

【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 3 部門第 1 区分

【発行日】令和 2 年 3 月 26 日 (2020.3.26)

【公表番号】特表 2019-504817 (P2019-504817A)

【公表日】平成 31 年 2 月 21 日 (2019.2.21)

【年通号数】公開・登録公報 2019-007

【出願番号】特願 2018-560252 (P2018-560252)

【国際特許分類】

C 3 0 B 29/06 (2006.01)

C 3 0 B 13/12 (2006.01)

C 3 0 B 33/04 (2006.01)

【F I】

C 3 0 B 29/06 5 0 1 A

C 3 0 B 13/12

C 3 0 B 33/04

【手続補正書】

【提出日】令和 2 年 2 月 10 日 (2020.2.10)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

175 mm ~ 225 mm の範囲の直径、50 mm ~ 1000 mm の範囲の軸方向長さ、および $2 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 未満の酸素含有量を有するリンドープシリコン単結晶であって、

横断面内の前記リンドープシリコン単結晶は、リンドープシリコンインゴットから切り出されたウェハーについて、 $55 \Omega \text{ cm} \sim 2000 \Omega \text{ cm}$ の範囲で目標抵抗率 ρ_{NTD} を与えるドーパント原子の密度を有し、

前記抵抗率を $800^\circ \text{C} \sim 1300^\circ \text{C}$ の範囲の温度で前記シリコンを焼鈍後に測定すると、前記リンドープシリコン単結晶から切り出されたウェハーの少なくとも 75% について、SEMI 標準 SEMI MF 81 に従って決定される 2% 以下の RRV 値が得られる、リンドープシリコン単結晶。

【請求項 2】

前記リンドープシリコン単結晶から切り出される少なくとも 10 枚のウェハーについて、2% 以下の RRV 値が得られる、請求項 1 に記載のリンドープシリコン単結晶。

【請求項 3】

前記目標抵抗率は $100 \Omega \text{ cm} \sim 1200 \Omega \text{ cm}$ の範囲内である、請求項 1 または 2 に記載のリンドープシリコン単結晶。

【請求項 4】

焼鈍後のシリコンウェハーの表面全体に記録された 5 つ以上の抵抗率値から平均抵抗率 ρ_{av} を得て、 $\rho_{\text{av}} / \rho_{\text{NTD}}$ として定義される正規化された平均抵抗率が $0.95 \sim 1.05$ の範囲内である、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のリンドープシリコン単結晶。

【請求項 5】

前記リンドープシリコン単結晶から切り出された少なくとも 10 枚のウェハーについて、前記正規化平均抵抗率 $\rho_{\text{av}} / \rho_{\text{NTD}}$ は、 $0.95 \sim 1.05$ の範囲内である、請求

項 4 に記載のリンドープシリコン単結晶。

【請求項 6】

前記リンドープシリコン単結晶から切り出された少なくとも 75 % のウェハーについて、前記正規化平均抵抗率 ρ_{av} / ρ_{NTD} は、0.95 ~ 1.05 の範囲内である、請求項 4 または 5 に記載のリンドープシリコン単結晶。

【請求項 7】

前記リンドープシリコン単結晶から切り出された複数のウェハーは、RRV について 4 % 以下の上側規格限界 (USL) を有し、前記 USL は、前記複数のウェハーについての平均 RRV プラス 3 標準偏差として規定される、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のリンドープシリコン単結晶。

【請求項 8】

前記複数のウェハーの各々のウェハーは、175 mm ~ 225 mm の範囲の直径、 $2 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 未満の酸素含有量、および前記抵抗率を 800 °C ~ 1300 °C の範囲の温度で焼鈍した後に測定する場合、SEMI 標準 SEMI MF81 に従って測定した 2 % 以下の RRV を有する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のリンドープシリコン単結晶から切り出された複数のウェハー。

【請求項 9】

前記複数のウェハーは、前記正規化平均抵抗率 ρ_{av} / ρ_{NTD} について、5 % の USL および -5 % の下側規格限界 (LSL) を有し、前記 USL は前記複数のウェハーのプラス 3 標準偏差として規定され、前記 LSL は前記複数のウェハーのマイナス 3 標準偏差として規定される、請求項 8 に記載の複数のウェハー。

【請求項 10】

前記複数のウェハーが 800 °C ~ 1300 °C の範囲の温度で焼鈍されている、請求項 8 または 9 に記載の複数のウェハー。

【請求項 11】

5 Ω cm ~ 2000 Ω cm の範囲の所定の目標抵抗率 ρ_{NTD} を有するリンドープシリコン単結晶の製造方法であって、前記方法は以下の工程、

リン含有ガス種の存在下で、るつぽを使用しない方法またはるつぽ法で、溶融シリコンのガスドーピングをする工程、

溶融シリコンを固形化して、前照射抵抗率 ρ_i および 175 mm ~ 225 mm の範囲の直径を有するガスドーピングシリコン単結晶を形成する工程、

中性子を用いて前記リンドープシリコン単結晶を照射し、前記目標抵抗率 ρ_{NTD} を低減する工程であって、

前記目標抵抗率 ρ_{NTD} が選択され、前記ガスドーピング条件および照射条件は、下式：

【数 1】

$$\rho_{NTD} = \rho_i \left(\frac{K_3}{K_2 K_1 \mu_m q} + 1 \right)^{-1}$$

(式中、 μ_m はシリコン中の電子移動度であり、 q は電子電荷であり、 K_1 は下式：

【数 2】

$$K_1 = \frac{1}{N^{30Si} \sigma^{30Si} \mu_m q}$$

(式中、 N^{30Si} は、シリコン中の 30Si の密度であり、 σ^{30Si} は 30Si の吸収断面積である。)

で規定される材料定数であり、

式中、 K_2 は、下式：

【数 3】

$$K_2 = \frac{(n_{NTD,e} - n_{i,e}) - (n_{NTD,c} - n_{i,c})}{D}$$

で規定される N T D 装置についての定数であり、

式中、 K_3 は、下式：

【数 4】

$$K_3 = \frac{n_{i,c} - n_{i,e}}{n_{i,AVG}}$$

で規定されるガスベースのドーピング処理についての定数であり、

K_2 および K_3 の定義において、 $n_{NTD,e}$ および $n_{NTD,c}$ は、それぞれ、照射後に端部および中心部で得られるリンダー密度であり、 D は照射量であり、 $n_{i,e}$ および $n_{i,c}$ は、それぞれ、端部および中心部でのガスベースのドーピング処理により得られるリンダー密度である。))

にしたがって、事前を選択される工程、

を含む、製造方法。

【請求項 12】

N T D 反応器の定数 K_2 を決定する工程および／またはガスドーピング処理の定数 K_3 を決定する工程をさらに含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

溶融シリコンのガスドーピングがるつぼ内で行われ、ガスドーピングされたシリコン単結晶は所定の抵抗率のサブセクションに切断され、前記各サブセクションが中性子への照射に曝される前に、50 mm～1000 mm の長さへ切断される、請求項 11 または 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記リンダーシリコン単結晶から、ウェハーを切り出す工程をさらに含む、請求項 11～13 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 15】

前記ウェハーを、800℃～1300℃の範囲の温度で焼鈍する工程をさらに含む、請求項 14 に記載の方法。