

(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 I

H O 1 L 21/205 (2006.01)

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/683 (2006.01)

H O 1 L 21/68 N

H O 1 L 21/20 (2006.01)

H O 1 L 21/20

H O 1 L 21/324 (2006.01)

H O 1 L 21/324 R

C 2 3 C 16/458 (2006.01)

H O 1 L 21/324 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
 APPLIED MATERIALS, I
 NCORPORATED
 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

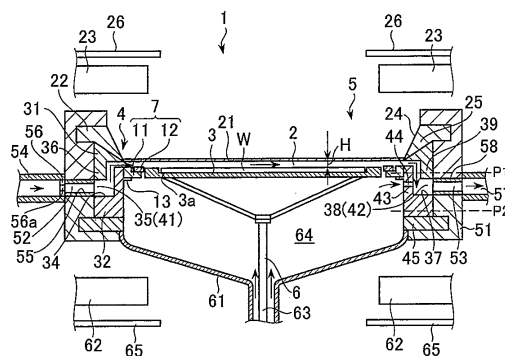
(54) 【考案の名称】 エピタキシャル成長装置用のチャンバ構成要素

(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によって画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に整流される。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、前記基板と接触部を形成し、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 13】

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 14】

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 15】

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】

10

【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。

20

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。

30

【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状を有する。この環の形状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。

40

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

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。

20

【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。

30

【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。

40

【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。

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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

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流漏れ (c r o s s f l o w l e 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。

【 0 0 0 8 】

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、そ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そ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。

【 0 0 0 9 】

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。

【 0 0 1 0 】

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 (f l a n g 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。

【 0 0 1 1 】

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 (h e a t w a v e) 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

【 0 0 1 2 】

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

【 0 0 1 3 】

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。

【 0 0 1 4 】

エピタキシャル成長装置の構成

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。

30

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 3 a 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

【 0 0 1 5 】

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 (l i f t i n g r a n g e) 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 P 1 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 P 2 までである。サセプタ支持体 6 は、膜形成位置 P 1 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 P 1 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。

10

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（cut out）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。

20

【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。

30

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、そこを通してパージガスが排出されるパージ穴44が形成される。パージ穴44はフランジ部分13の下方に形成される。パージ穴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、パージ穴44はガス排出経路42と連通する。したがって、反応物ガスとパージガスはともにガス排出経路42を通して排出される。

40

【0019】

側壁4の下部側壁32の底面側には環状のブラットホーム45が配され、側壁4はブラットホーム45上に置かれる。このブラットホームは、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およびブラットホーム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およびブラットホーム

50

４５をクランプし支持する。クランプ部分５１は、反応物ガス供給経路４１と連通した供給側連通経路５２と、ガス排出経路４２と連通した排出側連通経路５３とを備える。供給側連通経路５２にはガス導入管５５が挿入される。排出側連通経路５３にはガス排出管５８が挿入される。

【００２０】

クランプ部分５１の外側に反応物ガス導入部分５４が配され、反応物ガス導入部分５４と供給側連通経路５２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５４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５２と反応物ガス導入部分５４との接合部に整流板５６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５６は、周囲方向に沿って一列に並んだ複数の穴５６ａを備え、これらの穴５６ａ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５１の外側にガス排出部分５７が配される。ガス排出部分５７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５４と向かい合う位置に配される。

【００２１】

プラットフォーム４５の内周側の下部には装置底部分６１が配される。装置底部分６１の外側には別の加熱手段６２および下リフレクタ６５が配され、下側から基板Ｗを加熱することができる。

装置底部分６１の中心は、そこを通してサセプタ支持体６の軸部分６３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６１、下部側壁３２およびプラットフォーム４５によって形成された反応チャンバ下部６４に導入される。パージ穴４４は反応チャンバ下部６４と連通する。

【００２２】

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。

最初に、サセプタ３を基板運搬位置Ｐ２へ移動させ、基板運搬ポート３０から基板Ｗを入れ、サセプタ３を膜形成位置Ｐ１へ移動させる。例えば直径２００ｍｍ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２３および６２を使用することによって、基板を、待機温度（例えば８００）から成長温度（例えば１１００）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６４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５４から反応物ガス供給経路４１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４２から排出する。パージガスを、パージ穴４４を通してガス排出経路４２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。

【００２３】

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。

【００２４】

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２１を支持する支持体２２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２１は、内縁の基板Ｗに面した端部に固着される。支持体２２を裏側（底側）から見ると、内周部分が突出して突出部２５を形成す

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る。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る。

【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るとしてもよいが、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。

【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

10

20

30

40

50

すること、すなわち10mm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ナ25'を有するときには、コナ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と触接する。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と触接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(rectilinear flowing 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の底と触接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

料ガスが混合されにくい。本開示の一実施形態では、溝 7 5 の深さが好ましくは 1 mm ~ 5 mm の範囲、より好ましくは 3 mm に設定される。

溝 7 5 は、下部側壁 3 2 のインプレーン方向 (i n - p l a n e d i r e c t i o n) に中心 c に向かって形成される。すなわち、溝 7 5 は、下部側壁 3 2 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 7 5 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 4 1 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、整流性を強化することができる。

【 0 0 3 2 】

溝 7 5 は、それぞれの溝 7 5 の幅方向の中心が、反応物ガス導入部分 5 4 内に配された整流板 5 6 のそれぞれの穴 5 6 a 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 7 4 の溝 7 5 の数が穴 5 6 a の数に等しい。これに従って、整流板 5 6 によって整流された反応物ガスは溝 7 5 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。

【 0 0 3 3 】

この実施形態では、第 2 の供給経路 7 2 の壁面 7 4 の表面全体に溝 7 5 が形成されるが、溝 7 5 は少なくとも、第 2 の供給経路 7 2 の壁面 7 4 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 5 6 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 7 A および 7 B に示された例では整流板 5 6 が 3 つの領域 8 1 に分割されており、溝 7 5 は、一番端の領域 8 2 および 8 3 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 4 1 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 7 5 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 7 5 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 7 2 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 7 5 を凹形部分として形成することによって解決される。

【 0 0 3 4 】

図 8 A および 8 B は、整流板 5 6 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 5 6 の貫通穴は、溝 7 5 のパターンに従うように構成される。整流板 5 6 の開口比 (o p e n i n g r a t i o) は、スクラバ (s c r u b b e r) 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 2 4 A ~ 2 4 C はそれぞれ、図 8 A および 8 B の整流板の別の実施形態である整流板 5 6 ' の上面正面透視図、正面図および上面図である。整流板 5 6 ' 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 5 6 ' は細長い本体 2 0 9 を備え、本体 2 0 9 は、第 1 の表面 2 1 0 と、第 1 の表面 2 1 0 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 2 1 2 とを含む。整流板 5 6 ' は、第 1 の表面 2 1 0 から第 2 の表面 2 1 2 まで延びる円形の断面を有する貫通穴 2 1 4 を含む。正確な流れ制御のためには、貫通穴 2 1 4 の直径を 3 . 5 ミリメートル未満とすることができ。貫通穴 2 1 4 の中心軸は、第 1 の表面 2 1 0 および第 2 の表面 2 1 2 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 5 6 ' 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 2 1 4 を、3 つの領域 8 1、8 1 (8 2)、8 1 (8 3) に対応する複数のグループ 2 1 6 A、2 1 6 B、2 1 6 C に割り振ることができる。下部側壁 3 2 の溝 7 5 は同じ高さに配することができるため、貫通穴 2 1 4 は、第 1 の表面 2 1 0 に沿って整列した位置で第 1 の表面 2 1 0 に開くことができる。このようにすると、貫通穴 2 1 4 は、前駆

10

20

30

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、ガスカート 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、それらの間にガスカート 2 2 0 を挟んで環状クランプ部分 5 1 に対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

【 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、例えば直径が 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 の直径は、貫通穴 2 1 4 の直径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 (f l o w e x c h a n g e) (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。

30

40

【 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 9 1 が形成される。第 2 のリング 1 2 は段の付いた部分 9 1 上に置かれ、第 1 のリング 1 1 とサセプタ 3 の間に形成されたクリアランス (c l e a r a n c e) 部分 9 2 に面するように、すなわちクリアランス部分 9 2 へ突き出るように形成される。第 2 のリング 1 2 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 1 2 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 4 1 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 3 a (図 1、2、1 1 および 1 2 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 1 2 は、熱伝導率を考慮して炭化ケイ素から形成される。

10

【 0 0 3 8 】

このように、第 2 のリング 1 2 と第 1 のリング 1 1 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 6 4 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。

【 0 0 3 9 】

第 1 のリング 1 1 と第 2 のリング 1 2 の 2 つの部材を使用することによって、第 1 のリング 1 1 と第 2 のリング 1 2 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 1 1 と第 2 のリング 1 2 の間の熱伝導を抑制することができる。

20

このように、第 2 のリング 1 2 がクリアランス部分 9 2 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、粒子を減らすことが可能である。

この場合には、第 2 のリング 1 2 が第 1 のリング 1 1 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 1 2 の方が薄いため、第 2 のリング 1 2 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可能である。別の実施形態において、第 1 のリング 1 1 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 1 1 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。

30

【 0 0 4 0 】

この実施形態では、クリアランス部分 9 2 に面するように第 2 のリング 1 2 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 1 1 の段の付いた部分 9 1 上に第 2 のリング 1 2 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可能である。

【 0 0 4 1 】

40

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、シーリング板 2 1 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 2 3 を使用してシーリング板 2 1 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 4 1 の壁面に溝 7 5 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 内に滞留しにくくなり、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可能である。

【 0 0 4 2 】

50

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る。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

10

20

30

40

50

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る。より高い穴密度は、基板裏側パ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(out gas 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、パ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。

【0045】

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A₀から外側半径R₀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のできる。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ェント(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る。

【0046】

頂面300の凹形部分3Baはサセプタ3Bの中心軸A₀のところに配することができる。50~100ミリメートルの範囲の内側半径R₁まで広がることのできる。頂面300のサセプタ非凹形部分3Bbは、環状の本体299の周囲に沿って配することができる。移行部分3Bcによって凹形部分3Baに接続することができる。移行部分3Bc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よく、凹形部分3Ba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と触接し、微粒子を発生させることを防ぐため、移行部分3Bc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3Bcの高さを非凹形部分3Bb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の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3Bbと凹形部分3Ba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る。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。

【0047】

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の中心を中心と同心で配することができる。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3Bcから基板Wを持ち上げたり、移行部分3Bc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。

【 0 0 4 8 】

サセプタ 3 B はさらに、サセプタ支持体 6 (図 1 3 ~ 1 5 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 3 1 2 (1) ~ 3 1 2 (3) のところでサセプタ 3 B の底面 3 0 2 に触接し、底面 3 0 2 を支持することができる。支持位置 3 1 2 (1) ~ 3 1 2 (3) は、非凹形部分 3 B b の真裏の底面 3 0 2 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 3 1 2 (1) ~ 3 1 2 (3) が貫通穴 1 1 1 B を含まないようにすることができる。支持位置 3 1 2 (1) ~ 3 1 2 (3) はそれぞれ、少なくとも 2 ミリメートル x 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 3 1 2 (1) ~ 3 1 2 (3) はそれぞれ、窪んだ面 3 1 4 (1) ~ 3 1 4 (3) を含むことができ、窪んだ面 3 1 4 (1) ~ 3 1 4 (3) は、底面 3 0 2 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 1 3 ~ 1 5 は、サセプタ 3 B 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 1 3 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 1 2 1、基板リフト 1 2 2 およびリフトピン 1 2 3 を含む。サセプタ 3 は、サセプタシャフト 1 2 1 の 3 本のアームによって支持される。基板リフト 1 2 2 の 3 本のアームは、対応するそれぞれのリフトピン 1 2 3 の下端がその上に置かれる凹形部分を有するペDESTAL (p e d e s t a l) 1 2 4 を備える。基板リフト 1 2 2 の軸部分は円筒形に形成され、基板リフト 1 2 2 の軸部分に、サセプタシャフト 1 2 1 の軸部分を挿入することができる。

10

20

【 0 0 4 9 】

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 6 2 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、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 2 0 1 3 / 0 0 5 4 8 1 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) 1 2 1 を含む。

30

図 1 6 は、この実施形態のガス排出管 5 8 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 5 8 は、反応チャンバ 2 からガス排出部分 5 7 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。

【 0 0 5 0 】

図 2 1 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 5 1 ' 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 5 5 およびガス排出管 5 8 を、ガス導入管 5 5 ' およびガス排出管 5 8 ' 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 (f i n i s h e d p o r t i o n) 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。

40

【 0 0 5 1 】

ガス排出経路 4 2 とパージ穴 4 4 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 6 4 へ流入し、この開口比が過度に小さいときには、パージガスが、反応チャンバ 2 内で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。

図 1 7 は、本開示の実施形態に基づく上リフレクタ 2 6 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 2 6 は、加熱手段 2 3 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 2 6 a と、加熱手段 2 3 からの熱線を垂直に下降する方向へ反射する水平部分 2 6 b とを含む。一方、図 2 2 は、関連技術に基づくエピタキシャル

50

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とを含み、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10mm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10mm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10mm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1mm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20mm）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可能である。

【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9.27mm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：8.5SLM

パージガス（水素）の量：15.0SLM

成長時間：600.0秒

成長温度：1100.0

回転速度：20.0RPM

(実施例 2)

第 1 の原料ガスの量を 1 3 . 5 S L M 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 1 7 . 0 S L M 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 2 1 の間の距離 H は 2 0 m m であり、溝 7 5 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 3 5 . 0 R P M 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 2 1 の間の距離 H は 2 0 m m であり、溝 7 5 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 3 5 . 0 R P M 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 2 1 の間の距離 H は 2 0 m m であり、溝 7 5 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 3 5 . 0 R P M 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 1 9 に示す。

図 1 9 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 1 A を使用することにより、成長速度は 5 0 % 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

1 1 A 第 1 のリング

1 1 第 1 のリング

1 2 A 第 2 のリング

40

50

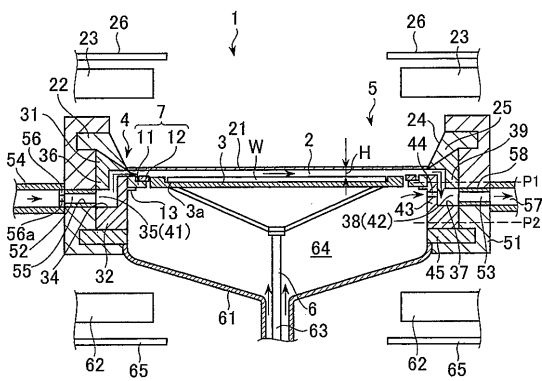
1 2	第 2 のリング	
1 3 A	フランジ部分	
1 3	フランジ部分	
2 1	シーリング板	
2 2	支持体	
2 4	開口	
2 5	突出部	
2 5	長方形のコーナ	
2 5	コーナ	
2 6	上リフレクタ	10
2 6 a	傾斜部分	
2 6 a	傾斜部分	
2 6 b	水平部分	
2 6 b	水平部分	
2 6	上リフレクタ	
3 0	基板運搬ポート	
3 1	環状の上部側壁	
3 2 A	側壁	
3 2 B	締め具穴	
3 2	環状の下部側壁	20
3 3	載置面	
3 4	第 1 の凹形部分	
3 5	間隙	
3 6	第 1 の凸形部分	
3 7	第 2 の凹形部分	
3 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	パージ穴	
4 5	環状のプラットフォーム	
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	ベデスタル	
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asket	
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

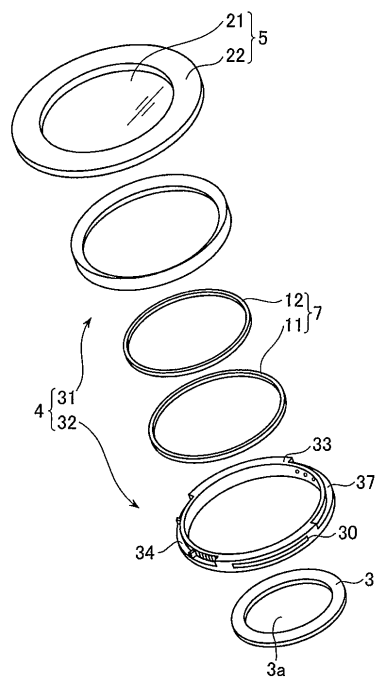
- | | | | | |
|---|---|---|---|--------|
| 2 | 3 | 2 | A | 締め具穴 |
| 2 | 3 | 2 | B | 締め具穴 |
| 2 | 3 | 4 | A | 締め具 |
| 2 | 3 | 4 | B | 締め具 |
| 2 | 3 | 5 | A | 固定穴 |
| 2 | 3 | 5 | B | 固定穴 |
| 2 | 9 | 9 | | 環状の本体 |
| 3 | 0 | 0 | | 頂面 |
| 3 | 0 | 2 | | 底面 |
| 3 | 0 | 4 | | 環状の保持面 |
| 3 | 1 | 2 | | 支持位置 |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

10

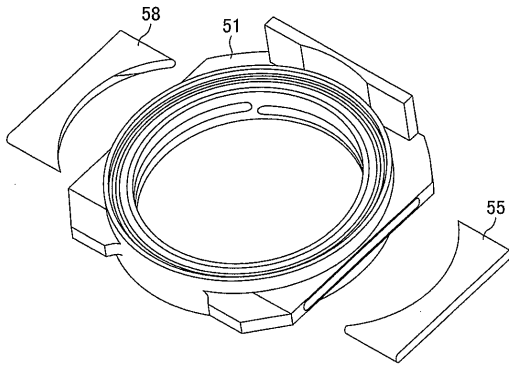
【 図 1 】



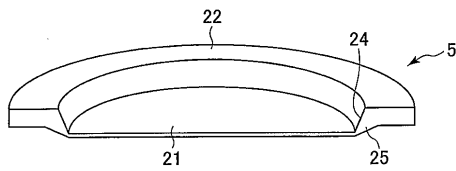
【 図 2 】



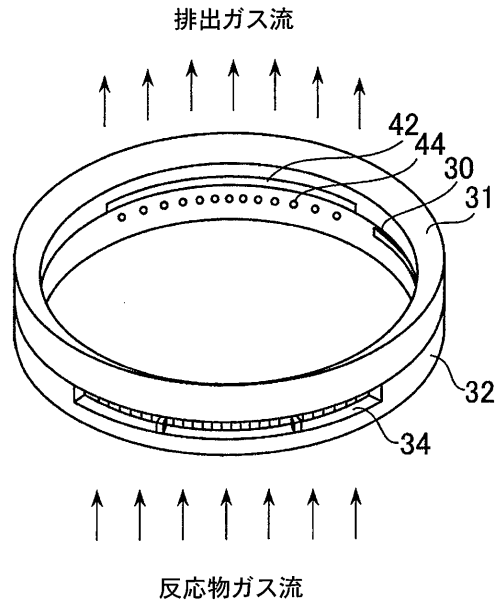
【図 3】



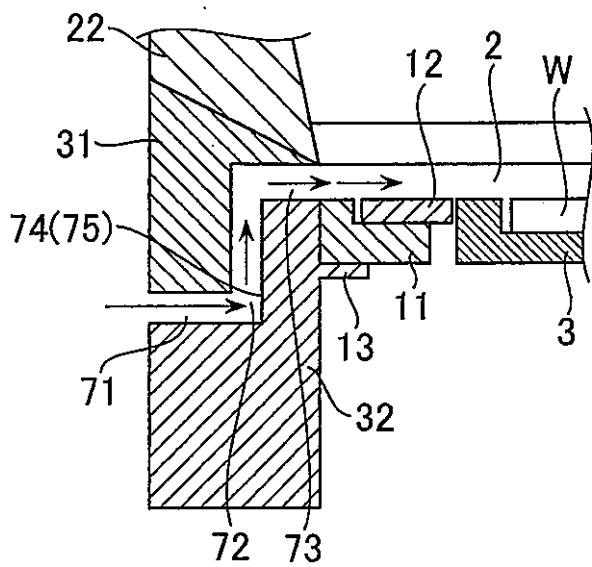
【図 4】



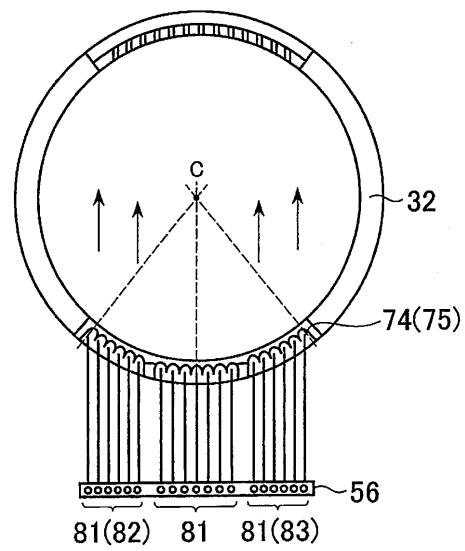
【図 5】



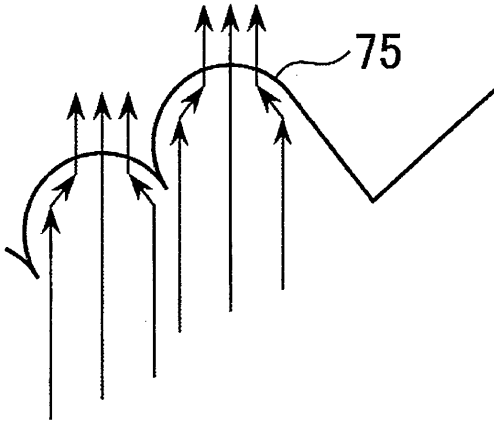
【図 6】



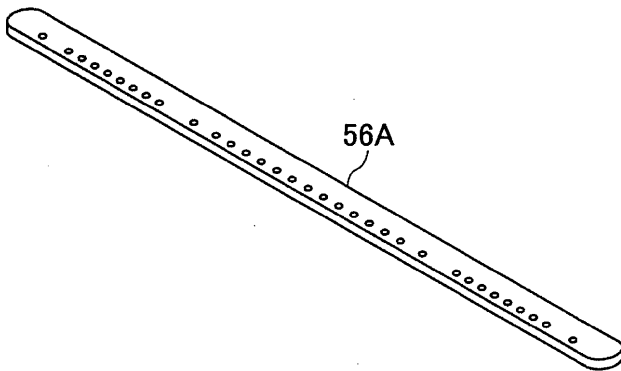
【図 7 A】



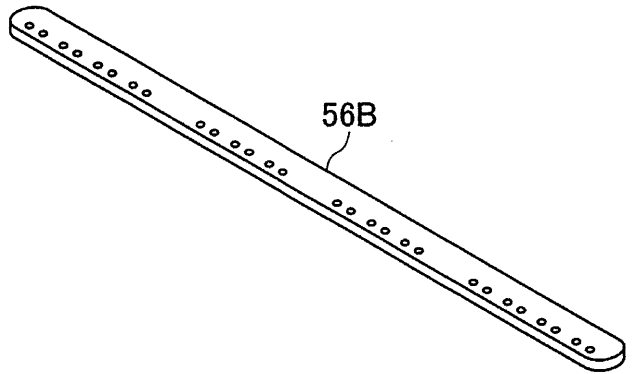
【図 7 B】



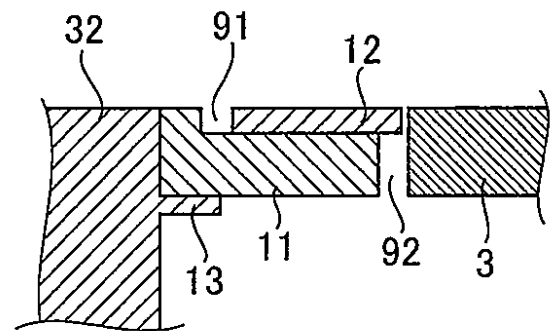
【図 8 A】



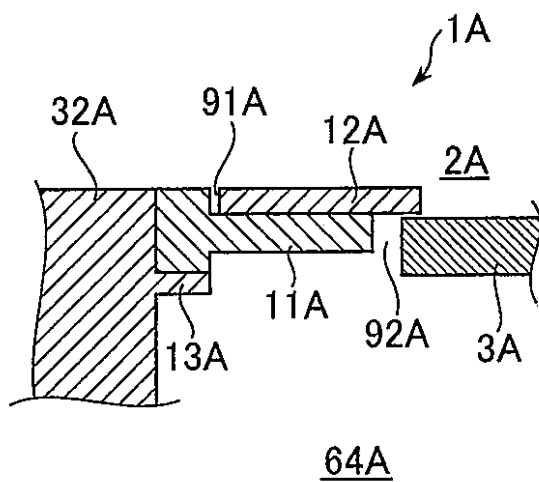
【図 8 B】



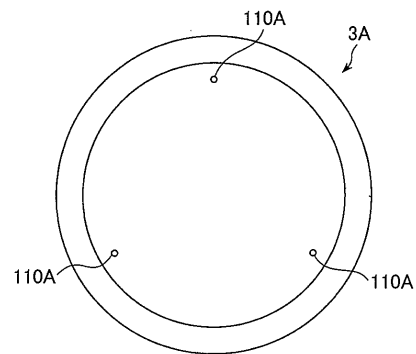
【図 9】



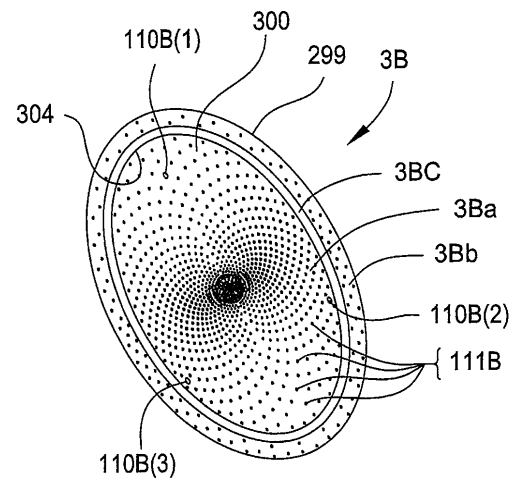
【図 10】



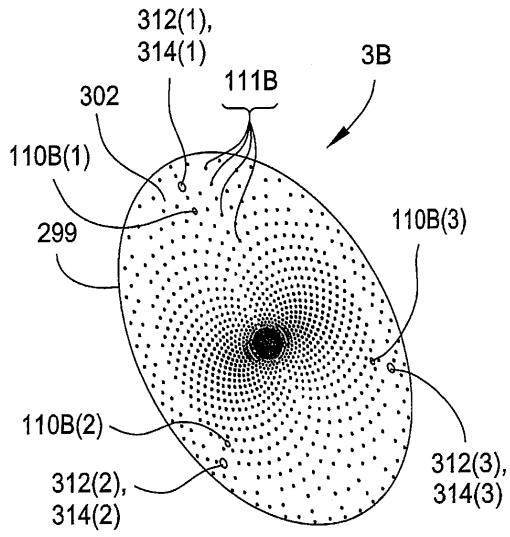
【図 11】



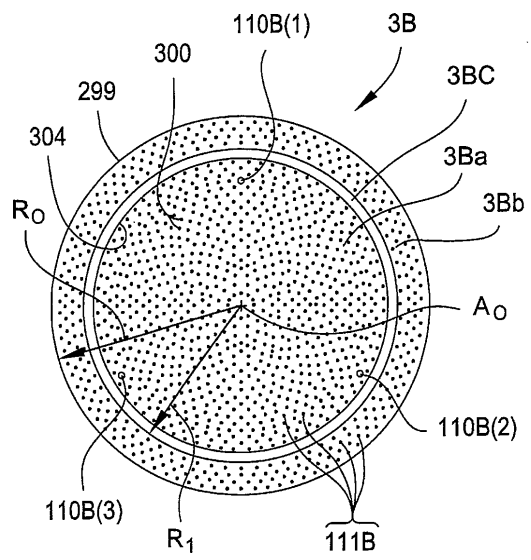
【図 12 A】



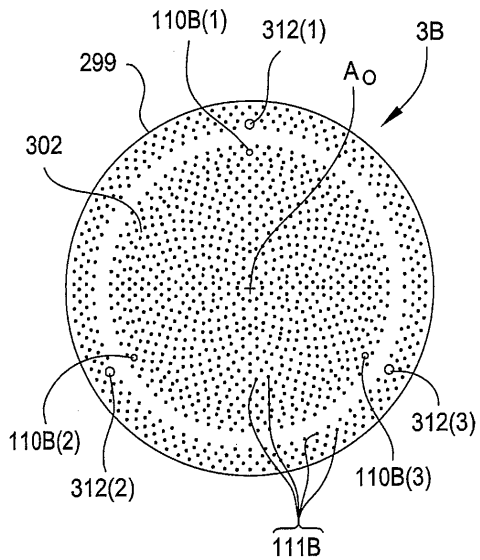
【図 1 2 B】



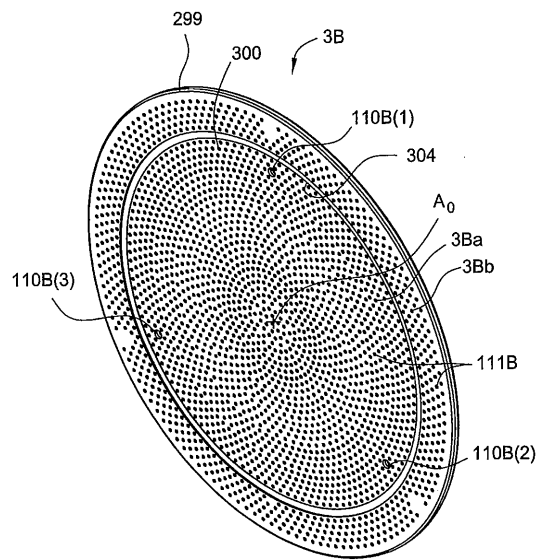
【図 1 2 C】



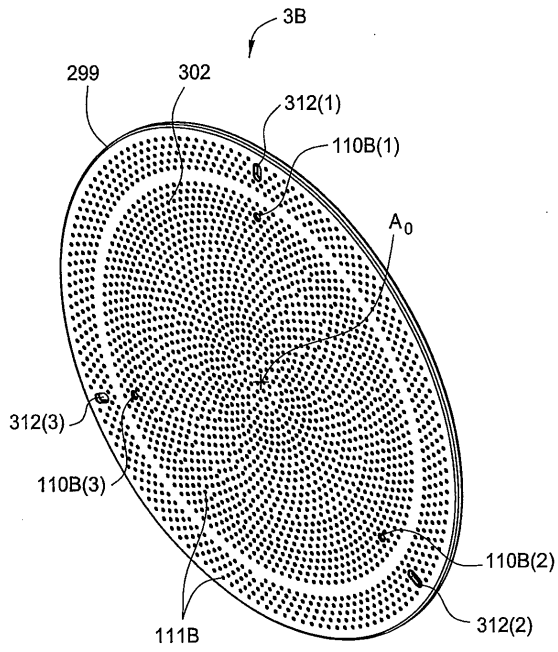
【図 1 2 D】



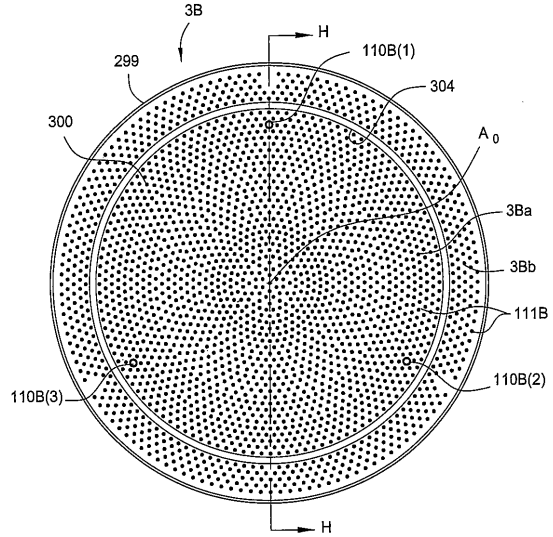
【図 1 2 E】



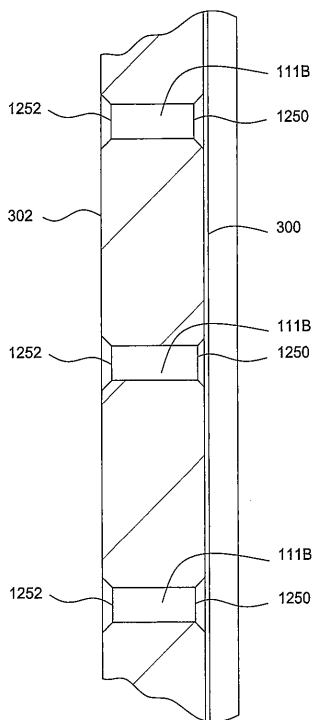
【図 1 2 F】



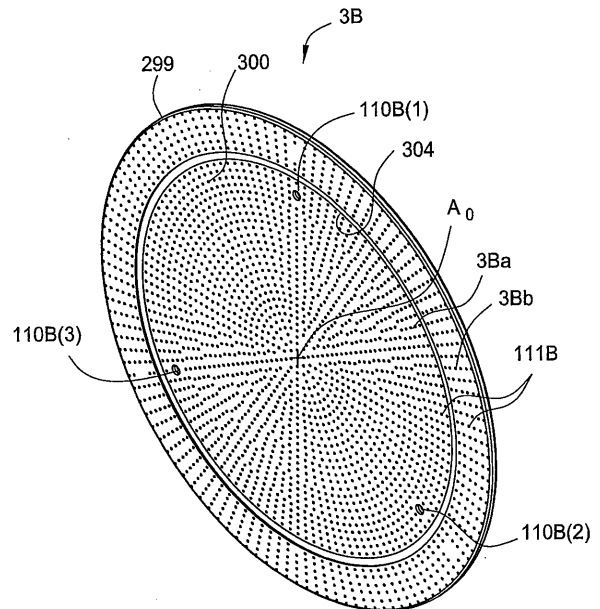
【図 1 2 G】



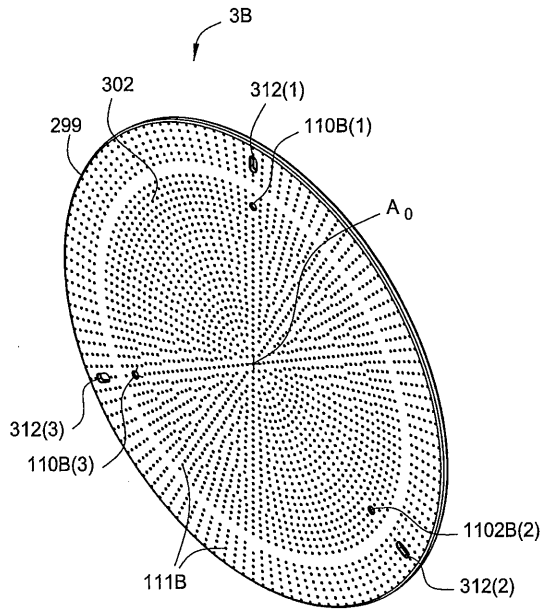
【図 1 2 H】



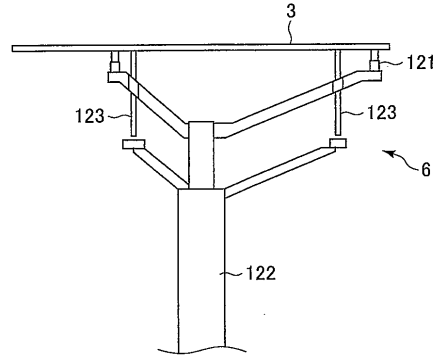
【図 1 2 I】



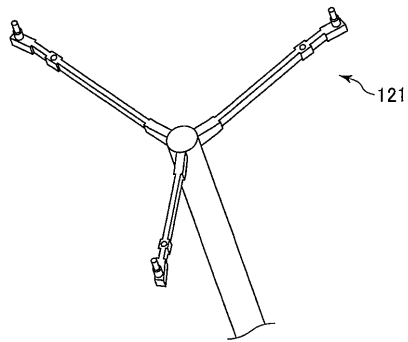
【図 12 J】



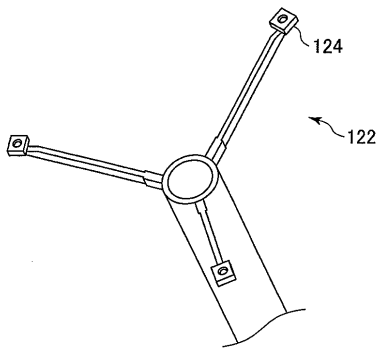
【図 13】



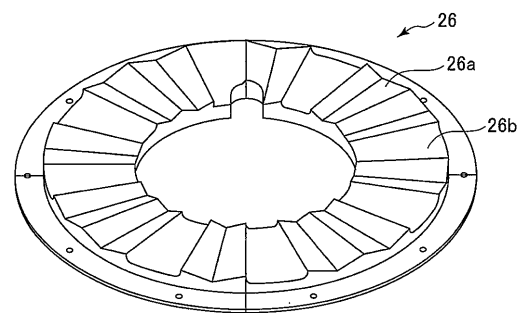
【図 14】



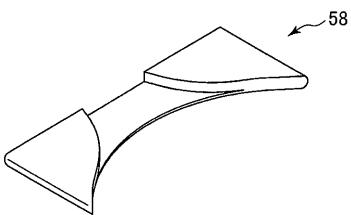
【図 15】



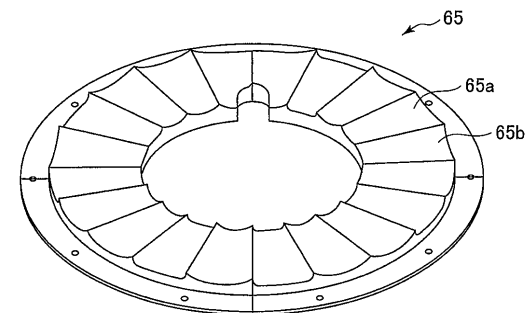
【図 17】



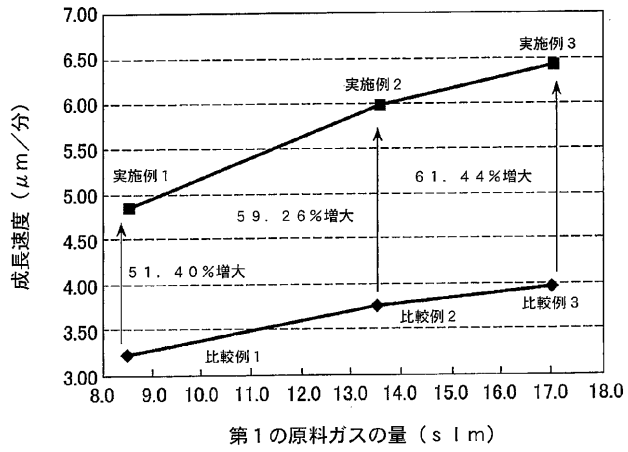
【図 16】



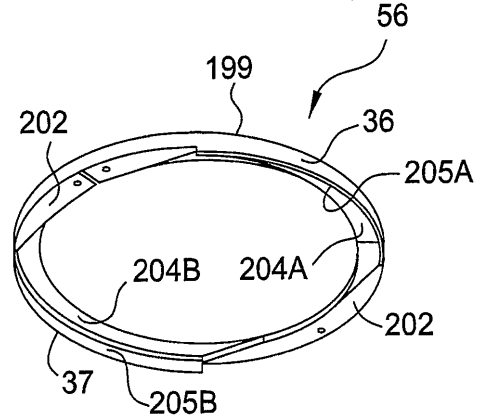
【図 18】



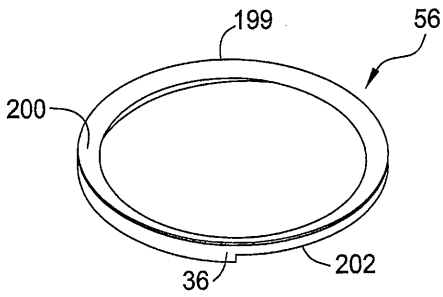
【図19】



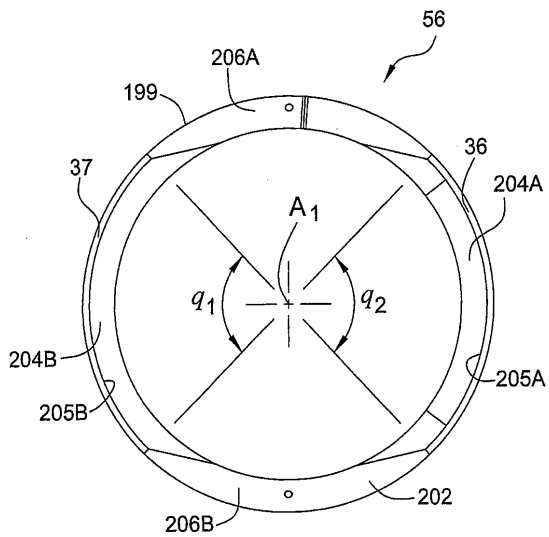
【図20B】



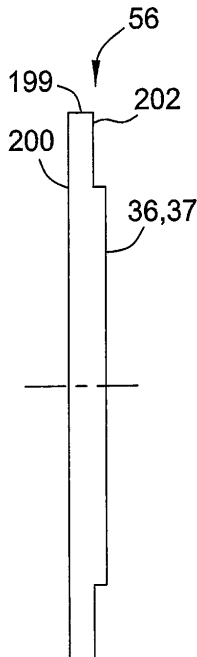
【図20A】



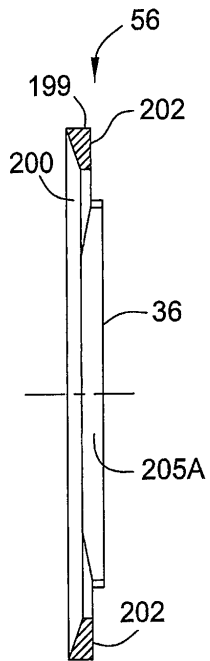
【図20C】



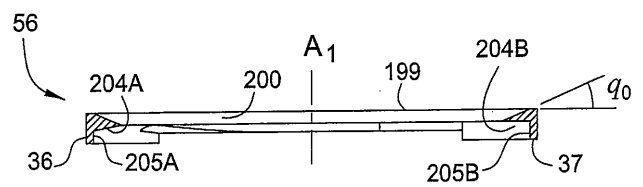
【図20D】



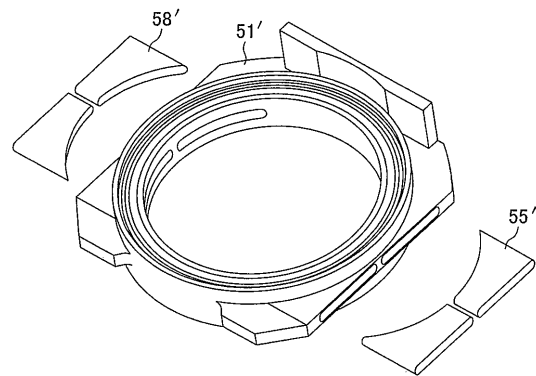
【図 20 E】



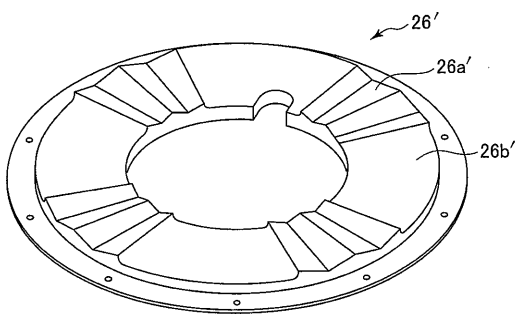
【図 20 F】



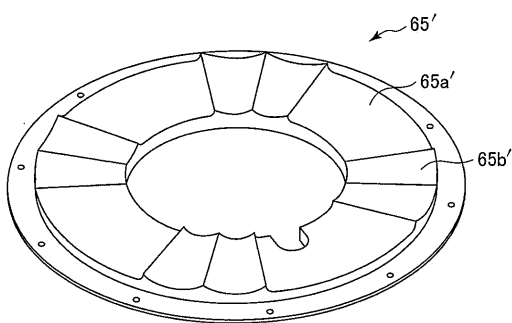
【図 21】



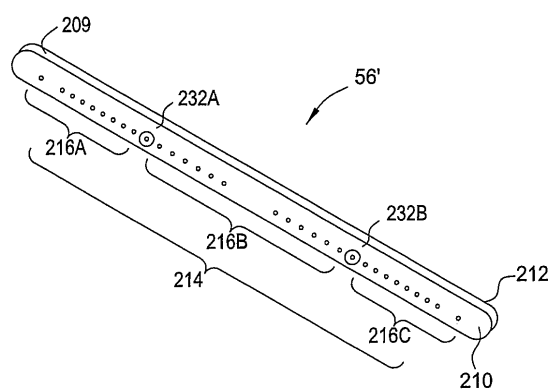
【図 22】



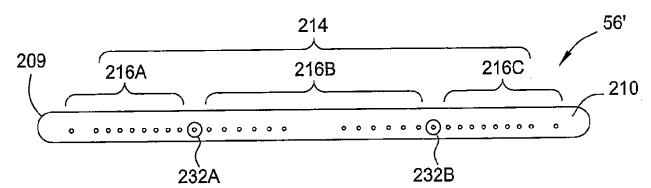
【図 23】



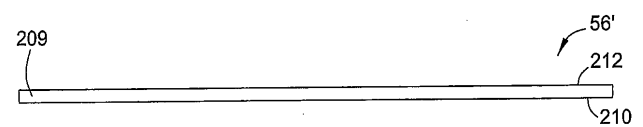
【図 24 A】



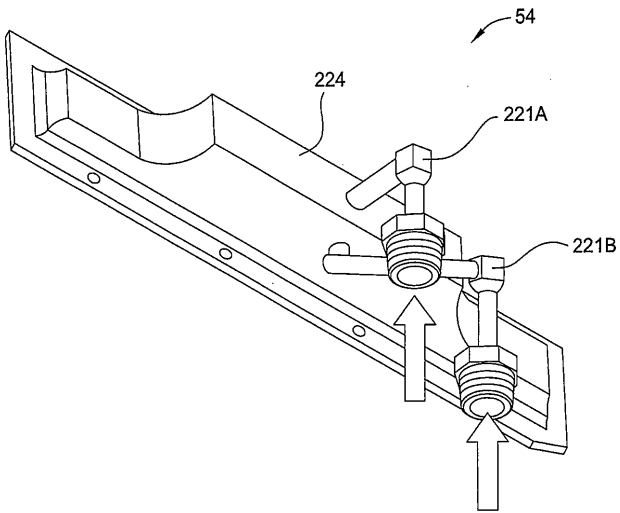
【図 24 B】



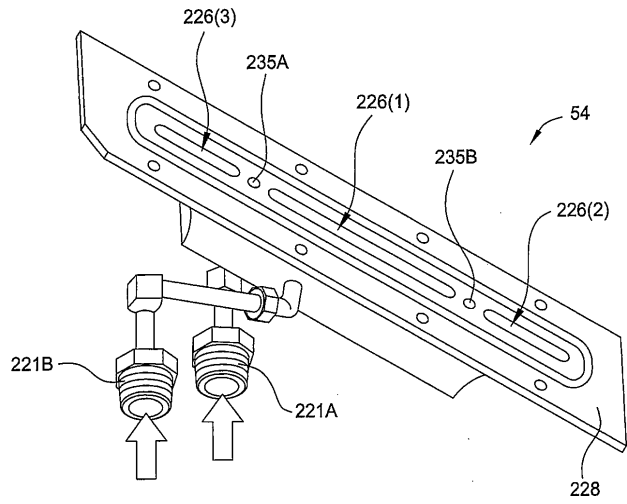
【図 24 C】



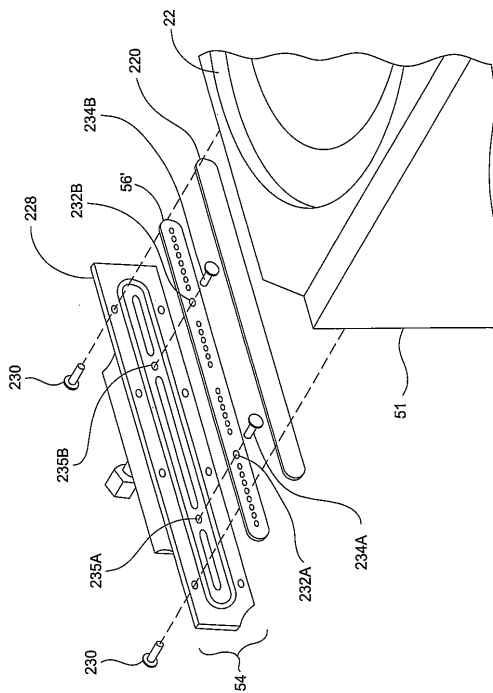
【図 25 A】



【図 25 B】



【図 25 C】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 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