イオン注入を用いたSiVセンターの作製と生成収率のエネルギー依存性評価

Fabrication of SiV centers by ion implantation and the dependence of creation yield on the implantation energy

早大理工[1]，物材機構[2]，量研機構[3]，群大[4]，東北大[5]，筑波大[6]
○加賀美理沙[1,*]，東又格[1]，岡田拓真[1]，寺地徳之[2]，小野田忍[3]，春山盛善[3,4]，大島武[3]，品田高宏[5]，加田渉[4]，花泉修[4]，磯谷順一[6]，谷井孝至[1]

Waseda Univ.[1], NIMS[2], QST[3], Gunma Univ.[4], Tohoku Univ.[5], Univ. of Tsukuba[6]

○Risa Kagami[1,*], Itaru Higashimata[1], Takuma Okada[1], Tokuyuki Teraji[2], Shinobu Onoda[3], Moriyoshi Haruyama[3,4], Takeshi Ohshima[3], Takahiro Shinada[5], Wataru Kada[4], Osamu Hanaizumi[4], Junichi Isoya[5], Takashi Tanii[1]
E-mail: kagami@tanii.nano.waseda.ac.jp

【研究背景】ダイヤモンド中のSiV(Silicon Vacancy)センターは、2つの隣接する空孔の中間にSi原子が位置する構造をもつ。一価の負に帯電したSiV$^-$センターは室温では738 nmに中心波長を持ち、波長域の狭い、明るい、単一光子源である。低温では光子とスピンとのインターフェイスにおいて極めて優れており、量子テレポーテーションなどへの応用が期待されている。注入したSi原子とVacancyが会合することでSiVセンターが形成されるが、Vacancyの分布や個数は注入方法や注入エネルギーによって変化する。私たちはこれまでに、低エネルギー集束イオンビーム(FIB)を用いて注入エネルギー60 keVでSiV$^-$センター配列を作製し、その生成収率が15%であることを報告した[1]。今回、様々なエネルギーの下でブロードイオンビーム注入を用い、SiV$^-$センターの生成収率を評価した。

【実験方法】Element6社製EL級CVD合成ダイヤモンドと、Ib(100)基板上にマイクロ波プラズマCVD法で合成したホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜を用いた。ブロードイオンビームではSi$^+$イオンを加速エネルギー30、60、180、300 keVで注入した。注入後、熱処理(1000℃、30 min)を行い、熱混酸による洗浄後、共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡(CFM)を用いてイオン注入領域の共焦点顕微鏡像を取得し、フォトルミネッセンス(PL)測定を行った。

【実験結果】図1は注入エネルギー60 keV、イオン注入ドース1.0×10^{10} Si/cm^{2}の試料で取得されたCFM像である。フォトルミネッセンス測定の結果、各発光スポットにはSiV$^-$センターのゼロフォノンライン(ZPL 738 nm)が確認された(図2)。Siイオン注入によってNV$^-$センターも生成する。532 nmの励起波長でもレーザーパワーを10 mWに増大すると、同じスポットにNV$^-$センターとSiV$^-$センターが生成した場合と、NV$^-$センターのみが生成した場合をPL測定により区別できることがわかった。各注入エネルギーにおいて視野内にある輝点を数えることによりSiV$^-$センターの生成収率を見積もったところ、生成収率はどれもおよそ数%程度であった。NV$^-$センターの生成収率がエネルギーに大きく依存するのに対し[2]、SiV$^-$センターでは大きなエネルギー収率依存は見られなかった。これは注入されたSi付近に存在するVacancyがSiVセンターの形成に寄与していることを示唆している。発表では、強度相関関数の測定により精確にSiV$^-$センターの生成個数評価を行って収率を報告する予定である。なお、本研究は科研費(26246001、25289109、15H03980)の助成を受けている。

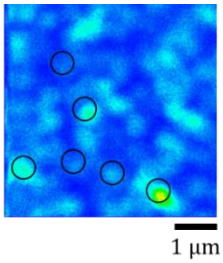

図1 SiV-センターのCFM像

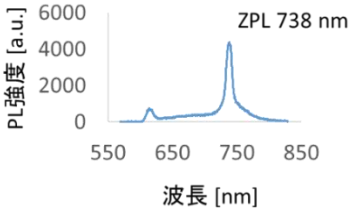

図2 PLスペクトル

[1] S. Tamura et al., *Appl. Phys. Express 7*, 115201 (2014).
[2] S. Pezzagna et al., *New Journal of Physics 12,* 065017 (2010).

© 2016年 応用物理学会