

(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2010-109100
(P2010-109100A)

(43) 公開日 平成22年5月13日(2010.5.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/26 (2006.01)	HO 1 L 21/26	G
HO 1 L 21/322 (2006.01)	HO 1 L 21/322	Y
	HO 1 L 21/26	F

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-278775 (P2008-278775)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成20年10月29日(2008.10.29)	(74) 代理人	100102532 弁理士 好宮 幹夫
		(72) 発明者	曲 偉峰 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社半導体磯部研究所内
		(72) 発明者	高橋 亨 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社半導体磯部研究所内
		(72) 発明者	三谷 清 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社半導体磯部研究所内

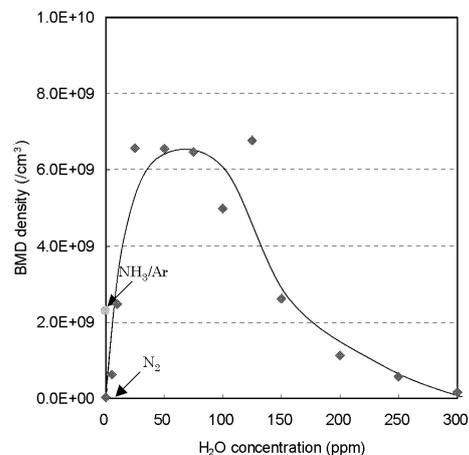
(54) 【発明の名称】 シリコンウェーハの製造方法

(57) 【要約】

【課題】シリコンウェーハに施すRTA熱処理の低温化又は短時間化を図り、シリコンウェーハのスリップの発生を抑制すると共に、NH₃を使用することなく、シリコンウェーハ内部に空孔を形成し、高品質なシリコンウェーハを製造することができる方法を提供することを目的とする。

【解決手段】雰囲気ガス中でシリコンウェーハにRTA熱処理を施す工程を有するシリコンウェーハの製造方法であって、雰囲気ガスとして、窒素ガスに5ppm以上250ppm以下の濃度の水分を混入させたものを用いてRTA熱処理を施すシリコンウェーハの製造方法。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも、雰囲気ガス中でシリコンウェーハに R T A 熱処理を施す工程を有するシリコンウェーハの製造方法であって、前記雰囲気ガスとして、窒素ガスに 5 p p m 以上 2 5 0 p p m 以下の濃度の水分を混入させたものを用いて R T A 熱処理を施すことを特徴とするシリコンウェーハの製造方法。

【請求項 2】

前記雰囲気ガスとして、窒素ガスに 1 0 p p m 以上 1 5 0 p p m 以下の濃度の水分を混入させたものを用いることを特徴とする請求項 1 に記載のシリコンウェーハの製造方法。

【請求項 3】

前記雰囲気ガスとして、窒素ガスの露点を制御することにより窒素ガスに混入させる水分の濃度を調整することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のシリコンウェーハの製造方法。

【請求項 4】

前記雰囲気ガスとして、窒素ガスの露点を - 6 0 以上 - 3 8 以下に制御することにより、窒素ガスに 1 0 p p m 以上 1 5 0 p p m 以下の濃度の水分を混入させることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載のシリコンウェーハの製造方法。

【請求項 5】

前記 R T A 熱処理が施されるシリコンウェーハの初期酸素濃度を、9 p p m a 以上 1 4 p p m a 以下とすることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載のシリコンウェーハの製造方法。

【請求項 6】

前記 R T A 熱処理が施されたシリコンウェーハの表面に、エピタキシャル層を成長させることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載のシリコンウェーハの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、R T A 熱処理によりバルク部に空孔を形成し、ゲッタリング能力を付与するシリコンウェーハの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

C Z (チョクラルスキー) 法で引上成長されたシリコン単結晶を加工して製作されたシリコンウェーハは、酸素不純物を多く含んでおり、この酸素不純物は転位や欠陥等を生じさせる酸素析出物 (B M D : B u l k M i c r o D e f e c t) となる。酸素析出物はデバイスが形成される表面にある場合、リーク電流増大や酸化膜耐圧低下等の原因になって半導体デバイスの特性に大きな影響を及ぼす。

【0003】

このため、従来、シリコンウェーハ表面に対し、1 2 5 0 以上の高温で短時間の急速加熱・急冷の熱処理 (R T A : R a p i d T h e r m a l A n n e a l i n g) を所定の雰囲気ガス中で施し、内部に高濃度の熱平衡の原子空孔 (V a c a n c y : 以下、単に空孔と称す) を形成し、急冷により凍結すると共に、この後の熱処理で表面において空孔を外方拡散させることにより D Z 層 (D e n u d e d Z o n e 又は無欠陥層) を均一に形成する方法が用いられている (特許文献 1 参照) 。そして、この D Z 層形成後に、上記熱処理温度より低温で熱処理を施すことで、バルク部の欠陥層として酸素析出核を形成・安定化してゲッタリング効果を有する B M D 層を形成する工程が採用されている。このようにして得られるシリコンウェーハは、図 3 のように表層に D Z 層 3 1 、バルク部に B M D 層 3 2 を有する。

【0004】

また、他の方法として、先ず酸素雰囲気下で熱処理を行い、続けて非酸化性雰囲気下で

10

20

30

40

50

熱処理を行うことにより、シリコンウェーハ表面にDZ層、バルク部にBMD層の形成を行っている。なお、従来、空孔形成のための熱処理においては、雰囲気ガスとして N_2 （窒素）が主に用いられている。すなわち、高温で窒素が分解され、シリコンウェーハ表面に Si_xN_y （窒化膜）が形成されることにより、空孔を注入するものである。

【0005】

しかしながら、上記のようなシリコンウェーハの熱処理技術では、以下のような課題が残されている。従来では、空孔形成のための熱処理を施す際に、窒素を主とした雰囲気ガス中で熱処理が行われるが、この場合、十分な量の空孔を得るために1250以上かつ10sec以上の熱処理が必要であった。

このため、シリコンウェーハには、高温の熱処理により、サセプタ又は支持ピン等と接触する部分からスリップが発生してしまい、割れ等の原因になる不都合があった。

【0006】

そこで、特許文献2では、シリコンウェーハを熱処理して内部に新たに空孔を形成する熱処理工程の雰囲気ガスを、 N_2 が分解可能な温度よりも低い分解温度の窒化ガス（ NH_3 等）を含む雰囲気ガスとすることを提案している。これにより、 N_2 の場合よりも低い熱処理温度又は短い熱処理時間でも窒化ガスが分解されてシリコンウェーハ表面を窒化し、内部に空孔を注入することができ、熱処理時のスリップ発生を抑制することができると共に、その後の熱処理で表面に十分なDZ層とバルク部に適度に高いBMD密度を有した高品質なウェーハを得ることができるとしている。

【0007】

しかしながら、有害な NH_3 を供給するための設備が必要となり、設備コストが増大してしまうという問題があった。

【0008】

【特許文献1】国際公開WO98/38675号パンフレット

【特許文献2】特開2003-31582号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

そこで、本発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、シリコンウェーハに施すRTA熱処理の低温化又は短時間化を図り、シリコンウェーハのスリップの発生を抑制すると共に、 NH_3 を使用することなく、シリコンウェーハ内部に空孔を注入し、高品質なシリコンウェーハを製造することができる方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明は、少なくとも、雰囲気ガス中でシリコンウェーハにRTA熱処理を施す工程を有するシリコンウェーハの製造方法であって、前記雰囲気ガスとして、窒素ガスに5ppm以上250ppm以下の濃度の水分を混入させたものを用いてRTA熱処理を施すことを特徴とするシリコンウェーハの製造方法を提供する（請求項1）。

【0011】

このように、窒素ガスに微量の水分を混入させた雰囲気中でRTA熱処理を行うことにより、比較的低温の熱処理でもシリコンウェーハ表面に酸窒化膜を形成することができる。このため、窒素とシリコン原子が反応することで、シリコンウェーハ内部に効率的に空孔を注入することができる。これにより雰囲気ガスに NH_3 等の有毒ガスを用いなくとも、比較的低温の熱処理で、シリコンウェーハ内部に十分な量の空孔を注入することができる。

従って、本発明のRTA熱処理を行うことで、その後の熱処理により表層にDZ層と、バルク部に十分な密度のBMDを有したスリップのない高品質なシリコンウェーハを低コストで製造することができる。

【0012】

10

20

30

40

50

このとき、前記雰囲気ガスとして、窒素ガスに10ppm以上150ppm以下の濃度の水分を混入させたものを用いることが好ましい(請求項2)。

このように、窒素ガスに10ppm以上150ppm以下の濃度の水分を混入させたものを雰囲気ガスとして用いることで、より多くの空孔をウェーハ内部に注入することができ、低温熱処理であっても、NH₃を用いた雰囲気で行った場合と同等以上のBMD密度を得ることができる。

【0013】

このとき、前記雰囲気ガスとして、窒素ガスの露点を制御することにより窒素ガスに混入させる水分の濃度を調整することが好ましい(請求項3)。

このように、窒素ガスの露点を制御することで、混入させる水分濃度の調整をより容易に行うことができる。

【0014】

このとき、前記雰囲気ガスとして、窒素ガスの露点を-60以上-38以下に制御することにより、窒素ガスに10ppm以上150ppm以下の濃度の水分を混入させることが好ましい(請求項4)。

窒素ガスの露点を上記範囲に制御することで、10ppm以上150ppm以下という好ましい水分濃度範囲内により容易に調整することができる。

【0015】

このとき、前記RTA熱処理が施されるシリコンウェーハの初期酸素濃度を、9ppma以上14ppma以下とすることが好ましい(請求項5)。

このような、低酸素濃度のシリコンウェーハであっても本発明のRTA熱処理であれば、低温でも十分な空孔量を注入することができ、スリップがなく、高いBMD密度のシリコンウェーハにすることができるため、析出過多になることもなく好適である。

【0016】

このとき、前記RTA熱処理が施されたシリコンウェーハの表面に、エピタキシャル層を成長させることができる(請求項6)。

本発明のRTA熱処理が施されたシリコンウェーハであれば、バルク部に十分な量の空孔を有しており、表面の結晶性も良好であるので高温でエピタキシャル成長を行うシリコンウェーハの製造においても、良好な酸素析出が起こり、高いBMD密度を有することができるとともに、良好なエピタキシャル層を得ることができるので、好適である。

【発明の効果】

【0017】

本発明であれば、NH₃等の有毒ガスを使用せずに、スリップがなく、DZ層と高いBMD密度を有するシリコンウェーハを低コストで製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

従来、NH₃等の有毒なガスを用いるか、又は高温の熱処理を行ってシリコンウェーハに空孔を注入していたが、スリップの発生やコストの問題等があった。

これに対して、本発明者らは、比較的低温の熱処理であっても、NH₃等を用いることなく空孔を注入できる熱処理方法を鋭意検討した結果、RTA熱処理の際の雰囲気として、窒素ガスに微量の水分を混入させたものを用いることで、比較的低温であってもシリコンウェーハ内部へ空孔が注入されることを見出した。

【0019】

さらに、本発明者らは、適切な水分量を調べるために、様々な水分濃度の窒素ガス雰囲気と、NH₃を含む雰囲気によりRTA熱処理(1175 / 30秒)を行ったシリコンウェーハに、酸素析出物であるBMDを形成するための2段階熱処理(800 / 4時間、1000 / 16時間)を施して、そのBMD密度を調べることにより、図1のような結果を得た。図1は、RTA熱処理の雰囲気ガスとして窒素ガスに混入させた水分濃度と、BMD密度の関係を示すグラフである。

【0020】

10

20

30

40

50

図1からわかるように、RTA熱処理温度が比較的低温であるため純粋な窒素ガス(N_2)では酸素析出は不十分であるが、窒素ガスに水分を5ppm($N_2 + H_2O$ (5ppm))以上混入させることで酸素析出が良好に生じており、さらには、10ppm~150ppmの範囲では、同様の熱処理条件で NH_3 を含む雰囲気ガス(NH_3 / Ar)中でRTA熱処理を行ったものよりもBMD密度が高いことがわかる。

【0021】

また、水分濃度が250ppmを超えると大幅にBMD密度が低くなっているが、これは、RTA熱処理中に水分により酸化膜が形成されてしまい、格子間Siが注入されて空孔量が減少して酸素析出が抑制されてしまうためと考えられる。

【0022】

以上から、RTA熱処理の雰囲気ガスとして、窒素ガスに5ppm以上250ppm以下の濃度の水分、好ましくは10ppm以上150ppm以下の濃度の水分を混入させたものを用いることで、比較的低温であっても十分な空孔注入ができ、高密度のBMD層を有するシリコンウェーハを製造できることを見出して、本発明を完成させた。

【0023】

以下、図を参照しながら、本発明の実施の形態について具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0024】

先ず、図2に本発明で使用することができるRTA用の熱処理炉の一例を示す。本発明では NH_3 等の有毒ガスを用いる必要が無いため、熱処理炉としては、実質的に従来のものと同様のものを使用できる。

熱処理炉20は、シリコンウェーハWの搬入口をふさぐための蓋25、雰囲気ガスを供給するためのガス供給口22、雰囲気ガスを排出するためのガス排出口24、シリコンウェーハWを載置するためのサセプタ23とシリコンウェーハWを加熱するランプ21を具備している。

このような熱処理炉20内にシリコンウェーハWを載置して、ガス供給口22から雰囲気ガスを流しながら、RTA熱処理を行う。

【0025】

本発明では、上記のような熱処理炉を用いたRTA熱処理における雰囲気ガスとして、窒素ガスに5ppm以上250ppm以下の濃度の水分を混入させたものを用いる。

【0026】

通常純粋な窒素ガスは、少なくとも水分を2ppm以下程度にされており、従来では水分を含まない雰囲気の方が空孔注入が起きるとされていたため、その純粋な窒素ガスの水分濃度はさらに小さくなるように調整されていた。

これに対して本発明では、窒素ガスに本発明の範囲の微量濃度の水分を故意に混入させた雰囲気中でRTA熱処理を行うことにより、比較的低温の熱処理でもシリコンウェーハ表面に酸化膜を形成することができる。これにより、窒素とシリコン原子が反応することで、シリコンウェーハ内部に効率的に空孔を注入することができる。このため、雰囲気ガスに NH_3 等の有毒ガスを用いなくとも、比較的低温の熱処理で、シリコンウェーハ内部に十分な量の空孔を注入することができる。

以上のように本発明のRTA熱処理を行うことにより、内部に十分なBMD密度を有した高品質なスリップの無いシリコンウェーハを低コストで製造することができる。

【0027】

また、窒素ガスに混入させる水分濃度を10ppm以上150ppm以下とすることが好ましい。

このような濃度範囲で水分を混入させたものを雰囲気ガスとして用いることで、より多くの空孔を注入することができ、低温熱処理であっても、 NH_3 を用いた雰囲気中でRTA熱処理を行ったもの以上のBMD密度を得ることができるため、より高品質のシリコンウェーハを製造することができる。

【0028】

10

20

30

40

50

このとき、窒素ガスの露点を制御することにより窒素ガスに混入させる水分濃度を調整することが好ましく、窒素ガスの露点を - 6 0 以上 - 3 8 以下に制御することにより、窒素ガスに 1 0 p p m 以上 1 5 0 p p m 以下の濃度の水分を混入させることが好ましい（半導体産業で用いられる窒素ガスは、露点 - 7 0 以下とされる。）。

本発明の R T A 熱処理において用いる窒素ガス中の水分濃度は非常に微量であるため、その露点を制御する方法によれば、水分濃度の調整を容易に行うことができ、さらには、上記のような好ましい水分濃度範囲内の調整もより容易となる。

以下、窒素ガスの露点と、水分濃度の関係を表 1 に示す。

【 0 0 2 9 】

【表 1】

露点(°C)	水分量(ppm)	露点(°C)	水分量(ppm)	露点(°C)	水分量(ppm)	露点(°C)	水分量(ppm)
0	6032	-31	337.8	-62	8.117	-93	0.05468
-1	5553	-32	304.0	-63	7.067	-94	0.04522
-2	5110	-33	273.4	-64	6.145	-95	0.03733
-3	4698	-34	245.6	-65	5.336	-96	0.03074
-4	4318	-35	220.5	-66	4.628	-97	0.02527
-5	3965	-36	197.7	-67	4.008	-98	0.02072
-6	3639	-37	177.1	-68	3.466	-99	0.01695
-7	3338	-38	158.6	-69	2.993	-100	0.01384
-8	3059	-39	141.8	-70	2.581	-101	0.01127
-9	2802	-40	126.7	-71	2.223	-102	0.009156
-10	2565	-41	113.1	-72	1.911	-103	0.007421
-11	2346	-42	100.8	-73	1.641	-104	0.006000
-12	2145	-43	89.82	-74	1.407	-105	0.004839
-13	1959	-44	79.93	-75	1.204	-106	0.003893
-14	1788	-45	71.06	-76	1.029	-107	0.003123
-15	1631	-46	63.11	-77	0.8780	-108	0.002500
-16	1487	-47	55.99	-78	0.7479	-109	0.001995
-17	1354	-48	49.62	-79	0.6361	-110	0.001588
-18	1233	-49	43.92	-80	0.5401	-111	0.001260
-19	1121	-50	38.84	-81	0.4578	-112	0.0009975
-20	1029	-51	34.31	-82	0.3874	-113	0.0007872
-21	925.3	-52	30.28	-83	0.3272	-114	0.0006195
-22	839.6	-53	26.68	-84	0.2759	-115	0.0004860
-23	761.3	-54	23.49	-85	0.2323	-116	0.0003801
-24	689.7	-55	20.66	-86	0.1952	-117	0.0002964
-25	624.4	-56	18.14	-87	0.1637	-118	0.0002304
-26	564.8	-57	15.91	-88	0.1370	-119	0.0001785
-27	510.5	-58	13.94	-89	0.1145	-120	0.0001378
-28	461.0	-59	12.20	-90	0.09544		
-29	416.0	-60	10.67	-91	0.07943		
-30	375.0	-61	9.31	-92	0.06597		

【 0 0 3 0 】

表 1 に示すように、窒素ガスを本発明の水分濃度範囲（ 5 p p m 以上 2 5 0 p p m 以下）に調整するためには、その露点を - 6 5 以上 - 3 4 以下に制御すればよく、さらに好ましい水分濃度範囲（ 1 0 p p m 以上 1 5 0 p p m 以下）に調整するためには、窒素ガスの露点を - 6 0 以上 - 3 8 以下に制御すればよいことがわかる。

【 0 0 3 1 】

このような本発明の R T A 熱処理を施すシリコンウェーハとしては、特に限定されないが、例えば初期酸素濃度が 9 p p m a 以上 1 4 p p m a 以下（ J E I D A ）のシリコンウェーハが好ましい。

このような、比較的低酸素濃度のシリコンウェーハであっても本発明の R T A 熱処理であれば、低温でも十分な空孔量を注入することができ、スリップがなく、高い B M D 密度のシリコンウェーハを製造することができるとともに、析出過多となることもなく、好適である。

【 0 0 3 2 】

また、このような本発明の R T A 熱処理の条件についても、特に限定されず、例えば、

10

20

30

40

50

20 ~ 50 / sec で昇温し、1100 ~ 1200 で60秒以下の熱処理を施した後、20 ~ 50 / sec で降温することができる。

このように、本発明のRTA熱処理であれば、1100 ~ 1200 といった比較的低温の熱処理であっても空孔注入できるため、シリコンウェーハにスリップが生じず、良好な熱処理を行うことができる。また、1200 を超える温度で熱処理を行う場合には、熱処理時間を10秒未満とすることもでき、短時間であっても十分な空孔を注入することができる。なお、降温速度をより速くして、より多くの空孔を凍結することもできる。

【0033】

以上のように、本発明のRTA熱処理が施されたシリコンウェーハは、スリップがなく、十分な空孔量を有するため、後工程の酸素を析出させる熱処理により、 $5 \times 10^8 / \text{cm}^3$ 以上、さらには $2 \times 10^9 / \text{cm}^3$ 以上という十分に高いBMD密度をバルク部に有し、表面にDZ層を有する高品質のシリコンウェーハになる。

10

【0034】

そして、本発明のRTA熱処理が施されたシリコンウェーハは、その表面にエピタキシャル層を形成するのが好ましい。

本発明のRTA熱処理が施されたシリコンウェーハであれば、十分な量の空孔を有しているため、高温でエピタキシャル成長を行うシリコンウェーハの製造においても、良好な酸素析出が起こり、高いBMD密度を有するエピタキシャルウェーハとすることができ、好適である。

20

【実施例】

【0035】

以下、実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0036】

(実施例、比較例)

熱処理を施すシリコンウェーハとして、初期酸素濃度が12ppma (JEIDA) のシリコンウェーハを準備した。

雰囲気ガスとして、窒素ガスに混入させる水分濃度を0ppm ~ 300ppmの範囲で変えて、RTA熱処理温度1175、熱処理時間30秒、昇温速度50 / sec、降温速度33 / sec で、準備したシリコンウェーハにRTA熱処理を施した。また、同様の条件で、ただし雰囲気ガスとしてNH₃とArの混合ガスを用いてシリコンウェーハに熱処理を施した。

30

【0037】

上記のようにRTA熱処理を施したシリコンウェーハに、BMD評価のために2段階熱処理(800 / 4時間、1000 / 16時間)を施した。この2段階熱処理後のシリコンウェーハを、へき開、エッチングして表層から500μmまでのBMD層を観察し、BMD密度を測定した。図4はBMD層を観察した図である。

図1及び表2にBMD密度の測定結果を示す。

【0038】

【表 2】

RTA温度 (°C)	RTA (sec)	水分濃度 (ppm)	昇温速度 (°C/sec)	降温速度 (°C/sec)	BMD密度 (cm ⁻³)	備考
1175	30	0	50	33	2.0E+07	N ₂
1175	30	5	50	33	6.2E+08	N ₂ +H ₂ O
1175	30	10	50	33	2.5E+09	N ₂ +H ₂ O
1175	30	25	50	33	6.6E+09	N ₂ +H ₂ O
1175	30	50	50	33	6.6E+09	N ₂ +H ₂ O
1175	30	75	50	33	6.5E+09	N ₂ +H ₂ O
1175	30	100	50	33	5.0E+09	N ₂ +H ₂ O
1175	30	125	50	33	6.8E+09	N ₂ +H ₂ O
1175	30	150	50	33	2.6E+09	N ₂ +H ₂ O
1175	30	200	50	33	1.1E+09	N ₂ +H ₂ O
1175	30	250	50	33	5.6E+08	N ₂ +H ₂ O
1175	30	300	50	33	1.6E+08	N ₂ +H ₂ O
1175	30	0	50	33	2.3E+09	NH ₃ /Ar

*表層～150umまでの平均値

【0039】

図1、表2からわかるように、純粋な窒素ガス(N₂)の雰囲気中で熱処理を行った場合にはBMD密度が非常に小さいが、窒素ガスに水分を混入させた雰囲気ガス(N₂+H₂O(5ppm以上))で行った場合にはBMD密度が高く、RTA熱処理において十分な空孔注入が行われていることがわかる。

また、水分濃度が250ppmを超えると酸化膜が形成されてしまい、格子間Siの注入量が多くなって空孔が減るため、BMD密度が非常に小さくなっていることがわかる。

【0040】

RTA熱処理において、実施例(N₂+H₂O(5~250ppm))と比較例(NH₃/Ar)では共にシリコンウェーハ表面に酸化膜または窒化膜が形成されていたが、実施例では1nm程度の厚さで、比較例に比べてその膜厚は薄かった。しかし、実施例の方が比較例よりもBMD密度が高いケースもあった。これは、空孔注入量が多いほどBMDのサイズが小さく、サイズの小さいBMDは後の熱処理工程で消滅しやすいため、実施例の方が比較例(NH₃/Ar)よりも適度な空孔注入量であったことがわかる。

このため、本発明のRTA熱処理を施したシリコンウェーハは、高温熱処理を必要とするエピタキシャル層成長用ウェーハに好適であることがわかる。

【0041】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は単なる例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】RTA熱処理の際に窒素ガスに混入した水分濃度と、そのRTA熱処理後に2段階熱処理を施したシリコンウェーハのBMD密度の関係を示すグラフである。

【図2】本発明のRTA熱処理に用いることができる熱処理炉の一例を示す概略図である

。

【図3】RTA熱処理が施されたDZ層とBMD層を有するシリコンウェーハの一例を示す概略図である。

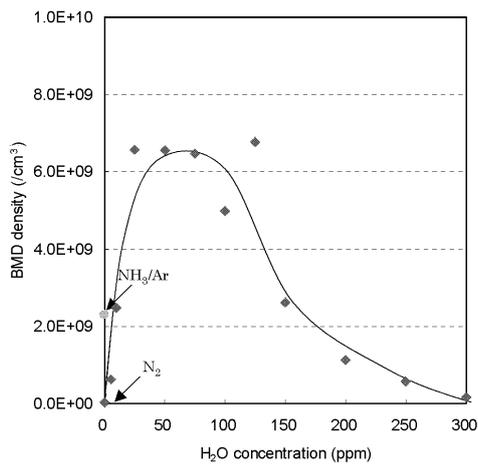
【図4】RTA熱処理を施して2段階熱処理した後のシリコンウェーハのBMD層を観察した図である。

【符号の説明】

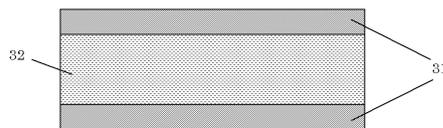
【0043】

- 20 ... 熱処理炉、 21 ... ランプ、 22 ... ガス供給口、
- 23 ... サセプタ、 24 ... ガス排出口、 25 ... 蓋、
- 31 ... DZ層、 32 ... BMD層、 W ... シリコンウェーハ。

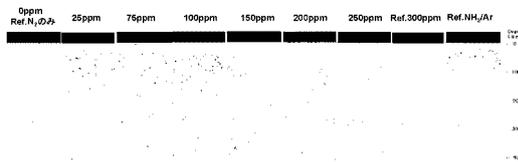
【図1】



【図3】



【図4】



【図2】

