PVT を用いた SiC 結晶成長における不純物混入解析

Impurity incorporation analysis of SiC during PVT crystal growth 九大応力研¹, 産総研²○柿本 浩一¹, 高 冰¹, 中野 智¹, 寒川 義裕¹, 西澤 伸一² RIAM, Kyushu University¹, AIST²,

^OKoichi Kakimoto¹, Bing Gao¹, Satoshi Nakano¹, Yoshihiro Kangawa¹, Shin-ichi Nishizawa² E-mail: kakimoto@riam.kyushu-u.ac.jp

<u>はじめに</u>: 昇華法(PVT)により育成した SiC 単結晶は、パワーデバイス用結晶として使用する場合、電気伝導率の制御が必要である。SiC では、C サイトに N、Si サイトに AI や B を添加することにより、n-, p-type の伝導率制御を行っている。従来、添加量制御の目安として気相中の Si/C 比が使用されてきたが、結晶中の不純物濃度分布、特にドナーとアクセプターの差(N_d - N_a)を詳細に検討することは不可能であった。また、従来の数値解析では Si と C が 1:1 で SiC の結晶中に取り込まれるという境界条件を付しているために、Si と C の結晶への取り込み量の差を定量的に議論することが不可能であった。

本研究では、Si と C の結晶への取り込み量が異なる場合の解析を可能にする計算コードを開発し[1]、結晶成長条件と Si と C の取り込み量の違いと不純物添加の関係を明らかにした。さらに、窒素ドナーと B, Al アクセプターによる補償過程の、炉内温度、炉内圧力依存性について、解析を行った。

解析結果: Fig. 1 は、結晶成長中における SiC 中の Si の濃度(a)、C 濃度(c)と圧力との関係を示す。 炉内圧力が上昇すると、Si 濃度は増加し、C 濃度は減少することがわかる。 すなわち、炉内圧力

が上昇すると C サイトを占める C の 濃度が低下するために、N の濃度が 増加することがわかる。Fig. 2 は、結晶成長中における SiC 中の Si の濃度 (a)、C 濃度(b)と温度依存性を示す。 炉内温度が上昇すると、Si 濃度は減少し、C 濃度は増加することがわかる。 すなわち、炉内温度が低下すると C サイトを占める N の濃度が増加することがわかる。

これらの解析結果は、Ohtani ら[2] が報告している実験結果と一致する。CVD の場合と同様[3]に、Si/C の比率のみで議論せず、Si と C 各々の取り込み量を議論することにより、不純物の添加量の議論が可能となった。さらに、窒素ドナーと B, Al アクセプターによる補償過程の、炉内温度、炉内圧力依存性について解析を行った結果、炉内温度が低下し、炉内圧力が上昇すると、 N_d - N_a は増加することを予想した。

参考文献:

- [1] B. Gao, et al., J. of Crystal Growth 312, 3349 (2010).
- [2] N. Ohtani, J. J. E. C., J81-C-2, 112 (1998).
- [3] S. Nishizawa and M. Pons, Chem. Vap. Deposition, 12, 516(2006).

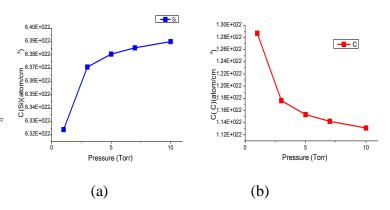


Fig. 1 Concentrations of Si (a) and C (b) incorporated to a SiC crystal.as a function of pressure in a furnace.

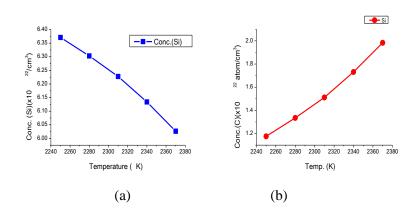


Fig. 2 Concentrations of Si (a) and C (b) incorporated into a SiC crystal.as a function of temperature in a furnace.