

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-64850  
(P2009-64850A)

(43) 公開日 平成21年3月26日(2009.3.26)

(51) Int. Cl.  
H01L 21/205 (2006.01)

F I  
H01L 21/205

テーマコード (参考)  
5FO45

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-229706 (P2007-229706)  
(22) 出願日 平成19年9月5日(2007.9.5)

(71) 出願人 592104944  
コバレントマテリアル徳山株式会社  
山口県周南市江口2丁目1番32号  
(74) 代理人 100088487  
弁理士 松山 允之  
(74) 代理人 100119035  
弁理士 池上 徹真  
(74) 代理人 100141036  
弁理士 須藤 章  
(72) 発明者 村田 知昭  
山口県周南市江口二丁目1番32号 コバ  
レントマテリアル徳山株式会社内  
(72) 発明者 平 正則  
山口県周南市江口二丁目1番32号 コバ  
レントマテリアル徳山株式会社内  
最終頁に続く

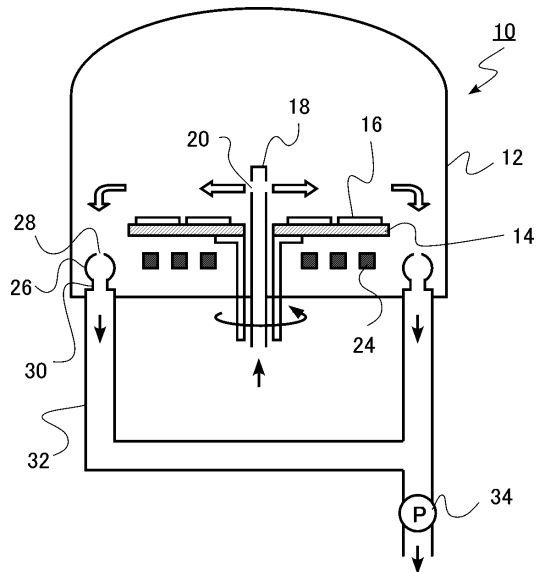
(54) 【発明の名称】 エピタキシャル成長装置およびエピタキシャル成長方法

(57) 【要約】

【課題】 ガスの排出機構を最適化することにより、エピタキシャル成長膜の均一性を向上させることを可能とするエピタキシャル成長装置を提供する。

【解決手段】 反応炉12と、この反応炉12内で回転し、上面に複数のウェーハ16を平面的に配置可能なディスク状のサセプタ14と、このサセプタ14の中心位置に突出して非回転で設けられ、原料ガスをサセプタ14上面に沿って複数の方向に噴出するガス供給管18と、サセプタ14の周囲にリング状に設けられ、2より多い数のガス吸引孔20を有し、単一のポンプ34に接続されるガス排出管26を具備することを特徴とするエピタキシャル成長装置。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

反応炉と、

前記反応炉内で回転し、上面に複数のウェーハを平面的に配置可能なディスク状のサセプタと、

前記サセプタの中心位置に突出して非回転で設けられ、原料ガスを前記サセプタ上面に沿って複数の方向に噴出するガス供給管と、

前記サセプタの周囲にリング状に設けられ、2より多い数のガス吸引孔を有し、単一のポンプに接続されるガス排出管を具備することを特徴とするエピタキシャル成長装置。

## 【請求項 2】

前記ガス吸引孔の個数が、前記方向の数よりも多いことを特徴とする請求項 1 記載のエピタキシャル成長装置。

## 【請求項 3】

前記ガス排出管が上下位置調整機構を有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のエピタキシャル成長装置。

## 【請求項 4】

前記ガス排出管の前記ポンプへの接続部近傍の前記ガス吸引孔のサイズが、その他のガス吸引孔のサイズよりも小さいことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 記載のエピタキシャル成長装置。

## 【請求項 5】

反応炉内で回転するディスク状のサセプタの上面に複数のウェーハを平面的に配置し、前記サセプタの中心位置に突出して非回転で設けられたガス供給管から、原料ガスを前記サセプタ上面に沿って複数の方向に噴出し、

前記サセプタの周囲にリング状に設けられ、2より多い数のガス吸引孔を有するガス排出管から原料ガスまたは反応生成ガスを排出するエピタキシャル成長方法であって、

それぞれの前記ガス吸引孔において、均等な吸引力で原料ガスまたは反応生成ガスを吸引することを特徴とするエピタキシャル成長方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体の気相成長装置および気相成長方法に関し、特に成膜される半導体膜の均一性の向上を可能とするエピタキシャル成長装置およびエピタキシャル成長方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

バイポーラ、CMOSあるいはディスクリット等、さまざまな半導体デバイスの製造工程において、被処理半導体基板（ウェーハ）上に、基板と同じ方位を有する単結晶半導体膜を成長させるエピタキシャル成長技術が用いられるようになっている。

## 【0003】

エピタキシャル成長を行うエピタキシャル装置には、縦型装置（いわゆるパンケーキ型装置）、シリンダー装置（いわゆるバレル型装置）、枚様装置等がある。

## 【0004】

この中で、縦型装置は、多くの枚数のウェーハを一括して処理することが可能であるため、量産性に優れているという利点がある。またウェーハをサセプタ上に水平に配置できるため、シリンダー装置と比較すると、ウェーハ大口径化への対応が容易である。このため、半導体膜のエピタキシャル成長を行う装置として広く用いられている。

## 【0005】

図 6 は、従来技術の縦型エピタキシャル成長装置の断面概略図である。図 6 に示すように、この縦型装置 60 は、反応炉となる容積の大きな半球状の石英ベルジャー 12 の中に、回転式のディスク状のサセプタ 14 を有している。そして、このサセプタ 14 上に複数

10

20

30

40

50

のウェーハ 16 が水平に配置される。反応ガスは、サセプタ 14 中心に設けられたガス供給管 18 のガス噴出孔 20 からサセプタ 14 上面に沿って、放射状に噴出される。そして、反応ガスおよび反応により生成された反応生成ガスは、サセプタ 14 外周の石英ベルジャー 12 下部に、例えば 2 箇所設けられた排気孔 22 から石英ベルジャー 12 外へ排出される。また、石英ベルジャー 12 の内部に設けられたコイル 24 による高周波誘導加熱でウェーハ 16 が加熱される。そして、ディスク状のサセプタ 14 が回転することにより、ウェーハ 16 の加熱およびウェーハ 16 への反応ガスの供給を均一化している。

【0006】

そして、近年、大型化するウェーハ径への対応や、一括して処理されるウェーハ枚数を増大させて生産性を向上させるため、大型化したサセプタが用いられるようになってきている。

10

【0007】

しかしながら、大型化したサセプタによるエピタキシャル成長においては、各ウェーハ間あるいはウェーハ面内のエピタキシャル成長膜の均一性を確保することが困難となる。なぜなら、サセプタ表面の全ての領域に対する原料ガスの均一な供給が難しく、サセプタを回転させることによってもこの不均一性を補償しきれないからである。

【0008】

そこで、ガス供給管からの原料ガス供給を、上下複数段に分けることにより、エピタキシャル成長膜の均一性を確保しようとする技術が報告されている（特許文献 1）。

【特許文献 1】特表平 8 - 250429 号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

発明者らは、縦型エピタキシャル成長装置においてエピタキシャル成長膜の均一性を阻害する一つの要因として、石英ベルジャーの壁面で反射される戻りガス流があることを見出した。

【0010】

図 6 に示した従来技術の縦型エピタキシャル成長装置を例にしてこの問題について説明する。図 6 に占めすように、この縦型装置には、石英ベルジャー 12 下部の 2 箇所に、ガスを排出するための排出孔 22 が設けられている。

30

【0011】

図 7 は、図 6 の縦型エピタキシャル成長装置の石英ベルジャー内の上面図である。図 7 (a) に示すように、2 個の排気孔 22 は、サセプタ 14 中心に対して対称な位置に配置されている。また、サセプタ 14 上には、複数のウェーハ 16 が平面的に配置されている。

【0012】

図 7 (b) は、反応ガスの流れを模式的に示した図である。ここでは、サセプタ 14 中心のガス供給管 18 に、4 個のガス噴出孔が点対称に設けられているものとする。4 個のガス噴出孔から噴出された反応ガスは、図中に矢印で示すように、ガス供給管 18 から放射状にサセプタ面に沿って、サセプタ 14 外周部の石英ベルジャー 12 壁に向かって噴出される。そして、石英ベルジャー 12 壁に達した原料ガスは、石英ベルジャー 12 の壁面で反射され、原料ガスのサセプタ中止へ向かう戻りガス流が生じる。

40

【0013】

図 8 はウェーハに成膜されるエピタキシャル成長膜のウェーハ内膜厚分布を示す図である。図中、破線によってエピタキシャル成長膜の膜厚を示す。図 8 (a) が、図 7 (b) 中、サセプタ中心に近い位置に配置されるウェーハ 16 a における面内分布、図 8 (b) が、サセプタ外周に近い位置に配置されるウェーハ 16 b における面内分布である。

【0014】

図 8 (a) に示すように、サセプタ中心に近い位置に配置されるウェーハ 16 a の場合は、サセプタ中心からサセプタ外周に向かって、膜厚が薄くなる傾向を示す。これは、サ

50

セプタ中心にあるガス噴出孔に近いほうが、反応ガスの供給量が多くなるためである。

【0015】

これに対し、図8(b)に示すように、サセプタ外周に近い位置に配置されるウェーハ16bにおいては、サセプタ中心からサセプタ外周に向かって、膜厚が薄くなる傾向は同様である。しかし、サセプタ外周側で急激に膜厚が厚くなる領域が生じている。これは、図7(b)を用いて説明した戻りガス流による影響である。

【0016】

このように、戻りガス流によって、石英ベルジャーに近い領域にあるウェーハ面の膜成長速度が速くなり、膜厚の均一性が阻害されるのである。

【0017】

本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、ガスの排出機構を最適化することにより、エピタキシャル成長膜の均一性を向上させることを可能とするエピタキシャル成長装置およびこれを用いたエピタキシャル成長方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の一態様のエピタキシャル成長装置は、反応炉と、前記反応炉内で回転し、上面に複数のウェーハを平面的に配置可能なディスク状のサセプタと、前記サセプタの中心位置に突出して非回転で設けられ、原料ガスを前記サセプタ上面に沿って複数の方向に噴出するガス供給管と、前記サセプタの周囲にリング状に設けられ、2より多い数のガス吸引孔を有し、単一のポンプに接続されるガス排出管を具備することを特徴とする。

【0019】

ここで、前記ガス吸引孔の個数が、前記方向の数よりも多いことが望ましい。

【0020】

ここで、前記ガス排出管が上下位置調整機構を有することが望ましい。

【0021】

ここで、前記ガス排出管の前記ポンプへの接続部近傍の前記ガス吸引孔のサイズが、その他のガス吸引孔のサイズよりも小さいことが望ましい。

【0022】

本発明の一態様のエピタキシャル成長方法は、反応炉内で回転するディスク状のサセプタの上面に複数のウェーハを平面的に配置し、前記サセプタの中心位置に突出して非回転で設けられたガス供給管から、原料ガスを前記サセプタ上面に沿って複数の方向に噴出し、前記サセプタの周囲にリング状に設けられ、2より多い数のガス吸引孔を有するガス排出管から原料ガスまたは反応生成ガスを排出するエピタキシャル成長方法であって、それぞれの前記ガス吸引孔において、均等な吸引力で原料ガスまたは反応生成ガスを吸引することを特徴とする。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、ガスの排出機構を最適化することにより、エピタキシャル成長膜の均一性を向上させることを可能とするエピタキシャル成長装置およびこれを用いたエピタキシャル成長方法を提供することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明に関するエピタキシャル成長装置およびエピタキシャル成長方法についての実施の形態につき、添付図面に基づき説明する。

【0025】

本発明の実施の形態のエピタキシャル成長装置は、反応炉と、この反応炉内で回転し、上面に複数のウェーハを平面的に配置可能なディスク状のサセプタと、サセプタの中心位置に突出して非回転で設けられ、原料ガスをサセプタ上面に沿って複数の方向に噴出するガス供給管と、サセプタの周囲にリング状に設けられ、2より多い数のガス吸引孔を有し

10

20

30

40

50

、単一のポンプに接続されるガス排出管を具備することを特徴とする。

【0026】

図1は、本実施の形態のエピタキシャル成長装置の断面概略図である。このエピタキシャル成長装置は、縦型エピタキシャル成長装置である。

【0027】

このエピタキシャル成長装置10は、反応炉として例えば、石英ベルジャー12を有している。そして、この石英ベルジャー12内に、石英ベルジャー12外のモータ(図示せず)によって回転するディスク状のサセプタ14が設けられている。このサセプタ14上面には、複数のウェーハ16を平面的に配置することが可能となっている。

【0028】

このサセプタ14は、例えば、SiCでコーティングされたグラファイトで形成され、石英ベルジャー12内に設けられた高周波コイル24による誘導加熱により発熱し、ウェーハ16を加熱することが可能となっている。

【0029】

そして、サセプタ14の中心位置には、原料ガスを供給するためのガス供給管18が、サセプタ14の上方に突出して設けられている。そして、このガス供給管18は石英ベルジャー12に対して非回転、すなわち石英ベルジャー12に対し相対的に固定されて設けられている。このガス供給管18は、複数のガス噴出孔20を有し、原料ガスをサセプタ14上面に沿って複数の方向に噴出するよう構成されている。このガス供給管18は、例えば石英ガラスで形成されている。

【0030】

さらに、サセプタ14の周囲にリング状にガス排出管26が設けられている。このガス排出管は例えばSASで形成されている。このガス排出管26は、2より多い数のガス吸引孔28を有している。そして、接続部30から配管32を通して、単一のポンプ34に接続されている。

【0031】

図2は、本実施の形態のエピタキシャル成長装置の石英ベルジャー内の上面図である。図2(a)に示すように、サセプタ14の周囲にリング状にガス排出管26が設けられている。そして、このガス排出管26には、2より多い複数のガス吸引孔28、ここでは、32個のガス吸引孔が均等の間隔をおいてあいている。また、ガス排出管26は、その下部の2箇所接続部30を介して石英ベルジャー12外の単一のポンプへとつながっている。

【0032】

図2(b)は、本実施の形態のエピタキシャル装置を用いて成膜する際の、反応ガスの流れを模式的に示した図である。この図を参照して、図7(b)の従来技術の場合と比較しつつ、本実施の形態の作用・効果について説明する。

【0033】

本実施の形態では、サセプタ14中心のガス供給管18に、従来技術に示した場合と同様、4個のガス噴出孔が点対称に設けられているものとする。4個のガス噴出孔から噴出された反応ガスは、図中に矢印で示すように、従来技術の場合と同様、ガス供給管18から放射状にサセプタ14の上面に沿って、サセプタ14外周部の石英ベルジャー12壁に向かって噴出される。そして、石英ベルジャー12壁に達した原料ガスの一部は、石英ベルジャー12の壁面で反射され、原料ガスのサセプタ中止へ向かう戻りガス流が生じる。しかしながら、大部分が、ガス排出管26に設けられたガス吸引孔28によって吸引され石英ベルジャー12外へと排気される。

【0034】

したがって、図中、矢印の大きさを示すように、従来技術の場合と比較して、格段に戻りガス流の流量および流速は小さくなる。また、図中、矢印の長さで示すように、ガス排出管26に設けられたガス吸引孔28に吸引によって、4個のガス噴出孔から噴出された反応ガスの流速もあがる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 5 】

図 3 は、本実施の形態のエピタキシャル成長装置によって、ウェーハに成膜されるエピタキシャル成長膜のウェーハ内膜厚分布を示す図である。図中、破線によってエピタキシャル成長膜の膜厚を示す。図 3 ( a ) が、図 2 ( b ) 中、サセプタ中心に近い位置に配置されるウェーハ 1 6 a における面内分布、図 3 ( b ) が、サセプタ外周に近い位置に配置されるウェーハ 1 6 b における面内分布である。

## 【 0 0 3 6 】

図 3 ( a ) に示すように、サセプタ中心に近い位置に配置されるウェーハ 1 6 a の場合は、サセプタ中心からサセプタ外周に向かって、膜厚が薄くなる傾向を示す点については従来技術と同様である。しかしながら、本実施の形態においては、ガス排出管に設けられたガス吸引孔による原料ガスの吸引によって、ガス噴出孔から噴出されて、サセプタ外周方向へ向かう反応ガスの流速があがる。よって、反応ガスの供給が均一化され、ウェーハ面内の膜厚差は従来技術に対して低減される。したがって、ウェーハ面内の膜厚の均一性が向上する。

10

## 【 0 0 3 7 】

図 3 ( b ) に示すように、サセプタ外周に近い位置に配置されるウェーハ 1 6 b においては、従来技術の場合と異なり、サセプタ外周側で膜厚が厚くなる傾向が緩和している。これは、ガス排出管 2 6 に設けられたガス吸引孔 2 8 による原料ガスの吸引によって、戻りガス流の流量および流速が小さくなる。このために、戻りガス流による成膜が低減することによる。

20

## 【 0 0 3 8 】

このように、リング状のガス排出管を設けて、反応ガスをサセプタの全周囲から吸引することにより、サセプタ外周方向へ向かう反応ガスの流速があがるとともに戻りガス流の流量および流速が低減できる。したがって、従来技術に比較して、ウェーハ面内の膜厚均一性が向上する。特に、サセプタ外周側で急激に膜厚が厚くなることによって生ずる不均一性を防止することが可能となる。

## 【 0 0 3 9 】

以上、原料ガスの供給側だけでなく、ガスの排出側をも適正に制御することによって、各ウェーハ間あるいはウェーハ面内のエピタキシャル成長膜の均一性を向上させることが可能である。

30

## 【 0 0 4 0 】

ここで、ガス排出管にあけられるガス吸引孔の個数は、ガス噴出孔から噴出されるガスの噴出方向の数よりも多いことが望ましい。これによって、一つの方向の噴出ガス流に対して、少なくとも一つ以上のガス吸引孔からの吸引が可能になり、より効果的に戻りガス流の流量および流速を低減することができる。よって、エピタキシャル成長膜の均一性を一層向上させることが可能となるからである。

## 【 0 0 4 1 】

また、本実施の形態において、ガス排出管を単一のポンプに接続されるように構成しているのは、複数のポンプにより排気すると、個々のポンプ能力の違いにより、ガス吸引孔の吸引力がばらつき、膜厚均一化の効果を阻害する恐れがあるからである。

40

## 【 0 0 4 2 】

また、本実施の形態のエピタキシャル成長装置は、従来の 1 または 2 箇所程度の排気孔からガスを排気する構成のエピタキシャル成長装置に、複数のガス吸引孔を有するリング状の排気管を取り付けることによって容易に製造できることも大きな利点である。

## 【 0 0 4 3 】

図 4 は、本実施の形態のエピタキシャル成長装置の第 1 の変形例の断面概略図である。この変形例のエピタキシャル成長装置は、ガス排出管 2 6 が上下位置調整機構を有することを特徴とする。

## 【 0 0 4 4 】

この上下位置調整機構は、例えば、中間リングを準備し、この中間リングを接続部 3 0

50

に挿入する、あるいは、抜き取ることによって上下位置を調整する機構とすることが考えられる。あるいは、接続部において、ガス排出管 26 につながる配管と、接続部 30 につながる配管を摺動可能に重ね合わせ、任意の上下位置で固定可能なストッパーを設けてもかまわない。あるいは、ガス排出管 26 につながる配管の長さの異なる、複数のガス排出管 26 をあらかじめ準備し、ガス排出管ごと交換する方法であってもかまわない。

【0045】

本変形例のように、排出管に上下位置調整機構を設けることで、膜厚の均一性を制御するためのあらたなパラメータが準備されることになる。したがって、エピタキシャル成長の条件の更なる微調整が可能となり、一層の膜厚均一性向上が実現可能となる。

【0046】

図 5 は、本実施の形態のエピタキシャル成長装置の第 2 の変形例の上面図である。この変形例のエピタキシャル成長装置は、ガス排出管 26 のポンプへの接続部 30 近傍のガス吸引孔 28 a のサイズが、その他のガス吸引孔 28 b のサイズよりも小さいことを特徴とする。

【0047】

ポンプの吸引力、ガス排出管 26 の内径、ガス吸引孔のサイズの関係によっては、接続部 30 から離間したガス吸引孔におけるガス吸引力が、接続部 30 近傍のガス吸引孔におけるガス吸引力より劣る恐れがある。

【0048】

本変形例のように、ポンプに近い接続部近傍のガス吸引孔のサイズを小さくし、接続部から離間したガス吸引孔のサイズを大きくすることによって、リング状のガス排出管にあげられたガス吸引孔の吸引力を一定に近づけることが可能となる。したがって、反応炉内のガスの流れが均質化され、一層の膜厚均一性向上が実現可能となる。

【0049】

そして、本実施の形態のエピタキシャル成長方法は、反応炉内で回転するディスク状のサセプタの上面に複数のウェーハを平面的に配置し、サセプタの中心位置に突出して非回転で設けられたガス供給管から、原料ガスをサセプタ上面に沿って複数の方向に噴出し、サセプタの周囲にリング状に設けられ、2 より多い数のガス吸引孔を有するガス排出管から原料ガスまたは反応生成ガスを排出するエピタキシャル成長方法である。そして、それぞれのガス吸引孔において、均等な吸引力で原料ガスまたは反応生成ガスを吸引することを特徴とする。

【0050】

このエピタキシャル成長方法は、図 1 および図 2 で示されるエピタキシャル成長装置を用いて、ガス吸引孔 28 において、均等な吸引力で原料ガスまたは反応生成ガスを吸引するよう吸引条件を調整して成膜を行う。吸引条件の調整は、例えば、ポンプの吸引力、ガス排出管 26 の内径、ガス吸引孔のサイズ等を調整することで可能である。

【0051】

この方法によれば、サセプタ外周方向へ向かう反応ガスの流速があがるとともに戻りガス流の流量および流速が低減できる。また、均等な吸引力で原料ガスまたは反応生成ガスを吸引するよう吸引条件を調整することで、反応炉内のガスの流れが均質化される。したがって、従来のエピタキシャル成長方法に比較して、ウェーハ面内の膜厚均一性が向上する。特に、サセプタ外周側で急激に膜厚が厚くなることによって生ずる不均一性を防止することが可能となる。

【0052】

以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。実施の形態の説明においては、エピタキシャル成長装置およびエピタキシャル成長方法等で、本発明の説明に直接必要としない部分等については記載を省略したが、必要とされるエピタキシャル成長装置およびエピタキシャル成長方法等に関わる要素を適宜選択して用いることができる。

【0053】

その他、本発明の要素を具備し、当業者が適宜設計変更しうる全てのエピタキシャル成

10

20

30

40

50

長装置およびエピタキシャル成長方法は、本発明の範囲に包含される。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】実施の形態のエピタキシャル成長装置の断面概略図である。

【図2】実施の形態のエピタキシャル成長装置の石英ベルジャー内の上面図である。

【図3】実施の形態のエピタキシャル成長装置によって、ウェーハに成膜されるエピタキシャル成長膜のウェーハ内膜厚分布を示す図である。

【図4】実施の形態のエピタキシャル成長装置の第1の変形例の断面概略図である。

【図5】実施の形態のエピタキシャル成長装置の第2の変形例の断面概略図である。

【図6】従来技術の縦型エピタキシャル成長装置の断面概略図である。

10

【図7】従来技術の縦型エピタキシャル成長装置の石英ベルジャー内の上面図である。

【図8】従来技術の縦型エピタキシャル成長装置によって、ウェーハに成膜されるエピタキシャル成長膜のウェーハ内膜厚分布を示す図である。

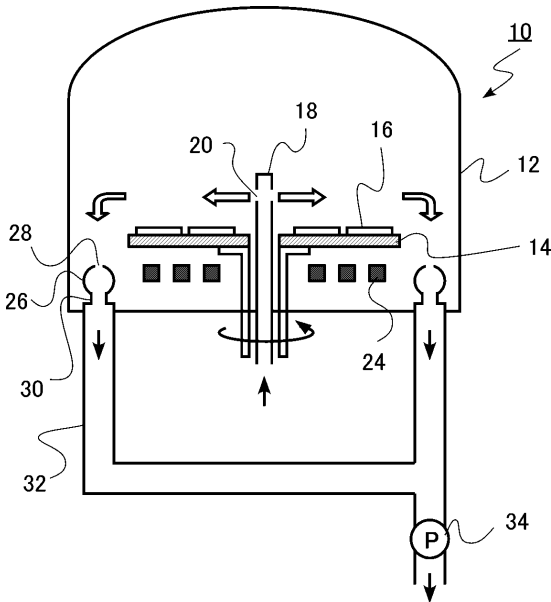
【符号の説明】

【0055】

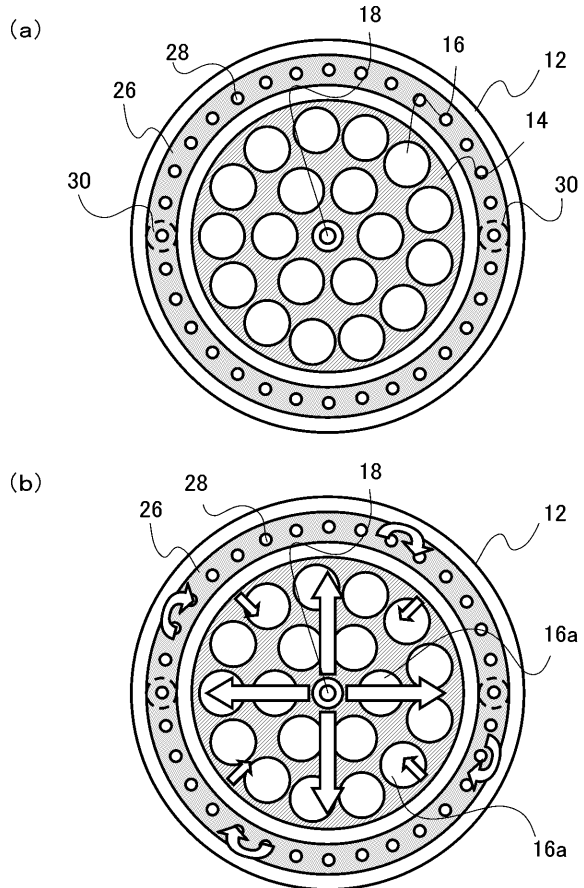
- 10、60 エピタキシャル成長装置
- 12 石英ベルジャー
- 14 サセプタ
- 16 ウェーハ
- 18 ガス供給管
- 20 ガス噴出孔
- 26 ガス排出管
- 28 ガス吸引孔
- 30 接続部
- 34 ポンプ

20

【図1】

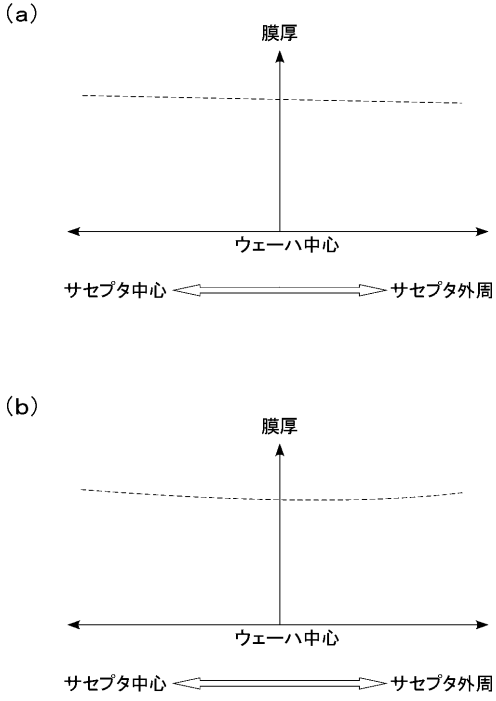


【図2】

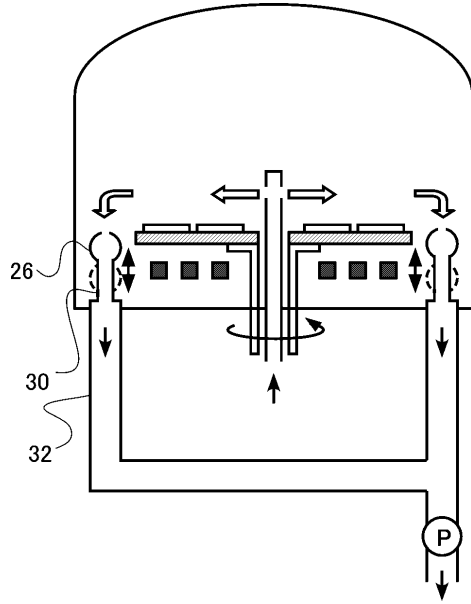




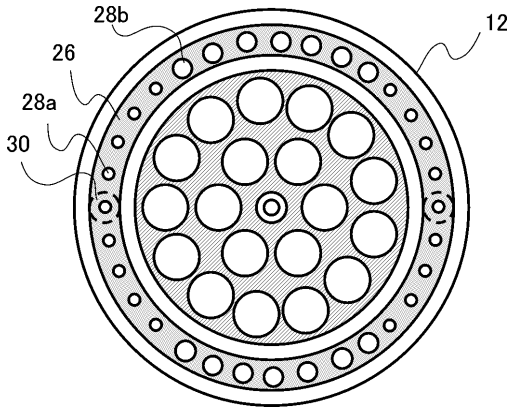
【 図 3 】



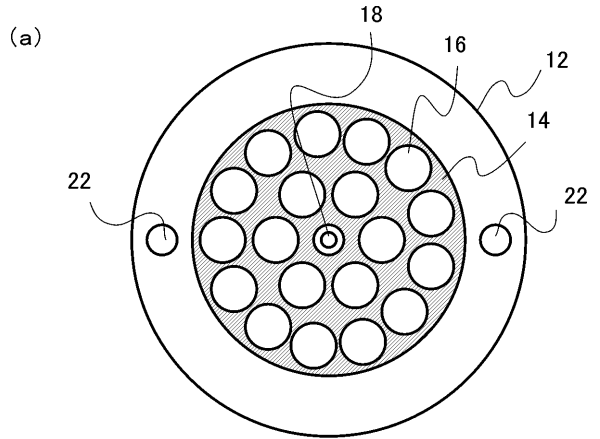
【 図 4 】



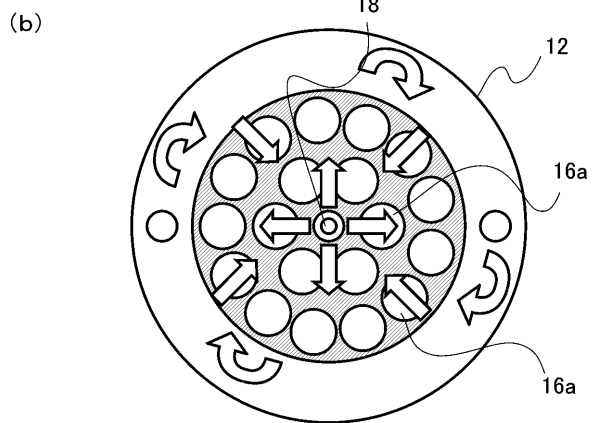
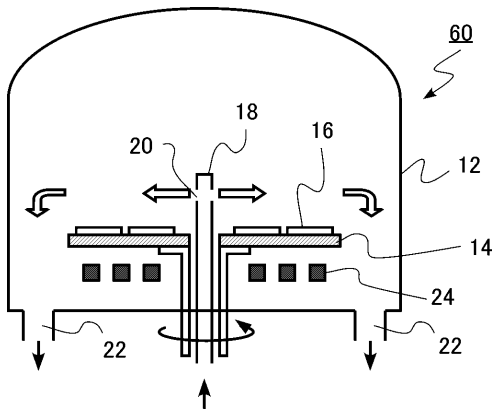
【 図 5 】



【 図 7 】

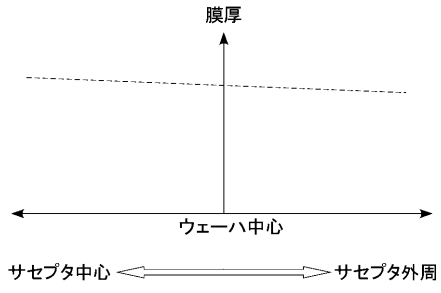


【 図 6 】

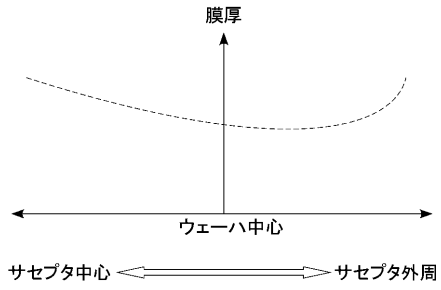


【 図 8 】

(a)



(b)



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F045 AA03 AF01 BB02 BB03 DP15 DQ04 EF03 EF20