高温高圧処理を施したスズ注入ダイヤモンドのフォトルミネッセンス

Photoluminescence of Tin-implanted diamond treated by high pressure and high temperature 愛媛大工¹, 愛媛大 GRC², [◦]村上洋平¹, 福田玲¹, 石川史太郎^{1,2}, 松下正史^{1,2},

新名亨², 大藤弘明², 入舩徹男²

Ehime Univ.¹, Ehime Univ. GRC²,

°Yohei Murakami¹, Rei Fukuta¹, Fumitaro Ishikawa^{1,2}, Masafumi Matsushita^{1,2},

Toru Shinmei², Hiroaki Ohfuji², Tetsuo Irifune²,

E-mail: <u>f845021m@mails.cc.ehime-u.ac.jp</u>

【はじめに】ダイヤモンドは物質中で最高の熱伝導度に加え,高い硬度,透明性,絶縁破壊電界や移動 度の優れた半導体としての物性を併せ持つ.また,ダイヤモンド中に形成される各種不純物による特徴 的なエネルギー準位は従来にない量子工学材料として期待されている.例えば窒素-空孔結合欠陥: N-V センターは室温大気圧下でも量子状態を保つことが可能な光学遷移系で,これを用いた各種量子 センサー応用の研究開発が進んでいる.また近年報告された Sn-V センターは従来にないスピン緩 和時間を有する量子光源として期待される.[1] 愛媛大学では,世界最大級の超高圧発生装置によ り,通常のダイヤモンドよりも高硬度なナノ多結晶ダイヤモンド(NPD)の合成や,その高品質 化・大型化に成功している.同技術を用いて近年は,同技術の応用によるダイヤモンドの合成や 機能制御に取り組んでいる.今回は,化学気相堆積(CVD)で作製された単結晶ダイヤモンド表面 へ Sn イオンを注入し,その後高温高圧処理を施した試料の特性についてに対して行ったフォトル ミネッセンス(PL)評価結果について報告する.

【実験方法・結果】試料基板は、CVD 法で作製された市販の単結晶ダイヤモンドを用いた. 同試料 表面に対して,表面約 50nm に均質に Sn を 1x10²⁰cm⁻³が存在するよう注入加速電圧を制御して Sn イオ ンを導入した. これまでの評価結果から、イオン注入を行った部位は非結晶化することが判明している. 次に、キュービック型超高圧発生装置を用いて約 2300℃, 15GPaの高温・高圧で試料を 20 分保持し、非 結晶化した表面の再結晶化と欠陥低減を試みた. その後、作製した試料に対して、原子間力顕微鏡 (AFM)と走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて表面微細構造を観察し、二次イオン質量分析法(SIMS)で 試料中元素の面内分布を調べた. SEM 観察の結果、試料表面は平坦な部位が保持されながらも四角錐 状の凹凸が複数確認された. また、AFM 測定においても同様の四角錐状の物体が確認でき、同部位は 高さが平坦部に比べて低く、凹凸が窪みであることが判明した. SIMS 分析の結果、イオン注入を行った Sn は導入した分布領域を反映し、表面からおよそ 50nm の深さまで信号を確認できた. これらの構造特性 から試料中に確かに Sn 元素が導入されているのを確認したうえで、イオン注入前の試料、イオン注入飲

みを行った試料、高温・高圧処理を施し た試料それぞれに対して PL 測定を行っ た. 測定は, 10K-300K の温度範囲で行 った. その結果, 高温・高圧処理を施す までは観測されなかった 1.8-2.2eV に渡 るブロードな発光が高温・高圧処理を施 した試料では全測定温度領域で観測さ れた. さらに同試料からは, 低温の10Kと 77K では Sn-V センターで報告されてい る 1.999eV 付近と 2.003eV にピークを有 する鋭い発光を観測した(Fig. 1).

[1] Iwasaki et al., Phys. Rev. Lett. 119, 253601, 2017.

