

(001)面リンドーピング n 型ダイヤモンド成長における基板オフ角依存性

Misorientation angle dependence of homoepitaxial growth on

(001) phosphorus-doped n-type diamond

産総研¹, 東芝², JST-CREST³○川島宏幸^{1,3}, 加藤宙光^{1,3}, 小倉政彦^{1,3}, 鈴木真理子^{1,2,3}, 牧野俊晴^{1,3}, 竹内大輔^{1,3}, 山崎聡^{1,3}AIST¹, Toshiba Corp.², JST-CREST³○Hiroyuki Kawashima^{1,3}, Hiromitsu Kato^{1,3}, Masahiko Ogura^{1,3}, Mariko Suzuki^{1,2,3},Toshiharu Makino^{1,3}, Daisuke Takeuchi^{1,3}, Satoshi Yamasaki^{1,3}

E-mail: hiroyuki-kawashima@aist.go.jp

はじめに: 近年、ダイヤモンド半導体における n 型ドーピング技術は大きく進展し、p 型ダイヤモンド同様に、面方位の制約無く制御可能となってきた。しかしながら、n 型ダイヤモンド半導体は p 型半導体に比べ、ドーピングの制御性、表面の平坦性等に課題を残している。今回我々は、(001)面における n 型リンドーピングダイヤモンド膜に着目し、そのドーピング特性の改善を目指し、ダイヤモンド成長における基板オフ角依存性を調べたので報告する。

実験方法: リンドーピングダイヤモンド膜の成長は、マイクロ波プラズマ化学気相堆積法により、(001)面から [110]方向へ 2° , 5° , 10° , 15° , 20° 傾けた各オフ基板上へ行った。プラズマ条件は、気相圧力 25 Torr, マイクロ波出力 750 W, ステージ温度 850°C , CH_4/H_2 流量比 0.5 %, PH_3/CH_4 流量比 50 % である。成長後のダイヤモンド表面は、原子間力顕微鏡 (AFM) 測定を、膜厚および不純物濃度は、二次イオン質量分析 (SIMS) 測定を用いた。

結果および考察: 図 1 には成長した(001)面リンドーピングダイヤモンド膜の AFM 像を示す。基板オフ角 2° の表面では、オフ方向に沿った典型的なマクロバンチング表面が現れた。基板オフ角を大きくすることでステップのバンチングが徐々に解放され、比較的平坦な表面が得られた。 $5 \times 5 \mu\text{m}$ 領域の平均二乗平方根荒さ (RMS) は約 1 nm である。さらに基板オフ角を 15° 以上になると成長機構がステップフロー成長モードから外れ、3 次元島状成長が支配的となり、RMS は 40 nm と増大する。また、ステップフロー成長モードの領域において、プラズマ条件を一定に基板オフ角を変えると、膜の成長速度が増加するとともに、リンの取り込み効率が向上する傾向にあった。基板のステップ密度およびステップの進行にリンの取り込みが大きく関与していることが示唆される。詳細は当日議論したい。

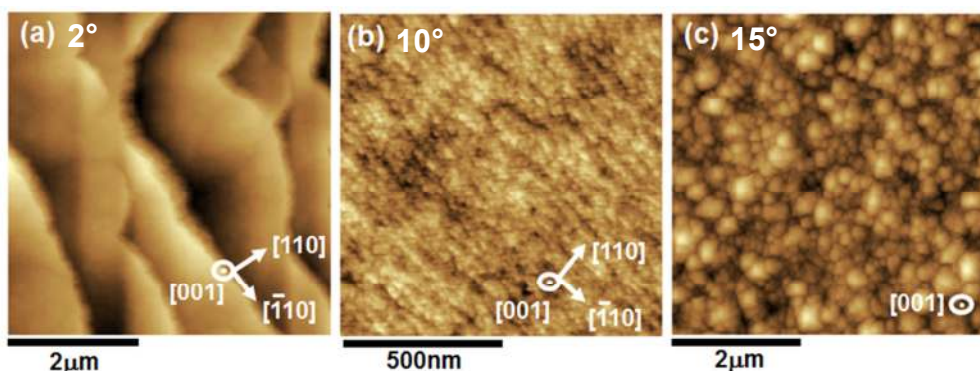


Fig.1 (001)面リンドーピングダイヤモンド膜における AFM 像の基板オフ角依存性

(a) オフ角 2° , RMS=9.0nm, (b) オフ角 10° , RMS=1.0nm, (c) オフ角 15° , RMS=40nm(RMS 値は $5 \times 5 \mu\text{m}$ 領域時の数値)