

高濃度リンドーブ CZ-Si 結晶中の SiP 析出物形成挙動

Formation behavior of SiP precipitates in CZ-Si crystals with heavily doped phosphorus

○仙田 剛士¹、成松 真吾¹、安部 吉亮¹、前田進¹、松村 尚¹、石川 高志¹、中村 浩三²

グローバルウェーハズ・ジャパン株式会社 技術部基盤技術グループ¹

岡山県立大学 地域共同研究機構²

Base Technology, Technology, GlobalWafers Japan Co., Ltd.¹

Regional Cooperative Research Organization, Okayama Prefectural Univ.²

○Takeshi Senda¹, Shingo Narimatsu¹, Yoshiaki Abe¹, Susumu Maeda¹, Hisashi Matsumura¹,
Takashi Isikawa¹, and Kozo Nakamura¹

E-mail: senda@sas-globalwafers.co.jp

1. はじめに

先端低耐圧パワーMOS デバイスに用いられるシリコン (Si) エピタキシャルウェーハ用 Czochralski (CZ) - Si 基板の電気抵抗率は、1 mΩ cm 以下が主流となりつつあり、添加されるドーパントは、リン (P) が一般的である。我々は前報において、極低抵抗率 P ドープ結晶では結晶育成時の 700 °C 以下の温度帯にて P が凝集し SiP 析出物が形成されることを報告した[1]。本報告では、SiP の密度およびサイズに対する結晶成長条件を系統的に調査したので報告する。

2. 実験方法

CZ 法により、直径 200 mm の軸方位[100] の P ドープ結晶を育成した。これらの結晶は、引き上げ速度を変えることにより 700 °C 以下の結晶通過時間を変化させている。抵抗率 1.0 mΩ cm から 0.7 mΩ cm の部位の結晶位置からウェーハを作成し、Transmission Electron Microscopy (TEM) にて析出物の形状を観察し、SiP のサイズ、および密度を評価した。TEM 解析の条件は、電子線加速電圧 200kV、および電子線入射方位[110]とした。

3. 結果

TEM 観察の結果、前報同様の SiP が、 1×10^{11} /cm³ から 1×10^{13} /cm³ の密度で観察された。また、その平均サイズは、25 nm から 200 nm であった。結晶成長時の冷却カーブを解析した結果、平均サイズは結晶成長時の 700 °C から 600 °C の通過時間との相関が見られた (Fig. 1)。同基板上に 1000 °C 以上にてエピタキシャル成長を行った場合、TEM 観察において SiP は観察されず、ほぼ同じ密度の積層欠陥が観察された。

4. 考察

我々は as grown にて観察される SiP は、結晶成長時の冷却過程において格子間 P が凝集することにより発生すると推定した (形成機構詳細は本大会次報にて説明)。またそのサイズは、冷却カーブにより決定されることを示した。一方、エピタキシャル成長等の高温熱処理後に観察される積層欠

陥は、SiP の溶解温度以上になるため、SiP が溶解する過程において生じたものと推定した。それらはエピ層中に生じる積層欠陥の起点になることが推定されることから、高性能エピタキシャルウェーハ実現においては、結晶成長時の SiP の制御が重要となると考えられる。

参考文献

[1] 仙田ら、第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、7p-PB6-6

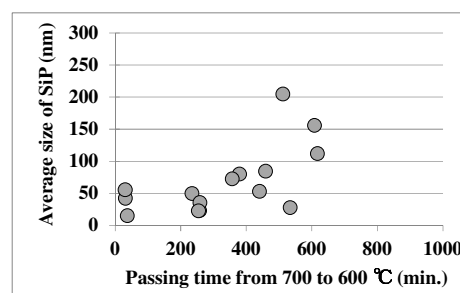


Fig. 1 Relationship between the average size of SiP and the passing time from 700 to 600 °C.