

ダイヤモンド横型 p-n 接合についてケルビンプローブフォース顕微鏡による 表面電位評価と内部構造との相関

Evaluation of potential profile of by Kelvin probe force microscopy and correlation with inside structures
about a diamond lateral p-n junction

○白田和也^{1,2}, 竹内大輔², 牧野俊晴², 加藤宙光², 小倉政彦², 山崎聡^{1,2} (1. 筑波大学、2. 産総研)

○Kazuya Shiota^{1,2}, Daisuke Takeuchi², Hiromitsu Kato², Toshiharu Makino², Masahiko Ogura², Satoshi Yamasaki^{1,2} (1.Univ. of Tsukuba, 2.AIST)

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

【はじめに】 ダイヤモンドの特徴を活かした p-n、p-i-n 接合デバイスの研究が進んでいるが、そのパフォーマンスは改善の余地が残されており、現在はデバイスの動作メカニズムを詳細に検討していく段階にある。I-V/C-V 特性だけではなく電位分布も明らかにすることができれば、デバイス物性の理解がより進むと考えた。そこで、ケルビンプローブフォース顕微鏡(Kelvin Probe Force Microscopy: KPFM)による表面電位分布の評価に注目した。表面で観察される電位は、バルク内部と対応するはずであり、KPFM による表面の結果からバルク内部の様子を考察できる。本発表では、横型 p-n 接合の KPFM 結果を示し、表面電位像とデバイス構造の関係を議論する。

【実験】 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、非破壊的に測定できる KPFM を用いた。原子間力顕微鏡(Atomic Force Microscopy; AFM)を応用し高い分解能を持ち、KPFM は探針と測定試料との間の表面の仕事関数差を測定する。試料は、I b(001)基板上に低濃度 B ドープ p 型を約 2 μm 合成し、フォトリソグラフィとドライエッチングによりメサパターンを形成した。(001)表面で(111)方向に n 型を成長させる選択成長技術を利用して、横型 pn 接合は作製した(図1)。

【結果】 図2に酸素終端表面をもつ横型 p-n 接合の電位分布像を示す。電位の高低によって色分けされており、色が変わっている位置は、試料作製プロセスから見積った p-n 接合界面の位置とよく一致している。点 PQ 間の高さ像(図 3(a))からは、界面部分で変化はみられないが、電位像(図 3(b))では p 領域と n 領域の電位差 0.4 V が明確に観察された。ダイヤモンドバルク内の拡散電位 4.5 eV に対して、表面での電位差は非常に小さい値である。発表では、この値について p 型、n 型それぞれにおいてバルクから表面にかけてのバンド湾曲や電子親和力を考慮すれば説明できることを報告する。また、電位変化の幅から空乏層幅は 1.0 μm と見積もられ、空乏層は p 層に伸びている。これらの結果は、n 層、p 層の不純物濃度を考慮すると妥当である。したがって、KPFM を用いた本手法によるダイヤモンドデバイス評価は非常に有益であると考えられる。発表では、電圧印加時の電位分布についても議論する予定である。

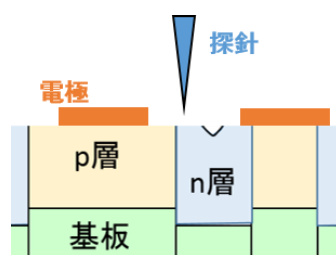


図1 横型 p-n 接合の概略図

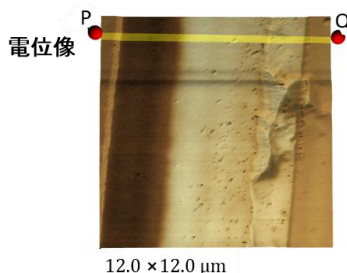


図2 電位分布図

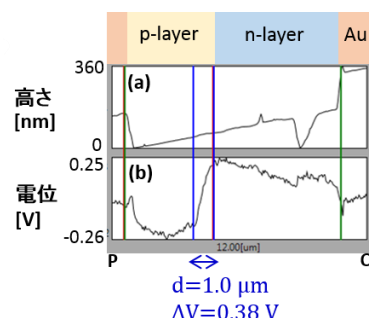


図3 PQ間の高さ(a)、電位(b)の距離依存性