

課題番号 : F-20-NM-0069
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 反応性イオンエッチングを用いたダイヤモンドプローブの作製
 Program Title(English) : Fabrication of diamond probes using reactive ion etching
 利用者名(日本語) : 千地 遼平
 Username(English) : R. Chiji
 所属名(日本語) : 慶應大学院基礎理工学専攻
 Affiliation(English) : Faculty of Science and Technology, Keio University
 キーワード/Keyword : フォトニクス、リソグラフィ・露光・描画装置、ダイヤモンド、ナノエレクトロニクス、NV center、

1. 概要(Summary)

ダイヤモンド窒素空孔中心(Nitrogen-Vacancy center:NV センター)は室温動作型の高感度・高空間分解能センサーとして期待されている。NV センターの高感度化には NV センターの向いている方向、配向方向が重要になる。そこで本研究グループではダイヤモンド上に微細加工を施すことによって成長方向を制御し、高感度測定に適した高配向サンプルの作製を行っている。本研究では Ni 異方性エッチング^[1]を新たに導入することでこれまで以上の高感度化に挑戦した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 125 kV 電子ビーム描画装置、酸化膜ドライエッチング装置、12 連電子銃型蒸着装置、プラズマ CVD 装置、多目的ドライエッチング装置、高速マスクレス露光装置

【実験方法】

まず NV センターを製作する前に、基板上に溝状の微細加工を施した。この工程では比較のために新しく導入した Ni 異方性エッチングと従来手法の RIE の両手法で行った。Ni 異方性エッチングでは Ni 蒸着を高速マスクレス露光装置、12 連電子銃型蒸着装置を用いて行った。その後、当研究室で所有している水蒸気雰囲気処理装置にて高温アニールを行うことによってダイヤモンドのエッチングを行った。比較用の RIE ではプラズマ CVD 装置、レーザー露光装置、多目的ドライエッチング装置、酸化膜ドライエッチング装置を用いて長方形のエッチングを行った。その後 CVD 成長することによって、微細加工によって方向の制御された成長を行った。生成された NV センターを自作の共焦点顕微鏡を用いて測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に CVD 成長後のフォトルミネッセンス(PL)測定、ODMR (Optically Detected Magnetic Resonance:ODMR)測定、スピンエコーの結果を示す。微細加工上に大きな発光が観察され、その配向方向が揃っていることがわかった。これは今回の微細加工によって{111}面を露出することに成功し、それによって成長方向を<111>に限定出来たことを意味する。このように(100)基板上に配向率 100% 近い NV センターが生成出来た例は今回が初めてである。

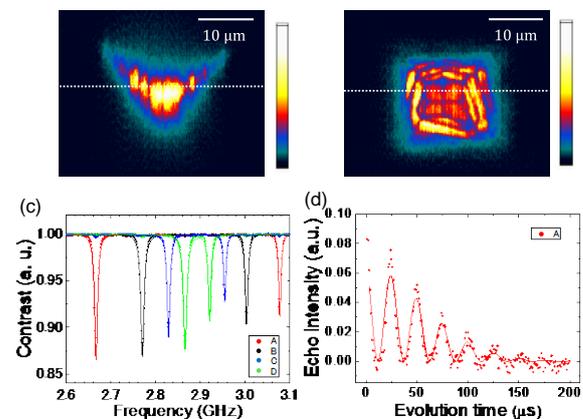


Fig. 1 PL image for (a)xz and (b)xy (Detected by cross-section of white line) (c)ODMR spectrum (d)spin echo

4. その他・特記事項(Others)

[1] Nagai, M. *et al.*, *Sci. Rep.* **8**, 6687 (2018).

- ・共同研究者: 金沢大 徳田 規夫 様
- ・競争的資金: JSPS 科研費 18H01502
- ・技術支援者: 大里 啓孝 (NIMS 微細加工 PF)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

R.Chiji 第 81 回応用物理学会 秋季学術講演会
 2020 年 9 月 8 日

6. 関連特許(Patent)

なし