

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4404620号
(P4404620)

(45) 発行日 平成22年1月27日(2010.1.27)

(24) 登録日 平成21年11月13日(2009.11.13)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/31 (2006.01)

H O 1 L 21/31 B

H O 1 L 21/22 (2006.01)

H O 1 L 21/22 5 1 1 A

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-425327 (P2003-425327)
 (22) 出願日 平成15年12月22日(2003.12.22)
 (65) 公開番号 特開2005-183823 (P2005-183823A)
 (43) 公開日 平成17年7月7日(2005.7.7)
 審査請求日 平成18年12月1日(2006.12.1)

(73) 特許権者 000001122
 株式会社日立国際電気
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
 (74) 代理人 100085637
 弁理士 梶原 辰也
 (72) 発明者 岡 威憲
 東京都中野区東中野三丁目14番20号
 株式会社日立国際電気内
 (72) 発明者 島田 真一
 東京都中野区東中野三丁目14番20号
 株式会社日立国際電気内
 (72) 発明者 宮田 敏光
 東京都中野区東中野三丁目14番20号
 株式会社日立国際電気内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置および半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を処理する処理室と、該処理室を形成するプロセスチューブと、該プロセスチューブの外側を取り囲む側壁および天井壁を有する断熱槽と、該断熱槽と前記プロセスチューブとの間に形成されて冷却ガスを流通させる冷却ガス通路と、を備え、

前記断熱槽の前記天井壁周縁部には、前記冷却ガス通路から前記冷却ガスを排出する排気口が複数設けられ、前記断熱槽の前記天井壁中央部下側には天井加熱手段が、前記排気口から排気される前記冷却ガスの排気流路から退避するように敷設され、

前記断熱槽の前記側壁内側には、前記プロセスチューブ内を加熱する側壁加熱手段が複数本周方向に同心円に配置され、

複数本の前記側壁加熱手段の間には、前記冷却ガスを前記冷却ガス通路に供給するノズルが複数本、前記側壁加熱手段と平行に延在するようにそれぞれ敷設され、該ノズルのそれぞれには噴射口が前記断熱槽の中心に向けて開設されている、

ことを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】

複数本の前記ノズルには冷却ガス供給装置が接続されており、該冷却ガス供給装置は複数本の前記ノズルのそれぞれからの冷却ガスの噴射量を制御するように構成されている、ことを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 の基板処理装置を用いて処理する半導体装置の製造方法であって、

前記天井加熱手段および前記側壁加熱手段が前記基板を加熱する工程と、
前記基板を前記処理室にて処理する工程と、
前記冷却ガス通路に前記冷却ガスが流通する工程と、
前記排気口に前記冷却ガスが排気される工程と、
を有する半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板処理装置に関し、例えば、半導体集積回路装置（以下、ＩＣという。）の製造方法に使用されるＣＶＤ装置や拡散装置、酸化装置およびアニール装置等の熱処理装置（furnace）に利用して有効なものに関する。

10

【背景技術】

【0002】

ＩＣの製造方法において、半導体素子を含む集積回路が作り込まれる半導体ウエハ（以下、ウエハという。）に窒化シリコン（ Si_3N_4 ）や酸化シリコンおよびポリシリコン等のＣＶＤ膜を形成するのに、バッチ式縦形ホットウオール形減圧ＣＶＤ装置が広く使用されている。バッチ式縦形ホットウオール形減圧ＣＶＤ装置（以下、ＣＶＤ装置という。）は、ウエハが搬入されるインナチューブおよびインナチューブを取り囲むアウトチューブから構成されて縦形に設置されたプロセスチューブと、プロセスチューブによって形成された処理室に処理ガスとしての成膜ガスを供給するガス供給管と、処理室を真空排気する排気管と、プロセスチューブ外に敷設されて処理室を加熱するヒータユニットと、ポートエレベータによって昇降されて処理室の炉口を開閉するシールキャップと、シールキャップの上に垂直に設置されて複数枚のウエハを保持するポートとを備えており、複数枚のウエハがポートによって垂直方向に整列されて保持された状態で処理室に下端の炉口から搬入（ポートローディング）され、シールキャップによって炉口が閉塞された状態で、処理室に成膜ガスがガス供給管から供給されるとともに、ヒータユニットによって処理室が加熱されることにより、ウエハの上にＣＶＤ膜が堆積するように構成されている。

20

【0003】

従来のこの種のＣＶＤ装置においては、ヒータユニットはセラミックファイバ等の断熱材が円筒形状に形成されて成る断熱槽の内周面に抵抗発熱体（珪化モリブデン、 $\text{Fe}-\text{Cr}-\text{Al}$ 合金等）が敷設されて構成されているのが、一般的である（例えば、特許文献１参照）。

30

【特許文献１】特開２００２－１１０５５６号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

抵抗発熱体は安価で、かつ、酸化雰囲気で使用することができるので、ＣＶＤ装置に広く使用されている。しかしながら、抵抗発熱体は高温強度が低く、表面負荷密度が小さいことから、所要の出力を得るためには肉厚が厚くなり、熱容量が大きくなるという問題点があり、その結果、急速の昇降温には不向きである。また、断熱槽の内周面に抵抗発熱体が敷設されて成るヒータユニットを備えたＣＶＤ装置においては、熱容量がきわめて大きい断熱槽を含めてプロセスチューブ設置室全体を抵抗発熱体によって加熱する必要があるために、プロセスチューブの昇降温時間が遅延するという問題点がある。

40

【0005】

本発明の目的は、急速の昇降温が可能な基板処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題を解決するための第一の手段は、基板を処理する処理室と、この処理室の外側を取り囲むように敷設された発熱体を有するヒータユニットと、前記発熱体と略同軸状に設けられ、前記処理室に向けて冷却ガスを噴射する複数の噴射孔が開設された複数のノズ

50

ルとを備えていることを特徴とする基板処理装置、である。

【 0 0 0 7 】

前記課題を解決するための第二の手段は、基板を処理する処理室と、この処理室を加熱するヒータユニットとを備えている基板処理装置において、前記ヒータユニットは複数の排気口の開口面が前記処理室と前記ヒータユニットとの間の筒状空間の略直上の天井部に配されていることを特徴とする。

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 0 8 】

前記した第一の手段によれば、冷却ガス供給管の噴射口から冷却ガスを噴射することにより、処理室を急速に降温することができる。

10

【 0 0 0 9 】

前記した第二の手段によれば、発熱体と処理室との間の筒状の空間を効率よく排気することができるので、処理室を急速に降温することができる。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 最 良 の 形 態 】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の一実施の形態を図面に即して説明する。

【 0 0 1 1 】

本実施の形態において、図 1、図 2 および図 3 に示されているように、本発明に係る基板処理装置は IC の製造方法における成膜工程を実施する CVD 装置（バッチ式縦形ホットウォール形減圧 CVD 装置）10 として構成されている。

20

【 0 0 1 2 】

図 1、図 2 および図 3 に示された CVD 装置 10 は、中心線が垂直になるように縦に配されて支持された縦形のプロセスチューブ 11 を備えており、プロセスチューブ 11 は互いに同心円に配置されたアウトチューブ 12 とインナチューブ 13 とから構成されている。アウトチューブ 12 は後記する加熱ランプの熱線（赤外線や遠赤外線等）を透過する材料の一例である石英（ SiO_2 ）が使用されて、上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に一体成形されている。インナチューブ 13 は上下両端が開口した円筒形状に形成されており、インナチューブ 13 の筒中空部はポートによって長く整列した状態に保持された複数枚のウエハが搬入される処理室 14 を実質的に形成している。インナチューブ 13 の下端開口はウエハを出し入れするための炉口 15 を実質的に構成している。したがって、インナチューブ 13 の内径は取り扱うウエハの最大外径（例えば、直径 300 mm）よりも大きくなるように設定されている。

30

【 0 0 1 3 】

アウトチューブ 12 とインナチューブ 13 との間の下端部は、略円筒形状に構築されたマニホールド 16 によって気密封止されており、マニホールド 16 はアウトチューブ 12 およびインナチューブ 13 の交換等のためにアウトチューブ 12 およびインナチューブ 13 にそれぞれ着脱自在に取り付けられている。マニホールド 16 が CVD 装置の筐体 2 に支持されることにより、プロセスチューブ 11 は垂直に据え付けられた状態になっている。

【 0 0 1 4 】

40

アウトチューブ 12 とインナチューブ 13 との隙間によって排気路 17 が、図 3 に示されているように、横断面形状が一定幅の円形リング形状に構成されている。図 1 に示されているように、マニホールド 16 の側壁の上部には排気管 18 の一端が接続されており、排気管 18 は排気路 17 の最下端部に連通した状態になっている。排気管 18 の他端には圧力コントローラ 21 によって制御される排気装置 19 が接続されており、排気管 18 の途中には圧力センサ 20 が接続されている。圧力コントローラ 21 は圧力センサ 20 からの測定結果に基づいて排気装置 19 をフィードバック制御するように構成されている。

【 0 0 1 5 】

マニホールド 16 の下方にはガス導入管 22 がインナチューブ 13 の炉口 15 に連通するように接続されており、ガス導入管 22 にはガス流量コントローラ 24 によって制御さ

50

れる原料ガス供給装置および不活性ガス供給装置（以下、ガス供給装置という。）２３が接続されている。ガス導入管２２によって炉口１５に導入されたガスは、インナチューブ１３の処理室１４内を流通して排気路１７を通して排気管１８によって排気される。

【００１６】

マニホールド１６には下端開口を閉塞するシールキャップ２５が垂直方向下側から当接されるようになっている。シールキャップ２５はマニホールド１６の外径と略等しい円盤形状に構築されており、筐体２の待機室３に設備されたポートエレベータ２６によって垂直方向に昇降されるように構成されている。ポートエレベータ２６はモータ駆動の送りねじ軸装置およびベローズ等によって構成されており、ポートエレベータ２６のモータ２７は駆動コントローラ２８によって制御されるように構成されている。シールキャップ２５の中心線上には回転軸３０が挿通されて回転自在に支承されており、回転軸３０は駆動コントローラ２８によって制御されるモータ２９によって回転駆動されるように構成されている。回転軸３０の上端にはポート３１が垂直に立脚されて支持されている。

【００１７】

ポート３１は上下で一对の端板３２、３３と、両端板３２と３３との間に架設されて垂直に配設された三本の保持部材３４とを備えており、三本の保持部材３４には多数の保持溝３５が長手方向に等間隔に配されて互いに対向して開口するように刻設されている。ポート３１は三本の保持部材３４の保持溝３５間にウエハ１を挿入されることにより、複数枚のウエハ１を水平にかつ互いに中心を揃えた状態に整列させて保持するようになっている。ポート３１と回転軸３０の間には断熱キャップ部３６が配置されている。断熱キャップ部３６はポート３１をシールキャップ２５の上面から持ち上げた状態に支持することにより、ポート３１の下端を炉口１５の位置から適当な距離だけ離間させるように構成されている。

【００１８】

図１および図２に示されているように、プロセスチューブ１１の外側にはヒータユニット４０が設置されている。ヒータユニット４０はプロセスチューブ１１を全体的に被覆する熱容量の小さい断熱槽４１を備えており、断熱槽４１はＣＶＤ装置の筐体２に垂直に支持されている。断熱槽４１の内側にはプロセスチューブ１１内を加熱する加熱手段としてのＬ管形ハロゲンランプ（以下、加熱ランプという。）４２が複数本、図３に示されているように、周方向に等間隔に配置されて同心円に設備されている。図４に示されているように、加熱ランプ４２群は長さが異なる複数規格のものが組み合わされて配置されており、熱の逃げ易いプロセスチューブ１１の上部および下部の発熱量が増加するように構成されている。各加熱ランプ４２の端子４２ａはプロセスチューブ１１の上部および下部（処理中のウエハ１のある高さよりも上部および下部）にそれぞれ配置されており、端子４２ａの介在による発熱量の低下が回避されている。加熱ランプ４２はカーボンやタングステン等のフィラメントを石英（ SiO_2 ）のＬ管によって被覆し、不活性ガスまたは真空雰囲気に封止して構成されている。加熱ランプ４２は熱エネルギーのピーク波長が $1.0\mu\text{m}$ 程度の熱線を照射するように構成されており、アウトチューブ１２を殆ど加熱することなく、ウエハ１を輻射等によって加熱することができるよう設定されている。

【００１９】

図１、図２および図５に示されているように、断熱槽４１の天井面の下側における中央部には直管形ハロゲンランプ（以下、天井加熱ランプという。）４３が複数本、互いに平行で両端を揃えられて敷設されており、天井加熱ランプ４３群はポート３１に保持されたウエハ１群をプロセスチューブ１１の上方から加熱するように構成されている。天井加熱ランプ４３はカーボンやタングステン等のフィラメントを石英（ SiO_2 ）の直管によって被覆し、不活性ガスまたは真空雰囲気に封止して構成されている。天井加熱ランプ４３は熱エネルギーのピーク波長が $1.0\mu\text{m}$ 程度の熱線を照射するように構成されており、アウトチューブ１２を殆ど加熱することなく、ウエハ１を輻射等によって加熱することができるよう設定されている。同様に、ポート３１と断熱キャップ部との間には、キャップ加熱ランプが構成されている。

【 0 0 2 0 】

図 1 に示されているように、加熱ランプ 4 2 群、天井加熱ランプ 4 3 群およびキャップ加熱ランプ群はランプ駆動装置 4 4 に接続されており、ランプ駆動装置 4 4 は温度コントローラ 4 5 によって制御されるように構成されている。インナチューブ 1 3 の内側にはカスケード熱電対 4 6 が垂直方向に敷設されており、カスケード熱電対 4 6 は計測結果を温度コントローラ 4 5 に送信するようになっている。温度コントローラ 4 5 はカスケード熱電対 4 6 からの計測温度によって加熱ランプ駆動装置 4 4 をフィードバック制御するようになっている。すなわち、温度コントローラ 4 5 は加熱ランプ駆動装置 4 4 の目標温度とカスケード熱電対 4 6 の計測温度との誤差を求めて、誤差がある場合には誤差を解消させるフィードバック制御を実行するようになっている。また、温度コントローラ 4 5 は加熱ランプ 4 2 群をゾーン制御するように構成されている。

10

【 0 0 2 1 】

図 2 および図 3 に示されているように、加熱ランプ 4 2 群の外側には円筒形状に形成されたリフレクタ（反射板）4 7 がプロセスチューブ 1 1 と同心円に設置されており、リフレクタ 4 7 は加熱ランプ 4 2 群からの熱線をプロセスチューブ 1 1 の方向に全て反射させるように構成されている。リフレクタ 4 7 はステンレス鋼板に石英（ SiO_2 ）をコーティングして形成された材料のように耐酸化性、耐熱性および耐熱衝撃性に優れた材料によって構成されている。図 6 に示されているように、リフレクタ 4 7 の外周面には冷却水配管 4 8 が螺旋状に敷設されており、冷却水配管 4 8 はリフレクタ 4 7 を 4 0 0 以下に冷却するように設定されている。リフレクタ 4 7 は 4 0 0 を超えると、酸化等によって劣化し易くなるが、リフレクタ 4 7 を 4 0 0 以下に冷却することにより、リフレクタ 4 7 の耐久性を向上させることができる。また、リフレクタ 4 7 の劣化に伴うパーティクルの発生を抑制することができる。また、断熱槽 4 1 の内部の温度を低下させる際に、リフレクタ 4 7 を冷却することにより、冷却効果を向上させることができる。さらに、冷却水配管 4 8 はリフレクタ 4 7 の冷却領域を上中下段のゾーン 4 8 a、4 8 b、4 8 c に分けてそれぞれ制御し得るように構成されている。冷却水配管 4 8 をゾーン制御することにより、プロセスチューブ 1 1 の温度を降下させる際に、プロセスチューブ 1 1 のゾーンに対応して冷却することができる。例えば、ウエハ群が置かれたゾーンは熱容量がウエハ群の分だけ大きくなることにより、ウエハ群が置かれないゾーンに比べて冷却し難くなるために、冷却水配管 4 8 のウエハ群に対応するゾーンを優先的に冷却するようにゾーン制御することができる。なお、冷却水配管 4 8 は螺旋形状に形成したが、波形状ないしは蛇行形状に形成してもよい。

20

30

【 0 0 2 2 】

図 1 および図 2 に示されているように、断熱槽 4 1 の天井面には円板形状に形成された天井リフレクタ 4 9 がプロセスチューブ 1 1 と同心円に設置されており、天井リフレクタ 4 9 は天井加熱ランプ 4 3 群からの熱線をプロセスチューブ 1 1 の方向に全て反射させるように構成されている。天井リフレクタ 4 9 も耐酸化性、耐熱性および耐熱衝撃性に優れた材料によって構成されている。図 5 に示されているように、天井リフレクタ 4 9 の上面には冷却水配管 5 0 が蛇行状に敷設されており、冷却水配管 5 0 は天井リフレクタ 4 9 を 4 0 0 以下に冷却するように設定されている。天井リフレクタ 4 9 は 4 0 0 を超えると、酸化等によって劣化し易くなるが、天井リフレクタ 4 9 を 4 0 0 以下に冷却することにより、天井リフレクタ 4 9 の耐久性を向上させることができる。また、天井リフレクタ 4 9 の劣化に伴うパーティクルの発生を抑制することができる。また、断熱槽 4 1 の内部の温度を低下させる際に、天井リフレクタ 4 9 を冷却することにより、冷却効果を向上させることができる。

40

【 0 0 2 3 】

図 1 および図 2 に示されているように、断熱槽 4 1 とプロセスチューブ 1 1 との間には冷却ガスとしての冷却エアを流通させる冷却エア通路 5 1 が、プロセスチューブ 1 1 を全体的に包囲するように形成されている。断熱槽 4 1 の下端部には冷却エアを冷却エア通路 5 1 に供給する給気管 5 2 が複数（本実施の形態においては、10 箇所）接続されており

50

、給気管 5 2 に供給された冷却エアは冷却エア通路 5 1 の全周に拡散するようになっている。断熱槽 4 1 の天井壁の中央部には冷却エアを冷却エア通路 5 1 から排出する排気口 5 3 が開設されており、排気口 5 3 には排気装置に接続された排気路（図示せず）が接続されている。断熱槽 4 1 の天井壁の排気口 5 3 の下側には排気口 5 3 と連通するバッファ部 5 4 が大きく形成されており、バッファ部 5 4 の底面における周辺部にはサブ排気口 5 5 が複数、バッファ部 5 4 と冷却エア通路 5 1 とを連絡するように開設されている。図 1、図 2、図 3 および図 5 に示されているように、複数のサブ排気口 5 5（本実施の形態においては、4 箇所）は冷却エア通路 5 1 の略直上にそれぞれ配置されている。これらサブ排気口 5 5 により、冷却エア通路 5 1 を効率よく排気することができる。また、断熱槽 4 1 の下端部に給気管 5 2 を複数設けることにより、より広範囲に効率のよい排気冷却が可能となる。また、サブ排気口 5 5 を断熱槽 4 1 の天井壁の周辺部（周縁部）に配置することにより、天井加熱ランプ 4 3 を断熱槽 4 1 の天井面の中央部に敷設することができるとともに、天井加熱ランプ 4 3 を排気流路から退避させて排気流による応力や化学反応を防止することにより、天井加熱ランプ 4 3 の劣化を抑制することができる。

10

【0024】

図 1、図 2、図 3 および図 4 に示されているように、リフレクタ 4 7 の内周には冷却ガスとしての冷却エアを冷却エア通路 5 1 に供給するノズル 5 6 が複数本、周方向に等間隔に配置されて垂直方向に延在するように敷設されており、各ノズル 5 6 には複数の噴射口 5 7 が冷却エアを断熱槽 4 1 の中心に向けて半径方向へ噴射するようにそれぞれ開設されている。ノズル 5 6 はステンレス鋼管に石英（ SiO_2 ）をコーティングして形成された材料のように耐酸化性、耐熱性および耐熱衝撃性に優れた材料によって構成されており、ノズル 5 6 の耐久性が向上されているとともに、劣化に伴うパーティクルの発生を抑制するようになっている。ノズル 5 6 には送風機や流量調整弁および圧力調整弁等から構成された冷却エア供給装置 5 8 が接続されており、冷却エア供給装置 5 8 は流量調整コントローラ 5 9 によって制御されるように構成されている。ノズル 5 6 群からの冷却エアの噴射量を冷却エア供給装置 5 8 によって制御することにより、冷却エア通路 5 1 による冷却能力を調整することができる。また、各ノズル 5 6 毎に冷却エア供給装置 5 8 を設けることにより、冷却エア通路 5 1 の冷却能力をゾーン制御することができる。例えば、冷却エア通路 5 1 の低温になる側に位置したノズル 5 6 群の冷却エアの噴射量をその他の領域に比べて大きくすることにより、冷却エア通路 5 1 を全体的に均一に冷却することができる。

20

30

【0025】

各ノズル 5 6 はプロセスチューブ 1 1 内（ウエハ 1 等）に向けて加熱ランプ 4 2 の発する熱線を遮らないように各加熱ランプ 4 2 の間に配列されている。また、噴射口 5 7 は加熱ランプ 4 2 に冷却エアを吹き付けないように径方向の中心向きに開設されている。これにより、冷却エアの吹き付けによる加熱ランプ 4 2 の破損や劣化が防止されている。さらに、断熱槽 4 1 の天井面の下側には天井ノズル 6 0 が蛇行状に敷設されており、天井ノズル 6 0 には複数の噴射口 6 1 が冷却エアを垂直方向下向きに噴射するように開設されている。

【0026】

前記構成に係る CVD 装置による IC の製造方法における成膜工程を説明する。

40

【0027】

図 1 に示されているように、予め指定された枚数のウエハ 1 がポート 3 1 に装填されると、ウエハ 1 群を保持したポート 3 1 はシールキャップ 2 5 がポートエレベータ 2 6 によって上昇されることにより、インナチューブ 1 3 の処理室 1 4 に搬入（ポートローディング）されて行き、シールキャップ 2 5 に支持されたままの状態では処理室 1 4 に存置される（図 7 参照）。上限に達したシールキャップ 2 5 はマニホールド 1 6 に押接することにより、プロセスチューブ 1 1 の内部をシールした状態になる。

【0028】

続いて、プロセスチューブ 1 1 の内部が排気管 1 8 によって排気されるとともに、加熱

50

ランプ４２群および天井加熱ランプ４３群によって温度コントローラ４５のシーケンス制御の目標温度に加熱される。加熱ランプ４２群および天井加熱ランプ４３群の加熱によるプロセスチューブ１１の内部の実際の上昇温度と、加熱ランプ４２群および天井加熱ランプ４３群のシーケンス制御の目標温度との誤差は、カスケード熱電対４６の計測結果に基づくフィードバック制御によって補正される。また、ポート３１がモータ２９によって回転される。

【００２９】

プロセスチューブ１１の内圧および温度、ポート３１の回転が全体的に一定の安定した状態になると、プロセスチューブ１１の処理室１４には原料ガスがガス供給装置２３によってガス導入管２２から導入される。ガス導入管２２によって導入された原料ガスは、インナチューブ１３の処理室１４内を流通して排気路１７を通過して排気管１８によって排気される。処理室１４を流通する際に、原料ガスが所定の処理温度に加熱されたウエハ１に接触することによる熱ＣＶＤ反応により、ウエハ１にはＣＶＤ膜が形成される。ちなみに、窒化珪素（ Si_3N_4 ）が成膜される場合の処理条件の一例は、次の通りである。処理温度は $700 \sim 800$ 、原料ガスとしての SiH_4 、 Cl_2 の流量は $0.1 \sim 0.5 \text{ SLM}$ （スタンダード・リットル毎分）、 NH_3 の流量は $0.3 \sim 5 \text{ SLM}$ 、処理圧力は $20 \sim 100 \text{ Pa}$ である。ここで、ＣＶＤ反応時においても冷却エア６２をノズル５６群によって、噴射し続けることにより、アウトチューブ１２の温度を所定の温度に保つようにしてもよい。これにより、特に降温時間（熱容量が大きいアウトチューブ１２を予め熱を保たせなくすることにより）を短縮できる。また、冷却エア６２がノズル５６群により噴射されアウトチューブ１２を所定の温度（例えば、 150 程度）に加熱ランプ４２群および天井加熱ランプ４３群、キャップ加熱ランプによる加熱中でも保つようにしてもよい。

【００３０】

所定の処理時間が経過すると、処理ガスの導入が停止された後に、窒素ガス等のパージガスがプロセスチューブ１１の内部にガス導入管２２から導入されるとともに、図７に示されているように、冷却エア６２がノズル５６群、天井ノズル６０および給気管５２から供給されてサブ排気口５５、バッファ部５４および排気口５３から排気されることにより、冷却エア通路５１に流通される。冷却エア通路５１における冷却エア６２の流通により、０の全体が冷却されるために、プロセスチューブ１１の温度は大きいレート（速度）をもって急速に下降することになる。この際、断熱槽４１は熱容量が通例に比べて小さく設定されているので、急速に冷却することができる。なお、冷却エア通路５１は処理室１４から隔離されているので、冷媒として冷却エア６２を使用することができるが、冷却効果をより一層高めるためや、エア内の不純物による高温下での腐蝕を防止するために、窒素ガス等の不活性ガスを冷媒ガスとして使用してもよい。

【００３１】

処理室１４の温度が所定の温度に下降すると、シールキャップ２５に支持されたポート３１はポートエレベータ２６によって下降されることにより、処理室１４から搬出（ポートアンローディング）される。

【００３２】

以降、前記作用が繰り返されることにより、ＣＶＤ装置１０によってウエハ１に対する成膜処理が実施されて行く。

【００３３】

ところで、アウトチューブ１２およびヒータユニット４０の温度は処理温度以上に維持する必要がないばかりでなく、処理温度未満に下げることがかえって好ましいために、前述した成膜ステップにおいては、冷却エア６２が冷却エア通路５１に流通される。冷却エア通路５１における冷却エア６２の流通によってアウトチューブ１２およびヒータユニット４０を強制的に冷却することにより、例えば、シリコン窒化膜であれば NH_4Cl の付着を防止することができる 150 程度にアウトチューブ１２の温度を維持することができる。

【００３４】

以上の説明から明らかな通り、本願は次の半導体装置の製造方法を含む。

基板を処理する処理室と、この処理室の外側を取り囲むように敷設された発熱体を有するヒータユニットと、前記発熱体と同軸状に冷却ガスを噴射する複数の噴射孔が開設されたノズルとを備えていることを特徴とする基板処理装置を用いる半導体装置の製造方法であって、前記ヒータユニットが前記基板を加熱するステップと、前記基板を前記処理室にて処理するステップと、前記ノズルから冷却ガスを供給するステップとを備えていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【0035】

前記実施の形態によれば、次の効果が得られる。

【0036】

10

1) ウエハを加熱ランプ群によって加熱することにより、アウトチューブを含めてプロセスチューブ設置室全体を処理温度まで上昇させずに済むために、処理室の昇降温時間を短縮することができ、その結果、CVD装置のスループットを向上させることができる。

【0037】

2) 処理室を熱エネルギーの消費を低減しつつ効率よく昇降温させることにより、CVD装置の総処理時間を短縮させて性能を向上させることができるとともに、電力消費の費用を低減させることができるので、CVD装置のランニングコストひいてはICの製造方法の製造コストを低減させることができる。

【0038】

3) 成膜ステップに際して、断熱槽とアウトチューブの間の空間に冷却エアを流通することにより、アウトチューブの内面に成膜されたり副生成物が付着したりするのを防止することができるので、パーティクルの発生を防止することができるとともに、クリーニング時間を短縮することができる。

20

【0039】

4) 成膜ステップ後に断熱槽とプロセスチューブの間の空間に冷却エアを流通することにより、断熱槽およびプロセスチューブを大きいレート（速度）をもって急速に降温させることができるので、CVD装置のスループットをより一層向上させることができ、また、ウエハの熱履歴を小さくすることにより、ICの歩留りを向上させることができる。

【0040】

5) 複数のサブ排気口を冷却エア通路の略直上にそれぞれ配置することにより、冷却エア通路を効率よく排気することができるので、断熱槽およびプロセスチューブをより一層大きいレート（速度）をもって急速に降温させることができる。

30

【0041】

6) サブ排気口を断熱槽の天井壁の周辺部に配置することにより、天井加熱ランプを断熱槽の天井面の中央部に敷設することができるとともに、天井加熱ランプを排気流路から退避させて排気流による応力や化学反応を防止することにより、天井加熱ランプの劣化を抑制することができる。

【0042】

7) 複数本のノズルを冷却エア通路に周方向に等間隔に配置して垂直方向に延在するように敷設し、各ノズルには複数個の噴射口を冷却エアを断熱槽の中心方向に向けて半径方向へ噴射するようにそれぞれ開設することにより、断熱槽およびプロセスチューブを大きいレート（速度）をもってより一層急速に降温させることができるので、CVD装置のスループットをより一層向上させることができ、また、ウエハの熱履歴を小さくすることにより、ICの歩留りを向上させることができる。

40

【0043】

8) ノズルをステンレス鋼管に石英をコーティングして形成された材料を使用して形成することにより、ノズルの耐酸化性、耐熱性および耐熱衝撃性を向上させることができるので、ノズルの寿命を向上させることができるとともに、劣化に伴うパーティクルの発生を防止することができる。

【0044】

50

9) ノズル群に送風機や流量調整弁および圧力調整弁等から構成された冷却エア供給装置を接続し、冷却エア供給装置を流量調整コントローラによって制御するように構成することにより、ノズル群からの冷却エアの噴射量を冷却エア供給装置によって制御することができるので、冷却エア通路による冷却能力を調整することができる。

【0045】

10) また、各ノズル毎に冷却エア供給装置を設けることにより、冷却エア通路の冷却能力をゾーン制御することができるので、冷却エア通路を全体的に均一に冷却したり、冷却分布を調整して冷却することができる。

【0046】

11) ノズルを加熱ランプの熱線を遮らないように各加熱ランプの間に配列し、噴射口を加熱ランプに冷却エアを吹き付けないように断熱槽の中心に向けて径方向に開設することにより、冷却エアの吹き付けによる加熱ランプの破損や劣化を防止することができるので、加熱ランプ群の寿命を延ばすことができる。

【0047】

なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変更が可能であることはいうまでもない。

【0048】

図4に示されているように、ノズル56は冷却エアが上側から下側に流下するように構成するに限らず、図8に示されているように、ノズル56群は冷却エアの流れの方向が交互になるように配列してもよい。また、ノズル群は冷却エアが下側から上側に流れるように構成してもよい。

【0049】

ノズル56群は噴射口57が同一線上に並ぶように配列する(図8参照)に限らず、図9に示されているように、噴射口57が千鳥状に交互に並ぶように配列してもよい。さらに、図10に示されているように、噴射口57群は冷却エアの噴出密度分布がゾーン毎に適宜に相異なるように不等ピッチに配列してもよい。好ましくは、熱処理中にウエハ1の置かれる位置(高さ)に多く冷却ガスを噴射できるように配列するとよい。このことにより、ウエハの持つ熱容量によってウエハの置かれる位置(高さ)の熱が降温しにくくなることを防ぐことができる。

【0050】

噴射口57は小孔によって構成するに限らず、図11に示されているように、噴射形態制御具(ノズル)57Aによって構成してもよい。噴射形態制御具によれば、噴射形態を制御することができるので、アウトチューブ12に対する冷却エアの吹き付け形態や流量を制御することができる。

【0051】

加熱手段としては、熱エネルギーのピーク波長が $1.0\mu\text{m}$ のハロゲンランプを使用するに限らず、熱線(赤外線や遠赤外線等)の波長(例えば、 $0.5\sim 3.5\mu\text{m}$)を照射する他の加熱ランプ(例えば、熱エネルギーのピーク波長が $2\sim 2.5\mu\text{m}$ 程度であるカーボンランプ)を使用してもよいし、誘導加熱ヒータ、珪化モリブデンやFe-Cr-Al合金等の金属発熱体を使用してもよい。

【0052】

アウトチューブは石英によって形成するに限らず、熱線の波長を透過することができる材料であって、ウエハの汚染を防止することができる材料によって形成してもよい。

【0053】

前記実施の形態においては、CVD装置について説明したが、酸化・拡散装置やアニール装置等の基板処理装置全般に適用することができる。

【0054】

被処理基板はウエハに限らず、ホトマスクやプリント配線基板、液晶パネル、コンパクトディスクおよび磁気ディスク等であってもよい。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

【図 1】本発明の一実施の形態である C V D 装置を示す一部切断正面図である。

【図 2】主要部を示す正面断面図である

【図 3】その平面断面図である。

【図 4】加熱ランプ群およびノズル群のレイアウトを示す展開図である。

【図 5】天井加熱ランプ群や冷却水配管およびサブ排気口のレイアウトを示す平面図である。

【図 6 (a)】リフレクタおよび冷却水配管を示す平面図である。

【図 6 (b)】同じく側面図である。

【図 7】冷却エアの流れを示す主要部の正面断面図である。

10

【図 8】ノズル群のレイアウトの第二の実施の形態を示す展開図である。

【図 9】ノズル群のレイアウトの第三の実施の形態を示す展開図である。

【図 1 0】ノズル群のレイアウトの第四の実施の形態を示す展開図である。

【図 1 1】噴射口の第二の実施の形態を示しており、(a) は正面図、(b) は側面図である。

【符号の説明】

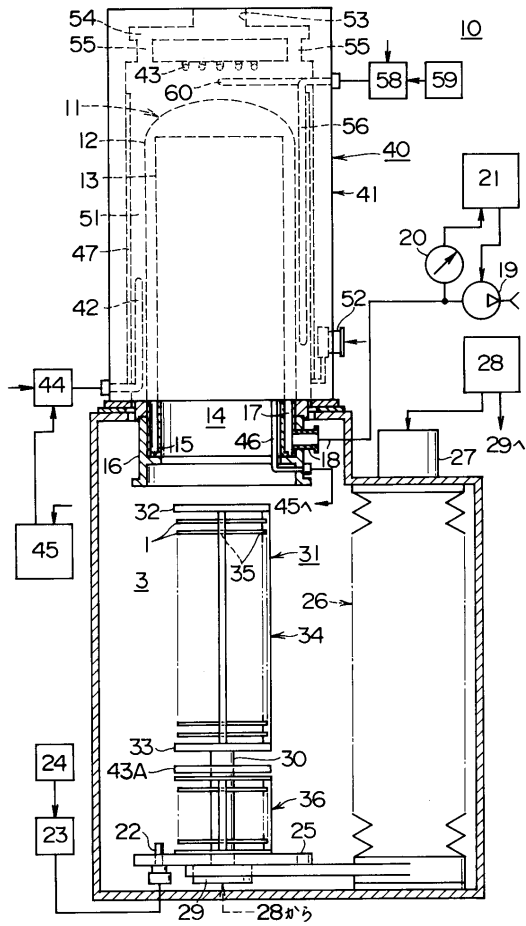
【 0 0 5 6 】

1 ... ウエハ (基板)、2 ... 筐体、3 ... 待機室、1 0 ... C V D 装置 (基板処理装置)、1 1 ... プロセスチューブ、1 2 ... アウタチューブ、1 3 ... インナチューブ、1 4 ... 処理室、1 5 ... 炉口、1 6 ... マニホールド、1 7 ... 排気路、1 8 ... 排気管、1 9 ... 排気装置、2 0 ... 圧力センサ、2 1 ... 圧力コントローラ、2 2 ... ガス導入管、2 3 ... ガス供給装置、2 4 ... ガス流量コントローラ、2 5 ... シールキャップ、2 6 ... ポートエレベータ、2 7 ... モータ、2 8 ... 駆動コントローラ、2 9 ... モータ、3 0 ... 回転軸、3 1 ... ポート、3 2、3 3 ... 端板、3 4 ... 保持部材、3 5 ... 保持溝、3 6 ... 断熱キャップ部、4 0 ... ヒータユニット、4 1 ... 断熱槽、4 2 ... 加熱ランプ (加熱手段)、4 3 ... 天井加熱ランプ、4 3 A ... キャップ加熱ランプ、4 4 ... 加熱ランプ駆動装置、4 5 ... 温度コントローラ、4 6 ... カスケード熱電対、4 7 ... リフレクタ、4 8 ... 冷却水配管、4 9 ... 天井リフレクタ、5 0 ... 冷却水配管、5 1 ... 冷却エア通路、5 2 ... 給気管、5 3 ... 排気口、5 4 ... バッファ部、5 5 ... サブ排気口、5 6 ... ノズル、5 7 ... 噴射口、5 7 A ... 噴射形態制御具 (ノズル)、5 8 ... 冷却エア供給装置、5 9 ... 冷却エア制御コントローラ、6 0 ... 天井ノズル、6 1 ... 噴射口、6 2 ... 冷却エア (冷却ガス)。

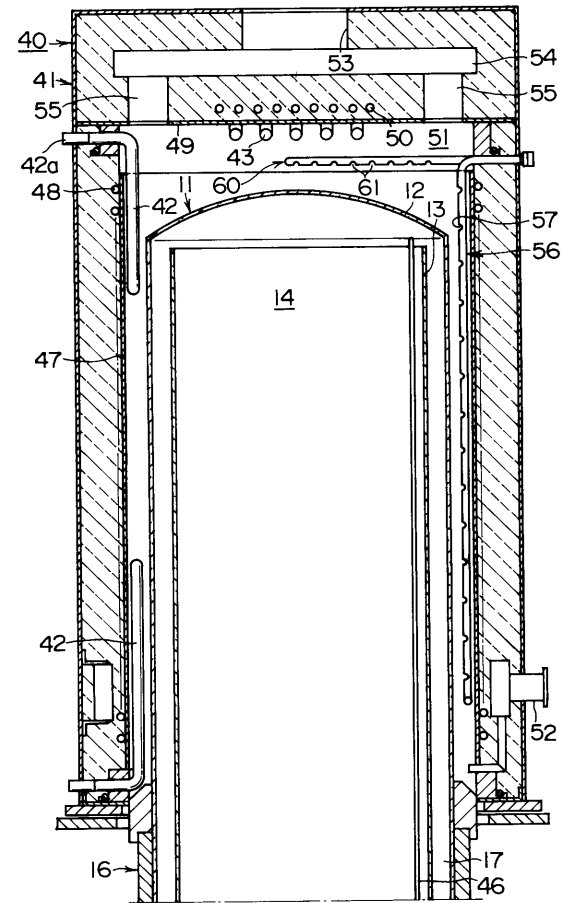
20

30

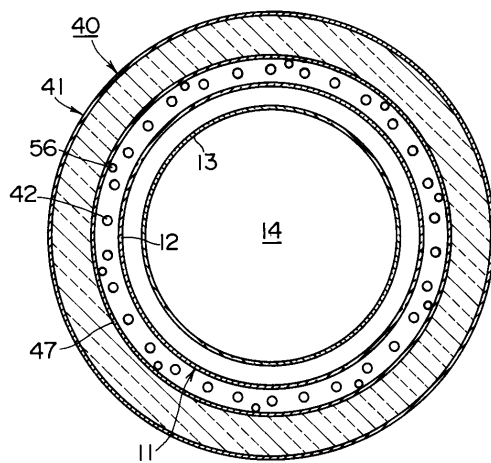
【図 1】



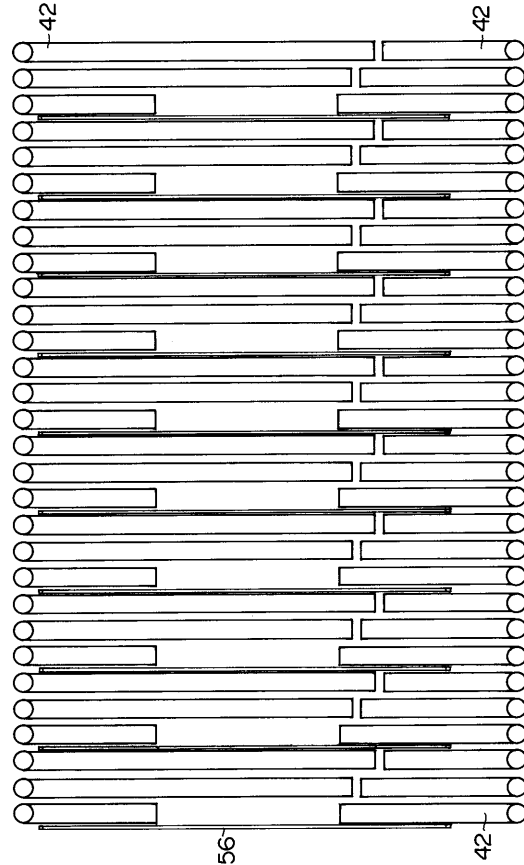
【図 2】



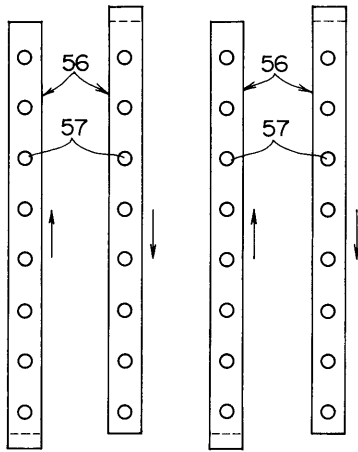
【図 3】



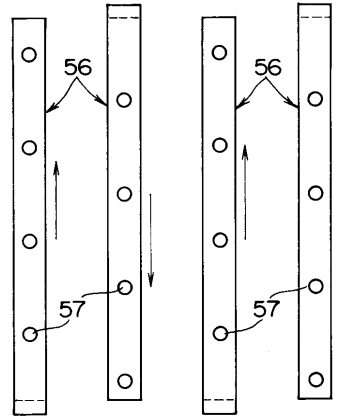
【図 4】



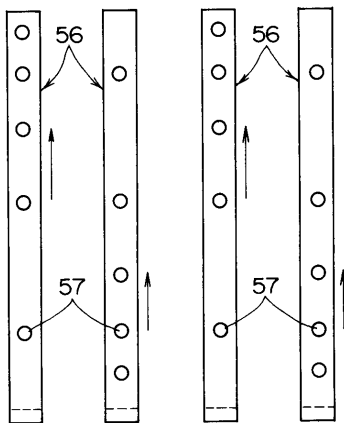
【図 8】



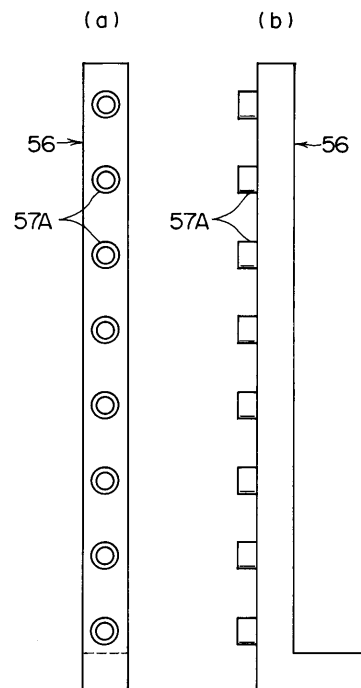
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 大塚 徹

(56)参考文献 特開平08-181082(JP,A)
特開2001-257172(JP,A)
特開平01-273311(JP,A)
特開平09-190982(JP,A)
特開平07-115066(JP,A)
特開2001-250786(JP,A)
特開2003-324045(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/31
H01L 21/22