プロトンビーム描画を用いた SiC pin ダイオード中への発光中心の形成

Creation of color centers in SiC pin diodes using proton beam writing

埼玉大[1]，量研[2]
○(B)千葉 陽史[1,2]，(M1)常見 大貴[1,2]，(M2)本多 智也[1,2]，牧野 高紘[2]，
佐藤 真一郎[2]，山田 尚人[2]，佐藤 隆博[2]，土方 泰斗[1]，大島 武[2]
Saitama Univ[1], QST[2]
°Yoji Chiba[1,2], Hiroki Tsunemi[1,2], Tomoya Honda[1,2], Takahiro Makino[2],
Shin-ichiro Sato[2], Naoto Yamada, Takahiro Satoh[2], Yasuto Hijikata[1], and Takeshi Ohshima[2]
E-mail: chiba@opt.ees.saitama-u.ac.jp

【はじめに】

炭化ケイ素(SiC)半導体中のシリコン空孔(V_{Si})は、固体量子ビット[1]、量子暗号通信に応用できる単一光子源[2]、局所的な磁場や温度を高感度検出する量子センサー[3]といった、「量子デバイス」への応用が期待されている。SiC 半導体は大口径高品質ウェハやデバイス作製技術の開発が進んでいることから、先行するダイヤモンド中の窒素・空孔(NV)欠陥[4]と比較しても、実用的な量子デバイスの開発に応用しやすいという利点がある。本研究では、V_{Si}の発光の電気的制御を実現すべく、SiC pin ダイオードを作製し、プロトンビーム照射により、ダイオードの電極間へのV_{Si}の形成を行った。

【実験】

n 型 4H-SiC エピタキシャル膜付基板（ドナー濃度：4.7×10^{14} cm^{-3}）へ、QST 高崎研のプロトンビーム描画(PBW)を用いて、直径約 2μm のドットを 30μm×35μm の格子状に照射した。加えて、デバイス内へ位置制御した V_{Si} 形成を試みるため、同エピタキシャル膜付基板上に作製したプレーナー型の pin（$p^+n^-n^+$）ダイオードの電極間（幅：40 μm）に、PBW を用いて直線上にドットを 10 μm 間隔で照射した。ビームエネルギーは 0.5 MeV、照射量は3×10^6～3×10^8ions/dot とした。その後、共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡（励起光波長：532nm）を用いて形成された V_{Si} の発光強度分布を測定した。なお、V_{Si} のみの発光を観測するため、808 nm ロングパスフィルターを使用した。

【結果】

Fig.1 は 4H-SiC エピ膜上に格子状に描画した試料の CFM 像である。プロトンビームを照射した領域から V_{Si} に起因する強い発光が確認でき、デザイン通りの V_{Si} の格子が形成されていることが判明した。このことから、PBW により任意位置へ正確に V_{Si} を高濃度形成することが可能であると結論できる。講演では、ダイオード中への V_{Si} 動作によるV_{Si}の発光制御の可能性についても報告する。

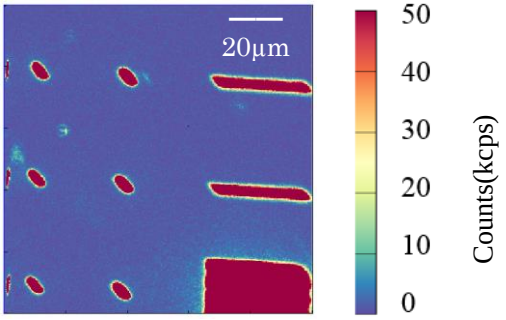

Fig.1 Confocal map of the surface of 4H-SiC epitaxial layer.

【謝辞】本研究で用いたエピタキシャル膜付基板は電力中央研究所の土田秀一博士、星乃紀博博士より提供を受けた。本研究は科研費基盤 A（17H01056）の助成を受けたものである。

【参考文献】[1] D. Riedel, *et al*, Phys. Rev. Lett. **109**, 226402 (2012). [2]P.G. Baranov, *et al*, Phys. Rev. B, **83**, 125203(2011). [3]L. T. Hall, *et al*, MRS Bull. **38**, 162(2013). [4]J. R. Maze, *et al*, Nature (London) **455**, 644 (2008).

© 2018年 応用物理学会