

金属原子添加を伴う熱フィラメント CVD 成長による ダイヤモンド転位密度の低減と SBD 特性改善

Reduction of dislocation density in diamond by hot-filament CVD growth accompanying metal incorporations and their improvement of SBD characteristics

産総研先進パワエレ¹, 産総研電池技術 RI²

○大曲新矢¹, 山田英明¹, 坪内信輝¹, 田中真悟², 茶谷原昭義¹, 梅沢仁¹, 奎野由明¹, 竹内大輔¹

AIST ADPERC¹, AIST RIECEN²

S. Ohmagari¹, H. Yamada¹, N. Tsubouchi¹, S. Tanaka², A. Chayahara¹, H. Umezawa¹,
Y. Mokuno¹, and D. Takeuchi¹

E-mail: shinya.ohmagari@aist.go.jp

半導体結晶中の欠陥は各種デバイス特性の劣化を引き起こす要因となることから、限りなく低減することが望ましいが、ダイヤモンドの低転位化技術は確立していない。基板中の貫通転位は CVD 成長時に 100%引き継がれるため、デバイス特性は基板の品質に大きく依存している。一方で、安価・大面積化が期待される CVD、ヘテロエピ基板の転位密度は 10^6 - 10^8 cm⁻² と高く、改善が必要である。これまでに、(a) 核生成領域をマスクパターンで制限した横方向エピタキシャル成長¹⁾、(b) 厚膜成長による転位衝突・消滅²⁾、(c) エッチピット形成と金属ナノ粒子内包による転位終端³⁾が試みられているが、いずれの手法も 10^6 cm⁻²を下回る転位密度は実現していない。

我々は、熱フィラメント (HF) CVD 法によるホモエピ成長に取り組んでいる。膜中にはフィラメントワイヤーからの金属不純物 (W) が 10^{18} cm⁻³程取り込まれるが、XRD・ラマンピークの半値全幅は基板より小さく、むしろ高品質化していることを最近発見した。金属原子導入により転位が終端している可能性があり、興味深い。今回我々は、基板/膜中での転位伝搬挙動をカソードルミネッセンス法、エッチピット法で評価し、HFCVD 層導入に伴うショットキーバリアダイオード (SBD) 特性の変化を調べたので報告する。

図 1(a)にマイクロ波プラズマ CVD 法で基板上に直接成長したエピ膜、図 1(b)に HFCVD 膜を中間層として挿入したエピ膜のエッチピット像を示す。HFCVD 層導入により、転位密度は 2×10^6 cm⁻²から 3×10^5 cm⁻²まで減少し、また転位束が著しく減少していることを確認した。同様に、中間層挿入前後で SBD 特性を評価した。基板上直接エピ膜 Diode-A: 図 1(c)では、電極間の特性のばらつきが大きく、5V で検出電流限界以下の低リーク素子は 65 個中 23 個 (35%) であった。HFCVD 層を挿入した Diode-B: 図 1(d)では均一性の高い整流特性が観測され、測定した 65 個全ての素子で低リーク特性を示した。

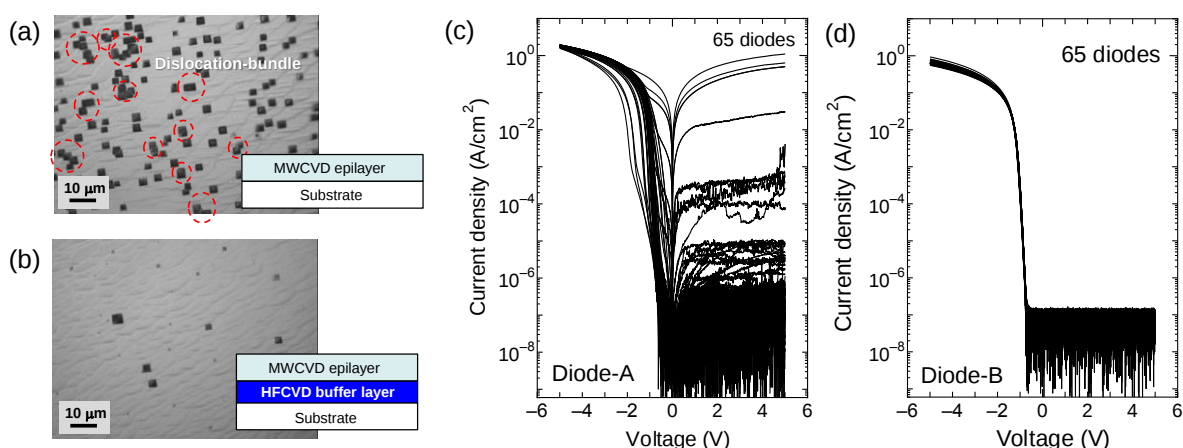


図 1. (a) 基板上に直接エピ成長した膜, (b) HFCVD 中間層を挿入したエピ膜のエッチピット表面像。図中(a)の丸点線は転位束を示す。(c), (d) は HFCVD 中間層挿入前後の SBD 特性。

- 1) K. Ichikawa *et al.*, Diam. Relat. Mater. **72**, 114 (2017).
- 2) C. Stehl *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103**, 151905 (2013).
- 3) M. Naamoun *et al.*, Diam. Relat. Mater. **58**, 62 (2015).