

(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2009-292669

(P2009-292669A)

(43) 公開日 平成21年12月17日(2009.12.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C30B 29/06 (2006.01)	C30B 29/06 A	4G077
C30B 15/00 (2006.01)	C30B 15/00 Z	
H01L 21/322 (2006.01)	H01L 21/322 Y	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-146226 (P2008-146226)	(71) 出願人	302006854 株式会社SUMCO 東京都港区芝浦一丁目2番1号
(22) 出願日	平成20年6月3日(2008.6.3)	(74) 代理人	100094215 弁理士 安倍 逸郎
		(72) 発明者	加藤 健夫 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社SUMCO内
		(72) 発明者	高石 和成 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社SUMCO内
		Fターム(参考)	4G077 AA02 AB01 BA04 CF10 EB01 EB06 HA12 PA06

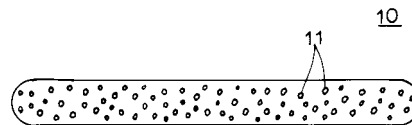
(54) 【発明の名称】 シリコンウェーハ

(57) 【要約】

【課題】従来のシリコンウェーハに比べて高剛性で撓みにくいシリコンウェーハを提供する。

【解決手段】シリコン単結晶の引き上げ時に熔融シリコンにボロンを添加し、その引き上げ条件を、固溶酸素濃度が $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で、シリコン中にボロンとの化合物析出領域 11 が形成される条件とした。これにより、高固溶酸素濃度で、シリコンとボロンとの化合物析出領域 11 を含むシリコンウェーハ 10 が得られる。その結果、従来のシリコンウェーハに比べて高剛性となり、ウェーハを水平に単純支持した際、従来ウェーハより撓みにくい。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

添加元素が添加された熔融シリコンから、チョクラルスキー法により引き上げられたシリコン単結晶をウェーハ加工して得られたシリコンウェーハにおいて、
その固溶酸素濃度が $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で、
シリコンと前記添加元素との化合物が析出した化合物析出領域を有するシリコンウェーハ。

【請求項 2】

前記添加元素はボロンで、前記シリコンウェーハ中のボロン濃度が $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上である請求項 1 に記載のシリコンウェーハ。

10

【請求項 3】

前記添加元素は炭素で、前記シリコンウェーハ中の炭素濃度が $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ である請求項 1 に記載のシリコンウェーハ。

【請求項 4】

前記添加元素は窒素で、前記シリコンウェーハ中の窒素濃度が $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ である請求項 1 に記載のシリコンウェーハ。

【請求項 5】

添加元素が添加された熔融シリコンから、チョクラルスキー法により引き上げられたシリコン単結晶をウェーハ加工して得られたシリコンウェーハにおいて、
その固溶酸素濃度が $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で、
シリコンと前記添加元素との固溶体により形成されたシリコンウェーハ。

20

【請求項 6】

前記添加元素はボロンで、前記シリコンウェーハ中のボロン濃度が $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上である請求項 5 に記載のシリコンウェーハ。

【請求項 7】

前記添加元素は炭素で、前記シリコンウェーハ中の炭素濃度が $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ である請求項 5 に記載のシリコンウェーハ。

【請求項 8】

前記添加元素は窒素で、前記シリコンウェーハ中の窒素濃度が $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ である請求項 5 に記載のシリコンウェーハ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明はシリコンウェーハ、詳しくはシリコンウェーハを水平状態で単純支持したとき、従来ウェーハに比べて高剛性で撓みにくいシリコンウェーハに関する。

【背景技術】

【0002】

デバイスプロセスでは、露光時、例えばステッパ（縮小投影型露光装置）により、露光光源から照射された光を、マスク（レチクル）に形成されたパターンに照射し、パターンを通過した光を縮小投影レンズにより縮小後、シリコンウェーハのフォトレジストが塗布された表面に転写している（例えば特許文献 1）。

40

図 4 に示すように、ウェーハ製造工場から出荷されたシリコンウェーハ 100 は、直径が 300 mm、厚さが 775 μm 、固溶酸素濃度が $5 \times 10^{17} \sim 1.1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 、ヤング率（縦弾性係数）が 110 GPa 程度の CZ（チョクラルスキー式）ウェーハである。

露光時、シリコンウェーハ 100 は、ステッパの下部に配置されたウェーハステージ上に、ステージ周方向（ウェーハ周方向）へ 60° 毎に配設された 6 本の支持ピン 101 により、その外周部が自重のみ作用する状態で単純支持される。

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 228978 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このように、従来のシリコンウェーハ100は、固溶酸素濃度が $5 \times 10^{17} \sim 11 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ で、ヤング率が110GPa程度のCZウェーハであった。そのため、例えば直径450mm以上の次世代シリコンウェーハの場合には、前記ステップのウェーハステージ上でウェーハ外周部を単純支持した際、表面100a、裏面100bが水平配置されたシリコンウェーハ100（図4の二点鎖線）に、自重による撓みが発生していた（図4の実線）。その結果、ウェーハ外周部へのパターンの解像度の低下や焦点深度の低下が発生し、高いパターン精度を確保することができなかった。

10

【0005】

そこで、発明者は、鋭意研究の結果、シリコンウェーハの剛性（ヤング率）に着目した。すなわち、チョクラルスキー法によりシリコン単結晶を引き上げる際、一般的なシリコンより固溶酸素濃度を高めるとともに、ボロン、炭素、窒素などの添加元素を所定量添加することで、シリコンウェーハの剛性が従来ウェーハより高まり、シリコンウェーハを単純支持した際、ウェーハが撓みにくくなることを知見し、この発明を完成させた。

【0006】

この発明は、従来のシリコンウェーハに比べて高剛性で撓みにくいシリコンウェーハを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

請求項1に記載の発明は、添加元素が添加された熔融シリコンから、チョクラルスキー法により引き上げられたシリコン単結晶をウェーハ加工して得られたシリコンウェーハにおいて、その固溶酸素濃度が $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で、シリコンと前記添加元素との化合物が析出した化合物析出領域を有するシリコンウェーハである。

【0008】

請求項1に記載の発明によれば、チョクラルスキー法によるシリコン単結晶の引き上げ時に所定量の添加元素を添加し、その引き上げ条件を、固溶酸素濃度が $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で、かつシリコン中に添加元素との化合物析出領域が形成される条件とした。これにより、シリコンと添加元素との化合物析出領域を含むシリコン単結晶を成長させ、その後、これをウェーハ加工する。こうして、固溶酸素濃度が $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で、かつシリコンと添加元素との化合物析出領域を有したシリコンウェーハが得られる。

30

【0009】

ところで、シリコンは添加元素を添加することで、シリコンの結晶格子の歪みが純シリコン（他の元素を含まないシリコン）に比べて増す。これにより、シリコン（シリコン結晶）のすべり抵抗が大きくなり、シリコンの変形抵抗が大きくなる。この現象は、添加元素の添加量の増加に伴い顕著となる。そこで、固溶酸素濃度が $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で、かつシリコンと添加元素との化合物析出領域を含むシリコン単結晶を成長させ、このシリコン単結晶からシリコンウェーハを得るように構成した。その結果、ヤング率が140～160GPaと高まり、従来のシリコンウェーハ（固溶酸素濃度 $5 \times 10^{17} \sim 11 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 、ヤング率100～120GPa）に比べて高剛性となった。

40

また、シリコンウェーハ中に化合物析出領域を形成するように構成したので、熱応力が発生した際に転位をピンニングする等の効果でスリップを低減することができる。しかも、ゲッターリングサイトを形成し、デバイスプロセスでの汚染制御機能を付与することができる。

【0010】

シリコンウェーハとしては、単結晶シリコンウェーハ、多結晶シリコンウェーハなどを採用することができる。シリコンウェーハの表面は鏡面仕上げされている。

50

シリコンウェーハの直径は、例えば200mm、300mm、450mmなどである。

「添加元素」としては、例えばボロン、炭素、窒素、酸素の他、リン、砒素などを採用することができる。

固溶酸素濃度が 2×10^{18} atoms/cm³未満では、特段の効果が得られない。好ましい固溶酸素濃度は、 $3 \times 10^{18} \sim 10 \times 10^{18}$ atoms/cm³である。この範囲であれば、製造に特に困難がない。

【0011】

添加元素の添加量（ドーパント濃度）は、添加元素の種類などにより異なる。

添加元素のシリコンへの添加方法としては、添加元素が固体の場合、例えばチョクラルスキー法により半導体単結晶を引き上げるときに、ルツボ内の熔融シリコンに添加元素を投入する方法などを採用することができる。また、添加元素が気体の場合には、チョクラルスキー法により半導体単結晶を引き上げる際、引き上げ装置のチャンバ内のガスを添加元素ガスとする方法などを採用することができる。

10

【0012】

「シリコンと添加元素との化合物」としては、ホウ化ケイ素、窒化シリコン、炭化シリコン、酸化シリコンなどを採用することができる。

「化合物析出領域」とは、シリコンウェーハ内に形成され、界面によりシリコンから分離された化合物の析出部分をいう。

化合物析出領域の大きさは、直径（粒径）が2nm以上である。2nm未満では、本発明の十分な効果が得られない。化合物析出領域の好ましい大きさは、10nm～1μmである。この範囲であれば、本発明の十分な効果が得られ、また転位がネットワーク状に形成されることを防ぐことができる。

20

【0013】

このシリコンウェーハのヤング率は、120～500GPaが望ましい。120GPa未満では、従来のもものと比較して特段の違いがない。また、500GPaを超えれば撓み量としての変化がない。シリコンウェーハの好ましいヤング率は、150～300GPaである。この範囲であれば、本発明の効果が十分に得られ、製造プロセス上の困難が小さい。

【0014】

請求項2に記載の発明は、前記添加元素はボロンで、前記シリコンウェーハ中のボロン濃度が 1×10^{20} atoms/cm³以上である請求項1に記載のシリコンウェーハである。

30

【0015】

ボロン濃度が 1×10^{20} atoms/cm³未満では、特段の効果が得られない。好ましいボロン濃度は $1 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{20}$ atoms/cm³である。この範囲であれば、本発明の十分な効果が得られ、製造上の問題が少ない。

【0016】

請求項3に記載の発明は、前記添加元素は炭素で、前記シリコンウェーハ中の炭素濃度が $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{15}$ atoms/cm³である請求項1に記載のシリコンウェーハである。

40

【0017】

炭素濃度が 1×10^{12} atoms/cm³未満では、特段の効果が得られない。好ましい炭素濃度は $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{14}$ atoms/cm³である。この範囲であれば、本発明の十分な効果が得られ、製造上の問題が少ない。

【0018】

請求項4に記載の発明は、前記添加元素は窒素で、前記シリコンウェーハ中の窒素濃度が $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{17}$ atoms/cm³である請求項1に記載のシリコンウェーハである。

【0019】

窒素濃度が 1×10^{14} atoms/cm³未満では、特段の効果が得られない。好ま

50

しい窒素濃度は $1 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ である。この範囲であれば、本発明の十分な効果が得られ、製造上の問題が少ない。

【0020】

請求項5に記載の発明は、添加元素が添加された熔融シリコンから、チョクラルスキー法により引き上げられたシリコン単結晶をウェーハ加工して得られたシリコンウェーハにおいて、その固溶酸素濃度が $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で、シリコンと前記添加元素との固溶体により形成されたシリコンウェーハである。

【0021】

請求項5に記載の発明によれば、チョクラルスキー法によるシリコン単結晶の引き上げ時、熔融シリコン中に所定量の添加元素を添加するとともに、その引き上げ条件を、固溶酸素濃度が $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で、かつシリコンと添加元素との固溶体が形成される条件とする。これにより、シリコンと添加元素との固溶体からなるシリコン単結晶が成長され、これをウェーハ加工することで、前記固溶体からなるヤング率 $150 \sim 300 \text{ GPa}$ のシリコンウェーハが得られる。

10

【0022】

これにより、従来のシリコンウェーハに比べて高剛性のウェーハとなる。

また、シリコンウェーハをシリコンと添加元素との固溶体により形成するように構成したので、バルク中の欠陥が少ない。

【0023】

固溶体としては、置換型固溶体、侵入型固溶体の何れでもよい。また、固溶体は成分金属と同じ結晶構造を有する1次固溶体でも、成分金属と異なる構造を有する2次固溶体でもよい。

20

添加元素の添加量（ドーパント濃度）は、添加元素の種類などにより異なる。

このシリコンウェーハのヤング率は、 $120 \sim 500 \text{ GPa}$ が望ましい。 120 GPa 未満では、従来のものと比較して特段の違いがない。また、 500 GPa を超えれば撓み量としての変化が小さい。シリコンウェーハの好ましいヤング率は、 $150 \sim 300 \text{ GPa}$ である。この範囲であれば、この発明の効果が十分に得られ、製造プロセス上の困難が小さい。

【0024】

請求項6に記載の発明は、前記添加元素はボロンで、前記シリコンウェーハ中のボロン濃度が $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上である請求項5に記載のシリコンウェーハである。

30

【0025】

請求項6に記載の発明によれば、ボロン濃度が $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 未満では、特段の効果が得られない。好ましいボロン濃度は $1 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ である。この範囲であれば、本発明の十分な効果が得られ、製造上の問題が少ない。

【0026】

請求項7に記載の発明は、前記添加元素は炭素で、前記シリコンウェーハ中の炭素濃度が $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ である請求項5に記載のシリコンウェーハである。

40

【0027】

請求項7に記載の発明によれば、炭素濃度が $1 \times 10^{12} \text{ atoms/cm}^3$ 未満では、特段の効果が得られない。好ましい炭素濃度は $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$ である。この範囲であれば、本発明の十分な効果が得られ、製造上の問題が少ない。

【0028】

請求項8に記載の発明は、前記添加元素は窒素で、前記シリコンウェーハ中の窒素濃度が $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ である請求項5に記載のシリコンウェーハである。

50

【0029】

請求項8に記載の発明によれば、窒素濃度が $1 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$ 未満では、特段の効果が得られない。好ましい窒素濃度は $1 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ である。この範囲であれば、本発明の十分な効果が得られ、製造上の問題が少ない。

【発明の効果】

【0030】

請求項1に記載の発明によれば、シリコン単結晶の引き上げ時に添加元素を添加し、その引き上げ条件を、固溶酸素濃度が $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で、シリコン中に添加元素との化合物析出領域が形成される条件とした。これにより、シリコンと添加元素との化合物析出領域を含むシリコンウェーハが得られる。シリコンは添加元素の添加によりすべり抵抗、変形抵抗が増大する。その結果、従来のシリコンウェーハ（固溶酸素濃度 $5 \times 10^{17} \sim 1.1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 、ヤング率 $100 \sim 120 \text{ GPa}$ ）に比べて高剛性（ヤング率 $150 \sim 300 \text{ GPa}$ ）となり、ウェーハを水平に単純支持した際、従来のウェーハに比べて、シリコンウェーハが撓みにくくなる。

また、溶融シリコンに添加元素を添加することで、シリコンウェーハ中に化合物析出領域が形成されるので、熱応力が発生した際に転位をピニングする等の効果でスリップを低減できる。しかも、ゲッターリングサイトを形成し、デバイスプロセスでの汚染制御機能を付与することができる。

【0031】

請求項5に記載の発明によれば、シリコン単結晶の引き上げ時に添加元素を添加し、その引き上げ条件を、固溶酸素濃度が $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上で、かつシリコンと添加元素との固溶体が得られる条件とした。これにより、従来のシリコンウェーハに比べて高剛性（ヤング率 $150 \sim 300 \text{ GPa}$ ）となり、シリコンウェーハを水平状態で単純支持した際、シリコンウェーハが撓みにくくなる。

また、シリコンウェーハを、シリコンと添加元素との固溶体から形成したので、As-grown欠陥が少ない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、この発明の実施例を具体的に説明する。

【実施例1】

【0033】

図1において、10はこの発明の実施例1に係るシリコンウェーハで、このシリコンウェーハ10は、ボロン（添加元素）を含む溶融シリコンからチョクラルスキー法によりシリコン中にボロンとの化合物析出領域11が形成されるようにシリコン単結晶を引き上げ、これをウェーハ加工して得られた単結晶CZウェーハである。また、シリコンウェーハは、表面（デバイス形成面）が鏡面仕上げされた直径450mm、厚さ925 μm 、比抵抗 $10 \cdot \text{cm}$ 、固溶酸素濃度 $3 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ のウェーハである。

【0034】

以下、シリコンウェーハ10の原材料となるシリコン単結晶の成長方法を説明する。

チャンパ内の石英ルツボに、あらかじめボロンを $2 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 含むように混合した結晶用シリコンの原料を投入し、チャンパ内を25 Torrに減圧し、チャンパ内にアルゴンガスを流入する。この状態で、石英ルツボ内の投入物をヒータにより溶解し、ボロンが添加された溶融シリコンを形成する。

【0035】

その後、引き上げ軸の下端に装着された種結晶を溶融シリコンに浸漬し、石英ルツボおよび引き上げ軸を互いに逆方向へ回転させつつ、引き上げ軸を軸方向に引き上げる。これにより、種結晶の下方にシリコン単結晶が成長される。このとき、引き上げ中のシリコン単結晶の液面付近を、チャンパに形成された窓を通してCCDカメラにより常時撮像し、その撮像データに基づき、画像処理装置の直径計測手段により、引き上げ直後のシリコン

10

20

30

40

50

単結晶の直径が計測される。この計測結果に基づき、シリコン単結晶の引き上げ速度およびヒータによるシリコン単結晶の加熱温度を適宜制御する。具体的には、固溶酸素濃度が $3 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ で、かつシリコンとボロンとの化合物である、直径 $0.1 \mu\text{m}$ 以上のホウ化ケイ素 (SiB_4 , SiB_6 など) の化合物析出領域 11 が $1 \times 10^{10} \text{ 個/cm}^3$ (三井金属株式会社、MO601による測定値) でシリコン単結晶に含まれるように、前記引き上げ速度および加熱温度を制御する。

得られたシリコン単結晶の直胴部に対しては、ウェーハ加工工程で、外周研削、ブロック切断、スライス、研磨が施されて直径 450 mm のシリコンウェーハが作製される。

【0036】

こうして製造されたシリコンウェーハは、次にデバイスプロセスへ移送され、ここでウェーハ表面にデバイスが形成される。その露光時、シリコンウェーハ 10 は、ステップの下部に配置されたウェーハステージ上に、ステージ周方向 (ウェーハ周方向) へ 60° 毎に配設された 6 本の支持ピン 12 により、外力が作用しない単純支持状態でウェーハ外周部が支持される (図 2)。

露光光源から照射された光は、マスクに形成されたパターンを通過し、縮小投影レンズによる縮小後、シリコンウェーハ 10 のフォトレジストが塗布された表面に照射され、パターンが転写される。

シリコンウェーハ 10 は、前述したように固溶酸素濃度が $3 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ で、シリコン中に直径 $0.1 \mu\text{m}$ 以上のホウ化ケイ素の化合物析出領域 11 が $1 \times 10^{10} \text{ 個/cm}^3$ 形成される条件で引き上げられたシリコン単結晶を、直径 450 mm 、厚さ $925 \mu\text{m}$ にウェーハ加工したものである。その結果、シリコンウェーハ 10 のヤング率は 150 GPa となる。

【0037】

ところで、シリコンはボロンなどの添加元素を添加することで、シリコンの結晶格子の歪みが純シリコンに比べて増加する。その結果、シリコン (結晶) のすべり抵抗が大きくなり、シリコンの変形抵抗が増大する。この現象は、添加元素の添加量が増加するほど顕著となる。そこで、固溶酸素濃度が $3 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ で、かつ化合物析出領域 11 を含むシリコン単結晶を成長させ、このシリコン単結晶からシリコンウェーハを得るように構成した。その結果、ヤング率が 200 GPa と高まり、従来のシリコンウェーハ (固溶酸素濃度 $5 \times 10^{17} \sim 11 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 、ヤング率 $100 \sim 120 \text{ GPa}$) に比べて高剛性となった。

そのため、例えばデバイス形成プロセスの露光時、ステップのウェーハステージ上でウェーハを合計 6 本の支持ピン 12 により単純支持したとき、従来のシリコンウェーハに比べてヤング率が高まり、ウェーハが撓みにくくなる。

また、シリコンにボロンを添加し、シリコンウェーハ中に直径 $0.1 \mu\text{m}$ の化合物析出領域 11 を形成するようにしたので、熱応力が発生した際に転位をピンングする等の効果でスリップを低減できる。しかも、ゲッターリングサイトを形成し、デバイスプロセスでの汚染制御機能を付与することができる。

【0038】

なお、溶融シリコン中への添加元素を、ボロンに代えてシリコンウェーハ中の濃度が $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ となる量の窒素、またはシリコンウェーハ中の濃度が $1 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$ となる量の炭素に変更してもよい。

窒素の添加方法としては、シリコン単結晶の引き上げ時、チャンバの内部ガスを、アルゴンガスから窒素ガスに変更する方法を採用することができる。窒素ガスの供給量は、引き上げられるシリコン単結晶中の窒素濃度が $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ となる条件である。この濃度の窒素をシリコン中に拡散させることで、弾性率が高まる。

また、炭素の添加方法としては、シリコン単結晶の引き上げ時、ボロンに代えて炭素を溶融シリコン中に投入する方法を採用することができる。このとき、炭素の投入量は、溶融シリコン中の炭素濃度が $1 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$ となる量である。この分量の炭素をシリコン中に添加することで、弾性率を高めることができる。

10

20

30

40

50

【実施例 2】

【0039】

次に、図 3 を参照して、この発明の実施例 2 に係るシリコンウェーハを説明する。

図 3 に示すように、実施例 2 のシリコンウェーハ 10 A の特徴は、実施例 1 のようにシリコン中にホウ化ケイ素の化合物析出領域 11 を形成させるのではなく、固溶酸素濃度が $3 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ で、かつシリコンと炭素との固溶体 13 からウェーハを形成させた点である。

【0040】

チヨクラルスキー法によるシリコン単結晶の引き上げ時、熔融シリコン中に炭素濃度が $1 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$ となる分量の炭素を添加する。しかも、その引き上げ条件を、固溶酸素濃度が $3 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ で、かつシリコンと炭素との固溶体（侵入型固溶体）13 が形成される条件とする。

これにより、シリコンと炭素との固溶体 13 からなるシリコン単結晶が成長され、これをウェーハ加工することで、固溶酸素濃度が $3 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ で、しかもシリコンと炭素との固溶体 13 からなるヤング率 150 GPa のシリコンウェーハ 10 A が得られる。その結果、従来法よりも弾性率の高いウェーハを得ることができる。

その他の構成、作用、効果は実施例 1 と略同じであるので、説明を省略する。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図 1】この発明の実施例 1 に係る半導体ウェーハを示す断面図である。

【図 2】この発明の実施例 1 に係る半導体ウェーハの単純支持状態を示す断面図である。

【図 3】この発明の実施例 2 に係る半導体ウェーハの単純支持状態を示す断面図である。

【図 4】従来手段に係る半導体ウェーハの単純支持の前後の状態を示す断面図である。

【符号の説明】

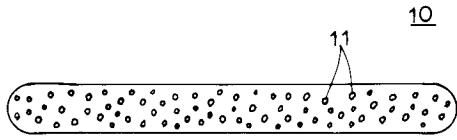
【0042】

- 10, 10 A シリコンウェーハ、
- 11 化合物析出領域、
- 13 固溶体。

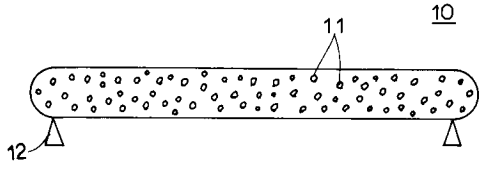
10

20

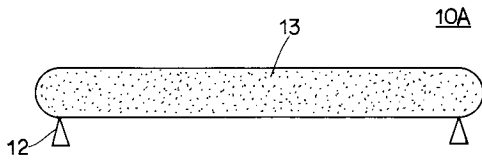
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

