

課題番号 : F-19-NM-0028
 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基板上任意位置への微細加工
 Program Title(English) : Microfabrication to the arbitrary position on diamond substrate by 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。本研究では NV センターを含むダイヤモンドをプローブとして用い、原子間力顕微鏡と同様のシステムで走査し、センシングする手法を目指している。そのため、NV センターを含むプローブを製作することを目的とした。

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た。次にダイヤモンド薄膜を成長し、溝構造部分に NV センターを製作した。この基板上に 200~1200 nm のピラー構造を製作し、自作の共焦点顕微鏡にて評価を行った。この時ピラー構造の位置合わせのためにメタルアライメントマークを用いた。この工程ではメタルアライメントマーク生成のためにレーザー描画装置、12 連電子ビーム装置を、ピラー製作のためにプラズマ CVD 装置、125kV 電子ビーム描画装置、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た。

また、厚さ 50 μm の基板上に Ni を蒸着させることで、Ni 異方性エッチング法[1]にてダイヤモンドプローブの切り出す準備を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

微細加工 NV 基板上に製作したピラー構造の SEM

像と共焦点顕微鏡像を Fig. 1 に示す。ピラー加工部分と未加工部分の特性比較を Table. 1 に示す。これらよりピラー構造を作製することで NV センターの磁場感度の向上に成功したことがわかった。

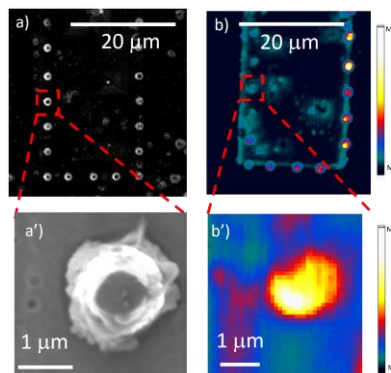


Fig. 1 image of pillar structure a)SEM b)Confocal

Table. 1 Properties of NV centers

	800nm pillar	Non pillar
Photon count (k count)	556 ± 117	304 ± 72
T_2 (μs)	139 ± 12	113 ± 17
T_2^* (ns)	342	91
Orientation ratio (%)	70 ± 17	70 ± 12
DC Sensitivity (μT/Hz ^{1/2})	52	125
AC Sensitivity (nT/Hz ^{1/2})	3.47	8.57

4. その他・特記事項(Others)

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

・共同研究者: 産業技術総合研究所 渡邊 幸志 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)

(1) R. Chiji, The 30th International Conference on Diamond and Carbon Materials 令和 1 年 9 月 10 日

6. 関連特許(Patent)

なし