

20a-A20-3

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

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

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

Global Wafers Japan Co.,Ltd. ○Mitsuo HIGASA, Yuta NAGAI, Satoko NAKAGAWA, Kazuhiko KASHIMA

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。我々は、MCZ-Si と FZ-Si との差異が、本質的なことであるかそうでないかをライフタイムに注目して見直した。MCZ-Si のバルクライフタイムの低さは、炭素による不均一核形成による酸素析出物 (核) が起因と考えている。そこで我々は炭素濃度を FZ-Si よりも低減させた MCZ-Si の育成技術を開発した[1]。このような低炭素領域も含めて、シリコン結晶中の炭素濃度とライフタイムの関係性について評価した。そこで炭素と酸素がライフタイムにどのように寄与するのかについて検証した。

2. 実験方法:

測定試料は FZ-Si、MCZ-Si とともにライフタイムに影響を及ぼさないドーパント濃度範囲 7~20 kΩcm の p 型結晶を用い、酸素濃度(範囲; $1.0\text{E}15 \sim 2.0\text{E}18 \text{ atoms/cm}^3$) (old ASTM) は FT-IR を用いて測定した。炭素濃度(範囲; $3.0\text{E}13 \sim 2.0\text{E}15 \text{ atoms/cm}^3$) は、フォトルミネッセンス法[2]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。

3. 結果:

Fig.1 に、シリコン結晶中の炭素濃度と τ_b との関係を酸素濃度別 ($1.0\text{E}18, 4.0\text{E}17 \text{ atoms/cm}^3$) に示した。低炭素 MCZ-Si は酸素濃度によらず、炭素濃度が減少するに従い τ_b が顕著に上昇し、炭素濃度を $3\text{E}13 \text{ atoms/cm}^3$ 以下に下げると、 τ_b は 100 msec 近傍にまで達する。右図中の酸素フリー FZ-Si の炭素濃度は $1.2\text{E}15 \text{ atoms/cm}^3$ 、 τ_b は 30 msec と標準的な試料である。酸素を多く含む MCZ-Si でも炭素濃度を $1.0\text{E}14 \text{ atoms/cm}^3$ 以下にすれば、FZ-Si と同等あるいはそれ以上の τ_b を得ることができる。

今後、IGBT 用 MCZ-Si は τ_b を長くさせ、高品質にする必要があるため、炭素を $1.0\text{E}14 \text{ atoms/cm}^3$ 以下にすることが重要である。また、CZ 結晶は酸素濃度が高くなると τ_b が下がる[3]とされてきたが、結晶の τ_b は、炭素濃度が低ければ、酸素濃度は影響しないことも分かった。

【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] 永井勇太, 中川聡子, 鹿島一日兒, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 17p-P6-1

[2] S. Nakagawa, K. Kashima, M. Tajima, Proceedings of the Forum on the Science and Technology of Silicon Materials 2010 (2010) 326

[3] Kitagawara, T. Yoshida, T. Hamaguchi, T. Takenaka, J. Electrochem. Soc. 142 (1995) 3505

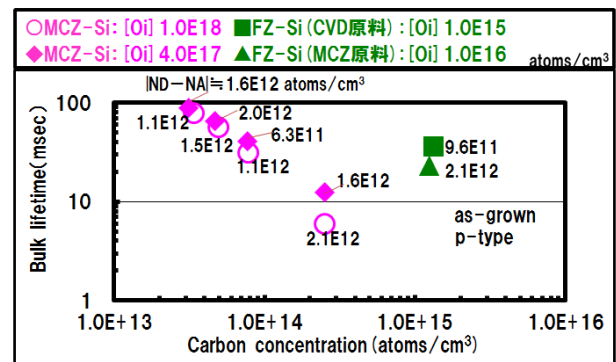


Fig.1 Relationship between carbon concentration and bulk lifetime in Si single crystals.