

ミニマルファブを活用したダイヤモンド SBD の試作と評価(III)

Fabrication and evaluation of diamond SBD using Minimal fab (III)

産業技術総合研究所¹, ミニマルファブ推進機構²

○渡邊 幸志¹, 根本 一正¹, 三浦 典子², 加瀬 雅¹, 谷島 孝¹, 野田 周一¹,
梅澤 仁¹, クンプアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}

AIST¹, MINIMAL²

○Hideyuki Watanabe¹, Kazumasa Nemoto¹, Noriko Miura², Masashi Kase¹, Takashi Yajima¹, Shuichi Noda¹,
Hitoshi Umezawa¹, Sommwawan Khumpuang^{1,2}, and Shiro Hara^{1,2}

E-mail: hideyuki-watanabe@aist.go.jp

はじめに

ダイヤモンドは、5.48eV の大きなバンドギャップを持つワイドバンドギャップ半導体で、次世代パワーデバイス材料として応用が進む SiC や GaN を超える物性値(絶縁破壊電圧、電子移動度など)を持つことから、次々世代パワーデバイスへの応用が期待されている。しかし、ダイヤモンドは、他の半導体材料と比較してウエハの大口径化が難しいため、巨大な現在のメガファブとの整合性が全く無いことが将来の応用と普及の障害となる。そこで、最近我々は、小口径ウエハ(Φ12.5mm)が利用可能なミニマルファブを使ったダイヤモンドデバイスのためのプロセス技術開発を開始し、ショットキーバリアダイオード(SBD)の試作を行っている[1]。前回、デバイス作製直前工程で、従来の RCA ベースの洗浄に代わり、化学機械研磨(CMP)の適用を提案し、CMP 処理においてもショットキー電極の形成が可能であることを示した[2]。今回我々は、この結果の再現性の確認とともに、電極周辺のガードリングとして用いた Si 酸化膜の膜質を改善したところ、逆方向リーク電流の大幅な減少がみられたので報告する。

実験及び結果

デバイスは、ミニマル規格の Φ12.5 mm ボロンドープエピ膜付き(001)ダイヤモンドウエハの同一面上に、オーミック電極として Ti、ショットキー電極として Al をスパッタ堆積で形成し、電流(I)-電圧(V)特性を評価した。ボロンドープ層の膜厚は約 2 μm、ボロン濃度は約 $5 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ である。Si 酸化膜は、ミニマル TEOS プラズマ CVD 装置により成膜した。表 1 は成膜条件を示す。

図 1 は試作した SBD の模式図と I-V 特性を示す。SBD 試作のための工程数は、29 工程である。前回から変更したのは、Si 酸化膜膜質改善だけである。この改善により、10V での逆方向電流で約 3 桁の減少が観測され、逆方向電流の電圧依存性がほぼなくなった理想的なショットキー逆方向特性を得た。形成した Si 酸化膜は、膜質改善変更前後で、BHF エッチング速度が、1704nm/min から、314nm/min へおおよそ 1/5 以下となっており、緻密性に関する膜質の違いがあるといえる。

まとめ

以上から、CMP による表面平坦化技術は、リーク電流が電圧依存性がない理想的なショットキーを形成するのに効果的であることがわかった。ただし、オン抵抗が相対的に高く出ている理由については継続調査中である。

[1]原史朗、他、NEW DIAMOND139, 28 (2020).

[2]渡邊幸志、他、第 81 回応用物理学会秋季学術講演会、10a-Z10-10 (2020).

表 1 Si 酸化膜の成膜条件

| | 従来条件 | 改善条件 |
|--------------------------|------|------|
| TEOS流量 (sccm) | 1.00 | 0.85 |
| O ₂ 流量 (sccm) | 35 | 35 |
| RFパワー (W) | 20 | 35 |
| プロセス圧力 (Pa) | 100 | 100 |
| ステージ温度 (°C) | 300 | 310 |

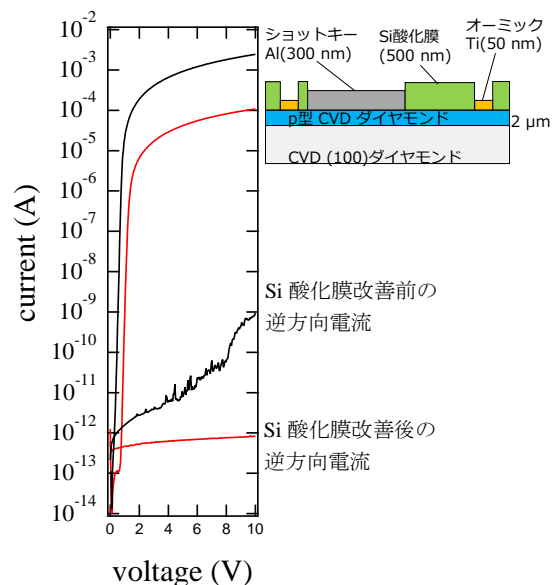


図 1 Si 酸化膜改善前後での IV 特性