

ダイヤモンド上 SiO₂ ゲート絶縁膜の形成と評価

○原 壮志, 袴田 知宏, 小野 和子, 瀬下 裕志, 林 佑哉, 平岩 篤, 川原田 洋
早稲田大学理工学術院

Formation and evaluation of SiO₂ gate dielectric films on diamond

T.Hara, T.Hakamata, W.Ono, Y.Seshimo, Y.Hayashi, A.Hiraiwa, H.Kawarada

Waseda University

E-mail: 11o23w58l13@akane.waseda.jp

1. 緒言

我々はこれまでにダイヤモンドデバイスにおけるゲート絶縁膜として Al₂O₃ を検討し[1]、高電圧(~600V)高温(~400℃)での動作を実現してきた [2]。Al₂O₃ は高誘電体材料であるが、膜中に固定電荷を有し、ゲート絶縁膜としての実用例は殆ど無い。そこで、膜中の固定電荷が少なく、産業用デバイスで高い信頼性を持つ SiO₂ をゲート絶縁膜として用いることが望ましい。特に、Si MOSFET で利用される Si の熱酸化膜はトラップが少なくリーク電流が最も少なく、ゲート絶縁膜に最も適している。本研究では、ダイヤモンド上に Si 蒸着で成膜した Si を熱酸化炉にて酸化することで SiO₂ 膜を形成し、ゲート絶縁膜の適性を検討した。

2. 実験

水素終端(001) ダイヤモンド単結晶基板の表面に、電子ビーム(EB)加熱した Si をダイヤモンド基板表面に蒸着した。そして Wet 酸化炉にて熱酸化を行うことで、ダイヤモンド上に Si の熱酸化による SiO₂ 膜を形成した。その後、電流電圧 (I-V) 測定による耐圧評価、SiO₂ 膜エッチング後 X 線光電子分光 (XPS)、減衰全反射 (ATR) 等によりダイヤモンド終端変化観察を行った。

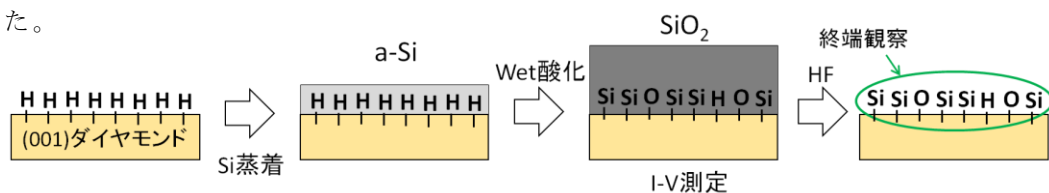


図 1 実験プロセス

3. 結果と考察

SiO₂ 膜を形成したダイヤモンド基板の二次イオン質量分析(SIMS)結果では、ダイヤモンド表面まで Si と O が一定比で存在していた。これより、界面まで Si が酸化され、SiO₂ が形成されていると考えられる。また、SiO₂ 膜エッチング後にダイヤモンド表面に電子線を照射して得られた RHEED パターンが 1×1 パターンを示していることから、表面がグラファイト化せずにダイヤモンド構造が維持されていることがわかった。図 2 に SiO₂ 膜エッチング後の ATR 測定結果を示す。C-Si、SiO_x 由来と考えられるピークが検出されており、RHEED や、HF エッチング後のダイヤモンド表面の XPS 測定で Si ピークが検出されたことと合わせて考えると、Si-C 結合がダイヤモンド表面に生成していると考えられる。I-V 測定結果については当日報告する。

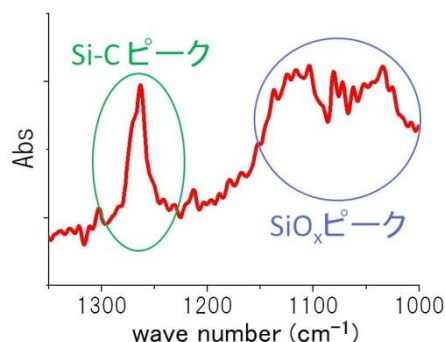


図 2 SiO₂ 剥離後の ATR 測定結果

[謝辞] 本研究は、基盤(S)(26220903) の助成と物質・材料研究機構 (NIMS)生田目氏、大井氏、大木氏、知京氏の協力により実施された。

[1]Hiraiwa, Kawarada et al. J. Appl. Phys.112 2012 124504.

[2]Kawarada, et al. Appl. Phys. Lett. 105 2014 013510.