

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-87665  
(P2004-87665A)

(43) 公開日 平成16年3月18日(2004.3.18)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/322

F I  
H01L 21/322 R

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2002-244956 (P2002-244956) (22) 出願日 平成14年8月26日 (2002.8.26)</p>	<p>(71) 出願人 302006854 三菱住友シリコン株式会社 東京都港区芝浦一丁目2番1号 (74) 代理人 100059373 弁理士 生形 元重 (74) 代理人 100088498 弁理士 吉田 正二 (72) 発明者 末岡 浩治 東京都港区芝浦一丁目2番1号 三菱住友 シリコン株式会社内 (72) 発明者 定光 信介 東京都港区芝浦一丁目2番1号 三菱住友 シリコン株式会社内</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高抵抗シリコンウエーハ

(57) 【要約】

【課題】ゲッタリング能及び経済性に優れ、しかもデバイスメーカーの側で実施される回路形成用熱処理での酸素サーマルドナーの発生を効果的に抑制できる高抵抗シリコンウエーハを製造する。

【解決手段】比抵抗値が100 cm以上で、酸素濃度が $1.2 \times 10^{17}$  atoms /  $\text{cm}^3$  (ASTM F-121, 1979) 以下の高抵抗・低酸素シリコンウエーハにおいて、デバイス形成領域の下に、ボロンを $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{17}$  atoms /  $\text{cm}^3$  のドーズ量でイオン注入し、高濃度ボロン層を形成する。低酸素化により、酸素サーマルドナーの発生が抑制される。酸素析出物(BMD)の生成が抑制され、これに依存せずにゲッタリング能が確保される。

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

比抵抗値が100 cm以上の高抵抗シリコンウエーハであって、ウエーハ中の酸素濃度 (ASTM F-121, 1979) が  $1.2 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup> 以下であり、デバイス形成領域の下方にボロンが  $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16}$  /cm<sup>2</sup> のドーザ量でイオン注入された高濃度ボロン層を有することを特徴とする高抵抗シリコンウエーハ。

## 【請求項2】

ウエーハ中の酸素濃度 (ASTM F-121, 1979) は、前記比抵抗値が100 cm以上300 cm未満の場合に  $1.2 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup> 以下、300 cm以上2000 cm未満の場合に  $7 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup> 以下、2000 cm以上の場合に  $5.8 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup> 以下である請求項1に記載の高抵抗シリコンウエーハ。

## 【請求項3】

ウエーハ中の酸素析出量が  $2 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup> 以下である請求項1又は2に記載の高抵抗シリコンウエーハ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、高周波通信デバイスにおける支持基板等に使用される高抵抗シリコンウエーハに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

近時、近距離無線LANに使用される高周波通信デバイスの普及に伴い、高抵抗基板の需要が増大している。高抵抗抵抗が要求されるRF (Radio Frequency : 高周波) 回路の支持基板には、従来はGaAsなどの化合物半導体技術が用いられることが多かった。しかし、このような化合物半導体基板は非常に高価である。

## 【0003】

一方、シリコンCMOSは、消費電力が大きく、RF回路には不適と考えられていたが、近時の著しい微細化や設計の進展によってRF回路にも適用可能となってきた。このため、チョクラルスキー法 (CZ法) による高抵抗結晶を使った鏡面シリコンウエーハやSOI (Silicon On Insulator) ウエーハなどの、RF特性に優れ且つ経済性に優れた高抵抗のシリコンウエーハが、GaAsなどの化合物半導体基板に代わって注目を集めている。

## 【0004】

しかしながら、CZ法によるシリコン単結晶の製造では、石英ルツボを使用して結晶育成を行っているため、その結晶中に酸素が過飽和な状態で含有されることになり、この酸素がデバイスの回路形成プロセスの熱処理過程においてサーマルドナーを形成するため、デバイスメーカーの側でウエーハの抵抗率を不安定に変動させるといった大きな問題がある。

## 【0005】

図1はサーマルドナーがウエーハの抵抗率に与える影響を示している。ドーパントを添加された通常の低抵抗ウエーハの場合、サーマルドナーがウエーハの抵抗率に与える影響は軽微であり、実操業上は問題にならない。ところが、ドーパントが制限された高抵抗ウエーハの場合は、n型だとサーマルドナーの増加に伴って比抵抗値が激減する。p型だとサーマルドナーの増加に伴って当初は比抵抗値が激増するが、更にサーマルドナーが増加を続けるとp型がn型に転換して比抵抗値が激減するようになる。

## 【0006】

このようなサーマルドナーの増加に伴う抵抗率の顕著な変動の問題を解決するために通常は、MCZ法や内面SiCコートにより酸素の溶け込みを抑えた特別なルツボを用いて製造された低酸素の高抵抗シリコンウエーハを使用して、サーマルドナーの形成を抑制する

対策が採られる。

【0007】

別の対策としては、例えば比較的高酸素の高抵抗シリコンウエーハを初期基板とし、これに酸素析出核形成熱処理や更には酸素析出物成長熱処理を施して、ウエーハ内部に酸素析出物(BMD)を形成する方法が、国際公開第00/55397号パンフレットなどにより提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

いずれの対策も、ウエーハ中の最終酸素濃度が低いためにデバイス形成行程での酸素サーマルドナーの生成に伴う抵抗率の低下を回避できる。しかし、その一方で以下の問題がある。

10

【0009】

低酸素ウエーハを使用すると、ウエーハ内部に酸素析出物(BMD)が形成されない。酸素析出物(BMD)は、ウエーハ表層のデバイス活性領域に存在すると、接合リーク特性等の劣化を引き起こす原因となるが、これがウエーハ内部に存在すると、デバイス形成工程中に混入する金属不純物をデバイス活性領域から除去する、いわゆるIG(Intrinsic Gettering)能を発揮する。近年のデバイスでは集積度向上のためにこれまで使用されていない新金属材料が種々用いられ始めており、デバイス形成行程における熱処理温度も低温化しており、酸素析出物(BMD)が成長しがたい状況になっている。このため、低酸素ウエーハではIG能の確保が非常に困難である。

20

【0010】

ウエーハ内部の酸素析出物(BMD)に依存せずにIG能を確保する方法は存在する。例えば多結晶シリコン層をウエーハ表面に堆積する外部ゲッタリング法がそれである。しかし、シリコンウエーハは平坦性やパーティクル低下の観点から両面鏡面となる傾向にあり、この点から外部ゲッタリングの採用は困難になることが予想される。

【0011】

一方、高酸素ウエーハに酸素析出核形成熱処理や更には酸素析出物成長熱処理を施して、ウエーハ内部に酸素析出物(BMD)を形成する方法の場合、ウエーハの表層部にも酸素析出物(BMD)が形成される。これは前述したとおり接合リーク特性等の劣化を引き起こす原因となる。このため、酸素析出物(BMD)の形成熱処理に先立ち、1100~1250の温度範囲で1~5時間程度の酸素外方拡散熱処理を施して、ウエーハ表層部を低酸素化し、この部分にDZ(Denuded Zone:無欠陥)層を形成することが必要になる。従って、この方法では熱処理コストが高む。

30

【0012】

加えて、この方法では初期の酸素濃度に応じて酸素析出物(BMD)の形成熱処理条件を変更する必要がある。また、酸素析出が不十分な場合、IG能が不足する。これらのため、安定なIG能を確保することが困難である。

【0013】

更に、多量の酸素析出物(BMD)はウエーハの機械的強度を低下させ、スリップなどを発生させる原因になる。

40

【0014】

本発明の目的は、デバイスメーカーの側で実施される回路形成用熱処理での酸素サーマルドナーの発生を効果的に抑制でき、しかも複雑な熱処理に依存せずに安定なIG能を確保できる高抵抗シリコンウエーハを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の高抵抗シリコンウエーハは、比抵抗値が100 cm以上の高抵抗シリコンウエーハであって、ウエーハ中の酸素濃度(ASTM F-121, 1979)を $1.2 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下とし、デバイス形成領域の下方にボロンが $1 \times 10^{14}$  ~  $1 \times 10^{16}$  / cm<sup>2</sup>のドーズ量でイオン注入された

50

高濃度ボロン層を形成したものである。

【0016】

本発明の高抵抗シリコンウエーハにおいては、低酸素化により、デバイスメーカーの側で実施される回路形成用熱処理での酸素サーマルドナーの生成による抵抗率の変化が防止される。また、デバイス形成領域の下方にボロンが $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ のドーズ量でイオン注入された高濃度ボロン層を形成したことにより、低酸素化で問題になるIG能の低下が、酸素析出物(BMD)に依存せずに回避される。そして、酸素析出物(BMD)に依存しないことにより、安定なIG能が得られると共に、酸素析出物(BMD)の形成に伴う熱処理コストの増大及び機械的強度の低下が回避される。

【0017】

高濃度ボロン層がIG能の確保に有効な理由は次のとおりである。ボロンは主要な汚染重金属である鉄や銅と結合しやすく、これらを容易にゲッタリングできる。また、ボロンのイオン注入に伴う欠陥層が形成する歪みにより、ニッケルのゲッタリングも可能である。ドーズ量が $1 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ 未満であると、これらのゲッタリング効果が不十分であり、 $1 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ 超であるとデバイス活性領域に顕著な欠陥が残留する。特に好ましいドーズ量は、下限については $1 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ 以上、上限については $2 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ 以下である。

【0018】

高濃度ボロン層の形成領域は、ウエーハ表面から高濃度ボロン層までの距離が $5 \sim 15 \mu\text{m}$ の部分が好ましい。ウエーハ表面から高濃度ボロン層までの距離が $5 \mu\text{m}$ 未満であるとデバイス発生領域の品質が低下する可能性がある。 $15 \mu\text{m}$ を超えるとゲッタリング効果が弱くなる可能性がある。

【0019】

ウエーハ中の酸素析出量は、 $2 \times 10^{17} \text{ atoms} / \text{cm}^3$  (ASTM F-121, 1979)以下が好ましい。これが多いと、ウエーハの機械的強度が低下する。また、熱処理コストの増大に繋がり、経済性が悪化する。

【0020】

ウエーハ中の酸素濃度(ASTM F-121, 1979)を $12 \times 10^{17} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下としたのは、デバイスメーカーの側で実施される回路形成用熱処理での酸素サーマルドナーの生成を抑制するためである。特に好ましい酸素濃度(ASTM F-121, 1979)は、サーマルドナーのより効果的な抑制の観点から、比抵抗値が $100 \text{ cm}$ 以上 $300 \text{ cm}$ 未満の場合で $12 \times 10^{17} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下、 $300 \text{ cm}$ 以上 $2000 \text{ cm}$ 未満の場合で $7 \times 10^{17} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下、 $2000 \text{ cm}$ 以上の場合で $5.8 \times 10^{17} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下である。

【0021】

酸素濃度の下限については、残留酸素濃度の極端な低下は技術的に難しい上に酸素析出物(BMD)の増加を伴う。この増加は前述したとおり熱処理コストの増大を意味し、かつウエーハの機械的強度の低下の原因になる。このため $4 \times 10^{17} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以上が好ましい。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態を説明する。

【0023】

先ずCZ法により低酸素( $12 \times 10^{17} \text{ atoms} / \text{cm}^3$  (ASTM F-121, 1979)以下)で高抵抗( $100 \text{ cm}$ 以上)のシリコン単結晶を育成する。その方法としては、例えばルツポ回転速度や引上げ炉内圧力等の調整により低酸素化を図り、高純度多結晶シリコン原料を使用して目的の抵抗範囲となるように少量のドーパントを添加する。

【0024】

10

20

30

40

50

シリコン単結晶が育成されると、その単結晶から、低酸素〔 $1.2 \times 10^{17}$  atoms /  $\text{cm}^3$  (ASTM F-121, 1979) 以下〕で高抵抗 ( $100 \text{ cm}$ 以上) の初期基板を採取する。

【0025】

シリコン単結晶が後述する無欠陥結晶でない場合、COP [Crystal Originated Particle : 空孔の集合体で(111)面で囲まれたボイド欠陥] 等の grown-in 欠陥をウエーハ表層部から排除するために、水素ガス又はアルゴンガス或いはこれらの混合ガス雰囲気中で  $1150 \sim 1200 \text{ }^\circ\text{C}$   $\times 1 \sim 4$  時間程度の COP フリーアニールを実施する。

【0026】

初期基板として低酸素基板を使用しているため、このようなアニールを受けても酸素析出物 (BOD) の形成は僅かである。

【0027】

結晶引き上げ工程での操作等により結晶径方向全域から大型 COP や転位クラスタ等の Grown-in 欠陥を排除した無欠陥結晶から得た COP フリーウエーハの場合は、このような COP フリーアニールは不必要である。

【0028】

必要な各種熱処理の後、例えばウエーハ表面からの距離が  $5 \sim 15 \mu\text{m}$  の領域に、ボロンを  $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} / \text{cm}^2$  のドーズ量でイオン注入し、高濃度ボロン層を形成する。これにより、低酸素〔 $1.2 \times 10^{17}$  atoms /  $\text{cm}^3$  (ASTM F-121, 1979) 以下〕で、IG 能に優れ、しかも酸素析出量が少ない〔例えば  $2 \times 10^{17}$  atoms /  $\text{cm}^3$  (ASTM F-121, 1979) 以下〕、高抵抗シリコンウエーハが得られる。

【0029】

こうして製造された高抵抗シリコンウエーハ製品の特徴は以下のとおりである。

【0030】

第1に、酸素濃度が低く、デバイスメーカーの側で実施される回路形成用熱処理での酸素サーマルドナーの発生が抑制される。第2に、高濃度ボロン層を形成したことにより、IG 能に優れる。第3に、酸素析出量が少ないため、熱処理コストが抑制され、機械的強度が高い。第4に、ウエーハ表面が COP フリーであり、MOS 型デバイスにおけるゲート膜耐圧特性の劣化等が回避される。COP フリーは、例えばウエーハ表面上で観察される  $0.12 \mu\text{m}$  サイズ以上の LPD (Light Point Defect) の密度:  $0.2$  個 /  $\text{cm}^2$  以下で評価される。

【0031】

【実施例】

次に、本発明の実施例を示し、比較例と対比することにより、本発明の効果を明らかにする。

【0032】

(比較例1)

シリコン単結晶インゴットから切り出し、 $650 \text{ }^\circ\text{C}$   $\times 30$  分の酸素ドナー除去熱処理を行った、比抵抗値が約  $100 \sim 1500 \text{ } \Omega\text{-cm}$  で、酸素濃度 (ASTM F-121, 1979) が約  $1.4 \sim 1.7 \times 10^{17}$  atoms /  $\text{cm}^3$  の 8 インチ p 型供試ウエーハに対して、酸素外方拡散熱処理を行った後、酸素析出核形成熱処理及び酸素析出物成長熱処理を行った。

【0033】

酸素外方拡散熱処理では、窒素・酸素混合ガス雰囲気 (窒素ガス  $100$  : 酸素ガス  $3$  の流量比) に保持され、且つ  $900 \text{ }^\circ\text{C}$  に保持された反応炉内にウエーハを挿入し、速度  $5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{分}$  で  $1150 \text{ }^\circ\text{C}$  まで炉内温度を高め、炉内を  $100\%$  窒素ガス雰囲気に切り替え、 $1150 \text{ }^\circ\text{C}$  で  $2.5$  時間保持した。その後、 $900 \text{ }^\circ\text{C}$  まで  $4 \text{ }^\circ\text{C}/\text{分}$  の速度で降温して、ウエーハを取り出した。

10

20

30

40

50

## 【0034】

酸素析出核形成熱処理では、温度550 に保持された反応炉内にウエー八を挿入した後、反応炉内を850 まで昇温し、ウエー八を炉外へ取り出した。昇温速度は550 ~ 850 間の滞在時間が5 ~ 26時間になるように調整した。炉内雰囲気は窒素・酸素混合ガス雰囲気（窒素ガス100、酸素ガス3の流量比）とした。また酸素析出物成長熱処理では、ウエー八を乾燥酸素雰囲気中で1000 × 16時間加熱した。

## 【0035】

熱処理後、各ウエー八中の酸素濃度及び酸素析出量を測定した。結果を表1に示す。

## 【0036】

## 【表1】

初期酸素濃度 ( $\times 10^{17}$ atoms/cm <sup>3</sup> )	残存酸素濃度 ( $\times 10^{17}$ atoms/cm <sup>3</sup> )	酸素析出量 ( $\times 10^{17}$ atoms/cm <sup>3</sup> )	DZ幅 ( $\mu$ m)	酸素析出核 形成処理時間
13.8	11.8	2.0	17	26時間
14.6	12.4	2.2	13	26時間
15.1	7.4	7.7	9	13時間30分
	11.7	3.4	15	7時間15分
15.7	7.1	8.6	8	13時間30分
	11	4.7	13	7時間15分
16.2	7.5	8.7	7	9時間20分
	11.2	4.0	9	6時間
16.8	8.1	8.7	7	7時間15分
	11.6	5.2	10	5時間10分

## 【0037】

酸素濃度 (ASTM F-121, 1979) が約  $7 \sim 12 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup> と低く、サーマルドナーの形成による比抵抗値の低下が軽微である。酸素析出量が  $2 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup> 以上と多く、ゲッタリング能に優れる。ウエー八の表層に7 $\mu$ m厚以上のDZ層が形成されており、デバイス特性の劣化が回避される。ただし、酸素外方拡散熱処理、酸素析出核形成熱処理及び酸素析出物成長熱処理が必要である。また、機械的強度の低下が懸念される。

## 【0038】

(比較例2及び実施例)

まず、シリコン単結晶インゴットから切り出し、650 × 30分の酸素ドナー消去熱処理を行った、比抵抗値が約750  $\Omega$ cmで、酸素濃度 (ASTM F-121, 1979) が約  $8 \sim 12 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup> の8インチp型供試ウエー八を用意した。

## 【0039】

次いで、中電流イオン注入装置を使用して100keVの加速電圧により、これらのウエー八表面からボロンを  $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{15}$  /cm<sup>2</sup> のドーズ量でイオン注入した。

10

20

30

40

50

## 【0040】

その後、ウエーハ表面を鉄、銅及びニッケルにより  $1 \times 10^{14} / \text{cm}^2$  の濃度で故意に汚染し、1000 × 30分の拡散熱処理を行った。そして、ウエーハ表面をWright液で欠陥選択エッチングし、表面に形成されたシリサイドをエッチピットとして検出した。また、イオン注入に伴う表面欠陥の有無も同様のエッチング法で調査した。

## 【0041】

評価基準としては、シリサイドのピッチが  $1 \times 10^2 / \text{cm}^2$  以上の密度で検出された場合は、ウエーハのIG効果が不十分であり、シリサイドありとした。また、表面欠陥のピットが  $1 \times 10^2 / \text{cm}^2$  以上の密度で検出された場合は、ウエーハの表面品質が劣化している判断されるので、欠陥ありとした。調査結果をボロン注入を行わなかった場合の結果と合わせて表2に示す。

## 【0042】

## 【表2】

初期酸素濃度 ( $\times 1e17atoms/cm^3$ )	ボロンドーズ量 ( $/cm^2$ )	シリサイド 有無	表面欠陥 有無
8	0 1 e 1 3 9 e 1 3 1 e 1 4 2 e 1 4 3 e 1 4 1 e 1 5	あり あり あり なし なし なし なし	なし なし なし なし なし あり あり
9	0 1 e 1 3 9 e 1 3 1 e 1 4 2 e 1 4 3 e 1 4 1 e 1 5	あり あり あり なし なし なし なし	なし なし なし なし なし あり あり
1 0	0 1 e 1 3 9 e 1 3 1 e 1 4 2 e 1 4 3 e 1 4 1 e 1 5	あり あり あり なし なし なし なし	なし なし なし なし なし あり あり
1 1	0 1 e 1 3 9 e 1 3 1 e 1 4 2 e 1 4 3 e 1 4 1 e 1 5	あり あり あり なし なし なし なし	なし なし なし なし なし あり あり
1 2	0 1 e 1 3 9 e 1 3 1 e 1 4 2 e 1 4 3 e 1 4 1 e 1 5	あり あり あり なし なし なし なし	なし なし なし なし なし あり あり

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 3 】

ボロンドーズ量を  $1 \times 10^{14} / cm^2$  以上とすることにより、十分な I G 効果が得られる。イオン注入に伴う表面欠陥を防止する点からは、ボロンドーズ量は  $2 \times 10^{14} / cm^2$  以下が好ましい。

## 【 0 0 4 4 】

(参考例)

シリコン単結晶インゴットから切り出し、650 × 30分の酸素ドナー除去熱処理を行った、比抵抗値が約100 ~ 3000 cmで、酸素濃度 (ASTM F-121, 1979) が約4.2 ~ 13.9 × 10<sup>17</sup> atoms / cm<sup>3</sup> の8インチp型供試ウエーハに対して、サーマルドナー形成熱処理を行い、酸素濃度による比抵抗の変化を調査した。結果を表3に示す。

【0045】

【表3】

初期比抵抗 (Ω・cm)	基板酸素濃度 (×10 <sup>17</sup> atoms/cm <sup>3</sup> )				
	4.2	5.8	7.0	12	13.9
98	100	100	104	127	n型へ反転
301	302	302	336	810	n型へ反転
498	501	501	610	n型へ反転	n型へ反転
1002	1003	1002	1564	n型へ反転	n型へ反転
1990	2015	2000	7178	n型へ反転	n型へ反転
3020	3033	3000	n型へ反転	n型へ反転	n型へ反転

10

20

【0046】

n型p型の反転がなく、且つ比抵抗値の変化が初期値の10倍を超えない酸素濃度は、初期比抵抗が100以上300 cm未満の場合は12 × 10<sup>17</sup> atoms / cm<sup>3</sup> 以下、300以上2000 cm未満の場合は7 × 10<sup>17</sup> atoms / cm<sup>3</sup> 以下、2000 cm以上の場合は5.8 × 10<sup>17</sup> atoms / cm<sup>3</sup> 以下である。

30

【0047】

【発明の効果】

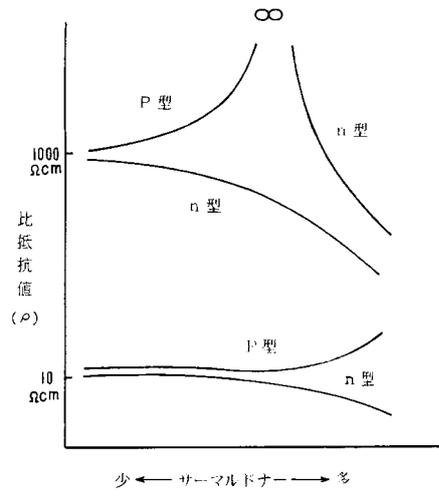
以上に説明したとおり、本発明の高抵抗シリコンウエーハは、ウエーハ中の酸素濃度が12 × 10<sup>17</sup> atoms / cm<sup>3</sup> (ASTM F-121, 1979) 以下に制限されていることにより、デバイスメーカーの側で実施される回路形成用熱処理での酸素サーマルドナーの発生を抑制できる。デバイス形成領域の下方にボロンが1 × 10<sup>14</sup> ~ 1 × 10<sup>16</sup> / cm<sup>2</sup> のドーズ量でイオン注入された高濃度ボロン層を有することにより、ゲッターリング能に優れる。酸素析出物 (BMD) に依存しないので、安定なゲッターリング能を確保できると共に、熱処理コストを低減でき、機械的強度にも優れる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】サーマルドナーがウエーハの抵抗率に与える影響を示すグラフである。

【 図 1 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 伊藤 誠人  
東京都港区芝浦一丁目2番1号 三菱住友シリコン株式会社内
- (72)発明者 高瀬 伸光  
東京都港区芝浦一丁目2番1号 三菱住友シリコン株式会社内
- (72)発明者 西川 英志  
東京都港区芝浦一丁目2番1号 三菱住友シリコン株式会社内