

## 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 and improvement of the SBD properties  
by hot-filament CVD growth accompanied with metal incorporation

産総研先進パワエレ<sup>1</sup>, 産総研電池技術 RI<sup>2</sup>

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

AIST ADPERC<sup>1</sup>, AIST RIECEN<sup>2</sup>

S. Ohmagari<sup>1</sup>, H. Yamada<sup>1</sup>, N. Tsubouchi<sup>1</sup>, S. Tanaka<sup>2</sup>, A. Chayahara<sup>1</sup>, H. Umezawa<sup>1</sup>,  
Y. Mokuno<sup>1</sup>, and D. Takeuchi<sup>1</sup>

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

半導体結晶中の転位はデバイス特性の劣化を引き起こすため、限りなく低減することが望ましい。基板中の転位は、エピタキシャル成長時に膜中に引き継がれるため、デバイス応用には高品質基板を用いる必要がある。ダイヤモンドの研究開発に於いては、数ミリ角の HPHT 製基板 (転位密度  $10^3$ - $10^5$   $\text{cm}^{-2}$ ) が多用されている。一方で、安価・大口径ウェハとして期待されるモザイク基板やヘテロエピタキシャル基板は、転位密度が  $10^6$ - $10^8$   $\text{cm}^{-2}$  と高く、改善が必要である。これまでに、マスクパターンで成長領域を限定した横方向エピタキシャル成長による低転位化が試みられているが<sup>1,2)</sup>、いずれも  $10^6$   $\text{cm}^{-2}$  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 法によるダイヤモンド単結晶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タングステン原子が  $10^{18}$   $\text{cm}^{-3}$  程取り込まれるが、XRD・ラマンピークの半値全幅は基板と比べて小さく、むしろ高品質化していることを発見した<sup>4)</sup>。金属原子が転位の伝搬を抑制している可能性があり、興味深い。今回は、試料全面に亘って高い転位密度 ( $10^8$   $\text{cm}^{-2}$ ) を有するヘテロ基板上で低転位化を試み、HFCVD 中間層挿入前後のショットキーバリアダイオード (SBD) の特性変化を調べた。

図 1(a) にカソードルミネッセンス (CL) スペクトルを示す。ヘテロ基板上では試料全面で転位に由来する強い発光 (430 nm: Band-A) が観測された。自由励起子 (FE) 発光と Band-A (BA) 発光の強度比 FE/BA は、 $3 \times 10^{-3}$  であった。同一基板上に HFCVD 層を  $3 \mu\text{m}$  成長した膜の CL スペクトルでは、BA の発光強度は  $1/30$  以下に減少し、FE/BA 比は  $0.21$  まで改善した。図 1(c), 1(d) に HFCVD 中間層挿入前後の SBD 特性を示す。ヘテロ基板上では、リーク電流の上昇およびショットキー障壁高さの不均一性が顕著に観測されたが、HFCVD 中間層挿入後は 33 デバイス中すべての素子でリーク電流が抑制され、モザイク基板の場合と同様にデバイス均一性が向上した。

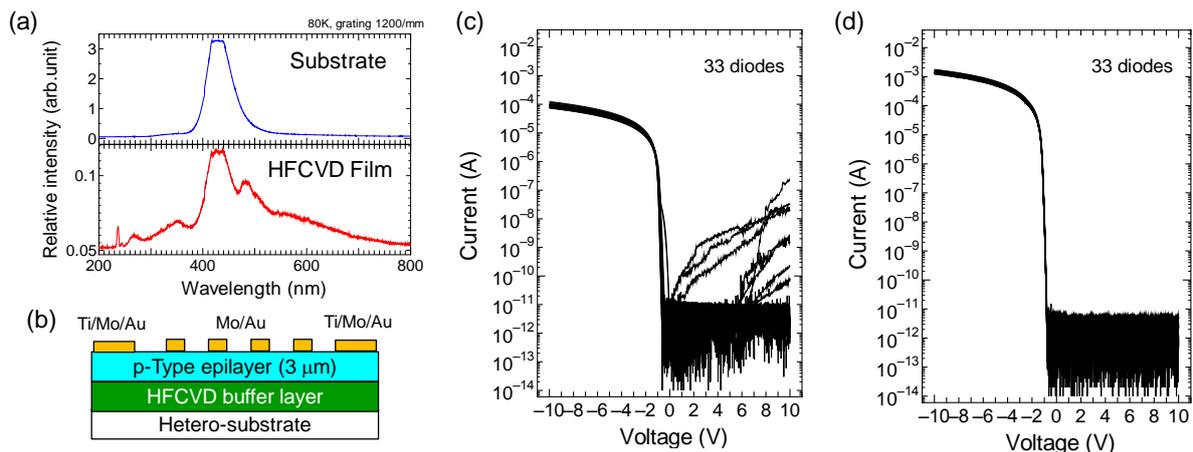


図 1. (a) ヘテロ基板および HFCVD 膜上の CL スペクトル. (b) SBD の概略図. (c) ヘテロ基板上および (d) HFCVD 中間層挿入後のエピ基板上に作製した SBD 特性.

- 1) K. Ichikawa *et al.*, Diam. Relat. Mater. **72**, 114 (2017).
- 2) M. Naamoun *et al.*, Diam. Relat. Mater. **58**, 62 (2015).
- 3) S. Ohmagari *et al.*, Appl. Phys. Lett. **113**, 032108 (2018).