イオン注入後に高温高圧処理を施したダイヤモンドの面内元素分布

In-plane elemental distribution of ion-implanted diamond after high pressure and high temperature treatment

愛媛大工 [1], 愛媛大 GRC[2], °村上洋平 [1], 福田玲 [1], 山本直也 [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. GRC [2],

°Yohei Murakami [1], Rei Fukuta[1], Naoya Yamamoto[1], Fumitaro Ishikawa[1,2], Masafumi Matsushita[1,2], Toru Shinmei[2], Hiroaki Ohfuji[2], Tetsuo Irifune[2],

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

【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．これにより近年機能性材料としての注目が高まっており，特に電子・ホールともに高い移動度や放熱性の高い物性からはパワー半導体への応用が期待されている．従来，電子デバイス応用可能なダイヤモンドの作製は，特にその高品質結晶合成と電子伝導を制御する n 型ドーピングの難しさから，化学気相体積法(CVD)でのみ成功している．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．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，ダイヤモンドの導電性制御を目指した CVD ダイヤモンドの片側表面へのイオン注入による不純物導入と，その後の高温高圧処理による結晶性回復と特性制御を試みた試料に対して行った元素分布評価結果について報告する．

【実験方法・結果】試料基盤は，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 P(リン)イオン注入を行い，表面約 100nm に均質に P を $1x10^{20}cm^{-3}$ 導入した．この結果，同部位は非結晶化している．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）を用いて表面形状を観察し，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窪みが多数確認された．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、同部位は高さが低く窪みであることが判明した．SIMS のイオンイメージを Fig. 1 に示す．イオン注入を行った P は導入した分布領域を反映し、表面から 100nm の深さまで高濃度に存在・保持されていることが確認できた．試料再表面では高濃度の酸素の存在が確認され、P と同程度以上の酸素の存在が考えられた．一方、再表面よりも表面から深い部位では他の元素よりも P の濃度が最も不純物として高く、支配的な不純物元素として存在していることが考えられた． この結果は，P による導電性制御に有望であると考えている．また P の分布濃度は平坦部分で高く，四角錐状の窪み部分では低減していた．

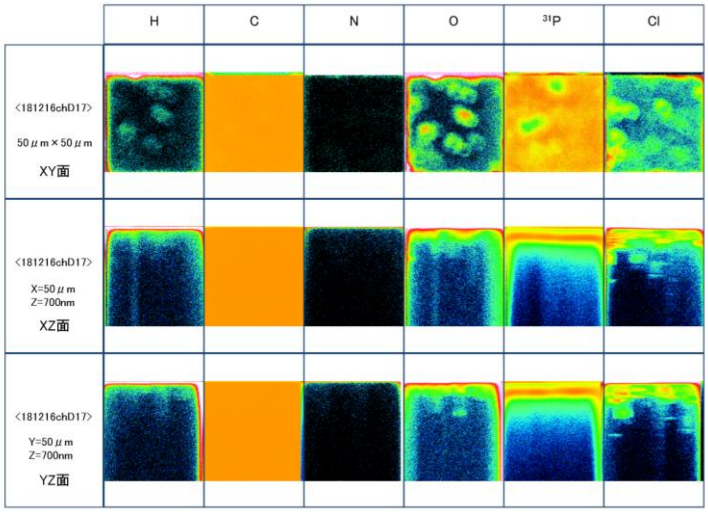

Fig. 1 Elemental mapping of sample surface obtained by SIMS. X,Y is surface plane and z is depth orientation.