

超高温 RTP ウェーハの TEM による酸素析出物の形態評価

Morphology observation of oxygen precipitates in ultra-high temperature RTP wafers by TEM

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 情報工学部情報通信工学科² 地域共同研究機構³

○須藤 治生¹、青木 竜彦¹、前田 進¹、岡村 秀幸¹、中村 浩三³、末岡 浩治²

Base Technology, Technology, GlobalWafers Japan Co.,Ltd.¹,
Faculty of Computer Science and System Engineering, Okayama Prefectural Univ.²
Regional Cooperative Research Organization, Okayama Prefectural Univ.³

○Haruo Sudo¹, Tatsuhiko Aoki¹, Susumu Maeda¹, Hideyuki Okamura¹, Kozo Nakamura³ and Koji Sueoka²
E-mail: Haruo_Sudo@sas-globalwafers.co.jp

【緒言】

1300°C以上の超高温 Rapid Thermal Process (RTP) 処理によって空孔を凍結した Si ウェーハにおいては、酸素析出物が高密度に析出する^[1]。RTP 処理時の点欠陥挙動を考慮したシミュレーション^{[2][3]}では、ウェーハバルク部での酸素析出物密度が、 $10^{10}/\text{cm}^3$ を超える結果が得られている。一方、Si ウェーハ中の酸素析出物密度を評価する一般的な手法として、Infrared (IR) トモグラフィーが用いられる。しかしながら、IR トモグラフィーは、その分解能の限界により、 $10^{10}/\text{cm}^3$ を超える密度の析出物は評価が困難である。そこで、本研究では、ウェーハバルク部の酸素析出物を Transmission Electron Microscope (TEM) で観察し、密度とその形状について調査したので報告する。

【実験および評価方法】

酸素濃度 $1.12 \sim 1.26 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ (Old ASTM)、窒素濃度 $3.98 \sim 6.98 \times 10^{14}/\text{cm}^3$ の $\phi 300\text{mm}$ Cz-Si ウェーハを用いた。RTP 条件は、100% Ar 雰囲気下、加熱温度 1350°C で保持時間 30s、降温速度 120°C/s とした。その後、100% O₂ 雰囲気下、780°C で 3h、続けて 1000°C で 16h の酸素析出熱処理を施した。

得られたサンプルウェーハについて、IR トモグラフィー (Raytex, MO441) により深さ方向の酸素析出物密度を測定し、TEM (日立製作所, H-9000UHR) では、深さ 150 μm 位置と 300 μm 位置について評価した。TEM による観察は、サンプルの断面をイオンミリング法で薄厚化し、縦 20.0 μm × 横 21.6 μm × 厚さ 0.2~0.4 μm (厚さは推定値) の範囲内で検出された析出物の数をカウントした。更に、高倍率でその形状を観察した。

【結果】

図 1 に、深さ方向の酸素析出物の密度評価結果を示す。RTP 処理終了時の残留空孔濃度の推定値から予測した析出物密度の計算値は、バルク部で $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$ を超えていた。これに対して、IR トモグラフィーによる深さ約 70~220 μm 位置の評価では、 $7 \sim 8 \times 10^9/\text{cm}^3$ の密度で飽和していた。一方、TEM により評価した欠陥の密度は、深さ 150 μm 位置と 300 μm 位置ともに、概ね計算値に一致していることが確認された。

図 2 に、深さ 150 μm 位置で観察された欠陥の代表的な TEM 像を示す。図 2-(a) のように板状と推測される酸素析出物と、図 2-(b) のように八面体と推測される酸素析出物の存在が認められた。酸素析出物の成長温度が 1000°C の場合、一般的な形状は板状となるが、八面体が形成される理由は、1350°C RTP によって高密度の空孔が凍結され、それが析出物周囲の歪み緩和に寄与したためと考えられる。

参考文献

- [1] K. Araki et al. : ECS J. Solid State Sci. Technol. 2(3), (2013) 66.
[2] 前田ら、第64回応用物理学会春季学術講演会 15a-F201-7
[3] 岡村ら、第64回応用物理学会春季学術講演会 15a-F201-10

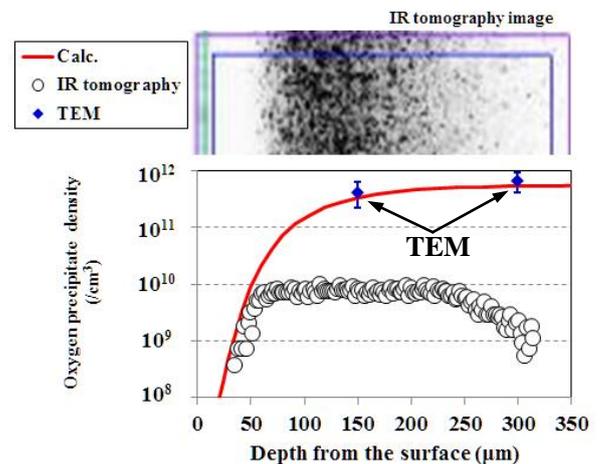


Fig.1 Evaluations of the oxygen precipitate density.

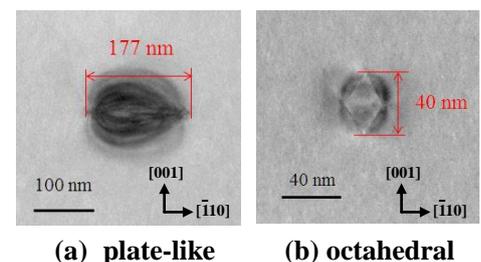


Fig.2 TEM images of the oxygen precipitates.