(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2002 年3 月28 日 (28.03.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/25718 A1

(51) 国際特許分類[7]: H01L 21/324

(21) 国際出願番号: PCT/JP01/08097

(22) 国際出願日: 2001 年9 月18 日 (18.09.2001)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2000-287607 2000 年9 月21 日 (21.09.2000) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目4番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小林徳弘 (KOBAYASHI, Norihiro) [JP/JP]. 玉塚正郎 (TAMATSUKA, Masaro) [JP/JP]. 名古屋孝俊 (NAGOYA, Takatoshi) [JP/JP]. 曲 偉峰 (QU, Wei Feig) [CN/JP]. 飯田 誠 (IIDA, Makoto) [JP/JP]; 〒379-0196 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内 Gunma (JP).

(74) 代理人: 石原詔二(ISHIHARA, Shoji); 〒170-0013 東京都豊島区東池袋3丁目7番8号 若井ビル302号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): KR, SG, US.

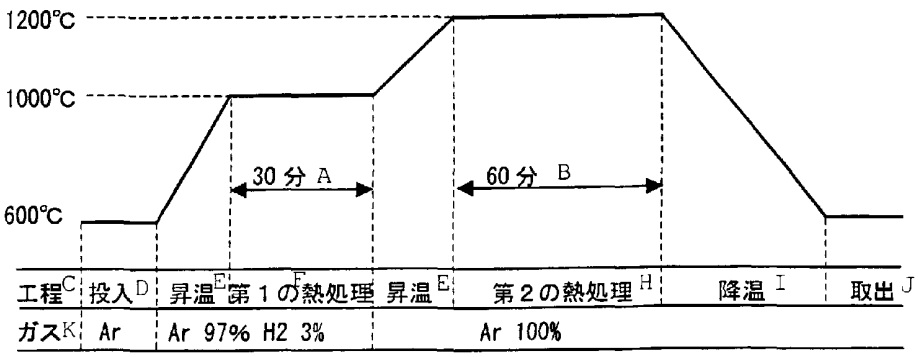
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF PRODUCING ANNEAL WAFER AND ANNEAL WAFER

(54) 発明の名称: アニールウェーハの製造方法およびアニールウェーハ



A...30 MINUTES
B...60 MINUTES
C...PROCESS
D...CHARGING
E...RASING TEMPERATURE
F...FIRST HEAT TREATING
H...SECOND HEAT TREATING
I...LOWERING TEMPERATURE
J...TAKING OUT
K...GAS

(57) Abstract: A method of producing an anneal wafer, which uses such a heat treating method that does not change resistivity on the surface of a wafer even when a wafer having environment-caused deposited boron on the silicon wafer surface thereof is heat-treated in an inactive gas atmosphere, and which enables such a heat treating in a normal diffusion furnace not requiring special facilities such as a sealing performance-enhancing sealing structure and explosion-proof equipment; and an anneal wafer having a constant boron concentration in the vicinity of the wafer surface and having crystal defect eliminated. A silicon wafer on the surface of which a natural oxide film is formed and boron is deposited due to environment is heat-treated in a hydrogen-containing atmosphere to remove the deposited boron before the natural oxide film is removed, and then it is heat-treated in an inactive gas atmosphere.

[続葉有]

WO 02/25718 A1

２文字コード及び他の略語については、定期発行される
各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

シリコンウェーハ表面に環境からの付着ボロンを有するウェーハに不活性ガス雰囲気で熱処理を行ったとしても、ウェーハ表面の抵抗率の変化が発生しないような熱処理方法を用い、さらに、このような熱処理を、気密性を高めるためのシール構造や防爆設備等の特別な設備を必要とすることのない通常の拡散炉にて可能とするアニールウェーハの製造方法及びウェーハ表面近傍のボロン濃度が一定であり、かつ結晶欠陥の消滅したアニールウェーハを提供する。表面に自然酸化膜が形成され、かつ環境からのボロンが付着したシリコンウェーハに対し、水素ガス含有雰囲気による熱処理を行うことにより前記自然酸化膜が除去される前に前記付着ボロンを除去し、その後不活性ガス雰囲気により熱処理するようにした。

明　細　書

アニールウェーハの製造方法およびアニールウェーハ

技術分野

本発明は、アルゴン等の不活性ガス１００％雰囲気下におけるアニール後のウェーハ表面近傍のボロン濃度の増加による抵抗率の変化を抑制することを可能にしたアニールウェーハの製造方法、およびその製造方法で作製され、ウェーハ表面近傍のボロン濃度が一定であり、かつ結晶欠陥の消滅した高品質のアニールウェーハに関する。

背景技術

シリコンウェーハ（単にウェーハと称することがある）には、デバイス特性上デバイスの活性層には結晶欠陥が無いことが求められている。そのため、ウェーハを高温でアニールして結晶欠陥を少なくしたアニールウェーハが使用されている。しかし、シリコンウェーハが曝される環境中（空気中）に存在するボロンに汚染されやすい。例えば、クリーンルームで使用しているエアーフィルターからボロンが酸化物等の化合物（以下、付着ボロンあるいは単にボロンと呼ぶことがある。）として放出され、そのボロンがクリーンルーム内に放置されているウェーハ表面等に付着する。

このようなウェーハがアルゴンガス等の不活性ガスにより熱処理されると表面に付着するボロンは除去されることなく、ウェーハ内部に拡散されていき、ウェーハの表面近傍の抵抗率を変化させてしまう。

このようなクリーンルーム内の環境ボロン対策として、エアーフィルターの全てをボロン吸着フィルターまたはボロンレスフィルターにする

ことが行われる場合があるが、高価なフィルターを頻繁に交換する必要があり、コストアップにつながる上、このようなフィルターを用いてもボロン汚染を完全に除去することは難しい。

一方、水素を使ったアニールでは逆にウェーハ内部に元々存在するボロンドーパントは外方拡散しやすく、かつ、表面の付着ボロンはアニールしてもボロンは内方拡散することなく気化または飛散してしまうため、ウェーハ表面近傍のボロン濃度が低下し、抵抗率が高くなるという問題がある。また、高温で水素処理を行うには水素爆発を防止するために安全装置等が必要となりコストアップとなったり生産性が落ちたりする事も問題点となる。

アルゴンを用いたアニールにおいて、このような環境からのボロン汚染対策として、本出願人が先に出願したようにアニール前の洗浄の最終段に希フッ酸を使う方法がある（特願２０００－９２１５５号）。この方法は、ボロン汚染という観点からは極めて有用であるが、パーティクルの付着という観点からは問題があった。すなわち、希フッ酸で最終洗浄を行い、その後ウェーハを水洗しても希フッ酸中で付着したパーティクルは落ちにくく、アニール工程まで運ばれてしまうため、このウェーハをアニールするとパーティクルの焼き付きが起こり、デバイス作製上における歩留まりの低下原因となる可能性があった。

一方、エピタキシャルウェーハのエピタキシャル層とバルク結晶との界面のボロンを低減させる方法が提案されている（J.Robbins, A.J.Pidduck, J.L.Glasper, andI.M.Young, Appl.Phys.Lett. 55(12)18 September 1989）。この方法では、水素１００％を使用することと、減圧で処理することが特徴となっている。従って、通常の拡散炉を用いてこのような処理を行おうとすれば、水素を使用するための安全装置や減圧で行うための設備が必要になり、このような設備のない炉では使用で

きない。

ところで、このようなアルゴンに代表される不活性ガスや水素雰囲気によりアニールウェーハを作製するに当たっては、通常、アニールするための鏡面研磨ウェーハを準備し、その表面に付着した重金属や有機物等の汚染物をウェット洗浄により除去して乾燥させた後、熱処理炉に投入することが行われる。

シリコン鏡面研磨ウェーハを洗浄する場合、様々な組成の洗浄液（薬液）が用いられるが、その一般的な洗浄方法としては、ＳＣ－１（アンモニア、過酸化水素、水の混合液）洗浄、ＤＨＦ（希フッ酸水溶液）洗浄、ＳＣ－２（塩化水素、過酸化水素、水の混合液）洗浄を適宜組み合わせた洗浄方法が用いられているが、ＤＨＦ洗浄を一連の洗浄工程の最終の洗浄液とした場合には、表面の自然酸化膜が除去されて、活性な疎水性のシリコン表面が露出してしまい、パーティクルの付着やＣｕ等の吸着等が発生しやすくなる。

そこで、通常は、洗浄工程の最終段階としてＳＣ－１またはＳＣ－２を用い、洗浄液による自然酸化膜の形成された親水性表面に仕上げることが行われる。これは、上記アニールウェーハを熱処理炉に投入する前のウェット洗浄に関しても同様であって、洗浄により自然酸化膜の形成された親水性表面に仕上げた上で熱処理炉に投入することが行われていた。

ところが、前述のように高温でアルゴンアニールをする場合、アニール前のウェーハ上にボロンが付着していると、アニールによりそのボロンは内方拡散し表面の抵抗率を変えてしまう。表面の抵抗率が変わってしまうと、例えばMOSデバイスの場合にはon-offのしきい値電圧が変わってしまい、規格からはずれる可能性がある。それと同時に、様々な電気特性を変えてしまう事にもなる。

すなわち、表面にボロンが存在するウェーハを高温でアルゴンアニールをすると、水素アニールと同様にウェーハ表面近傍の結晶欠陥が除去されるため、デバイス特性を向上させる利点がある反面、ボロン汚染があると電気的特性を設計値からずらすなどの悪影響があるため、せっかくのアニールによるウェーハ表面近傍の結晶品質の向上効果が無駄になってしまう。

発明の開示

本発明は、このような問題点に鑑みなされたものであり、シリコンウェーハ表面に環境からの付着ボロンを有するウェーハに不活性ガス雰囲気で熱処理を行ったとしても、ウェーハ表面の抵抗率の変化が発生しないような熱処理方法を用い、さらに、このような熱処理を、気密性を高めるためのシール構造や防爆設備等の特別な設備を必要とすることのない通常の拡散炉にて可能とするアニールウェーハの製造方法及びウェーハ表面近傍のボロン濃度が一定であり、かつ結晶欠陥の消滅したアニールウェーハを提供することを目的とする。

上記目的を達成するため、本発明のアニールウェーハの製造方法は、表面に自然酸化膜が形成され、かつ環境からのボロンが付着したシリコンウェーハに対し、水素ガス含有雰囲気による熱処理（第１の熱処理）を行うことにより前記自然酸化膜が除去される前に前記付着ボロンを除去し、その後、不活性ガス雰囲気により熱処理（第２の熱処理）することを特徴とするものである。

後述するように、環境から付着したボロンは、ウェーハ表面に自然酸化膜が存在する状態ではウェーハ内部に拡散し難い。従って、自然酸化膜が存在する状態で水素ガスの効果を利用して付着ボロンを除去してから第２の熱処理を行えば、この熱処理によるウェーハ表面近傍の抵抗率

の変化を防止できる。この場合、第１の熱処理の水素ガスの濃度としては、水素ガスの爆発下限値（約４％）以下とすれば、熱処理炉の気密性を高めるためのシール構造や爆発時の対策として防爆設備を備えさせる必要がなくなり、かつ、常圧炉を使用できることとなるため、設備上の安全面やコスト面で好適である。なお、水素濃度が０．１％を下回ると十分な効果が期待できないことがある。

また、第１の熱処理を爆発下限以下の水素ガスとアルゴンガスの混合ガス雰囲気にて行う場合、水素ガスの効果により付着ボロンが除去されるのと同時にアルゴンガスの効果により自然酸化膜が除去されるので、自然酸化膜が除去しきらないうちに付着ボロンを除去する必要がある。そのための第１の熱処理条件としては、熱処理温度が９００～１１００℃の範囲であり、熱処理時間が５～６０分の範囲であることが好ましい。

尚、このような第１の熱処理は、第２の熱処理の昇温プロセスとして行うこともできる。そして、前記のようなアニールウェーハの製造方法により製造されたアニールウェーハは、ウェーハ表面近傍のボロン濃度が一定であり、かつ結晶欠陥の消滅した高品質のアニールウェーハとなる。

一方、第２の熱処理はウェーハ表面近傍の結晶欠陥を消滅させるものであり、不活性ガス雰囲気下、１１００～１３００℃の範囲で行う。尚、本発明において不活性ガス雰囲気とは、アルゴン等の不活性ガス１００％のほか、爆発下限値以下の水素ガスを不活性ガスに混合した雰囲気も含むものである。

以下、本発明の成り立ちについてさらに詳細に説明する。

本発明者らは、環境からのボロン汚染を完全になくすことは困難であることを考慮し、ウェーハ表面にボロンが付着していてもアニールウェ

ーハの抵抗率に影響を及ぼさないような熱処理方法を検討した結果、アルゴンガスと水素ガスによる熱処理では、ウェーハ表面の抵抗率の増減が逆になることに着目して本発明を完成させた。

すなわち、ウェーハ表面に付着したボロンは水素ガスによる熱処理により気化させて除去した後、アルゴンガスで結晶欠陥の除去を行う熱処理をすれば、ウェーハ表面近傍の抵抗率を変化させることなく、高品質のアニールウェーハが得られることを発想した。

ただし、水素ガスを用いたアニールを行うためには、前述したように熱処理炉の気密性を高めるためのシール構造や爆発時の対策が必要とされ、コスト面で不利である。

そこで、付着ボロンを除去するための熱処理雰囲気として、水素ガスの濃度を爆発下限値以下の濃度としたアルゴンガス雰囲気でも付着ボロンの除去が可能であるかどうかを後述の実験により確認した。その結果、図４に示すように水素ガスの濃度を爆発下限値以下の濃度としたアルゴンガス雰囲気での熱処理温度を、特定の温度範囲（図４における９００～１１００℃、好ましくは９５０～１０５０℃の温度範囲）に設定した場合のみ、元のウェーハの抵抗率を維持しているという現象を新規に発見した。

この現象について次の様に考察することができる。自然酸化膜の形成された表面に環境ボロンが付着したシリコンウェーハを水素とアルゴンの混合ガス雰囲気で熱処理（第１の熱処理）すると、熱処理温度が低温の場合には、付着ボロンの気化や飛散による除去が十分でないため、その後の高温でのアルゴン雰囲気による熱処理により付着ボロンがウェーハ内部に拡散しウェーハ表面近傍の抵抗率が低下してしまう。

一方、第１の熱処理の熱処理温度が１１００℃又はさらに厳密にいえば、１０５０℃を超える温度では、混合ガス中のアルゴンガスの効果に

よる自然酸化膜のエッチング速度が極端に大きくなるため、表面に付着したボロンが除去される前に自然酸化膜が除去されてしまう。その結果、付着ボロンがウェーハ内部に拡散しやすくなるか、あるいは、シリコン原子と反応して化合物を形成して除去されにくくなり、その後のアルゴン雰囲気の熱処理によりウェーハ内部に拡散し、抵抗率を低下させるものと考えられる。

これに対し、第１の熱処理が９００℃～１１００℃、好ましくは９５０～１０５０℃の温度範囲では、自然酸化膜のエッチング速度がそれほど速くないため、自然酸化膜が除去される前に付着ボロンが気化または飛散して除去される結果、後のアルゴン雰囲気による熱処理の際にはウェーハ表面に付着ボロンは全く存在しない状態となり、抵抗率が変化しないものと推測される。

尚、上記推論からわかるように、第１の熱処理の適切な熱処理温度、熱処理時間は、自然酸化膜の膜厚や付着ボロンの量により依存するパラメータであり、また、自然酸化膜の膜厚や付着ボロンの量は、熱処理前の洗浄条件や環境への放置時間等により変動するものであるから、一概に決定することはできない。従って、これらを決定する場合には、実際のアニールウェーハの製造工程に則した洗浄条件、放置時間、第１の熱処理後の熱処理条件を設定し、熱処理後の抵抗率が変化しない第１の熱処理条件を実験的に設定すればよい。

一例として、後述の実験においては第１の熱処理を９５０～１０５０℃で行ってもシリコンウェーハの抵抗率が変化しておらず、９００℃または１１００℃では抵抗率に変化が少ないことから、第１の熱処理温度が９００～１１００℃程度の範囲であれば、熱処理時間を５～６０分程度の範囲で調整することにより、シリコンウェーハの抵抗率の変化を防止できると考えられる。

図面の簡単な説明

図１は、本発明に係るアニールウェーハの製造方法における熱処理シーケンスの一例を示すタイムチャートである。

図２は、本発明に係るアニールウェーハの製造方法における熱処理シーケンスの他の例を示すタイムチャートである。

図３は、実験例１におけるクリーンルームに放置したウェーハについての放置時間と付着ボロン濃度の関係を示すグラフである。

図４は、実験例１における熱処理後のウェーハの表面の抵抗率と第１の熱処理温度との関係を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

次に、本発明の実施の形態について、本発明方法における熱処理シーケンス例を示す図１及び図２を用いて説明するが、本発明の技術思想から逸脱しない限り、図示例以外に種々の変形が可能なことはいうまでもない。

熱処理に使用するウェーハは、標準的な洗浄が行われ表面に数～数１０オングストローム程度の自然酸化膜が形成されたものであり、環境からのボロン汚染が付着しているものを用いる。使用する不活性ガスとしてはアルゴンガスが好適であるが、その他、ヘリウム、ネオン、クリプトンあるいはこれらの混合ガスとして用いることも可能である。

図１は、本発明方法における熱処理シーケンスの一例を処理温度、処理工程及び雰囲気ガスに分けて示すタイムチャートである。同図は、第１の熱処理を一定温度（１０００℃）に保持して行う場合を示している。図１の熱処理シーケンスは次の通りである。

①６００℃でウェーハを熱処理炉に投入した後、アルゴンガスでパー

ジする（図１の投入工程）。雰囲気ガスとしては不活性ガスを用いればよいが、アルゴンガスが好ましい。

②アルゴンガスに水素ガスを流量比で３％添加し、６００℃から１０００℃に昇温する（昇温工程）。水素ガスの添加量は、水素ガスの爆発下限値（約４％）以下で０．１％以上が好適である。この濃度範囲であれば防爆設備を備える必要がなく、かつ常圧炉を使用できるため、安全面やコスト面で有利である。また、昇温は第１の熱処理温度（９００℃～１１００℃）まで行えばよい。

③上記雰囲気（Ａｒ９７％+$H_2$３％）のままウェーハを１０００℃で３０分間熱処理炉に滞留させる（第１の熱処理工程）。この第１の熱処理は環境からの付着ボロンをウェーハ表面から除去するために行うもので、水素含有雰囲気下９００℃～１１００℃の温度範囲で５～６０分行うのが好適である。すなわち、この温度範囲においては、熱処理時間が５分未満であるとボロンの除去が不充分になるおそれがあるが、６０分程度の熱処理時間で、大抵のボロン汚染は充分に除去することができる。

④上記水素ガスの添加を止めてアルゴンガス１００％の雰囲気とし、１０００℃から１２００℃まで昇温する（昇温工程）。昇温は第２の熱処理温度（１２００℃程度）まで行えばよい。また、第１の熱処理において添加している水素ガスを止めることなく第２の熱処理を行ってもよい。

⑤上記雰囲気（Ａｒ１００％またはＡｒ+微量H_2）のままウェーハを１２００℃で６０分間熱処理炉内に滞留させる（第２の熱処理工程）。この第２の熱処理は、ウェーハの結晶欠陥の消滅を目的として行うもので、従来と同様に１１００～１３００℃程度で３０分～５時間行えばよい。

⑥１２００℃から６００℃に降温し（降温工程）、ウェーハを熱処理炉から取り出す（取出工程）。

図２は、本発明方法における熱処理シーケンスの他の例を示す図１と同様のタイムチャートである。同図は第１の熱処理を昇温（９５０℃→１０５０℃）しながら行う場合を示している。図２の熱処理シーケンスは、図１の②昇温工程において、６００℃から９５０℃に昇温し、③第１の熱処理工程において、図１では一定温度（１０００℃）とした代わりに９５０℃から１０５０℃に昇温（昇温速度３．３℃／分）しながら第１の熱処理を行う点において相違するのみで、その他の手順及び条件は同じであるので再度の説明は省略する。

図２に示した熱処理シーケンスにおいては、第１の熱処理は、第２の熱処理の昇温プロセスとして行うものであり、この場合、第２の熱処理の熱処理温度まで効率よく迅速に昇温できる利点がある。なお、第１の熱処理における昇温速度は、９５０～１０５０℃の温度範囲で５～６０分間の熱処理が行えるように設定すればよい。

実施例

次に、実験例をあげて本発明をさらに具体的に説明する。

（実験例１）

まず、直径２００ｍｍ、ｐ型、結晶方位＜１００＞、抵抗率１０Ω・ｃｍのシリコンウェーハに、標準的な洗浄（ＳＣ－１、ＳＣ－２、ＳＣ－１）を行った後、そのウェーハをクリーンルーム中に２４時間放置した。そのウェーハ上に付着したボロンを気相分解法により溶液中に回収し、回収液を原子吸光分光法を用いて測定し、付着量を算出した。

その結果、クリーンルーム中に放置したウェーハ上に付着したボロンの量は放置時間３時間以上で飽和することがわかった（図３参照）ので、ウェーハ洗浄後のクリーンルーム中のウェーハ放置時間を３時間と設定し、３時間放置したウェーハを複数枚用意し、これらのウェーハに対し熱処理を行った。尚、この熱処理シーケンスは第１の熱処理温度を図４

に示すように７００～１２００℃の範囲の種々の温度に設定した以外は前述した図１における手順①～⑥と同じであるので、具体的手順及び条件についての再説明は省略する。

上記した手順①～⑥による熱処理をうけた後のウェーハ表面の抵抗率をＳＣＰ(Surface Charge Profiler)により測定し、その結果を図４に示した。図４の結果から、第１の熱処理温度が９５０～１０５０℃の範囲において元のウェーハの抵抗率と同等の抵抗率のピークをもち、第１の熱処理温度が９００℃または１１００℃では抵抗率に変化が少なく、その他の温度では元の抵抗率に比べ抵抗率が低下していること（すなわち、表面に付着したボロンがウェーハ内部に拡散していること）がわかった。

なお、上記熱処理を受けたアニールウェーハについては、いずれも結晶欠陥が消滅しており、第１の熱処理を行ったことが結晶欠陥消滅に何らの影響を与えないことが確認された。

これと同じサンプルの抵抗率をＳＩＭＳ(Secondary Ion Mass Spectroscopy)とＣ－Ｖ測定による測定を行ったが同様な結果となった。したがって、第１の熱処理温度が９００～１１００℃程度の範囲であれば、熱処理時間を５～６０分程度の範囲で調整することにより、ウェーハの抵抗率の変化を効果的に防止できることが判明した。

産業上の利用可能性

本発明のアニールウェーハの製造方法によれば、シリコンウェーハ表面に環境からの付着ボロンを有するウェーハに不活性ガス雰囲気で熱処理を行ったとしても、ウェーハ表面の抵抗率の変化が発生しないという大きな効果を達成することができる。また、本発明方法におけるこのような熱処理を、気密性を高めるためのシール構造や防爆設備等の特別な設備を必要とすることのない通常の拡散炉にて可能とするので、比較的

安価な熱処理炉を用いることができ、大きなコストメリットが得られる。

また、本発明のアニールウェーハは、表面近傍のボロン濃度が一定であり、かつ結晶欠陥が消滅したものであって、高品質であり、特性に優れたデバイスの作製に好適に用いられる。

5

請　求　の　範　囲

１．　表面に自然酸化膜が形成され、かつ環境からのボロンが付着したシリコンウェーハに対し、水素ガス含有雰囲気による熱処理を行うことにより前記自然酸化膜が除去される前に前記付着ボロンを除去し、その後不活性ガス雰囲気により熱処理することを特徴とするアニールウェーハの製造方法。

２．前記不活性ガスがアルゴンガスであることを特徴とする請求項１に記載されたアニールウェーハの製造方法。

３．前記水素ガス含有雰囲気は、爆発下限以下の水素ガスとアルゴンガスの混合ガス雰囲気であることを特徴とする請求項１または請求項２に記載されたアニールウェーハの製造方法。

４．前記水素ガス含有雰囲気による熱処理は、９００～１１００℃の温度で５～６０分間行われる熱処理であることを特徴とする請求項３に記載されたアニールウェーハの製造方法。

５．前記水素ガス含有雰囲気による熱処理を昇温しながら行うことを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか１項に記載されたアニールウェーハの製造方法。

６．請求項１から請求項５のいずれか１項に記載された製造方法により製造されたアニールウェーハであって、ウェーハ表面近傍のボロン濃度が一定であり、かつ結晶欠陥が消滅したことを特徴とするアニールウェーハ。

図１

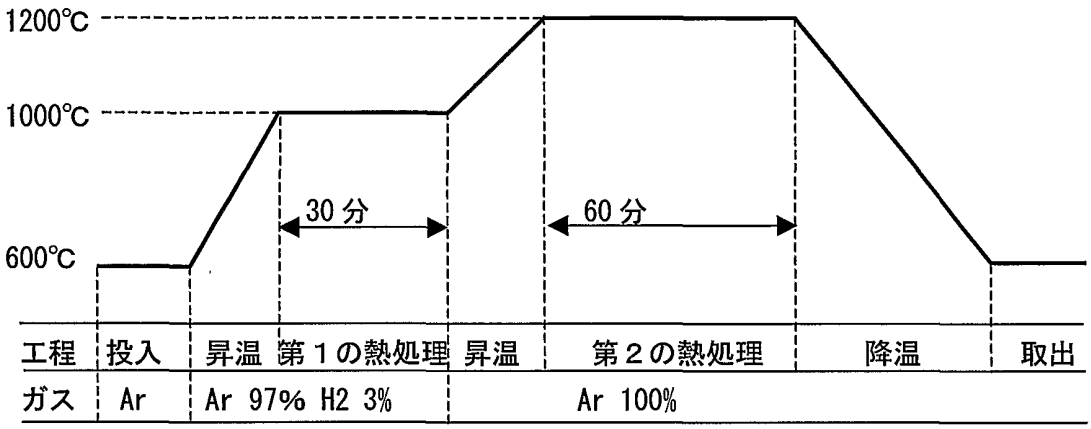

1200℃
1000℃
600℃
30 分
60 分
工程
投入
昇温
第１の熱処理
昇温
第２の熱処理
降温
取出
ガス
Ar
Ar 97% H2 3%
Ar 100%

図２

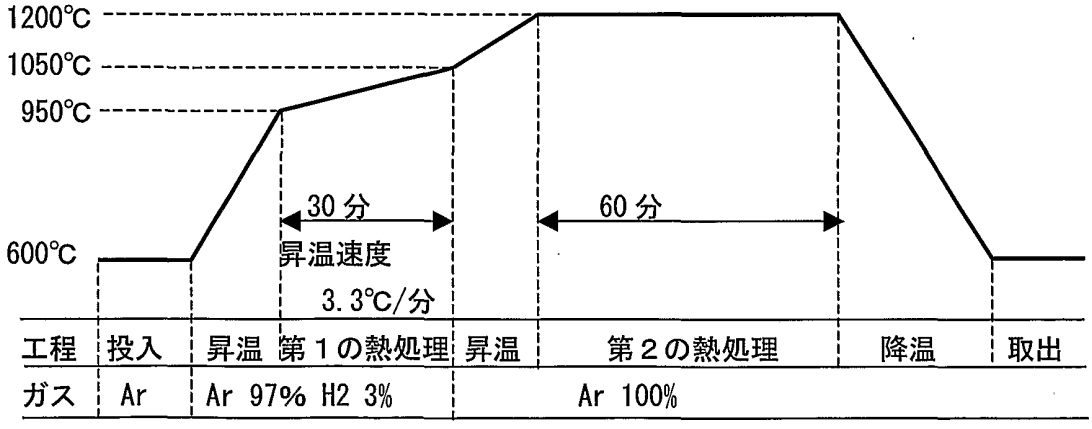

1200℃
1050℃
950℃
600℃
30 分
昇温速度
3.3℃/分
60 分
工程
投入
昇温
第１の熱処理
昇温
第２の熱処理
降温
取出
ガス
Ar
Ar 97% H2 3%
Ar 100%

図３

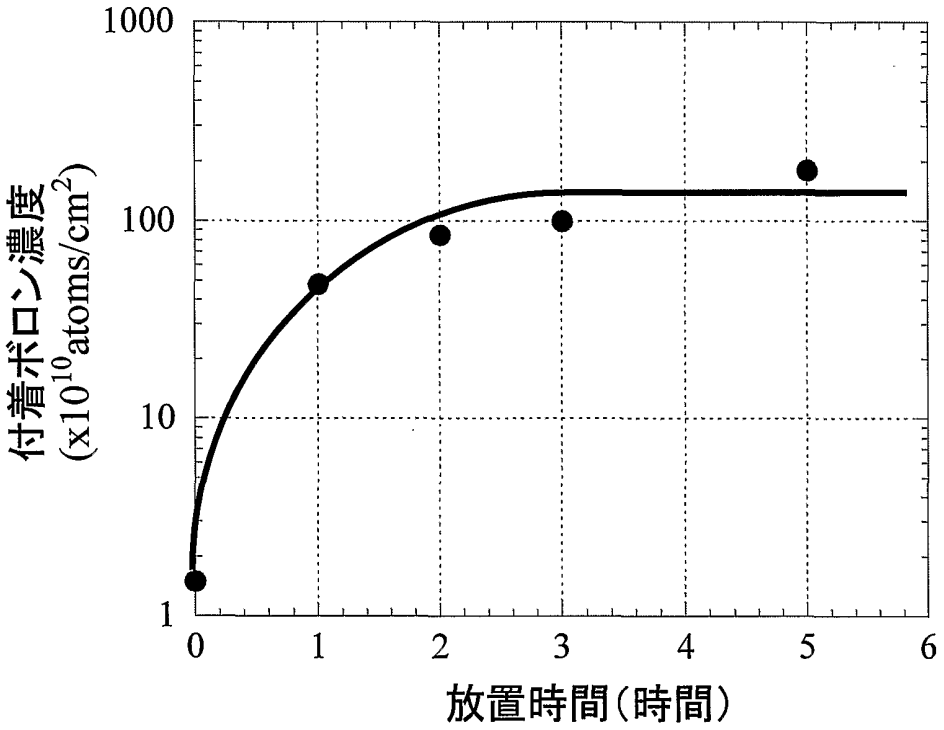
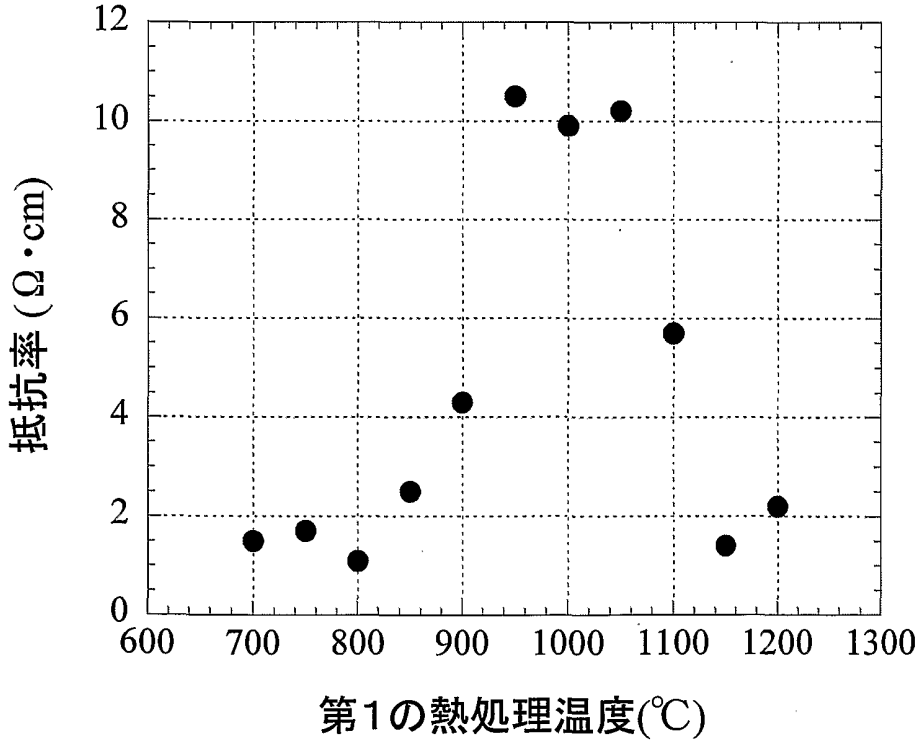

1000
100
10
1
付着ボロン濃度
(x10^10atoms/cm^2)
0
1
2
3
4
5
6
放置時間(時間)

図４


12
10
8
6
4
2
0
抵抗率（Ω・cm）
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
第1の熱処理温度(℃)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP01/08097

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] H01L21/324

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl[7] H01L21/324

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-252225 A (Sony Corporation), 14 September, 2000 (14.09.00), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-6
A	JP 10-144698 A (Toshiba Ceramics Co., Ltd.), 29 May, 1998 (29.05.98), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-6
A	JP 10-144697 A (Toshiba Ceramics Co., Ltd.), 29 May, 1998 (29.05.98), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 December, 2001 (11.12.01)	18 December, 2001 (18.12.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ０１／０８０９７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl[7]　Ｈ０１Ｌ２１／３２４

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl[7]　Ｈ０１Ｌ２１／３２４

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報　　１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報　　１９７１－２００１年
日本国登録実用新案公報　　１９９４－２００１年
日本国実用新案登録公報　　１９９６－２００１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ａ	ＪＰ　２０００－２５２２２５　Ａ（ソニー株式会社） １４．９月．２０００（１４．０９．００） 全文，第１－７図（ファミリーなし）	１－６
Ａ	ＪＰ　１０－１４４６９８　Ａ（東芝セラミックス株式会社） ２９．５月．１９９８（２９．０５．９８） 全文，第１図（ファミリーなし）	１－６

[x] Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　[ ] パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１１．１２．０１	18.12.01

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）		
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	宮崎園子	４Ｌ	９２７７
	電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４９８		

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（１９９８年７月）

国際調査報告	国際出願番号　PCT／JP01／08097

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP　10－144697　A（東芝セラミックス株式会社） 29．5月．1998（29．05．98） 全文，第1図（ファミリーなし）	1－6