

**Ir/sapphire 基板上へテロエピタキシャル成長
(001)ダイヤモンド膜中のホウ素が結晶構造に及ぼす影響
Effect of boron doping on the crystal structure of (001) diamond films
heteroepitaxially grown on Ir/sapphire substrates**

阪大院工¹, Orbray(株)²

篠崎 照英¹, 毎田 修¹, 望月 梧生¹, 金 聖祐², アン ジェフリ², 佐田 晃², 田畑 博史¹, 片山 光浩¹

Osaka Univ.¹, Orbray Co., Ltd.²

°S. Shinozaki¹, O. Maida¹, K. Mochizuki¹, S. -W. Kim², A. Jeffery², A. Sada², H. Tabata¹ and M. Katayama¹

E-mail: shinozaki@nmc.eei.eng.osaka-u.ac.jp

[はじめに] ダイヤモンド結晶は、高い絶縁破壊電界やキャリア移動度などの優れた特性から次世代デバイス用材料として期待されている。ダイヤモンド半導体デバイスの実用化に向けて大面積かつ導電性が制御された結晶が求められており、我々はこれまでに、Ir/sapphire 基板上へテロエピタキシャル成長ダイヤモンド結晶の大面積化に関する報告を行ってきた[1]。本報告では、大面積な p 型ダイヤモンドの作製を目指し、Ir/sapphire 基板上に(001)ホウ素ドーピングダイヤモンド(Boron doped diamond : BDD)を製膜し、ホウ素ドーピングが結晶構造に及ぼす影響を評価した。

[実験方法] バイアス促進核形成法による核形成処理を施した 30 mm 角の Ir/sapphire 基板上に、マイクロ波プラズマ CVD 法により製膜温度 1010°C、CH₄ 濃度 4% の条件で、原料ガス中の [B]/[C] 比がそれぞれ 0 ppm (unintentional doping)、261.5 ppm、1046 ppm の BDD 試料(膜厚約 300 μm)を製膜し、得られた試料を励起波長 532 nm のレーザーを用いたラマン分光測定、X 線ロックイン曲線(X-ray Rocking Curve : XRC)測定等で評価した。

[結果と考察] 製膜した BDD 試料のラマンスペクトルを Fig.1 に示す。HPHT 基板上ホモエピタキシャル成長 BDD と同様に、ホウ素ドーピング量の増加にともない 1332 cm⁻¹ 付近に確認されるダイヤモンドの F2g 対称性に由来するピーク(Diamond-line)の FWHM の増加が観測され、このことはホウ素ドーピングによりダイヤモンドの結晶構造が乱れた結果と考えられる。一方、製膜した BDD 試料の(004)および(311)回折における XRC-FWHM の [B]/[C] 比依存性(Fig.2)では、ホウ素ドーピング量の増加にともない、(004)および(311)回折における XRC-FWHM の減少が確認され、特に(311)回折における XRC-FWHM は 604 arcsec([B]/[C] = 0 ppm) から 287 arcsec([B]/[C] = 1046 ppm)まで減少した。他材料において、非対称反射面での XRC-FWHM は膜中転位密度と相関を持つことが報告されており[2]、(001)ダイヤモンドの非対称反射面である (311)回折における XRC-FWHM の減少は、転位密度の減少に起因すると考えられる。さらに、ホウ素ドーピング量の増加にともなう Diamond-line ピーク位置の低波数シフトが観測された(Fig.1)ことから、ホウ素ドーピングダイヤモンドのテロエピタキシャル成長においては膜中応力が転位形成に影響を及ぼすことが示唆された。

[謝辞] 本研究の一部は JSPS 科研費 19K05293, 22K04951 の助成を受けたものです。

参考文献

[1] S.-W. Kim *et al.*, *Applied Physics Express* **14**, 115501 (2021).

[2] T. Metzger *et al.*, *Philosophical Magazine A* **77**, 1013 (1998).

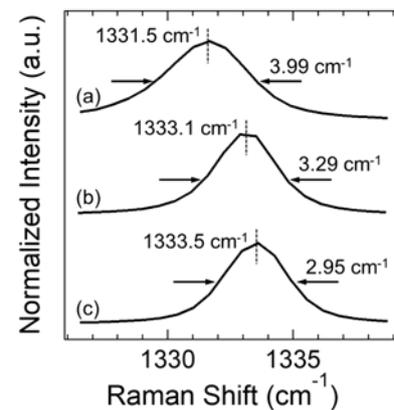


Fig.1 Raman spectra of boron-doped diamond films grown with [B]/[C] ratio of (a) 1046 ppm, (b) 261.5 ppm and (c) 0 ppm (unintentional doping).

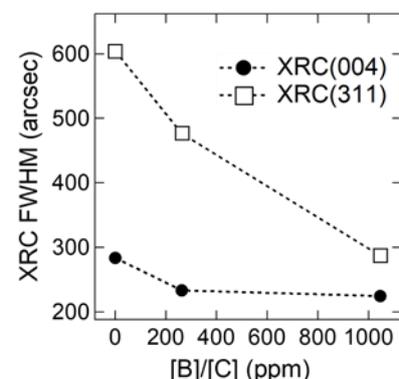


Fig.2 Dependence of XRC-FWHM for (004) and (311) on [B]/[C] ratio.