

高品質 CVD ダイヤモンド微細柱状構造の作製プロセスの適正化とそのデバイス応用

Optimization of fabrication process proposed for fine columnar structure of high-quality CVD diamond and its device application

阪大院工 ○橋本 竜一, 毎田 修, 伊藤 利道

Graduate School of Engineering, Osaka Univ., ○Ryuichi Hashimoto, Osamu Maida, Toshimichi Ito

E-mail: r.hashimoto@daiyan.eei.eng.osaka-u.ac.jp

1. 背景と目的

ダイヤモンドは、その優れた物性から、シリコンでは動作しない過酷な環境下でも動作する半導体材料としても注目されており、深紫外線・軟X線検出器の作製が行われてきたⁱⁱ⁾。ダイヤモンド検出器は、Si検出器と比較してバンドギャップが5.5 eVと広いことから、十分高品質であれば室温でも冷却機構なしでも雑音特性が良好で、可視光領域に感度を持たない等の利点があるが、現状技術レベルでは、その検出感度や検出効率には更なる改善が求められている。そのためには、検出領域の結晶品質の更なる高品質化のみならず素子構造の適正化が必要である。当研究室では局所的に高電界を印加するダイヤモンド紫外線・軟X線検出器を作製し、印加電圧を増大したところ、極薄膜電極近傍に局所的に形成された高電界領域におけるアバランシェ増幅により、信号の大幅な増幅現象が観測された。しかし、更なる高印加電圧領域では検出電流が印加電圧の二乗に比例するようになり、空間電荷制限電流機構が支配的になるが、測定電流値は 10^{-6} A程度であることから、検出電流は局所的にのみ十分高密度で流れていることが示唆されているⁱⁱⁱ⁾。

そこで本研究では、局所的素子構造の作製プロセスの適正化を行い、ダイヤモンド検出器を試作し、入射粒子の局所的照射が容易な電子線に対する検出特性の局所的素子構造依存性について調べた。

2. 実験

<100>方向に5度オフ角の付いた高圧合成1bダイヤモンド(001)微斜面基板上に、高出力マイクロ波プラズマ(MWP)CVD法により、(アンドープ)バッファ層を CH_4 濃度(CH_4/H_2 比)4%、投入マイクロ波電力 ≈ 3800 Wでホモエピタキシャル成長した。その上に、水素希釈した $\text{B}(\text{CH}_3)_3$ をドーピングガスとして、B/C比50 ppmでBドーブ層を2時間ホモエピタキシャル成長した後、アンドープ層を上記条件で6時間合成した。Bドーブ層は励起キャリアのバッファ層への拡散を抑制するために挿入した^{iv)}。局所的素子構造の作製プロセスとして、Fig. 1のようなプロセスを検討し、Pt薄膜の自己凝集粒状化プロセスや種々のエッチングプロセスについて適正化を行った。

3. 結果及び考察

Ptの粒状化において、目的の柱状構造を作製するにはPt粒間の間隔が適度に広い(数十 μm 程度)ことが望ましい。そこで、Fig. 1のように、基板上にレジストを塗布した後Pt薄膜を電子ビーム蒸着し、水素プラズマを適切な温度で照射することで自己凝集して形成されるPt粒子を適度な間隔で分散させることが可能となった(Fig. 2)。採用した当該作製プロセスでは、レジスト上に等間隔に並んだ直

径4 μm の円形のレジストパターンを形成した。

柱状構造形成後の2度目のレジストのエッチング方法について、1) オゾン処理、2) 反応性イオンエッチング、3) ECRプラズマエッチングの3種類について検討を行ったところ、1) ではレジストの表面ラフネスが増大し、柱表面にレジストが残る可能性が示唆され、2) ではエッチング後に露出した柱状構造表面のラフネスが大きく増大するのに対し、3) ではレジスト表面のラフネスは大きく変化せず、基板表面のラフネスが改善されたため、このエッチング方法を採用した。

提案した作製プロセスの詳細、並びに、試作した検出器の検出特性については当日発表する。

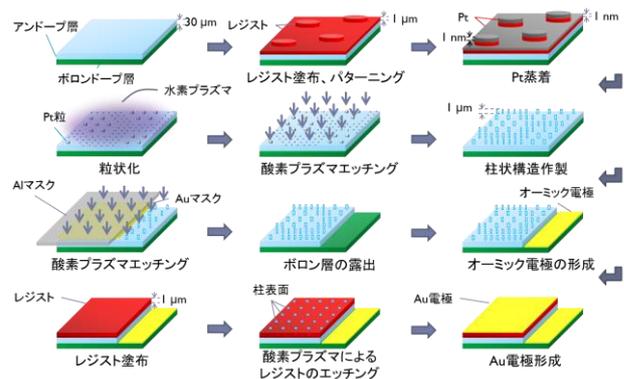


Fig. 1. Fabrication process proposed for fine columnar CVD diamond structure with electrodes

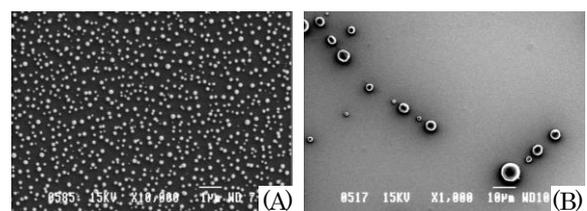


Fig. 2. Typical SEM images of Pt particles self-aggregated at (A) 890 °C and (B) 800 °C on phthorregist by hydrogen plasma irradiation.

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究(A)21216011)の助成により行われた。

参考文献

- i) T. Teraji, S. Yoshizaki, H. Wada, M. Hamada and T. Ito: *Diamond Relat. Mater.* **13** (2004) 858.
- ii) M. Kanasugi, Y. Iwakaji, T. Yamamoto, O. Maida, Y. Takeda, Y. Saitoh, T. Ito: *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **621** (2010) 650.
- iii) H. Matsubara, Y. Saitoh, O. Maida, T. Teraji, K. Kobayashi, T. Ito: *Diamond Relat. Mater.* **16** (2007) 1044.
- iv) O. Maida, H. Sato, M. Kanasugi, S. Iguchi, T. Ito: *Diamond Relat. Mater.* **20** (2011) 242.