広視野高感度表面磁気計測に向けた高配向 NV センタデルタドープ薄膜の形成

Formation of Highly aligned Delta Dope NV center for Wide Field Imaging

○中島 誠人[1,2]，石綿 整[1]，岩崎 孝之[1,2]，波多野 睦子[1,2] (1.東工大 2.CREST)

○Makoto Nakajima[1, 2], Hitoshi Ishiwata[1], Takayuki Iwasaki[1, 2], Mutsuko Hatano[1, 2]

E-mail: nakajima.m.aj@m.titech.ac.jp

室温において高い磁気感度を有するダイヤモンド NV センタは表面近傍数十ナノメートルの領域に形成することで核スピンレベルの高感度表面磁気計測を実現することが可能である[1]。これまで先行研究において、ステップエッジに局所的に形成された高配向高密度 NV センタデルタドープ薄膜により水素プロトンの NMR 信号を検出した[2]。しかし、細胞などより大きな観測対象を二次元的に計測する NV センタを用いた顕微 NMR/MRI の実現には、高配向・高密度な NV センタデルタドープ層を表面近傍全面に形成することが重要である。今回、IIa 基板上にステップ高さ数ナノメートルを有するデルタドープ薄膜の CVD 合成を行うことで、高配向高密度な NV センタデルタドープ薄膜(<20nm)を全面に形成した。

薄膜の作製法について述べる。まず、[$\bar{1}\bar{1}$2]方向へ 2° オフ角をつけた IIa ダイヤモンド(111)基板上に、CH_4/H_2(0.05%)混合ガスを用いて i 層の CVD 成長を 2-3um 行った。その後、0.4%の窒素を導入することで、窒素を含むデルタドープ層の合成を行った(合成時間：1 分，2 分)。Fig.1 に作製された試料の共焦点顕微鏡像を示す。共焦点顕微鏡像による発光強度の計測から全面に NV センタの生成が確認できる。

Fig.2 に SIMS によるデルタドープサンプルの窒素濃度測定結果を示す。この結果から、合成時間 1 分で CVD 合成された試料において、表面から 20nm の領域で $10^{19}cm^{-3}$ を超える窒素濃度が観測されており、20nm より深い部分での窒素濃度はバックグラウンドレベルであることが分かる。以上の結果から、表面近傍 20nm 以下の領域に NV センタが形成されていることが分かり、さらに ODMR スペクトルの測定結果からその配向率は>90%であることが確認できた。全面に形成された高配向デルタドープ薄膜において、高いスピンコヒーレンス特性を得ることで NMR/MRI 計測への応用が期待できる。

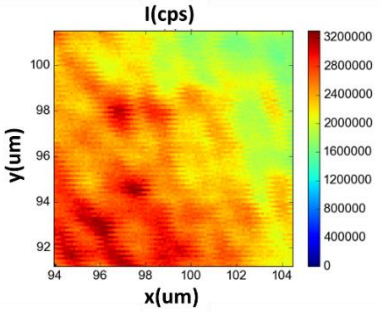

Fig. 1 Confocal XY scan of NV center delta doped diamond film

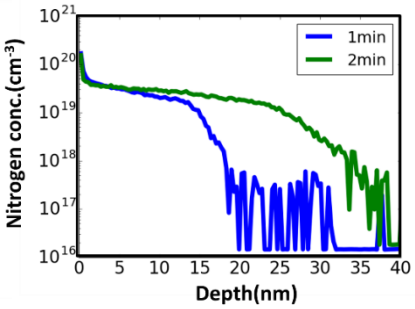

Fig. 2 SIMS profile of NV center delta doped diamond film

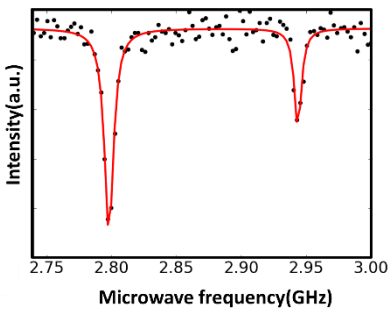

Fig. 3 ODMR spectrum of NV center delta doped diamond film

[1]DeVience *et al*. *Nat Nanotechnol* 10, 129 (2015)
[2]Ishiwata *et al*. *77th JSAP Autumn Meeting* (2016)

© 2017年 応用物理学会