

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4715470号  
(P4715470)

(45) 発行日 平成23年7月6日(2011.7.6)

(24) 登録日 平成23年4月8日(2011.4.8)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/02 (2006.01)  
H01L 27/12 (2006.01)H01L 21/02  
H01L 27/12B  
B

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2005-341397 (P2005-341397)  
 (22) 出願日 平成17年11月28日 (2005.11.28)  
 (65) 公開番号 特開2007-149907 (P2007-149907A)  
 (43) 公開日 平成19年6月14日 (2007.6.14)  
 審査請求日 平成20年7月17日 (2008.7.17)

(73) 特許権者 302006854  
 株式会社 SUMCO  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号  
 (74) 代理人 100085372  
 弁理士 須田 正義  
 (72) 発明者 奥田 秀彦  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社  
 SUMCO内  
 (72) 発明者 遠藤 昭彦  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社  
 SUMCO内  
 (72) 発明者 草場 辰己  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社  
 SUMCO内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】剥離ウェーハの再生加工方法及びこの方法により再生加工された剥離ウェーハ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

イオン注入剥離法によって貼合せ SOI ウェーハを製造する際に副産物として得られる剥離ウェーハに再生加工を施して貼合せ SOI ウェーハの SOI 層用ウェーハ(11)として再利用する再生加工方法において、

剥離ウェーハを酸素を含む酸化雰囲気下で、室温から 50 ~ 5000 / 分の昇温速度で 1000 ~ 1350 の範囲の温度に急速加熱した後、前記温度で 1 ~ 1000 秒間保持し続いて前記温度から 50 ~ 5000 / 分の降温速度で室温まで急速冷却する工程と、

前記剥離ウェーハ表面を鏡面研磨する工程と  
を含む剥離ウェーハの再生加工方法。

## 【請求項 2】

前記酸素を含む酸化雰囲気は、酸素ガス、酸素を含む窒素ガス、又は酸素を含むアルゴンガスである請求項 1 記載の剥離ウェーハの再生加工方法。

## 【請求項 3】

前記鏡面研磨する工程における取り代が 1 ~ 5 μm である請求項 1 記載の剥離ウェーハの再生加工方法。

## 【請求項 4】

前記急速加熱・急速冷却する工程の後、前記鏡面研磨する工程の前に、前記剥離ウェーハの面取り部の酸化膜及び面取り部のイオン注入領域の除去をエッジ研磨により行う請求

項1記載の剥離ウェーハの再生加工方法。

【請求項5】

イオン注入剥離法によって貼合せSOIウェーハを製造する際に副産物として得られる剥離ウェーハに再生加工を施して貼合せSOIウェーハのSOI層用ウェーハとして再利用する再生加工方法において、

前記剥離ウェーハ表面を鏡面研磨する工程と、

前記剥離ウェーハを酸素を含む酸化雰囲気下で、室温から50～5000／分の昇温速度で1000～1350の範囲の温度に急速加熱した後、前記温度で1～1000秒間保持し続いて前記温度から50～5000／分の降温速度で室温まで急速冷却する工程と、

10

前記剥離ウェーハ表面の酸化膜をフッ酸を含む水溶液により除去する工程とを含む剥離ウェーハの再生加工方法。

【請求項6】

酸素を含む酸化雰囲気は、酸素ガス、酸素を含む窒素ガス、又は酸素を含むアルゴンガスである請求項5記載の剥離ウェーハの再生加工方法。

【請求項7】

鏡面研磨する工程における取り代が1～5μmである請求項5記載の剥離ウェーハの再生加工方法。

【請求項8】

鏡面研磨する工程の前に、前記剥離ウェーハの面取り部の酸化膜及び面取り部のイオン注入領域の除去をエッジ研磨により行う請求項5記載の剥離ウェーハの再生加工方法。

20

【請求項9】

請求項1ないし8のいずれか1項に記載の方法により再生加工された剥離ウェーハ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イオン注入したウェーハを結合後に剥離してSOI(Silicon on insulator)ウェーハを製造する、いわゆるイオン注入剥離法(スマートカット法とも呼ばれている)において、副産物として得られる剥離ウェーハをSOI層用ウェーハとして再利用する再生加工方法に関する。特に本発明は、剥離ウェーハを何回も再生加工して、何度も再利用する再生加工方法に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

従来、SOIウェーハの製造方法として、水素イオン又は希ガスイオンを注入した単結晶シリコンからなるSOI層用ウェーハを酸化膜を介して支持用ウェーハと貼合せ、熱処理によってイオン注入領域において分離してSOIウェーハを製造するイオン注入剥離法が一般的に知られている。この方法によるSOIウェーハの劈開面は良好な鏡面であり、SOI層の膜厚均一性も高いSOIウェーハを得ることができる。

そして、SOI層用ウェーハの内、SOIウェーハのSOI層として使用されなかった下部の剥離ウェーハを副産物として得、この剥離ウェーハを再びSOIウェーハを製造するためのSOI層用ウェーハとして再利用するための加工方法として、剥離ウェーハの再生処理方法及び再生処理された剥離ウェーハ(例えば、特許文献1参照。)が開示されている。

40

この剥離ウェーハの再生処理方法では、剥離ウェーハの少なくとも面取り部のイオン注入領域を除去した後、剥離ウェーハ表面を研磨することによって、剥離ウェーハをSOI層用ウェーハとして再利用した際、熱処理を施しても面取り部にイオン注入領域が残留しない。このため面取り部が剥離せずパーティクルも発生しないため、SOIウェーハのデバイス領域に付着が起こらず剥離ウェーハをSOI層用ウェーハとして再利用して製造されたSOIウェーハの品質が高く歩留まりも良いとしている。

【特許文献1】特開2001-155978号公報(請求項2、請求項4、段落[001]

50

2 ] 、 [ 0 0 1 5 ] 、 [ 0 0 1 7 ] 、 図 4 )

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 3 】

しかし、上記従来の剥離ウェーハの再生処理方法では、剥離ウェーハを熱処理した後に剥離ウェーハ表面を研磨することを特徴とする(特許文献1の〔請求項4〕)。この特許文献1の〔請求項4〕の研磨前の熱処理条件は酸化性雰囲気下で500以上 の温度に数分から数時間保持する、或いは特許文献1の〔第2の実施形態〕の記載において1000の温度に、30分間保持することとなっている。ここで熱処理温度1000に30分間保持する熱処理では、剥離ウェーハ内における酸素析出物又は酸素析出核の生成を促進させる。このため、再生処理された剥離ウェーハをSOI層用ウェーハとして再利用して貼合せSOIウェーハを作製した場合、SOI層内部に酸素析出核又は酸素析出物が存在する。

図5(a)に示すように、SOI層111aの内部に酸素析出物又は酸素析出核が存在するSOIウェーハでは、酸素析出核116又は酸素析出物117の大きさにより、図5(b)に示すように、これらが存在する箇所がSOI層111aを貫通する貫通欠陥120となる。このため、貼合せSOIウェーハ表面の図示しない自然酸化膜をフッ酸(フッ化水素酸)水溶液を用いて洗浄すると、フッ酸水溶液がSOI層111aに空いたこの貫通欠陥120を通じて貼合せウェーハのSOI層111aと支持用ウェーハ112との間に埋込み酸化膜113をエッチングしてしまう。その結果、図5(c)に示すように、HF欠陥121が発生するという不具合があった。

本発明の目的は、HF欠陥の発生を抑制できる剥離ウェーハの再生加工方法及びこの方法により再生加工された剥離ウェーハを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 4 】

請求項1に係る発明は、図1に示すように、イオン注入剥離法によって貼合せSOIウェーハを製造する際に副産物として得られる剥離ウェーハ11bに再生加工を施して貼合せSOIウェーハ10のSOI層用ウェーハ11として再利用する再生加工方法において、剥離ウェーハ11bを酸素を含む酸化雰囲気下で、室温から50～5000/分の昇温速度で1000～1350の範囲の温度に急速加熱した後、当該温度で1～1000秒間保持し続いて当該温度から50～5000/分の降温速度で室温まで急速冷却処理を行う工程と、剥離ウェーハ11b表面を鏡面研磨する工程とを含む剥離ウェーハの再生加工方法である。

本発明者らは、イオン注入剥離法によって貼合せSOIウェーハを製造する際に副産物として得られる剥離ウェーハ11bを所定の条件で急速加熱することで、剥離ウェーハ11bの酸素固溶度を大きくして酸素析出核又は酸素析出物を溶かし、所定の条件で急速冷却することにより剥離ウェーハ11bの固溶状態を維持して、酸素析出核又は酸素析出物の再析出を防ぐことを見出した。

この請求項1に記載された剥離ウェーハの再生加工方法では、剥離ウェーハ11bを酸素を含む酸化雰囲気下で急速加熱するので剥離ウェーハ11bの酸素固溶度が大きくなり、酸素析出核又は酸素析出物を構成する酸素原子をシリコン原子の格子間に拡散させて格子間酸素とすることができます。また、この剥離ウェーハ11bを急速冷却するので固溶状態が維持され、この結果剥離ウェーハ11b中に生成された酸素析出核又は酸素析出物を消滅させることができる。

また、急速加熱・急速冷却(RTP:Rapid thermal process)工程によって剥離ウェーハ11b表面に形成された酸化膜13直下に格子間シリコン原子が数多く存在することにより、この再生加工を施されたSOI層用ウェーハ11を再利用して製造されたSOIウェーハの酸素析出物の成長を抑制できる。更に、この請求項1に記載された剥離ウェーハの再生加工方法では、1000～シリコンの融点未満という高温の熱処理を行うことによって、剥離ウェーハ11b中の酸素析出核又は酸素析出物を成長させることなく消滅さ

せることができる。

【0005】

請求項5に係る発明は、図2に示すように、イオン注入剥離法によって貼合せS O Iウェーハ10を製造する際に副産物として得られる剥離ウェーハ11bに再生加工を施して貼合せS O Iウェーハ10のS O I層用ウェーハ11として再利用する再生加工方法において、剥離ウェーハ11b表面を鏡面研磨する工程と、剥離ウェーハ11bを酸素を含む酸化雰囲気下で、室温から50～5000／分の昇温速度で1000～1350の範囲の温度に急速加熱した後、当該温度で1～1000秒間保持し続いて当該温度から50～5000／分の降温速度で室温まで急速冷却処理を行う工程と、剥離ウェーハ11b表面の酸化膜の除去処理工程とを含む剥離ウェーハの再生加工方法である。

10

この請求項5に記載された剥離ウェーハの再生加工方法では、剥離ウェーハ11bを酸素を含む酸化雰囲気下で急速加熱するので剥離ウェーハ11bの酸素固溶度が大きくなり、酸素析出核又は酸素析出物を構成する酸素原子をシリコン原子の格子間に拡散させて格子間酸素とすることができる。

この剥離ウェーハ11bを急速冷却するので固溶状態が維持され、この結果剥離ウェーハ11b中に生成された酸素析出核又は酸素析出物を消滅させることができる。また、鏡面研磨工程後に急速加熱・急速冷却(R T P:Rapid thermal process)工程によって剥離ウェーハ11b表面に形成された酸化膜13直下に格子間シリコン原子が数多く存在することにより、この再生加工を施されたS O I層用ウェーハ11を再利用して製造されたS O Iウェーハの酸素析出物の成長を抑制できる。また、急速加熱・急速冷却工程によって剥離ウェーハ表面に形成された酸化膜をフッ酸により除去することができる。更に、この請求項5に記載された剥離ウェーハの再生加工方法では、1000～シリコンの融点未満という高温の熱処理を行うことによって、剥離ウェーハ11b中の酸素析出核又は酸素析出物を成長させることなく消滅させることができる。

20

【0007】

請求項2に係る発明は、請求項1に係る発明であって、酸素を含む酸化雰囲気は、酸素ガス、酸素を含む窒素ガス、又は酸素を含むアルゴンガスである剥離ウェーハの再生加工方法である。

請求項6に係る発明は、請求項5に係る発明であって、酸素を含む酸化雰囲気は、酸素ガス、酸素を含む窒素ガス、又は酸素を含むアルゴンガスである剥離ウェーハの再生加工方法である。

30

この請求項2及び請求項6に記載された剥離ウェーハの再生加工方法では、水素等の還元雰囲気下で熱処理を行わないため、炉内で化合物が生成されず、剥離ウェーハ11b表面に付着することができないため、後の鏡面研磨工程において傷の原因とならず、S O I層用ウェーハ11として再利用されたとき貼合せ時のボイドの原因にならずに済む。

請求項3に係る発明は、請求項1に係る発明であって、鏡面研磨する工程における取り代が1～5μmである剥離ウェーハの再生加工方法である。

請求項7に係る発明は、請求項5に係る発明であって、鏡面研磨する工程における取り代が1～5μmである剥離ウェーハの再生加工方法である。

この請求項3及び請求項7に記載された剥離ウェーハの再生加工方法では、剥離ウェーハ11bの剥離面18の凸凹をスムーズにし、剥離ウェーハ11b表面の中央部と周辺の段差を除去し、平坦性を確保することができる。

40

【0008】

請求項4に係る発明は、請求項1に係る発明であって、加熱・冷却工程の後、鏡面研磨する工程の前に、剥離ウェーハ11bの面取り部の酸化膜13及び面取り部のイオン注入領域14の除去をエッジ研磨により行う剥離ウェーハの再生加工方法である。

請求項8に係る発明は、請求項5に係る発明であって、鏡面研磨する工程の前に、剥離ウェーハ11bの面取り部の酸化膜13及び面取り部のイオン注入領域14の除去をエッジ研磨により行う剥離ウェーハの再生加工方法である。

この請求項4及び請求項8に記載された剥離ウェーハの再生加工方法では、鏡面研磨の

50

取り代を低減することができ、剥離ウェーハ 11b 表面の平坦性をより改善することができる。

請求項 9 に係る発明は、図 1 又は図 2 に示すように上記請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の方法により再生加工された剥離ウェーハである。

この請求項 9 に記載された再生加工された剥離ウェーハは、酸素析出物又は析出核が消滅しているため、この剥離ウェーハ 11b を SOI 層用ウェーハとして再利用して貼合せ SOI ウェーハ 10 作製した場合、酸素析出物又は酸素析出核による貫通欠陥が発生せず、貼合せ SOI ウェーハ 10 表面の自然酸化膜をフッ酸水溶液を用いて洗浄することにより除去する工程において HF 欠陥の発生が抑制されたものとなる。

10

### 【発明の効果】

#### 【0009】

以上述べたように、本発明によれば、イオン注入剥離法により副産物として生成された剥離ウェーハに急速加熱・急速冷却を施す。すると、急速加熱により剥離ウェーハの酸素固溶度が大きくなり、酸素原子がシリコン原子の格子間に拡散して酸素析出核又は酸素析出物が溶け、急速冷却によりその固溶状態が維持され、酸素析出核又は酸素析出物を消滅させることができる。この結果、SOI 層用ウェーハとして何度再利用しても HF 欠陥が抑制された高品質の SOI ウェーハを作製することができる。

### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0010】

20

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。

##### <第 1 の実施の形態>

本発明の剥離ウェーハの再生加工方法は、図 1 (h) に示すように、イオン注入剥離法により SOI ウェーハ 10 を作製する工程のなかで、副産物として生成される剥離ウェーハ 11b を対象としている。イオン注入剥離法は図 1 に示すように、SOI 層 11a となる SOI 層用ウェーハ 11 の表面に酸化膜 13 を形成する酸化膜形成工程 (図 1 (b)) と、この SOI 層用ウェーハ 11 にイオンを注入して SOI 層用ウェーハ 11 内部にイオン注入領域 14 を形成するイオン注入工程 (図 1 (c)) と、その SOI 層用ウェーハ 11 を支持基板となる支持用ウェーハ 12 に重ね合せることにより積層体 15 を形成する積層体形成工程 (図 1 (e)) と、SOI 層用ウェーハ 11 をイオン注入領域 14 で分離して支持用ウェーハ 12 上に酸化膜 13 を介して薄膜の単結晶からなる SOI 層 11a を形成する SOI 層形成工程 (図 1 (f)) と、ウェーハ同士の結合強度を高めるための結合熱処理工程 (図 1 (g)) と、SOI 層 11a 表面の欠陥層の除去と表面粗さを除去するための鏡面研磨工程 (図 1 (h)) を有する。そして本発明の剥離ウェーハ再生加工方法は、図 1 (f) の剥離熱処理によりイオン注入領域 14 で分離した剥離ウェーハ 11b を急速加熱・急速冷却する工程 (図 1 (i)) と、剥離ウェーハ 11b を鏡面研磨する工程 (図 1 (j)) から構成され、再び SOI 層用ウェーハ 11 表面に酸化膜 13 を形成する酸化膜形成工程 (図 1 (a)) へとつながる。

このように構成された剥離ウェーハの再生加工方法 (図 1 (i) 及び (j)) を説明する。

40

#### 【0011】

##### (1) 急速加熱・急速冷却工程

SOI 層用ウェーハ 11 と支持用ウェーハ 12 はチョクラルスキー法 (CZ 法) で製造される (図 1 (a) 及び (d))。このため、SOI 層用ウェーハ 11 と支持用ウェーハ 12 を重ね合せた積層体 15 をイオン注入領域 14 で剥離熱処理により分離させて作製された SOI ウェーハ 10 と剥離ウェーハ 11b はともにシリコン単結晶からなる。

SOI 層用ウェーハ 11 には、900 以上の高温で熱酸化することにより、SOI 層用ウェーハ 11 表面全体に絶縁膜である 50 ~ 300 nm の厚さの酸化膜 13 (SiO<sub>2</sub> 膜) が形成されている (図 1 (b))。

また、SOI 層用ウェーハ 11 の主面の一方から水素イオン (H<sub>2</sub><sup>+</sup>) が 5.0 × 10<sup>16</sup>

50

) 以上のドーズ量でイオン注入され、厚さ 200 ~ 1200 nm のイオン注入領域 14 が SOI 層用ウェーハ 11 内部に酸化膜 13 と平行に形成されている。(図 1 (c))

このため、イオン注入剥離法の剥離熱処理(図 1 (f))後に副産物として得られた剥離ウェーハ 11 b の剥離面 18 の中央部と周辺には、酸化膜 13 と SOI ウェーハ 10 の一部となった SOI 層 11 a とイオン注入領域 14 を合わせた厚さの段差が生じている。

また、SOI 層用ウェーハは CZ シリコン単結晶である。CZ シリコン単結晶中に通常含まれる不純物酸素濃度はシリコン融点である 1414 (1 気圧下における。) 近傍の固溶度であり、室温及びデバイス製造プロセス温度で常に過飽和な不純物酸素を含有している。したがってデバイス製造熱処理で常に酸素が析出しやすい状態にある。また、シリコン単結晶中に存在する格子間シリコン原子の集合体である転位、又は積層欠陥は酸素析出核になる。SOI 層用ウェーハ 11 には過飽和酸素と酸素析出核が存在するため、酸化膜形成のための熱処理(図 1 (b))と剥離熱処理(図 1 (f))のそれぞれ 1000 前後の中温に 5 時間、500 前後の低温に 30 分間と多段階の熱処理を施すことにより、酸素析出核が成長し、剥離した直後の剥離ウェーハ 11 b 中には成長した酸素析出核又は酸素析出物が存在している。

#### 【0012】

図 1 (i) に示すように、急速加熱・急速冷却工程において、剥離ウェーハ 11 b を酸素を含む酸化雰囲気下で急速加熱し高温で一定時間保持する。すると、剥離ウェーハ 11 b 中の酸素固溶度が大きくなることにより、酸素析出核又は酸素析出物を構成する酸素原子がシリコン原子の格子間に拡散して格子間酸素原子となる。この状態を酸素析出核又は酸素析出物が溶解した、或いは固溶状態といい、この固溶状態の剥離ウェーハ 11 b を時間をかけた普通の降温速度で冷却すると、格子間酸素原子がシリコン原子の格子間から抜け出して酸素析出核又は酸素析出物として再析出する。しかし短時間で剥離ウェーハ 11 b を急速冷却すると固溶状態を維持したままとなり、酸素析出核又は酸素析出物が再析出しない。このため酸素析出核又は酸素析出物を消滅させることができる。

なお、剥離ウェーハ 11 b 中の酸素析出物が熱処理によって消滅する又は成長するかは、酸素析出物の大きさ及び熱処理温度の条件に依るところが大きい。酸素析出物の大きさが小さいほど、酸素析出物とシリコン原子との界面エネルギーによって消滅し易く、また、熱処理温度が高温であるほどシリコン結晶中の酸素固溶度が大きくなり酸素析出物が溶け易くなるため消滅し易い。

剥離ウェーハ 11 b 中の酸素析出物の大きさは、使用するシリコン単結晶の酸素濃度、シリコン単結晶引き上げ時の冷却速度で決定される格子欠陥密度の空孔、或いは格子間シリコン等や埋込み酸化膜形成の酸化条件と、剥離熱処理の条件により決定される。そして一般的なシリコンウェーハの酸化膜形成の熱処理は 1000 前後、剥離熱処理は 500 ~ 600 で行われるため、この熱処理条件で生成される酸素析出物の大きさは 100 nm 以下と推測できた。この 100 nm 以下の酸素析出物を急速加熱・急速冷却工程によって昇温中に酸素析出物を成長させず、かつ消滅させるためには、昇温速度が 50 / 分以上、熱処理温度 1000 以上、保持時間は 1 秒以上の熱処理が必要である。

#### 【0013】

この急速加熱・急速冷却工程は、剥離ウェーハ 11 b を急速昇降温炉に収容し、室温から 50 ~ 5000 / 分の昇温速度で 1000 ~ 1350 の範囲の温度に加熱した後、1 ~ 1000 秒間保持し、続いて前記温度から 50 ~ 5000 / 分の降温速度で室温まで冷却する。

なお、上記熱処理時の炉内雰囲気は酸素を含む酸化雰囲気である。好ましくは酸素ガス、酸素を含む窒素混合ガス或いは酸素を含むアルゴン混合ガス等の酸化雰囲気である。ここで酸化雰囲気と限定したのは、アルゴンガス 100 % 等の還元雰囲気下では、剥離ウェーハ 11 b の熱処理中にシリコンとアルゴン等との生成物が炉内で発生し、剥離ウェーハ 11 b 表面に付着してしまう可能性が高く、後の鏡面研磨工程時に傷になり、或いは SOI 層用ウェーハ 11 として再利用したときの貼合せ工程でのボイド欠陥の原因となる不具合が生じるためである。また、窒素ガス 100 % 雰囲気下では、熱処理により剥離ウェー

10

20

30

40

50

ハ11b表面に形成された窒化膜が後の鏡面研磨工程では除去しにくく、更に窒化に伴い剥離ウェーハ11b中に生成される空孔が、SOI層用ウェーハ11として再利用したときの貼合せ工程時の熱処理により、酸素析出を促進するという不具合が生じるためである。

【0014】

上記昇温速度及び降温速度はできるだけ高い方が好ましく、50～5000／分、好ましくは3000～5000／分の範囲の速度で行われる。ここで昇温速度を50～5000／分の範囲に限定したのは、50／分未満では剥離ウェーハ11bの酸素固溶度を大きくして酸素析出核又は酸素析出物を溶かすことができず、逆に酸素析出核又は酸素析出物を成長させることになる。また、降温速度を50～5000／分の範囲に限定したのは、50／分未満では、酸素析出核又は酸素析出物が消滅した固溶状態を維持することができず、格子間酸素が再び酸素析出核又は酸素析出物として再析出してしまうという問題がある。更に、昇温速度及び降温速度ともに5000／分を越えると剥離ウェーハ11bが反ったり、割れたりするという不具合が生じる。

上記熱処理の温度は1000～1350、好ましくは1050～1200の範囲内で行われる。ここで1000～1350の範囲に限定したのは、1000未満では、酸素析出物の消滅が困難となるからであり、1350を越えるとシリコンの融点以上になるため、シリコンが固体から液体になってしまうからである。また、好ましい範囲の上限を1200としたのは、1200を越えるとスリップの発生率が高まるからである。

上記熱処理時間は1秒～1000秒間、好ましくは1～100秒間である。ここで1秒～1000秒の範囲に限定したのは、装置の構造上から生じる制限のためである。

【0015】

(2)鏡面研磨工程

図1(j)に示すように、この工程では、化学機械的研磨法により鏡面研磨を剥離ウェーハ11b表面に施すことにより、剥離ウェーハ11b表面の剥離面18の中央部とその周辺の剥離ウェーハ11bに残留したSOI層11aとイオン注入領域14分の段差及び、剥離面18のダメージ層及び表面粗さが除去される。

また、上記急速加熱・急速冷却工程により、剥離ウェーハ11b表面には、酸化膜13が形成されているため、この鏡面研磨工程により同時に除去できる。

上記研磨の取り代は1～5μm、好ましくは3～4μmである。取り代を1～5μmに限定したのは、1μm未満では、剥離面18の凸凹をスムーズにするのが困難であり、周辺の段差を完全に除去することができないからである。また、5μmを越えると、剥離ウェーハ11bの平坦性を劣化させるという不具合が生じるためである。

更に、剥離ウェーハ11b表面の全体を鏡面研磨する前に剥離ウェーハ11b周辺の段差のみをエッジ研磨することで、鏡面研磨の取り代を低減でき、剥離ウェーハ11b表面の平坦性がより改善される。

【0016】

<第2の実施の形態>

図2は本発明の第2の実施形態を示す。図2において図1と同一符号は同一部品を示す。

本実施の形態では、第1の実施形態の工程順序とは逆に、図2(f)の剥離熱処理によりイオン注入領域14で分離した剥離ウェーハ11bを鏡面研磨する工程(図2(i))と剥離ウェーハ11bを急速加熱・急速冷却する工程(図2(j))と剥離ウェーハ11b表面の酸化膜11aの除去をする工程と(図2(k))から構成され、再びSOI層11a用ウェーハ11表面に酸化膜13を形成する酸化膜形成工程(図2(a))へつながる。このように構成された剥離ウェーハの再生加工方法(図2(i)、(j)及び(k))を説明する。

(1)鏡面研磨工程

図2(i)に示すように、この工程では、化学機械的研磨法により鏡面研磨を剥離ウェ

10

20

30

40

50

－ハ 1 1 b 表面に施す。化学機械的研磨法とは、定盤上の研磨布に剥離ウェーハ 1 1 b を研磨剤を流しながら擦合わせ、研磨加工することである。研磨剤中の溶剤のもたらす化学反応と、研磨布と研磨剤中の研磨粒子との機械的研磨作用を組合せて、剥離ウェーハ 1 1 b 表面の凸凹をなくし平坦化することができる。これにより、剥離ウェーハ 1 1 b 表面の剥離面 1 8 の中央部と剥離ウェーハ 1 1 b の周辺に残留した SOI 層 1 1 a とイオン注入領域 1 4 分の段差及び剥離面 1 8 のダメージ層及び表面粗さが除去される。

## (2)急速加熱・急速冷却工程

この急速加熱・急速冷却工程は、剥離ウェーハ 1 1 b を急速昇降温炉に収容し、室温から 50 ~ 5000 / 分の昇温速度で 1000 ~ 1350 の範囲の温度に加熱した後、1 ~ 1000 秒間保持し、続いて前記温度から 50 ~ 5000 / 分の降温速度で室温まで冷却する。

上記の動作は第 1 の実施の形態と略同様であるので、繰返しの説明を省略する。

### 【0017】

#### (3)酸化膜除去工程

以上、上記鏡面研磨工程後に急速加熱・急速冷却工程を行うことで、剥離ウェーハ 1 1 b 表面には、5 ~ 25 nm の厚さの SiO<sub>2</sub> からなる酸化膜 1 3 が形成される。このため、第 1 の実施の形態では、急速加熱・急速冷却工程の後で剥離ウェーハ 1 1 b の剥離面 1 8 の表面粗さ等の除去を目的とした鏡面研磨工程で同時に剥離ウェーハ 1 1 b 表面に形成された酸化膜 1 3 も除去されるため、あらためて酸化膜 1 3 を除去する工程は必要なかった。この第 2 の実施形態では、剥離ウェーハ 1 1 b 表面に形成された酸化膜 1 3 を除去する必要が生じる。

酸化膜除去はフッ酸、硝酸等により行われる。より好ましくはフッ酸水溶液に剥離ウェーハ 1 1 b を浸漬して洗浄を行う。

上記フッ酸水溶液の濃度は、0.5 ~ 10%、好ましくは 0.5 ~ 5% のフッ酸 (フッ化水素酸) 水溶液に 5 ~ 30 分間、好ましくは 5 ~ 10 分間浸漬し、剥離ウェーハ 1 1 b を洗浄する。フッ酸濃度を 0.5 ~ 10% の範囲に限定したのは、0.5% 未満では酸化膜を除去するのに時間を要し、10% を越えるとウェーハ表面が粗くなるという不具合が生じるためである。また、処理時間を 5 ~ 30 分の範囲に限定したのは、5 分未満では酸化膜を完全に除去することができず、30 分を越えるとウェーハ表面が粗くなるという不具合が生じるためである。

### 【0018】

なお、第 1 の実施の形態と比べ、フッ酸洗浄工程が必要となったが、急速加熱・急速冷却工程によって剥離ウェーハ 1 1 b 表面に酸化膜 1 3 が形成された、その酸化膜 1 3 直下には固溶格子間シリコン原子が数多く存在する。この固溶格子間シリコン原子には、その集合体である転位又は積層欠陥が酸素析出核になるのとは逆に、酸素析出核にならず、酸素析出を抑制する役割がある。このため、第 2 の実施形態の再生加工方法を施された SOI 層用ウェーハ 1 1 中の酸素析出物は第 1 の実施の形態と比べ、より抑制されたものとなっている。

更に、第 1 及び第 2 の実施の形態では、半導体としてシリコンを挙げたが、SiGe、SiC、Ge 等の半導体にも適用できる。

### 【実施例】

#### 【0019】

次に本発明の実施例を < 第 1 の実施の形態 > に沿って比較例とともに詳しく説明する。

##### <基準ウェーハ>

図 1 に示すように、先ず直径が 300 mm、電気抵抗率が 1 ~ 10 cm、格子間酸素濃度が  $1.2 \sim 1.4 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$  (旧 ASTM)、COP (Crystal originated particles or pits) 欠陥が無い結晶であり、P 型シリコンウェーハからなる SOI 層用ウェーハ及び支持用ウェーハをそれぞれ準備した。次いで SOI 層用ウェーハを乾燥した酸素雰囲気中で 1000 に 5 時間保持する熱処理を行い、SOI 層用ウェーハの表面全体に 0.15 μm の酸化膜を形成した。その後、SOI 層用ウェーハの第 1 主面に加

10

20

30

40

50

速電圧 80 k e V の注入エネルギーで、水素イオン (H<sup>+</sup>)  $6 \times 10^{16} / \text{cm}^2$  のドーザ量でイオン注入し、S O I 層用ウェーハの内部にイオン注入領域を形成した。次に S O I 層用ウェーハと支持用ウェーハを洗浄した後、S O I 層用ウェーハの第1主面側の酸化膜が支持用ウェーハに密着するように、S O I 層用ウェーハを支持用ウェーハに重ね合せることにより、積層体を形成した。

この積層体を熱処理炉に収容し、この炉内を窒素 (N<sub>2</sub>) ガス雰囲気中で 500 に昇温し、30分間保持することにより、積層体をイオン注入領域で分離した。これにより酸化膜を介して S O I 層が積層された支持用ウェーハからなる S O I ウェーハを得た。

更に、この S O I ウェーハを化学機械的研磨 (C M P : Chemical mechanical polishing) を用いて、S O I 層の厚さを約 100 nm まで薄膜化した。 10

この薄膜化した S O I ウェーハを熱処理炉に収容し、この炉内を窒素 (N<sub>2</sub>) ガス 95 %、酸素 (O<sub>2</sub>) ガス 5 % の混合ガス雰囲気中で 1100 に昇温し 2 時間保持することにより、酸化膜と支持用ウェーハの接合を強化した。

この S O I ウェーハを基準ウェーハとした。

#### 【0020】

##### < 実施例 1 - 1 >

基準ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハを熱処理炉に収容して室温から 1000 / 分の昇温速度で 1000 に加熱した後 10 秒間保持し、続いて 1000 / 分の降温速度で室温まで冷却する急速加熱・急速冷却をした後に、剥離ウェーハ表面を取り代 3 μ m で鏡面研磨を施し、これを再び S O I 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを 1 回再生させたこの S O I 層用ウェーハを用いて再度 S O I ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。 20

この S O I ウェーハを実施例 1 - 1 とした。

##### < 実施例 1 - 2 >

実施例 1 - 1 の S O I ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハを実施例 1 - 1 と同一の手順で熱処理炉に収容して室温から 1000 / 分の昇温速度で 1000 に加熱した後 10 秒間保持し、続いて 1000 / 分の降温速度で室温まで冷却する急速加熱・急速冷却をした後に、剥離ウェーハ表面を取り代 3 μ m で鏡面研磨を施し、これを再び S O I 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを 2 回再生させたこの S O I 層用ウェーハを用いて再度 S O I ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。 30

この S O I ウェーハを実施例 1 - 2 とした。

#### 【0021】

##### < 実施例 1 - 3 >

実施例 1 - 2 の S O I ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハを実施例 1 - 1 と同一の手順で熱処理炉に収容して室温から 1000 / 分の昇温速度で 1000 に加熱した後 10 秒間保持し、続いて 1000 / 分の降温速度で室温まで冷却する急速加熱・急速冷却をした後に、剥離ウェーハ表面を取り代 3 μ m で鏡面研磨を施し、これを再び S O I 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを 3 回再生させたこの S O I 層用ウェーハを用いて再度 S O I ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。 40

この S O I ウェーハを実施例 1 - 3 とした。

##### < 実施例 1 - 4 >

実施例 1 - 3 の S O I ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハを実施例 1 - 1 と同一の手順で熱処理炉に収容して室温から 1000 / 分の昇温速度で 1000 に加熱した後 10 秒間保持し、続いて 1000 / 分の降温速度で室温まで冷却する急速加熱・急速冷却をした後に、剥離ウェーハ表面を取り代 3 μ m で鏡面研磨を施し、これを再び S O I 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを 4 回再生させたこの S O I 層用ウェーハを用いて再度 S O I ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。 50

ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

このS0Iウェーハを実施例1-4とした。

<実施例1-5>

実施例1-4のS0Iウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハを実施例1-1と同一の手順で熱処理炉に収容して室温から1000 /分の昇温速度で1000に加熱した後10秒間保持し、続いて1000 /分の降温速度で室温まで冷却する急速加熱・急速冷却をした後に、剥離ウェーハ表面を取り代3μmで鏡面研磨を施し、これを再びS0I層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを5回再生させたこのS0I層用ウェーハを用いて再度S0Iウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

このS0Iウェーハを実施例1-5とした。

【0022】

<比較例1-1>

基準ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハ表面を取り代3μmで鏡面研磨を施し、これを再びS0I層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを1回再生させたこのS0I層用ウェーハを用いて再度S0Iウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

このS0Iウェーハを比較例1-1とした。

<比較例1-2>

比較例1-1のS0Iウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハ表面を取り代3μmで鏡面研磨を施し、これを再びS0I層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを2回再生させたこのS0I層用ウェーハを用いて再度S0Iウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

このS0Iウェーハを比較例1-2とした。

【0023】

<比較例1-3>

比較例1-2のS0Iウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハ表面を取り代3μmで鏡面研磨を施し、これを再びS0I層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを3回再生させたこのS0I層用ウェーハを用いて再度S0Iウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

このS0Iウェーハを比較例1-3とした。

<比較例1-4>

比較例1-3のS0Iウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハ表面を取り代3μmで鏡面研磨を施し、これを再びS0I層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを4回再生させたこのS0I層用ウェーハを用いて再度S0Iウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

このS0Iウェーハを比較例1-4とした。

<比較例1-5>

比較例1-4のS0Iウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハ表面を取り代3μmで鏡面研磨を施し、これを再びS0I層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを5回再生させたこのS0I層用ウェーハを用いて再度S0Iウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

このS0Iウェーハを比較例1-5とした。

【0024】

次に本発明の別の実施例を<第2の実施の形態>に沿って比較例とともに詳しく説明する。

## &lt;実施例 2 - 1 &gt;

基準ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハ表面を取り代  $3 \mu\text{m}$  で鏡面研磨を施し、この剥離ウェーハを熱処理炉に収容して室温から  $1000$  / 分の昇温速度で  $1000$  に加熱した後  $10$  秒間保持し、続いて  $1000$  / 分の降温速度で室温まで冷却する急速加熱・急速冷却をした後に、濃度  $5\%$  のフッ酸水溶液に  $5$  分間浸漬する。これを再び SOI 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを  $1$  回再生させたこの SOI 層用ウェーハを用いて再度 SOI ウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

この SOI ウェーハを実施例 2 - 1 とした。

## &lt;実施例 2 - 2 &gt;

10

実施例 2 - 1 の SOI ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハを実施例 2 - 1 と同一の手順で剥離ウェーハ表面を取り代  $3 \mu\text{m}$  で鏡面研磨を施し、この剥離ウェーハを熱処理路に収容して室温から  $1000$  / 分の昇温速度で  $1000$  に加熱した後  $10$  秒間保持し、続いて  $1000$  / 分の降温速度で室温まで冷却する急速加熱・急速冷却をした後に、濃度  $5\%$  のフッ酸水溶液に  $5$  分間浸漬する。これを再び SOI 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを  $2$  回再生させたこの SOI 層用ウェーハを用いて再度 SOI ウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

この SOI ウェーハを実施例 2 - 2 とした。

## 【0025】

20

## &lt;実施例 2 - 3 &gt;

実施例 2 - 2 の SOI ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハを実施例 2 - 1 と同一の手順で剥離ウェーハ表面を取り代  $3 \mu\text{m}$  で鏡面研磨を施し、この剥離ウェーハを熱処理路に収容して室温から  $1000$  / 分の昇温速度で  $1000$  に加熱した後  $10$  秒間保持し、続いて  $1000$  / 分の降温速度で室温まで冷却する急速加熱・急速冷却をした後に、濃度  $5\%$  のフッ酸水溶液に  $5$  分間浸漬する。これを再び SOI 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを  $3$  回再生させたこの SOI 層用ウェーハを用いて再度 SOI ウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

この SOI ウェーハを実施例 2 - 3 とした。

30

## &lt;実施例 2 - 4 &gt;

実施例 2 - 3 の SOI ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハを実施例 2 - 1 と同一の手順で剥離ウェーハ表面を取り代  $3 \mu\text{m}$  で鏡面研磨を施し、この剥離ウェーハを熱処理路に収容して室温から  $1000$  / 分の昇温速度で  $1000$  に加熱した後  $10$  秒間保持し、続いて  $1000$  / 分の降温速度で室温まで冷却する急速加熱・急速冷却をした後に、濃度  $5\%$  のフッ酸水溶液に  $5$  分間浸漬する。これを再び SOI 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを  $4$  回再生させたこの SOI 層用ウェーハを用いて再度 SOI ウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

この SOI ウェーハを実施例 2 - 4 とした。

40

## 【0026】

## &lt;実施例 2 - 5 &gt;

実施例 2 - 4 の SOI ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハを実施例 2 - 1 と同一の手順で剥離ウェーハ表面を取り代  $3 \mu\text{m}$  で鏡面研磨を施し、この剥離ウェーハを熱処理路に収容して室温から  $1000$  / 分の昇温速度で  $1000$  に加熱した後  $10$  秒間保持し、続いて  $1000$  / 分の降温速度で室温まで冷却する急速加熱・急速冷却をした後に、濃度  $5\%$  のフッ酸水溶液に  $5$  分間浸漬する。これを再び SOI 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを  $5$  回再生させたこの SOI 層用ウェーハを用いて再度 SOI ウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

50

このS O I ウェーハを実施例 2 - 5 とした。

【0027】

< 比較例 2 - 1 >

基準ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハ表面を取り代  $3 \mu m$  で鏡面研磨を施し、これを再び S O I 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを 1 回再生させたこの S O I 層用ウェーハを用いて再度 S O I ウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

この S O I ウェーハを比較例 2 - 1 とした。

< 比較例 2 - 2 >

比較例 2 - 1 の S O I ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハ表面を取り代  $3 \mu m$  で鏡面研磨を施し、これを再び S O I 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを 2 回再生させたこの S O I 層用ウェーハを用いて再度 S O I ウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

10

この S O I ウェーハを比較例 2 - 2 とした。

【0028】

< 比較例 2 - 3 >

比較例 2 - 2 の S O I ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハ表面を取り代  $3 \mu m$  で鏡面研磨を施し、これを再び S O I 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを 3 回再生させたこの S O I 層用ウェーハを用いて再度 S O I ウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

20

この S O I ウェーハを比較例 2 - 3 とした。

< 比較例 2 - 4 >

比較例 2 - 3 の S O I ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハ表面を取り代  $3 \mu m$  で鏡面研磨を施し、これを再び S O I 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを 4 回再生させたこの S O I 層用ウェーハを用いて再度 S O I ウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

この S O I ウェーハを比較例 2 - 4 とした。

30

< 比較例 2 - 5 >

比較例 2 - 4 の S O I ウェーハを作製したときのイオン注入領域で分離した際に副産物として生成される剥離ウェーハ表面を取り代  $3 \mu m$  で鏡面研磨を施し、これを再び S O I 層用ウェーハとして再利用する。剥離ウェーハを 5 回再生させたこの S O I 層用ウェーハを用いて再度 S O I ウェーハを基準ウェーハを得た場合と同一の条件及び手順にて作製した。

この S O I ウェーハを比較例 2 - 5 とした。

【0029】

< 比較試験及び評価 >

基準、実施例 1 - 1 ~ 2 - 5 及び比較例 1 - 1 ~ 2 - 5 の S O I ウェーハを濃度 50 % のフッ酸水溶液に 30 分間浸漬した後、倍率 50 倍の光学顕微鏡を用いて観察し、 S O I ウェーハ表面の H F 欠陥の個数を数えた。この個数をウェーハ面積で割って H F 欠陥密度を算出した。< 第 1 の実施の形態 > における結果を図 3 に、並びに < 第 2 の実施の形態 > における結果を図 4 に示す。

40

【0030】

図 3 から明らかなように、再生加工回数が 0 ~ 2 回目までの基準、実施例 1 - 1 及び 1 - 2 並びに比較例 1 - 1 及び 1 - 2 までは、 H F 欠陥密度に顕著な差は現れない。しかし、剥離ウェーハに本発明の急速加熱・急速冷却を施さなかつた比較例 1 - 5 の H F 欠陥密度は、実施例 1 - 5 の欠陥密度が 0.2 個 /  $cm^2$  であったのに対し、約 10 倍以上の 2.0 個 /  $cm^2$  となっている。また、図 4 も図 3 と同様に、再生加工回数が 0 ~ 2 回目ま

50

でのHF欠陥密度には顕著な差は現れない。しかし、再生加工回数が3回目の実施例2-3のHF欠陥密度が0.3個/cm<sup>2</sup>であったのに対し、比較例2-3は約2倍の0.6個/cm<sup>2</sup>となっている。また再生加工回数が4回目の実施例2-4のHF欠陥密度が0.4個/cm<sup>2</sup>であったのに対し、比較例2-4は約3倍の1.3個/cm<sup>2</sup>となっている。この結果から再生加工回数が多いほど、本発明の急速加熱・急速冷却工程を含む剥離ウェーハの再生加工を行うことで、HF欠陥の発生を抑制できることがわかった。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の第1実施形態における剥離ウェーハの再生加工方法を工程順に示す図である。

10

【図2】本発明の第2実施形態における剥離ウェーハの再生加工方法を工程順に示す図である。

【図3】本発明の第1実施形態における基準と実施例1-1~1-5及び比較例1-1~1-5の剥離ウェーハにおける再生加工回数とHF欠陥密度の関係を示す図である。

【図4】本発明の第2実施形態における基準と実施例2-1~2-5及び比較例2-1~2-5の剥離ウェーハにおける再生加工回数とHF欠陥密度の関係を示す図である。

【図5】HF欠陥を示す断面図である。

【符号の説明】

【0032】

10 SOIウェーハ

20

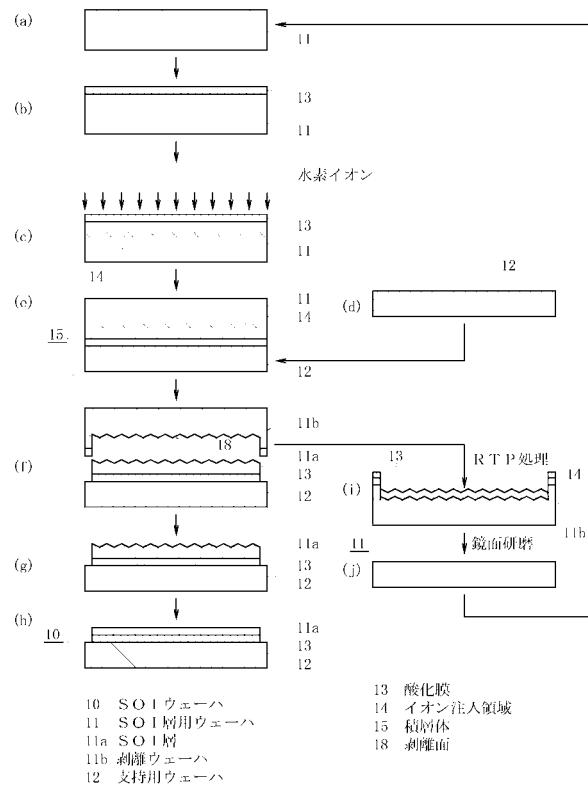
11 SOI層用ウェーハ

11b 剥離ウェーハ

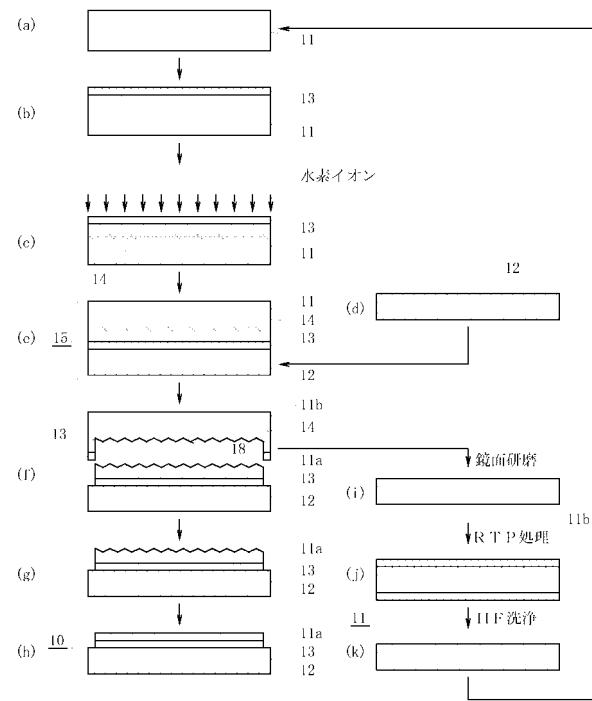
13 酸化膜

14 イオン注入領域

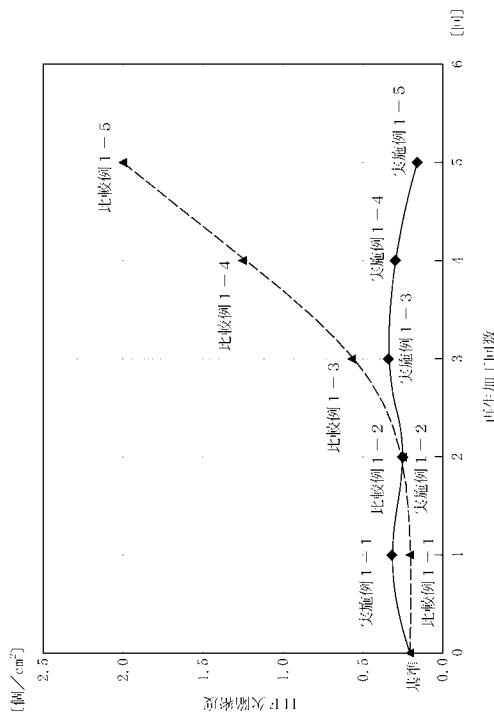
【図1】



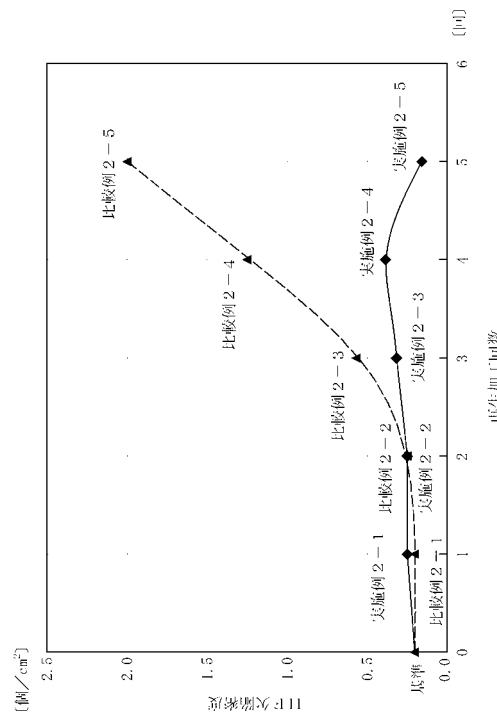
【図2】



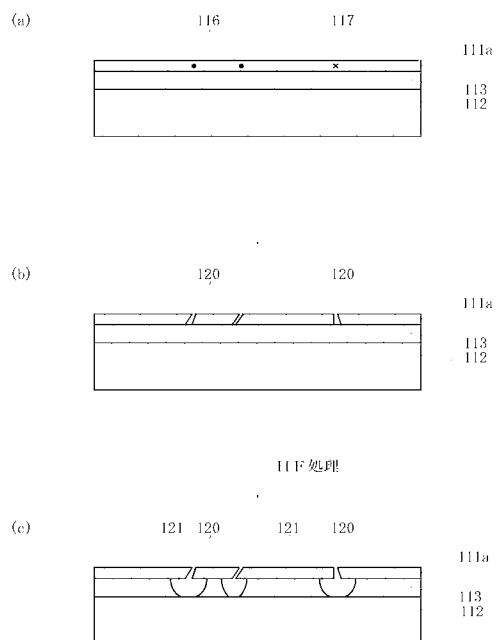
【図3】



【図4】



【図5】



111a S O I層  
 112 支持用ウエーハ  
 113 埋込み酸化膜  
 116 酸素析出核  
 117 酸素析出物  
 120 貨通欠陥  
 121 HF欠陥 (ピンホール)  
 122 HF処理

---

フロントページの続き

審査官 大嶋 洋一

(56)参考文献 特開2005-093869 (JP, A)

特開2000-294470 (JP, A)

特開平11-307413 (JP, A)

特開平09-237771 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/02

H01L 27/12