

MCZシリコン単結晶のバルクライフタイムに対する低炭素化の効果(3)

Effect of Low Carbon Concentration on Bulk Carrier Lifetime in MCZ Silicon Crystal (3)

グローバルウェーハズ・ジャパン(株) ○日笠 光朗, 中川聡子, 鹿島 一日兒, 永井勇太

GlobalWafers Japan Co.,Ltd. °Mitsuo HIGASA, Satoko NAKAGAWA, Kazuhiko KASHIMA, Yuta NAGAI

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

1. 背景と目的:

近年、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(IGBT)の需要が高まっているが、品質面、特にライフタイムの低さ、酸素濃度の高さから MCZ シリコン単結晶(MCZ-Si)ではなく、FZ シリコン単結晶(FZ-Si)が使用されてきた。今後の需要の急増から高品質化した MCZ-Si の開発が必須と考えている。前回の報告では炭素(C)濃度を $1\text{E}14 \text{ atoms/cm}^3$ 以下に低減することで、従来の FZ-Si を超えるライフタイムを MCZ-Si で実現できること、MCZ-Si、FZ-Si とともに低温短時間の熱処理でライフタイムは急激に減少することを報告した[1]。今回の報告ではバルクライフタイム低下要因の究明として、高炭素～中炭素($1\text{E}17 \sim 1\text{E}14 \text{ atoms/cm}^3$)、極低炭素($1\text{E}13 \text{ atoms/cm}^3$)の MCZ-Si、そして酸素の少ない FZ-Si のサンプルを使用し、ライフタイム低下要因である炭素(C)と酸素(O)および点欠陥(空孔)がライフタイムにどのように寄与するのかについて FT-IR を用いて評価した。

2. 実験方法:

測定試料は FZ-Si および MCZ-Si とともにライフタイムに影響が小さいキャリア抵抗率範囲 $7 \sim 20 \text{ k}\Omega\text{cm}$ の Si 結晶を用い、酸素濃度($1.0\text{E}15 \sim 2.0\text{E}18 \text{ atoms/cm}^3$) (old ASTM) は FT-IR および SIMS を用いて測定した。炭素濃度 Cs ($1.0\text{E}13 \sim 1.0\text{E}17 \text{ atoms/cm}^3$) は、フォトルミネッセンス法[2]および FT-IR によって測定した。ライフタイムは、サンプル表面の影響を受けないバルクライフタイム(τ_b)を光導電減衰法(JIS (H0604-1995))により測定した。熱処理は酸素および窒素雰囲気中で室温 $\sim 750^\circ\text{C}$ の各温度で $2 \sim 30 \text{ min}$ 、その後急冷し、バルクライフタイムを測定した。また同じサンプルから薄片を切り出し、極低温と室温 FT-IR により欠陥を同定した。

3. 結果:

図 1 に極低炭素濃度 $2\text{E}13$ から中炭素濃度 $2\text{E}15 \text{ atoms/cm}^3$ 、酸素濃度 $2\text{E}16 \sim 1.2\text{E}18 \text{ atoms/cm}^3$ の MCZ-Si 結晶におけるバルクライフタイム変化を示す。FZ 以上のライフタイムとなる極低炭素濃度 ($2\text{E}13, 2\text{E}14$) MCZ 結晶は、酸素濃度に関わらず、ライフタイムはほぼ一定である。これは炭素が少ないため、酸素の不均一核形成に寄与する炭素が消費しつくされ、酸素析出が進まなくなったと考えている。反対に、 $2\text{E}15 \text{ atoms/cm}^3$ と炭素濃度が高いと、不均一核形成による酸素析出の増加にともないライフタイムが低下することも分かった。

このように炭素、酸素とバルクライフタイムの関係を評価することで初めて、炭素による不均一核形成メカニズムが明らかとなった。

【謝辞】 本研究の一部は、NEDO 戦略的省エネルギー技術革新プログラムの援助のもとに遂行された。

[1] 日笠光朗, 中川聡子, 鹿島一日兒, 永井勇太, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会 12p-A18-6

[2] S. Nakagawa *et al.*, Proc. Forum on the Science and Technology of Silicon Materials, 2010, 326 (2010).

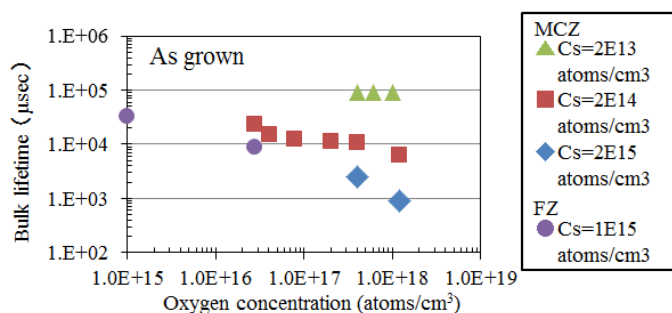


Fig.1. Relationship between oxygen concentration and bulk lifetime.