回転可能なサセプタと、反応室に接続され、基板表面に平行にガスを導入するガス導入部と、を含む薄膜製造装置であって、

該ガス導入部が、基板に対してガスが吐出される開口部と、該開口部に接続され、前記基板表面に平行に且つ該開口部からのガスの吐出方向に対して垂直にガスを導入するガス入力部と、から成ることを特徴とする。

## 【0011】

また、上記薄膜製造装置は、

前記ガス導入部の開口部に、ガス入力部から導入されるガスの流れに対して垂直方向に複数の整流板が設けられた構成とすることもできる。

## 【0012】

なお、本発明の薄膜製造装置は、基板に対して平行にガスが導入されることによって基板上に膜が形成されるいわゆる横型CVDである。サセプタ上には複数枚の基板が載置されていることが好適ではあるが、本発明の薄膜製造装置においては、サセプタ上に載置される基板の枚数やそのサイズは特に限定されるものではなく、例えば基板が一枚だけ載置されていてもよい。

## 【発明の効果】

## 【0013】

本発明に係る薄膜製造装置では、開口部に接続されたガス入力部において、基板表面に平行に且つ開口部からのガスの吐出方向に対して垂直にガスが導入される。これによって、開口部から吐出されるガスの濃度や速度に開口部の面内で傾きが生じ、結果としてサセプタ上に載置された基板上に均一性の高い膜が形成される。

## 【0014】

本発明に係る薄膜製造装置では、開口部及びガス入力部における構造上の工夫だけで、基板上に導入されるガスの流れが自然に傾斜する。従って、ガスの流れを制御するための特殊な機構を用意する必要がなく、コスト的に非常に有利である。またサセプタ上で基板を自転をさせる必要が無いため、反応室内にパーティクルが混入する問題を回避することができる。

## 【0015】

10

20

30

40

50

また、開口部に整流板を適宜に設けることによって、サセプタ（つまり基板）に対して吐出されるガスの流れの不均一性制御を簡便な方法で行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明に係る薄膜製造装置の実施例について、図面を参照しつつ具体的に説明を行う。図1は、本実施例に係る薄膜製造装置の要部の平面図である。

反応室1内に回転可能なサセプタ2が設けられており、サセプタ2上には複数の基板3が載置されている。反応室1に対してはガス導入部4が一体的に接続されている。

【0017】

ガス導入部4は、開口部5とガス入力部6とから成っている。開口部5は反応室1内のサセプタ2に対して、即ち基板3に対してガスを吐出するための空間である。ガス入力部6は開口部5に一体的に接続されており、ガス入力部6の一端に設けられたガス入力口7からガスが、基板3つまりサセプタ2の表面に平行に、且つ、開口部5からのガスの吐出方向（図1においては右方向）に対して垂直に導入される（多少傾斜していても構わない）。なお、本明細書において「開口部5からのガスの吐出方向」とは、開口部5からサセプタ2へ向いた方向のことを指す。

10

【0018】

図2は、本実施例に係る薄膜製造装置の要部の断面図である。入力口は図2（A）に示すように、ただ一つだけであってもよいし、図2（B）に示すように、ガス入力口7として、基板の厚み方向に第一ガス入力口7a、第二ガス入力口7bを設けることもできる。また、図2（C）に示すように3つ又はそれ以上の数のガス入力口を設けることもできる。

20

【0019】

図1及び図2に示すように、開口部5には、ガス入力部6から導入されるガスの流れに対して垂直方向に、複数枚（本実施例では9枚）の整流板8が設置されている。整流板8を設けることによって、開口部5から基板3に対して吐出されるガスの不均一性を制御することができる。

つまり、ガス入力口7に近い側から吐出されるガスの量（流速）と、ガス入力口7から遠い側から吐出されるガスの量（流速）とに傾きが生じる。

一般的に言って、整流板8の数が多くなるにつれて、開口部5から基板3に対して吐出されるガスの流速は均一化され、整流板の数が少なくなるにつれてガスの流速の不均一性が増す。

30

なお、整流板は、ガス入力部6から導入されるガスの流れに対して完全に垂直である必要はなく、若干傾斜していても構わない。

【0020】

また、開口部5から基板3に対して吐出されるガスの不均一性は、ガス入力口7から入力されるガスの速度によっても調節することができる。

【0021】

また、本発明に係る薄膜製造装置では、基板表面を通過したガスを排気する排気機構（図1、図2では図示せず）は、どのような形態のものでも構わない。ただし、排気口の設置箇所や排気強度などによって、サセプタ上におけるガスの流れ方が変化することがある。

40

【0022】

さらにまた、図1に示す例では、サセプタは反時計回りに回転しているが、サセプタの回転方向は逆方向であっても構わない。

【0023】

本願発明者らは、本願発明の薄膜製造装置の構成によって、反応室内においてガスがどのように流れるのかをシミュレーション計算によって確認した。図3にシミュレーション結果を示す。また、図4に、図3のA-A'断面（サセプタの中心を通る断面）における、X方向（図3における上下方向）の流速を表すグラフを示す。これら図3、図4のシミ

50

レーション結果から、開口部からサセプタに向けて吐出されるガスの流速は、ガス入力口から近い程高く、ガス入力口から遠ざかるにつれて低くなっており、開口部からガスが不均一に（単調増加/減少の傾きをもって）吐出されていることが確認された。

#### 【0024】

次に、本発明に係る薄膜製造装置の効果について確認するため、発明者らが行った実験について説明する。以下に説明する実験では図5に示す構成の装置を用いた。この装置では排気機構の排気口をガス入力口と同じ側に設け、更に、排気されるガスの整流を行うことを目的として反応室内の排気側にも開口部5に設けられている整流板8と同じ数の整流板を配置した。また、反応室及びガス導入部の高さは10mmであった。

また、ガスの入力は、図2(C)に示すように、第一ガス入力口7a、第二ガス入力部7b、第三ガス入力部7cの3つのガス入力口を基板に対して垂直方向に設けることよ

10

#### 【0025】

##### [実験例1]

下記の工程でサファイア基板のC面にGaNを成長させた。3族原料としてトリメチルガリウム(TMG)を用い、5族原料としてアンモニア(NH<sub>3</sub>)を用いた。

#### 【0026】

- (1) 洗浄した後の2インチのサファイア基板をサセプタの上に載置した。
- (2) ステンレス製の反応室内の空気を真空ポンプで排気して、H<sub>2</sub>ガスを反応室内に300Torrとなるまで導入した。同時に、サセプタを10rpmの回転速度で回転させ始めた。
- (3) 次に、第三ガス入力口7cからH<sub>2</sub>ガスを2L/minで供給した。反応室内の圧力を保持したまま、サセプタ2を1100℃まで昇温した。

20

#### 【0027】

- (4) この状態を10分間保持してサファイア基板表面のクリーニングを行ない、その後、基板の温度を500℃まで下げて安定させる。
- (5) 続いて、第三ガス入力口7cより、キャリアガスとしてH<sub>2</sub>ガスを5L/min、N<sub>2</sub>ガスを5L/min、アンモニアガスを5L/minの流量で反応室へ供給した。更に第一ガス入力口7aより、トップガスとしてH<sub>2</sub>を5L/minの流量で、また、トップガスN<sub>2</sub>を5L/minの流量で反応室へ供給し、この状態で、温度、圧力、ガスフローを安定させた。
- (6) 温度等の安定後、第三ガス入力口7cからTMGガスを供給し始めた。TMGガスの供給量は、149μmol/min(バブリングガスH<sub>2</sub>30sccm)とした。この状態を2分間続けて、サファイア基板の表面に格子不整合を緩和させるアモルファスのGaNバッファ層を~20nm成長させた。

30

#### 【0028】

- (7) 次にTMGガスの供給のみを停止して、他のガスを供給しながら、基板の温度を1050℃まで上昇させた。基板が1000℃まで加熱された後、第三ガス入力口7cからのアンモニア供給量を20L/minに、第三ガス入力口7cからのN<sub>2</sub>供給量を15L/minに変更した。更に、第一ガス入力口7aからのトップガスN<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>をそれぞれ15L/minに変更した。この状態で、基板温度が1050℃に安定するまで待機した。
- (8) 基板温度が安定した後、TMGガスを456μmol/min(バブリングガスH<sub>2</sub>120sccm)の流量で第三ガス入力口7c供給し、60分間GaNを成長させた。
- (9) 雰囲気常温、常圧に戻した反応室から基板を取り出し、膜厚の分布を膜厚計により測定した。

40

#### 【0029】

この結果、この実験例1で得られた半導体結晶膜は、2インチのサファイア基板全面に成長しており、その表面は鏡面で、膜厚は2インチ基板全面で1.8μm±1%であった。また、CL(カソードルミネッセンス)測定を行った結果を図6に示す。図6に示すように、363.2nmにシャープなGaNバンド端発光が見られた。

#### 【0030】

##### [実験例2]

50

下記の工程で、サファイヤ基板のC面にInGaN/GaN多層膜を成長させた。

(1)～(8)の工程は上記実験例1と同一である。

(9)基板1の温度をゆっくりと800℃まで下げ、第三ガス入力口7cより導入されているキャリアガスであるH<sub>2</sub>をN<sub>2</sub>(5L/min)に変更した。また、第一ガス入力口7aより供給していたトップガスH<sub>2</sub>を停止し、代わりにN<sub>2</sub>(15L/min)とした。この状態で、基板温度、圧力、ガスフローを安定させた。

(10)温度等の安定後、第三ガス入力口7cからTMGガスの供給を開始した。TMGガスの流量は、39.6 μmol/min(パプリングガスN<sub>2</sub>5sccm)とした。この状態を3分間続けることによってGaN層を成長させた。

【0031】

(11)TMGの供給を継続したまま第三ガス入力口7cからTMI(トリメチルインジウム)ガスを供給し始めた。TMIガスの流量は30.8 μmol/min(パプリングガスN<sub>2</sub>20sccm)とした。これを90秒間続け、InGaN層を成長させた。

【0032】

(12)さらに(10)～(11)を5回繰り返し、GaN、InGaNの量子井戸を作製した。

(13)最後に再度、(10)の工程を行い、20分間GaNを成長させた。

【0033】

以上のようにして得られた薄膜のCL測定結果を図7に示す。この結果からInGaNのメインピークの標準偏差を求めると、 $r=1.88\text{nm}$ であり、発光波長の面内分布が非常に良好な膜が作製されたことが確認された。

【0034】

以上、本発明に係る薄膜製造装置について説明を行ったが、上記は例に過ぎないことは明らかであって、本発明の精神内において適宜に改良や変更を行っても当然構わない。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明に係る薄膜製造装置の一実施例の要部の平面図。

【図2】本発明に係る薄膜製造装置の一実施例の要部の断面図。

【図3】本発明に係る薄膜製造装置における流速シミュレーション結果を示す図。

【図4】図3のA-A'断面における流速を示すグラフ。

【図5】発明者らが実験を行った薄膜製造装置の平面図。

【図6】本発明に係る薄膜製造装置を用いてGaNの成膜を行った基板表面のCL測定結果を示すグラフ。

【図7】本発明に係る薄膜製造装置を用いてInGaNの成膜を行った基板表面のCL測定結果を示すグラフ。

【符号の説明】

【0036】

- 1 ... 反応室
- 2 ... サセプタ
- 3 ... 反応室
- 4 ... ガス導入部
- 5 ... 開口部
- 6 ... ガス入力部
- 7 ... ガス入力口
- 8 ... 整流板

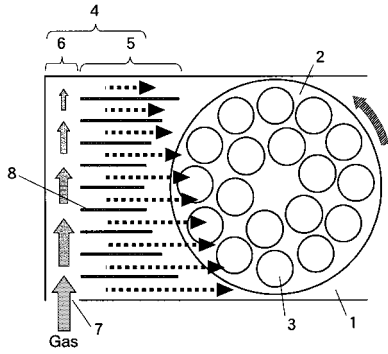
10

20

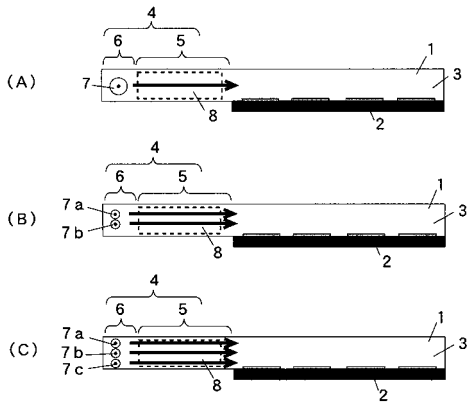
30

40

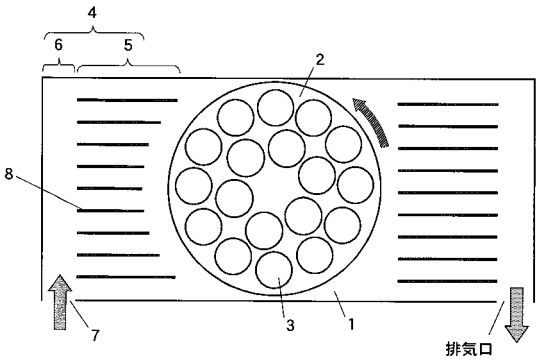
【 図 1 】



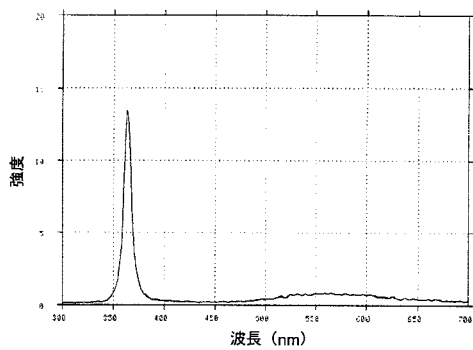
【 図 2 】



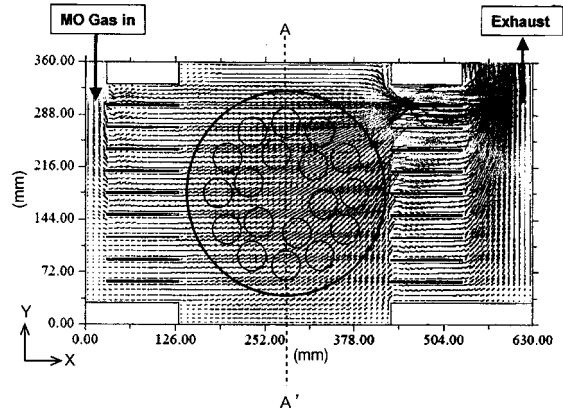
【 図 5 】



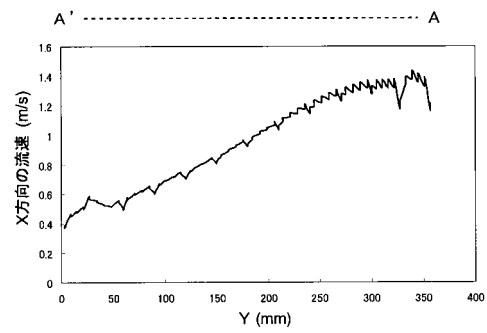
【 図 6 】



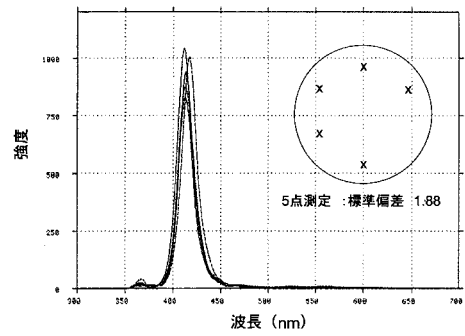
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 辻 理

京都市伏見区竹田藁屋町3番地 サムコ株式会社内

Fターム(参考) 4K030 AA11 AA13 AA17 AA18 BA08 BA11 BA38 BB02 BB13 CA05  
CA12 EA03 FA10 GA06 KA02 LA14  
5F045 AA04 AB14 AB17 AC08 AC12 AC15 AD12 AD14 AE25 AF09  
BB02 BB03 DA52 DP15 DP27 EE05 EE14 EE20 EF14