

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4492840号
(P4492840)

(45) 発行日 平成22年6月30日(2010.6.30)

(24) 登録日 平成22年4月16日(2010.4.16)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 21/205 (2006.01) H O 1 L 21/205
C 2 3 C 16/458 (2006.01) C 2 3 C 16/458

請求項の数 17 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2001-582617 (P2001-582617)	(73) 特許権者	392026316
(86) (22) 出願日	平成13年4月19日 (2001.4.19)		エムイーエムシー・エレクトロニック・マ
(65) 公表番号	特表2004-522294 (P2004-522294A)		テリアルズ・インコーポレイテッド
(43) 公表日	平成16年7月22日 (2004.7.22)		MEMC ELECTRONIC MAT
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/012668		ERIALS, INCORPORATED
(87) 国際公開番号	W02001/086034		アメリカ合衆国63376ミズーリ州 セ
(87) 国際公開日	平成13年11月15日 (2001.11.15)		ント・ピーターズ、パール・ドライブ50
審査請求日	平成17年10月18日 (2005.10.18)		1番
(31) 優先権主張番号	09/566,890	(74) 代理人	100101454
(32) 優先日	平成12年5月8日 (2000.5.8)		弁理士 山田 卓二
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100081422
前置審査			弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100062144
			弁理士 青山 稜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学的蒸着処理に使用する改良された受容体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表側表面と裏側表面とを有する半導体ウェーハ上でエピタキシャルシリコン層を成長させる化学蒸着法の間に半導体ウェーハを支持する受容体であって、

この受容体は、

上記受容体に支持された半導体ウェーハの裏側表面にほぼ平行に対向し、上記受容体を介して上記半導体ウェーハの裏側表面にガスの流れを接触させる多孔面を有し、

上記多孔面は1平方センチメートルあたり0.2個から4個の割合で開口部を有する開口密度を備えており、

上記多孔面における全開口領域の割合が0.5%と4%の間であり、

上記受容体は、上記受容体の周囲を囲む縁リングを備えている受容体。

【請求項 2】

上記多孔面における全開口領域の割合が1%と3%の間である請求項1に記載の受容体。

【請求項 3】

上記受容体は、上記半導体ウェーハを上記受容体の多孔面の少なくとも一部と間隔をあけて支持するように、形成されている請求項1に記載の受容体。

【請求項 4】

上記受容体にリフトピンを貫通させるために、上記多孔面に複数のリフトピン用の孔を有する請求項1に記載の受容体。

【請求項 5】

上記開口部は 0.1 ミリメートルと 3 ミリメートルの間の径を有する請求項 1 に記載の受容体。

【請求項 6】

上記開口部は 0.1 ミリメートルと 1 ミリメートルの間の径を有する請求項 1 に記載の受容体。

【請求項 7】

上記開口部は 0.5 ミリメートルと 1 ミリメートルの間の径を有する請求項 1 に記載の受容体。

【請求項 8】

上記開口部は 2 ミリメートルと 2 センチメートルの距離をあけて設けられている請求項 1 に記載の受容体。

【請求項 9】

上記多孔面は 1 平方センチメートルあたり 0.8 個から 1.75 個の割合で開口部を有する請求項 1 に記載の受容体。

【請求項 10】

上記受容体は、上記受容体に支持された半導体ウェーハが上記多孔面に直接載るように形成されている請求項 1 に記載の受容体。

【請求項 11】

チャンバであって、内部空間と、上記チャンバ内の内部空間にガスを導入するガス入口と、上記チャンバの内部空間から上記ガスを排出するガス出口とを備えたものとともに使用され、

上記チャンバの内部空間内で半導体ウェーハを支持する大きさと形状を有し、

上記多孔面が、上記半導体が支持されている間、上記多孔面を介してガスを内側に向けて流して上記半導体ウェーハの裏側表面に接触させるとともに上記多孔面を介してガスを外側に流して上記ガス出口を通じて上記チャンバから排出するように上記チャンバ内に露出されている請求項 1 の受容体。

【請求項 12】

多孔面が上記チャンバの内部空間の中を流れるガスに露出するように上記チャンバの内部空間で支持部によって支持されている請求項 11 に記載の受容体。

【請求項 13】

上記支持部が、上記受容体を回転するために、上記チャンバの内部空間の中で回転可能である請求項 12 に記載の受容体。

【請求項 14】

内部空間を形成する蒸着チャンバであって、上記チャンバの内部空間にガスを導入するガス入口と上記チャンバの内部空間からガスを排出するガス出口を有するものと、

上記チャンバの中で受容体を支持する受容体支持部であって、上記受容体の第 2 の側が上記チャンバの内部に露出して上記受容体の多孔面を介して上記ガスを内側に自由に流して上記半導体ウェーハの裏側表面に接触させるとともに上記受容体の多孔面を介して上記ガスを外側に流して上記ガス出口を通じて上記チャンバから排出するものとともに使用される請求項 1 に記載の受容体。

【請求項 15】

表側表面と裏側表面とを有する半導体ウェーハの上記裏側表面をガスで処理する方法であって、

チャンバの内部空間に配置された受容体にウェーハを載せる積載工程であって、上記受容体は該受容体の第 1 の側から第 2 の側へ伸びる複数の開口部を備えた多孔部を有し、上記積載工程は上記ウェーハの裏側表面が上記受容体の多孔部の第 1 の側に対向するように上記ウェーハを上記受容体に乗せることを含む工程と、

上記受容体の第 2 の側が上記チャンバの内部空間に露出するように上記チャンバの内部に上記受容体を支持する工程と、

10

20

30

40

50

上記チャンバの内部空間にガスを流し、上記受容体の多孔面を介して上記ガスの自由な流れを内側に向けて上記半導体の裏側表面に接触させて上記裏側表面を処理するとともに上記受容体の多孔面を介して上記ガスの流れを外側に向けて上記チャンバの内部空間に戻す工程と、

上記チャンバの内部空間からガスを排出する工程と、

上記チャンバの内部空間で上記受容体を回転し、その間、上記ガスが上記チャンバの内部空間に向けて流される工程を有する方法。

【請求項 16】

ガスをチャンバの内部空間に流す行程は、

上記半導体ウェーハを収容するチャンバの内部空間にクリーニングガスを導入する工程であって、上記クリーニングガスが上記表側表面と裏側表面に平行に流れ、上記半導体ウェーハの表側表面に接触するとともに上記半導体ウェーハの裏側表面の全体に接触して、上記半導体ウェーハの表側表面と裏側表面からももとの酸化物層を除去する工程と、

シリコン含有のソースガスをチャンバの内部空間に導入して上記半導体ウェーハの表側表面にエピタキシャルシリコン層を成長させるとともに、チャンバの内部空間にパージガスを導入して上記半導体ウェーハの裏側表面から外方拡散したドーパント原子を上記半導体ウェーハの表側表面から取り除く工程とを含む請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

上記エピタキシャル層は 0.1 ミクロンメートルと 200 ミクロンメートルの厚みを有する請求項 16 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の背景)

本発明は、化学的蒸着法に用いられる改良された受容体に関するものである。特に、本発明は、エピタキシャル蒸着反応装置およびその方法に用いられる複数の孔を有する改良された受容体に関し、半導体ウェーハ表面のオートドーピング及び半導体ウェーハ裏面での不連続的なシリコンの成長を著しく減らす又は排除するものである。

【0002】

チョクラルスキー (Czochralski) 法によって成長されるシリコン単結晶の製造では、ドーパントを用いて又は用いないで、まず石英るつぼ内で多結晶シリコンが溶解される。多結晶シリコンが溶解し温度が平衡になった後、種結晶を溶解物内に入れ、その次に、石英のるつぼを回転させながら、この種結晶を引き上げて、単結晶シリコンのインゴットを形成する。単結晶シリコンのインゴットは、次に、個々の半導体ウェーハにスライスされ、これらのウェーハがラッピング/グラインディング、エッチング、ポリッシングを含むいくつかの処理を受け、表面に鏡面光沢を持つ半導体ウェーハが製造される。装置の製造のためのウェーハを用意するため、ウェーハはエピタキシャル蒸着法などの化学的蒸着法処理を受ける。この蒸着処理では、ウェーハの表面に厚さが、通常で約 0.1 から約 200 μm の薄いシリコン層を成長させ、これにより装置は直接エピタキシャル層上に組み立てることが可能となる。従来のエピタキシャル蒸着処理は、米国特許第 5,904,769 号及び第 5,769,942 号に開示されている。

【0003】

エピタキシャル蒸着処理は、一般に二つの工程から構成される。第一の工程では、半導体ウェーハが蒸着チャンバに入れられ、受容体上に降ろされた後、ウェーハの表側表面は、約 1150 の水素または水素/塩酸混合物などの洗浄ガスに曝されてブリベークされる。半導体ウェーハの表面がクリーニングされてその表面上にあるももとの酸化物が除去されることにより、表側表面上に平らで連続的なエピタキシャルシリコン層の成長が可能になる。エピタキシャル蒸着処理の第二の工程では、ウェーハの表側表面は、約 800 またはそれ以上の蒸気状のシリコンの源 (例えば、シランまたはトリクロロシラン) に曝され、表側表面上にエピタキシャルシリコン層が蒸着されて成長させる。エピタキシャル蒸着処理の両工程の間、半導体ウェーハは、エピタキシャル層の均一な成長を図るために

10

20

30

40

50

回転される受容体により、エピタキシャル蒸着チャンバ内で支持される。受容体は、通常高純度のグラファイトで構成され、高温処理の間、周囲にグラファイトから放出される鉄などの汚染物質の量を減らすために、グラファイトを完全に覆うシリコンカーバイド層を備えている。エピタキシャル成長処理に使用される従来の受容体は、この分野ではよく知られており、米国特許第4,322,592号、第4,496,609号、第5,200,157号、第5,242,501号により開示されている。

【0004】

エピタキシャル蒸着処理に従来の受容体を使用する際、ウェーハを受容体に降ろす装填処理の間、ガスが受容体とウェーハの間に閉じ込められ、ウェーハが浮遊状態になり、受容体上でスライドして傾いた状態になる。これにより、エピタキシャルの成長は不均一になる。さらに、プレベーク工程の間、水素などの少量の洗浄ガスが、ウェーハと受容体の間のウェーハ縁の周辺に放出され、ウェーハと受容体の間のスペースに入る。ウェーハの裏側表面が酸化物層（低温酸化物層）でシールされている場合、放出された水素は酸化物層と十分に反応せずにその層にピンホールを形成するか、または酸化物層を完全に除去することができない。裏側表面が、多くの装置製造者により必要とされるエッチング面またはポリッシング面の場合、洗浄ガスがウェーハの周囲で放出される薄いもともとの酸化物層のみである場合、ウェーハ裏側表面の外周端近傍の酸化層が水素または水素/塩素の酸混合物によって完全に除去されて、該酸化物層にピンホールの開口を形成し、そのために、エッチング処理がウェーハの外周端から遠ざかる際にシリコン表面が露出することになる。これらのピンホールの開口は、一般にウェーハの回りにリング又は変色むらを形成する。

【0005】

エピタキシャル蒸着処理の間、少量のシリコン含有ソースガスは、ウェーハと受容体の間にあるウェーハ縁に放出され、ウェーハと受容体の間にあるスペースに入る。ウェーハの裏側表面が酸化物でシールされている場合、結晶の核形成及びシリコン膜の成長は、著しく抑制される。洗浄ガスによりもとの酸化物層が完全にエッチングされた部分では、滑らかで連続的なシリコン層が成長する。しかし、洗浄ガスがもとの酸化物層を完全に除去していない場合、シリコン含有ソースガスがピンホールにシリコンを蒸着し、エピタキシャル蒸着の間、ウェーハ裏側表面に不均一なシリコンの薄層を形成する。したがって、本来の酸化物層のみを有するエッチングまたはポリッシングされた裏側表面を有するウェーハでは、プリベーク工程の際に本来の酸化物層内に形成されたピンホールによって、ウェーハ裏側表面に不連続なシリコンの成長が生じ、これが明るい光をあてたときに曇ってみえる。ウェーハの裏側表面にあるこの曇りまたは変色むらは、直径約0.5 μm 及び高さ約10 nmの小さなシリコンの成長物又は隆起部からなる。シリコンのこれらの隆起部は、光を分散させて曇りを生じ、装置処理の間、ウェーハ裏側表面を観察するマシンビジョン及び光学高温計システムを妨害するため機械観察装置や光学高温測定装置と干渉するために望ましくない。

【0006】

高温でのエピタキシャルシリコン層の成長の間に直面するもう一つの問題は、高温プレベーク及びエピタキシャル成長工程の間に、半導体ウェーハの裏側表面を介してホウ素やリンのようなドーパント原子の外方拡散である。従来の受容体では、裏側表面から外方拡散したドーパント原子は、受容体とウェーハ自身の間に閉じ込められ、受容体とウェーハ縁の間からウェーハの表側表面に向かって放出される。これらのドーパント原子は、成長中の蒸着層に入って汚染し、ウェーハ縁の近傍の抵抗率の均一性を低下させる。仮に、半導体ウェーハの裏側表面が、例えば、低温酸化物によりシールされている場合、ドーパント原子は、実質上裏側表面から外方に拡散することがない。しかしながら、エッチングまたはポリッシングされた裏側表面を有する半導体ウェーハでは、エピタキシャル蒸着工程の間、裏側表面からドーパント原子の外方拡散が生じ、それにより望ましくない表側表面のオートドーピングを生じる。

【0007】

裏側表面の変色むら及びオートドーピングを排除する試みとしていくつかの方法が提案されている。裏側表面の変色むらを排除するために、ナカムラ（日本特許公開公報11 - 16844号）は、フッ化水素洗浄及び/または高温水素焼鈍処置を、ウェーハの裏側表面に対して行うことを開示している。ウェーハをエピタキシャル反応炉に装填する前の10日までに、その処理は、蒸着処理を大幅に複雑化するとともに高コスト化し得る更なる処理工程を追加することになる。ディアトン(Deaton)等（米国特許第5,960,555号）は、ウェーハの縁に沿ったチャンネルを有する受容体を用いてパージガスの流れをウェーハの縁に向けることで、表側の反応ソースガスをウェーハの裏側に発散しないようにする方法を開示している。この方法は、既存のエピタキシャル蒸着チャンバに相当な変更を必要とする。また、この方法は、大量のパージガスを利用するため、パージガスがウェーハ表側表面に漏れ出してソースガスと混合し、これが出来あがったエピタキシャル膜の品質を低下させる。

10

【0008】

オートドーピングを減らすために、ホシ（日本特許公開公報11 - 87250号）は、受容体の縁で真空吸引することにより、受容体の縁にあるホウ素ドーパントを取り除いてオートドーピングを防ぐことを開示している。この方法は、ウェーハ縁の均一性と厚さに影響を与え、既存のエピタキシャル蒸着システムに相当な変更を必要とする。ナカムラ（日本特許公開公報10 - 223545号）は、受容体の縁に複数のスロットを有する改良された受容体を開示しており、そこでは、外方拡散したドーパント原子をスロットを介して排気装置に押し出すようにしている。この方法もまた大量の蒸着ガスがウェーハの裏側表面の下に排出され、上述の変色むらの影響のみならず排気装置システムの早期腐食や安全性の問題を生じ得る。

20

【0009】

現在まで、エピタキシャル蒸着プロセスの際中にウェーハ裏側表面からドーパントが外方に拡散することに関連した、半導体の裏側表面に生じる変色むらやオートドーピングの問題を解消する満足できる方法は提示されていない。このように、半導体産業では、例えば、変色むらの影響やエピタキシャル蒸着処理の間に起こる半導体表側表面の望ましくないオートドーピングを解決する簡単でコスト面で有効な方策が必要とされている。

【0010】

（発明の要約）

本発明の目的の中にある改良された受容体の供給により、洗浄ガスは半導体ウェーハ裏側表面全体に十分に接触する。改良された受容体の提供により、エピタキシャルシリコン成長の間、半導体ウェーハの表側表面のオートドーピングは著しく減少する。改良された受容体の提供により、エピタキシャル蒸着のプレベーク処理の間、半導体ウェーハの裏側表面から本来の酸化物の除去が十分に完了し、変色むらの影響は実質上無くなる。複数の孔を有する改良された受容体の提供により、該受容体を使用して生産されたエピタキシャルウェーハの品質は向上する。改良された受容体の提供により、装填の間、ウェーハの浮遊状態は減るまたは無くなる。

30

【0011】

簡潔に、本発明は、半導体ウェーハ上にエピタキシャル層を成長させる化学的蒸着処理を行う装置を目的とする。この装置は、半導体ウェーハを支持する大きさと形にされた受容体を有する。受容体は、1平方センチメートルあたり約0.2個から約4個の割合で開口部を有する開口密度を備えた表面を有し、通常、ウェーハに対し平行で向かい合う表面によって、流体はその開口を通して流れる。

40

【0012】

本発明は、更に、半導体ウェーハ上にエピタキシャル層を成長させるエピタキシャル蒸着処理を行う装置を目的とする。この装置は、半導体ウェーハを支持する大きさと形にされた受容体を有する。受容体は、1平方センチメートルあたり約0.5個から約2個の割合で開口部を有する開口密度を備えた表面を有し、通常、ウェーハに対し平行で向かい合う表面によって、流体はその開口を通して流れる。装置は、更に、受容体とウェーハを支持する回転する装置、加熱要素、受容体の周囲を囲む縁リング、そしてガス注入口及びガス

50

排出口を有する。

【 0 0 1 3 】

本発明は、更に、半導体ウェーハ上にエピタキシャルシリコン層を成長させる処理を目的とする。この処理では、洗浄ガスは、表面から本来の酸化物層を除去するために、ウェーハを収容するエピタキシャル蒸着チャンバ内に導入され、表側及び裏側表面と平行に流れ、ウェーハの表側表面と接触し、また裏側表面と十分に接触する。洗浄ガスの次にシリコンを含むソースガスは、表側表面上にエピタキシャルシリコン層を成長させるために、蒸着チャンバ内に導入される。

【 0 0 1 4 】

本発明の他の目的及び特徴は、部分的には明らかであり、部分的には後に本明細書内で指摘する。

【 0 0 1 5 】

(好適な実施例の詳細な説明)

本発明によれば、複数の開口部を有する改良受容体を組み入れたエピタキシャル蒸着チャンバを利用することで、表側表面にエピタキシャルシリコン層を有する高品質の半導体ウェーハが得られる。都合の良いことに、改良された受容体は実質的に装填中の「浮遊状態」を無くし、ウェーハ裏側表面に向かうまたは該裏側表面からの流体輸送を可能にする。そのため、エピタキシャル蒸着プロセスのプレベーク工程で利用される洗浄ガスが半導体ウェーハ裏側表面の略全体に接触して本来の酸化物層をほぼすべて化学的に除去する。その結果、エピタキシャル層の成長中、ソースガスが半導体ウェーハの裏側表面に接触すると、滑らかで連続的なシリコン層が成長し、ウェーハ裏側表面における変色むらが減少するか又は無くなる。また、改良された受容体によれば、エピタキシャル蒸着プロセスの際にウェーハ裏側表面から、外方拡散する、半導体ウェーハに含まれるドーパント原子が、パージガスの流れに乗ってウェーハの表側表面から遠ざけられて排気部に送られるため、ウェーハと受容体縁部との間から大量のドーパントが排出されてウェーハ表側表面に接触することでウェーハ表側表面に好ましくないオートドーピングを生じることがない。

【 0 0 1 6 】

図を参照すると、特に図 1 には、本発明の改良された受容体 2 の断面図が示されている。改良された受容体 2 は、表側表面 6 と裏側表面 8 とを有する半導体ウェーハ 4 を支持することができる内側環状柵 22 を有する。改良された受容体 2 は多孔表面 9 を有し、この多孔表面は多数の孔または開口 10、11、12、13、14、16、18、及びウェーハリフト用ピン孔 21 を備えている。「開口」と「孔」の用語は、本明細書中では取り替えて使用してもよく、両者は多孔表面 9 内の開通路を指している。この開口を有する多孔表面 9 は、半導体ウェーハ 4 の直下に配置される。ここで用いられているように「複数」の用語は、2 つまたはそれ以上の孔を意味する。孔 10、11、12、13、14、14、16、18 は、コーティング処理される前に、改良された受容体 2 にドリルで形成される。エピタキシャル蒸着処理のプレベーク工程の間、これらの孔 10、11、12、13、14、14、16、18 により洗浄ガスが半導体ウェーハ 4 の裏側表面 8 のほぼ全面と接触し、半導体ウェーハ 4 の裏側表面 8 上にあるもともとの酸化物ほぼ全てと反応してこれを除去する。受容体 2 の内側環状柵 22 と接触している半導体ウェーハ 4 の裏側表面 8 の部分もまた、ウェーハと受容体との間に洗浄ガスが放出される際、この洗浄ガスによってほとんどエッチングされる。裏側表面 8 からもともとの酸化物が除去されることにより、半導体ウェーハの裏側表面の変色むらが大幅に減少するか無くなる。そのため、エピタキシャル成長プロセス中にウェーハと受容体との間から放出してウェーハ裏側表面に接触するソースガスがシリコン上端面にむらなく連続的にエピタキシャル層を成長させる。高温洗浄工程及びエピタキシャル蒸着処理のエピタキシャル蒸着工程の間、孔 10、11、12、13、14、16、18 により、更に、半導体ウェーハ 4 の裏側表面 8 から外方拡散するドーパント原子は、これらの孔を通して、パージガスまたは水素流内に及び半導体ウェーハ 4 の表面表面 6 から排気装置システムへ排出されることが可能になる。これによ

10

20

30

40

50

て、エピタキシャル蒸着処理の間中の表側表面の著しいオートドーピングの減少が理解される。

【0017】

ここで図2を参照すると、それには、内側環状棚22及び複数の孔をもつ多孔表面24を有する改良された受容体2の上面図が示されている。多孔表面24上のウェーハリフト用ピン孔28、30、32により、エピタキシャル蒸着処理の間及び後、改良された受容体2の下にあるリフト用ピン（示せず）は、改良された受容体へ半導体ウェーハを載せたりまた受容体から半導体ウェーハを持ち上げる。改良された受容体2の周辺を囲んでいる縁リング26は、エピタキシャル蒸着処理の間使用され、半導体ウェーハ全体の温度均一性を保証し、温度勾配がウェーハ全体に生じたりまた蒸着処理に悪影響を与えるということがなくなる。縁リング26は、通常、4cmから約10cmの直径であり、改良された受容体2の直径より大きく、高純度のグラファイトから構成され、シリコンカーバイトまたはグラスカーボンコーティングを備えている。

10

【0018】

本発明の改良された受容体は、受容体の内側環状棚に、任意の直径、例えば、150mm、200mm、300mmのウェーハを収容可能にする大きさや形状にすることができる。改良された受容体は、高純度グラファイトなどの従来からある材料で構成してもよく、高温エピタキシャル蒸着処理の間、グラファイトから周囲環境に放出される不純物の量を減らすため、シリコンカーバイトまたはグラスカーボンの層のコーティングを備えている。受容体を構成するために使用されるグラファイトは、通常少なくとも約99%、さらに好ましくは少なくとも約99.9%、最も好ましくは少なくとも99.99%の純度のグラファイトである。さらに、グラファイトは、鉄、モリブデン、銅、ニッケルなどの金属を合計約20ppm以下で含有しているものが望ましいが、鉄、モリブデン、銅、ニッケルなど金属が合計約5ppm以下で含有するものがより望ましい。グラファイトを被覆するシリコンカーバイトまたはグラスカーボンコーティングは、通常、膜厚約75μmから約150μmであり、約125μmであるものが望ましい。

20

【0019】

半導体ウェーハの直下に配置された改良された受容体の多孔表面の孔は、シリコンカーバイトまたはグラスカーボンのコーティングが、受容体にドリルで穴を形成した後に該コーティングを受容体に塗布したとき、実質的に孔をブロックすることまたふさぐこともなく、したがってそこを通る流体の流れを制限することもない大きさの径を有することが好ましい。開口（通常は「孔」という）は、四角、溝形、ひし形、もしくはその中を流体が流れることが可能である任意の他の形でも可能でよいことが、当業者に認識されている。開口は、好ましくは約0.1mmから約3mmの幅、より好ましくは約0.1mmから約1mmの幅が、最も好ましくは約0.5mmから約1mmの幅を有する。開口の幅は、開口の2つのコーナ間の最大距離、若しくは開口が円である場合には直径により定義される。孔は改良された受容体に間隔をあけて形成されており、そのために、エピタキシャル蒸着処理のプレベーク工程の間に使用される洗浄ガスが、半導体ウェーハの裏側表面全体に十分に接触してその裏側表面をエッチングする。改良された受容体の孔の間隔は、約0.5mmから約4cm、より好ましくは約2mmから約2cmが、最も好ましくは約6mmから約1.5cmであり、それにより、洗浄ガスは、半導体ウェーハの裏側表面全体に十分に接触し、裏側表面から実質的に本来の酸化物全てをエッチングすることが可能になる。受容体の表面に対する開口面積合計のパーセンテージは、受容体の全表面積の約0.5%から約4%、さらに好ましくは受容体の全表面積の約1%から3%とする。受容体の表面は、好ましくは1平方センチメートルあたり約0.2孔から0.4孔の密度、より好ましくは1平方センチメートルあたり約0.8孔から約1.75孔である。本明細書内で使用される密度は、均一若しくは不均一な密度を意味する。

30

40

【0020】

通常、改良された受容体の孔は、実際には、シリコンカーバイトまたはグラスカーボンのコーティングにより、孔を通り半導体ウェーハの裏側表面への流体の流れが制限されない

50

程度の、小さい直径であるのが望ましい。ドリルにより形成された受容体の孔が大きすぎる場合、裏側表面上に局地的な温度不均一が生じ、それによりウェーハ表側表面上にナノトポロジーの問題が発生する。改良された受容体の大きい直径の孔は、半導体ウェーハの下に配置された加熱ランプによる裏側表面への直接照射によって、半導体ウェーハの裏側表面上に高温部分または低温部分を発生させる。これらの高温または低温部分は、半導体ウェーハの表側表面全体に温度勾配を引き起こし、半導体ウェーハの表側表面上のエピタキシャルシリコンの成長を不均一なものにする。エピタキシャル層の不均一な成長は、ウェーハの品質を著しく低下させることになる。改良された受容体上の孔は、受容体に斜めに形成されており、それにより、加熱ランプによる裏側表面への直接照射の可能性はさらに減少し、高温または低温部分の形成によって表側表面上に不均一なエピタキシャルが成長し、さらにそのうえ、改良された受容体上に孔は、ガスが受容体を透過して裏側表面に接触することを可能にし、また外方拡散したドーパント原子が裏側表面から離れ移動することを可能にする。高温または低温部分を形成するポテンシャル、及び孔を介するウェーハへの直接照射による半導体ウェーハ上の温度勾配の発生をさらに減少し、リフト用ピン穴により生じた他の高温または低温部分を減少または無くすため、半導体ウェーハの上下にある加熱ランプのランプ出力比は、ランプから均衡のとれた加熱が行われるように、調整されまた切替られる。

【 0 0 2 1 】

本発明の改良された受容体は、エピタキシャル蒸着処理などの化学的蒸着処理装置の一部として使用してもよい。図 3 を参照すると、そこには、本発明の改良された受容体 3 6 を利用し、エピタキシャル成長処理の際に使用するエピタキシャル反応チャンバ 3 4 が示されている。改良された受容体 3 6 は回転可能である支持装置 5 8 及び 5 9 に取り付けられ、エピタキシャル蒸着処理の間、内側環状棚 4 2 上に半導体ウェーハ 3 8 を支持する大きさと形にされている。半導体ウェーハ 3 8 は、改良された受容体 3 6 内の多孔面 4 9 の孔 4 4、4 5、4 6、4 7、4 8、4 9、5 1 と間隔があげられている。リフト用ピン 6 2 により、改良された受容体 3 6 の多孔表面 9 を介して、リフトピン（図示せず）を半導体ウェーハ 3 8 へアクセスし、エピタキシャル蒸着処理の前に、半導体ウェーハ 3 8 を、改良された受容体 3 6 へ載せ、また蒸着処理後にウェーハを受容体から持ち上げることができる。エピタキシャル蒸着チャンバ 3 4 は、更に、エピタキシャル蒸着処理の間の加熱源として、改良された受容体 3 6 の上下それぞれに配置された加熱ランプアレイ 5 0 及び 5 2 を収容している。ガス注入口 5 4 及び 5 6 は、エピタキシャル蒸着処理のプレベーク工程の間、洗浄ガスの導入を可能にし、洗浄ガスは、半導体ウェーハ 3 8 の表側表面 6 0 及び裏側表面 6 2 にある本来の酸化物の除去を促進するために、半導体ウェーハ 3 8 の上下に案内される。エピタキシャル成長工程の間、ガス注入口 5 4 は、ウェーハ 3 8 上を流れるシリコンを含有するソースガスを導入する。また、ガス注入口 5 6 は、半導体ウェーハ 3 8 の裏側表面 6 2 を洗浄するために水素または不活性ガスをウェーハ 3 8 の下に導入し、そして、表側表面から外方拡散した不純物原子を運び去る。図 3 に示すように、エピタキシャル蒸着チャンバに噴射されたガスは、半導体ウェーハの表側及び裏側表面と平行に流れる。そのような流れパターンは、噴射されたガスを表側表面と接触させるとともに、受容体表面の孔を介して受容体を透過させてウェーハの裏側表面に接触させる。ガスは半導体表面と垂直ではなく平行に流れるため、ウェーハ縁と環状棚縁との間から放出したガスにより半導体ウェーハが環状棚から離脱し変形する可能性は、著しく減少するまたは無くなる。ガス注入口 5 4 及び 5 6 からチャンバ 3 4 内に導入されたガスは、排出口 6 4 を通ってチャンバ 3 4 から取り除かれる。

【 0 0 2 2 】

改良された受容体の孔により、洗浄ガスは改良された受容体を通過し、洗浄工程の間、半導体ウェーハの裏面全体に十分に接触する。その結果、裏側表面にある本来の酸化物は洗浄ガスにより除去される。この本来の酸化物を裏側表面から除去することにより、エピタキシャル層が成長している間、滑らかで連続的なエピタキシャル層が、ソースガスに接触する半導体ウェーハ裏側表面の任意の部分で成長し、裏側表面上で変色むらが生じるのを

実質的に防止する。さらに、改良された受容体の孔により、不活性ガスまたは水素がウェーハの裏側表面に接触し、その結果、洗浄工程及びエピタキシャル成長処置の間に、裏側表面から外方拡散するドーパント原子が、半導体ウェーハから排気装置へ運び出され、ウェーハ表側表面のオートドーピングがほとんど無くなる。

【0023】

本発明の受容体を有する上述のエピタキシャル反応チャンバは、エピタキシャル蒸着処理の洗浄工程と成長工程両方に使用してもよい。本発明に係る一つのエピタキシャル蒸着処理では、エピタキシャルシリコン層を、半導体ウェーハの表側表面に成長させる。本発明の好適な実施例では、シリコンウェーハは、大気圧でエピタキシャル蒸着チャンバに導入される。水素または水素と塩酸の混合物などの洗浄ガスは、半導体ウェーハの表側及び裏側表面上にある本来の酸化物層を除去するために、約1,000 から約1,300 間の温度で、毎分約1リットルから約50リットルの間の流速で、好ましくは毎分約10リットルから20リットルの間で、少なくとも約10秒間、チャンバへ導入される。

【0024】

本来の酸化物層が半導体ウェーハの表側及び裏側表面から除去されると、洗浄ガスは停止され、反応チャンバの温度は、約600 から約1,200 の間に調整される。例えば、シランまたはジクロロシランなどのシリコンを含有するソースガスは、半導体ウェーハの表側表面上に毎分約1リットルから約20リットルの間の流速で、半導体ウェーハ上のエピタキシャルシリコン層が、厚さ約0.1 μmから約200 μmの間、望ましくは約1 μmから約100 μmの間で十分に成長するまでの期間中導入される。シリコンを含有するソースガスが、半導体ウェーハの表側表面上の蒸着チャンバに導入されると同時に、窒素またはアルゴンまたは水素またはそれらの混合物、若しくは原料ガスなどのガスが半導体ウェーハの裏側表面の下に、毎分約1リットルから約50リットルの間の流速で、好ましくは毎分約10リットルから約20リットルの間で導入される。その結果、パージガスは、半導体ウェーハの裏側表面に接触し、裏側表面から外方拡散したドーパント原子を排気装置出口へ運び去る。この好適な実施例は、裏側表面の変色むらの影響を著しく減少させまたは排除し、表側表面のオートドーピングを最小限に抑える。好適なエピタキシャル蒸着処理は大気圧で実施されるが、低圧化学蒸着も本発明の範囲内に含まれる。

【0025】

本発明の他の実施例では、改良された受容体は、半導体ウェーハを直に多孔表面に載せることを可能にする大きさとし、図1に示す内側環状柵22は除かれる。図4は、半導体ウェーハを直に多孔表面に載せている改良された受容体の断面図を示す。半導体ウェーハ70の裏側表面76は、改良された受容体74の多孔表面72上に直に置かれている。ウェーハ70の裏側表面76が直に多孔表面72に接触しているが、改良された受容体74の下を流れるガスは、孔78、80、82、84、86、88、90を介して多孔表面72を透過し、ウェーハ70の裏側表面76全体と十分に接触する。

【0026】

さらに別の実施例では、図4に示す本発明の改良された受容体は更に改良されており、多孔表面72は、半導体ウェーハの外縁のみを改良された受容体に接触させるために、皿状または半球形状に形成されている。ここで、図5には、半導体ウェーハを受容体の多孔表面に直に載せている改良された受容体の断面図が示されている。半導体ウェーハ70の裏側表面76は、改良された受容体74の多孔表面72上に直に置かれている。多孔表面72は、皿または半球形のように形成されており、半導体ウェーハ70の外部縁92及び94が、多孔表面72に直に接触し、ウェーハ70の裏側表面76の残り部分は多孔表面72と直に接触していない。使用中、孔78、80、82、84、86、88、90により、流体はそれを通してウェーハの裏側表面に流れる。

【0027】

本発明の改良された受容体が、使用される受容体の形状に関係なく、バレル型、パンケーキ型、ミニバッチ型の反応炉を含むさまざまな種類の蒸着反応炉に使用できることは、当業者にとって認識されることである。

【 0 0 2 8 】

以上より、本発明の複数の目的は達成されたことがわかる。本発明の範囲から逸脱することなく、上述の改良された受容体を種々改変することができ、本願明細書に含まれる全ての内容は単なる例示であって限定的な意味に解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 2 の 1 - 1 線に沿った面の、本発明である改良された受容体の断面である。

【図 2】 本発明に係る改良された受容体の平面図である。

【図 3】 図 2 の 1 - 1 線に沿った面で本発明の改良された受容体を示すエピタキシャル反応チャンバの断面である。

【図 4】 本発明である改良された受容体の断面である。

【図 5】 本発明である改良された受容体の断面である。

10

【 図 1 】

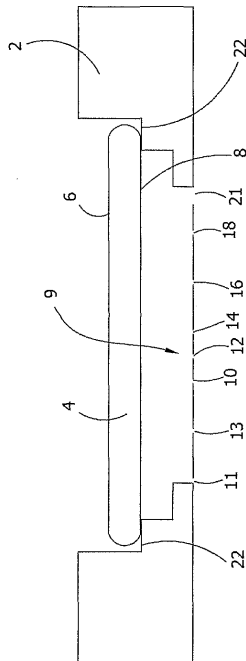


FIG. 1

【 図 2 】

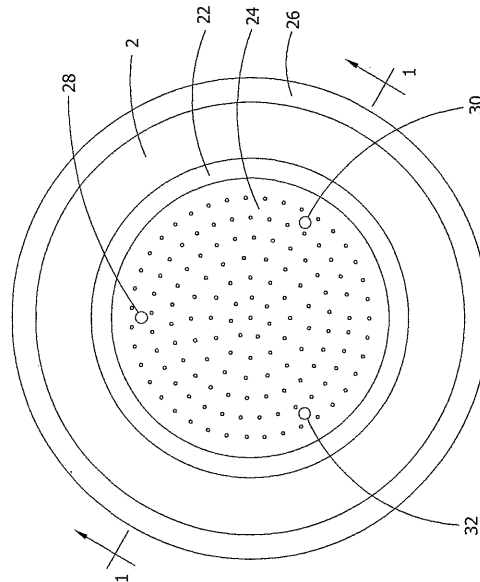
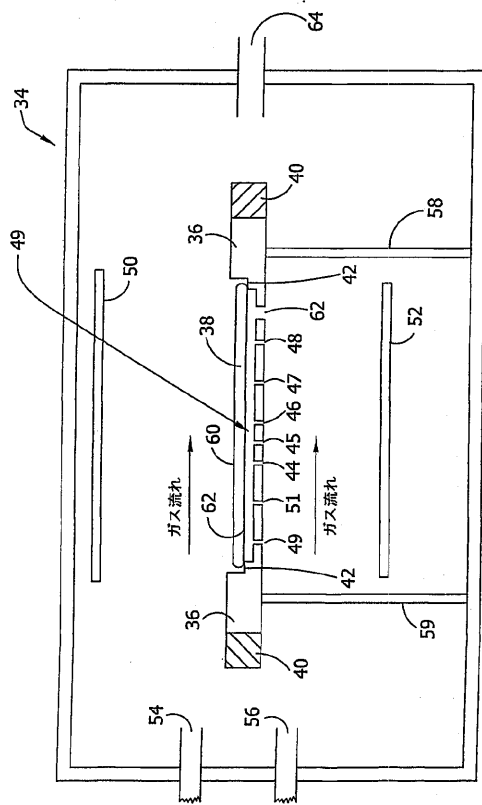


FIG. 2

【図 3】



【図 4】

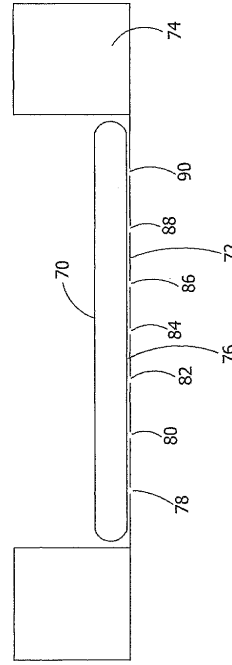


FIG. 4

【図 5】

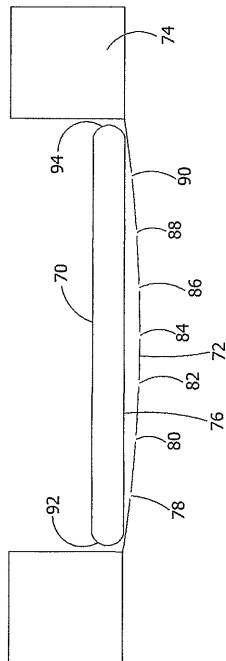


FIG. 5

フロントページの続き

- (72)発明者 ロバート・ダブリュー・スタンドリー
アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピーターズ、ポスト・オフィス・ボックス 8、パー
ル・ドライブ 5 0 1 番
- (72)発明者 チャールズ・シー・ヤン
アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピーターズ、ポスト・オフィス・ボックス 8、パー
ル・ドライブ 5 0 1 番

審査官 今井 拓也

- (56)参考文献 特開平 0 8 - 0 0 8 1 9 8 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 0 9 2 5 2 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 0 3 8 3 6 (J P , A)
特開平 0 6 - 3 0 2 5 1 9 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 8 2 9 7 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 21/205
H01L 21/31
C23C 16/458