

8mm 角 CVD ダイヤモンド単結晶基板上にホモエピタキシャル成長させた 試料の電荷キャリア輸送特性評価

Charge carrier transport properties of homoepitaxial diamond film on 8mm square single crystal diamond substrate

*平野 慎太郎², 金子 純一¹, 嶋岡 毅紘², 新名 宏章², 坪田 雅功¹, 伊藤 彰悟²
茶谷原 昭義³, 杵野 由明³, 梅沢 仁³

¹北海道大学大学院工学研究院, ²北海道大学大学院工学院, ³産業技術総合研究所

8mm 角 CVD ダイヤモンド単結晶基板上にホモエピタキシャル成長させた試料の電荷キャリア輸送特性を評価した。電荷収集効率、エネルギー分解能は HP/HT IIa 型単結晶ダイヤモンド基板上に同条件で合成した試料と概ね同等であったが、 $\mu\tau$ 積は 1 桁程度劣っていた。

キーワード: 放射線検出器, ダイヤモンド

1. 緒言 ダイヤモンドは禁制帯幅 5.5eV のワイドバンドギャップ半導体であり、高い耐放射線性や高温環境下での動作といった優れた特性が期待される。現在市販されている放射線計測用単結晶ダイヤモンドは 4mm 角程度が一般的であり、基板として使用可能な HP/HT IIa 型単結晶基板も 5mm 角程度に制限される。今回、検出器の面積化の一環として element six 社が販売している General グレードの 8mm 角単結晶を基板として使用し、検出器用単結晶ダイヤモンドの合成と評価を試みた。

2. 実験 CVD 法によりダイヤモンドを 1.6 度のオフ角を付けた単結晶 CVD ダイヤモンド基板の(001)面上にホモエピタキシャル成長させた。合成はマイクロ波プラズマ CVD 装置(ASTeX-5250)を使用し、メタン濃度 0.2%、ガス圧力 110Torr、基板温度 850°C の条件を用いた。成長層厚さは約 70 μm でダイレクトウエハ法により自立膜化した。試料の両面に TiC/Au オーミック電極、Al ショットキー電極をそれぞれ作製し、検出器化した。検出器性能の評価として ²⁴¹Am からの 5.486MeV α 線を真空中、室温で Al 電極側から入射することにより誘導電荷量分布測定し $\mu\tau$ 値評価等を行った。

3. 結果と考察 図 1(a)に合成試料の誘導電荷量分布測定例を示す。電荷収集効率は正孔、電子共に 99.9%、エネルギー分解能は正孔 0.39%、電子 0.50%であった。比較実験として基板自体に電極を形成し検出器としたが、信号を得ることは出来なかった。図 1(b)は電荷収集効率の印加電圧依存性であり、ヘクトの式にフィッティングを行った結果、 $\mu\tau$ 積は正孔: $(5.0\pm0.3)\times10^{-5}\text{cm}^2/\text{V}$ 、電子: $(1.8\pm0.2)\times10^{-5}\text{cm}^2/\text{V}$ であり、住友電工製 HP/HT IIa 型基板上に同条件で CVD 合成した試料の $\mu\tau$ 積と比較すると 1 桁程度低い値となった^[1]。 $\mu\tau$ 積は劣るものの、放射線検出器として実用的に使用可能な 8mm 角サイズの単結晶ダイヤモンド合成に成功した。 $\mu\tau$ 積低下の原因として、基板の結晶性の影響を受けた可能性が高い。

参考文献 [1] Takehiro Shimaoka. et al., EPL, 113 (2016) 62001

*Shintaro Hirano², Junichi Kaneko¹, Takehiro Shimaoka², Hiroaki Shimmyo², Masakatsu Tsubota¹, Akiyoshi Chayahara³, Yoshiaki Mokuno³, Hitoshi Umezawa³

¹Faculty of Engineering, Hokkaido University, ²Graduate School of Engineering, Hokkaido University, ³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

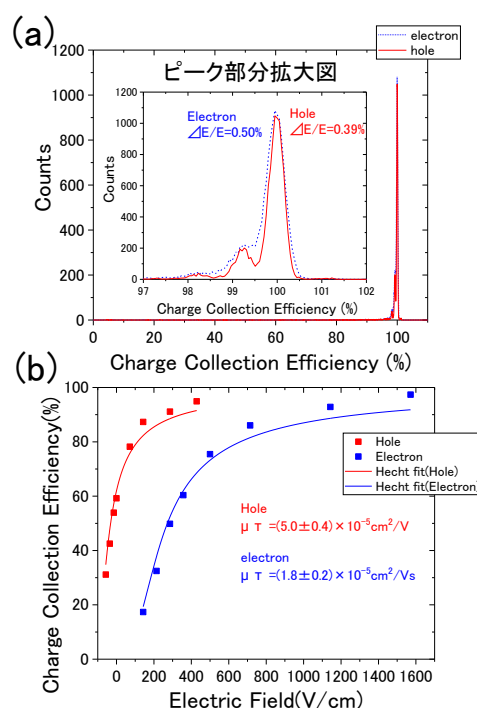


図 1 試料の電荷キャリア輸送特性
(a)電荷収集効率とエネルギー分解能
(b)移動度-走行時間積($\mu\tau$ 積)