

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード <sup>*</sup> (参考)
H01L 21/203		H01L 21/203	M 5F031
21/324		21/324	S 5F103
21/68		21/68	A

審査請求 有 請求項の数14 O L (全9頁)

(21)出願番号	特願平10 - 258968	(71)出願人	396020800 科学技術振興事業団 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(22)出願日	平成10年9月11日(1998.9.11)	(72)発明者	鯉沼 秀臣 神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工業大学応用セラミックス研究所内
		(72)発明者	川崎 雅司 神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工業大学応用セラミックス研究所内
		(74)代理人	100082876 弁理士 平山 一幸 (外1名)

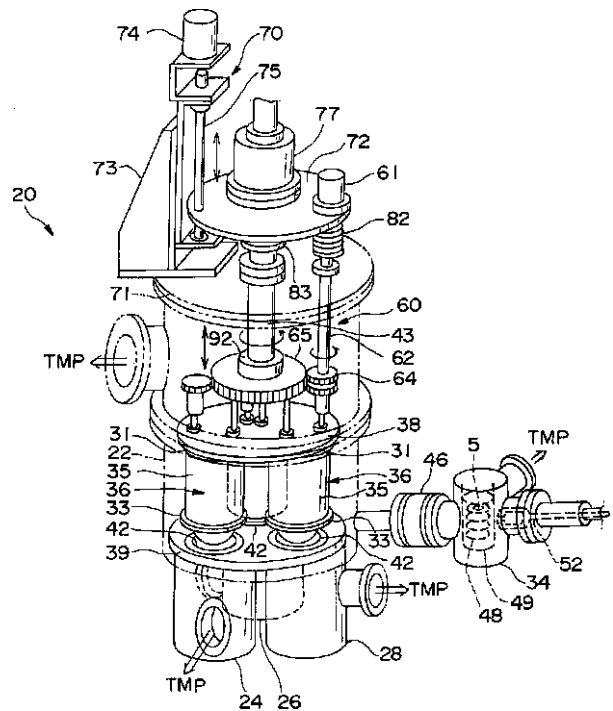
最終頁に続く

(54)【発明の名称】基板加熱搬送プロセス処理装置

(57)【要約】

【課題】 ウエハーを加熱したまま搬送することができるとともに、各プロセス処理室と組み合わされて形成した真空室を独立して圧力制御及び温度制御するための基板加熱搬送プロセス処理装置を提供する。

【解決手段】 基板加熱部36は、フランジ31、33を両端に有する円筒状のハウジング35と、このハウジングの中心線上に設けたランプホルダー82と、ランプホルダー82に設置したランプヒーター8とを有し、基板ホルダーを回転させる基板回転機構を備えている。基板加熱部36は公転移動シャフト43によって回転搬送及び上下方向に移動する搬送プレート38にハウジング35のフランジ部31で真空シールドされ、かつ、保持されている。公転移動シャフト43は共通室22を真空シールドしたまま回転機構60により回転し、移動機構70により上下方向に移動するようになっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧力制御可能な共通室と、この共通室内で真空を保持したまま作動する搬送プレートと、この搬送プレートで搬送する一以上の基板加熱部と、上記共通室と隔壁の開口部を介して設けた一以上の圧力制御可能なプロセス処理室とを備え、

上記基板加熱部が、加熱手段と、この加熱手段で加熱する基板を保持した基板ホルダーとを有しており、上記基板加熱部が基板温度を維持し、上記搬送プレートの作動により上記基板加熱部が上記隔壁の開口部に向けて

10 当接し真空シールして、上記基板加熱部と上記プロセス処理室とで独立して圧力制御可能な真空チャンバーを形成するようにした、基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 2】 前記搬送プレートが前記基板加熱部を周回及び上下移動させて、前記基板加熱部を前記プロセス処理室に逐次搬送することを特徴とする、請求項 1 に記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 3】 前記基板加熱部が前記基板ホルダーを回転させる基板回転機構を備えていることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 4】 前記基板加熱部が基板回転機構を有しており、この基板回転機構の回転が前記基板加熱部の周回と同一の駆動力に基づいて回転することを特徴とする、請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 5】 前記基板加熱部が基板回転機構を有しており、この基板回転機構により前記真空チャンバー内で前記基板ホルダーが回転することを特徴とする、請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 6】 前記共通室に、高真空を保持したまま前記基板ホルダーを交換するための基板ホルダーロードロック室を備えたことを特徴とする、請求項 1 に記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 7】 前記プロセス処理室が、前記基板ホルダーに保持した基板をアニールするためのアニール室、前記基板ホルダーに保持した基板を高真空かつ所定温度で加熱しておく余熱加熱室、前記基板ホルダーに保持した基板に薄膜を形成する成長室及び前記基板ホルダーに保持した基板に薄膜成長後エッチング処理をするためのエッチング室であることを特徴とする、請求項 1 に記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 8】 前記基板ホルダーが前記基板の周囲にスリット状の孔を有していることを特徴とする、請求項 1 乃至 7 の何れかに記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 9】 前記基板ホルダーが内部に凹部を有する円板状であって、この周縁に前記基板加熱部に前記基板ホルダーを係止するための溝を形成していることを特徴

とする、請求項 1 乃至 8 の何れかに記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 10】 前記基板加熱部の加熱手段がランプヒーターであることを特徴とする、請求項 1 乃至 9 の何れかに記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 11】 前記基板ホルダーが前記ランプヒーターの焦点位置に配置されることを特徴とする、請求項 10 に記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 12】 前記基板ホルダーが、内側に段差部を形成したリング状であって、この周縁に前記基板加熱部に前記基板ホルダーを係止するための溝を形成したホルダーリングと、前記基板を一以上保持し前記加熱手段に面した側に熱吸収効率の高い物質で形成した円板状のホルダープレートとを備え、上記ホルダーリングの段差部で上記ホルダープレートを支持していることを特徴とする、請求項 1 乃至 9 の何れかに記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 13】 前記加熱手段がランプヒーターであり、前記ホルダープレートを形成する前記熱吸収効率の高い物質がインコネルであって、この表面を高温酸化したことを特徴とする、請求項 12 に記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

【請求項 14】 前記ホルダープレートを前記ランプヒーターの焦点位置に配置していることを特徴とする、請求項 12 又は 13 に記載の基板加熱搬送プロセス処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、薄膜形成装置の基板搬送に利用し、基板を加熱したまま搬送し、各プロセス処理室とともに独立して真空室を形成して圧力制御及び温度制御をするための基板加熱搬送プロセス処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の薄膜製造装置では、複数のプロセスを処理する場合、異なるプロセスを処理する装置間を人間やロボットがウエハーを搬送し、逐次的に圧力や温度のプロセスパラメータを設定してプロセス処理を行っていた。特にウエハーに清浄な表面が要請される場合には、プロセス装置間を清浄空間で密閉した搬送路でウエハー搬送を行わなければならない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、プロセス装置間の搬送装置は通常、高温のウエハーに対応していないため、プロセスの処理終了後にウエハーを室温に冷ましてからウエハー搬送をし、また次のプロセスではウエハーを所定温度に昇温してから処理しており、ウエハーの昇降温に多くの時間がかかっていた。さらに従来のプロセス装置では、反応圧力やウエハー温度等のプロセスパラメータを逐次的に設定する必要があり、異な

るプロセスを連続して処理するのに適していなかった。

【0004】そこで、本発明は、以上の課題にかんがみて、ウエハーを加熱したまま搬送することができるとともに、各プロセス処理室と組み合せて形成した真空室を独立して圧力制御及び温度制御するための基板加熱搬送プロセス処理装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の発明の基板加熱搬送プロセス処理装置は、圧力制御可能な共通室と、共通室内で真空を保持したまま作動する搬送プレートと、搬送プレートで搬送する一以上の基板加熱部と、共通室と隔壁の開口部を介して設けた一以上の圧力制御可能なプロセス処理室とを備え、基板加熱部が、加熱手段と、加熱手段で加熱する基板を保持した基板ホルダーとを有しており、基板加熱部が基板温度を維持しまま、搬送プレートの作動により基板加熱部が隔壁の開口部に向けて当接し真空シールして、基板加熱部とプロセス処理室とで独立して圧力制御可能な真空チャンバーを形成するようにしたことを特徴とする。

【0006】さらに請求項2記載の発明は上記構成に加え、搬送プレートが基板加熱部を周回及び上下移動させて、基板加熱部をプロセス処理室に逐次搬送することを特徴とするものである。また請求項3記載の発明は、基板加熱部が基板ホルダーを回転させる基板回転機構を備えていることを特徴とする。さらに請求項4記載の発明は、基板加熱部が基板回転機構を有しており、基板回転機構の回転が基板加熱部の周回と同一の駆動力に基づいて回転していることを特徴としている。また請求項5記載の発明は、基板回転機構により真空チャンバー内で基板ホルダーが回転することを特徴とする。

【0007】さらに請求項6記載の発明は、共通室に、高真空を保持したまま基板ホルダーを交換するための基板ホルダーロードロック室を備えたことを特徴とする。また請求項7記載の発明は、プロセス処理室が、基板ホルダーに保持した基板をアニールするためのアニール室、基板ホルダーに保持した基板を高真空かつ所定温度で加熱しておく余熱加熱室、基板ホルダーに保持した基板に薄膜を形成する成長室及び基板ホルダーに保持した基板に薄膜成長後エッチング処理をするためのエッチング室であることを特徴とする。

【0008】さらに請求項8記載の発明は、基板ホルダーが基板の周囲にスリット状の孔を有していることを特徴とする。さらに請求項9記載の発明は、基板ホルダーが内部に凹部を有する円板状であって、この周縁に基板加熱部に基板ホルダーを係止するための溝を形成していることを特徴とする。また請求項10記載の発明は、基板加熱部の加熱手段がランプヒーターであることを特徴とする。さらに請求項11記載の発明は、基板ホルダーがランプヒーターの焦点位置に配置されていることを特

徴とする。

【0009】また請求項12記載の発明は、基板ホルダーが内側に段差部を形成したリング状を呈し、この周縁に基板加熱部に基板ホルダーを係止するための溝を形成したホルダーリングと、基板を一以上保持し加熱手段に面した側に熱吸収効率の高い物質を形成した円板状のホルダープレートとを備え、ホルダーリングの段差部でホルダープレートを支持していることを特徴とする。さらに請求項13記載の発明は、上記構成に加え、加熱手段がランプヒーターであり、ホルダープレートに形成した前記熱吸収効率の高い物質がインコネルであることを特徴とする。また請求項14記載の発明は、ホルダープレートをランプヒーターの焦点位置に配置していることを特徴とする。

【0010】このような構成の請求項1記載の発明の基板加熱搬送プロセス処理装置では、加熱手段と基板ホルダーとを一体的にした基板加熱部を有しているため、各プロセス処理室間を基板を加熱したまま搬送することができる。また基板加熱部とプロセス処理室とで独立した真空チャンバーを形成するので、各真空チャンバーごとに独立して圧力制御が行え、しかも温度制御も独立して行うことができる。また請求項2記載の発明では、搬送プレートにより一以上の基板加熱部が周回かつ上下移動可能であるので、基板加熱部が所定の軌道上を回って各プロセス処理室に移動し、多数の基板を保持した基板ホルダーを各プロセス処理室に搬送して複数のプロセス処理を逐次的に並列的にできる。したがって、生産性が向上する。

【0011】さらに請求項3～5記載の発明では、基板ホルダーを回転できるので、温度均一性が向上し、また例えばプロセス処理室がコンビナトリアルレーザー分子線エピタキシー装置の場合、複数の各基板に対して成長位置に基板をもたらしレーザー分子線エピタキシー成長ができる。また請求項6記載の発明では、高真空のロードロック室を設けているので、基板を大気にさらすことなく清浄な状態で交換することができる。さらに請求項7記載の発明では、複数のプロセスを並列して連続的に実行できる。さらに請求項8記載の発明では、基板から逃げる熱量を少なくするので、基板を均一に効果的に加熱できる。また請求項9記載の発明では、基板ホルダーを基板加熱部に容易に装填できる。さらに請求項10記載の発明では、例えば酸化雰囲気でも基板加熱ができる。また請求項11記載の発明では、基板ホルダーに集光し基板ホルダーを効果的に加熱することができる。また請求項12記載の発明では、加熱されるホルダープレートがホルダーリングの段差部とでしか接触しておらず、熱伝導により逃げる熱量を小さくできるので、ホルダープレートの温度均一性が向上する。さらに請求項13及び14記載の発明では、ホルダープレートを効果的に加熱できる。

## 【 0012】

【発明の実施の形態】以下、図面に示した実施形態に基づいて本発明を詳細に説明する。図1は本発明の実施形態にかかる基板加熱搬送プロセス処理装置の要部の外観図である。本実施形態に係る基板加熱搬送プロセス処理装置は、共通室22内で、成長室24、アニール室26及び余熱加熱室28に基板加熱部36を搬送してロックすることにより、これらの各室が真空シールドされ独立して高真空に排気される真空チャンパーとなっている。成長室24は基板に薄膜成長をさせる領域であり、アニール室26は成長基板をアニールする領域であり、余熱加熱室28は基板を高真空雰囲気下でクリーニングし、かつ、余熱しておく領域である。

【0013】本実施形態では3つのプロセスを行う例を示しているが、薄膜成長させた基板の所定領域をエッチングするエッチング室やドーピングを行うドーピング室などを設けてもよく、この場合5つの真空チャンパーを有することになる。なお、図1中のTMPはターボ分子ポンプの略称を示すが、図示しないゲートバルブを介して超高真空ポンプにより排気されるようになっており、補助ポンプとしてロータリポンプを使用している。

【0014】また各真空チャンパーは図示しないバルブの開閉度を調節して圧力制御でき、さらに図示しないバルブ及び質量流量計が所定個所に設けられて、酸素及びドライ窒素などを流量制御して導入できるようになっている。

【0015】共通室22は、成長室24、アニール室26及び余熱加熱室28と隔壁39に設けられた開口部42, 42, 42を介して連結され、この開口部42の周囲の溝にOリング41が埋め込まれている。さらに成長室24、アニール室26及び余熱加熱室28は隔壁39に対してそれぞれ真空シールドされて固定保持されている。

【0016】共通室22には、基板ホルダー48、基板ホルダーのチャッカー45及び加熱手段としてのランプヒーター8(図2を参照)とを円筒状のハウジング35内に格納した基板加熱部36が図1では同心円周上に3つ設けられている。これらの基板加熱部36は、公転移動シャフト43によって回転搬送及び上下方向に移動する搬送プレート38にハウジング35のフランジ部31で真空シールドされ、かつ、保持されている。公転移動シャフト43は共通室22を真空シールドしたまま回転機構60により回転し、移動機構70により上下方向に移動するようになっている。

【0017】ハウジング35の他端のフランジ部33は、搬送プレート38が下方の終点に移動したとき隔壁39の開口部42の周囲の溝に埋め込まれたOリング41に当接し、共通室22と隔離して真空シールドされている。このとき各基板加熱部36, 36, 36と、成長室24、アニール室26及び余熱加熱室28とで形成さ

れる各真空チャンパーは、独立して真空排気及び圧力制御され、かつ、所定温度に加熱されるようになっている。

【0018】図1に示すように、共通室22にゲートバルブ46を介して設けられた基板ホルダーロードロック室34には、基板5が装填された基板ホルダー48を複数個保持したストッカー49が設置されており、基板ホルダーロードロック室34を高真空に保持したまま外部から操作するクリップ52で、基板ホルダー48を基板加熱部36のチャッカーに装填するようになっている。

【0019】次に、基板加熱部について説明する。図2は基板加熱部の詳細断面図であり、搬送プレートが下方の終点に移動して基板加熱部が隔壁に当接している状態を示す図である。図2を参照すると、基板加熱部36は、フランジ31, 33を両端に有する円筒状のハウジング35と、このハウジング35の中心線上に設けられたランプホルダー82と、このランプホルダー82に設置されたランプヒーター8とを有し、基板ホルダー48を回転させる基板回転機構を備えている。なお、ランプヒーター8は安全性と温度制御性のため水冷配管が設けられ、水冷されている。

【0020】基板回転機構は、ランプホルダー82の外側に配設された基板ホルダー回転部84と、この回転部に設けられていて基板ホルダー48をランプヒーター8の焦点位置に配置するチャッカー45とを備えている。基板ホルダー回転部84の上部には回転用ギヤ83が設けられ、自転シャフト86のギヤ85と噛み合っており、またこの自転シャフト86の他端に設けられた自転用ギヤ88は公転用ギヤ65と噛み合っている。さらに基板ホルダー回転部84の下部にはベアリング87が設けられている。

【0021】次に、基板ホルダーについて説明する。図3は基板ホルダーを示す図であり、(a)は外観斜視図、(b)は断面図である。なお、図3(b)は、ランプヒーター8側の位置を示す。図3を参照して、基板ホルダー48は内部の凹部311を有する円板状であって周縁に溝310が形成され、この溝310でチャッカー45に係止されるようになっており、凹部311の底面側の反対面に基板5が複数個取り付けられている。この凹部311は基板ホルダーを変形させない程度に形成され、また基板を効果的に加熱するように適度の深さで形成されている。なお、図3ではホルダープレートに基板5が複数個取り付けられているが一つだけでもよく、また同心円上に複数の基板を取り付けるのが好ましい。このような基板ホルダーでは適度の凹部が形成されているので、基板ホルダーが変形することなく基板を効果的に加熱することができる。

【0022】図4は図3に示した基板ホルダーの変形例である。図4に示すように、この基板ホルダー308は基板5の周囲にスリット状の孔309を形成したもので

ある。この基板ホルダー 308 ではランプヒーター 8 により基板 5 を支持している個所にランプヒーター 8 の焦点を合わせて加熱する。この基板 5 がスリット状の孔 309 に囲まれた基板ホルダー 308 自体の熱伝導により加熱されるが、スリット状の孔があるため熱伝導による熱の逃げが少なくなる。なお、図 4 において基板は複数個あってもよく、その場合は基板の周囲にスリット状の孔を設けても良く、複数の基板を囲んでスリット状の孔を設けてもよい。このような基板ホルダー 308 では、基板 5 が効果的に加熱されるとともに、温度均一性が向上する。

【0023】図 5 は他の基板ホルダーを示す図であり、(a) は外観斜視図、(b) は断面図である。なお、図 5 (b) は、ランプヒーター 8 側の位置を示す。図 5 を参照して、基板ホルダー 48 は、周縁にチャッカー 45 に係止される溝 310 を有し、内側に段差部 312 が形成されたリング状のホルダーリング 320 と、このホルダーリング 320 の内側に取り付けられる円板状のホルダープレート 330 とを備え、ホルダーリング 320 とホルダープレート 330 とは段差部 312 の極めて小さい領域で接触している。

【0024】このホルダープレート 330 は基板ホルダー 48 がチャッカー 45 に取り付けられたときランプヒーターの焦点位置になるように形成されている。なお、ホルダープレート 330 を取り付けるときガタが生じないように、ホルダープレート 330 の側部に先端を丸く形成した微少突起 315 を両端に設けてもよい。

【0025】またホルダープレート 330 は熱吸収効率が高い物質で形成されている方がよく、さらにランプヒーター 8 に面した円板状の表面には熱吸収効率が最大になるように酸化された物質が形成されている。例えばランプヒーターが赤外線ヒータであれば、赤外線吸収効率が最大になるようにインコネルで形成したホルダープレートの表面を 1000 程度の高温で酸化させて黒色に変化させた酸化物 313 を形成しておくのが望ましい。

【0026】このような構成の基板ホルダーでは、ランプヒーターによりホルダープレートを熱吸収効率最大で加熱するが、ホルダープレートの周端から熱伝導により逃げる熱量が極めて小さい。このため、ホルダープレートの温度を均一にすることができる。

【0027】次に、搬送プレートを回転搬送する回転機構と上下方向に移動する移動機構とを説明する。図 1 を参照して、搬送プレート 38 を回転させる回転機構 60 は、移動プレート 72 に設けられたモーター 61 と、このモーターの回転駆動力を伝達するシャフト 62 と、このシャフトの端部に設けられた駆動ギヤ 64 とを備え、この駆動ギヤ 64 が公転移動シャフトに設けられた公転用ギヤ 65 に噛み合せて回転駆動力を伝達するようになっている。なお、回転シャフト 62 は、移動プレート 72 と成長室 22 との間に真空シールドするために設けら

れたフレキシブルチューブ 82 の内部を通っている。

【0028】図 2 に示すように、公転移動シャフト 43 の端部には、搬送プレート 38 を複数の固定用シャフト 91 を介して固定する支持部 92 が固定されて設けられており、この支持部 92 に対してベアリング 93 を介して所定トルクで回転するように、公転用ギヤ 65 が設けられている。

【0029】図 1 を参照すると、移動機構 70 は、共通室 22 の上蓋 71 に固定されたブラケット 73 と、このブラケット 73 に設けられたモーター 74 により回転駆動する回転シャフト 75 と、この回転シャフト 75 の回転により上下移動する移動プレート 72 とを備え、公転移動シャフト 42 は、移動プレート 72 と成長室 22 との間に真空シールドするために設けられたフレキシブルチューブ 83 の内部を通り、移動プレート 72 上に固定された磁気シールドユニット 77 により磁気シールドされ、かつ、回転可能に保持されている。なお、この磁気シールドユニット 77 は磁性流体により公転移動シャフト 42 を真空シールドしている。

【0030】先ず、移動機構の動作を説明する。移動プレート 72 が上始点にあるとき、モーター 74 により回転シャフト 75 が回転し、移動プレート 72 が下降する。このとき移動プレート 72 と成長室 22 の上蓋 71 間のフレキシブルチューブ 82, 83 が縮んでいく。移動プレート 72 が下降するにつれて公転移動シャフト 43 が下降し、この公転移動シャフト 43 の下降につれて搬送プレート 38 に設けられた基板加熱部 36 のフランジ 33 が Oリング 41 に当接し、Oリング 41 を圧縮して停止する。したがって、各真空チャンバーは基板加熱部 36 で真空シールドされ、さらに独立して真空排気及び圧力制御され、かつ、所定温度に加熱できる。

【0031】次に搬送プレート及び基板回転機構の動作について説明する。移動プレート 72 が上始点にあるとき、モーター 61 により回転駆動力がシャフト 62 に伝達し、駆動ギヤ 64 が回転する。この駆動ギヤ 64 により公転用ギヤ 65 とともに公転移動シャフト 43 が回転し、この回転につれて搬送プレートが回転し、基板加熱部 36 が公転する。このとき自転用ギヤ 88 も回転するため、自転シャフト 86 により回転駆動力を回転ギヤ 83 に伝達し、基板ホルダー回転部 85 が回転し、基板ホルダー 48 が回転する。なお、公転移動シャフト 43、回転シャフト 62 及び自転シャフト 86 は各真空チャンバーにおいて真空シールドされたまま回転する。したがって、搬送プレートに設けられた基板加熱部を各真空チャンバーまで搬送することができるとともに、基板ホルダーを回転することができる。

【0032】搬送プレート 38 が下方の終点に移動して基板加熱部が共通室と隔離して真空シールドされているとき、回転シャフト 62 の回転駆動力を公転用ギヤ 65 に伝達するが、基板加熱部は Oリングに当接してロック

状態にあるため、公転用ギヤ 65 だけがベアリング 93 に沿って回転し、この回転につれて自転用ギヤ 88 が回転して基板ホルダー回転部 85 が回転し、基板ホルダー 48 が回転する。したがって、各真空チャンバー内で基板ホルダーを回転することができる。

【0033】つぎに本実施形態のプロセス処理における動作について説明する。なお、成長室ではレーザー分子線エピタキシーの例を用いて説明した。さらに具体的な条件は例示である。所定圧力の室温下、搬送プレート 38 が上始点のホームポジションにあるとき第 1 基板ホルダー 48 を余熱加熱室に対応する基板加熱部のチャッカー 45 に装填後、搬送プレート 38 が下降し各基板加熱部 36 が隔壁の Oリング 41 に当接し、圧縮して停止する。余熱加熱室 28 を高真空の例えば  $10^{-6}$  Torr に維持し、クリーニングを行うとともに昇温レート 10 /分で 950 まで温度を上げていく。

【0034】所定時間経過後、各基板加熱部の温度を維持したまま各真空チャンバー及び共通室を所定圧力に戻し、搬送プレート 38 が上始点まで移動する。この搬送プレート 38 が回転し、余熱加熱室 28 に対応して第 1 基板ホルダーを装填している基板加熱部を成長室 24 まで搬送する。このとき室温の下、つまりランプヒーター 8 を OFF にした基板加熱部に、次の処理をする第 2 基板ホルダー 48 を余熱加熱室に対応する基板加熱部 36 のチャッカー 45 に装填しておく。

【0035】搬送プレート 38 が下降して各真空チャンバーを隔離し、成長室 24 を高真空の例えば  $10^{-4}$  Torr に維持し 950 に加熱したまま所定時間、例えばレーザー分子線エピタキシー成長を行う。このとき余熱加熱室 28 では  $10^{-6}$  Torr に維持され、昇温レート 10 /分で 950 まで昇温中である。

【0036】成長室 24 で、単分子層ごとの分子層エピタキシャル成長で超格子構造などを基板ホルダーを回転して各基板に形成後、設定温度の 950 を維持したまま各真空チャンバー及び共通室を所定圧力に戻し、搬送プレート 38 が上始点まで移動する。この搬送プレート 38 が回転し、成長室 24 に対応して第 1 基板ホルダーを装填している基板加熱部をアニール室 26 まで搬送する。このとき余熱加熱室 28 に対応する基板加熱部 36 のチャッカー 45 に、第 3 基板ホルダー 48 を装填しておく。

【0037】搬送プレート 38 が下降して各真空チャンバーを隔離し、アニール室 28 を例えば 1 Torr に維持したまま、例えば 950 から降温レート 10 /分で所定時間アニールを行う。このアニール室 28 では、酸素分圧を最適に制御している。ランプヒーター 8 を OFF にしてアニール室 28 が室温になったら、他の基板加熱部は 950 に維持したまま、各真空チャンバー及び共通室を所定圧力に戻し、搬送プレート 38 が上始点まで移動して、この搬送プレート 38 が回転してホーム

ポジションに戻る。そして、エピタキシャル成長後の基板ホルダーを取り出してストッカー 49 に格納後、新たな第 4 基板ホルダーを基板加熱部 36 のチャッカー 45 に装填し、逐次処理していく。

【0038】このようにして本実施形態では、基板に例えば単分子層エピタキシャル成長層を形成する成長室 24、薄膜成長させた基板をアニールするアニール室 28 及び基板をクリーニングしつつ加熱する余熱加熱室 28 を各対応した基板加熱部 36, 36, 36 とともに独立して圧力制御及び温度制御しているため、基板温度を下げることなく搬送でき、異なる基板温度及び圧力でのプロセスを連続的に行うことができる。

【0039】なお、図 1 で示した実施形態では、基板加熱部が 3 つ搬送プレートに設けられているため、それに対応して形成される真空チャンバーも 3 つであるが、一つであってもよい。その場合、真空チャンバーが一つ形成される単一ユニットでは、一つの基板加熱部を上下移動させる移動機構と、基板回転機構とを備えるだけでよいので、公転させる機構が不要になる。

【0040】次に、他の実施形態を説明する。図 6 は他の実施形態の外観図である。他の実施形態は基板加熱部を円周上ではなく一列に並べた構成であり、この基板加熱部に対応して真空チャンバーを形成するチャンバーも一列に並んで配設されたものである。なお、基板ホルダーロードロック室等を省略した。図 6 に示すように、他の実施形態の基板加熱搬送プロセス処理装置 400 は、共通室 422 内で、余熱加熱室 410、成長室 412、エッチング室 414 及びアニール室 416 に基板加熱部 436 を搬送してロックすることにより、これらの各室が真空シールドされ、独立して高真空に排気される真空チャンバーとなっている。

【0041】共通室 422 は余熱加熱室 410、成長室 412、エッチング室 414 及びアニール室 416 と隔壁 439 に設けられた開口部 42, 42, 42, 42 を介して連結され、この開口部の周囲の溝に Oリングが埋め込まれている。さらに各室は隔壁 439 に対してそれぞれ真空シールドされて固定保持される。基板加熱部 436 は、上下移動シャフト 401, 401 によって上下方向に移動可能な搬送プレート 438 に保持されており、搬送プレート 438 に設けられた周回レール 402 に沿った例えばチェーンに係止されて搬送されるようになっている。なお、図 6 中、429 は基板加熱部 436 を周回レール 402 のチェーンに沿って搬送させるためのモーターを示し、また 421 は基板加熱部 436 内の基板ホルダーを自転させるためのモーターを示す。

【0042】図 7 は他の実施形態にかかる基板加熱部の詳細図であり、図 2 で示した基板加熱部と共通する部材は同一符号を用いた。図 7 を参照すると、他の実施形態にかかる基板加熱部 436 は、シャフト 406 で搬送プレート 438 に保持され、図 2 で示す基板加熱機構 36

と同様の構成で基板ホルダーを回転させるための回転機構が設けられているが、その回転機構の自転シャフト 86 に回転駆動力を伝達するモーター 421 は、上蓋 418 に設けられている。

【0043】他の実施形態の基板加熱搬送プロセス処理装置の動作について説明する。搬送プレート 438 が下降して基板加熱部 436 のフランジ 33 が隔壁 439 の Oリングに当接し、Oリングを圧縮して停止する。このとき各真空チャンバーは真空シールドされ、独立して真空排気及び圧力制御され、かつ、所定温度に加熱されている。次に搬送プレート 438 が上昇して上始点で停止する。この上始点から基板加熱部 436 が水平方向に移動するが、常に各チャンバー上に基板加熱部がくるように搬送するようになっている。さらに基板加熱部の移動中、基板ホルダーが自転し、所定温度に保たれている。これにより、各真空チャンバーは基板加熱部で真空シールドされ、さらに独立して真空排気及び圧力制御され、かつ、所定温度に加熱できる。

#### 【0044】

【発明の効果】以上の説明から理解されるように、本発明の基板加熱搬送プロセス処理装置では、各プロセス処理室間を基板を加熱したまま搬送することができるという効果を有する。また、基板加熱部とプロセス処理室とで独立した真空チャンバーを形成するので、各真空チャンバーごとに独立して圧力制御でき、しかも温度制御も独立してできるという効果を有する。したがって、本発明によれば、多数の基板を保持した基板ホルダーを各プロセス処理室に搬送して複数のプロセス処理を逐次的に並列的にでき、生産性が向上する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態に係る基板加熱搬送プロセス処理装置要部の外観図である。

【図 2】本実施形態にかかる基板加熱部の詳細断面図であり、搬送プレートが下方の終点に移動して基板加熱部が隔壁に当接している状態を示す図である。

【図 3】本実施形態に係る基板ホルダーを示す図であり、( a ) は外観斜視図、( b ) は断面図である。

【図 4】基板ホルダーの変形例を示す図であり、( a ) は外観斜視図、( b ) は断面図である。

【図 5】他の基板ホルダーを示す図であり、( a ) は外観斜視図、( b ) は断面図である。

【図 6】他の実施形態の外観図である。

【図 7】他の実施形態にかかる基板加熱部の詳細図である。

#### 【符号の説明】

5 基板  
8 ランプヒーター  
22 共通室  
24 成長室  
26 アニール室

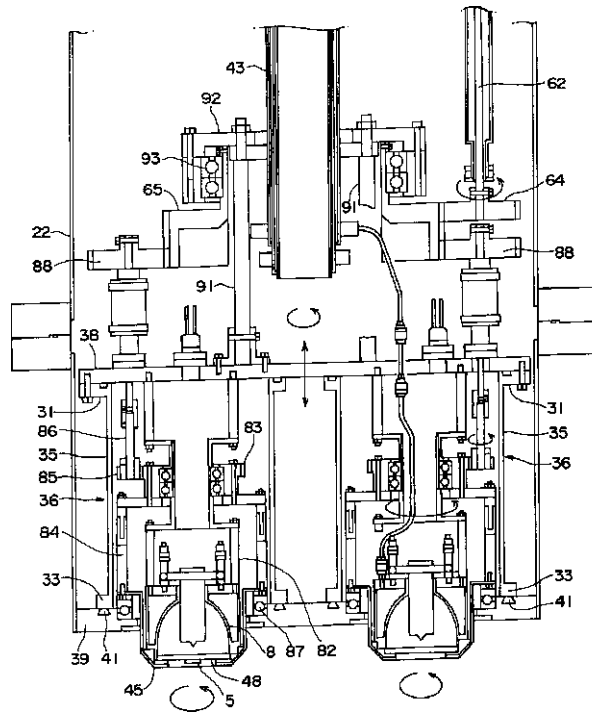
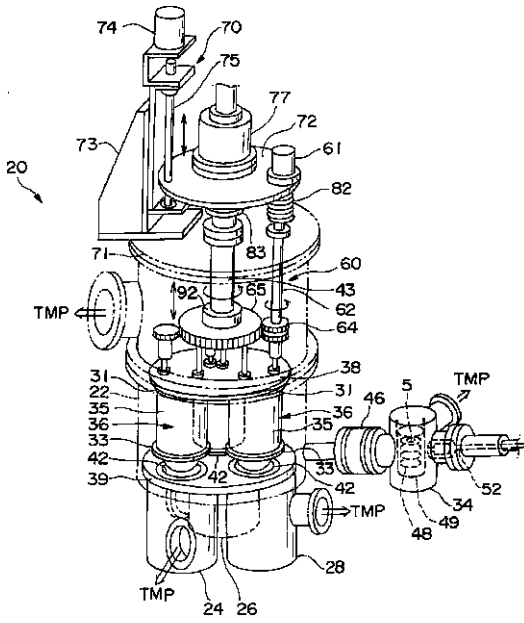
28 余熱加熱室  
34 基板ホルダーロードロック室  
35 ハウジング  
36 基板加熱部  
38 搬送プレート  
39 隔壁  
41 Oリング  
42 開口部  
43 公転移動シャフト  
10 45 チャッカー  
48 基板ホルダー  
52 クリップ  
60 回転機構  
62 シャフト  
64 駆動ギヤ  
65 公転用ギヤ  
70 移動機構  
71 上蓋  
72 移動プレート  
20 73 ブラケット  
74 モーター  
75 回転シャフト  
77 磁気シールユニット  
82 フレキシブルチューブ  
83 回転用ギヤ  
84 基板ホルダー回転部  
85 ギヤ  
86 自転シャフト  
87 ベアリング  
30 88 自転用ギヤ  
91 固定用シャフト  
92 支持部  
93 ベアリング  
310 溝  
311 凹部  
312 段差部  
313 インコネル  
315 微少突起  
320 ホルダーリング  
40 330 ホルダープレート  
400 基板加熱搬送プロセス処理装置  
401 移動シャフト  
402 周回レール  
406 シャフト  
410 余熱加熱室  
412 成長室  
414 エッチング室  
416 アニール室  
418 上蓋  
50 421 モーター

- 4 2 2 共通室
- 4 3 6 基板加熱部

- 4 3 8 搬送プレート
- 4 3 9 隔壁

【 図 1 】

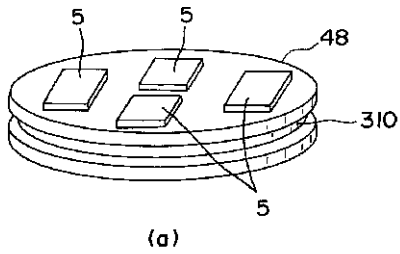
【 図 2 】



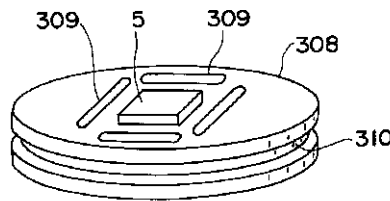
【 図 3 】

【 図 4 】

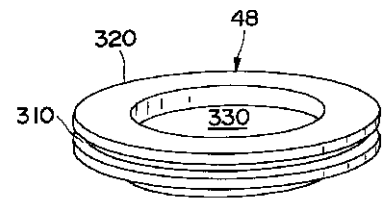
【 図 5 】



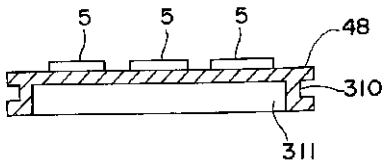
(a)



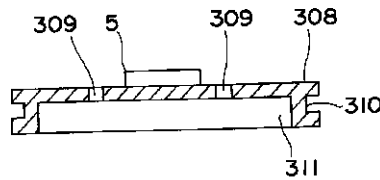
(a)



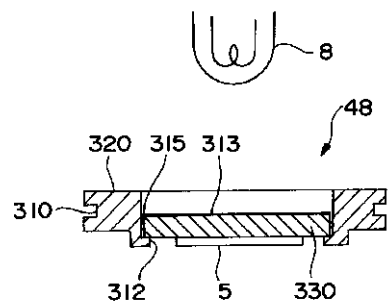
(a)



(b)



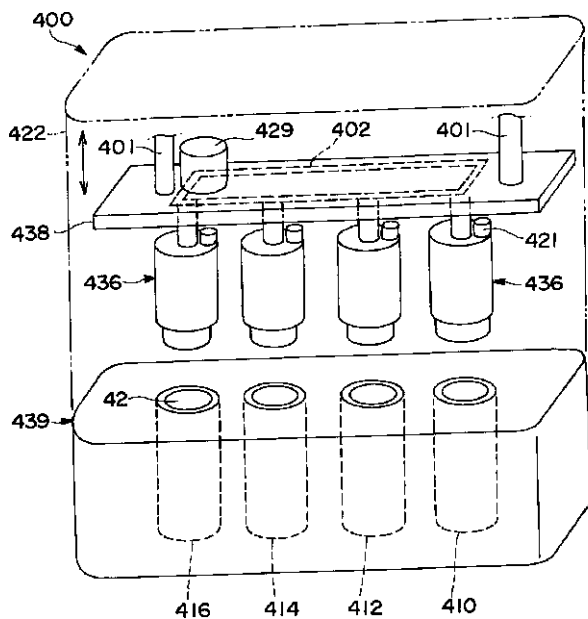
(b)



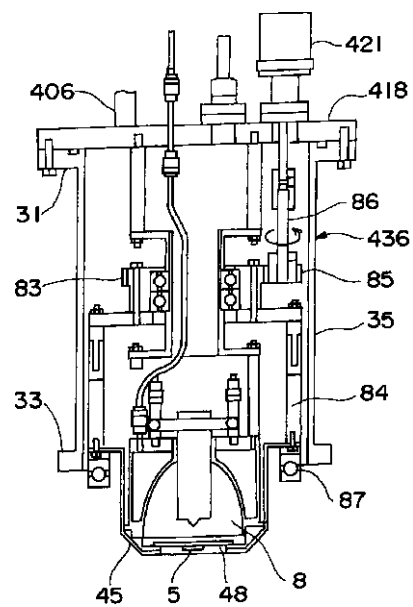
(b)



【図6】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F031 CC11 CC40 KK03 KK06 KK07  
LL02 LL05  
5F103 AA04 BB36 BB38 BB42 BB44  
BB47 BB49 BB57 GG01 NN01  
PP18 PP19 RR01