

岡山大学 惑星物質研究所 共同利用・共同研究 成果報告書

受入年度：2019年度(前期)後期・随時

提出日： 2020年 6月 27日

共同利用の種類： 国際共同利用・一般共同利用 設備共同利用・ワークショップ

課題名： 不純物ドーピング黒リンの高圧合成

共同研究員氏名： 野口 直樹

所属・職名： 徳島大学 大学院 社会産業理工学研究部・助教

分担者氏名： 齊藤 隆宏

分担者所属・職名： 徳島大学 工学部 化学応用工学科・4回生

研究報告・ワークショップ実施報告：

リンの高圧相である黒リンは二次元半導体として注目を集めている。その結晶構造は波打ったハチの巢型格子が積み重なり、層状になっている。これを単層剥離させてできるフォスフォレンは、グラフェンと同様に高速電子伝導が期待できる電子材料物質である。しかしながら、黒リンは室温条件下で空気中の水や酸素と反応して酸化されやすく不安定であり、応用へのネックとなっている。黒リンを化学的に安定化させる1つの方法として他元素ドーピングが有効であることが、これまでに報告されている。そこで本研究では、黒リンの化学安定性を高めるため、様々な他元素をドーピングした単結晶の高圧合成とキャラクタリゼーションを行った。

出発物質として赤リン粉末(純度99.999%)と、ドーピング元素粉末(13C、Al、Si、S、Pd、Ptなど)を約0.1~3mol%混合したものを用いた。ピストンシリンダー型高圧発生装置を用いて、出発物質を1000℃、1~1.2GPaで熔融させた後、徐冷法で単結晶育成を行った。合成物の同定と評価はXRD、SEM-EDS、FT-IR、XPS、ラマン分光器を用いて行った。

回収した黒リンの単結晶は、最大で1mm程度のものが得られた。PdおよびSiドーピング黒リンの合成実験については、回収物の中に各粉末粒子がそのまま残っており、熔融リンと反応した形跡が見られなかった。Ptドーピング実験の回収物については、PtとPが共融した形跡がみられ、PtとPの合金と黒リンの結晶が析出していた。AlとSドーピング実験の回収試料については、Al、Sがそれぞれ熔融した形跡があり、黒リン結晶の中には微量ながら取り込まれていた。これらのEDSマッピング分析の結果は、結晶中に一様にドーピングできている部分が存在することを示している。FT-IRによるバンドギャップの測定値はドーピング元素によらず、どの結晶においても約0.33eVとなった。AlとSドーピング黒リンのフォノンラマンバンドのピーク位置は純黒リンに比べると最大で 3 cm^{-1} 程度のシフトが測定された。このように、高圧法によって、黒リンにAlとSをドーピングできるようになった。