

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5600948号
(P5600948)

(45) 発行日 平成26年10月8日(2014.10.8)

(24) 登録日 平成26年8月29日(2014.8.29)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L 21/322	(2006.01)	HO 1 L 21/322		E
HO 1 L 21/20	(2006.01)	HO 1 L 21/20		

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-18469 (P2010-18469)	(73) 特許権者	302006854 株式会社 S U M C O
(22) 出願日	平成22年1月29日 (2010.1.29)		東京都港区芝浦一丁目2番1号
(65) 公開番号	特開2011-159700 (P2011-159700A)	(74) 代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
(43) 公開日	平成23年8月18日 (2011.8.18)	(74) 代理人	100114292 弁理士 来間 清志
審査請求日	平成24年12月14日 (2012.12.14)	(74) 代理人	100149700 弁理士 高梨 玲子
		(72) 発明者	栗田 一成 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社 S U M C O 内
		審査官	桑原 清

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シリコンウェーハ及びエピタキシャルウェーハの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコンウェーハの表面から所定の深さ位置に対して、長波長である第1レーザー光線及び短波長である第2レーザー光線を照射する工程を具え、

前記第1レーザー光線の照射は、前記第2レーザー光線の照射より前に行われるか、又は、前記第2レーザー光線の照射と同時に、

前記第1レーザー光線は、前記ウェーハ表面から1~1000 μ mの深さ範囲のウェーハ内部に集光し、多光子吸収過程を生じさせることで重金属を捕獲するための加工変質層を形成し、

前記第2レーザー光線は、前記第1レーザー光線の集光位置よりも上側にある、前記ウェーハの表面近傍に集光し、該集光部分を溶融させた後に再結晶化させ、

前記第1レーザー光線の集光位置と、前記第2レーザー光線の集光位置とが離れており

前記第1レーザー光線の、波長が600~1200nmの範囲、エネルギー密度が $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}$ J/pulseの範囲であり、前記第2レーザー光線の、波長が100~500nmの範囲、エネルギー密度が $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ J/pulseの範囲である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】

前記第1レーザーは、超短パルスレーザーであり、前記第2レーザーは、Y L F又はY A Gレーザーであ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。

10

20

【請求項 3】

前記第 1 レーザー光線及び第 2 レーザー光線の照射は、窒素、アルゴン、水素又はこれらの混合ガス雰囲気で行われることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のシリコンウェーハの製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の製造方法によって製造されたシリコンウェーハを基板として使用し、該基板上にエピタキシャル膜を形成してなることを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、シリコンウェーハ及びエピタキシャルウェーハの製造方法、特に、所定のレーザー光線を照射することで、ゲッタリングサイトを容易かつ短時間に形成でき、さらに、内部応力に起因した転位の発生を有効に抑制できるシリコンウェーハ及びエピタキシャルウェーハの製造方法に関するものである。

【0002】

近年、携帯電話、デジタルビデオカメラは半導体を用いた高性能固体撮像素子が搭載され、画素数などの性能も飛躍的に向上している。民生用の固体撮像素子に期待される性能としては、高画素でかつ動画の撮像を可能とする性能があり、さらに、小型化が要求されている。ここで、動画の撮像を実現するためには、高速演算素子およびメモリ素子との結合が必要となるため、System on Chip (SoC) が容易な CMOS イメージセンサが用いられ、CMOS イメージセンサの微細化が伸展している。

20

【0003】

固体撮像素子の撮像特性を劣化させる因子として、フォトダイオードの暗時リーク電流が問題となっている。この暗時リーク電流の原因は、主にプロセス工程における重金属汚染である。そのため、重金属汚染を抑制すべく、半導体ウェーハの内部あるいは裏面に重金属のゲッタリングサイトを形成することが一般的である。

【0004】

半導体ウェーハの内部にゲッタリングサイトを形成する手段としては、例えば非特許文献 1 に開示されているように、半導体ウェーハに熱処理を施し、ウェーハ内部に酸素析出部を形成する方法 (IG 法) が挙げられる。しかしながら、この方法は、所定の酸素析出部を形成するのに長時間の熱処理を必要とし、製造コストの増加および熱処理工程での重金属汚染が懸念される。

30

【0005】

また、半導体ウェーハの裏面にゲッタリングサイトを形成する手段としては、例えば非特許文献 1 に開示されているように、半導体ウェーハの裏面に多結晶シリコン膜を形成し、裏面をゲッタリングサイトとする方法 (PBS 法) が挙げられる。しかしながら、特に半導体ウェーハが 300 mm ウェーハなどの大口径ウェーハである場合には、大口径ウェーハは通常、両面研磨ウェーハであるため、半導体ウェーハの裏面にゲッタリングサイトを形成することは困難である。

40

【0006】

また近年、直径が 300 mm 以上の大口径ウェーハのような両面研磨ウェーハにおいても、長時間の熱処理などを必要とせず、半導体ウェーハの内部にゲッタリングサイトを形成する方法として、例えば特許文献 1 に開示されているように、半導体ウェーハの表面から低出力のレーザー光線をシリコンウェーハの内部に照射して、該ウェーハの所定の深さ位置のみに多光子吸収過程を生じさせることにより加工変質層を形成し、この加工変質層をゲッタリングサイトとして活用する方法が開発されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

50

【特許文献1】特開2000-086393号公報

【非特許文献1】UCS半導体基盤技術研究会編集、「シリコンの科学」、株式会社リアライズ社、1996年6月28日、p585 - 590

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1の方法によって、ゲッタリングを形成した場合、前記レーザー光線を照射した箇所が瞬時に高温に達するため、その近傍に熱衝撃波が生じ、内部応力が局在することとなり、これらの内部応力が、デバイス工程などの熱プロセスにより緩和される結果、加工変質層から転位が伸展し、デバイスの特性劣化を引き起こすという問題があった。

10

【0009】

本発明の課題は、シリコンウェーハに対して所定のレーザー光線を照射することで、ゲッタリングサイトを容易かつ短時間に形成でき、さらに、内部応力に起因した転位の発生を有効に抑制できるシリコンウェーハ及びエピタキシャルウェーハの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明者は、上記の課題を解決すべく鋭意研究を行った結果、シリコンウェーハの表面から所定の深さ位置に対して、長波長である第1レーザー光線及び短波長である第2レーザー光線を照射する工程を具え、前記第1レーザー光線は、前記ウェーハの所定の深さ位置に集光し、重金属を捕獲するための加工変質層を形成し、前記第2レーザー光線は、前記ウェーハの表面近傍に集光し、該集光部分を溶融させた後、再結晶化させることで、ゲッタリングサイトを容易かつ短時間に形成できることに加えて、内部応力に起因した転位の発生を有効に抑制できることを見出した。

20

【0011】

上記目的を達成するため、本発明の要旨構成は以下の通りである。

(1)シリコンウェーハの表面から所定の深さ位置に対して、長波長である第1レーザー光線及び短波長である第2レーザー光線を照射する工程を具え、

前記第1レーザー光線の照射は、前記第2レーザー光線の照射より前に行われるか、又は、前記第2レーザー光線の照射と同時に行われ、

30

前記第1レーザー光線は、前記ウェーハ表面から1~1000μmの深さ範囲のウェーハ内部に集光し、多光子吸収過程を生じさせることで重金属を捕獲するための加工変質層を形成し、

前記第2レーザー光線は、前記第1レーザー光線の集光位置よりも上側にある、前記ウェーハの表面近傍に集光し、該集光部分を溶融させた後に再結晶化させ、

前記第1レーザー光線の集光位置と、前記第2レーザー光線の集光位置とが離れており

前記第1レーザー光線の、波長が600~1200nmの範囲、エネルギー密度が $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}$ J/pulseの範囲であり、前記第2レーザー光線の、波長が100~500nmの範囲、エネルギー密度が $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ J/pulseの範囲であることを特徴とするシリコンウェーハの製造方法。

40

【0013】

(2)前記第1レーザーは、超短パルスレーザーであり、前記第2レーザーは、YLF又はYAGレーザーであることを特徴とする上記(1)に記載のシリコンウェーハの製造方法。

【0017】

(3)前記第1レーザー光線及び第2レーザー光線の照射は、窒素、アルゴン、水素又はこれらの混合ガス雰囲気で行われることを特徴とする上記(1)又は(2)に記載のシリコンウェーハの製造方法。

50

【0018】

(4) 上記(1)～(3)のいずれか1項に記載の製造方法によって製造されたシリコンウェーハを基板として使用し、該基板上にエピタキシャル膜を形成してなることを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

【発明の効果】

【0019】

この発明によれば、ゲッターリングサイトを容易かつ短時間に形成でき、さらに、内部応力に起因した転位の発生を有効に抑制できるシリコンウェーハ及びエピタキシャルウェーハの製造方法を提供することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

10

【0020】

【図1】本発明に従うシリコンウェーハの製造方法によって、(a)レーザー光線が照射されているシリコンウェーハの状態、(b)レーザー光線照射後のシリコンウェーハの状態、を模式的に示した断面図である。

【図2】シリコンウェーハに照射するレーザー光線の走査方向を、レーザー光線の照射側から示した図である。

【図3】従来のシリコンウェーハの製造方法によって、レーザー光線が照射された後のシリコンウェーハの状態を模式的に示した断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

20

本発明に従うシリコンウェーハの製造方法について、図面を参照しながら説明する。図1(a)及び(b)は、本発明に従うシリコンウェーハの製造方法によって、レーザー光線を照射した前後のシリコンウェーハの状態を模式的に示したものである。

【0022】

本発明のシリコンウェーハの製造方法は、図1(a)に示すように、シリコンウェーハ10の表面10aから所定の深さ位置に対して、長波長である第1レーザー光線20及び短波長である第2レーザー光線30を照射する工程を具え、前記第1レーザー光線20は、前記ウェーハ10の所定の深さ位置Aに集光し、重金属を捕獲するための加工変質層11を形成し、前記第2レーザー光線は、前記ウェーハの表面10a近傍(表層部分10b)に集光し、該集光部分を溶融させた後、再結晶化させることを特徴とする。

30

【0023】

上記構成を採用することによって、第1レーザー光線20によって、ゲッターリングサイトである加工変質層11を容易かつ短時間に形成できることに加えて、第2レーザー光線30の照射によって、溶融・再結晶化した領域12(図1(b))については、第1レーザー光線20の照射による内部応力の発生に起因した転位13を有効に抑制することができ、高品質のデバイス領域を得ることができる。

【0024】

従来のレーザー光線の照射によって加工変質層11の形成を行った場合、図3に示すように、前記加工変質層11の形成による内部応力の発生に起因した転位13がシリコンウェーハ表面10aやその近傍にまで達する結果、デバイスの特性劣化を引き起こすこととなる。

40

【0025】

なお、前記加工変質層11とは、前記シリコンウェーハ10の一部に前記第1レーザー光線20を照射することによって、多光子吸収過程を生じ、前記第1レーザー光線20の焦点近傍領域が溶融・再結晶化した結果生じる変質層のことであり、重金属を捕獲するゲッターリングシンクとして作用する。

【0026】

前記第1レーザー光線20とは、前記第2レーザー光線30に比べて長い波長を有するレーザー光線のことである。長波長のレーザーを用いることで、前記シリコンウェーハ10の所定の深さ位置Aに集光し、多光子吸収過程を生じさせることで、加工変質層11を

50

形成することができる。ここで、前記長波長とは、1000 μm 以下の厚みのシリコン単結晶を透過可能なレーザー光線の波長のことをいい、具体的には、600~1200nmの範囲である。600nm未満の場合、波長が短すぎるため、所定の深さ位置Aまでレーザー光線が到達しない恐れや、前記シリコンウェーハ10の表層部分10bに影響を与える恐れがあり、一方、1200nmを超えると、波長が長すぎるため、レーザーの照射によって前記加工変質層11を形成することができない恐れがあるからである。

【0027】

また、具体的には、前記第1レーザーは、超短パルスレーザーであることが好ましい。超短パルスレーザーは、その波長が1000nm以上であることから透過性が高く、前記シリコンウェーハ10の表層部分10bの結晶組織に影響を与えることなく、加工変質層11

10

【0028】

さらに、前記第1レーザー光線20は、前記シリコンウェーハ10の所定の深さ位置に集光できるように、必要に応じて、集光レンズ(図示せず)等の集光手段を用いることができる。この集光手段を調整することによって、同じレーザー光線20であっても、所望の深さ位置Aに集光するように調整を図ることが可能となる。

【0029】

また、前記第1レーザー光線20が集光する所定の深さ位置Aとは、前記ウェーハ表面10aから1~1000 μm の深さ範囲である。1 μm 未満の場合、前記シリコンウェーハの表面10aに近すぎるため、レーザー照射にともなう表面ダメージ形成の恐れがあるからであり、一方、1000 μm を超えると、前記シリコンウェーハ10の表層部分10bから離れすぎているため、ゲッタリングの効果が低下する恐れがあるからである。

20

【0030】

さらに、前記第1レーザー光線20のエネルギー密度が、 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3} \text{ J/pulse}$ の範囲である。エネルギー密度が $1 \times 10^{-6} \text{ J/pulse}$ 未満の場合、エネルギーが小さすぎるため、前記加工変質層11を十分に形成することができない恐れがあるからであり、一方、エネルギー密度が $1 \times 10^{-3} \text{ J/pulse}$ を超えると、エネルギーが大きすぎるため、前記ウェーハの表面近傍での光吸収が大きくなり、所定の深さ位置Aまでレーザー光線20

30

【0031】

なお、前記第1レーザー光線20の照射時間については、レーザー20の波長やエネルギー密度の大きさによって種々の値をとることができるが、 $1 \times 10^{-12} \sim 1 \times 10^{-6}$ 秒の範囲であることが好ましい。 1×10^{-12} 秒未満の場合、照射時間が短いため、加工変質層11を十分に形成することができない恐れがあるからであり、一方、 1×10^{-6} 秒を超えると、照射時間が長すぎるため、シリコン単結晶に過剰なダメージを形成し転位発生の恐れがあるからである。

【0032】

前記第2レーザー光線30とは、前記第1レーザー光線20に比べて短い波長を有するレーザー光線のことである。短波長のレーザーを用いることで、前記シリコンウェーハ10の表面近傍(表層部分10b)に集光し、該集光部分を熔融し、再結晶化させることができる。ここで、前記短波長とは、本発明では500nm以下の波長のことをいい、より詳細には、100~500nmの範囲である。100nm未満の場合、波長が短すぎるため、シリコンウェーハ10の最表面層での光エネルギーの吸収が強く、前記表層部分10bに過剰なダメージを形成する恐れがあり、一方、500nmを超えると、波長が長すぎるため、レーザーの照射によって前記シリコンウェーハ10の表層部分10bを熔融し、再結晶化させることができない恐れがあるからである。

40

【0033】

なお、前記シリコンウェーハ10の表層部分10bとは、デバイス層として必要なシリ

50

コンウェーハ10の表面10aから一定の深さ位置までのウェーハの部分を行い、前記シリコンウェーハ10の表面10aから、およそ0.2~2 μ mの範囲の深さ位置までのウェーハ部分であることが好ましい。0.2 μ m未満では、表層部分が薄すぎるため、所望のデバイス層が得られない恐れがあり、一方、2 μ mを超えると、表層部分10bを溶解するために必要なエネルギーが大きくウェーハ表面10aにダメージが発生する恐れがあるからである。

【0034】

また、前記第2レーザーは、上述の寸法又は形状を満たしていれば、特に限定されることはなく、その種類については、例えば、エキシマレーザー等のパルスレーザーを用いることが可能であるが、YLF又はYAGレーザーを用いることがより好ましい。YLF及びYAGレーザーは、いずれも光ポンピング可能な半導体レーザーであり、さらに、レーザー装置本体を小型化でき経済的あるためである。

10

【0035】

さらに、前記第2レーザー光線は、前記シリコンウェーハ10の表層部分10bに集光できるように、必要に応じて、集光レンズ(図示せず)等の集光手段を用いることができる。この集光手段を調整することによって、同じレーザー光線を用いたであっても、所望の深さ位置に集光するように調整を図ることが可能となる。

【0036】

さらに、前記第2レーザー光線30のエネルギー密度が、 $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ J/pulseの範囲である。エネルギー密度が 1×10^{-3} J/pulse未満の場合、エネルギーが小さすぎるため、前記シリコンウェーハ10の表層部分10bを十分に溶解させることができない恐れがあるからであり、一方、エネルギー密度が 1×10^{-2} J/pulseを超えると、エネルギーが大きすぎるため過剰なダメージが形成され、前記シリコンウェーハ10の表層部分10bに転位が多く発生する恐れがあるからである。

20

【0037】

また、前記第1レーザー光線20の照射は、前記第2レーザー光線30の照射より前に行われるか、又は、前記第2レーザー光線30の照射と同時に前記第2レーザー光線30によるシリコンウェーハ表層部分10bの溶解・再結晶化によって、前記加工変質層11の形成による内部応力に起因した転位が表層部分10bに及ぶことを抑制できる。そのため、前記第2レーザー光線30の照射が先に行われた場合、その後の前記第1レーザー光線20の照射によって、シリコンウェーハ10の内部で発生した転位13が再結晶化した領域12まで進展する恐れがあるからである。

30

【0038】

なお、前記第2レーザー光線30の照射時間については、レーザー30の波長やエネルギー密度の大きさによって種々の値をとることができるが、 $1 \times 10^{-9} \sim 1 \times 10^{-6}$ 秒の範囲であることが好ましい。1 $\times 10^{-9}$ 秒未満の場合、照射時間が短いため、十分に前記表層部分10bを溶解し、再結晶化させることができないからであり、一方、1 $\times 10^{-6}$ 秒を超えると、照射時間が長すぎるため、シリコンウェーハ表層部分10bにダメージを与える恐れがあるからである。

40

【0039】

また、前記第1レーザー光線20及び前記第2レーザー光線30の照射する方法については、上述の条件を満たせば特に限定はしないが、図2に示すように、レーザー光線20、30を走査しながら照射することができる。技術上、前記レーザー光線20、30の照射領域は小さいため、レーザー光線20、30を走査させることで多くのデバイスを得ることができるためである。

なお、シリコンウェーハ10の中に示した矢印は、レーザー光線20、30の走査方向を示しており、各矢印の間隔、すなわち走査のピッチは任意に設定することができ、レーザー光線20、30をシリコンウェーハの内部に、部分的または全面にわたって照射することができる。

50

【0040】

また、前記第1及び第2レーザー光線20、30の発生装置については、有効に前記レーザー光線20、30を発生できるものであれば、特に限定はせず、従来用いられている装置を使用することができる。

【0041】

さらに、前記第1レーザー光線20及び第2レーザー光線30の照射は、窒素、アルゴン、水素又はこれらの混合ガス雰囲気で行われることが好ましい。前記第1レーザー光線20及び第2レーザー光線30の照射が上記の雰囲気で行われる場合、レーザー照射装置内で生じたパーティクルなどが、前記シリコンウェーハ10の表面10aに吸着するのを抑制することができるためである。

10

【0042】

また、本発明に係る製造によって製造されたシリコンウェーハ10を基板として使用し、該基板上にエピタキシャル膜を形成することで、エピタキシャル膜の直下にゲッタリング層を形成したエピタキシャルウェーハを製造することも可能である。

【0043】

なお、上述したところは、この発明の実施形態の一例を示したにすぎず、請求の範囲において種々の変更を加えることができる。

【実施例】

【0044】

(実施例1)

実施例1は、ウェーハ径が200mm、厚さが725 μ mのシリコンウェーハに対して、図1(a)に示すように、重金属を捕獲するための加工変質層11を形成するための、長波長である第1レーザー光線20を照射し、シリコンウェーハ10の表層部分10bを溶融させた後、再結晶化させるための、短波長である第2レーザー光線30を照射する工程を行うことで、サンプルとなるシリコンウェーハ10を作製した。

20

なお、第1レーザー光線20の波長(nm)、エネルギー密度(J/pulse)及び集光する深さ位置(μ m)、第2レーザー光線30の波長(nm)、エネルギー密度(J/pulse)及び集光する深さ位置(μ m)、並びに、レーザー光線が照射されたときのガス雰囲気、の条件については表1に示す。

【0045】

(実施例2)

実施例2は、前記第1レーザー光線20と前記第2レーザー光線30とを同時に照射したこと以外は、実施例1と同様の条件で、サンプルとなるシリコンウェーハを作製した。

なお、第1レーザー光線20の波長(nm)、エネルギー密度(J/pulse)及び集光する深さ位置(μ m)、第2レーザー光線30の波長(nm)、エネルギー密度(J/pulse)及び集光する深さ位置(μ m)、並びに、レーザー光線が照射されたときのガス雰囲気、の条件については表1に示す。

30

【0046】

(実施例3)

実施例3は、上述の実施例1で得られたシリコンウェーハを基板として用い、該基板の上にエピタキシャル膜(膜厚:4 μ m)を形成することによって、サンプルとなるエピタキシャルウェーハを作製した。

40

なお、第1レーザー光線20の波長(nm)、エネルギー密度(J/pulse)及び集光する深さ位置(μ m)、第2レーザー光線30の波長(nm)、エネルギー密度(J/pulse)及び集光する深さ位置(μ m)、並びに、レーザー光線が照射されたときのガス雰囲気、の条件については表1に示す。

【0047】

(比較例1)

比較例1は、前記第2レーザー光線30を照射しないこと以外は、実施例1と同様の条件でサンプルとなるシリコンウェーハを作製した。

50

なお、第1レーザー光線20の波長(nm)、エネルギー密度(J/pulse)及び集光する深さ位置(μm)、並びに、レーザー光線が照射されたときのガス雰囲気、の条件については表1に示す。

【0048】

(比較例2)

比較例2は、前記第1レーザー光線20を照射しないこと以外は、実施例1と同様の条件でサンプルとなるシリコンウェーハを作製した。

なお、第2レーザー光線30の波長(nm)、エネルギー密度(J/pulse)及び集光する深さ位置(μm)、並びに、レーザー光線が照射されたときのガス雰囲気、の条件については表1に示す。

【0049】

(評価方法)

各実施例及び比較例で得られたシリコンウェーハ及びエピタキシャルウェーハについて、以下の評価項目(1)、(2)に従って評価を行った。

【0050】

(1) 転位密度

各実施例及び各比較例のサンプルについて、TEMを用いて、シリコンウェーハ中の任意の20箇所における、シリコンウェーハの表面から1μmまでに存在する転位密度(個/cm³)を計測した。観察結果については、以下の基準に従って評価を行い、評価結果を表1に示す。

○：転位密度が1000個/cm³以下

×：転位密度が1000個/cm³超え

【0051】

(2) ゲッターリング能力

各実施例及び各比較例のサンプルについてアンモニア水と過酸化水素水の混合溶液および塩酸と過酸化水素水の混合溶液で洗浄した後、スピンコート汚染法によりニッケルで 1.0×10^{12} atoms/cm²程度表面汚染させた後、縦型熱処理炉において1000℃で1時間、窒素雰囲気中で拡散熱処理を施し、その後、Wright液(48% HF: 30ml、69% HNO₃: 30ml、CrO₃ 1g+H₂O 2ml、酢酸: 60ml)によりサンプル表面をエッチングし、表面のエッチピット(ニッケルシリサイドがエッチングされて形成されるピット)の個数を光学顕微鏡により観察してエッチピット密度(個/cm²)を測定した。なお、この方法におけるエッチピット密度の測定限界は 1.0×10^3 個/cm²である。評価については、以下の基準に従ってを行い、評価結果を表1に示す。

○：エッチピット密度が、 1.0×10^3 個/cm²以下(測定限界以下)

○：エッチピット密度が、 1.0×10^3 個/cm²超え、 1.0×10^5 個/cm²未満

×：エッチピット密度が、 1.0×10^5 個/cm²以上

【0052】

【表1】

	第1レーザー光線の条件			第2レーザー光線の条件			雰囲気ガス	評価	
	波長(nm)	エネルギー密度(J/pulse)	集光する深さ位置(μm)	波長(nm)	エネルギー密度(J/pulse)	集光する深さ位置(μm)		転位密度	ゲッターリング能力
実施例1	1060	2×10^{-6}	10	300	1×10^{-3}	5	窒素	○	◎
実施例2	1060	2×10^{-6}	10	300	1×10^{-3}	5	窒素	○	◎
実施例3	1060	2×10^{-6}	10	300	1×10^{-3}	5	窒素	○	◎
比較例1	1060	2×10^{-6}	10				窒素	×	○
比較例2				300	1×10^{-3}	5	窒素	○	×

【0053】

表1の結果から、実施例1及び2のシリコンウェーハ並びに実施例3のエピタキシャル

10

20

30

40

50

ウェーハは、いずれも、加工変質層を形成した効果によって、高いゲッターリング能力を有し、さらに、転位密度が小さく、第1レーザー光線の照射に伴った転位の発生が抑制できていることがわかった。一方、比較例1のサンプルは、高いゲッターリング能力を有するものの、加工変質層の形成に起因してシリコンウェーハの表層部分に転位が発生していることがわかった。また、比較例2のサンプルは、加工変質層を形成していないため、ゲッターリング能力が低いことがわかった。

【産業上の利用可能性】

【0054】

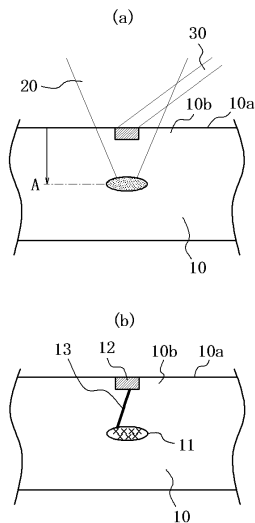
この発明によれば、ゲッターリングサイトを容易かつ短時間に形成でき、さらに、内部応力に起因した転位の発生を有効に抑制できるシリコンウェーハ及びエピタキシャルウェーハの製造方法の提供が可能になった。

【符号の説明】

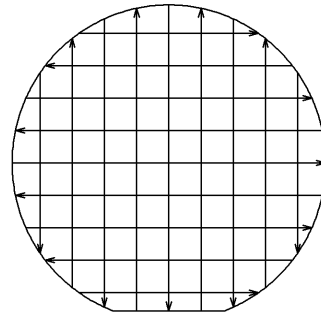
【0055】

- 10 シリコンウェーハ
- 11 加工変質層
- 12 再結晶化した領域
- 13 転位
- 20 第1レーザー光線
- 30 第2レーザー光線

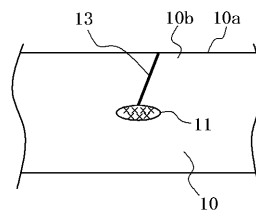
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-264194(JP,A)
特開2009-272440(JP,A)
特開2005-101528(JP,A)
特開2006-319173(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/322

H01L 21/20