

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 登録実用新案公報(U)

(11) 実用新案登録番号

実用新案登録第3204580号  
(U3204580)

(45) 発行日 平成28年6月2日(2016.6.2)

(24) 登録日 平成28年5月11日(2016.5.11)

(51) Int.Cl.

F 1

HO 1 L 21/205	(2006.01)	HO 1 L 21/205
HO 1 L 21/683	(2006.01)	HO 1 L 21/68
HO 1 L 21/20	(2006.01)	HO 1 L 21/20
HO 1 L 21/324	(2006.01)	HO 1 L 21/324
C23C 16/458	(2006.01)	HO 1 L 21/324

N

R

Q

評価書の請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 31 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 実願2016-1365 (U2016-1365)  
 (22) 出願日 平成28年3月25日 (2016.3.25)  
 (31) 優先権主張番号 62/138,365  
 (32) 優先日 平成27年3月25日 (2015.3.25)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 実用新案権者 390040660  
 アプライド マテリアルズ インコーポレ  
 イテッド  
 A P P L I E D M A T E R I A L S, I  
 N C O R P O R A T E D  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95  
 054 サンタ クララ パウアーズ ア  
 ベニュー 3050  
 (74) 代理人 100086771  
 弁理士 西島 孝喜  
 (74) 代理人 100088694  
 弁理士 弟子丸 健  
 (74) 代理人 100094569  
 弁理士 田中 伸一郎

最終頁に続く

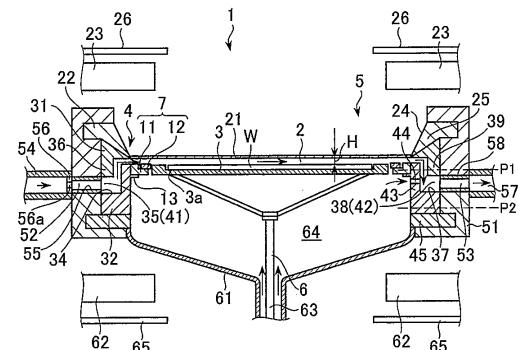
(54) 【考案の名称】エピタキシャル成長装置用のチャンバ構成要素

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】エピタキシャル成長装置用のチャンバ構成要素であるサセプタを提供する。

【解決手段】反応チャンバ2は、シーリング板21によって固定および形成される。反応物ガスは、側壁4に配された反応物ガス供給経路41内で、反応チャンバ内の反応物ガスの流動方向の水平成分が、反応物ガス供給経路の開口の中心から延びる方向の水平成分に対応するよう整流される。エピタキシャル成長装置1の上部側壁31、サセプタ3および整流板56を改良した結果、基板W上に形成されるエピタキシャル層の均一性および形成速度が向上し、その結果、スループットがより大きくなり、欠陥が減少した。

【選択図】図1



**【実用新案登録請求の範囲】****【請求項 1】**

エピタキシャル成長装置内で基板を支持するサセプタであって、  
中心軸から外側半径まで広がる環状の本体であり、頂面および前記頂面の反対側の底面  
を有する環状の本体

を備え、前記頂面が、

前記中心軸のところに配された、内側半径まで広がる凹形部分と、

前記環状の本体の周囲に沿って配された非凹形部分と、

前記凹形部分を前記非凹形部分に接続する移行部分であり、前記基板と接觸部を形成し  
、前記基板を支持するように構成されており、前記頂面が上を向き、前記中心軸が垂直に  
配されたときに、前記凹形部分よりも高い高さにあり、かつ前記非凹形部分よりも低い高  
さにある移行部分と、

を含み、前記サセプタがさらに、

前記頂面から前記底面まで延びる複数の貫通穴であり、前記凹形部分内および前記非凹  
形部分内に位置し、前記凹形部分内および前記非凹形部分内における前記複数の貫通穴の  
密度が1平方センチメートル当たり少なくとも5.0個である複数の貫通穴と、

前記サセプタが前記中心軸を軸に回転している間に前記基板が水平運動することを防ぐ  
ように構成された保持面であり、前記頂面の前記非凹形部分と前記凹形部分のうちの少な  
くとも一方に対して直角である保持面と  
を備えるサセプタ。

**【請求項 2】**

前記凹形部分および前記非凹形部分が前記中心軸に対して直角に配された、請求項1に  
記載のサセプタ。

**【請求項 3】**

前記移行部分が前記中心軸に対して直角である、請求項2に記載のサセプタ。

**【請求項 4】**

前記頂面が上を向き、前記中心軸が垂直に配されたときに、前記移行部分が、前記非凹  
形部分よりも0.2ミリメートル未満だけ高い、請求項1に記載のサセプタ。

**【請求項 5】**

前記頂面が上を向き、前記中心軸が垂直に配されたときに、前記移行部分が、前記非凹  
形部分よりも少なくとも1/2ミリメートル高く配される、請求項1に記載のサセプタ。

**【請求項 6】**

前記移行部分が前記複数の貫通穴を含まない、請求項1に記載のサセプタ。

**【請求項 7】**

厚さが5ミリメートル未満である、請求項1に記載のサセプタ。

**【請求項 8】**

黒鉛を含む、請求項1に記載のサセプタ。

**【請求項 9】**

前記底面が、前記貫通穴を含まない支持位置を備え、前記支持位置がそれぞれ、少な  
くとも横2ミリメートル×少なくとも縦5ミリメートルの寸法を有する、請求項1に記載の  
サセプタ。

**【請求項 10】**

前記支持位置が、前記非凹形部分の真裏に配された、請求項9に記載のサセプタ。

**【請求項 11】**

前記支持位置が、前記サセプタの前記中心軸から等距離のところに配された、請求項9  
に記載のサセプタ。

**【請求項 12】**

前記支持位置がそれぞれ、前記サセプタの前記頂面が上を向き、前記中心軸が垂直に配  
されたときに前記底面のすぐ周りの部分よりも少なくとも0.7ミリメートル高い窪んだ  
面を含む、請求項9に記載のサセプタ。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 3】**

前記貫通穴の中心軸が、前記サセプタの前記中心軸に対して平行である、請求項 1 に記載のサセプタ。

**【請求項 1 4】**

前記サセプタの外径が、200 ~ 300 ミリメートルの範囲にある、請求項 1 に記載のサセプタ。

**【請求項 1 5】**

前記環状の本体が一体として形成された、請求項 1 に記載のサセプタ。

**【考案の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本開示は、エピタキシャル成長を使用した膜形成方法およびエピタキシャル成長装置に  
関し、より詳細には、該エピタキシャル成長装置用のチャンバ構成要素であって、該方法  
を可能にするチャンバ構成要素に関する。

**【背景技術】****【0002】**

現在のところ、エピタキシャル成長を使用して基板上にエピタキシャル膜を成長させる  
エピタキシャル成長装置としては、プロセスチャンバと、プロセスチャンバ内に配され、  
回転軸を軸に基板を回転させるように構成された回転可能な基板支持体と、を含む装置で  
あって、基板支持体上の基板上に膜を形成するために、基板に対して平行な方向に反応物  
ガス (reactant gas) が基板に導入される装置が知られている。

このようなエピタキシャル成長装置では現在、成長速度を増大させることが求められ  
ている。しかしながら、例えば成長速度をさらに増大させるために、反応物ガスに大量の原  
料ガス (source gas) を含めることは好ましくない。膜形成コストの増大または粒子数の増  
加の原因となるためである。

エピタキシャル成長では、基板の表面の境界層 (boundary layer) の厚  
さ (反応物ガス流の主ストリームの流量の 99 % の流量を有する位置における厚さ) が薄  
くなると、成長速度の増大が期待されることが知られている。その一方で、境界層の厚さ  
が単純に薄くなると、基板の表面を基板の周縁に向かって反応物ガスが逃げる流れが形成  
され、したがって、膜厚分布または抵抗率分布を調整することは難しい。

**【考案の概要】****【課題を解決するための手段】****【0003】**

本明細書では、一実施形態として、エピタキシャル成長装置用の上部側壁が開示される  
。この上部側壁は本体を含む。本体は、上面と、底面と、第 1 および第 2 の凸形部分とを  
含む。上面は、シーリング板 (ceiling plate) と接触部 (abutment) を形成するように構成された環の形狀を有する。この環の形狀は中心軸の周りに配  
される。底面は、接触面 (abutment surface) と流れ案内面とを含む。接触面は、上部側壁を支持する下部側壁と接触部を形成するように構成される。流れ案内面  
は、前駆体ガスを基板へ導き、基板から前駆体ガスを導くように構成される。第 1 および  
第 2 の凸形部分はそれぞれ底面から延びる。流れ案内面は、第 1 の凸形部分と第 2 の凸形  
部分の間に配される。

本明細書では、別の実施形態として、整流板が開示される。この整流板は、細長い本体  
と、複数の貫通穴と、締め具穴とを含む。細長い本体は、第 1 の表面および第 2 の表面を  
含む。第 2 の表面は第 1 の表面の反対側にある。複数の貫通穴は、第 1 の表面から第 2 の  
表面まで延びる。これらの複数の貫通穴は、少なくとも 3 つのグループに割り振られる。  
締め具穴は、これらの少なくとも 3 つのグループの隣り合う貫通穴間に配される。この締  
め具穴は、第 1 の表面から第 2 の表面まで延びる。

**【0004】**

本明細書では、別の実施形態として、エピタキシャル成長装置内で基板を支持するサセ

10

20

30

40

50

プタ (s u s c e p t o r) が開示される。このサセプタは、環状の本体および複数の貫通穴を含む。環状の本体は、中心軸から外側半径まで延びる。この環状の本体は、頂面および頂面の反対側の底面を含む。頂面は、凹形部分、非凹形部分および移行部分を含む。凹形部分は、中心軸のところに配され、内側半径まで延びる。非凹形部分は、環状の本体の周囲に沿って配される。移行部分は、凹形部分を非凹形部分に接続する。この移行部分は、基板と接触部を形成し、基板を支持するように構成される。この移行部分は、頂面が上を向き、中心軸が垂直に配されたときに非凹形部分よりも高い高さにある。複数の貫通穴は、頂面から底面まで延びる。これらの複数の貫通穴は、凹形部分内および非凹形部分内に位置する。凹形部分内および非凹形部分内における複数の貫通穴の密度は、1平方センチメートル当たり少なくとも5.0個である。

10

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1】本開示の一実施形態に基づくエピタキシャル成長装置の全体構成を示す断面図である。

【図2】本開示の実施形態に基づく反応チャンバの構成を示す分解透視図である。

【図3】本開示の実施形態に基づく反応チャンバの外部構成を示す分解透視図である。

【図4】本開示の実施形態に基づくシーリング部分の構成を示す透視断面図である。

【図5】本開示の実施形態に基づく側壁の内部構成を概略的に示す図である。

【図6】本開示の実施形態に基づく反応物ガス供給経路を示す断面図である。

【図7A】本開示の実施形態に基づく反応物ガス供給経路を概略的に示す図である。

【図7B】本開示の実施形態に基づく反応物ガス供給経路を概略的に示す図である。

【図8A】本開示の実施形態に基づく整流板の例を示す透視図である。

【図8B】本開示の実施形態に基づく整流板の例を示す透視図である。

【図9】本開示の実施形態に基づくサセプタリングの例を示す部分断面図である。

【図10】本開示の実施形態に基づくサセプタリングの別の例を示す部分断面図である。

【図11】本開示の実施形態に基づくサセプタの例を示す上面図である。

【図12A】図11のサセプタの別の実施形態の上面透視図、下面透視図、上面図および下面図である。

【図12B】図11のサセプタの別の実施形態の上面透視図、下面透視図、上面図および下面図である。

【図12C】図11のサセプタの別の実施形態の上面透視図、下面透視図、上面図および下面図である。

【図12D】図11のサセプタの別の実施形態の上面透視図、下面透視図、上面図および下面図である。

【図12E】図11のサセプタの別の実施形態の上面透視図、下面透視図、上面図および下面図である。

【図12F】図11のサセプタの別の実施形態の上面透視図、下面透視図、上面図および下面図である。

【図12G】図11のサセプタの別の実施形態の上面透視図、下面透視図、上面図および下面図である。

【図12H】図11のサセプタの別の実施形態の上面透視図、下面透視図、上面図および下面図である。

【図12I】図11のサセプタの別の実施形態の上面透視図、下面透視図、上面図および下面図である。

【図12J】図11のサセプタの別の実施形態の上面透視図、下面透視図、上面図および下面図である。

【図13】本開示の実施形態に基づくサセプタ支持体の構成を概略的に示す図である。

【図14】本開示の実施形態に基づくサセプタシャフトを示す透視図である。

【図15】本開示の実施形態に基づく基板リフトの例を示す透視図である。

【図16】本開示の実施形態に基づくガス排出管の例を示す透視断面図である。

20

30

40

50

【図17】本開示の実施形態に基づく上リフレクタの例を示す透視図である。

【図18】本開示の実施形態に基づく下リフレクタの例を示す透視図である。

【図19】実施例および比較例の結果を示すグラフである。

【図20A】図1の上部側壁の上面透視図、下面透視図、下面図、左側面図および左断面図である。

【図20B】図1の上部側壁の上面透視図、下面透視図、下面図、左側面図および左断面図である。

【図20C】図1の上部側壁の上面透視図、下面透視図、下面図、左側面図および左断面図である。

【図20D】図1の上部側壁の上面透視図、下面透視図、下面図、左側面図および左断面図である。

【図20E】図1の上部側壁の上面透視図、下面透視図、下面図、左側面図および左断面図である。

【図20F】図1の上部側壁の上面透視図、下面透視図、下面図、左側面図および左断面図である。

【図21】関連技術に基づくエピタキシャル成長装置の反応チャンバの外側構成を示す分解透視図である。

【図22】関連技術に基づくエピタキシャル成長装置の上リフレクタの例を示す透視図である。

【図23】関連技術に基づくエピタキシャル成長装置の下リフレクタの例を示す透視図である。

【図24A】図8Aおよび8Bの整流板の別の実施形態の上面正面透視図、正面図および上面図である。

【図24B】図8Aおよび8Bの整流板の別の実施形態の上面正面透視図、正面図および上面図である。

【図24C】図8Aおよび8Bの整流板の別の実施形態の上面正面透視図、正面図および上面図である。

【図25A】図24Aの整流板の上流の反応物ガス導入部分の背面下面透視図および正面下面透視図である。

【図25B】図24Aの整流板の上流の反応物ガス導入部分の背面下面透視図および正面下面透視図である。

【図25C】図24Aの整流板および図25Aの反応物ガス導入部分を示す、図1のエピタキシャル成長装置の例の部分上面透視分解図である。

【考案を実施するための形態】

【0006】

本開示は、上記の状況を考慮して、安定した高い成長速度を達成することができ、同時に膜厚分布または抵抗率分布の観点から膜品質を保証することができる、エピタキシャル成長を使用した膜形成方法およびエピタキシャル成長装置を提供する。より具体的には、本開示では、このようなエピタキシャル成長装置用のチャンバ構成要素であって、このような膜形成方法を可能にするチャンバ構成要素を記載する。例示的なチャンバ構成要素は上部側壁、サセプタおよび整流板を含み、これらの構成要素を改良した結果、基板上に形成されるエピタキシャル層の均一性および形成速度が向上し、その結果、スループットがより大きくなり、欠陥が減少した。

【0007】

本開示の一実施形態によれば、エピタキシャル成長装置用の上部側壁が開示される。この上部側壁は、シーリング板と接触部を形成するように構成された環の形状を含む上面を備える本体を含み、この環の形状は中心軸の周りに配される。上部側壁はさらに、接触面と流れ案内面とを含む底面を含む。接触面は、上部側壁を支持する下部側壁と接触部を形成するように構成され、流れ案内面は、前駆体ガスを基板へ導き、基板から前駆体ガスを導くように構成される。上部側壁はさらに、それぞれ底面から延びる第1および第2の凸

10

20

30

40

50

形部分を含み、流れ案内面は、第1の凸形部分と第2の凸形部分の間に配される。このようにすると、より高い均一性で、前駆体ガスを基板へ導き、基板から前駆体ガスを導くことができる。

本開示の別の実施形態によれば、エピタキシャル成長装置用の前駆体ガスサブシステムが開示される。この前駆体ガスサブシステムは、出力面を備える反応物ガス導入部分と、少なくとも1種類の前駆体ガスを出力面へ送達するように構成された複数の出力チャネルとを含む。前駆体ガスサブシステムはさらに整流板を含む。整流板は、第1の表面と、第1の表面の反対側の第2の表面と、締め具穴と、第1の表面から第2の表面まで延びる複数の貫通穴であり、複数のグループに割り振られた複数の貫通穴とを含む。これらの複数のグループはそれぞれ、複数の出力チャネルに関連づけられており、締め具穴は、整流板を反応物ガス導入部分に取り付けるためにそれを通して締め具が挿入されるように構成される。このようにすると、複数の出力チャネル間の交差漏れ(cross flow leak a k a g e)が低減するため、より均一なエピタキシャル層を基板上に形成することができる。

#### 【0008】

本開示の別の実施形態によれば、エピタキシャル成長装置内で基板を支持するサセプタが開示される。このサセプタは、中心軸から外側半径まで広がる環状の本体を含む。環状の本体は、頂面および頂面の反対側の底面を含む。頂面は、中心軸のところに配された、内側半径まで広がる凹形部分を含む。頂面はさらに、環状の本体の周囲に沿って配された非凹形部分を含む。頂面はさらに、凹形部分を非凹形部分に接続する移行部分を含む。移行部分は、基板と接触部を形成し、基板を支持するように構成されており、頂面が上を向き、中心軸が垂直に配されたときに、凹形部分よりも高い高さにあり、かつ非凹形部分よりも低い高さにある。サセプタはさらに、頂面から底面まで延びる複数の貫通穴を含み、これらの複数の貫通穴は、凹形部分内および非凹形部分内に位置する。凹形部分内および非凹形部分内におけるこれらの複数の貫通穴の密度は、1平方センチメートル当たり少なくとも5つである。このようにすると、エピタキシャル層形成均一性を向上させるより均質な熱特性を有するようにエピタキシャル成長装置内で基板を支持することができる。

#### 【0009】

ここで、シーリング板は、支持体によって、シーリング板と基板の頂面の間の距離が所定の値に等しくなるかまたはその値よりも小さくなるように支持されることが好ましい。

反応物ガス供給経路は、反応物ガスの入口から、反応チャンバに接続された出口まで上に向かって延びる段の形に形成することができる。この場合には、この段の形の反応物ガス供給経路内で、反応物ガスの原料である複数の原料ガスが混合される。

ガス排出経路は、側壁の外側に配されたガス排出部分に接続することができ、ガス排出部分は、ガス排出経路に接続された内側から外側へ次第に狭くなる開口を有するように形成することができる。

#### 【0010】

反応物ガスを予熱するために、基板載置部分の外周にサセプタリングを配することができる。このサセプタリングは、側壁に配されたフランジ(flang e)部分上に載置される外側リング部分と、外側リング部分の頂面に配された凹形部分上に載置される内側リング部分の2つの部材を含むことができ、内側リング部分は、基板載置部分の周縁および基板載置部分の内周縁と外側リング部分の内周縁との間の間隙を低減させるような内径を有することができる。この場合には、内側リング部分を使用することによって、基板載置部分の周縁から基板載置部分の底面へ反応物ガスが流れることが防止される。

基板載置部分は複数の貫通穴を有することができる。

#### 【0011】

反応チャンバを所定の成長温度まで加熱するための第1の加熱手段を反応チャンバの上方に配することができ、この第1の加熱手段の上方に第1のリフレクタを配することができ、反応チャンバを所定の成長温度まで加熱するための第2の加熱手段を反応チャンバの下方に配することができ、この第2の加熱手段の下方に第2のリフレクタを配することができ

10

20

30

40

50

できる。この場合には、第1のリフレクタが、第1の加熱手段からの熱線（heat wave）を反応チャンバの中心へ反射する第1の傾斜部分と、第1の加熱手段からの熱線を垂直に下降する方向へ反射する第1の水平部分とを含むこと、ならびに第1の傾斜部分と第1の水平部分の面積比が所定の比となるように、また第1の傾斜部分および第1の水平部分の分布が偏らないように、第1の傾斜部分および第1の水平部分が配置されることが好ましい。加えて、第2のリフレクタが、第2の加熱手段からの熱線を反応チャンバの中心へ反射する第2の傾斜部分と、第2の加熱手段からの熱線を垂直に上昇する方向へ反射する第2の水平部分とを含むこと、ならびに第2の傾斜部分と第2の水平部分の面積比が所定の比となるように、また第2の傾斜部分および第2の水平部分の分布が偏らないように、第2の傾斜部分および第2の水平部分が配置されることが好ましい。

10

#### 【0012】

本開示に基づくエピタキシャル成長を使用した膜形成方法およびエピタキシャル成長装置では、支持体が、シーリング板を、シーリング板の外側および上側から支持するため、基板の頂部とシーリング板の間の距離が小さく、熱応力が大きいときでも、満足のいく形でシーリング板を支持することが可能である。したがって、境界層の厚さを薄くすることが可能であり、それによって成長速度の増大に寄与することができる。一方、反応チャンバに導入される前に、反応物ガスは、側壁に配された反応物ガス供給経路内で、反応チャンバ内の反応物ガスの流動方向の水平成分が、反応物ガス供給経路の反応チャンバに面した開口の中心から反応チャンバの中心まで延びる方向の水平成分に対応するように整流される。これに従って、反応チャンバ内の基板の表面を基板の周縁に向かって反応物ガスが逃げる流れの増大を抑制し、境界層の厚さを低減させ、それによって反応物ガス流の安定化に寄与することが可能である。その結果、安定した高い成長速度を達成し、同時に膜厚分布または抵抗率分布の観点から膜品質を保証することが可能である。

20

#### 【0013】

以下では、本開示の一実施形態に基づくエピタキシャル成長装置、およびこのエピタキシャル成長装置を使用して実行される、エピタキシャル成長を使用した膜形成方法について説明する。このようなエピタキシャル成長装置用のチャンバ構成要素であって、この膜形成方法の利点を得るのに特に有益なチャンバ構成要素についても説明する。

#### 【0014】

##### エピタキシャル成長装置の構成

30

最初に、本開示の実施形態に基づくエピタキシャル成長装置1の構成を概略的に説明する。図1は、エピタキシャル成長装置1の全体構成を示す断面図である。図2は、エピタキシャル成長装置1の反応チャンバ2の構成を示す分解透視図である。図3は、エピタキシャル成長装置1の反応チャンバ2の外部構成を示す分解透視図である。

エピタキシャル成長装置1は、基板W上で例えばシリコン膜がエピタキシャル成長することを可能にする膜形成装置である。

エピタキシャル成長装置1は反応チャンバ2を含む。反応チャンバ2は、その上に基板Wが載置されるサセプタ3、側壁4、およびシーリング5を含む。

サセプタ3は、上側から見たときに円の形状を有する板状部材であり、基板Wよりもわずかに大きなサイズを有する。サセプタ3は、基板Wがその上に載置される基板凹形部分3aを含む。サセプタ3は、複数のアームを有するサセプタ支持体6によって支持される。

40

#### 【0015】

サセプタ支持体6は、サセプタ3を支持すると同時にサセプタ3を上げ下げする。基板Wがその上に載置されたサセプタ3の表面の揚程（lifting range）は、サセプタ3上の基板W上に膜が形成される膜形成位置P1から、エピタキシャル成長装置1に基板Wが出し入れされる基板運搬位置P2までである。サセプタ支持体6は、膜形成位置P1においてサセプタ支持体6の軸を軸にして回転することによって、サセプタ3および基板Wが回転することを可能にするように構成される。

膜形成位置P1では、サセプタ3の周囲に環状のサセプタリング7が配される。詳細は

50

後に説明するが、サセプタリング7は、第1のリング11と、第1のリング11上に置かれた第2のリング12とを含む。サセプタリング7は、反応チャンバ2の側壁4に配されたフランジ部分13によって支持される。

#### 【0016】

シーリング部分5は、シーリング板21と、シーリング板21を支持する支持体22とを含む。シーリング板21は透過性を有し、シーリング板21の外側の上方に配された加熱手段23（例えばハロゲンランプ）および上リフレクタ26からの熱を伝導することによって、反応チャンバ2の内側を加熱するように構成される。すなわち、この実施形態に基づくエピタキシャル成長装置1はコールドウォール型（cold wall type）のエピタキシャル成長装置である。この実施形態では、シーリング板21が石英から形成される。

シーリング板21を支持する支持体22は環の形状を有する。シーリング板21は、支持体22の内縁の内側の開口24の基板Wに近い端に固着される。固着する方法の一例は溶接法である。

側壁4は、環状の上部側壁31と環状の下部側壁32とを含む。フランジ部分13は下部側壁32の内周上に配される。フランジ部分13の下方には基板運搬ポート30が配される。上部側壁31は、その頂面に、支持体22の突出部25の外側の傾斜部分に対応する傾斜部分を有する。支持体22は、上部側壁31のこの傾斜上に配される。

#### 【0017】

下部側壁32の頂面において、切取り部（cutout）が形成されていないその外周の一部は、上部側壁31がその上に載置される載置面33の役目を果たす。下部側壁32には、下部側壁32の切取り部によって第1の凹形部分34が形成される。すなわち、第1の凹形部分34は、下部側壁32の頂面の載置面33が形成されていない部分に形成された凹形部分である。上部側壁を下部側壁32上に載置したときに第1の凹形部分34に対応する上部側壁31の位置には、第1の凹形部分34の形状に対応するため、および第1の凹形部分34と第1の凸形部分の間に間隙35を形成するために、第1の凸形部分36が形成される。第1の凸形部分36と第1の凹形部分34の間の間隙35は反応物ガス供給経路41（供給経路）の役目を果たす。反応物ガス供給経路41の詳細については後述する。

#### 【0018】

下部側壁32の第1の凹形部分34とは反対の領域では、下部側壁32の頂面の外周部分の一部が切り取られて、第2の凹形部分37を形成する。第2の凹形部分37の形状に対応するため、および第2の凹形部分37と第2の凸形部分の間に間隙38を形成するために、上部側壁31には、上部側壁を下部側壁32上に載置したときに第2の凹形部分37に対応する位置に、第2の凸形部分39が形成される。第2の凹形部分37と上部側壁31の第2の凸形部分39とによってガス排出経路42が形成される。

このようにすると、反応チャンバ2内において反応物ガス供給経路41とガス排出経路42とが互いに向かい合わせとなり、反応チャンバ2内の反応物ガスが基板Wの上を水平方向に流れる。

下部側壁32の第2の凹形部分37を構成する壁面43には、そこを通してページガスが排出されるページ穴44が形成される。ページ穴44はフランジ部分13の下方に形成される。ページ穴44は第2の凹形部分37を構成する壁面43に形成されるため、ページ穴44はガス排出経路42と連通する。したがって、反応物ガスとページガスはともにガス排出経路42を通して排出される。

#### 【0019】

側壁4の下部側壁32の底面側には環状のプラットホーム45が配され、側壁4はプラットホーム45上に置かれる。このプラットホームは、環状のクランプ部分51内に配することができる（図1参照）。

シーリング部分5、側壁4およびプラットホーム45の外周側には環状クランプ部分51が配され、環状クランプ部分51は、シーリング部分5、側壁4およびプラットホーム

10

20

30

40

50

4 5 をクランプし支持する。クランプ部分 5 1 は、反応物ガス供給経路 4 1 と連通した供給側連通経路 5 2 と、ガス排出経路 4 2 と連通した排出側連通経路 5 3 とを備える。供給側連通経路 5 2 にはガス導入管 5 5 が挿入される。排出側連通経路 5 3 にはガス排出管 5 8 が挿入される。

【 0 0 2 0 】

クランプ部分 5 1 の外側に反応物ガス導入部分 5 4 が配され、反応物ガス導入部分 5 4 と供給側連通経路 5 2 は互いに連通する。この実施形態では、反応物ガス導入部分 5 4 から第 1 の原料ガスおよび第 2 の原料ガスが導入される。第 2 の原料ガスはキャリアガスの役目も果たす。3 種類以上のガスの混合物を反応物ガスとして使用することもできる。供給側連通経路 5 2 と反応物ガス導入部分 5 4 との接合部に整流板 5 6 が、ガス流チャネルに対して垂直になるように配される。整流板 5 6 は、周囲方向に沿って一列に並んだ複数の穴 5 6 a を備え、これらの穴 5 6 a を反応物ガスが通り抜けるようにすることによって、第 1 の原料ガスと第 2 の原料ガスは混合および整流される。クランプ部分 5 1 の外側にガス排出部分 5 7 が配される。ガス排出部分 5 7 は、反応チャンバ 2 の中心を間に挟んで、反応物ガス導入部分 5 4 と向かい合う位置に配される。

10

【 0 0 2 1 】

プラットホーム 4 5 の内周側の下部には装置底部分 6 1 が配される。装置底部分 6 1 の外側には別の加熱手段 6 2 および下リフレクタ 6 5 が配され、下側から基板 W を加熱することができる。

20

装置底部分 6 1 の中心は、そこを通してサセプタ支持体 6 の軸部分 6 3 が挿入されパージガスが導入されるパージガス導入部分（図示せず）を備える。パージガスは、パージガス導入部分内に配された図示されていないパージガス導入手段から、装置底部分 6 1 、下部側壁 3 2 およびプラットホーム 4 5 によって形成された反応チャンバ下部 6 4 に導入される。パージ穴 4 4 は反応チャンバ下部 6 4 と連通する。

20

【 0 0 2 2 】

エピタキシャル成長を使用した膜形成方法の概要

以下では、この実施形態に基づくエピタキシャル成長装置を使用した膜形成方法を説明する。

30

最初に、サセプタ 3 を基板運搬位置 P 2 へ移動させ、基板運搬ポート 3 0 から基板 W を入れ、サセプタ 3 を膜形成位置 P 1 へ移動させる。例えば直径 2 0 0 mm のシリコン基板が基板 W として使用される。次いで、加熱手段 2 3 および 6 2 を使用することによって、基板を、待機温度（例えば 8 0 0 ）から成長温度（例えば 1 1 0 0 ）まで加熱する。パージガス導入部分から反応チャンバ下部 6 4 へパージガス（例えば水素）を導入する。反応物ガス導入部分 5 4 から反応物ガス供給経路 4 1 を通して反応チャンバ 2 に、反応物ガス（例えば第 1 の原料ガスとしてのトリクロロシランおよび第 2 の原料ガスとしての水素）を導入する。この反応物ガスは基板 W の表面に境界層を形成し、この境界層内で反応が起こる。これに従って、基板 W 上にシリコン膜が形成される。この反応物ガスを、反応チャンバ 2 と連通したガス排出経路 4 2 から排出する。パージガスを、パージ穴 4 4 を通してガス排出経路 4 2 に排出する。このようにしてエピタキシャル成長が終わった後、温度は待機温度まで下がり、基板 W は取り出され、半導体製造装置の別のチャンバへ移される。

40

【 0 0 2 3 】

エピタキシャル成長装置を使用した膜形成方法の詳細

以下では、この実施形態に基づくエピタキシャル成長装置 1 の構成部材の詳細およびこの実施形態に基づく膜形成方法の詳細を説明する。

【 0 0 2 4 】

図 4 は、この実施形態のシーリング部分 5 の構成を示す透視断面図である。この図面に示されているように、シーリング板 2 1 を支持する支持体 2 2 の内縁は、基板に向かって徐々に小さくなる直径を有する。シーリング板 2 1 は、内縁の基板 W に面した端部に固定される。支持体 2 2 を裏側（底側）から見ると、内周部分が突出して突出部 2 5 を形成す

50

る。突出部 25 は、突出方向に徐々に小さくなる直径を有するように形成される。このようにすると、支持体 22 は 2 つの傾斜部分を含む。すなわち、支持体 22 は、シーリング板 21 を、シーリング板 21 の周縁のところで周縁の上側および外側から支持する。突出部 25 は、支持体 22 のシーリング板との境界面のところを厚くし、それによって突出部 25 がなければ支持体 22 内に通常形成されるであろう応力集中を回避することにより、熱によって誘起された応力亀裂が支持体 22 内に生じることを防ぐ。

#### 【0025】

図 20A ~ 20F は、図 1 の上部側壁 31 の上面透視図、下面透視図、下面図、左側面図および左断面図である。上部側壁 31 は、頂面 200 を有する本体 199 を含み、頂面 200 は、支持体 22 の突出部 25 に接触するように構成される。頂面 200 は、中心軸 A1 を有する湾曲した環の形状を有するように形成することができる。この湾曲した環の形状は、上部側壁の周囲に沿って均一とすることができます。この均一性は、支持体 22 が、上部側壁 31 との境界面を効率的に形成することを可能にする。さらに、接触境界面が形成されるときにシーリング板 21 をより低く配し、それによって基板 W とシーリング板 21 の間の距離 H を小さくするために、頂面の角度  $q_0$  を、中心軸 A1 に垂直な方向に対して少なくとも 18 度傾けて、突出部 25 が上部側壁 31 を貫通または実質的に貫通することを可能にすることができます。

10

#### 【0026】

上部側壁 31 はさらに、上部側壁 31 の底面 202 から中心軸 A1 に対して平行に延びる第 1 および第 2 の凸形部分 36、37 を含む。第 1 および第 2 の凸形部分 36、37 はそれぞれ、互いに向かい合う内面 205A、205B を含むことができ、内面 205A、205B は、中心軸 A1 から等距離のところに配することができる。第 1 および第 2 の凸形部分 36、37 は、下部側壁 32 の第 1 および第 2 の凹形部分 34、39 の形状に対応し、これらの部分間にそれぞれ配された間隙 35、38 は、反応物ガス供給経路 41 およびガス排出経路 42 の役目を果たす。第 1 および第 2 の凸形部分 36、37 はそれぞれ、上部側壁 31 の周囲に沿って、対応するそれぞれの角長さ (angular length)  $q_1$ 、 $q_2$  に従って延びることができる。この角長さは 75 度から 110 度の範囲にある。角長さ  $q_1$ 、 $q_2$  は、前駆体ガスが、基板 W の上を均一に覆い、基板 W を横切った後に反応チャンバ 2 (図 1) を出ることを可能にする。前駆体ガスが反応チャンバ 2 に入るときと反応チャンバ 2 を出るときの前駆体ガスの温度変化および質量変化を考慮するために、角長さ  $q_1$ 、 $q_2$  が互いに異なっていてもよいが、それらは同じであることが好ましい。上部側壁の底面 202 は、第 1 の凸形部分 36 と第 2 の凸形部分 37 の間に配された流れ案内面 204A、204B を含むことができる。流れ案内面 204A、204B はそれぞれ、反応物ガス供給経路 41 を反応チャンバ 2 へ案内するため、および反応物ガス供給経路 41 を反応チャンバ 2 から案内するために使用される。基板 W のところにおける前駆体ガスの均一な境界層の形成を容易にするため、流れ案内面 204A は、基板 W に対して平行にもしくは実質的に平行に (または中心軸 A1 に対して直角に) 配することができる。前駆体ガスが基板 W を横切った後の基板 W からの前駆体ガスの効率的な除去を容易にするため、流れ案内面 204B は、中心軸 A1 に対して直角でない角度で配することができる。このようにすると、上部側壁 31 は、均一性を強化するように、前駆体ガスを基板 W へ導き、基板 W から前駆体ガスを導くことができる。

20

30

40

#### 【0027】

上部側壁 31 の底面 202 はさらに、下部側壁 32 に対して接触部を形成するように配置された接触面 206A、206B を含むことに気づく。下部側壁 32 上への効率的な据付けを容易にするために、接触面 206A、206B は中心軸 A1 に対して直角に配することができる。動作中の低い熱膨張および高い温度抵抗のために、上部側壁 31 の本体も石英を含むことができる。動作中に熱応力亀裂を生じる機会を最小化するため、上部側壁 31 の本体は一体として形成することができる。

支持体 22 は、関連技術の形状ほどには応力が集中しない形状に形成されているため、このようにすると、この実施形態では、基板 W とシーリング板 21 の間の距離 H を小さく

50

すること、すなわち 10 mm 未満にすることができる。

【0028】

具体的には、加熱手段 23 からの赤外線の大部分はシーリング板 21 を通過するが、シーリング板 21 は、サセプタ 3 または基板 W からの放射熱を吸収する。吸収された熱は、支持体 22 との接合部を通してシーリング板 21 から支持体 22 へ入力される。ここで、基板 W とシーリング板 21 の間の距離 H を小さくすると、吸収される放射熱の量が増大し、支持体 22 に入力される熱量が増大する。したがって、関連技術のシーリング部分 5' の場合のように支持体 22 が実質的に長方形のコーナ 25' を有するときには、コーナ 25' に応力が集中して亀裂などを発生させることがある。

一方、この実施形態では、支持体 22 に突出部 25 を形成し、シーリング板 21 を、シーリング板 21 の周縁のところで周縁の上側および外側から支持することによって、応力が容易に集中するコーナ (25') をできるだけ小さく形成することなく基板側にシーリング板 21 を支持することができる。

この実施形態では、前述のとおり、境界層を薄くするためにシーリング板 21 と基板 W の間の距離が小さくされているため、反応物ガスは基板 W の外側へ逃げやすく、基板の膜厚分布が十分に均一化されない可能性がある。好ましくはこのことが防止されるべきである。これに従って、この実施形態では、後述するように、反応物ガス供給経路 41 内に、ガス流を均一化するための案内部分が配される。

【0029】

以下では、図 5 ~ 7B を参照して、反応物ガス供給経路 41 内に配される案内部分について詳細に説明する。前述のとおり、反応物ガス供給経路 41 は、下部側壁 32 の第 1 の凹形部分 34 と上部側壁 31 の第 1 の凸形部分 36 とによって形成され、供給側連通経路 52 内のガス導入管 55 を介して反応物ガス導入部分 54 と連通する。反応物ガス供給経路 41 は、ガス導入方向に対応する方向 (水平方向) に反応物ガス導入部分 54 から延びる第 1 の供給経路 71 と、第 1 の供給経路 71 と連通し、ガス導入方向に対して垂直な方向 (垂直方向) に延びる第 2 の供給経路 72 と、第 2 の供給経路 72 と連通し、ガス導入方向に対して平行な方向 (水平方向) に延びる第 3 の供給経路 73 とを含む。第 3 の供給経路 73 は反応チャンバ 2 と連通する。すなわち、反応物ガス供給経路 41 は、反応物ガスの入口である供給側連通経路 52 から、反応物ガスの出口であり反応チャンバ 2 に接続された出口まで上に向かって延びる段の形に形成される。

【0030】

ここで、第 2 の供給経路 72 は前述のとおり垂直方向に延びているため、反応物ガス導入部分から導入されたガスは、第 2 の供給経路 72 の反応物ガス導入部分 54 に面した壁面 74 と接触する。これに従って、反応物ガスは拡散し、反応物ガスの混合特性が改良される。すなわち、第 2 の供給経路 72 は反応物ガスの混合チャンバの役目を果たす。この場合に、この実施形態では、第 2 の供給経路 72 内に反応物ガスが滞留しないように、第 2 の供給経路 72 の壁面 74 に、垂直方向に延びる溝 75 が形成され、溝 75 は案内部分の役目を果たす。溝 75 がこのように形成されるため、第 2 の供給経路 72 の壁面 74 と接触することによって拡散したガスは第 3 の供給経路 73 に容易に流入することができ、このガスは溝 75 に沿って整流されて、反応物ガスの直線流動特性 (rectiline airflow property) を向上させ、それによって反応物ガスが反応チャンバ 2 に流入するときの反応物ガスの拡散を抑制することができる。

【0031】

以下では、溝 75 について詳細に説明する。第 2 の供給経路 72 の壁面 74 の表面全体に、複数の溝 75 が、凹形部分として連続的に形成される。図 7B に示されているように、この実施形態では、凹形部分としての溝 75 が、溝の幅の方向に湾曲しており、上側から見たときにそれぞれの溝 75 は弧の形状を有する。溝 75 は幅の方向に湾曲しているため、反応物ガスは、壁面 74 の溝 75 の底と接触したときに拡散しにくく (集中しやすく)、反応チャンバ 2 に流入したときに基板 W の外側へ拡散しにくい。溝 75 の深さが過度に大きいと、拡散を抑制することはできるが、反応物ガス中の第 1 の原料ガスと第 2 の原

10

20

30

40

50

料ガスが混合されにくい。本開示の一実施形態では、溝75の深さが好ましくは1mm～5mmの範囲、より好ましくは3mmに設定される。

溝75は、下部側壁32のインプレーン方向(in-plane direction)に中心cに向かって形成される。すなわち、溝75は、下部側壁32の周囲方向に沿って配置される。溝をこのように配置することによって、溝75によって案内され反応チャンバ2に導入された反応物ガスの流動方向の水平成分が、反応物ガス供給経路41の反応チャンバ2に面した開口の中心から反応チャンバ2の中心へ延びる方向の水平成分に対応し、それによって反応チャンバ2内における反応物ガスの拡散を抑制するように、整流特性を強化することができる。

【0032】

10

溝75は、それぞれの溝75の幅方向の中心が、反応物ガス導入部分54内に配された整流板56のそれぞれの穴56aの中心と実質的に一致する(対応する)位置に形成される。すなわち、この実施形態では、壁面74の溝75の数が穴56aの数に等しい。これに従って、整流板56によって整流された反応物ガスは溝75の中を流れるため、整流性能は、反応物ガスの直線流動特性を向上させるようにさらに強化される。

【0033】

20

この実施形態では、第2の供給経路72の壁面74の表面全体に溝75が形成されるが、溝75は少なくとも、第2の供給経路72の壁面74の端の部分に形成されていればよい。この端の部分は、整流板56の穴が複数の領域に分割されたときの一番端の領域に対応する部分を意味する。例えば、図7Aおよび7Bに示された例では整流板56が3つの領域81に分割されており、溝75は、一番端の領域82および83の穴に対応するように形成されているだけでよい。前述のとおり、反応物ガスは基板Wの外側へ逃げやすいため、反応物ガス供給経路41のこれらの端の部分における反応物ガスの直線流動特性を強化するように溝75が形成されると特に好ましい。この場合、凹形部分の形態のガイドの役目を果たす溝75を形成することによって、このような効果を容易に達成することが可能である。例えば、第2の供給経路72内に別個の整流部材が配されるときには、反応物ガスの混合特性の問題または製造コストの問題が生じる可能性がある。しかしながら、そのような問題は、この実施形態のように溝75を凹形部分として形成することによって解決される。

【0034】

30

図8Aおよび8Bは、整流板56の例を示す透視図である。これらの図面に示されているように、整流板56の貫通穴は、溝75のパターンに従うように構成される。整流板56の開口比(opening ratio)は、スクラバ(scrubber)などの付帯機器、または外部パイプの形状、長さなど、ならびに成長速度の観点を考慮した最適な値になるように決定されることが好ましい。

図24A～24Cはそれぞれ、図8Aおよび8Bの整流板の別の実施形態である整流板56'の上面正面透視図、正面図および上面図である。整流板56'では、前駆体ガスが反応チャンバ2に入る間の前駆体ガスの制御がより高度になることが観察されており、このより高度な制御はより良好な均一性を促進する。整流板56'は細長い本体209を備え、本体209は、第1の表面210と、第1の表面210の反対側にあって5ミリメートル未満の距離によって隔てられた第2の表面212とを含む。整流板56'は、第1の表面210から第2の表面212まで延びる円形の断面を有する貫通穴214を含む。正確な流れ制御のためには、貫通穴214の直径を3.5ミリメートル未満とすることができます。貫通穴214の中心軸は、第1の表面210および第2の表面212に対して直角に配してもまたは直角でない角度に配してもよいが、より均一な流れを促進するように前駆体ガスを整流板56'を通して導くためには互いに直角かつ平行であることが好ましい。貫通穴214を、3つの領域81、81(82)、81(83)に対応する複数のグループ216A、216B、216Cに割り振ることができる。下部側壁32の溝75は同じ高さに配することができるため、貫通穴214は、第1の表面210に沿って整列した位置で第1の表面210を開くことができる。このようにすると、貫通穴214は、前駆

40

50

体ガスを、下部側壁 3 2 の溝 7 5 に導くことができる。

【 0 0 3 5 】

整流板 5 6 ' のそれぞれの貫通穴 2 1 4 の位置およびサイズは、前駆体ガスの溝 7 5 への所定の分配を提供するように構成することができ、それによって、貫通穴 2 1 4 は、上記の少なくとも 3 つのグループ 2 1 6 A、2 1 6 B、2 1 6 C 内において等しくない間隔で配置することができる。整流板 5 6 ' は、ガスケット 2 2 0、反応物ガス導入部分 5 4 および環状クランプ部分 5 1 と協調して動作する。この点に関して、図 2 5 A および 2 5 B はそれぞれ、図 2 4 A の整流板の上流の反応物ガス導入部分 5 4 の背面下面透視図および正面下面透視図である。反応物ガス導入部分 5 4 は、前駆体ガスを受け取ってガス混合プレナム 2 2 4 内へ送る 1 つまたは複数の流れ入口ユニット 2 2 1 A、2 2 1 B を含むことができる。反応物ガス導入部分 5 4 は、整流板 5 6 ' の領域 8 1、8 1 ( 8 2 )、8 1 ( 8 3 ) にそれぞれ対応する 3 つの出力チャネル 2 2 6 ( 1 ) ~ 2 2 6 ( 3 ) を含む。反応物ガス導入部分 5 4 は、整流板 5 6 ' の上流の位置に、反応物ガスが 3 つの出力チャネル 2 2 6 ( 1 ) ~ 2 2 6 ( 3 ) を出る出力面 2 2 8 を含む。図 2 5 C に示されているように、反応物ガス導入部分 5 4 は、例えば 1 つまたは複数の締め具 2 3 0 を用いて環状クランプ部分 5 1 に締結し、それらの間にガスケット 2 2 0 を挟んで環状クランプ部分 5 1 に對して密封することができる。場合によっては、3 つの出力チャネル 2 2 6 ( 1 ) ~ 2 2 6 ( 3 ) を通り抜けた前駆体ガスの流量が、整流板 5 6 ' の対応するそれぞれの領域 8 1、8 1 ( 8 2 )、8 1 ( 8 3 ) 内において観察されず、その結果、基板 W の上を横切る前駆体ガスの流れが不均一になることが分かった。

10

20

30

40

【 0 0 3 6 】

この不均一性を修正するため、整流板 5 6 ' には変更が組み込まれている。この点に関して、図 8 A の整流板 5 6 とは違い、図 2 4 A の整流板 5 6 ' は締め具穴 2 3 2 A、2 3 2 B を含み、締め具穴 2 3 2 A、2 3 2 B は、締め具 2 3 4 A、2 3 4 B が、出力面 2 2 8 に配された固定穴 2 3 5 A、2 3 5 B のところで、整流板 5 6 ' を、反応物ガス導入部分 5 4 によりしっかりと取り付けるように構成される。十分なサイズの締め具、例えば直徑が 3.5 ミリメートルよりも大きな締め具が、整流板 5 6 ' を反応物ガス導入部分 5 4 にしっかりと取り付けることを可能にするため、締め具穴 2 3 2 A、2 3 2 B の直徑は、貫通穴 2 1 4 の直徑よりも大きくすることができる。締め具 2 3 4 A、2 3 4 B は、3 つの出力チャネル 2 2 6 ( 1 ) ~ 2 2 6 ( 3 ) 間および整流板 5 6 ' の上流における前駆体ガスの流れ交換 ( flow exchange ) ( または漏れ ) を防ぐのに役立つ。締め具穴 2 3 2 A、2 3 2 B は、複数のグループ 2 1 6 A、2 1 6 B、2 1 6 C の隣り合うそれぞれの対のグループ間、または実質的にそれらのグループ間に配することができ、固定穴 2 3 5 A、2 3 5 B は、3 つの出力チャネル 2 2 6 ( 1 ) ~ 2 2 6 ( 3 ) の隣り合うそれぞれの対のチャネル間に配することができる。締め具穴 2 3 2 A、2 3 2 B を貫通穴 2 1 4 と整列させることもできる。このようにすると、3 つの出力チャネル 2 2 6 ( 1 ) ~ 2 2 6 ( 3 ) 間および整流板 5 6 ' の上流における流れ交換が防止される。3 つの出力チャネル 2 2 6 ( 1 ) ~ 2 2 6 ( 3 ) における前駆体ガスの流量が、整流板 5 6 ' の対応するそれぞれの領域 8 1、8 1 ( 8 2 )、8 1 ( 8 3 ) の流量とより良好に一致し、その結果、基板 W の上を横切る前駆体ガスの高いレベルの流れ均一性が達成される。

【 0 0 3 7 】

均一性および境界層の制御は、基板 W 上におけるエピタキシャル層の均一性および成長速度を促進するときに考慮すべき因子のうちの 2 つに過ぎない。前述のとおり、この実施形態では、境界層を薄くするためにシーリング板 2 1 と基板 W の間の距離が小さくされるため、反応物ガスが反応チャンバ 2 の下部に容易に流入し、基板 W の温度分布が均一化されにくくなる可能性がある。その結果、厚い膜を形成するときに膜厚分布または膜品質の劣化 ( 例えば抵抗率の分布または結晶発生の欠陥 ) が引き起こされる可能性がある。この実施形態では、これらの問題を防ぐために、サセプタリング 7 が 2 つの部材によって形成される。この点を以下で説明する。

図 9 に拡大されているとおり、サセプタリング 7 の第 1 のリング 1 1 は、サセプタの外

50

周から間隔を置いて配され、第1のリングの内周には、低い頂面を有する段の付いた部分91が形成される。第2のリング12は段の付いた部分91上に置かれ、第1のリング11とサセプタ3の間に形成されたクリアランス(clearance)部分92に面するように、すなわちクリアランス部分92へ突き出るように形成される。第2のリング12は、その頂面がサセプタ3の頂面と同じ高さになるように配される。このように第2のリング12の頂面をサセプタ3の頂面と同じ高さにすることによって、反応物ガス供給経路41などの中の混合され整流された状態に維持された反応物ガスを、流量をできるだけ低下させることなく滑らかに基板Wに供給することができる。本明細書で言及するサセプタ3の頂面は、サセプタ3の基板凹形部分3a(図1、2、11および12参照)が形成されていない領域の頂面を意味する。この実施形態の第2のリング12は、熱伝導率を考慮して炭化ケイ素から形成される。

10

## 【0038】

このように、第2のリング12と第1のリング11を異なる部材から形成することによって、サセプタリング7をより正確に構築することができる。すなわち、サセプタリング7とサセプタ3の間の距離を限界まで小さくすることができ、したがって、基板Wの裏側、すなわち反応チャンバの底側64への反応物ガスの流れを低減させること、および基板Wの温度分布を均一化することが可能である。その結果、この実施形態によれば、形成される膜の膜厚分布または膜品質分布が均一化される。

20

## 【0039】

第1のリング11と第2のリング12の2つの部材を使用することによって、第1のリング11と第2のリング12が単一の部材から形成されている場合よりも、第1のリング11と第2のリング12の間の熱伝導を抑制することができる。

30

このように、第2のリング12がクリアランス部分92に面するようにすることにより、膜を形成しているときにサセプタリング7とサセプタ3の間から下側へ向かう反応物ガスの漏れを減らすことが可能であり、したがって反応物ガスの流れは乱されにくい。下側への反応物ガスの漏れを低減させることができるために、粒子を減らすことが可能である。

30

この場合には、第2のリング12が第1のリング11よりも薄い。これに従って、放射によるサセプタ3からの熱損失を抑制することが可能である。第2のリング12の方が薄いため、第2のリング12を所定の高温に維持する(予熱する)ための熱量を低減させることができ。別の実施形態において、第1のリング11が熱伝導率の小さな材料から形成されるときには、第1のリング11が断熱体の役目を果たし、それによって前述の効果をさらに強化する。

## 【0040】

この実施形態では、クリアランス部分92に面するように第2のリング12が構成されるが、本開示はこの構成だけに限定されない。少なくとも第1のリング11の段の付いた部分91上に第2のリング12が置かれる限りにおいて、サセプタリング7は高い精度で構築することができる。これに従って、サセプタリング7とサセプタ3の間の距離を限界まで小さくすることができ、したがって、基板Wの裏側への反応物ガスの流れを低減させること、および基板の温度分布を均一化することができる。

40

## 【0041】

この実施形態では、境界層を薄くするためにシーリング板21と基板Wの間の距離が小さくされるため、シーリング板21のシーリング面は反応物ガスによって容易にコーティングされうる。コーティングされるとシーリング面は曇り、したがって、加熱手段23を使用してシーリング板21を通して加熱されるコールドウォール型のエピタキシャル成長装置の使用によっては、満足のいく膜が形成されない可能性がある。これに反して、この実施形態では、前述のように反応物ガス供給経路41の壁面に溝75を形成し、サセプタリング7を2つの部材から形成することにより、反応物ガスが反応チャンバ2内に滞留にくくなり、したがってコーティング材料の付着を抑制することができる。その結果、満足のいく膜を連続的に形成することができる。

50

## 【0042】

図10は、サセプタリング7の変更例を示す。この変更例は、クリアランス部分92Aを覆うように第2のリング12Aが配される点が、図9に示された実施形態とは異なる。この変更例では、側壁32Aのフランジ部分13A上に第1のリング11Aが置かれる。第2のリング12Aは、第1のリング11Aの段の付いた部分91A上に置かれ、内周がサセプタ3Aの外周に面する。

この変更例では、クリアランス部分92Aを覆うように第2のリング12Aが配されるため、反応チャンバ2Aの反応チャンバ下部64Aに流入する反応物ガスの流れをさらに抑制することが可能である。ここで、図10には示されていない加熱手段23によるサセプタ3Aの加熱を第2のリング12Aが妨げることを防ぐため、第2のリング12Aとサセプタ3Aの重なりエリアは小さいことが好ましい。

この変更例では、第2のリング12Aの厚さが、好ましくは例えば0.5mm~2mmの範囲に設定され、より好ましくは約0.8mmに設定される。この厚さを設定することによって、放射に起因するサセプタ3Aから第2のリング12Aへの熱損失をできるだけ抑制することが可能である。

#### 【0043】

図11および12A~12Jはそれぞれ、本開示の2つの実施形態に基づくサセプタ3Aおよび3Bの例を示す上面図である。これらの図面に示されているように、サセプタ3Aおよび3Bはそれぞれ、リフトピン123(図13参照)がその中を通るリフトピン貫通穴110Aおよび110B(1)~110(3)を備える。図12Aに示されているように、複数の貫通穴111Bを形成することができる。基板Wとサセプタ3Bの間にガスが捕捉される可能性があるいくつかの場合には問題が生じる可能性がある。捕捉されたままにされた場合には、捕捉されたガスが、サセプタ3Bと基板Wの間の熱伝達特性を変化させる可能性があり、それによって、基板W上に形成されているエピタキシャル層内に観測可能な不均一性が生じる可能性がある。捕捉されたガスは、サセプタ3B上に基板Wが置かれ、基板Wが水平方向の小さな滑りを受けたときに貫通穴111Bを通して解放される可能性がある。貫通穴111Bを含むサセプタ3Bが使用されたときの基板W上の膜厚均一性分布または抵抗率分布は、サセプタ3Aが使用された場合よりも優れる。この優位性は、貫通穴111Bの直径がより小さくなったとき、および貫通穴111Bの量がより大きくなったときに生じるようである。貫通穴111Bの密度が、1平方センチメートル当たり少なくとも約5.0個であること、例えば1平方センチメートル当たり約5.1個よりも多いことが、優れた均一性に関係していると考えられる。開口比は4パーセントよりも大きいことが好ましく、サセプタの凹形部分3Baの周囲および非凹形部分3Bb内に貫通穴111Bが形成されるとより好ましい。一実施形態では、貫通穴111Bの直径が約1mmである。図12E~12Hに示された実施形態では、貫通穴111Bを、ジグザグパターン(staggered pattern)で配置することができる。ジグザグパターンは、第1の共通半径上に整列した貫通穴111Bの第1のグループが、第2の共通半径上に整列した貫通穴111Bの第2のグループの部分である貫通穴111Bと半径方向に(実質上)整列しておらず、貫通穴の第1のグループの共通半径と貫通穴の第2のグループの共通半径の間の共通半径上に整列した穴がないことを意味する。この実施形態では、貫通穴111Bの密度を、1平方センチメートル当たり少なくとも5.0個、例えば1平方センチメートル当たり少なくとも5.1個または1平方センチメートル当たり少なくとも5.2個とすることができます。図12Hに示されているように、貫通穴111Bは、第1の面取り部(chamfer)1250と第2の面取り部1252のうちの一方または両方を含むことができる。第1の面取り部1250は、サセプタ3Bの頂面300に位置する。第2の面取り部1252は、サセプタ3Bの底面302に位置する。面取り部1250、1252は、亀裂の形成を防ぐことにより、サセプタ3Bを強くするのに役立つ。

#### 【0044】

図12I~12Jに示された実施形態では、貫通穴111Bを、半径方向に整列したパターンで配置することができる。この実施形態では、貫通穴111Bの密度を、1平方セ

ンチメートル当たり少なくとも 5 . 0 個、例えば 1 平方センチメートル当たり少なくとも 5 . 2 個または 1 平方センチメートル当たり少なくとも 5 . 1 個とすることができます。より高い穴密度は、基板裏側バージガス流の均一性、および基板から離れる基板裏側アウトガス流 (outgas flow) を改良する。このことは、基板裏側欠陥を減らすのに役立つ。より高い穴密度はさらに、バージガスをシーリング部分 5 まで一様に分配することにより、側壁コーティングを低減させる。

#### 【 0 0 4 5 】

続けて図 12A ~ 12J のサセプタ 3B を参照する。サセプタ 3B は、頂面 300 と頂面 300 の反対側の底面 302 とを有する環状の本体 299 を含む。環状の本体 299 は、中心軸 A<sub>0</sub> から外側半径 R<sub>0</sub> まで、100 ~ 150 ミリメートルの範囲の距離にわたって広がることができる。サセプタ 3B は一体として形成することができ、強くかつ温度抵抗性の高い材料、例えば黒鉛を含むことができる。一実施形態では、サセプタ 3B がさらに炭化ケイ素コーティングを含むことができる。この炭化ケイ素コーティングは、化学気相堆積 (CVD) プロセスまたは他の適当なプロセスによって堆積させることができる。一実施形態では、この炭化ケイ素が、貫通穴 111B の内側直径をコーティングする。頂面 300 は、基板 W と接触部を形成し、それによって基板 W を支持するように構成される。サセプタの熱エネルギー保持を最小化し、それによって、基板 W 上に形成されているエピタキシャル層の不均一性につながる可能性がある、サセプタ 3B と基板 W の間のサーマルトランジエント (thermal transient) を最小化するために、サセプタ 3B の最大厚さは 5 ミリメートル未満とすることができます。

10

20

30

#### 【 0 0 4 6 】

頂面 300 の凹形部分 3B a はサセプタ 3B の中心軸 A<sub>0</sub> のところに配することができ、50 ~ 100 ミリメートルの範囲の内側半径 R<sub>1</sub> まで広がることができる。頂面 300 のサセプタ非凹形部分 3B b は、環状の本体 299 の周囲に沿って配することができ、移行部分 3B c によって凹形部分 3B a に接続することができる。移行部分 3B c は、エピタキシャル成長装置 1 (図 1) の動作中、基板 W と接触部を形成することによって基板 W の平面形の底部を支持するだけではなく、凹形部分 3B a よりも 0 . 2 ミリメートル未満だけ高くすることができる。貫通穴 111B に関連した周縁のコーナが基板 W と接触し、微粒子を発生させることを防ぐため、移行部分 3B c が貫通穴 111B を含まないようにすることができる。エピタキシャル成長装置 1 (図 1) の動作中、頂面 300 の移行部分 3B c の高さを非凹形部分 3B b よりも少なくとも 1 / 2 ミリメートル低くして、エピタキシャル成長装置 1 (図 1) の動作中のサセプタ 3B の回転時に基板 W が水平運動することを防ぐことができる環状の保持面 304 を形成することができる。保持面 304 は、サセプタ 3B の頂面 300 の非凹形部分 3B b と凹形部分 3B a のうちの少なくとも一方に対して直角または実質的に直角とすることができます。このようにすると、サセプタ 3B によって基板 W を支持することができる。

40

#### 【 0 0 4 7 】

基板 W は、サセプタ支持体 6 (図 13 ~ 15 に関して後に論じる) の少なくとも 3 本のリフトピン (図示せず) を使用してサセプタ 3B 上に置かれ、サセプタ 3B から取り外される。サセプタ 3B は、3 つのリフトピン貫通穴 110B (1) ~ 110B (3) を含むことによって、これらの 3 本のリフトピンの使用を容易にする。3 つのリフトピン貫通穴 110B (1) ~ 110B (3) は、サセプタ 3B の中心を中心に同心で配することができ、120 度の角度によって離隔することができる。リフトピン貫通穴 110B (1) ~ 110B (3) は、移行部分 3B c から基板 W を持ち上げたり、移行部分 3B c 上に基板 W を下ろしたりするために、サセプタ支持体 6 のリフトピンがサセプタ 3B を貫いて移動することを可能にするように構成することができる。微粒子を生じさせる可能性がある鋭いコーナの形成を防ぐため、どの貫通穴 111B の中へも延びないように、リフトピン貫通穴 110B (1) ~ 110B (3) を配することができる。持ち上げられた後、基板 W は、反応チャンバ 2 の内外へ移動するためのロボットにアクセス可能であることができる。

50

50

## 【0048】

サセプタ3Bはさらに、サセプタ支持体6（図13～15に関して後に論じる）の3本のアームによって支持される。これらの3本のアームは、支持位置312（1）～312（3）のところでサセプタ3Bの底面302に接触し、底面302を支持することができる。支持位置312（1）～312（3）は、非凹形部分3Bbの真裏の底面302上に配することができる。3本のアームからの微粒子が基板Wの頂面に到達する機会を最小化するため、支持位置312（1）～312（3）が貫通穴111Bを含まないようにすることができる。支持位置312（1）～312（3）はそれぞれ、少なくとも2ミリメートル×少なくとも5ミリメートルの寸法を有することができる。さらに、3本のアームからの微粒子を閉じ込め、それらの微粒子が基板Wに到達することを防ぐため、支持位置312（1）～312（3）はそれぞれ、窪んだ面314（1）～314（3）を含むことができる、窪んだ面314（1）～314（3）は、底面302のすぐ周りの部分よりも少なくとも0.7ミリメートル高くすることができる。図13～15は、サセプタ3Bに関して上で簡単に述べたサセプタ支持体6の例を示す。図13に示されているように、サセプタ支持体6は、サセプタシャフト121、基板リフト122およびリフトピン123を含む。サセプタ3は、サセプタシャフト121の3本のアームによって支持される。基板リフト122の3本のアームは、対応するそれぞれのリフトピン123の下端がその上に置かれる凹形部分を有するペデスタル（pedestal）124を備える。基板リフト122の軸部分は円筒形に形成され、基板リフト122の軸部分に、サセプタシャフト121の軸部分を挿入することができる。

10

20

30

## 【0049】

この実施形態では、サセプタ支持体6のアームの太さが関連技術のアームよりも小さい。これに従って、加熱手段62を使用することによってサセプタ3上の基板Wを加熱するときのサセプタ支持体6の影響を低減させることができるために、サセプタ3の温度分布を均一化することが可能である。この実施形態のサセプタ支持体6の詳細な構成およびリフト動作は、本開示の出願人によって出願された国際公開第2013/005481号パンフレットに記載されたサセプタ装置と同じである。しかしながら、この国際公開パンフレットに記載されたサセプタ装置は、単一のサセプタシャフト（プラットホームシャフト）を含むが、この実施形態のサセプタ支持体6は3本のサセプタシャフト（アーム）121を含む。

図16は、この実施形態のガス排出管58の例を示す透視断面図である。この図面に示されているように、ガス排出管58は、反応チャンバ2からガス排出部分57まで、開口が中心に向かって狭まるように形成される。これに従って、中心において排ガスが整流され、それによって排ガス効率が向上する。

40

## 【0050】

図21は、関連技術に基づくエピタキシャル成長装置内の反応チャンバ2の外部構成の環状クランプ部分51'を示す分解透視図である。この図面に示されているように、ガス導入管55およびガス排出管58を、ガス導入管55'およびガス排出管58'と比較すると、この実施形態では、それらの管の中心部分の完成した部分（finished portion）が除去されている。これに従って、膜厚分布に影響を及ぼすガスの流れが滑らかになる。

## 【0051】

ガス排出経路42とバージ穴44の開口比が過度に大きいときには反応物ガスが反応チャンバ下部64へ流入し、この開口比が過度に小さいときには、バージガスが、反応チャンバ2内の膜形成プロセスに影響を及ぼす。これに従って、これらの開口は、開口比の値が最適になるように形成される。

50

図17は、本開示の実施形態に基づく上リフレクタ26の例を示す透視図である。この図面に示されているように、上リフレクタ26は、加熱手段23からの熱線を反応チャンバ2の中心へ反射する傾斜部分26aと、加熱手段23からの熱線を垂直に下降する方向へ反射する水平部分26bとを含む。一方、図22は、関連技術に基づくエピタキシャル

成長装置内の上リフレクタ 26' の例を示す透視図である。この図面に示されているように、関連技術の上リフレクタ 26' は、傾斜部分 26a' と水平部分 26b' とを含むが、本開示の実施形態に基づく上リフレクタ 26 とは傾斜部分 26a' の配置が異なる。具体的には、本開示の実施形態に基づく上リフレクタ 26 は、関連技術の上リフレクタ 26' の水平部分 26b' の中心に傾斜部分が追加された配置を有する。このようにすると、傾斜部分 26a' と水平部分 26b' の面積比が所定の比となるように、また傾斜部分 26a' および水平部分 26b' の分布が偏らないように傾斜部分 26a' および水平部分 26b' を配置することにより、基板 W の温度分布の均一化が達成される。

#### 【0052】

図 18 は、本開示の実施形態に基づく下リフレクタ 65 の例を示す透視図である。図 23 は、関連技術に基づくエピタキシャル成長装置内の下リフレクタ 65' の例を示す透視図である。上リフレクタ 26 と同様に、下リフレクタ 65 は、加熱手段 62 からの熱線を反応チャンバ 2 の中心へ反射する傾斜部分 65a' と、加熱手段 62 からの熱線を垂直に上昇する方向へ反射する水平部分 65b' を含み、関連技術に基づく下リフレクタ 65' の水平部分 65b' の中心に傾斜部分 65a' が追加された配置を有する。このようにすると、傾斜部分 65a' と水平部分 65b' の面積比が所定の比となるように、また傾斜部分 65a' および水平部分 65b' の分布が偏らないように傾斜部分 65a' および水平部分 65b' を配置することにより、基板 W の温度分布の均一化が達成される。

#### 【0053】

この実施形態に基づくエピタキシャル成長装置では、支持体 22 がシーリング板 21 を支持するため、反応チャンバに面したシーリング板 21 の中心部分のシーリング面と基板 W との間の距離 H を 10 mm 未満に設定することができる。これに従って、この実施形態に基づくエピタキシャル成長装置 1 は、シーリング板 21 とサセプタ 3 の間を流れる反応物ガスによって形成された境界層がシーリングの方へ広がることを防ぐことができ、したがって境界層が薄くなる。その場合には境界層内のガス流量が増大するため、結果としてガス密度が増大し、したがって、基板 W の表面における反応効率を強化することが可能である。これに従って、エピタキシャル成長装置 1 では、成長速度を強化することが可能である。

#### 【0054】

本開示の実施形態では、シーリング板 21 と基板 W の間の距離 H が 10 mm 未満であり、好ましくは、シーリング板 21 と基板 W の間の距離 H が 10 mm 未満であり、かつ基板 W 上に形成された膜からシーリング板 21 までの距離が 1 mm 以上である。この範囲を設定することによって、境界層を形成している間の反応物ガスのガス流を滑らかにすることが可能である。

すなわち、この実施形態の反応チャンバ 2 では、基板 W とシーリング板 21 の間の距離を、関連技術における距離（関連技術では約 20 mm）よりも小さくなるように設定することによって境界層を薄くして、基板の表面における反応効率を強化し、したがって成長速度を高めることができる。

#### 【実施例】

#### 【0055】

以下では、例を参照して本開示を詳細に説明する。

#### (実施例 1)

図 10 に示されたサセプタリングを使用したエピタキシャル成長装置 1A（基板 W の表面とシーリング板 21 の間の距離 H は 9.27 mm である）を使用することにより、エピタキシャル成長を、以下の成長条件下で実行した。

第 1 の原料ガス（トリクロロシラン）の量： 8.5 SLM

バージガス（水素）の量： 15.0 SLM

成長時間： 600.0 秒

成長温度： 1100.0

回転速度： 20.0 RPM

10

20

30

40

50

## (実施例 2 )

第 1 の原料ガスの量を 13.5 SLM に変更した以外は実施例 1 の条件と同じ条件下でエピタキシャル成長を実行した。

## (実施例 3 )

第 1 の原料ガスの量を 17.0 SLM に変更した以外は実施例 1 の条件と同じ条件下でエピタキシャル成長を実行した。

## 【0056】

## (比較例 1 )

関連技術に基づくエピタキシャル成長装置（基板 W の表面とシーリング板 21 の間の距離 H は 20 mm であり、溝 75 ではなく、サセプタリングは単一の部材からなる）を使用して、回転速度を 35.0 RPM に変更した以外は実施例 1 の条件と同じ条件下でエピタキシャル成長を実行した。

10

## (比較例 2 )

関連技術に基づくエピタキシャル成長装置（基板 W の表面とシーリング板 21 の間の距離 H は 20 mm であり、溝 75 ではなく、サセプタリングは単一の部材からなる）を使用して、回転速度を 35.0 RPM に変更した以外は実施例 2 の条件と同じ条件下でエピタキシャル成長を実行した。

## 【0057】

## (比較例 3 )

関連技術に基づくエピタキシャル成長装置（基板 W の表面とシーリング板 21 の間の距離 H は 20 mm であり、溝 75 ではなく、サセプタリングは単一の部材からなる）を使用して、回転速度を 35.0 RPM に変更した以外は実施例 3 の条件と同じ条件下でエピタキシャル成長を実行した。

20

## 【0058】

実施例および比較例における膜成長速度を検出した。検出された成長速度と第 1 の原料ガスの間の関係を図 19 に示す。

図 19 に示されているように、本開示の実施形態に基づくエピタキシャル成長装置 1A を使用することにより、成長速度は 50 % 向上し、第 1 の原料ガスの量を増やすとこの成長速度の向上は増大した。したがって、この実施形態に基づくエピタキシャル成長装置を使用することによって成長速度が強化された。

30

## 【符号の説明】

## 【0059】

- 1 A エピタキシャル成長装置
- 1 エピタキシャル成長装置
- 2 A 反応チャンバ
- 2 反応チャンバ
- 3 A サセプタ
- 3 B サセプタ
- 3 B a 凹形部分
- 3 B b 非凹形部分
- 3 B c 移行部分
- 3 サセプタ
- 3 a 基板凹形部分
- 4 側壁
- 5 シーリング部分
- 6 サセプタ支持体
- 7 環状のサセプタリング
- 11 A 第 1 のリング
- 11 第 1 のリング
- 12 A 第 2 のリング

40

50

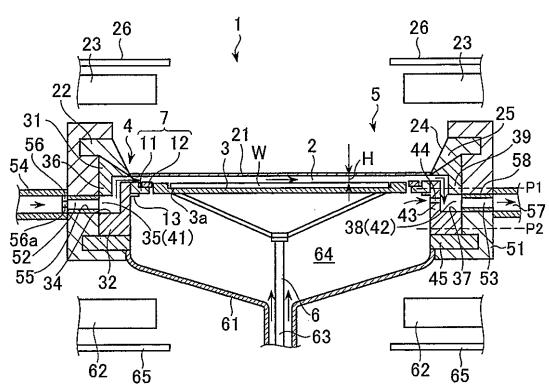
1 2	第 2 の リング	
1 3 A	フランジ部分	
1 3	フランジ部分	
2 1	シーリング板	
2 2	支持体	
2 4	開口	
2 5	突出部	
2 5	長方形のコーナ	
2 5	コーナ	
2 6	上リフレクタ	10
2 6 a	傾斜部分	
2 6 a	傾斜部分	
2 6 b	水平部分	
2 6 b	水平部分	
2 6	上リフレクタ	
3 0	基板運搬ポート	
3 1	環状の上部側壁	
3 2 A	側壁	
3 2 B	締め具穴	
3 2	環状の下部側壁	20
3 3	載置面	
3 4	第 1 の 凹形部分	
3 5	間隙	
3 6	第 1 の 凸形部分	
3 7	第 2 の 凹形部分	
3 8	間隙	
3 9	第 2 の 凹形部分	
4 1	反応物ガス供給経路	
4 2	ガス排出経路	
4 3	壁面	30
4 4	ページ穴	
4 5	環状のプラットホーム	
5 0		
5 1	環状のクランプ部分	
5 2	供給側連通経路	
5 3	排出側連通経路	
5 4	部分	
5 5	ガス導入管	
5 5	ガス導入管	
5 6	整流板	40
5 6 a	穴	
5 6	整流板	
5 7	ガス排出部分	
5 8	ガス排出管	
5 8	ガス排出管	
6 1	装置底部分	
6 3	軸部分	
6 4 A	反応チャンバ下部	
6 4	反応チャンバ下部	
6 5	下リフレクタ	50

6 5 a	傾斜部分	
6 5 b	水平部分	
6 5 b	水平部分	
6 5	下リフレクタ	
7 1	第1の供給経路	
7 2	第2の供給経路	
7 3	第3の供給経路	
7 4	壁面	
7 5	溝	
8 1	領域	10
8 2	一番端の領域	
8 3	一番端の領域	
9 1 A	段の付いた部分	
9 1	段の付いた部分	
9 2 A	クリアランス部分	
9 2	クリアランス部分	
1 0 0		
1 1 0 A	リフトピン貫通穴	
1 1 0 B	リフトピン貫通穴	
1 1 0		20
1 1 1 B	複数の貫通穴	
1 2 0		
1 2 1	サセプタシャフト	
1 2 2	基板リフト	
1 2 3	リフトピン	
1 2 4	ペデスタル	
1 5 0		
1 9 9	本体	
2 0 0	頂面	
2 0 2	底面	30
2 0 4 A	流れ案内面	
2 0 4 B	流れ案内面	
2 0 5 A	内面	
2 0 5 B	内面	
2 0 6 A	接触面	
2 0 6 B	接触面	
2 0 9	細長い本体	
2 1 0	第1の表面	
2 1 2	第2の表面	
2 1 4	穴	40
2 1 6 A	グループ	
2 1 6 B	グループ	
2 1 6 C	グループ	
2 2 0	ガスケット	
2 2 1 A	流れ入口ユニット	
2 2 1 B	流れ入口ユニット	
2 2 4	ガス混合プレナム	
2 2 6	出力チャネル	
2 2 8	出力面	
2 3 0	締め具	50

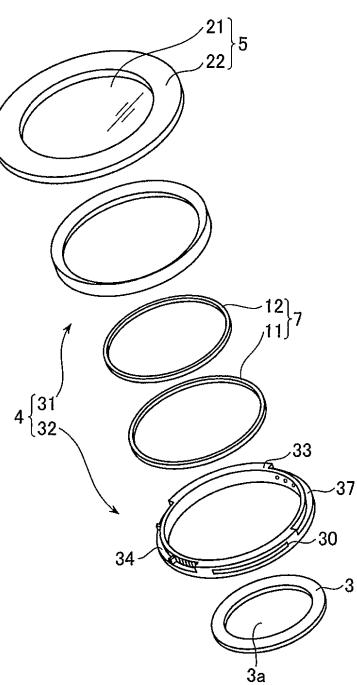
2 3 2 A 締め具穴  
 2 3 2 B 締め具穴  
 2 3 4 A 締め具  
 2 3 4 B 締め具  
 2 3 5 A 固定穴  
 2 3 5 B 固定穴  
 2 9 9 環状の本体  
 3 0 0 頂面  
 3 0 2 底面  
 3 0 4 環状の保持面  
 3 1 2 支持位置  
 3 1 4 窪んだ面

10

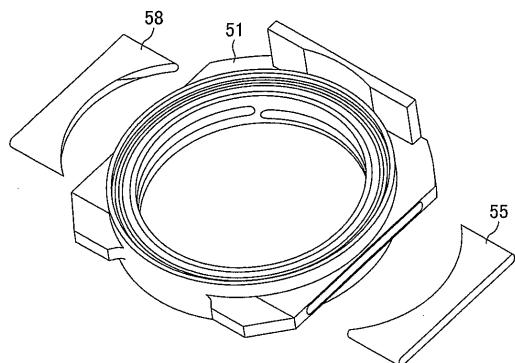
【図 1】



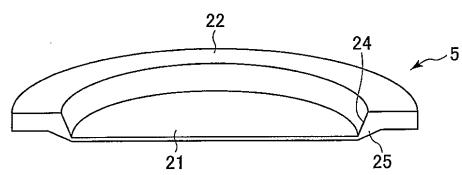
【図 2】



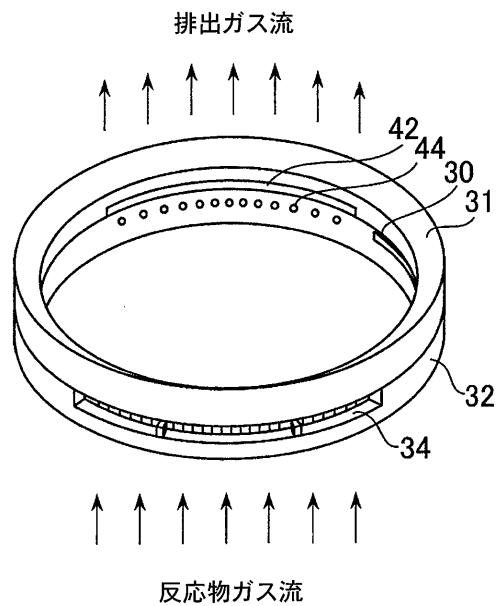
【図 3】



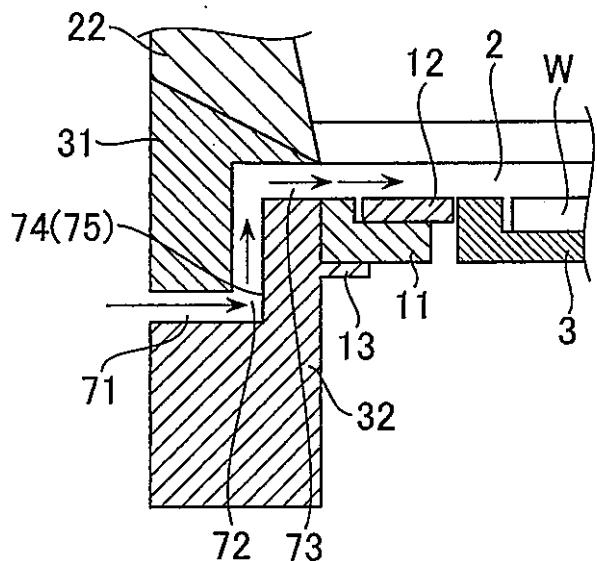
【図 4】



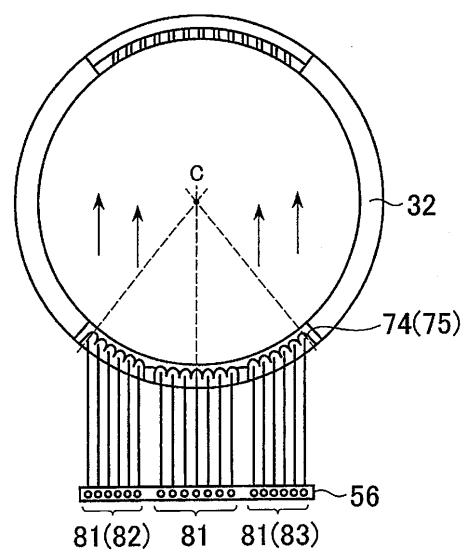
【図 5】



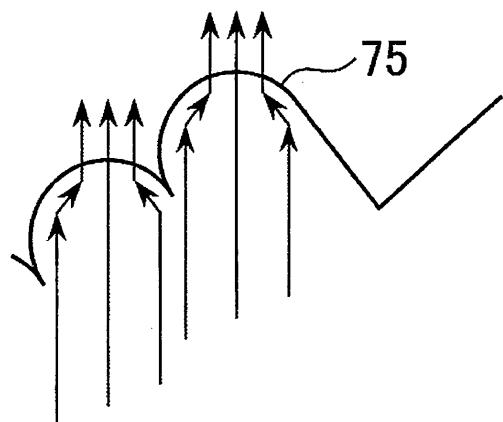
【図 6】



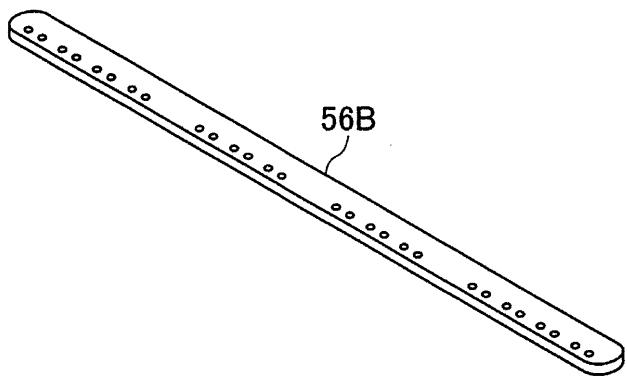
【図 7 A】



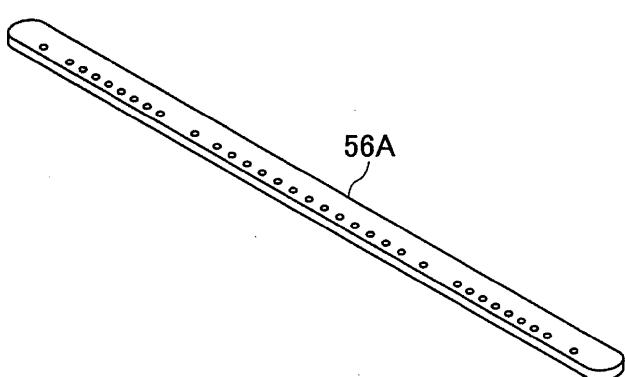
【図 7 B】



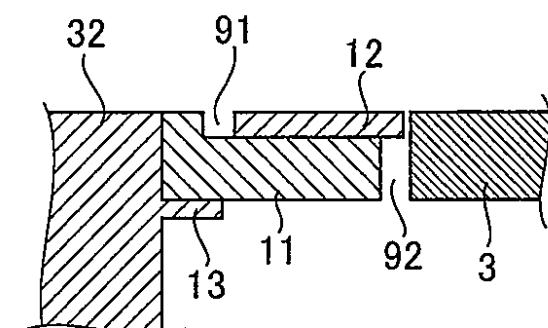
【図 8 B】



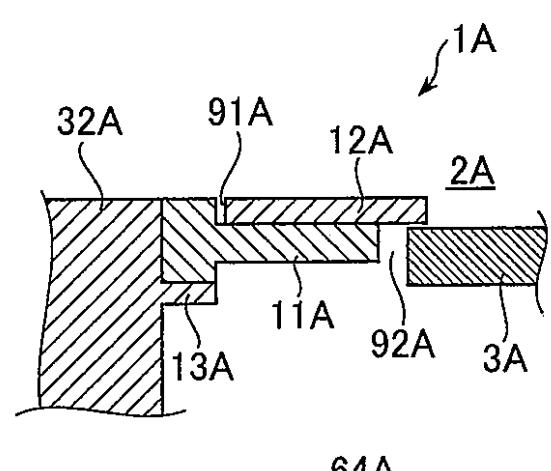
【図 8 A】



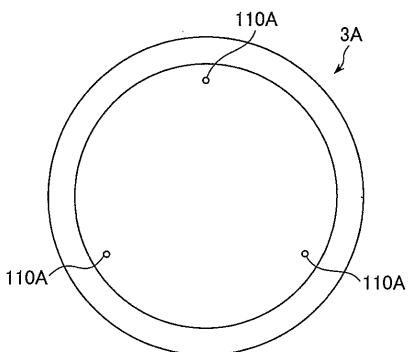
【図 9】



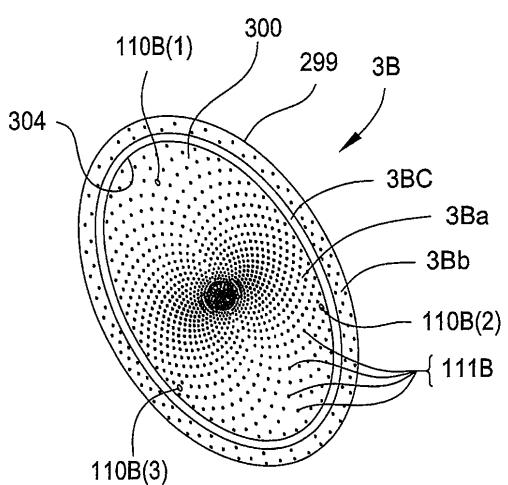
【図 10】



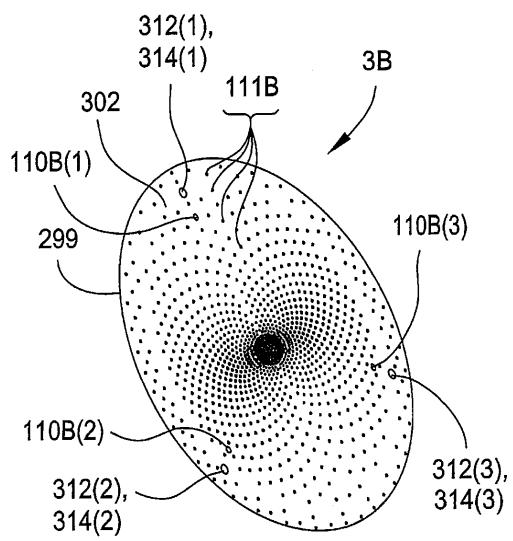
【図 11】



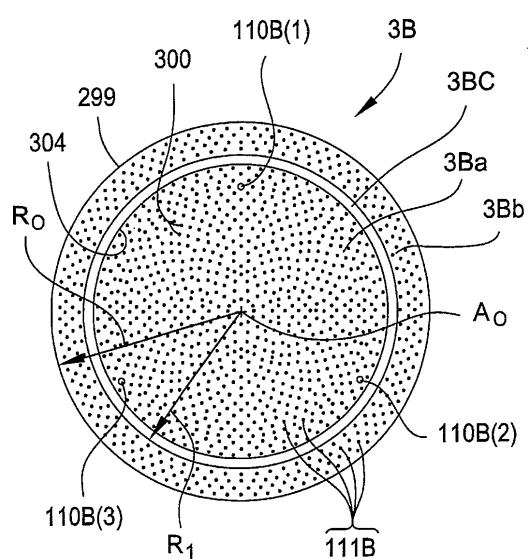
【図 12 A】



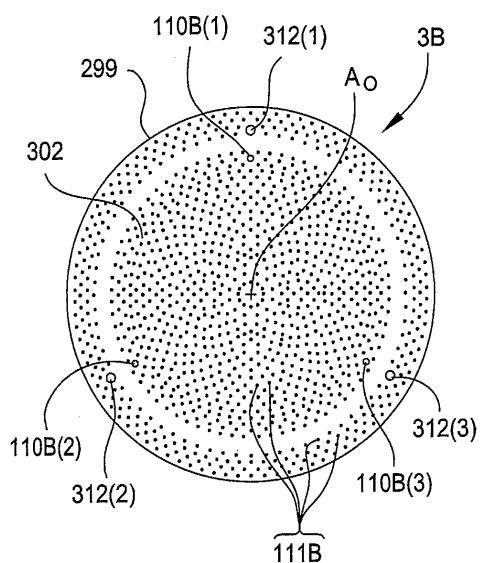
【図 1 2 B】



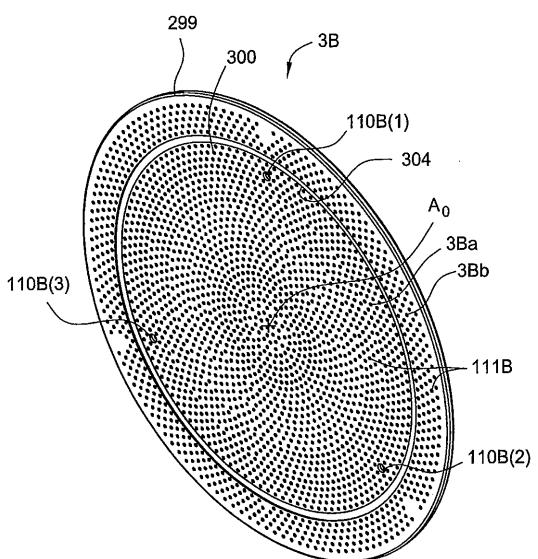
【図 1 2 C】



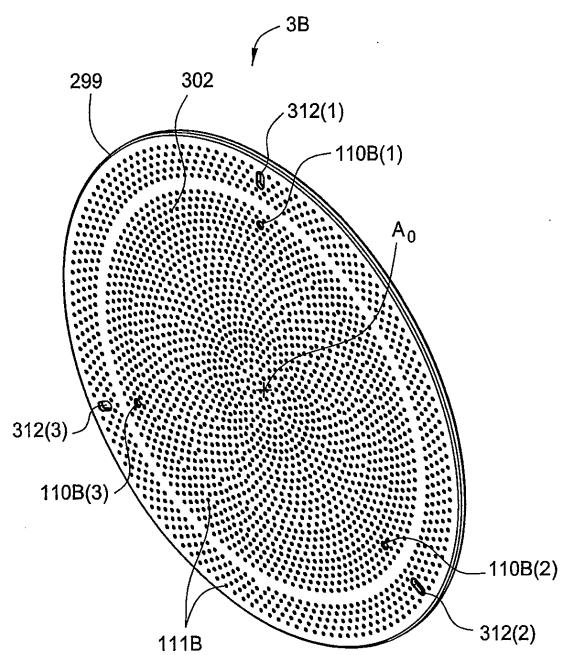
【図 1 2 D】



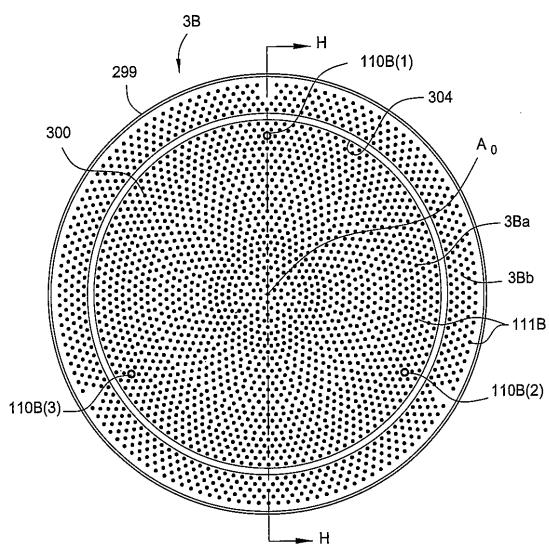
【図 1 2 E】



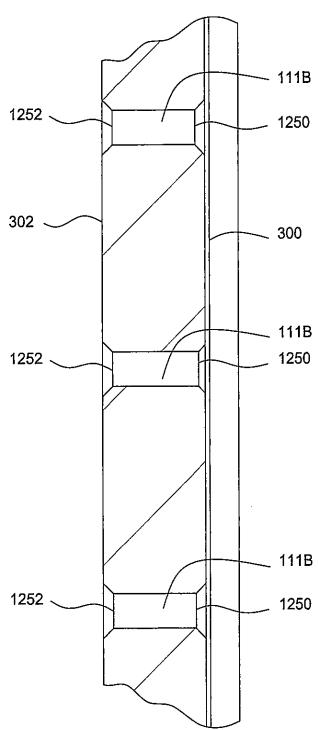
【図 1 2 F】



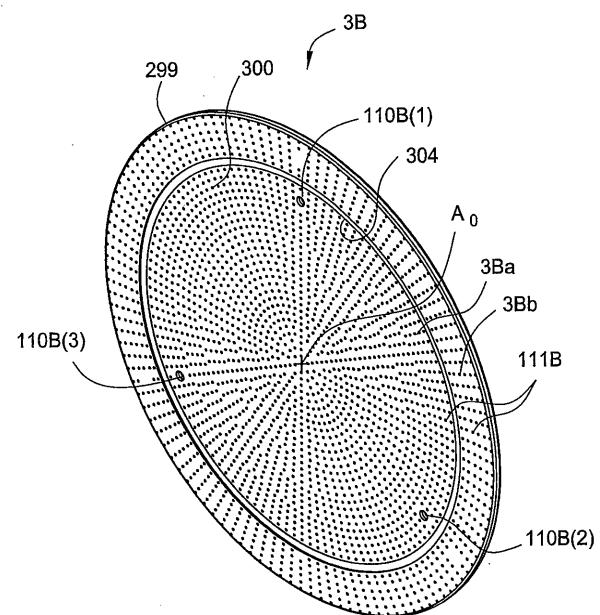
【図 1 2 G】



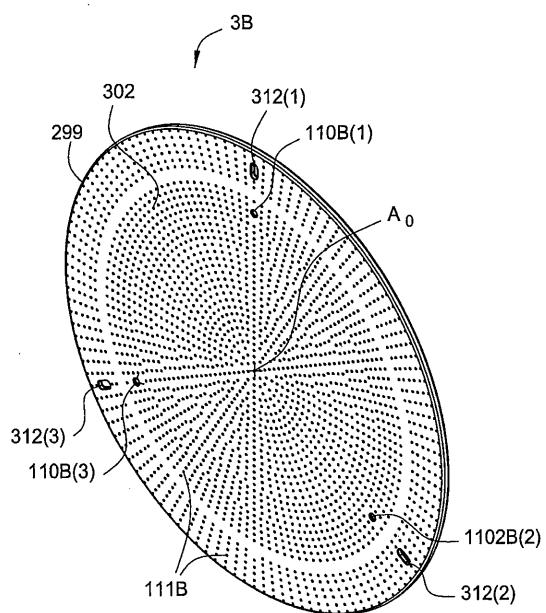
【図 1 2 H】



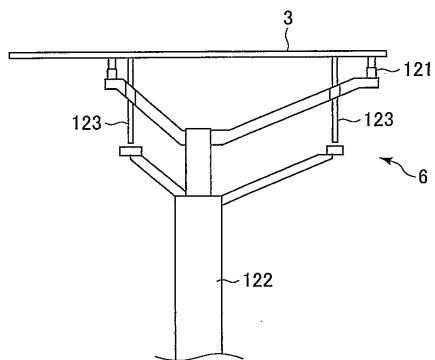
【図 1 2 I】



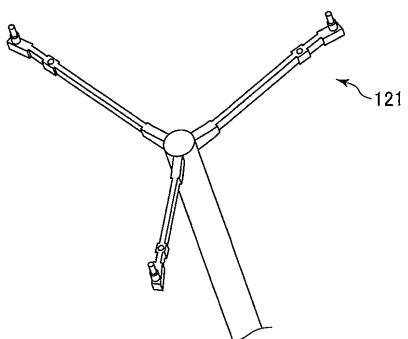
【図 1 2 J】



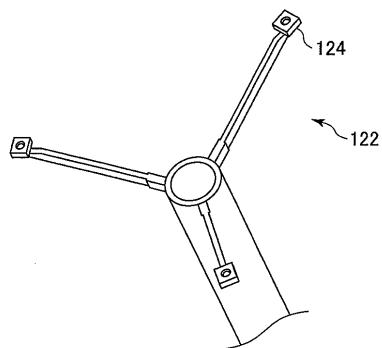
【図 1 3】



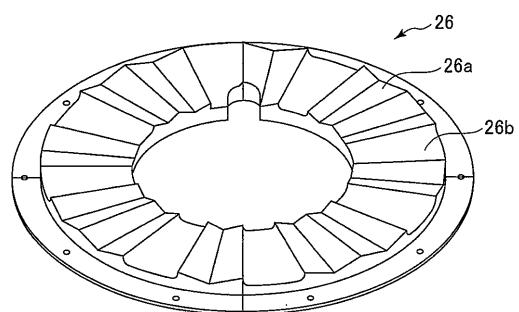
【図 1 4】



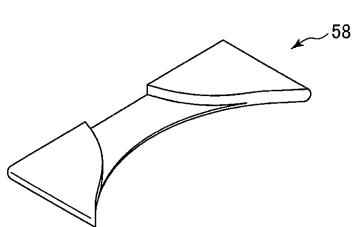
【図 1 5】



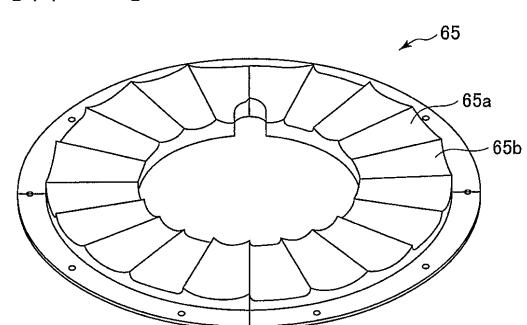
【図 1 7】



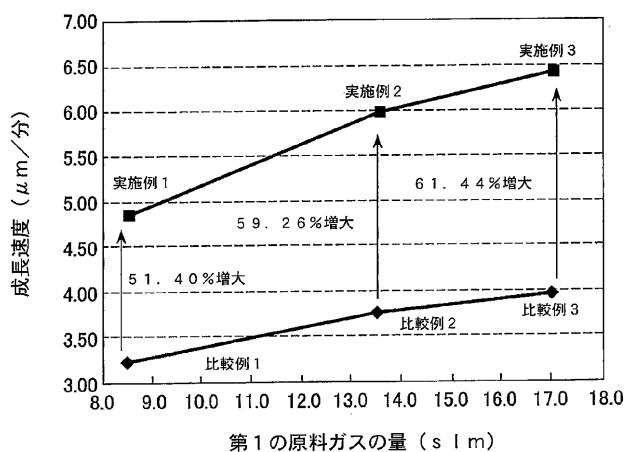
【図 1 6】



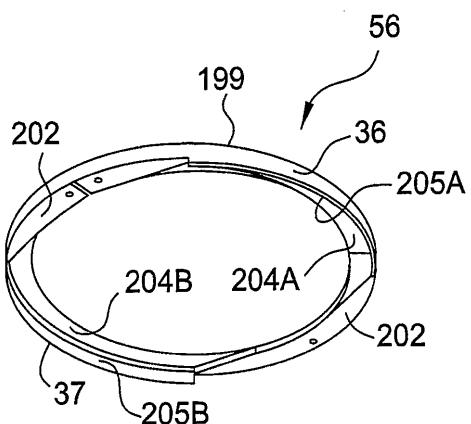
【図 1 8】



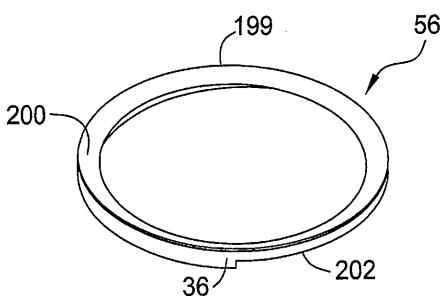
【図19】



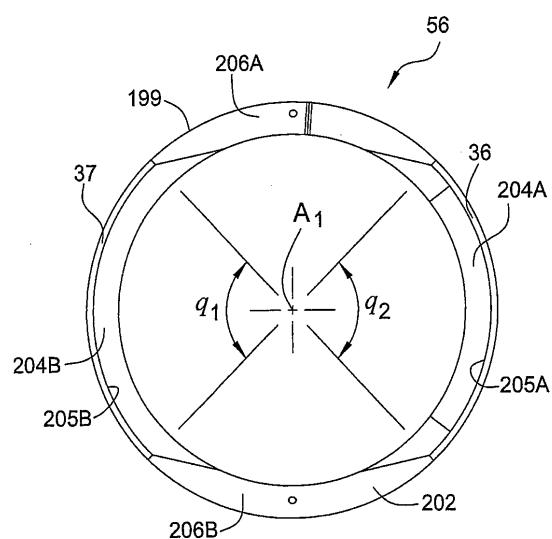
【図20B】



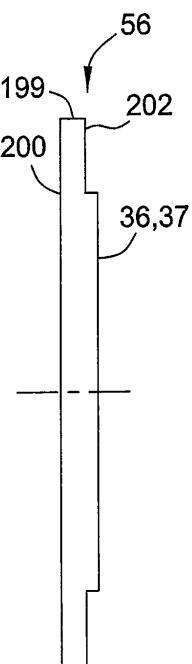
【 义 2 0 A 】



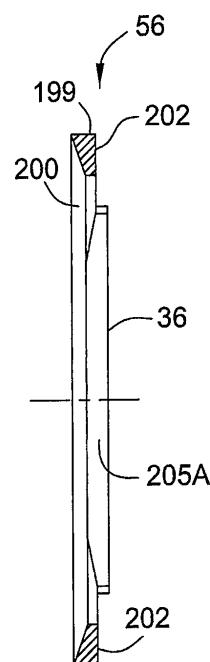
【 20C 】



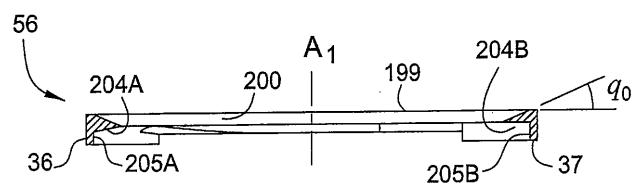
【図20D】



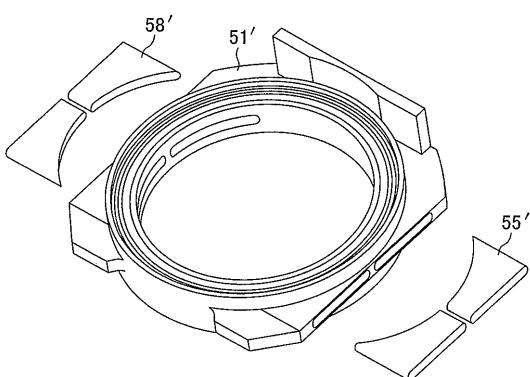
【図 2 0 E】



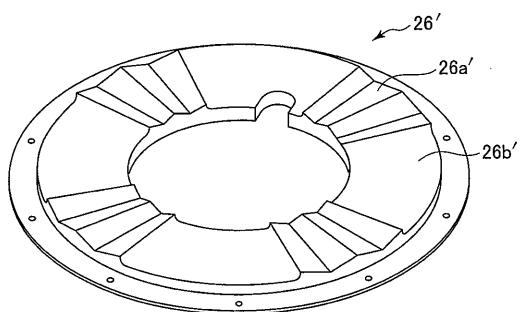
【図 2 0 F】



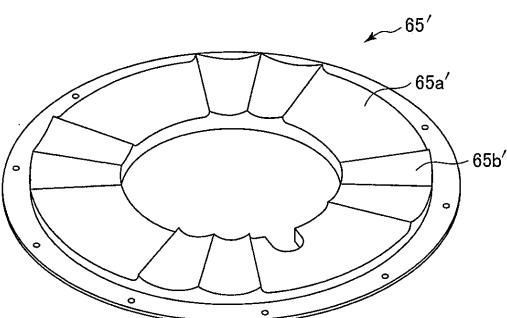
【図 2 1】



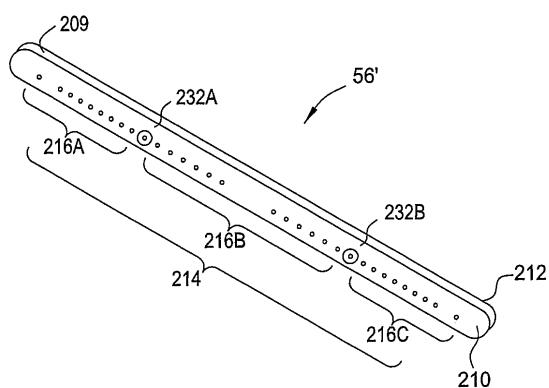
【図 2 2】



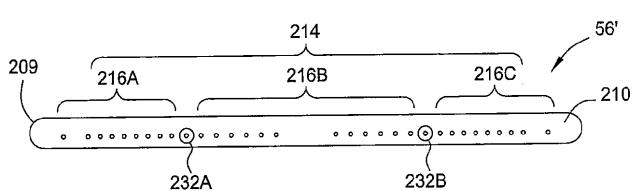
【図 2 3】



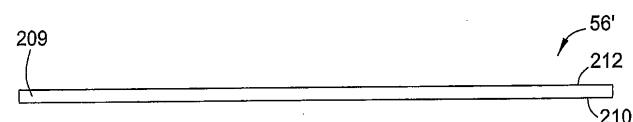
【図 2 4 A】



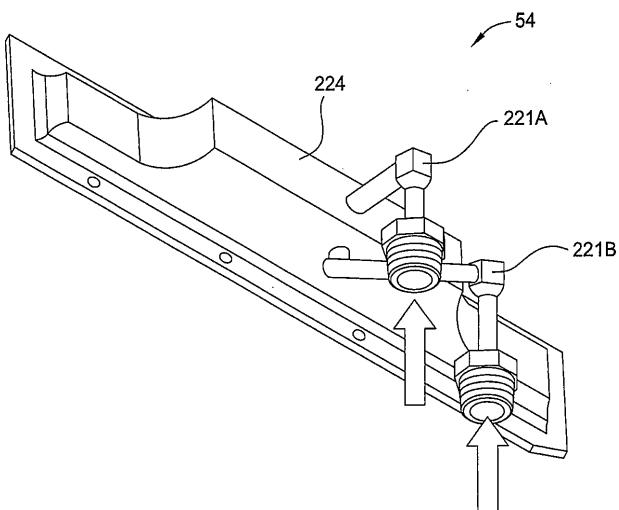
【図 2 4 B】



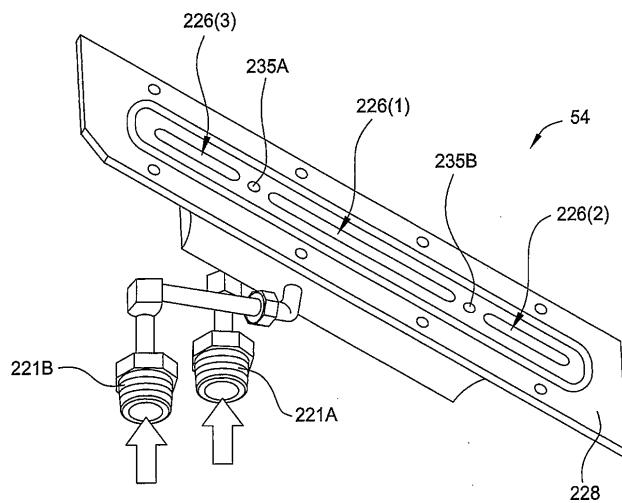
【図 2 4 C】



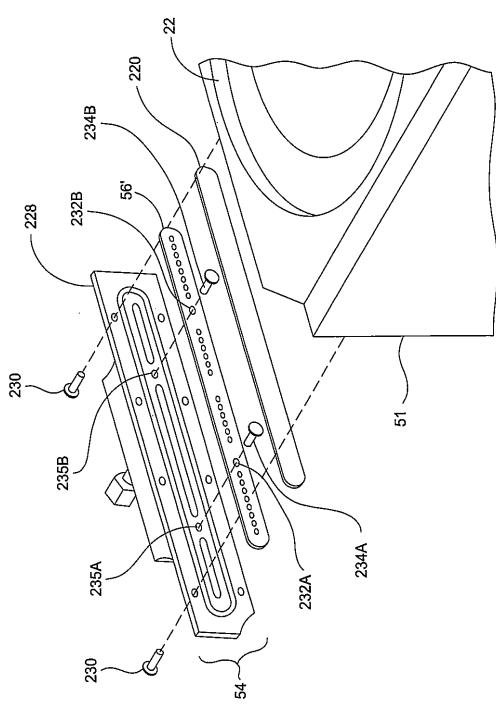
### 【図25A】



【図25B】



【図25C】



---

フロントページの続き

(51) Int.CI. F I  
**C 3 0 B 25/12 (2006.01)** C 2 3 C 16/458  
C 3 0 B 25/12

(74)代理人 100067013  
弁理士 大塚 文昭  
(74)代理人 100109070  
弁理士 須田 洋之  
(74)代理人 100109335  
弁理士 上杉 浩  
(74)代理人 100120525  
弁理士 近藤 直樹  
(74)代理人 100141553  
弁理士 鈴木 信彦  
(72)考案者 大木 慎一  
千葉県佐倉市大崎台 5 - 2 1 - 9  
(72)考案者 森 義信  
長崎県大村市雄ヶ原町 4 7 - 4 0