

(111) 基板上のダイヤモンド横型 p-n 接合の作製

Fabrication of Lateral p-n Junction on a (111) Substrate

東工大¹, ALCA², CREST³, 産総研⁴ ○佐藤一樹¹, 岩崎 孝之^{1,2,3}, 清水 麻希^{1,3}, 加藤 宙光^{3,4},
牧野 俊晴^{3,4}, 小倉 政彦^{3,4}, 竹内 大輔^{3,4}, 山崎 聡^{3,4}, 波多野 睦子^{1,2,3}

Tokyo Institute of Technology¹, ALCA², CREST³, AIST⁴, ○Kazuki Sato¹, Takayuki Iwasaki^{1,2,3},
Maki Shimizu^{1,3}, Hiromitsu Kato^{3,4}, Toshiharu Makino^{3,4}, Masahiko Ogura^{3,4}, Daisuke Takeuchi^{3,4},
Satoshi Yamasaki^{3,4} and Mutsuko Hatano^{1,2,3}

E-mail: satou.k.ah@m.titech.ac.jp

背景・目的 ダイヤモンドの(111)面は不純物の濃度制御性に優れており[1]、MOSFET などのパワーデバイスに向けた高濃度ドーパのドレイン/ソース領域および低濃度ドーパのチャネル領域の高精度な形成が期待できる。また、NV センタを活用した磁気センサにおいて、検出感度を向上させるために有効な配向軸を揃える観点からも[2]、(111)基板上でのプロセス開発は重要である。本研究では、(111)基板上に横型 p-n 接合を作製することを目的として、Au/Ti マスクを用いた n 型ダイヤモンドの CVD 選択成長を行った。

実験方法 Fig.1 に横型 p-n 接合の作製プロセスを示す。1b ダイヤモンド(111)基板上に CVD で p 型を 1 μm 堆積後、Au/Ti (350/10 nm) の 2 層構造のマスクをパターニングした。Au の役割は、500 nm の ICP エッチング[Fig. 1(a)]中のハードマスクに加えて、n 型の CVD 成長中でのマスク上のダイヤモンド成長の抑制である[Fig. 1(b)]。Ti は Au とダイヤモンドとの密着性を高め、マスクの剥離を防ぐために用いた。また、n 型ダイヤモンドの成長条件は[111]方向に優先的に成長を促すために温度 900 $^{\circ}\text{C}$ 、メタン濃度 0.05 %とした。

実験結果・考察 CVD 合成後のメタルマスク領域の XPS 解析の結果、Au は検出されず Ti のみが成長時のマスクとして機能していることが判明した。さらに、ダイヤモンド C1s の強度比較から Ti 上にダイヤモンドは成長しておらず、選択的な成長が達成できていることが分かった。この結果はダイヤモンド成長におけるマスク材料としての Ti の有用性を示している。Fig.2 に AFM 像を示す。エッチング深さ 500 nm に対して、成長後の p 型と n 型ダイヤモンドの高低差が 160 nm であることから n 型の膜厚は 340 nm と見積もられる。Fig.3 に FIB 加工後の SEM 画像を示す。断面図から横型 p-n 接合の形成が観察されるが、接合界面についての詳細な解析は今後の分析や電気特性評価などで明らかにしていく。

[1] M. Katagiri, J. Isoya, et al., Appl. Phys. Lett. 85, 6365 (2004).

[2] T. Fukui, N. Mizuochi, et al. APEX 7, 055201 (2014).

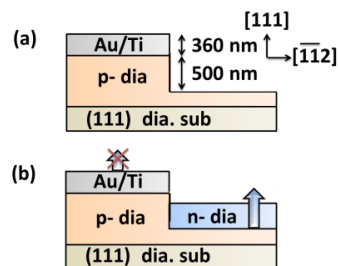


Fig.1 Fabrication process.

(a) Formation of step structure.

(b) Growth of n-type diamond.

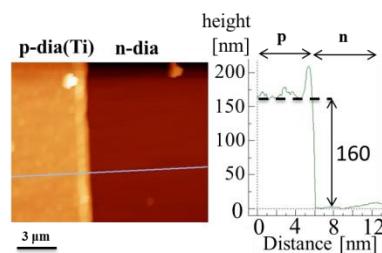


Fig.2 AFM image at p-n junction

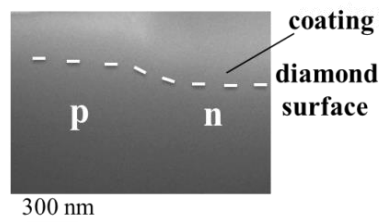


Fig.3 Cross-sectional SEM image.