

澆液るつぽを用いて成長した PV 用 n 型 CZ シリコン結晶の品質

Crystal Quality of N-type CZ Silicon for PV Use Grown from The Melt in Liquinert Crucibles

○福田哲生¹、堀岡佑吉²、刈谷宣政³、棚橋克人¹、白澤勝彦¹、高遠秀尚¹

1. 産業技術総合研究所, 2. FTB 研究所株式会社, 3. エム・セテック株式会社

○Tetsuo Fukuda¹, Yukichi Horioka², Nobumasa Kariya³, Katsuto Tanahashi¹, Katsuhiko Shirasawa¹, and Hidetaka Takato¹

(1. Renewable Energy Research Center, AIST; 2. Frontier Technology Business Research Institute Co. LTD., 3. M.SETEK Co., Ltd.)

E-mail: tetsuo-fukuda@aist.go.jp

1. 諸言

我々は、シリコン融液をはじく性質を持った澆液シリカガラス製のるつぽ (liquinert crucible)¹⁾を用いて、CZ シリコン単結晶のライフタイム向上を目指した研究をまず p 型から開始した²⁾。今回は、澆液るつぽを用いた成長を n 型シリコンに応用した結果を報告する。なお澆液るつぽを用いて成長した CZ シリコン結晶を、LCZ (Liquinert-crucible Applied CZ) 結晶と呼ぶことにする。

2. 実験方法

澆液処理は、シリカガラス表層をクリストバライト層に相転移させる方法で製造される¹⁾。CZ、LCZ 成長では用いたるつぽの径 (22 インチ)、チャージ量、主な成長パラメータは同じである。従って大きな違いは、通常のシリカガラスるつぽと澆液シリカガラスるつぽという点である。また両者ともドーパントとしてリン (P) を添加し、引上げた結晶は直径約 200mm で長さ 1m 以上の長尺単結晶である。

得られた結晶のテール側からサンプルを加工し、酸素濃度を FTIR 法で、炭素濃度を SIMS 法でそれぞれ測定した。また抵抗率を四探針法で、ライフタイムを SEMI PV-13 に従った方法で測定した。比較のためリンドーパ n 型 MCZ シリコン・インゴットを購入し、同様な測定を行った。なお抵抗率はドナーキラー処理前後で測定した。

3. 結果および検討

表 1 にサンプルの抵抗率と酸素濃度を、図 1 にライフタイムの抵抗率依存性をそれぞれ示す。抵抗率はドナーキラー処理前の値を示した (CZ-2 のみ処理後である)。CZ、LCZ、MCZ サンプルはすべてテール側から加工したので、ドナーキラー熱処理の前後で殆んど抵抗値が変わっていない。従ってライフタイムの測定を as-grown 結晶で行っているが、サーマルドナーの影響は無視できる。

図 1 から、LCZ 結晶は通常の CZ 結晶よりかなり高品質であることが分かる。また抵抗率が 1~3Ωcm の狭い範囲では、大まかにはライフタイムが抵抗率に比例すると見な

せるので、LCZ の 3.6ms (0.88Ωcm) は MCZ の 6.4ms (1.5Ωcm) に匹敵すると思われる。当日は炭素濃度を含めたより詳しいデータの提示と議論を行う。

参考文献

1. 特許第 4854814 号。
2. T. Fukuda, Y. Horioka, N. Suzuki, M. Moriya, K. Tanahashi, S. Simayi, K. Shirasawa, and H. Takato, J. Crystal Growth Vol. 438 (2016), pp. 76–80.
3. S. Sakuragi, T. Shimasaki, G. Sakuragi, and H. Nanba, Proceedings of 19th EUPVSEC (2004), pp. 1197–1200.

表 1. 各サンプルの抵抗率と酸素濃度

Sample	Resistivity (Ωcm)		Oxygen (cm ⁻³)
	Before DK	After DK	
LCZ	0.88	0.92	6.8E17
MCZ	1.50	1.54	7.2E17
CZ-1	1.30	1.34	7.2E17
CZ-2	-	2.53	-

DK: ドナーキラー (Donor Killer) 処理。

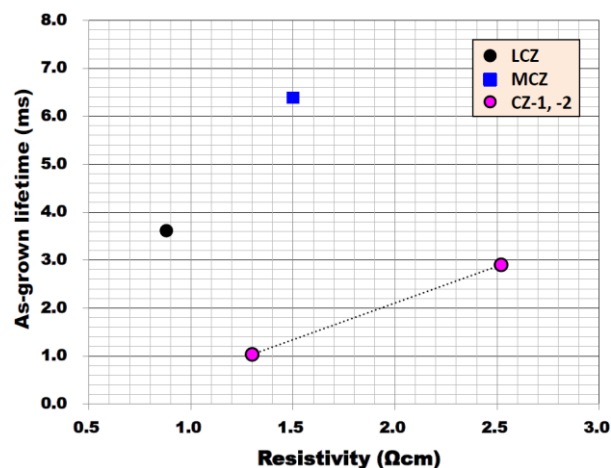


図 1. 各結晶のライフタイムの抵抗率依存性