

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 18 年 8 月 10 日 (2006.8.10)

【公開番号】特開 2003-152043 (P2003-152043A)

【公開日】平成 15 年 5 月 23 日 (2003.5.23)

【出願番号】特願 2002-74870 (P2002-74870)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/66 (2006.01)

G 0 1 N 21/35 (2006.01)

G 0 1 N 25/72 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/66 N

G 0 1 N 21/35 Z

G 0 1 N 25/72 K

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 6 月 22 日 (2006.6.22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】シリコン結晶中の窒素濃度測定方法、窒素濃度測定用換算表の作成方法、シリコンウエハ及びその製造方法、及び半導体装置の製造方法

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコン結晶を準熱平衡状態に到るまで加熱する工程と、
前記シリコン結晶の赤外線吸収スペクトルを測定し、該吸収スペクトルから、不純物窒素に起因する欠陥に対応する吸収ピークの強度を求める工程と、
前記吸収ピークの強度に基づき、前記シリコン結晶中の窒素濃度を求める工程と、
を有することを特徴とするシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 2】

前記不純物窒素に起因する欠陥が、N N ペア又は N N O 複合体である請求項 1 に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 3】

前記 N N ペアの吸収ピークとして、 963 cm^{-1} 又は 763 cm^{-1} の波数に現れるものを用いることを特徴とする請求項 2 記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 4】

前記 N N O 複合体の吸収ピークとして、 796 cm^{-1} 、 801 cm^{-1} 、 996 cm^{-1} 、 1026 cm^{-1} のいずれかの波数に現れるものを用いることを特徴とする請求項 2 記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 5】

前記準熱平衡状態における前記吸収ピークの強度は、加熱時間によらずほぼ一定となることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定

方法。

【請求項 6】

前記加熱する工程の後、前記シリコン結晶を冷却する工程を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 7】

前記冷却する工程は、加熱されたシリコン結晶を、加熱雰囲気中から室温雰囲気中に取り出すことを特徴とする請求項 6 に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 8】

前記窒素濃度を求める工程は、前記吸収ピークの強度の最も大きなものを用いることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 9】

前記加熱する工程は、700～900 で前記シリコン結晶の加熱を行い、前記窒素濃度を求める工程は、前記吸収ピークとして、波数 963 cm^{-1} の位置に現れるものを用いることを特徴とする請求項 8 に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 10】

前記シリコン結晶を加熱する工程における加熱温度を T [] としたとき、 $10.56 \times \exp(-0.002T)$ [時間] 以上加熱する請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 11】

前記シリコン結晶は、CZ法で引き上げられたシリコンインゴットから切り出された窒素の添加されたシリコンウエハであることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 12】

不純物窒素に起因する欠陥に対応する吸収ピークの強度とシリコン結晶中の窒素濃度との対応関係の示された換算表を準備する工程を、さらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 13】

前記窒素濃度を求める工程は、前記換算表を参照し、前記求めた吸収ピークの強度に対応するシリコン結晶中の窒素濃度を求めることを特徴とする請求項 12 に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 14】

シリコン結晶を準熱平衡状態に到るまで加熱する工程と、
前記シリコン結晶の赤外線吸収スペクトルを測定し、該吸収スペクトルから、NNペアに起因する欠陥に対応する吸収ピークの強度を求める工程と、
前記吸収ピークの強度に基づき、前記シリコン結晶中の窒素濃度を求める工程とを有することを特徴とするシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 15】

前記加熱する工程は、800 でシリコン結晶を加熱することを特徴とする請求項 14 に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定方法。

【請求項 16】

窒素濃度の異なる複数のシリコン結晶を準備する工程と、
前記複数のシリコン結晶を、それぞれ準熱平衡状態に到るまで加熱する工程と、
前記複数のシリコン結晶のそれぞれについて、赤外線吸収スペクトルを測定し、該吸収スペクトルから、不純物窒素に起因する欠陥に対応する吸収ピークの強度を求める工程と、
前記吸収ピークの強度と前記窒素濃度とを対応付けて換算表を作成する工程と、
を有することを特徴とするシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法。

【請求項 17】

前記不純物窒素に起因する欠陥が、NNペア又はNNO複合体である請求項 16 に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法。

【請求項 18】

前記 NN ペアの吸収ピークとして、 963 cm^{-1} 又は 763 cm^{-1} の波数に現れるものを用いることを特徴とする請求項 17 記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法。

【請求項 19】

前記 NNO 複合体の吸収ピークとして、 796 cm^{-1} 、 801 cm^{-1} 、 996 cm^{-1} 、 1026 cm^{-1} のいずれかの波数に現れるものを用いることを特徴とする請求項 17 記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法。

【請求項 20】

前記準熱平衡状態における前記吸収ピークの強度は、加熱時間によらずほぼ一定となることを特徴とする請求項 16 乃至 19 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法。

【請求項 21】

前記加熱する工程の後、前記シリコン結晶を冷却する工程を有することを特徴とする請求項 16 乃至 20 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法。

【請求項 22】

前記冷却する工程は、加熱されたシリコン結晶を、加熱雰囲気中から室温雰囲気中に取り出すことを特徴とする請求項 21 に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法。

【請求項 23】

前記窒素濃度を求める工程は、前記吸収ピークの強度の最も大きなものを用いることを特徴とする請求項 16 乃至 22 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法。

【請求項 24】

前記加熱する工程は、 $700 \sim 900$ で前記シリコン結晶の加熱を行い、前記窒素濃度を求める工程は、前記吸収ピークとして、 963 cm^{-1} を用いることを特徴とする請求項 16 乃至 22 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法。

【請求項 25】

前記シリコン結晶を加熱する工程における加熱温度を T [] としたとき、 $10.56 \times \exp(-0.002T)$ [時間] 以上加熱する請求項 16 乃至 23 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法。

【請求項 26】

前記シリコン結晶は、CZ 法で引き上げられたシリコンインゴットから切り出された窒素の添加されたシリコンウエハであることを特徴とする請求項 16 乃至 25 のいずれか 1 項に記載のシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法。

【請求項 27】

CZ 法を用いて、窒素が添加されたシリコン単結晶を引き上げる工程と、
引き上げられたシリコン単結晶インゴットから複数のシリコンウエハを切り出す工程と、
少なくとも 1 枚のシリコンウエハを準熱平衡状態に到るまで加熱する工程と、
前記シリコンウエハの赤外線吸収スペクトルを測定し、該吸収スペクトルから、不純物窒素に起因する欠陥に対応する吸収ピークの強度を求める工程と、
前記吸収ピークの強度に基づき、前記シリコン結晶中の窒素濃度を求める工程と、
前記窒素濃度が予め定められた範囲内かどうか判断する工程と、
を有することを特徴とするシリコンウエハの製造方法。

【請求項 28】

前記判断する工程は、前記窒素濃度が予め定められた範囲内であれば、前記複数枚のシリコンウエハについて合格とし、前記窒素濃度が予め定められた範囲外であれば、前記複

数枚のシリコンウエハについて不合格とすることを特徴とする請求項 27 に記載のシリコンウエハの製造方法。

【請求項 29】

請求項 28 に記載のシリコンウエハの製造方法によって、合格とされたシリコンウエハ。

【請求項 30】

請求項 28 に記載のシリコンウエハの製造方法によって、合格とされたシリコンウエハ上に半導体集積回路を作製することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、シリコン結晶中の窒素濃度測定方法、及び窒素濃度測定用換算表の作成方法に関する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

さらに、本発明は、上述の窒素濃度測定方法を利用したシリコンウエハの製造方法、その製造方法で製造されるシリコンウエハ、及びそのシリコンウエハ上に集積回路が作製された半導体装置の製造方法に関する。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

本発明の目的は、シリコン結晶中の不純物窒素濃度を高精度に測定することが可能な窒素濃度測定方法、及び窒素濃度測定用換算表の作成方法を提供することである。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

本発明の他の目的は、上述の窒素濃度測定方法を利用してシリコンウエハを製造する方法を提供することである。本発明のさらに他の目的は、この方法で製造されるシリコンウエハを提供することである。本発明のさらに他の目的は、この方法で製造されたシリコンウエハ上に集積回路を作製する方法を提供することである。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

本発明の一観点によると、
シリコン結晶を準熱平衡状態に到るまで加熱する工程と、
前記シリコン結晶の赤外線吸収スペクトルを測定し、該吸収スペクトルから、不純物窒素に起因する欠陥に対応する吸収ピークの強度を求める工程と、
前記吸収ピークの強度に基づき、前記シリコン結晶中の窒素濃度を求める工程と、
を有することを特徴とするシリコン結晶中の窒素濃度測定方法が提供される。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

本発明の他の観点によると、
シリコン結晶を準熱平衡状態に到るまで加熱する工程と、
前記シリコン結晶の赤外線吸収スペクトルを測定し、該吸収スペクトルから、NNペアに起因する欠陥に対応する吸収ピークの強度を求める工程と、
前記吸収ピークの強度に基づき、前記シリコン結晶中の窒素濃度を求める工程と
を有することを特徴とするシリコン結晶中の窒素濃度測定方法が提供される。

本発明の他の観点によると、
窒素濃度の異なる複数のシリコン結晶を準備する工程と、
前記複数のシリコン結晶を、それぞれ準熱平衡状態に到るまで加熱する工程と、
前記複数のシリコン結晶のそれぞれについて、赤外線吸収スペクトルを測定し、該吸収スペクトルから、不純物窒素に起因する欠陥に対応する吸収ピークの強度を求める工程と

、
前記吸収ピークの強度と前記窒素濃度とを対応付けて換算表を作成する工程と、
を有することを特徴とするシリコン結晶中の窒素濃度測定用換算表の作成方法が提供される。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

本発明の他の観点によると、
CZ法を用いて、窒素が添加されたシリコン単結晶を引き上げる工程と、
引き上げられたシリコン単結晶インゴットから複数のシリコンウエハを切り出す工程と

、
少なくとも1枚のシリコンウエハを準熱平衡状態に到るまで加熱する工程と、
前記シリコンウエハの赤外線吸収スペクトルを測定し、該吸収スペクトルから、不純物窒素に起因する欠陥に対応する吸収ピークの強度を求める工程と、
前記吸収ピークの強度に基づき、前記シリコン結晶中の窒素濃度を求める工程と、
前記窒素濃度が予め定められた範囲内かどうか判断する工程と、
を有することを特徴とするシリコンウエハの製造方法が提供される。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

本発明の他の観点によると、上記シリコンウエハの製造方法によって、合格とされたシ

リコンウエハが提供される。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 9】

本発明の他の観点によると、上記シリコンウエハの製造方法によって、合格とされたシリコンウエハ上に半導体集積回路を作製することを特徴とする半導体装置の製造方法が提供される。