

18p-D6-12

ケルビンプローブ顕微鏡を用いた高濃度 n 型ダイヤモンドの表面電位の評価

The valuation of surface potential for heavily doped n-type diamond semiconductors

by Kelvin probe force microscopy

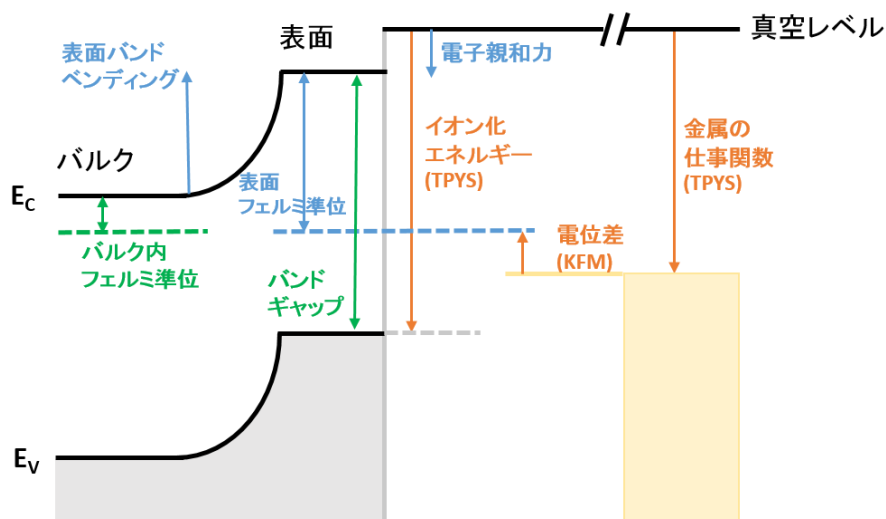
筑波大学¹, 産総研², CREST³○白田和也^{1,2,3}, 竹内大輔^{2,3}, 小倉政彦^{2,3}, 加藤由光^{2,3}, 牧野俊晴^{2,3}, 大串秀世^{2,3}, 山崎聡^{1,2,3}Tsukuba Univ.¹, AIST², CREST³○Kazuya Shirota^{1,2,3}, Daisuke Takeuchi^{2,3}, Masahiko Ogura^{2,3}, Hiromitsu Kato^{2,3},Toshiharu Makino^{2,3}, Hideyo Okushi^{2,3}, Satoshi Yamasaki^{1,2,3}

E-mail: kazuya-shirota@aist.go.jp

ダイヤモンドは、半導体材料として他の材料より優れた物性値を持っていることから超低損失なパワーデバイスや、現在では実現されていない新しいデバイスの開発へ向けた研究が進められている。特に、表面終端構造により電子親和力が大きく変化し負の値を持つこともあると知られており、その特性を活かした電子放出デバイスの実現や、金属と半導体界面の制御において表面物性を理解しておくことは重要である。

そこで本研究では、結晶の表面構造や吸着物などの影響を受けた表面状態を反映する表面電位について、原子間力顕微鏡(Atomistic Force Microscopy; AFM)を応用し高い分解能を持ち、非破壊的に測定できるケルビンプローブ顕微鏡 (Kelvin probe Force Microscopy; KFM) を用いて実験した。KFM は探針と測定試料との間の仕事関数の差を測定できる。^[1] 一方で、全光電子放出率分光法(Total Photo Yield Spectroscopy; TPYS)を用いると金属の仕事関数の絶対値を測定できる。図 1 に示すように KFM と TPYS を組み合わせると、表面準位が既知の金属と未知のダイヤモンドを比較してダイヤモンドの表面電位を正確に知ることができ、バルクから表面にかけてのバンドモデルが描ける。本研究では図 1 の手法により、高濃度 n 型ダイヤモンドについて表面バンドベンディングを直接測定することを目的とした。試料は HTHP I b(111)基板上に P 濃度約 $1.0 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ で CVD 合成した膜を用いた。

酸素終端 n 型ダイヤモンドと、その上にパターンニングして真空蒸着シグラウンドにおとした金との電位差は、KFM により $0.1 \pm 0.05 \text{ eV}$ という結果を得た。高濃度 n 型について TPYS ではイオン化エネルギーが正確に測定できていないが、真性半導体 II a 型(111)酸素終端表面と大きな変化はないとして図 1 のように考えると、表面は約 3.4 eV 上向きにバンドベンディングを持っていることが分かった。よって、高濃度 n 型ダイヤモンドは定性的に非常に大きい表面バンドベンディングが存在していると考えられる。



参考文献

- [1] B. Rezek et al. Diamond and Related Materials **13** (2004) 740–745

図 1. KFM と TPYS のデータから考えられるバンドモデル