

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4066881号
(P4066881)

(45) 発行日 平成20年3月26日 (2008. 3. 26)

(24) 登録日 平成20年1月18日 (2008. 1. 18)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/306 (2006. 01)

H O 1 L 21/306 B

H O 1 L 21/02 (2006. 01)

H O 1 L 21/02 B

H O 1 L 21/205 (2006. 01)

H O 1 L 21/205

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-143633 (P2003-143633)
 (22) 出願日 平成15年5月21日 (2003. 5. 21)
 (65) 公開番号 特開2004-349405 (P2004-349405A)
 (43) 公開日 平成16年12月9日 (2004. 12. 9)
 審査請求日 平成17年2月7日 (2005. 2. 7)

前置審査

(73) 特許権者 000190149
 信越半導体株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目6番2号
 (74) 代理人 100093045
 弁理士 荒船 良男
 (74) 代理人 100090033
 弁理士 荒船 博司
 (72) 発明者 保科 祐章
 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越
 半導体株式会社 磯部工場内
 (72) 発明者 田中 紀通
 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越
 半導体株式会社 磯部工場内

審査官 酒井 英夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面処理方法、シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法及びシリコンエピタキシャルウェーハ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコン単結晶基板の表面処理方法であって、

前記シリコン単結晶基板の裏面に形成されたシリコン酸化膜を耐腐食性板で覆い、かつ前記シリコン単結晶基板の外周部の一部を液面上に露出させた状態で、フッ酸中に前記シリコン単結晶基板を浸漬することにより、前記シリコン単結晶基板の前記裏面から前記外周部の少なくとも最外縁に亘る外周酸化膜を前記外周部の前記一部のみに残存させるフッ酸処理工程を有することを特徴とする表面処理方法。

【請求項 2】

CVD法によってシリコン単結晶基板の裏面にシリコン酸化膜を形成する酸化膜形成工程と、

前記シリコン単結晶基板の前記裏面に形成された前記シリコン酸化膜を耐腐食性板で覆い、かつ前記シリコン単結晶基板の外周部の一部を液面上に露出させた状態で、前記シリコン単結晶基板をフッ酸中に浸漬することにより、前記シリコン単結晶基板の前記裏面から前記外周部の少なくとも最外縁に亘る外周酸化膜を前記外周部の前記一部のみに残存させるフッ酸処理工程と、

前記フッ酸処理工程で残存した前記外周酸化膜をサセプタの座ぐり部の側面に当接させた状態で、前記シリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を気相成長させる気相成長工程とをこの順に行うことを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

10

20

【請求項 3】

前記シリコン単結晶基板の外周部の 1 / 4 以下の領域を液面上に露出させた状態で、前記フッ酸中に前記シリコン単結晶基板を浸漬することを特徴とする請求項 2 記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項 4】

シリコン単結晶基板と、該シリコン単結晶基板の裏面に形成されたシリコン酸化膜と、前記シリコン単結晶基板の主表面上に形成されたシリコンエピタキシャル層とを備えるシリコンエピタキシャルウェーハにおいて、

前記シリコン単結晶基板の前記裏面から、該シリコン単結晶基板の外周部の少なくとも最外縁に亘る外周酸化膜を、前記外周部の一部のみに有することを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハ。

10

【請求項 5】

前記外周酸化膜は、前記シリコン単結晶基板の外周部の 1 / 4 以下の領域に形成されていることを特徴とする請求項 4 記載のシリコンエピタキシャルウェーハ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、シリコン単結晶基板の表面処理方法、シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法及びシリコンエピタキシャルウェーハに関する。

【0002】

20

【従来の技術】

従来、シリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を気相成長させる装置として、例えばシリンドラ型の気相成長装置が用いられている。この気相成長装置は反応炉の内部に多角錘台状のサセプタを備えている。サセプタの外周面には座ぐり部が形成されており、気相成長の際にシリコン単結晶基板が立てかけられた状態で載置されるようになっている。

【0003】

ところで、この気相成長装置を用いて低抵抗率のシリコン単結晶基板の主表面上に高抵抗率のシリコンエピタキシャル層を気相成長させる場合には、シリコン単結晶基板の裏面などからシリコン単結晶基板内のドーパントが気相中に一旦放出されてシリコンエピタキシャル層にドーピングされる現象、即ちオートドーピングが発生しやすい。そのため、気相成長を行う前には、シリコン単結晶基板の裏面にオートドーピング防止用のシリコン酸化膜を形成する。

30

ただし、上記シリコン酸化膜の形成に CVD 法を用いる場合には、シリコン酸化膜がシリコン単結晶基板の裏面から外周部の主表面側に亘って形成されることとなるため、気相成長の際にシリコン単結晶基板の外周部の主表面側に、図 9 に示すようなノジュール 5、即ち塊状のポリシリコンが生じる。そして、このノジュール 5 は、シリコンエピタキシャルウェーハからとれてパーティクルの原因となる。そのため、従来、このようなノジュールの発生を防止する方法として、シリコン単結晶基板の外周部全体のシリコン酸化膜を除去した状態で気相成長を行う方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

40

【0004】

ところが、上記特許文献 1 に開示の方法を用い、シリコン単結晶基板の主表面上に厚いシリコンエピタキシャル層を例えばシリンドラ型の気相成長装置で気相成長させる場合には、該シリコンエピタキシャル層が介在して上記サセプタとシリコン単結晶基板とを貼り付けてしまい、シリコンエピタキシャルウェーハにクラックが発生することがある。そのため、このようなクラックの発生を防止する方法として、シリコンエピタキシャル層の成長速度を制御した状態で気相成長を行う方法が提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。

【0005】

【特許文献 1】

特開平 1 - 2 4 8 5 2 7 号公報

50

【特許文献２】

特開平 ８ - ２ ７ ９ ４ ７ ０ 号公報

【 ０ ０ ０ ６ 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特許文献 ２ の方法を用いた場合には、クラックの発生を防止することはできるものの、シリコンエピタキシャル層の成長速度が低いため、シリコンエピタキシャルウェーハの生産性が大幅に低下する。

【 ０ ０ ０ ７ 】

本発明の課題は、オートドープ、パーティクル及びクラックの発生を抑制した状態で、高い成長速度を保ちながらシリコン単結晶基板の主表面にシリコンエピタキシャル層を気相成長させることができる表面処理方法、シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法及びシリコンエピタキシャルウェーハを提供することである。

【 ０ ０ ０ ８ 】

【課題を解決するための手段】

本発明のシリコン単結晶基板の表面処理方法は、シリコン単結晶基板の裏面に形成されたシリコン酸化膜を耐腐食性板で覆い、かつシリコン単結晶基板の外周部の一部を液面上に露出させた状態で、フッ酸中にシリコン単結晶基板を浸漬することにより、前記シリコン単結晶基板の前記裏面から前記外周部の少なくとも最外縁に亘る外周酸化膜を前記外周部の前記一部のみに残存させるフッ酸処理工程を有することを特徴とする。

【 ０ ０ ０ ９ 】

本発明によれば、シリコン単結晶基板の裏面のシリコン酸化膜を耐腐食性板で覆った状態でフッ酸（フッ化水素水）中にシリコン単結晶基板を浸漬することにより、シリコン単結晶基板の裏面のシリコン酸化膜をエッチング除去せずに残存させることができるので、気相成長を行う場合にオートドープの発生を抑制することができる。

ここで、ノジュールが発生するのは、厚みにムラを生じた状態で薄く形成されたシリコン単結晶基板の外周部のシリコン酸化膜が気相成長の際に水素ガスでエッチングされてシリコン単結晶基板を局所的に露出させ、この露出部分でシリコンが気相成長するためである。そこで、シリコン単結晶基板の外周部の一部を液面上に露出させた状態でフッ酸中にシリコン単結晶基板を浸漬することにより、シリコン単結晶基板の外周部のうち、フッ酸処理工程で残存する外周酸化膜以外の部分を、シリコン酸化膜によって覆われていない状態とし、ノジュールの発生を防止することができる。また、フッ酸処理工程で残存する外周酸化膜についても、ノジュールの発生し易い部分、つまり、シリコン単結晶基板の外周部における主表面側領域のうちシリコン酸化膜の厚みが比較的小さく、水素ガスでエッチングされて疎ら（まばら）に除去されるような部分を、フッ酸から蒸発するフッ酸蒸気によって予めエッチング除去し、比較的厚いシリコン酸化膜を残存させることができるため、気相成長を行う際に、残存するシリコン酸化膜が水素でエッチングされて局所的にシリコン単結晶基板を露出させるまでの時間を長くし、その分ノジュールを発生し難くすることができる。その結果、ノジュールに起因したパーティクルが発生することを抑制することができる。

【 ０ ０ １ ０ 】

ところで、シリコンエピタキシャルウェーハにクラックが発生するのは、サセプタの表面上に堆積するポリシリコン層と、シリコン単結晶基板の主表面上に気相成長するシリコンエピタキシャル層とが、サセプタとシリコン単結晶基板との接触部付近で一体化し、冷却時にこの部分に熱応力が加わるためである。そこで、一部残存させた外周酸化膜とサセプタとを当接させることにより、シリコン単結晶基板の外周部とサセプタとを非接触状態とすることができる。また、シリコン酸化膜上にはシリコンエピタキシャル層が気相成長しないので、この状態で気相成長を行う場合に、サセプタの表面上に堆積するポリシリコン層とシリコン単結晶基板の主表面上で気相成長するシリコンエピタキシャル層とを一体化しないようにすることができるため、気相成長終了後、シリコンエピタキシャルウェーハにクラックが発生するのを抑制することができる。

以上より、シリコンエピタキシャル層の成長速度を低くしなくても、上記表面処理後のシリコン単結晶基板の主表面に対して、オートドーブ、パーティクル及びクラックの発生を抑制した状態でシリコンエピタキシャル層を気相成長させることができる。

【0013】

また、本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法は、

CVD法によってシリコン単結晶基板の裏面にシリコン酸化膜を形成する酸化膜形成工程と、

シリコン単結晶基板の裏面に形成されたシリコン酸化膜を耐腐食性板で覆い、かつシリコン単結晶基板の外周部の一部を液面上に露出させた状態で、シリコン単結晶基板をフッ酸中に浸漬することにより、シリコン単結晶基板の裏面から外周部の少なくとも最外縁に亘る外周酸化膜を外周部の一部のみに残存させるフッ酸処理工程と、

フッ酸処理工程で残存した外周酸化膜をサセプタの座ぐり部の側面に当接させた状態で、シリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を気相成長させる気相成長工程とをこの順に行うことを特徴とする。

【0014】

ここで、フッ酸処理工程においては、シリコン単結晶基板の外周部の1/4以下の領域を液面上に露出させた状態で、フッ酸中にシリコン単結晶基板を浸漬することが好ましい。

【0015】

本発明によれば、CVD法によってシリコン単結晶基板の裏面に形成されたシリコン酸化膜を耐腐食性板で覆った状態でフッ酸中にシリコン単結晶基板を浸漬することにより、シリコン単結晶基板の裏面のシリコン酸化膜をエッチング除去せずに残存させることができるので、気相成長工程の際にオートドーブの発生を抑制することができる。

また、CVD法によるとシリコン酸化膜はシリコン単結晶基板の外周部の主表面側領域にも回り込んで形成されるが、シリコン単結晶基板の外周部の一部、好ましくは外周部の1/4以下の領域を液面上に露出させた状態でフッ酸中にシリコン単結晶基板を浸漬することにより、シリコン単結晶基板の外周部のうち、フッ酸処理工程で残存する外周酸化膜以外の部分を、シリコン酸化膜によって覆われていない状態とし、ノジュールの発生を防止することができる。更に、フッ酸処理工程で一部残存する外周酸化膜においても、特に外周部の1/4以下の領域をフッ酸の液面上に露出させる場合、フッ酸処理工程で残存する外周酸化膜全体にフッ酸蒸気があたり、ノジュールの発生し易い部分、つまり、シリコン単結晶基板の外周部における主表面側領域のうちシリコン酸化膜の厚みが比較的小さく、水素ガスでエッチングされて疎らに除去されるような部分が、フッ酸から蒸発するフッ酸蒸気によって予めエッチング除去され、比較的厚いシリコン酸化膜が残存する。従って、気相成長工程の際に、残存するシリコン酸化膜が水素でエッチングされて局所的にシリコン単結晶基板を露出させるまでの時間を長くし、その分、シリコン単結晶基板の外周部の主表面側領域においてノジュールを発生し難くすることができる。その結果、ノジュールに起因したパーティクルが発生することを抑制することができる。

シリコンエピタキシャル層の気相成長の際、フッ酸処理工程で残存した外周酸化膜をサセプタに当接させることにより、シリコン単結晶基板の外周部とサセプタとを非接触状態とすることができる。また、シリコン酸化膜上にはシリコンエピタキシャル層が気相成長しないので、この状態で気相成長工程を行うことにより、サセプタの表面上に堆積するポリシリコン層とシリコン単結晶基板の主表面上で気相成長するシリコンエピタキシャル層とを一体化しないようにすることができるため、シリコンエピタキシャルウェーハにクラックが発生するのを抑制することができる。

以上より、シリコンエピタキシャル層の成長速度を低くしなくても、シリコン単結晶基板の主表面に対して、オートドーブ、パーティクル及びクラックの発生を抑制した状態でシリコンエピタキシャル層を気相成長させることができる。

【0016】

また、本発明のシリコンエピタキシャルウェーハは、

シリコン単結晶基板と、該シリコン単結晶基板の裏面に形成されたシリコン酸化膜と、シ

10

20

30

40

50

リコン単結晶基板の主表面上に形成されたシリコンエピタキシャル層とを備えるシリコンエピタキシャルウェーハにおいて、

シリコン単結晶基板の裏面から、該シリコン単結晶基板の外周部の少なくとも最外縁に亘る外周酸化膜を外周部の一部のみに有することを特徴とする。

【0017】

ここで、外周酸化膜は、シリコン単結晶基板の外周部の1/4以下の領域に形成されていることが好ましい。

【0018】

本発明によれば、シリコン単結晶基板の裏面にシリコン酸化膜が形成された状態、つまりオートドーブの発生が抑制された状態でシリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層が形成されている。従って、シリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を形成する際に、シリコン単結晶基板の裏面にシリコン酸化膜を形成した状態で気相成長を行うことになるので、オートドーブの発生を抑制しつつシリコンエピタキシャル層を気相成長させることができる。

また、シリコン単結晶基板の裏面から、このシリコン単結晶基板の外周部の少なくとも最外縁に亘る外周酸化膜を前記外周部の一部、好ましくは外周部の1/4以下の領域のみに有しており、シリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を形成する際に、外周酸化膜をサセプタに当接させることにより、シリコン単結晶基板の外周部とサセプタとを非接触状態として気相成長を行うことができる。また、シリコン酸化膜上にはシリコンエピタキシャル層が気相成長しないので、サセプタの表面上に堆積するポリシリコン層とシリコン単結晶基板の主表面上で気相成長するシリコンエピタキシャル層とを一体化しないようにすることができるため、シリコンエピタキシャルウェーハにクラックが発生するのを抑制することができる。また、シリコン単結晶基板の外周部のうち、外周酸化膜以外の部分はシリコン酸化膜によって覆われていない状態、つまり気相成長の際にノジュールが発生しない状態となっている。従って、シリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を形成する際にシリコン単結晶基板の外周部のうち、外周酸化膜以外の部分をシリコン酸化膜によって覆われていない状態として気相成長を行うことになるので、ノジュールに起因するパーティクルの発生を抑制しつつシリコンエピタキシャル層を気相成長させることができる。

以上より、シリコンエピタキシャル層の成長速度を低くしなくても、シリコン単結晶基板の主表面に対し、オートドーブ、パーティクル及びクラックの発生を抑制した状態でシリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を気相成長させたシリコンエピタキシャルウェーハを得ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0020】

<第1の実施の形態>

まず、本発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハの実施の形態について説明する。

図1(a)、(b)は、シリコンエピタキシャルウェーハ1を示す図である。これらの図に示すように、シリコンエピタキシャルウェーハ1は略円板状のシリコン単結晶基板10を備えている。シリコン単結晶基板10には、図1(b)に示すように、オリエンテーションフラット部(以下、オリフラ部と称する)11が形成されている。シリコン単結晶基板10の主表面12上にはシリコンエピタキシャル層13が形成され、シリコン単結晶基板10の裏面14にはシリコン酸化膜15が形成されている。シリコン酸化膜15は、シリコン単結晶基板10の外周部16のうち、オリフラ部11と反対側の一部分に外周酸化膜110を有している。この外周酸化膜110は、外周部16の1/4以下の領域、本実施の形態においては1/8の領域に形成されており、中心角が45°である円弧状をなしている。また、外周酸化膜110は、シリコン単結晶基板10の裏面14から、このシリコン単結晶基板10の外周部16の少なくとも最外縁Xに亘って形成されている。

【 0 0 2 1 】

以下、本発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハ 1 の製造方法について説明する。
シリコンエピタキシャルウェーハ 1 を製造するには、まず、例えば F Z 法あるいは C Z 法等により製造されたシリコン単結晶インゴットに対して、面取り工程、スライス工程、ラッピング工程及びエッチング工程を順に行い、図 2 (a) に示すようなシリコン単結晶基板 1 0 を生成する。

【 0 0 2 2 】

次に、常圧 C V D 法などによりシリコン単結晶基板 1 0 の裏面 1 4 にシリコン酸化膜 1 5 を形成し、図 2 (b) に示すような基板 1 7 を生成する (酸化膜形成工程)。具体的には、シリコン単結晶基板 1 0 を 3 5 0 ~ 4 5 0 に加熱しつつ、その裏面 1 4 に原料ガスをキャリアガスとともに吹き付ける。これにより、シリコン酸化膜 1 5 はシリコン単結晶基板 1 0 の裏面 1 4 に形成される。また、このシリコン酸化膜 1 5 は、シリコン単結晶基板 1 0 の外周部 1 6 のうち、主表面 1 2 側領域にも回り込んで形成され、外周酸化膜 1 1 0 をなす。なお、原料ガスとしてはモノシラン (SiH_4) ガスと酸素ガスとの混合ガスが好ましく、キャリアガスとしては窒素ガス等の不活性ガスが好ましい。

【 0 0 2 3 】

次に、基板 1 7 の外周部 1 6 にフッ酸 (H F) 処理を施し、図 2 (c) に示すような基板 1 8 を生成する (フッ酸処理工程)。基板 1 8 は、裏面 1 4 と、外周部 1 6 (図 2 (c) において左側に示す外周部 1 6) の 1 / 4 以下の領域、本実施の形態においては 1 / 8 の領域とに外周酸化膜 1 1 0 を有しているが、その他の外周部 1 6 (図 2 (c) において右側に示す外周部 1 6) の領域には、外周酸化膜 1 1 0 を有していない。外周酸化膜 1 1 0 がなす円弧の中心角は 4 5 ° となっている。なお、上記円弧の中心角は、 3 ° 以上であることが好ましい。

このフッ酸処理工程には、例えば図 3 に示すようなフッ酸処理装置 2 が用いられる。フッ酸処理装置 2 は、内部に希フッ酸 (フッ化水素水) F を満たした浴槽 2 0 中に、複数の基板 1 7 を把持する把持装置 2 1 を備えている。把持装置 2 1 は、塩化ビニルなどにより基板 1 7 と略同形状に形成された耐腐食性板 2 2 と基板 1 7 とを交互に積層した積層体 2 3 を把持するようになっている。より詳細には、把持装置 2 1 は、基板 1 7 におけるシリコン単結晶基板 1 0 のオリフラ部 1 1 を下方に揃えた状態で、基板 1 7 と耐腐食性板 2 2 とを互いに密着させるように把持するようになっている。なお、このようなフッ酸処理装置 2 としては、例えば特許文献 1 に開示のものがある。浴槽 2 0 の上部には、フッ酸 F から蒸発したフッ酸蒸気 V が存在している。

【 0 0 2 4 】

このようなフッ酸処理装置 2 を用いたフッ酸処理工程においては、まず、積層体 2 3 を把持装置 2 1 に把持させ、基板 1 7 のオリフラ部 1 1 を下方に向けた状態で積層体 2 3 を浴槽 2 0 中の希フッ酸 F に浸漬する。このとき、積層体 2 3 の上端部、つまり基板 1 7 におけるオリフラ部 1 1 と反対側の外周部 1 6 の一部分を希フッ酸 F の液面上に露出させる。なお、液面上に露出される基板 1 7 の外周部 1 6 の一部分がなす円弧の中心角は、 3 ° 以上 9 0 ° 以下 (外周部 1 6 の 1 / 4 以下) とすることが好ましい。この場合には、基板 1 7 の外周部 1 6 の一部分をフッ酸蒸気 V に曝しながら、希フッ酸 F の上部に確実に露出させることができる。

これにより、基板 1 7 の外周部 1 6 の主表面 1 2 側領域のうち、オリフラ部 1 1 と反対側の一部分には、図 2 (c) の左側の外周部 1 6 として示されるように、外周酸化膜 1 1 0 が残存して形成され、この外周酸化膜 1 1 0 以外の部分は図 2 (c) の右側の外周部 1 6 として示されるようにシリコン酸化膜によって覆われていない状態となる。より詳細には、外周酸化膜 1 1 0 においてもノジュールの発生し易い部分、つまり外周酸化膜 1 1 0 の厚みが比較的小さく、後述の気相成長工程において水素ガスでエッチングされて疎らに除去されるような部分は、希フッ酸 F から蒸発するフッ酸蒸気 V によってエッチング除去され、比較的厚いシリコン酸化膜が残存する。ここで、希フッ酸 F の液面上に露出される基板 1 7 の外周部 1 6 がなす円弧の中心角が 9 0 ° より大きくなり、フッ酸蒸気 V に曝され

10

20

30

40

50

ない領域が存在すると、その領域の外周部 16 にはノジュール 5 が発生しやすい。
また、基板 17 の裏面 14 のシリコン酸化膜 15 はエッチング除去されることなく残存する。

【0025】

次に、生成された基板 18 に鏡面研磨と洗浄を施す。

次に、基板 18 の主表面 12 の上部にシリコンエピタキシャル層 13 を形成する（気相成長工程）。

この気相成長工程には、例えば図 4 に示すようなシリンダ型の気相成長装置 3 が用いられる。この気相成長装置 3 は、内部に複数の基板 18 が配置される反応炉 30 を備えている。反応炉 30 の側壁 30a は透光性の石英で形成されており、この側壁 30a の上にはガス供給口 30b が形成されている。反応炉 30 の底壁 30c にはガス排出口 30d が形成されている。反応炉 30 の側方には、側壁 30a を通して反応炉 30 の内部に向かって輻射を行う複数の加熱装置 31 が配設されている。反応炉 30 の内部には、反応炉 30 の頂壁 30e から吊り下げられた状態で多角錐台状のサセプタ 32 が配設されている。このサセプタ 32 は回転駆動装置（図示せず）によって回転可能となっており、その外周面 32a のそれぞれには、例えば上段、中段、下段などの複数の座ぐり部 33 が形成されている。各座ぐり部 33 には、基板 18 が立てかけられた状態で載置されるようになっている。

【0026】

このような気相成長装置 3 を用いた気相成長工程においては、まず、サセプタ 32 の各座ぐり部 33 内に基板 18 を載置する。このとき、外周酸化膜 110 を下側に配置し、サセプタ 32 の座ぐり部 33 の側面に当接させる。これにより、基板 18 のシリコン単結晶基板 10 の外周部 16 と座ぐり部 33 の側面との間には外周酸化膜 110 が介在するので、外周部 16 と座ぐり部 33 の側面とは非接触状態となる。なお、外周酸化膜 110 がなす円弧の中心角を 3° 以上とした場合には、座ぐり部 33 の側面との間に外周酸化膜 110 を確実に介在させることができる。次に、加熱装置 31 により基板 18 を $1100 \sim 1200$ に加熱するとともに、前記回転駆動装置によりサセプタ 32 を回転させる。そしてこの状態で、反応炉 30 内にトリクロロシラン (SiHCl_3) ガス等の反応ガスを水素ガス等のキャリアガスとともに供給することによって、シリコンエピタキシャル層 13 を気相成長させる。このように基板 18 の外周部 16 と座ぐり部 33 の側面とを非接触とした状態で気相成長工程を行うことにより、サセプタ 32 の表面上に堆積するポリシリコン層と基板 18 の主表面 12 上で気相成長するシリコンエピタキシャル層 13 とは一体化しない状態となる。また、このとき水素ガスによって外周酸化膜 110 がエッチングされるが、外周酸化膜 110 は比較的厚いシリコン酸化膜から構成されているので、エッチングされても、シリコン単結晶基板 10 を露出させ難くなっている。

【0027】

以上のようなシリコンエピタキシャルウェーハ 1 の製造方法によれば、シリコン単結晶基板 10 の裏面 14 のシリコン酸化膜 15 をエッチング除去せず残存させることができるので、気相成長工程の際にオートドープの発生を抑制することができる。

【0028】

また、シリコン単結晶基板 10 の外周部 16 のうち、フッ酸処理工程で残存する外周酸化膜 110 以外の部分を、シリコン酸化膜によって覆われていない状態とすることができ、かつフッ酸処理工程で残存する外周酸化膜 110 においても、ノジュールの発生し易い部分、つまり、外周部 16 における主表面 12 側領域のうちシリコン酸化膜の厚みが比較的小さい部分を、希フッ酸 F から蒸発するフッ酸蒸気 V によって予めエッチング除去し、比較的厚いシリコン酸化膜を残存させることができる。従って、気相成長工程の際に、残存するシリコン酸化膜が水素でエッチングされて局所的にシリコン単結晶基板を露出させるまでの時間を長くし、その分だけノジュールを発生し難くすることができるので、ノジュールがシリコンエピタキシャルウェーハ 1 からとれてパーティクルとなることを抑制することができる。

【0029】

また、シリコンエピタキシャル層の成長速度を低くしなくても、気相成長工程において、サセプタ32の表面上に堆積するポリシリコン層とシリコン単結晶基板10の主表面12上で気相成長するシリコンエピタキシャル層13とを一体化しないようにすることができる。

【0030】

以上より、気相成長の速度を高く保ちながら、シリコン単結晶基板10の主表面12に対して、オートドーブ、パーティクル及びクラックの発生を抑制した状態でシリコンエピタキシャル層13を気相成長させることができる。

【0031】

<第2の実施の形態>

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、上記第1の実施の形態と同様の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0032】

本第2の実施の形態におけるシリコンエピタキシャルウェーハ1Aは、図5(a)、(b)に示すように、シリコン単結晶基板10の裏面14にシリコン酸化膜15Aが形成されている。シリコン酸化膜15Aはシリコン単結晶基板10の外周部16の周囲全体に外周酸化膜110Aを有しており、この外周酸化膜110Aはシリコン単結晶基板10の裏面14から、このシリコン単結晶基板10の外周部16の少なくとも最外縁Xに亘って形成されている。

【0033】

以下、本発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハ1Aの製造方法について説明する。本第2の実施の形態におけるシリコンエピタキシャルウェーハ1Aの製造方法は、上記第1の実施の形態におけるフッ酸処理工程と異なるフッ酸処理工程を有している。以下、この点について詳しく説明する。

【0034】

本第2の実施の形態におけるフッ酸処理工程は、シリコン酸化膜15Aが裏面14に形成された基板17の主表面12側をフッ酸蒸気Vに曝すことによって行われる。

より詳細には、フッ酸処理工程は、例えば図6に示すようなフッ酸処理装置2Aによって行うことができる。フッ酸処理装置2Aは、内部に希フッ酸Fを満たした浴槽20を備えている。浴槽20の上部には、フッ酸Fから蒸発したフッ酸蒸気Vが存在している。

このようなフッ酸処理装置2Aを用いたフッ酸処理工程においては、フッ酸処理装置2Aの上部のフッ酸蒸気V中に、主表面12が下側になるように基板17を配置する。これにより、基板17の主表面12がフッ酸蒸気Vに曝され、基板17の外周部16における主表面12側のシリコン酸化膜15Aのうち、シリコン酸化膜の厚みの比較的小さい部分、つまりノジュールの発生し易い部分がエッチング除去される。また、シリコン単結晶基板10の裏面14のシリコン酸化膜15Aはエッチング除去されずに残存する。

【0035】

以上のようなシリコンエピタキシャルウェーハ1Aの製造方法によれば、シリコン単結晶基板10の裏面をシリコン酸化膜15Aによって覆われた状態とすることができるため、気相成長を行う場合にオートドーブの発生を抑制することができる。

また、シリコン単結晶基板10の外周部16における主表面12側のシリコン酸化膜のうち、ノジュールの発生し易い部分をエッチング除去し、比較的厚いシリコン酸化膜を残存させることができる。これにより、気相成長を行う場合に、残存するシリコン酸化膜が水素でエッチングされて局所的にシリコン単結晶基板10を露出させるまでの時間を長し、その分だけノジュールを発生し難くすることができるので、ノジュールに起因したパーティクルが発生することを抑制することができる。

また、気相成長工程を行う際に、シリコン単結晶基板10の外周部16の周囲全体に残存する外周酸化膜110Aとサセプタ32の座ぐり部33の側面とを当接させることにより、シリコン単結晶基板10の外周部16と座ぐり部33の側面との間に外周酸化膜110Aを確実に介在させることができるので、外周部16と座ぐり部33の側面とを非接触状

10

20

30

40

50

態とすることができる。従って、この状態で気相成長を行うことにより、サセプタ 32 の表面上に堆積するポリシリコン層とシリコン単結晶基板 10 の主表面 12 上で気相成長するシリコンエピタキシャル層 13 とを一体化しないようにすることができるため、シリコンエピタキシャルウェーハ 1A にクラックが発生するのを抑制することができる。更に、シリコン単結晶基板 10 の外周部 16 の周囲全体に外周酸化膜 110A が形成されているので、外周酸化膜 110A が除去されている場合に比べてより効果的にオートドープを防止することができる。

以上より、シリコンエピタキシャル層の成長速度を低くしなくても、上記表面処理後のシリコン単結晶基板 10 の主表面に対して、オートドープ、パーティクル及びクラックの発生を抑制した状態でシリコンエピタキシャルウェーハ 1A を気相成長させることができる。

10

【0036】

なお、上記第 1 及び第 2 の実施の形態においては、気相成長工程にシリンダ型の気相成長装置 3 を用いることとして説明したが、縦型や枚葉型の気相成長装置を用いることとしても良い。その際、外周酸化膜とサセプタの座ぐり部の側面とが当接するようにシリコン単結晶基板を載置することが必要である。

また、第 2 の実施の形態においては、フッ酸処理装置 2A の上部に存在するフッ酸蒸気によってシリコン酸化膜 15A を除去することとして説明したが、別の場所で用意したフッ酸蒸気を吹き付けることによってシリコン酸化膜 15A を除去することとしても良い。

【0037】

20

【実施例】

以下に、実施例および比較例を挙げることにより、本発明をさらに具体的に説明する。

【0038】

< 実施例 >

実施例では、上記第 1 の実施の形態におけるシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法によって複数のシリコン単結晶基板 10 の主表面 12 上にそれぞれ所定の成長速度でシリコンエピタキシャル層 13 を形成し、複数のシリコンエピタキシャルウェーハ 1 を製造した。なお、酸化膜形成工程においては、約 500 nm の厚さでシリコン単結晶基板 10 の裏面 14 にシリコン酸化膜 15 を形成した。また、フッ酸処理工程においては外周酸化膜 110 を、シリコン単結晶基板 10 の外周部 16 の 1/2、1/4、1/8 の領域にそれぞれ残存させた。また、気相成長工程においては、外周酸化膜 110 とサセプタ 32 の座ぐり部 33 の側面とを当接させ、成長速度を 1、1.25、1.5 $\mu\text{m}/\text{min}$ として 40 μm の厚さのシリコンエピタキシャル層 13 を気相成長させた。

30

【0039】

< 比較例 >

比較例では、シリコン単結晶基板 10 の外周部 16 のシリコン酸化膜 15 を完全に除去した状態でシリコン単結晶基板 10 の主表面 12 上に所定の成長速度でシリコンエピタキシャル層 13 を形成し、シリコンエピタキシャルウェーハを製造した。なお、シリコン単結晶基板 10 の裏面 14 におけるシリコン酸化膜 15 の厚さは、約 500 nm とした。また、気相成長工程においては、成長速度を 1、1.25、1.5 $\mu\text{m}/\text{min}$ として 40 μm の厚さのシリコンエピタキシャル層 13 を気相成長させた。

40

【0040】

以上の実施例および比較例のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法によってシリコンエピタキシャルウェーハを製造した結果を、以下の図 7、8 に示す。

図 7 は、シリコンエピタキシャル層の気相成長速度 ($\mu\text{m}/\text{min}$) と、シリコンエピタキシャルウェーハ 1 におけるクラックの発生率 (%) との関係を示す図である。なお、この図においては、実施例として、シリコン単結晶基板 10 における外周部 16 の 1/2 の領域に外周酸化膜 110 を残存させた場合のクラック発生率を示しているが、外周酸化膜 110 が 1/4、1/8 の領域に残存している場合も同じ結果であった。

この図に示されるように、実施例では比較例と異なり、成長速度が高くてもクラックが発

50

生していない。つまり、クラックの発生を抑制した状態で、高い成長速度でシリコンエピタキシャル層を気相成長させることができる。

【0041】

図8は、1枚のシリコンエピタキシャルウェーハにおいて発生するパーティクルの個数(個)と、シリコンエピタキシャル層の気相成長速度($\mu\text{m}/\text{min}$)及び外周酸化膜110の残存割合との関係を示す図である。なお、この図において、横軸の上段の数値は成長速度($\mu\text{m}/\text{min}$)を示しており、下段の括弧内の分数はフッ酸処理工程において残存した外周酸化膜110の割合を示している。

この図に示すように、シリコン単結晶基板10の外周部16に外周酸化膜110が1/4、1/8の領域に残存している場合、発生したパーティクルが15個以下であり、外周酸化膜110を有しない比較例と同程度にパーティクルの発生が抑制されている。しかしながら、外周酸化膜110が1/2の領域に残存するシリコン単結晶基板10にシリコンエピタキシャル層を気相成長させると、ノジュールが多発し、パーティクルの発生率も高くなっている。つまり、外周酸化膜110が1/4以下の領域で残存しているシリコン単結晶基板10を使用する場合、ノジュールの発生を抑制した状態で、かつ高い成長速度で、シリコンエピタキシャル層を気相成長させることができる。

【0042】

【発明の効果】

本発明によれば、シリコンエピタキシャル層の成長速度を低くしなくても、シリコン単結晶基板の主表面に対して、オートドーブ、パーティクル及びクラックの発生を抑制した状態でシリコンエピタキシャル層を気相成長させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハを示す図であり、(a)は縦断面図、(b)は主表面側の平面図である。

【図2】本発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法を説明するための図である。

【図3】フッ酸処理装置の縦断面図である。

【図4】気相成長装置の概略構成を示す縦断面図である。

【図5】本発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハの他の実施の形態を示す平面図及び縦断面図である。

【図6】フッ酸処理装置の縦断面図である。

【図7】クラックの発生率と気相成長速度との関係を示す図である。

【図8】パーティクルの発生個数と、気相成長速度及び外周酸化膜の残存量との関係を示す図である。

【図9】ノジュールが形成されたシリコンエピタキシャルウェーハの縦断面図である。

【符号の説明】

1, 1A	シリコンエピタキシャルウェーハ
5	ノジュール
10	シリコン単結晶基板
12	シリコン単結晶基板の主表面
13	シリコンエピタキシャル層
14	シリコン単結晶基板の裏面
15, 15A	シリコン酸化膜
16	シリコン単結晶基板の外周部
32	サセプタ
33	座ぐり部
110, 110A	外周酸化膜
F	希フッ酸(フッ酸)
X	シリコン単結晶基板の外周部の最外縁

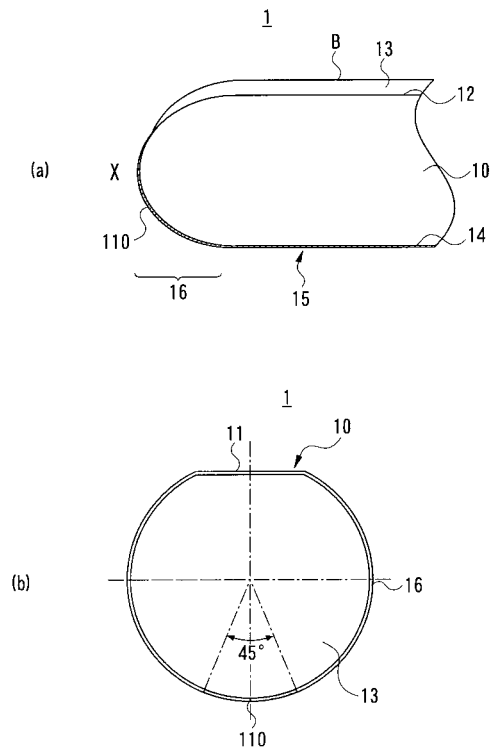
10

20

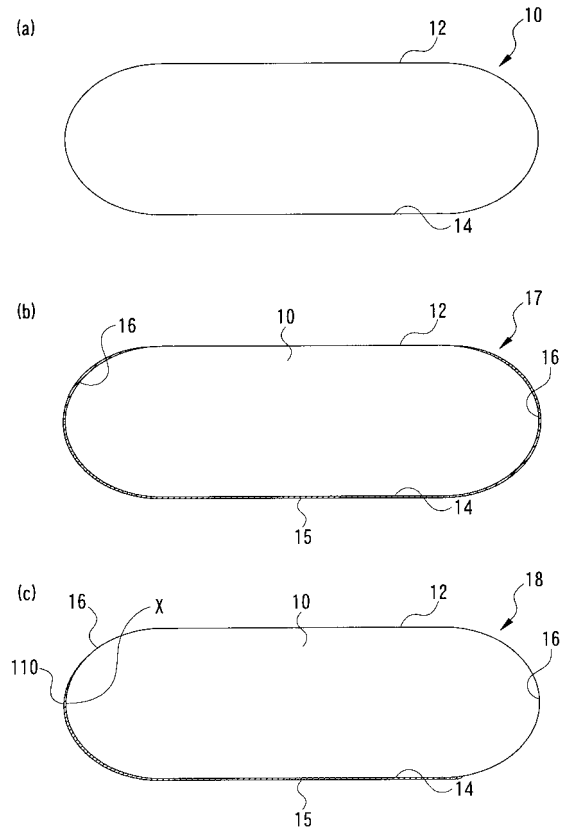
30

40

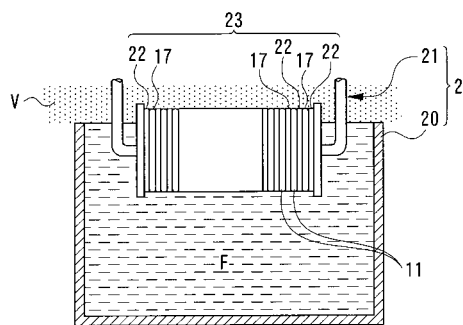
【図 1】



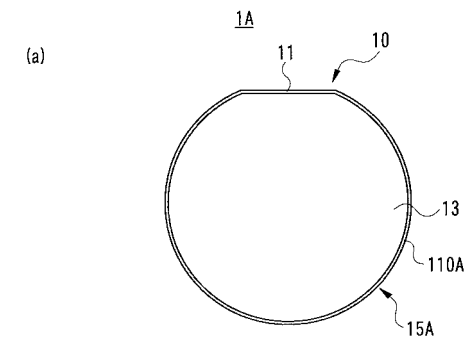
【図 2】



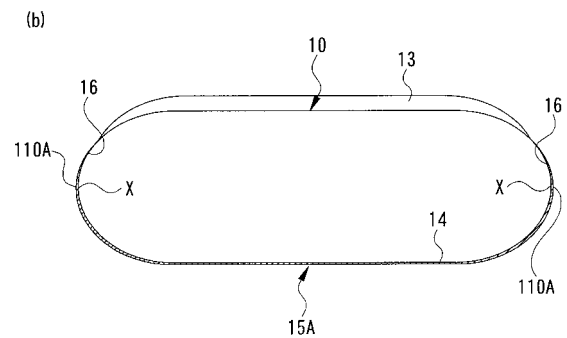
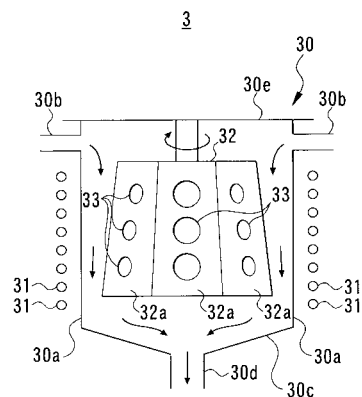
【図 3】



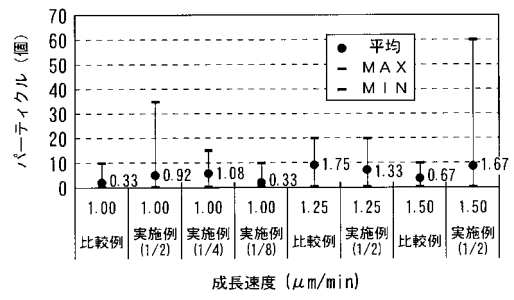
【図 5】



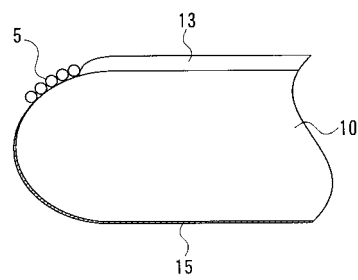
【図 4】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 2 8 8 9 0 3 (J P , A)
特開平 0 1 - 2 4 8 5 2 7 (J P , A)
特開平 0 4 - 2 4 5 4 3 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H01L 21/02,21/205,21/306,21/308,
21/68