

(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2014-192501

(P2014-192501A)

(43) 公開日 平成26年10月6日(2014.10.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/31 (2006.01)	H O 1 L 21/31 B	4 K O 3 O
C 2 3 C 16/455 (2006.01)	C 2 3 C 16/455	5 F O 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2013-69414 (P2013-69414)
 (22) 出願日 平成25年3月28日 (2013. 3. 28)

(71) 出願人 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂五丁目3番1号
 (74) 代理人 100091513
 弁理士 井上 俊夫
 (72) 発明者 和村 有
 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i
 zタワー 東京エレクトロン株式会社内
 (72) 発明者 桑本 朋典
 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i
 zタワー 東京エレクトロン株式会社内
 Fターム(参考) 4K030 AA11 AA14 AA18 BA42 CA12
 EA05 EA06 EA11 FA10 GA09
 JA10 KA12 KA24 KA26 KA28
 KA41 KA45 LA02

最終頁に続く

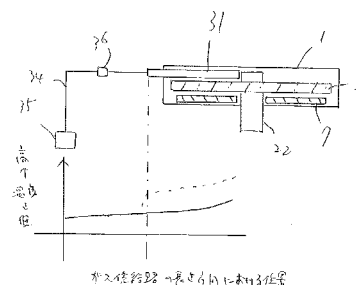
(54) 【発明の名称】 成膜装置

(57) 【要約】

【課題】回転テーブルにより公転している基板に対してガスインジェクターから原料ガスを供給するにあたり、当該ガスインジェクターの表面における原料ガスの付着を抑制すること。

【解決手段】原料ガスであるH f系ガスを第1の処理ガスノズル31からウエハW側に吐出するにあたり、当該第1の処理ガスノズル31の左右両側に、冷媒通路87が各々引き回された整流部材81a、81bを夫々配置する。そして、原料ガスの液化温度よりも高く、且つ原料ガスの熱分解温度よりも低い温度の冷媒を冷媒通路87に通流させる。そして、整流部材81a、81bを介して、第1の処理ガスノズル31を冷却する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空容器内にて基板に薄膜を成膜するための成膜装置において、
 基板を載置する基板載置領域を公転させるための回転テーブルと、
 この回転テーブル上の基板を加熱するための加熱機構と、
 前記基板載置領域に原料ガスを供給するために、前記回転テーブル上の基板の移動路と
 交差する方向に伸びると共に、前記交差する方向に沿ってガス吐出口が形成されたガスイン
 ジェクターと、

前記ガスインジェクターにおける前記回転テーブルの回転方向上流側及び下流側にて当
 該ガスインジェクターの長さ方向に沿って各々伸びるように配置され、冷媒通流路が形成
 された整流部材と、

前記冷媒通流路に冷媒を通流させるための冷媒供給ポート及び冷媒排出ポートと、
 前記ガスインジェクターに対して前記回転テーブルの周方向に離間した位置に設けられ
 、原料ガスと反応する反応ガスを前記基板載置領域に供給するための反応ガス供給部と、
 前記真空容器内を真空排気する排気口と、を備えたことを特徴とする成膜装置。

【請求項 2】

前記整流部材は、前記ガスインジェクターの両側部及び上部を囲むように構成されてい
 ることを特徴とする請求項 1 に記載の成膜装置。

【請求項 3】

基板に対して薄膜の成膜処理を行っている時の前記加熱機構による基板の加熱温度は、
 原料ガスの熱分解温度以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の成膜装置。

【請求項 4】

前記整流部材における前記ガスインジェクターの下方側には、前記ガスインジェクター
 のガス吐出口の口径よりも広く、且つ当該ガス吐出口の配列領域と対向するスリット状の
 隙間が形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか一つに記載の成膜装
 置。

【請求項 5】

前記整流部材は、前記ガスインジェクターの前記ガス吐出口の口径よりも広い隙間が当
 該ガスインジェクターの上方側に形成された下側部分と、この下側部分に対して着脱自在
 に設けられ、前記広い隙間を覆う上側部材と、を備えていることを特徴とする請求項 1 ない
 し 4 のいずれか一つに記載の成膜装置。

【請求項 6】

前記回転テーブルにおける回転中心側の部位には、前記真空容器の天井面から下方側に
 向かって前記整流部材の先端部に対向するように伸び出す壁面部が設けられ、

前記整流部材の先端部には、当該整流部材を前記壁面部により支持するための支持部が
 設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか一つに記載の成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、互いに反応する複数の処理ガスを基板に順番に供給して薄膜を成膜する成膜
 装置に関する。

【背景技術】

【0002】

基板例えば半導体ウエハ（以下「ウエハ」と言う）に酸化ハフニウム（ $\text{Hf}-\text{O}$ ）など
 の高誘電率膜を成膜する手法として、互いに反応する複数例えば 2 種類の処理ガスを交互
 に供給するプロセスが知られている。この手法は、ウエハ上に原子層あるいは分子層を順
 次積層して薄膜を形成する手法であり、例えば ALD (Atomic Layer De
 position) 法という総称で呼ばれる。酸化ハフニウム膜を成膜する場合には、原
 料ガス及び酸化ガスとして夫々例えば TDMAH (テトラキスジメチルアミノハフニウム
) ガス及びオゾン (O_3) ガスが用いられると共に、成膜温度は例えば 250 程度に設

10

20

30

40

50

定される。ALD法により高誘電率膜を成膜する装置としては、ウエハを公転させるための回転テーブルと、回転テーブル上のウエハの移動路に沿って互いに離間して並ぶガスインジェクターとを真空容器内に配置した構成が知られている。

【0003】

ここで、高誘電率膜が適用されるデバイスによっては、例えばリーク電流を抑えるために不純物をできるだけ少なくすることが求められており、そのためには成膜温度をより高温にすることが得策である。しかしながら、成膜温度を原料ガスの熱分解温度以上に高くすると、ガスインジェクター内部の圧力が真空容器内の圧力よりも高くなる傾向があることから、原料ガスの熱分解によってガスインジェクターの内壁に分解物が付着してしまう。ガスインジェクターの内壁に分解物が付着すると、成膜処理の途中で剥離してパーティクルの原因となるおそれがある。従って、パーティクルの量を低減するためには、ガスインジェクターのメンテナンス頻度が高くなってしまう。そのため、良質な膜質の高誘電率膜を成膜することと、ガスインジェクター内における付着物の付着を抑制することとは、いわばトレードオフの関係になっており、良質な薄膜を形成しながら付着物の付着を抑えることは極めて困難である。

10

【0004】

特許文献1には、CVD(Chemical Vapor Deposition)法を用いて薄膜の成膜を行うにあたって、インジェクターの表面にて四塩化スズと水蒸気との反応を抑えるために、窒素ガスを当該インジェクターの表面から吐出する技術について記載されている。特許文献2及び特許文献3には、インジェクタヘッドやインジェクターを冷却する技術について記載されている。しかしながら、これら特許文献には、ALD法により薄膜の成膜を行う時における原料ガスの熱分解については検討されていない。また、特許文献4には、既述の回転テーブルを備えた装置に整流部材を組み合わせた例について記載されているが、高誘電率膜を成膜する時の課題については記載されていない。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3952341号

【特許文献2】特表2008-508744

【特許文献3】特表2008-538256

【特許文献4】特開2011-100956

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、回転テーブルにより公転している基板に対してガスインジェクターから原料ガスを供給するにあたり、当該ガスインジェクターの表面における原料ガスの付着を抑制できる成膜装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の成膜装置は、

真空容器内にて基板に薄膜を成膜するための成膜装置において、

基板を載置する基板載置領域を公転させるための回転テーブルと、

この回転テーブル上の基板を加熱するための加熱機構と、

前記基板載置領域に原料ガスを供給するために、前記回転テーブル上の基板の移動路と交差する方向に伸びると共に、前記交差する方向に沿ってガス吐出口が形成されたガスインジェクターと、

前記ガスインジェクターにおける前記回転テーブルの回転方向上流側及び下流側にて当該ガスインジェクターの長さ方向に沿って各々伸びるように配置され、冷媒通路が形成された整流部材と、

40

50

前記冷媒通流路に冷媒を通流させるための冷媒供給ポート及び冷媒排出ポートと、前記ガスインジェクターに対して前記回転テーブルの周方向に離間した位置に設けられ、原料ガスと反応する反応ガスを前記基板載置領域に供給するための反応ガス供給部と、前記真空容器内を真空排気する排気口と、を備えたことを特徴とする。

【0008】

前記成膜装置は、具体的には以下の態様を採っても良い。

即ち、前記整流部材は、前記ガスインジェクターの両側部及び上部を囲むように構成されている態様。基板に対して薄膜の成膜処理を行っている時の前記加熱機構による基板の加熱温度は、原料ガスの熱分解温度以上である態様。前記整流部材における前記ガスインジェクターの下方側には、前記ガスインジェクターのガス吐出口の口径よりも広く、且つ当該ガス吐出口の配列領域と対向するスリット状の隙間が形成されている態様。

10

【0009】

前記整流部材は、前記ガスインジェクターの前記ガス吐出口の口径よりも広い隙間が当該ガスインジェクターの上方側に形成された下側部分と、この下側部分に対して着脱自在に設けられ、前記広い隙間を覆う上側部材と、を備えている態様。前記回転テーブルにおける回転中心側の部位には、前記真空容器の天井面から下方側に向かって前記整流部材の先端部に対向するように伸び出す壁面部が設けられ、前記整流部材の先端部には、当該整流部材を前記壁面部により支持するための支持部が設けられている態様。

【発明の効果】

【0010】

本発明は、回転テーブルにより公転している基板に対してガスインジェクターから原料ガスを供給するにあたり、当該ガスインジェクターにおける回転テーブルの回転方向上流側及び回転方向下流側にてガスインジェクターに沿って伸びる整流部材を配置している。そして、整流部材の内部に冷媒を通流させて、当該整流部材を介してガスインジェクターを冷却している。そのため、ガスインジェクターの表面において、原料ガスの熱分解による付着を抑制できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の成膜装置の一例を示す縦断面図である。

【図2】前記成膜装置を示す横断平面図である。

30

【図3】前記成膜装置の一部を示す分解斜視図である。

【図4】前記成膜装置に設置される整流部材を示す縦断面図である。

【図5】前記整流部材における冷媒の流路を模式的に示す平面図である。

【図6】原料ガスの温度勾配を模式的に示す概略図である。

【図7】本発明の作用を示す模式図である。

【図8】前記整流部材の他の例を示す分解斜視図である。

【図9】前記他の例における整流部材を示す縦断面図である。

【図10】前記他の例における冷媒の流路を示す模式図である。

【図11】前記整流部材の別の例を示す縦断面図である。

【図12】前記整流部材の更に他の例を示す縦断面図である。

40

【図13】前記整流部材の更に別の例を示す分解斜視図である。

【図14】前記更に別の例における整流部材を示す縦断面図である。

【図15】前記整流部材の他の例を示す分解斜視図である。

【図16】前記他の例の整流部材を示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の実施の形態に係る成膜装置の一例について、図1～図5を参照して説明する。この装置は、図1及び図2に示すように、平面形状が概ね円形である真空容器1と、当該真空容器1内にて鉛直軸周りに回転自在に構成された回転テーブル2と、を備えており、互いに反応する2種類の処理ガスを交互にウエハWに供給して例えば酸化ハフニウム膜を

50

形成するように構成されている。そして、この成膜装置では、後で詳述するように、原料ガスの熱分解温度以上もの高温にて成膜処理を行いながら、原料ガスを供給するためのガスインジェクターの表面において原料ガスが熱分解することを抑制している。以下に、この成膜装置の具体的構成について詳述する。

【0013】

真空容器1の天板11の中心部には、後述の処理領域P1、P2を仕切るために、当該真空容器1内に分離ガス(N2ガス)を通流させる分離ガス供給管51が接続されている。天板11の下面側の部位は、この分離ガス供給管51から窒素ガスが供給される領域を囲むように、下方側に向かってリング状に突出して突出部(壁面部)5をなしている。回転テーブル2の下側には、図1に示すように、加熱機構であるヒータユニット7が設けられており、当該回転テーブル2を介してウエハWを成膜温度例えば250 ~ 500の加熱温度に加熱するように構成されている。図1中7aは、ヒータユニット7と回転テーブル2との間に設けられたカバー部材であり、当該カバー部材7aの周縁部が回転テーブル2の外周端よりも外側に突き出すように構成されている。

10

【0014】

回転テーブル2は、例えば石英などにより構成されており、中心部にて概略円筒形状のコア部21に固定されている。この回転テーブル2は、コア部21の下面に接続された回転軸22によって、鉛直軸周りこの例では時計周りに回転自在に構成されている。図1中23は回転軸22を鉛直軸周りに回転させる駆動部であり、20は回転軸22及び駆動部23を収納するケース体である。

20

【0015】

回転テーブル2の表面部には、図2~図3に示すように、直径寸法が例えば300mmのウエハWを載置するための基板載置領域をなす凹部24が当該回転テーブル2の回転方向(周方向)に沿って複数箇所例えば5箇所に形成されている。凹部24の通過領域と各々対向する位置には、各々例えば石英からなる4本のノズル31、32、41、42が真空容器1の周方向に互いに間隔をおいて放射状に配置されている。これらノズル31、32、41、42は、例えば真空容器1の外周壁12から中心部に向かって、回転テーブル2上におけるウエハWの移動路と交差するように水平且つ直線的に伸びるように各々取り付けられている。そして、各ノズル31、32、41、42は、真空容器1の内壁面と当該ノズル31、32、41、42との間に設けられた図示しないO-リングなどのシール部材を介して、回転テーブル2に対する高さ位置や傾斜角度を各々調整自在に構成されている。

30

【0016】

この例では、後述の搬送口15から見て時計周り(回転テーブル2の回転方向)に分離ガスノズル41、第1の処理ガスノズル(ガスインジェクター)31、分離ガスノズル42及び第2の処理ガスノズル32がこの順番で配列されている。これらガスノズル31、32、41、42の例えば下面側には、ガス吐出孔33が各々形成されており、このガス吐出孔33は、回転テーブル2の半径方向に沿って複数箇所に例えば等間隔に配置されている。処理ガスノズル31、32は、夫々第1の処理ガス供給部及び第2の処理ガス(反応ガス)供給部をなし、分離ガスノズル41、42は、各々分離ガス供給部をなしている。

40

【0017】

次いで、各ノズル31、32、41、42から夫々吐出される各ガスの種別について説明する。具体的には、第1の処理ガスノズル31は、図2に示すように、ガス供給路34を介して、ハフニウム(Hf)を含む第1の処理ガス(原料ガス)例えばTDMAHガスの供給源(詳しくは加熱された液体原料の貯留された貯留部にキャリアガスを吹き込む構成)35に接続されている。ガス供給路34は、図示しないヒータなどの加熱機構によって、当該ガス供給路34内を通流する原料ガスについて、前記液体原料の液化温度(凝縮温度)より高く、且つ当該液体原料の熱分解温度より低い加熱温度に加熱するように構成されている。この例では、前記加熱温度は、例えば80 ~ 150に設定されている。第1の処理ガスノズル31の下方領域は、ウエハWに第1の処理ガスを吸着させるための

50

第 1 の処理領域 P 1 をなす。図 2 中 3 6 は、ガス供給路 3 4 に介設されたバルブである。

【 0 0 1 8 】

第 2 の処理ガスノズル 3 2 は、ウエハ W の表面に吸着した第 1 の処理ガスの成分の反応を行う第 2 の処理領域 P 2 を当該ノズル 3 2 の下方側に形成するために、第 2 の処理ガス例えばオゾン (O 3) ガスの供給源 (図示せず) に接続されている。分離ガスノズル 4 1、4 2 は、第 1 の処理領域 P 1 と第 2 の処理領域 P 2 とを互いに分離するための分離領域 D を形成するために、分離ガスである窒素ガスの供給源 (図示せず) に各々接続されている。

【 0 0 1 9 】

続いて、既述の第 1 の処理ガスノズル 3 1 に係る構成の説明に戻ると、当該第 1 の処理ガスノズル 3 1 には、当該第 1 の処理ノズル 3 1 から吐出されるガスを回転テーブル 2 に沿って通流させるために、概略箱形に形成された整流部材 8 1 がこの第 1 の処理ガスノズル 3 2 の両端部及び上部を囲むように設けられている。具体的には、この整流部材 8 1 は、平面で見た時に概略扇形状をなすように、回転テーブル 2 の外周側から中心部側に向かって縮径するように形成されており、下側部材 8 2 とこの下側部材 8 2 の上方側に溶接された上側部材 8 3 とにより構成されている。そして、整流部材 8 1 の下面側には、第 1 の処理ガスノズル 3 1 を収納するために、回転テーブル 2 の半径方向に沿って溝部 8 4 が形成されている。この例では、整流部材 8 1 は、第 1 の処理ガスノズル 3 1 の長さ方向に沿って伸びるように形成されると共に、例えばアルミニウムなどの金属により構成されている。

10

20

【 0 0 2 0 】

第 1 の処理ガスノズル 3 1 から見て回転テーブル 2 の回転方向上流側の部位及び回転方向下流側の部位における整流部材 8 1 に夫々符号「 8 1 a 」及び「 8 1 b 」を付すと、これら整流部材 8 1 a、8 1 b は、図 2 に示すように、平面で見た時の回転テーブル 2 の周方向における長さ寸法 d が互いに揃うように構成されている。これら整流部材 8 1 a、8 1 b は、第 1 の処理ガスノズル 3 1 の先端部に対向する部位 (対向部) を介して互いに接続されている。

【 0 0 2 1 】

溝部 8 4 よりも回転テーブル 2 の回転方向下流側の整流部材 8 1 b の外周面における溝部 8 4 寄りの位置には、当該整流部材 8 1 b に冷媒を供給するための冷媒供給ポート 8 5 が形成されている。また、溝部 8 4 よりも回転テーブル 2 の回転方向上流側の整流部材 8 1 a の外周面における前記上流側の縁部近傍には、前記冷媒を排出するための冷媒排出ポート 8 6 が形成されている。そして、これら整流部材 8 1 a、8 1 b には、図 4 に示すように、冷媒供給ポート 8 5 から供給される冷媒を冷媒排出ポート 8 6 に排出するための冷媒通流路 8 7 が蛇腹状に引き回されている。即ち、この冷媒通流路 8 7 は、下側部材 8 2 の上面及び上側部材 8 3 の下面に夫々溝状の冷媒通流路 8 7 を形成し、これら部材 8 2、8 3 の上下面を互いに溶接することにより、ポート 8 5、8 6 間で冷媒が通流するように構成されている。

30

【 0 0 2 2 】

具体的には、冷媒通流路 8 7 は、図 5 に模式的に示すように、溝部 8 4 よりも回転テーブル 2 の回転方向下流側の整流部材 8 1 b における下側部材 8 2 では、冷媒供給ポート 8 5 から回転テーブル 2 の回転中心に向かって、第 1 の処理ガスノズル 3 1 に沿うように水平に伸び出している。この冷媒通流路 8 7 の先端側は、第 1 の処理ガスノズル 3 1 の先端部に近接する位置において手前側の領域に向かって屈曲すると共に、前記手前側の領域において更に前記回転中心に向かって屈曲している。そして、冷媒通流路 8 7 の先端部は、第 1 の処理ガスノズル 3 1 寄りの位置にて下側部材 8 2 の上面にて開口している。

40

【 0 0 2 3 】

そして、上側部材 8 3 では、冷媒通流路 8 7 は、平面で見た時に第 1 の処理ガスノズル 3 1 と交差するように形成されており、一端側が前記整流部材 8 1 b における冷媒通流路 8 7 の開口端と重なり合う位置において下方側に開口している。上側部材 8 3 における冷

50

媒通流路 8 7 の他端側は、回転テーブル 2 の外縁寄りの位置において、第 1 の処理ガスノズル 3 1 よりも回転テーブル 2 の回転方向上流側にて下方側に開口している。

【 0 0 2 4 】

溝部 8 4 よりも回転テーブル 2 の回転方向上流側の整流部材 8 1 a では、冷媒通流路 8 7 は、上側部材 8 3 における冷媒通流路 8 7 の開口部に対応する位置にて上面側が開口すると共に、前記回転中心側の領域に水平に伸び出して、当該領域にて冷媒排出ポート 8 6 に向かって屈曲している。こうして冷媒通流路 8 7 は、冷媒供給ポート 8 5 から冷媒排出ポート 8 6 に向かって整流部材 8 1 内を引き回されている。従って、これら整流部材 8 1 a、8 1 b では、冷媒供給ポート 8 5 及び冷媒排出ポート 8 6 が共通化されていると言える。

10

【 0 0 2 5 】

以上説明した冷媒通流路 8 7 は、図 2 に示すように、チラーなどの温度調整機構を備えた冷媒供給源 8 8 に接続されており、任意の冷却温度に冷却された冷媒がポート 8 5、8 6 間にて循環するように構成されている。この例では、冷却温度は、例えばガス供給路 3 4 の加熱温度（原料ガスの液化温度よりも高く、原料ガスの熱分解温度よりも低い温度）と同じ温度となっており、具体的には 1 5 0 ~ 2 0 0 となっている。また、冷媒は、例えばフッ素系熱媒体（ガルデン（登録商標））や純水あるいは窒素ガスなどであり、この例ではフッ素系熱媒体となっている。

【 0 0 2 6 】

真空容器 1 の側壁面には、図 2 及び図 3 に示すように、冷媒供給源 8 8 から各々伸びる冷媒供給管 8 9 a 及び冷媒排出管 8 9 b が気密に取り付けられており、これら供給管 8 9 a 及び排出管 8 9 b は、例えばステンレスなどの金属により各々構成されると共に、夫々各ポート 8 5、8 6 に気密に接続されている。具体的には、整流部材 8 1 を真空容器 1 に取り付けた後、真空容器 1 の側壁面を介してこれら供給管 8 9 a 及び排出管 8 9 b を各ポート 8 5、8 6 に挿入することにより、冷媒供給源 8 8 と冷媒通流路 8 7 とが互いに接続される。尚、既述の図 4 は、図 3 における A - A 線にて整流部材 8 1 を切断した縦断面図を示している。

20

【 0 0 2 7 】

整流部材 8 1 における回転テーブル 2 の回転中心側の端部は、当該回転中心側に向かって水平に伸び出して、係止部（支持部）9 1 をなしている。そして、既述の突出部 5 における係止部 9 1 に対向する部位は、当該係止部 9 1 と係止するように、被係止部 9 2 をなす窪みが形成されており、この被係止部 9 2 によって整流部材 8 1 の先端側が支持されるように構成されている。また、整流部材 8 1 の下面側における回転テーブル 2 の外縁寄りの位置には、当該下面側から下方側に向かって伸び出す支持部 9 3 が互いに離間するように例えば 2 箇所形成されている。そして、整流部材 8 1 の基端側は、支持部 9 3 によって、既述のカバー部材 7 a を介して支持されている。

30

【 0 0 2 8 】

以上説明した整流部材 8 1 における回転テーブル 2 の回転方向上流側の端部及び回転方向下流側の端部には、図 2 ~ 図 4 に示すように、当該端部から水平方向に向かって各々伸び出す整流板 9 7 が形成されている。整流板 9 7 は、例えばアルミニウムなどの金属によって構成されると共に、各々回転テーブル 2 の半径方向に亘って形成されている。従って、図 4 に示すように、回転テーブル 2 の回転方向上流側から整流部材 8 1 に向かって流通する窒素ガスは、当該整流部材 8 1 の下方領域を避けるように、整流部材 8 1 と天板 1 1 との間の領域を介して排気口 6 1 に排気される。そのため、整流部材 8 1 の下方領域では、窒素ガスによる H f 系ガスの希釈が抑制される。尚、図 5 では、前記整流板 9 7 の描画を省略している。

40

【 0 0 2 9 】

天板 1 1 の下面側には、平面で見た時に概略扇形状となるように形成された凸状部 4 が配置されており、既述の分離ガスノズル 4 1、4 2 は、この凸状部 4 の内部に夫々収納されている。従って、既述の分離領域 D における真空容器 1 の天板 1 1 には、各処理ガス同

50

士の混合を阻止するために、凸状部 4 の下面である低い天井面が配置されていると言える。

【 0 0 3 0 】

回転テーブル 2 の外周側には、当該回転テーブル 2 と真空容器 1 の内壁面との間を塞ぐようにリング状部材 1 0 0 が配置されており、このリング状部材 1 0 0 には、既述の図 1 に示すように、第 1 の処理領域 P 1 及び第 2 の処理領域 P 2 に夫々対応するように排気口 6 1、6 2 が形成されている。第 1 の排気口 6 1 は、図 2 に示すように、第 1 の処理領域 P 1 と、この第 1 の処理領域 P 1 の回転テーブル 2 の回転方向下流側に位置する分離領域 D との間に設けられている。第 2 の排気口 6 2 は、第 2 の処理領域 P 2 と、この第 2 の処理領域 P 2 の回転テーブル 2 の回転方向下流側に位置する分離領域 D との間に設けられている。これら第 1 の排気口 6 1 及び第 2 の排気口 6 2 から夫々伸びる排気管 6 3 には、図 1 に示すように、各々バタフライバルブなどの圧力調整部 6 5 を介して、排気機構である例えば真空ポンプ 6 4 に接続されている。

10

【 0 0 3 1 】

真空容器 1 の側壁には、図 2 に示すように、外部の搬送アーム（図示せず）と回転テーブル 2 との間においてウエハ W の受け渡しを行うための搬送口 1 5 が形成されており、この搬送口 1 5 はゲートバルブ G により気密に開閉自在に構成されている。また、この搬送口 1 5 を臨む位置における回転テーブル 2 の下方側には、回転テーブル 2 の貫通口を介してウエハ W を裏面側から持ち上げるための昇降ピン（いずれも図示せず）が設けられている。図 1 中 7 2、7 3 は各々真空容器 1 内に窒素ガスを供給するための供給管であり、1 1 1 及び 1 1 2 はコア部 2 1 及び真空容器 1 の天板 1 1 から夫々垂直に伸び出す壁面部である。

20

【 0 0 3 2 】

また、この成膜装置には、図 1 に示すように、装置全体の動作のコントロールを行うためのコンピュータからなる制御部 1 2 0 が設けられており、この制御部 1 2 0 のメモリ内には後述の成膜処理を行うためのプログラムが格納されている。このプログラムは、装置の動作を実行するようにステップ群が組まれており、ハードディスク、コンパクトディスク、光磁気ディスク、メモリカード、フレキシブルディスクなどの記憶媒体である記憶部 1 2 1 から制御部 1 2 0 内にインストールされる。

30

【 0 0 3 3 】

次に、上述実施の形態の作用について説明する。まず、ゲートバルブ G を開放して、回転テーブル 2 を間欠的に回転させながら、搬送口 1 5 を介して回転テーブル 2 上に例えば 5 枚のウエハ W を順番に載置する。次いで、ゲートバルブ G を閉じ、真空ポンプ 6 4 により真空容器 1 内を引き切りの状態にすると共に、回転テーブル 2 を例えば 2 r p m ~ 2 4 0 r p m で時計周りに回転させる。そして、ヒータユニット 7 によりウエハ W を既述の成膜温度に加熱する。ガス供給路 3 4 については、当該ガス供給路 3 4 内を通流する H f 系ガスが液化しないように、また熱分解しないように加熱する。

【 0 0 3 4 】

続いて、整流部材 8 1 に対して既述の冷却温度に温度調整された冷媒を通流させて、整流部材 8 1 や第 1 の処理ガスノズル 3 1 の温度が落ち着くまでの時間が経過した後、処理ガスノズル 3 1、3 2 から夫々 H f 系ガス及びオゾンガスを吐出する。また、分離ガスノズル 4 1、4 2 から分離ガス（窒素ガス）を所定の流量で真空容器 1 内に吐出する。そして、圧力調整部 6 5 により真空容器 1 内を予め設定した処理圧力（例えば 1 3 3 P a (1 . 0 T o r r) ）に調整する。

40

【 0 0 3 5 】

ここで、ガス供給源 3 5 から H f 系ガスが真空容器 1 に向かって通流するにあたって、当該真空容器 1 内の成膜温度（ウエハ W の加熱温度）は既述のように H f 系ガスの熱分解温度（例えば 2 5 0 ）よりも高い。従って、整流部材 8 1 に冷媒を通流させていない場合には、H f 系ガスは、第 1 の処理ガスノズル 3 1 の基端側に到達した時、あるいは当該ノズル 3 1 内を通流するにつれて、図 6 に破線にて示すように、急激に昇温していく。そ

50

のため、整流部材 8 1 に冷媒を通流させていない場合には、H f 系ガスがウエハ W に接触する前に、例えば第 1 の処理ガスノズル 3 1 の表面にて熱分解を起こして付着物が付着してしまう。この場合には、前記付着物がパーティクルの原因となったり、あるいは第 1 の処理ガスノズル 3 1 のメンテナンス（清掃や交換）を頻繁に行ったりすることになる。

【 0 0 3 6 】

しかしながら、既述のように第 1 の処理ガスノズル 3 1 における回転テーブル 2 の回転方向上流側及び下流側には、冷媒通流路 8 7 が埋設された整流部材 8 1 a、8 1 b を夫々配置している。そのため、第 1 の処理ガスノズル 3 1 内を通流する H f 系ガスは、図 6 に実線で示すように、当該ノズル 3 1 内では昇温が抑えられる。具体的には、第 1 の処理ガスノズル 3 1 内の H f 系ガスは、当該 H f 系ガスの液化温度よりも高く、且つ熱分解温度よりも低い温度に維持される。

10

【 0 0 3 7 】

そのため、第 1 の処理ガスノズル 3 1 から下方側に吐出される H f 系ガスは、ウエハ W の表面にて急激に熱分解温度を超えるので、ウエハ W の表面には、H f 系ガスの熱分解により生成した生成物が吸着層として形成される。また、ウエハ W の表面に吸着せずに H f 系ガスが上方側の領域に舞い上がったとしても、当該領域には既に説明したように熱分解温度よりも低い温度に冷却された整流部材 8 1 が位置しており、また第 1 の処理ガスノズル 3 1 もこの整流部材 8 1 により冷却されている。従って、真空容器 1 内における H f 系ガスは、整流部材 8 1 や第 1 の処理ガスノズル 3 1 への付着が抑えられる。また、第 1 の処理ガスノズル 3 1 の左右両側における整流部材 8 1 a、8 1 b により H f 系ガスがウエハ W に沿って通流することからも、H f 系ガスは、図 7 に模式的に示すように、当該真空容器 1 内にて滞留する間に前記ウエハ W あるいは後続のウエハ W の表面に吸着する。

20

【 0 0 3 8 】

一方、第 2 の処理領域 P 2 では、第 2 の処理ガスノズル 3 2 から供給されるオゾンガスがウエハ W の表面における吸着層に接触して反応（酸化）する。このウエハ W は、既述のように H f 系ガスの熱分解温度以上もの高温に加熱されているので、吸着層とオゾンガスとが反応して反応層が形成されるにあたって、当該反応層には不純物が残りにくい。即ち、吸着層には H f 系ガスに由来する有機物などが残留しているかもしれないが、オゾンガスによりハフニウム元素が反応する時、H f 系ガスの熱分解温度以上もの高温では、前記有機物との結合が切れやすい。そのため、ウエハ W の表面に形成される反応層は、ハフニウムと酸素とによって構成され、不純物の含有率が低く抑えられる。

30

こうして回転テーブル 2 の回転を続けることにより、各ウエハ W に対して、吸着層の吸着及び当該吸着層の酸化がこの順番で多数回に亘って行われて、反応層（反応生成物）が多層に亘って積層されて薄膜が形成される。

【 0 0 3 9 】

以上の一連のプロセスを行っている間、第 1 の処理領域 P 1 と第 2 の処理領域 P 2 との間に窒素ガスを分離ガスとして供給しているため、第 1 の処理ガスと第 2 の処理ガスとが互いに混合しないように各ガスが排気される。また、回転テーブル 2 の下方側にパージガスを供給しているため、回転テーブル 2 の下方側に拡散しようとするガスは、前記パージガスにより排気口 6 1、6 2 側へと押し戻される。

40

【 0 0 4 0 】

上述の実施の形態によれば、第 1 の処理ガスノズル 3 1 から H f 系ガスを真空容器 1 内に供給するにあたり、当該第 1 の処理ガスノズル 3 1 を覆うように整流部材 8 1 を配置している。そして、この整流部材 8 1 に冷媒を通流させて、当該整流部材 8 1 を介して第 1 の処理ガスノズル 3 1 を冷却している。そのため、H f 系ガスは、第 1 の処理ガスノズル 3 1 から吐出されるまで、熱分解温度よりも低い温度に保たれる。言い換えると、H f 系ガスは、第 1 の処理ガスノズル 3 1 から吐出された後、熱分解温度に向かって加熱され、ウエハ W の表面にて熱分解温度を超える成膜温度に到達する。そのため、ウエハ W を H f 系ガスの熱分解温度よりも高い成膜温度に加熱しながら、第 1 の処理ガスノズル 3 1 の表面における H f 系ガスの熱分解を抑制できる。従って、第 1 の処理ガスノズル 3 1 の表面

50

における付着物の付着を抑制できるので、パーティクルの発生を抑えることができると共に、メンテナンスについてもそれほど頻繁に行わずに済む。そのため、パーティクルの発生やメンテナンスの頻度を抑制できることから、成膜温度を更に高めることができる。従って、更に不純物の少ない高品質な薄膜を成膜できると共に、薄膜の成膜に使用できるレシピのマージンを増やすことができる。

【0041】

また、整流部材81や第1の処理ガスノズル31の表面における付着物の付着を抑制できることから、Hf系ガスが無駄に消費されることを抑えていると言える。そのため、Hf系ガスの使用効率(成膜に寄与する量÷真空容器1内に供給された量)の高効率化を図ることができると共に、Hf系ガスの供給速度を増やさなくても成膜速度を高めることができる。また、成膜に要する材料コストの低減化を図ることができる。

10

【0042】

そして、整流部材81に供給する冷媒として既述のフッ素系流体や純水などを用いる場合には、当該整流部材81は数kgもの重量物となるので、片持ちでは支持しにくい。一方、既述のように、整流部材81における先端側及び基端側に夫々係止部91及び支持部93を形成して、当該整流部材81の長さ方向における一端側及び他端側にて整流部材81を支持している。そして、前記一端側及び他端側は、以上説明した成膜装置における成膜処理に係る領域に対して離間している。そのため、成膜処理に悪影響を及ぼさず、あるいは悪影響を抑えながら、整流部材81を支持できる。言い換えると、整流部材81は、回転テーブル2によりウエハWを公転させながら成膜処理を行う成膜装置では、当該成膜処理を妨げずに第1の処理ガスノズル31を冷却する構成として最適な態様になっている。従って、成膜処理を行っている時に整流部材81が撓んだり破損したりすることを抑制できると共に、装置構成を簡略化できる。

20

【0043】

続いて、整流部材81の他の例について説明する。図8は、第1の処理ガスノズル31について、左右両側の整流部材81a、81bの間の隙間領域Sを介してウエハW側からできるだけ見えないように構成した例を示している。即ち、第1の処理ガスノズル31の左右両側の整流部材81a、81bについては、既に詳述したように、冷媒通流路87を通流する冷媒により直接冷却されている。一方、第1の処理ガスノズル31については、これら整流部材81a、81bにより間接的に冷却されている。言い換えると、第1の処理ガスノズル31は、ウエハWからの輻射熱により昇温しようとする時、左右両側の整流部材81a、81bに対して放熱しているので、これら整流部材81a、81bよりも高い温度になりやすい。そのため、第1の処理ガスノズル31の昇温をなるべく抑えるためには、以下に説明するように、前記輻射熱ができるだけ当該ノズル31に到達しないように構成することが好ましい。

30

【0044】

具体的には、図9に示すように、第1の処理ガスノズル31よりも回転テーブル2の回転方向上流側における下側部材82については、回転テーブル2の半径方向に亘って、当該ノズル31側の下端部がノズル31よりも下側位置において回転テーブル2の回転方向下流側に向かって水平に伸び出している。また、第1の処理ガスノズル31よりも回転テーブル2の回転方向下流側における下側部材82については、回転テーブル2の半径方向に亘って、第1の処理ガスノズル31側の下端部が当該ノズル31側に向かってノズル31よりも下側位置にて水平方向に伸び出している。

40

【0045】

冷媒通流路87については、図10に示すように、左右両側の整流部材81a、81bでは、上側部材83を介して互いに接続されることに代えて、第1の処理ガスノズル31よりも回転テーブル2の回転中心側の部位を介して互いに接続される。上側部材83については、下側部材82に対して着脱自在な板状体として構成されている。そのため、下側部材82には、第1の処理ガスノズル31の幅寸法よりも広い隙間が形成され、上側部材83は、この広い隙間を覆うように配置されていると言える。図8及び図9における94

50

は、下側部材 8 2 に対する上側部材 8 3 の位置を規制するために当該下側部材 8 2 の上端周縁部に周方向に亘って形成された壁面部である。尚、この壁面部 9 4 について、図 8 では手前側（回転テーブル 2 の外縁側）の一部を模式的に切り欠いて描画している。

【 0 0 4 6 】

こうして整流部材 8 1 a、8 1 b 間の離間寸法（隙間領域 S の幅寸法）k 1 は、第 1 の処理ガスノズル 3 1 におけるガス吐出孔 3 3 の開口径を「k 2」とすると、この開口径 k 2 よりも大きくなっている。この例では、離間寸法 k 1 は、開口径 k 2 の 2 倍～4 倍となっている。従って、第 1 の処理ガスノズル 3 1 は、既述の図 4 に比べてウエハ W 側から見えにくくなっている。即ち、整流部材 8 1 には、第 1 の処理ガスノズル 3 1 のガス吐出孔 3 3 の配列領域と対向するように、スリット状の隙間が形成されている。そのため、既述の例よりも更に当該ノズル 3 1 の表面に付着物が付着しにくくなる。この例では、前記開口径 k 2 は、例えば 0.5 mm となっており、離間寸法 k 1 は、例えば 1～2 mm となっている。

10

【 0 0 4 7 】

ここで、整流部材 8 1 a、8 1 b を互いに近接させると、第 1 の処理ガスノズル 3 1 から吐出される H f 系ガスは、ウエハ W 側に通流しにくくなるので、上方側に向かって舞い上がろうとする。しかし、第 1 の処理ガスノズル 3 1 の上方側には上側部材 8 3 を配置しており、H f 系ガスが上方側に拡散することが抑制されるので、H f 系ガスは、ウエハ W 側に向かって通流する。

【 0 0 4 8 】

整流部材 8 1 を図 8 のように構成する場合について、当該整流部材 8 1 及び第 1 の処理ガスノズル 3 1 の取り付け方法について説明する。具体的には、初めに下側部材 8 2 を回転テーブル 2 上に設置する。次いで、第 1 の処理ガスノズル 3 1 を真空容器 1 内に挿入すると共に、このノズル 3 1 の高さ位置や傾斜角度を調整する。続いて、上側部材 8 3 を下側部材 8 2 に嵌め込む。こうしてウエハ W から第 1 の処理ガスノズル 3 1 ができるだけ見えないように構成しながら、ノズル 3 1 及び整流部材 8 1 を容易に設置できる。

20

【 0 0 4 9 】

以上の図 8～図 10 のように上側部材 8 3 を下側部材 8 2 に対して着脱自在に構成する場合には、図 11 に示すように、第 1 の処理ガスノズル 3 1 に対向する上側部材 8 3 の下端部及び下側部材 8 2 の上端部を各々円弧状に形成して、ノズル 3 1 に対して整流部材 8 1 をできるだけ近接させることが好ましい。このように整流部材 8 1 を構成した場合には、第 1 の処理ガスノズル 3 1 の昇温を更に抑制できる。

30

【 0 0 5 0 】

更に、図 12 のように、下側部材 8 2 と上側部材 8 3 とを一体的に構成して、整流部材 8 1 を真空容器 1 に設置した後、第 1 の処理ガスノズル 3 1 を当該真空容器 1 内及び整流部材 8 1 内に挿入するようにしても良い。図 12 では、隙間領域 S の幅寸法については、既述の図 8～図 10 や図 11 の例と同様に設定している。

【 0 0 5 1 】

図 13 及び図 14 は、第 1 の処理ガスノズル 3 1 と整流部材 8 1 とを同じ材質（例えば石英）により構成すると共に、これらノズル 3 1 と整流部材 8 1 とを一体化した例を示している。即ち、整流部材 8 1 は、中空状に形成されると共に、下面側中央部が回転テーブル 2 の半径方向に沿ってライン状に開口しており、また下側部材 8 2 における外周側側壁部についても下端側中央部が概略円形に切り欠かれている。また、下側部材 8 2 の下面側開口部 9 5 に対向するように、上側部材 8 3 から下側に向かって伸び出すように壁面部 9 6 が形成されており、この壁面部 9 6 は、整流部材 8 1 における外周側の側壁部から、回転テーブル 2 の回転中心側の側壁部よりも僅かに前記外周側に離間した位置までに亘って形成されている。

40

【 0 0 5 2 】

そして、前記開口部 9 5 に下側から第 1 の処理ガスノズル 3 1 を挿入すると共に、当該ノズル 3 1 に接触する整流部材 8 1 の底面部及び壁面部 9 6 の下端部を各々ノズル 3 1 に

50

溶接する。また、下側部材 8 2 と上側部材 8 3 とについても互いに溶接することにより、既述のようにこれらノズル 3 1 と整流部材 8 1 とが一体化する。供給管 8 9 a 及び排出管 8 9 b についても、ノズル 3 1 や整流部材 8 1 と同じ材質により構成されると共に、整流部材 8 1 に溶接される。

【 0 0 5 3 】

こうして冷媒供給ポート 8 5 から整流部材 8 1 内に冷媒を供給すると、この冷媒は壁面部 9 6 よりも左側（回転テーブル 2 の回転方向下流側）においてノズル 3 1 の長さ方向に沿って整流部材 8 1 内を通流していく。そして、冷媒は、壁面部 9 6 の奥側の領域を回り込み、ノズル 3 1 よりも右側の領域において冷媒排出ポート 8 6 に向かって通流する。このように整流部材 8 1 を石英により構成することにより、ウエハ W へのメタルコンタミを抑えることができる。

10

図 1 3 及び図 1 4 のように整流部材 8 1 を概略中空に形成する場合には、図 1 5 及び図 1 6 のように、整流部材 8 1 の下面側に既述の溝部 8 4 を形成して、当該整流部材 8 1 とノズル 3 1 とを互いに離間させるように構成しても良い。尚、図 1 5 及び図 1 6 において、既述の例と同じ部位については同じ符号を付して説明を省略する。

【 0 0 5 4 】

以上の各例では、第 1 の処理ガスノズル 3 1 の左右両側の整流部材 8 1 a、8 1 b における冷媒通流路 8 7 を互いに共通化したが、整流部材 8 1 a、8 1 b に夫々各ポート 8 5、8 6 を個別に形成しても良い。従って、整流部材 8 1 については上側部材 8 3 を設けずに、即ち第 1 の処理ガスノズル 3 1 の左右両側だけに整流部材 8 1 a、8 1 b を配置しても良い。

20

【 0 0 5 5 】

また、整流部材 8 1 を支持する構成については、整流部材 8 1 における外周側では各々真空容器 1 の内壁面から伸びる供給管 8 9 a 及び排出管 8 9 b が取り付けられていることから、先端部側だけに係止部 9 1 を設けても良い。第 1 の処理ガスノズル 3 1 におけるガス吐出孔 3 3 については、当該ノズル 3 1 の下面側に形成することに代えて、例えば回転テーブル 2 の回転方向上流側を向くように形成して、整流部材 8 1 a の側面部を經由してウエハ W 側に供給されるように構成しても良い。更に、第 1 の処理ガスノズル 3 1 におけるガス吐出孔 3 3 としては、当該ノズル 3 1 の長さ方向に沿って伸びるようにスリット状に形成しても良い。また、既述の図 2 などで説明した整流板 9 7 について、以上述べた図 8 ~ 図 1 6 の各例の整流部材 8 1 に適用しても良い。

30

【 0 0 5 6 】

以上説明した成膜処理を行う時に使用する原料ガス（第 1 の処理ガス）としては、H f 系ガスに代えて、例えば Z r（ジルコニウム）系ガス、S r（ストロンチウム）系ガス、A l（アルミニウム）系ガスあるいは S i（シリコン）系ガスなどを用いても良い。ウエハ W の加熱温度は、各ガスの熱分解温度以上に設定される。

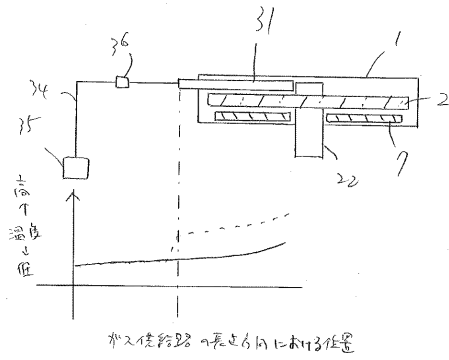
【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

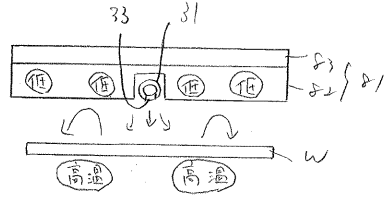
- W ウエハ
- 1 真空容器
- 2 回転テーブル
- P 1、P 2 処理領域
- 3 1、3 2、4 1、4 2 ガスノズル
- 8 1 整流部材
- 8 2 下側部材
- 8 3 上側部材
- 8 5 冷媒供給ポート
- 8 6 冷媒排出ポート

40

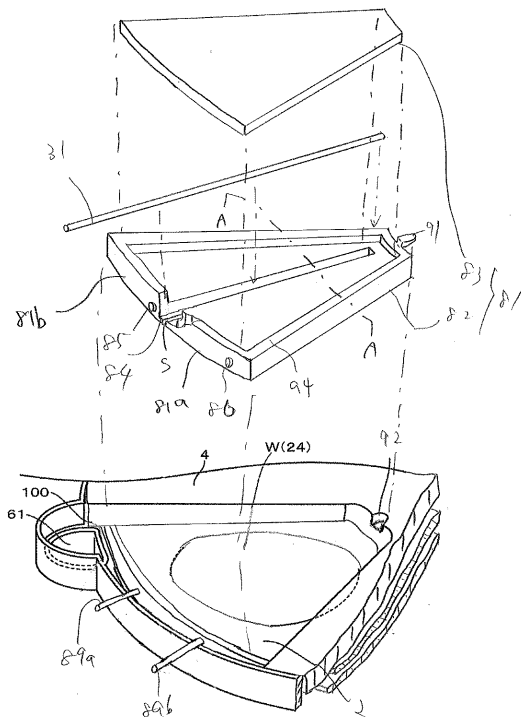
【 図 6 】



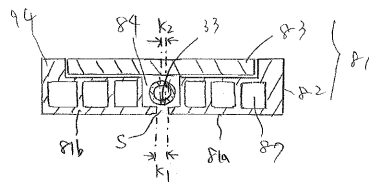
【 図 7 】



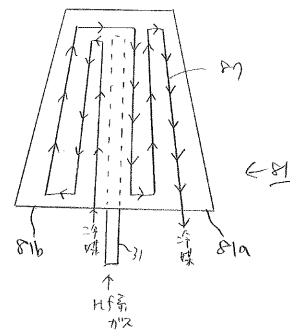
【 図 8 】



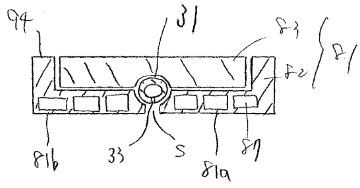
【 図 9 】



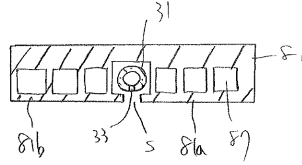
【 図 10 】



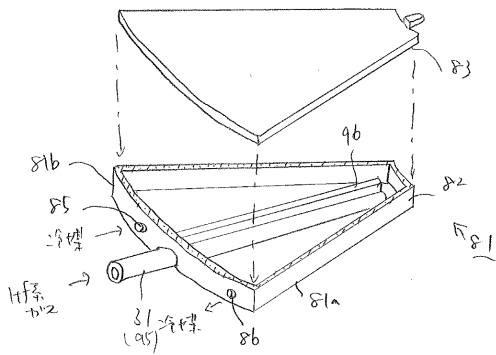
【図 1 1】



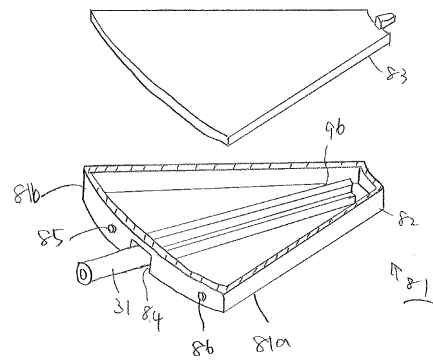
【図 1 2】



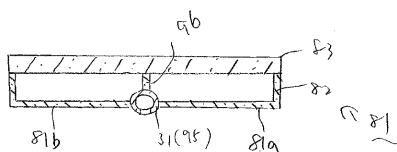
【図 1 3】



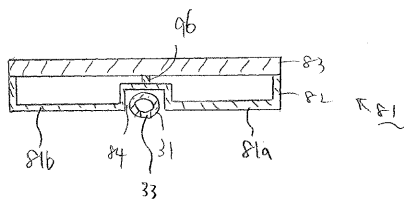
【図 1 5】



【図 1 4】

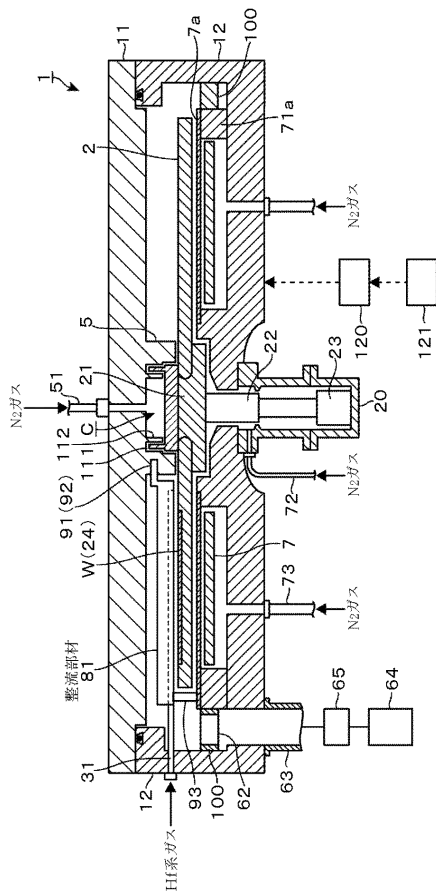


【図 1 6】

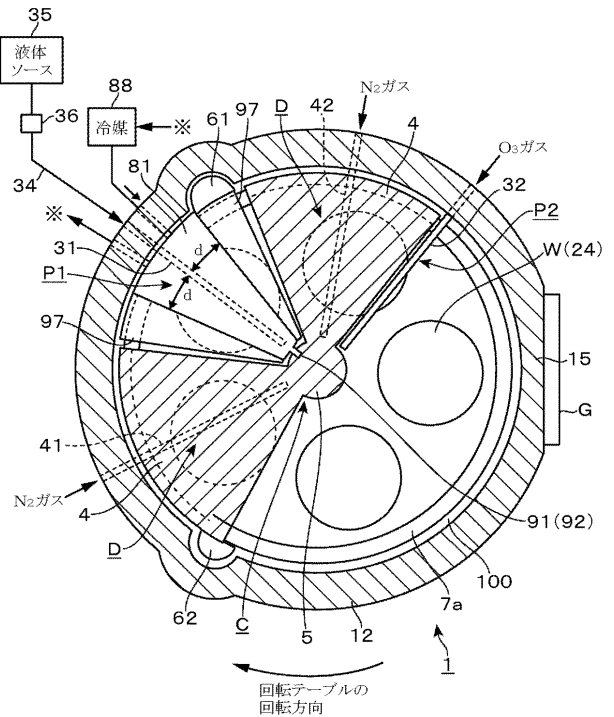


【手続補正書】
【提出日】平成25年4月5日(2013.4.5)
【手続補正1】
【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】全図
【補正方法】変更
【補正の内容】

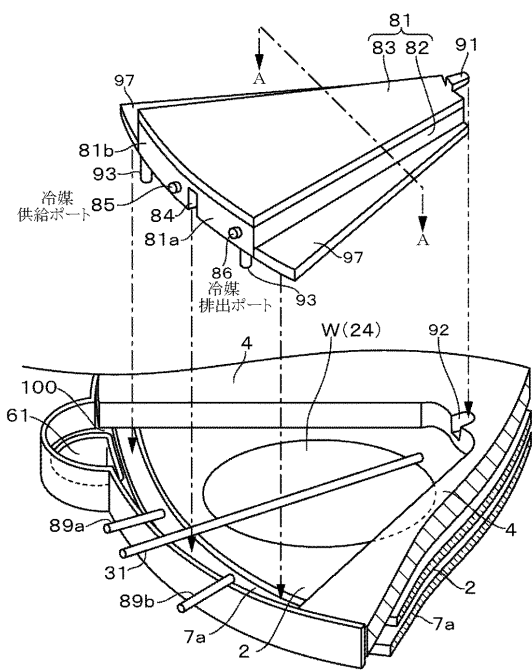
【図1】



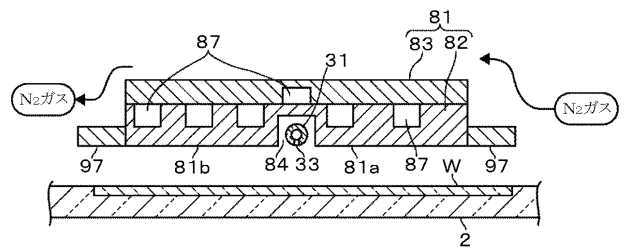
【図2】



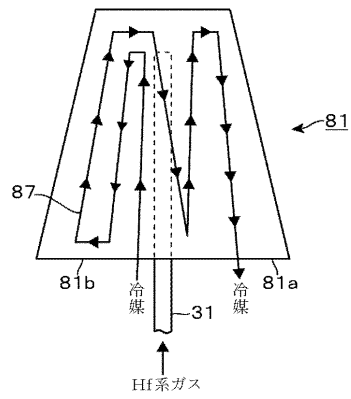
【 図 3 】



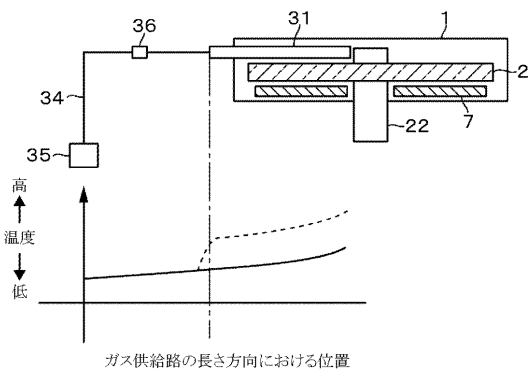
【 図 4 】



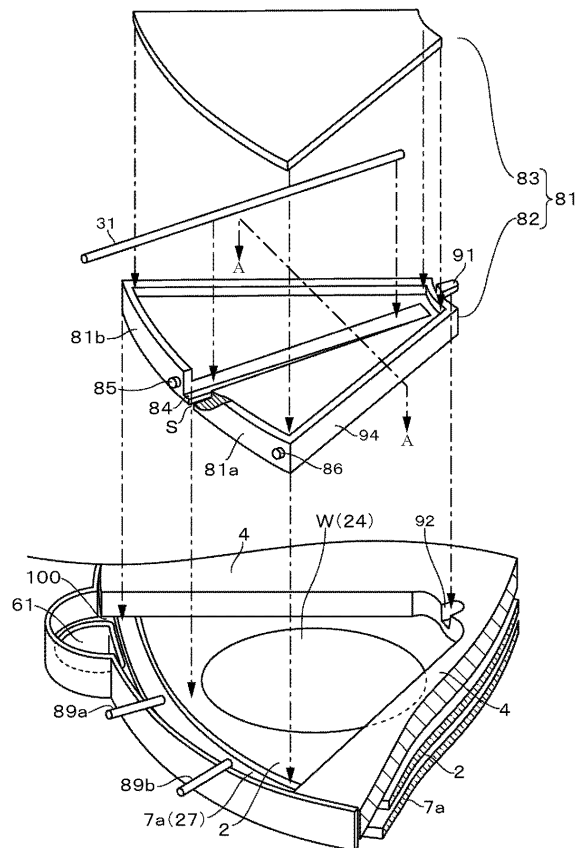
【 図 5 】



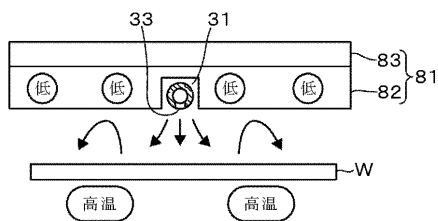
【 図 6 】



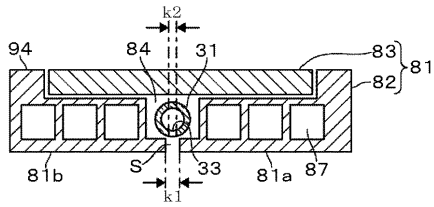
【 図 8 】



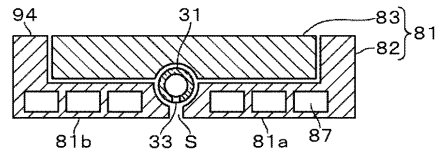
【 図 7 】



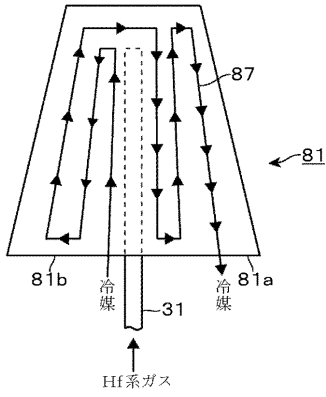
【図 9】



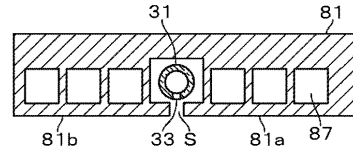
【図 11】



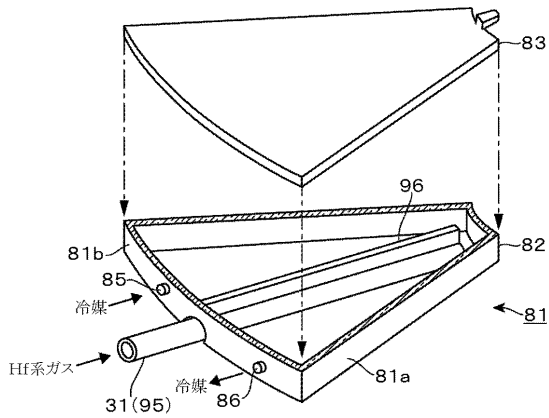
【図 10】



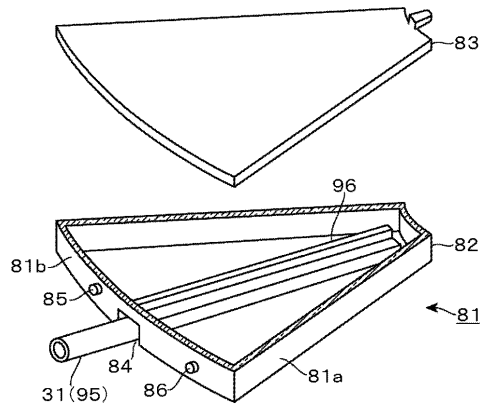
【図 12】



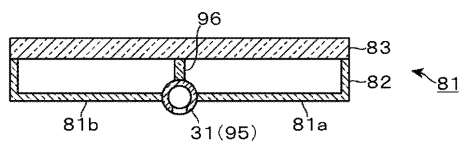
【図 13】



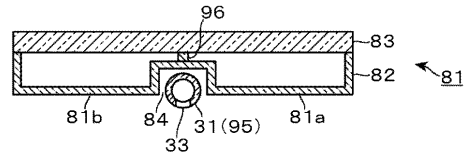
【図 15】



【図 14】



【図 16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F045 AA15 AB31 AC07 BB15 DP27 DP28 EE12 EE17 EE18 EE19
EE20 EJ01 EJ09 EJ10