

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5017950号
(P5017950)

(45) 発行日 平成24年9月5日(2012.9.5)

(24) 登録日 平成24年6月22日(2012.6.22)

(51) Int. Cl.		F I
H O 1 L 21/205	(2006.01)	H O 1 L 21/205
C 3 O B 25/16	(2006.01)	C 3 O B 25/16
C 2 3 C 16/46	(2006.01)	C 2 3 C 16/46
C 2 3 C 16/52	(2006.01)	C 2 3 C 16/52

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2006-200798 (P2006-200798)	(73) 特許権者	302006854
(22) 出願日	平成18年7月24日 (2006.7.24)		株式会社 S U M C O
(65) 公開番号	特開2007-116094 (P2007-116094A)		東京都港区芝浦一丁目2番1号
(43) 公開日	平成19年5月10日 (2007.5.10)	(74) 代理人	100085372
審査請求日	平成21年6月12日 (2009.6.12)		弁理士 須田 正義
(31) 優先権主張番号	特願2005-274105 (P2005-274105)	(72) 発明者	和田 直之
(32) 優先日	平成17年9月21日 (2005.9.21)		東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		S U M C O 内
		(72) 発明者	岸 弘之
			東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社
			S U M C O 内
		審査官	粟野 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エピタキシャル成長装置の温度管理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

量産用サセプタ(18)の上方にアップパイロメータ(22)及び下方にロアパイロメータ(23)をそれぞれ有し、前記両パイロメータ(22,23)に基づいて前記サセプタ(18)に載せられた量産用基板(13)上にエピタキシャル層(13a)を成長させるエピタキシャル成長装置(11)の温度管理を行う方法において、

前記量産用サセプタ(18)の代わりに予め設けた温度校正用サセプタ(17)に取付けた熱電対(26)により前記アップパイロメータ(22)を校正する工程と、

前記アップパイロメータ(22)の校正された値に前記ロアパイロメータ(23)の測定値を一致させる工程と、

前記量産用基板(13)の代わりに前記量産用サセプタ(18)に予め載せたサンプル用基板(12)上へのエピタキシャル成長時に前記熱電対(26)による校正後の前記アップパイロメータ(22)により間接測定した基板温度とエピタキシャル成長直後に測定したサンプル用基板(12)のヘイズとの相関線を設定する工程と、

前記量産用基板(13)上へのエピタキシャル成長時に前記熱電対(26)による校正後の前記アップパイロメータ(22)により前記量産用基板(13)の温度(Tx)を間接測定する工程と、

前記エピタキシャル成長直後に測定した量産用基板(13)のヘイズを前記相関線に当てはめて前記量産用基板(13)上へのエピタキシャル成長時の前記量産用基板(13)の温度(Ty)を推定する工程と、

前記推定された量産用基板(13)の温度(Ty)に前記アップパイロメータ(22)により間接測

10

20

定された前記量産用基板(13)の温度(Tx)を一致させる校正を行う工程とを含むことを特徴とするエピタキシャル成長装置の温度管理方法。

【請求項2】

エピタキシャル成長直後の前記サンプル用基板(12)のヘイズとエピタキシャル成長直後の前記量産用基板(13)のヘイズとをレーザ表面検査装置によりそれぞれ測定する請求項1記載のエピタキシャル成長装置の温度管理方法。

【請求項3】

前記アップパイロメータ(22)により間接測定されたエピタキシャル成長時の前記量産用基板(13)の温度(Tx)と、前記量産用基板(13)のヘイズを相関線に当てはめて推定されたエピタキシャル成長時の前記量産用基板(13)の温度(Ty)との差が、5以上になったときに、前記推定された量産用基板(13)の温度(Ty)に前記間接測定された量産用基板(13)の温度(Tx)を一致させる校正を行う請求項1記載のエピタキシャル成長装置の温度管理方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エピタキシャル成長装置を用いて基板上にエピタキシャル層を成長させるときの温度を管理する方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、加熱手段によりエピタキシャル成長装置の処理チャンバ内を加熱し、この加熱された処理チャンバ内に基板を搬送し、更に搬送中に基板の反りを防止すべく基板の表面と裏面との間における温度差が小さくなるように加熱手段による加熱を制御するウェーハ取扱方法(例えば、特許文献1参照。)が開示されている。このウェーハ取扱方法では、加熱手段が処理チャンバの上部及び下部に配置されたハロゲンランプであり、このハロゲンランプにより加熱された処理チャンバ内の基板やこの基板を支持するサセプタの表面温度がパイロメータにより測定される。具体的には、パイロメータは処理チャンバ内の基板やサセプタからの熱放射エネルギーを受けてこれらの表面温度を測定するように構成される。また処理チャンバに基板を搬送するために、搬送ロボットやリフト機構などが用いられる。

20

このように構成されたウェーハ取扱方法では、パイロメータの検出出力に基づいてハロゲンランプが制御される、即ち搬送中の基板の表面及び裏面間の温度差が小さくなるようにハロゲンランプによる加熱が制御されるので、処理チャンバに基板を搬送する際に、搬送ロボットやリフト機構などで支持された基板に反りが生ずるのを防止できるようになっている。

30

【特許文献1】特開2000-269137号公報(請求項4、段落[0016]~段落[0022]、段落[0037]、図1)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、上記従来の特許文献1に示されたウェーハ取扱方法では、放射温度計であるパイロメータを用いており、この放射温度計の特性上の理由、即ち赤外線エネルギーと外的要因によって変動してしまう放射率とを用いて温度を算出しているという理由から、放射温度計による間接測定温度が経時的に変化して実際の基板温度とずれるため、定期的に、熱電対を取付けたサセプタを用いて、処理チャンバ内の基板温度を直接測定し、放射温度計を校正する必要があった。この放射温度計の校正には、極めて多くの時間(2~3日間)を要するため、毎回、エピタキシャル成長処理後の放射温度計の校正を行うことはできず、また、この放射温度計の校正作業中は量産用基板にエピタキシャル層を成長させることができない問題点があった。このことから、例えば、2年に1回の定期整備時や、エピタキシャル層を成長させた量産用基板の極端な品質異常の発生時に、温度の確認作業や放射温度計の校正作業を行うのみで、これらの作業の頻度が低くなるとともに、放射温度計に

40

50

よる間接測定温度の実際の基板温度とのずれをモニタリングすることができないため、エピタキシャル層を成長させた量産用基板の品質が次第に低下してしまう問題点があった。

また、上記従来の特許文献 1 に示されたウェーハ取扱方法では、処理チャンバ内の基板温度を石英製の透明上壁及び透明下壁をそれぞれ透過して放射温度計により間接測定しており、透明上壁及び透明下壁が汚れると、放射温度計による間接測定温度が実際の基板温度からずれてしまい、エピタキシャル基板の品質が低下する問題点もあった。

本発明の目的は、エピタキシャル成長時の基板温度を間接測定するアップパイロメータ（放射温度計）を数時間という比較的短時間で正確に校正することができ、これによりエピタキシャル層を成長させた量産用基板の品質を向上できる、エピタキシャル成長装置の温度管理方法を提供することにある。

10

本発明の別の目的は、実生産の操業過程において、量産用基板にエピタキシャル層を成長させながら、アップパイロメータ（放射温度計）による間接測定温度の実際の基板温度とのずれをモニタリングすることができ、これにより設定温度に極めて近い温度で量産用基板にエピタキシャル成長を実施できる、エピタキシャル成長装置の温度管理方法を提供することにある。

本発明の更に別の目的は、エピタキシャル成長直後のサンプル用基板のヘイズとエピタキシャル成長直後の量産用基板のヘイズとをレーザ表面検査装置によりそれぞれ測定することにより、正確にヘイズを測定できる、エピタキシャル成長装置の温度管理方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0004】

請求項 1 に係る発明は、図 1 ~ 図 3 に示すように、量産用サセプタ 18 の上方にアップパイロメータ 22 及び下方にロアパイロメータ 23 をそれぞれ有し、上記両パイロメータ 22, 23 に基づいてサセプタ 18 に載せられた量産用基板 13 上にエピタキシャル層 13a を成長させるエピタキシャル成長装置 11 の温度管理を行う方法の改良である。

その特徴ある構成は、量産用サセプタ 18 の代わりに予め設けた温度校正用サセプタ 17 に取付けた熱電対 26 によりアップパイロメータ 22 を校正する工程と、アップパイロメータ 22 の校正された値にロアパイロメータ 23 の測定値を一致させる工程と、量産用基板 13 の代わりに量産用サセプタ 18 に予め載せたサンプル用基板 12 上へのエピタキシャル成長時に熱電対 26 による校正後のアップパイロメータ 22 により間接測定した基板温度とエピタキシャル成長直後に測定したサンプル用基板 12 のヘイズとの相関線を設定する工程と、量産用基板 13 上へのエピタキシャル成長時に熱電対 26 による校正後のアップパイロメータ 22 により量産用基板 13 の温度 T_x を間接測定する工程と、エピタキシャル成長直後に測定した量産用基板 13 のヘイズを上記相関線に当てはめて量産用基板 13 上へのエピタキシャル成長時の量産用基板 13 の温度 T_y を推定する工程と、この推定された量産用基板 13 の温度 T_y にアップパイロメータ 22 により間接測定された量産用基板 13 の温度 T_x を一致させる校正を行う工程とを含むところにある。

30

【0005】

この請求項 1 に記載されたエピタキシャル成長装置の温度管理方法では、サンプル用基板 12 上へのエピタキシャル成長時の基板温度とエピタキシャル成長直後のサンプル用基板 12 のヘイズとの相関関係を求めておき、以後、量産用基板 13 上へのエピタキシャル成長直後の量産用基板 13 のヘイズを測定することにより、上記相関関係から量産用基板 13 上へのエピタキシャル成長時の基板温度を正確に推定できる。これにより量産用基板 13 上へのエピタキシャル成長時の基板の設定温度と実際の温度とのずれをモニタリングできるとともに、アップパイロメータ 22 を短時間で校正できる。また、実生産の操業過程において、量産用基板 13 にエピタキシャル層 13a を成長させながら、アップパイロメータ 22 により間接測定された量産用基板 13 の温度 T_x の実際の基板温度とのずれをモニタリングすることができるので、設定温度に極めて近い温度で量産用基板 13 にエピタキシャル成長を実施できる。

40

【0006】

50

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に係る発明であって、更に図 1 ~ 図 3 に示すように、エピタキシャル成長直後のサンプル用基板 1 2 のヘイズとエピタキシャル成長直後の量産用基板 1 3 のヘイズとをレーザ表面検査装置 2 7 によりそれぞれ測定することを特徴とする。

通常、エピタキシャル成長処理後に洗浄処理が行われるけれども、洗浄条件によってヘイズ値も変化してしまうため、この請求項 2 に記載されたエピタキシャル成長装置の温度管理方法では、レーザ表面検査装置 2 7 により、エピタキシャル成長直後であって洗浄処理前のサンプル用基板 1 2 のヘイズと、エピタキシャル成長直後の量産用基板 1 3 のヘイズとがそれぞれ測定されるので、正確にヘイズを測定することができる。

【 0 0 0 7 】

10

請求項 3 に係る発明は、請求項 1 に係る発明であって、更に図 1 ~ 図 3 に示すように、アップパイロメータ 2 2 により間接測定されたエピタキシャル成長時の量産用基板 1 3 の温度 T_x と、量産用基板 1 3 のヘイズを相関線に当てはめて推定されたエピタキシャル成長時の量産用基板 1 3 の温度 T_y との差が、5 以上になったときに、上記推定された量産用基板 1 3 の温度 T_y に上記間接測定された量産用基板 1 3 の温度 T_x を一致させる校正を行うことを特徴とする。

この請求項 3 に記載されたエピタキシャル成長装置の温度管理方法では、上記アップパイロメータ 2 2 により間接測定されたエピタキシャル成長時の量産用基板 1 3 の温度 T_x と、上記相関線に当てはめて推定されたエピタキシャル成長時の量産用基板 1 3 の温度 T_y との差が、5 以上になったときに、上記温度 T_y に上記温度 T_x を一致させる校正を行うので、設定温度に対して ± 5 以内の温度で量産用基板にエピタキシャル成長を実施できる。

20

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

以上述べたように、本発明によれば、温度校正用サセプタに取付けた熱電対によりアップパイロメータを校正した後に、ロアパイロメータの測定値をアップパイロメータの校正値に一致させ、サンプル用基板上へのエピタキシャル成長時にアップパイロメータにより間接測定した基板温度とエピタキシャル成長直後に測定したサンプル用基板のヘイズとの相関線を設定し、量産用基板上へのエピタキシャル成長時にアップパイロメータにより量産用基板の温度を間接測定し、エピタキシャル成長直後に測定した量産用基板のヘイズを上記相関線に当てはめて量産用基板上へのエピタキシャル成長時の量産用基板の温度を推定し、更に上記推定された両端用基板の温度にアップパイロメータにより間接測定された量産用基板の温度を一致させる校正を行うので、量産用基板上へのエピタキシャル成長時において基板の設定温度と実際の温度のずれをモニタリングできるとともに、アップパイロメータを短時間で校正できる。この結果、設定温度を実際の温度に一致させた状態で量産用基板にエピタキシャル成長を行うことができるので、エピタキシャル基板の品質を向上できる。また、実生産の操業過程において、量産用基板にエピタキシャル層を成長させながら、アップパイロメータによる間接測定温度の実際の基板温度とのずれをモニタリングすることができるので、設定温度に極めて近い温度で量産用基板にエピタキシャル成長を実施できる。この結果、エピタキシャル層にスリップが発生するのを抑制でき、オート

30

40

【 0 0 0 9 】

またエピタキシャル成長直後のサンプル用基板のヘイズとエピタキシャル成長直後の量産用基板のヘイズとをレーザ表面検査装置にてそれぞれ測定することにより、洗浄処理によるヘイズ変化の悪影響を排除することができ、正確にヘイズを測定することができる。この結果、ヘイズの相関線の精度を向上できる。

更にアップパイロメータにより間接測定されたエピタキシャル成長時の量産用基板の温度と、量産用基板のヘイズを相関線に当てはめて推定されたエピタキシャル成長時の量産

50

用基板の温度との差が、5 以上になったときに、上記推定された量産用基板の温度に上記間接測定された量産用基板の温度を一致させる校正を行えば、設定温度に対して±5 以内の温度で量産用基板にエピタキシャル成長を実施できる。この結果、上記効果、即ちエピタキシャル層へのスリップの発生を抑制でき、オートドープ量増加に起因する比抵抗分布を均一にすることができ、酸化膜除去不足に起因するLPDを減少できるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

次に本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明する。

図1及び図2に示すように、サンプル用のシリコン基板12（以下、単にサンプル用基板という）及び量産用のシリコン基板13（以下、単に量産用基板という）の上面には、エピタキシャル成長装置11を用いてエピタキシャル層を成長させる。サンプル用基板12及び量産用基板13は同一材質により同一形状に形成される。このエピタキシャル成長装置11は、サンプル用基板12又は量産用基板13を収容する処理チャンバ14と、この処理チャンバ14内を加熱する加熱手段16と、サンプル用基板12又は量産用基板13を載置する温度校正用サセプタ17又は量産用サセプタ18と、温度校正用サセプタ17又は量産用サセプタ18を支持して昇降回転を行う昇降回転手段19と、サンプル用基板12又は量産用基板13の上面にエピタキシャル層を成長させるためのガスを処理チャンバ14に給排するガス給排手段21と、処理チャンバ14内のサンプル用基板12又は量産用基板13の上面の温度を間接測定するアップパイロメータ22と、処理チャンバ14内の温度校正用サセプタ17又は量産用サセプタ18の下面の温度を間接測定するロアパイロメータ23と、アップパイロメータ22及びロアパイロメータ23の各検出出力に基づいて加熱手段16を制御するコントローラ24とを備える。

【0011】

上記処理チャンバ14は、サンプル用基板12又は量産用基板13の上面を覆う石英製の透明上壁14aと、サンプル用基板12又は量産用基板13の下面を覆う石英製の透明下壁14bと、サンプル用基板12又は量産用基板13の周面を覆う石英製の側壁14cとを有する。また透明下壁14bは、サンプル用基板12又は量産用基板13を処理チャンバ14に収容し又は処理チャンバ14から取出すための開口部14dが形成された固定下壁14eと、開口部14dを開放可能に閉止する可動下壁14fとからなる。加熱手段16は、透明上壁14aの上方にこの透明上壁14aに沿って所定の間隔をあけて配設されたハロゲンランプからなるアップランプ16aと、透明下壁14bの下方にこの透明下壁14bに沿って所定の間隔をあけて配設されたハロゲンランプからなるロアランプ16bとを有する。また昇降回転手段19は、温度校正用サセプタ17又は量産用サセプタ18を保持する複数の受け具19aと、これらの受け具19aを支持する支軸19bと、この支軸19bを回転可能に保持する保持筒19cと、保持筒19cの上端に嵌着され開口部14dを開放可能に閉止する上記透明下壁14fと、保持筒19cを移動させる移動手段（図示せず）と、移動手段に設けられ支軸19bを回転させる回転手段（図示せず）とを有する。なお、上記温度校正用サセプタ17には熱電対26（図1）が取付けられ、この熱電対26により処理チャンバ14に収容されかつ加熱手段16により加熱された温度校正用サセプタ17の温度を直接測定できるようになっている。この実施の形態では、熱電対26は温度校正用サセプタ17の外周面から中心に向かって形成された穴17aに挿入される。

【0012】

一方、ガス給排手段21は、側壁14cの上部に形成されサンプル用基板12又は量産用基板13の上面にシリコン単結晶を堆積させるためのシランガス等の原料ガスとキャリアガスを処理チャンバ14に導入する導入口21aと、側壁14cの下部に形成され処理チャンバ14内のサンプル用基板12又は量産用基板13の上面を通った原料ガス及びキャリアガスを処理チャンバ14から排出する排出口21bとを有する。またアップパイロメータ22はアップランプ16aより上方であってかつ処理チャンバ14内のサンプル用

基板 1 2 又は量産用基板 1 3 の上面に向って設けられ、ロアパイロメータ 2 3 はロアランプ 1 4 b より下方であってかつ処理チャンバ 1 4 内の温度校正用サセプタ 1 7 又は量産用サセプタ 1 8 の下面に向って設けられる。アッパパイロメータ 2 2 は、アッパランプ 1 6 a により加熱されて高温になったサンプル用基板 1 2 又は量産用基板 1 3 の発する放射エネルギーを受熱板で受けて、その温度上昇を内蔵された熱電対により熱起電力に変換してサンプル用基板 1 2 又は量産用基板 1 3 の上面温度を測定するものであり、熱電対を間接的に利用してサンプル用基板 1 2 又は量産用基板 1 3 の上面温度を間接的に測定する放射温度計である。ロアパイロメータ 2 3 は、ロアランプ 1 6 b により加熱されて高温になった温度校正用サセプタ 1 7 又は量産用サセプタ 1 8 の発する放射エネルギーを受熱板で受けて、その温度上昇を内蔵された熱電対により熱起電力に変換して温度校正用サセプタ 1 7 又は量産用サセプタ 1 8 の下面温度を測定するものであり、熱電対を間接的に利用して温度校正用サセプタ 1 7 又は量産用サセプタ 1 8 の下面温度を間接的に測定する放射温度計である。上記アッパパイロメータ 2 2 及びロアパイロメータ 2 3 の各検出出力はコントローラ 2 4 に制御入力に接続され、コントローラ 2 4 の制御出力はアッパランプ 1 6 a 及びロアランプ 1 6 b にそれぞれ接続される。なお、上記アッパパイロメータ 2 2 及びロアパイロメータ 2 3 はその特性上の理由、即ち赤外線エネルギーと外的要因によって変動してしまう放射率を用いて温度を算出しているという理由から、アッパパイロメータ 2 2 又はロアパイロメータ 2 3 による間接測定温度が経時的に変化して実際の基板温度とずれてしまうため、定期的に校正する必要がある。

10

【 0 0 1 3 】

20

一方、図 3 に示すように、サンプル用基板 1 2 又は量産用基板 1 3 の上面にエピタキシャル層 1 2 a , 1 3 a を成長させてその成長工程が完了した直後には、レーザ表面検査装置 2 7 を用いてエピタキシャル層 1 2 a , 1 3 a 上面のヘイズを測定する。このレーザ表面検査装置 2 7 は、レーザ光を発生させる光発生手段(レーザ管)と、エピタキシャル層 1 2 a , 1 3 a の上面に接近して設けられ光発生手段が発生しかつ入力光反射鏡 2 8 が反射したレーザ光を屈折・集光させてエピタキシャル層 1 2 a , 1 3 a の上面に照射するレンズ 2 9 と、エピタキシャル層 1 2 a , 1 3 a の上面に照射されてエピタキシャル層 1 2 a , 1 3 a の上面から様々な方向に反射するレーザ光の大部分を集めるワイド凹面鏡 3 1 と、このワイド凹面鏡 3 1 により集められたレーザ光を受けて電気信号に変換するワイド光電変換素子 3 2 とを備える。ワイド凹面鏡 3 1 はその中心軸がレンズ 2 9 の中心軸と一致するようにエピタキシャル層 1 2 a , 1 3 a の上方に配置される。また図 3 の符号 3 3 はエピタキシャル層 1 2 a , 1 3 a の上面に照射されてエピタキシャル層 1 2 a , 1 3 a の上面から略垂直方向に反射する光のみを集めるナロー反射鏡であり、符号 3 4 はナロー反射鏡 3 3 により集められたレーザ光を受けて電気信号に変換するナロー光電変換素子である。

30

【 0 0 1 4 】

このように構成されたエピタキシャル成長装置 1 1 及びレーザ表面検査装置 2 7 を用いて処理チャンバ 1 4 内の温度を管理する方法を図 1 ~ 図 6 に基づいて説明する。

先ず、量産用サセプタ 1 8 の代わりに予め設けた温度校正用サセプタ 1 7 に取付けた熱電対 2 6 によりアッパパイロメータ 2 2 を校正する。具体的には、温度校正用サセプタ 1 7 の穴 1 7 a に熱電対 2 6 を挿入し、かつこのサセプタ 1 7 の上面にサンプル用基板 1 2 を載せた状態で、サンプル用基板 1 2 の上面及びサセプタ 1 7 の下面をアッパランプ 1 6 a 及びロアランプ 1 6 b によりそれぞれ加熱する(図 1)。このときアッパランプ 1 6 a に所定の電力を所定時間だけ供給し続けた後にこの電力を段階的に変化させて、サンプル用基板 1 2 の上面温度を段階的に変化させ、アッパパイロメータ 2 2 により間接的に測定されたサンプル用基板 1 2 の上面温度と、熱電対 2 6 により直接的に測定された温度校正用サセプタ 1 7 の厚さ方向の中央の温度とを比較する。ここで、アッパランプ 1 6 a に所定の電力を供給し続ける時間は、少なくとも温度校正用サセプタ 1 7 の厚さ方向の中央部の温度がサンプル用基板 1 2 の上面温度に一致するまでの時間である。そしてサンプル用基板 1 2 の上面温度を間接的に測定するアッパパイロメータ 2 2 の測定値を、温度校正用

40

50

サセプタ 17 の厚さ方向の中央の温度を直接的に測定する熱電対 26 の測定値に一致させる校正を行う。

【0015】

次いでアップパイロメータ 22 の校正された値にロアパイロメータ 23 の測定値を一致させる。具体的には、処理チャンバ 14 からサンプル用基板 12 を載せた温度校正用サセプタ 17 を取出し、温度校正用サセプタ 17 を、熱電対 26 の取付けられていない量産用サセプタ 18 に交換するとともに、この量産用サセプタ 18 上にサンプル用基板 12 を載せた状態で、アップランプ 16a 及びロアランプ 16b に電力を供給してサンプル用基板 12 の上面及び量産用サセプタ 18 の下面をそれぞれ加熱する。所定時間が経過してサンプル用基板 12 の上面温度と量産用サセプタ 18 の下面温度が同一になったとき、即ち処理チャンバ 14 内が熱的に平衡な状態になったときに、量産用サセプタ 18 の下面温度を間接的に測定するロアパイロメータ 23 の測定値をアップパイロメータ 22 の校正値に一致させる。

10

【0016】

次に量産用サセプタ 18 に載せたサンプル用基板 12 上へのエピタキシャル成長時にアップパイロメータ 22 により間接測定した基板温度とエピタキシャル成長直後に測定したサンプル用基板 12 のヘイズとの相関線を設定する。具体的には、まずサンプル用基板 12 の上面温度を所定値に保った状態で、サンプル用基板 12 上にエピタキシャル層 12a を成長させた後に、レーザ表面検査装置 27 を用いてサンプル用基板 12 のエピタキシャル層 12a 上面のヘイズを測定する（図 2 及び図 3）。このヘイズの測定を詳しく説明すると、まず光発生手段が発生したレーザ光を入力光反射鏡 28 で反射させ更にレンズで屈折・集光させてエピタキシャル層 12a 上面に照射する。次にエピタキシャル層 12a 上面で反射したレーザ光をワイド凹面鏡 31 により集め、この集められたレーザ光をワイド光電変換素子 32 が受けて電気信号に変換する。これによりサンプル用基板 12 のエピタキシャル層 12a 上面のヘイズ（面荒れ）が測定される。上記測定を複数回繰り返す。即ち、サンプル用基板 12 の上面温度を変更して、サンプル用基板 12 のエピタキシャル層 12a 上面のヘイズの測定を複数回繰り返す。これによりサンプル用基板 12 の上面温度とエピタキシャル層 12a 上面のヘイズとの関係を示す複数ポイントが得られる。この結果、これらのポイントに基づいてサンプル用基板 12 の上面温度とサンプル用基板 12 のヘイズとの相関線（図 4）を設定することができる。上記レーザ表面検査装置 27 により、エピタキシャル成長直後であって洗浄処理前のサンプル用基板 12 のヘイズとエピタキシャル成長直後の量産用基板 13 のヘイズとをそれぞれ測定したので、正確にヘイズを測定することができる。この結果、ヘイズの相関線の精度を向上できる。なお、上記サンプル用基板 12 のヘイズの値は、レーザ表面検査装置 21 のレーザ発生手段（レーザ管）に依存する値であるため、上記相関線から求まる相関式はレーザ管毎に必要となる。また、この相関式は 2 次式にて近似でき、その際の相関係数は 0.99 以上（図 4 では 0.998 である。）である。更に、上記相関線は曲線であっても直線であってもよい。

20

30

【0017】

上記相関線の設定が完了した後、量産用基板 13 上へのエピタキシャル成長時にアップパイロメータ 22 により量産用基板 13 の温度 T_x を間接測定する。具体的には、量産用基板 13 を処理チャンバ 14 に収容し、この量産用基板 13 上にエピタキシャル層 13a を成長させる（図 2 及び図 3）。このエピタキシャル成長 13a 時の量産用基板 13 の温度 T_x をアップパイロメータ 22 により間接的に測定する。次にエピタキシャル成長直後に測定した量産用基板 13 のヘイズを上記相関線に当てはめて量産用基板 13 上へのエピタキシャル成長時の量産用基板 13 の温度 T_y を推定する。具体的には、量産用基板 13 上へのエピタキシャル層 13a の成長が完了した直後に、レーザ表面検査装置 27 を用いてエピタキシャル層 13a 上面に光を照射して量産用基板 13 のヘイズを測定する（図 3）。この量産用基板 13 のヘイズは上記サンプル用基板 12 のヘイズの測定方法と同様にして測定する。そして量産用基板 13 のヘイズを上記相関線に当てはめて量産用基板 13 上へのエピタキシャル成長時の量産用基板 13 の温度 T_y を推定した後、上記アップパイ

40

50

ロメータ 2 2 により間接測定された量産用基板 1 3 の温度 T_x と上記相関線に当てはめて推定された量産用基板 1 3 の温度 T_y との差を求める。更に上記間接測定された量産用基板 1 3 の温度 T_x と上記推定された量産用基板 1 3 の温度 T_y との差 が所定値以上になったときに、アップパイロメータ 2 2 により間接測定された量産用基板 1 3 の温度 T_x を上記推定された量産用基板 1 3 の温度 T_y に一致させる校正を行う。具体的には、間接測定された量産用基板 1 3 の温度 T_x と上記推定された量産用基板 1 3 の温度 T_y との差が発生する頻度と、温度の推定精度とを考慮した上で、上記差 が例えば 5 以上になったときに、上記推定された量産用基板 1 3 の温度 T_y にアップパイロメータ 2 2 により間接測定された量産用基板 1 3 の温度 T_x を一致させる校正を行う。これにより設定温度に対して ± 5 以内の温度で量産用基板にエピタキシャル成長を実施できるので、エピタキシャル層 1 3 a へのスリップの発生を抑制でき、オートドープ量増加に起因する比抵抗分布を均一にすることができ、酸化膜除去不足に起因する LPD を減少できる。

10

【0018】

このように構成されたエピタキシャル成長装置 1 1 の温度管理方法では、サンプル用基板 1 2 上へのエピタキシャル成長時の基板温度とエピタキシャル成長直後のサンプル用基板 1 2 のヘイズとの相関関係から、量産用基板 1 3 上へのエピタキシャル成長直後の量産用基板 1 3 のヘイズを測定することにより、エピタキシャル成長時の基板温度を正確に推定できる。これにより量産用基板 1 3 上へのエピタキシャル成長時の基板の設定温度と実際の温度とのずれをモニタリングできるとともに、アップパイロメータ 2 2 を短時間（約 30 分間）で校正できる。この結果、設定温度を実際の温度に一致させた状態で、量産用基板 1 3 にエピタキシャル層 1 3 a を成長させることができるので、エピタキシャル基板の品質を向上できる。また、実生産の操業過程において、量産用基板 1 3 にエピタキシャル層 1 3 a を成長させながら、アップパイロメータ 2 2 による間接測定温度 T_x の実際の基板温度とのずれをモニタリングすることができるので、設定温度に極めて近い温度で量産用基板にエピタキシャル成長を実施できる。この結果、上記効果、即ちエピタキシャル層 1 3 a へのスリップの発生を抑制でき、オートドープ量増加に起因する比抵抗分布を均一にすることができ、酸化膜除去不足に起因する LPD を減少できるという効果を得られる。

20

なお、上記実施の形態では、基板としてシリコン基板を挙げたが、SiGe 基板、SiC 基板、Ge 基板等にも適用できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図 1】本発明実施形態のエピタキシャル成長装置の処理チャンバに温度校正用サセプタ及びサンプル用基板を収容した状態を示す要部断面構成図である。

【図 2】処理チャンバに量産用サセプタとサンプル用基板又は量産用基板を収容した状態を示す要部断面構成図である。

【図 3】エピタキシャル成長直後のエピタキシャル層上面のヘイズをレーザ表面検査装置により測定している状態を示す構成図である。

【図 4】エピタキシャル成長時の基板温度とエピタキシャル成長直後のヘイズの平均値との相関関係を示す図である。

40

【図 5】本発明の温度管理方法の前半を示すフローチャートである。

【図 6】本発明の温度管理方法の後半を示すフローチャートである。

【符号の説明】

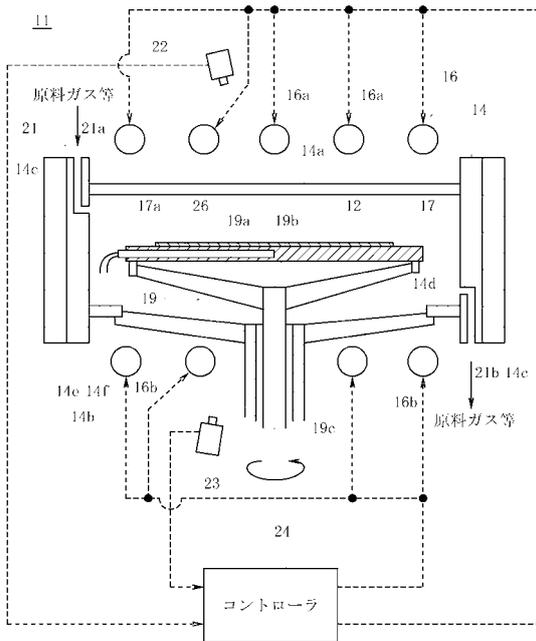
【0020】

- 1 1 エピタキシャル成長装置
- 1 2 サンプル用基板
- 1 3 量産用基板
- 1 3 a エピタキシャル層
- 1 7 温度校正用サセプタ
- 1 8 量産用サセプタ

50

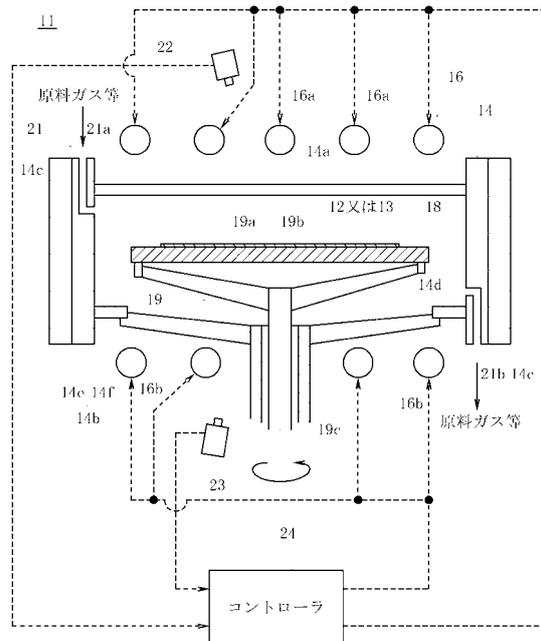
- 2 2 アップパイロメータ
- 2 3 ロアパイロメータ
- 2 6 熱電対
- 2 7 レーザ表面検査装置
- T x アップパイロメータにより間接測定された量産用基板の温度
- T y 相関線に当てはめて推定された量産用基板の温度

【図 1】



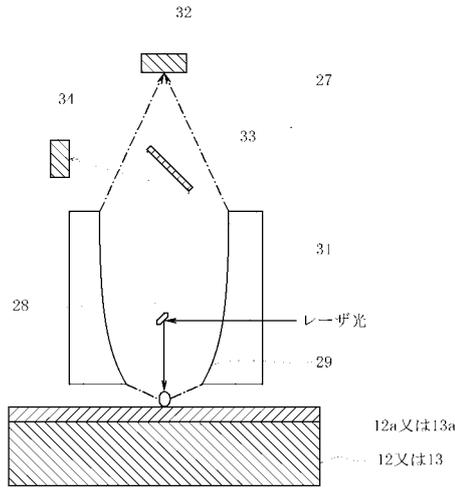
- | | |
|----------------|--------------|
| 11 エピタキシャル成長装置 | 22 アップパイロメータ |
| 12 サンプル用基板 | 23 ロアパイロメータ |
| 17 温度校正用サセプタ | 26 熱電対 |

【図 2】

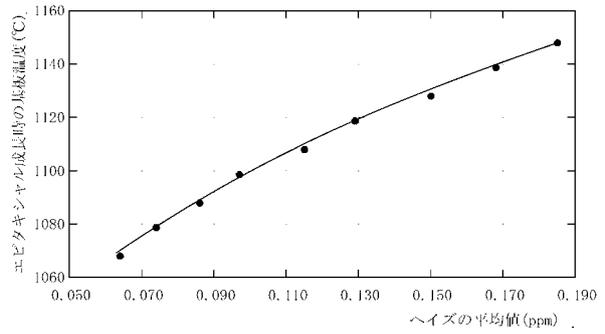


- コントローラ

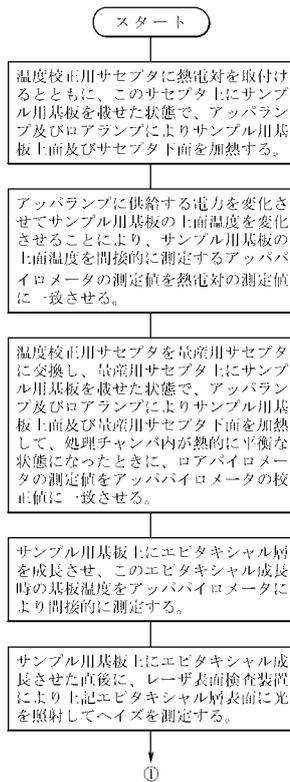
【図3】



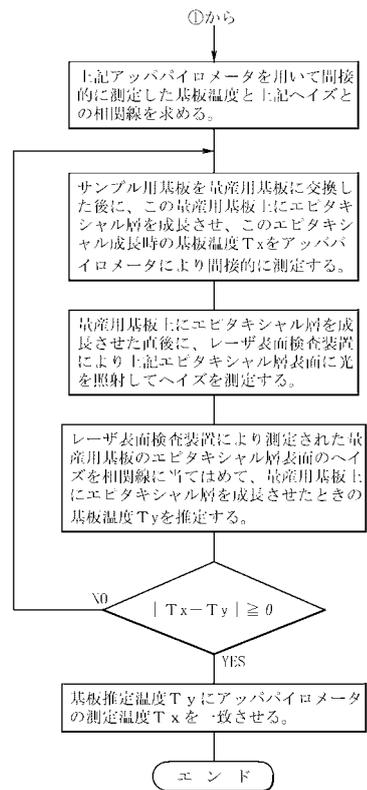
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-260711(JP,A)
特開2000-100737(JP,A)
特開平09-063956(JP,A)
特開2000-269137(JP,A)
特表2002-522912(JP,A)
特開平05-190462(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205
C23C 16/46
C23C 16/52
C30B 25/16