

# {111}ダイヤモンドにおけるホウ素取り込みの基板オフ角依存性

## Boron incorporation in homoepitaxial CVD diamond

### grown on misoriented {111} substrates

物材機構 ○<sup>(PC)</sup> 嶋岡 毅紘, <sup>(PC)</sup> 市川 公善, 小泉 聡

NIMS, °<sup>(PC)</sup> Takehiro Shimaoka, <sup>(PC)</sup> Kimiyoshi Ichikawa, Satoshi Koizumi

E-mail: SHIMAOKA.Takehiro@nims.go.jp



半導体デバイス開発において、ドーピング制御は重要な課題の1つである。気相成長では、ドーパントの取り込みは基板オフ角に依存することが知られており、{100}ダイヤモンドではホウ素・リン濃度が基板オフ角増加に伴い増加することが報告されている<sup>[1,2]</sup>。{111}ダイヤモンドではこれと対照的に、リン濃度が基板オフ角低下に伴い増加する<sup>[3]</sup>。この違いが、結晶面によるものか、リン特有の現象であるかは明らかになっていない。本研究では、{111}ダイヤモンドのドーパント取り込みメカニズムを検証するため、ホウ素取り込みの基板オフ角依存性を調査した。

オフ角の異なる領域を持つ基板上にホウ素ドーパダイヤモンドをホモエピタキシャル成長し、SIMS分析によりホウ素濃度と成長速度を評価した。基板には{111}高圧合成Ib型ダイヤモンドを用い、同一基板上に機械研磨により<112>方向に0°から5°までのオフ角を持つ5つの領域を形成した。この基板にマイクロ波プラズマCVD法でホウ素ドーパダイヤモンドをホモエピタキシャル成長した。成長条件はメタン濃度CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> = 0.05%、B/C = 800ppm、基板温度920°Cである。

図1にはSIMSプロファイルから見積もった試料の成長速度、ホウ素濃度のオフ角依存性を示す。成長速度はオフ角低下とともに300nm/hから70nm/hに減少した。この結果はステップ密度の減少に伴うものと考えられる。エピ層中のホウ素濃度はオフ角低下に伴いおよそ $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ から $8 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ と最大で3倍程度増加した。{111}リンドーパダイヤモンドにおいては、同様のオフ角範囲において5倍近い増加が見られており、傾向は同じものの、角度依存性はやや小さい結果となった。これは結晶成長時のホウ素・リンの取り込み機構や表面拡散長の違いによると考えられる。{100}ホウ素ドーパダイヤモンドと対照的なオフ角依存性が得られたのは表面拡散に必要な活性化エネルギーが成長時の圧力の違い(先行研究:30Torr、本研究:100Torr)や面方位により異なるためと考えられる。

[1] M. Ogura et al. J. Cryst. Growth 317 (2011) 60.

[2] H. Kawashima et al. Diamond. Relat. Mater. 64 (2016) 208.

[3] T. Yamamoto et al. Appl. Phys. Lett. 109 (2016) 182102.

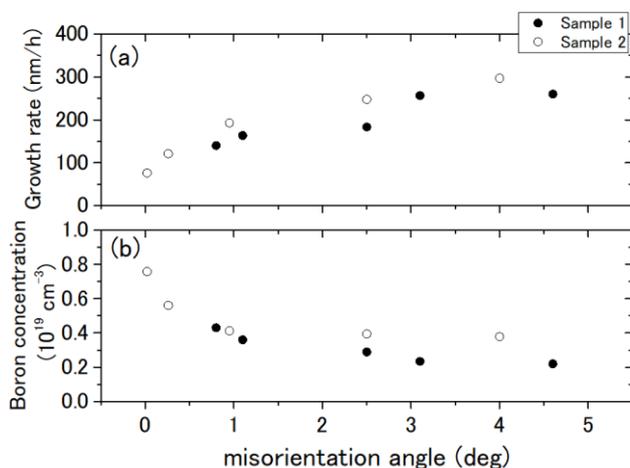


FIG. 1 Substrate misorientation-angle-dependency of (a) growth rate and (b) boron concentration