

核種変換による Liドーパダイヤモンドの製作

SATテクノロジー・ショーケース2024

■ はじめに

ダイヤモンドはワイドバンドギャップ半導体であり、優れた物性から、既存の半導体を超えた性能を発揮できることが期待される。デバイスとして利用するにはn型とp型の両方が必要であるが、特に室温動作可能なn型半導体は現在まだ実用化されていない。Liをドーパントとして注入する必要があるが、Liの物性やイオン注入に伴う問題等が原因となっている。本研究ではBeの放射性同位体である ^7Be を利用して、格子欠損のないLiドーパダイヤモンドを作製することを提案する。Beはダイヤモンド中で加熱により拡散する可能性があり、表層に注入すれば、ダイヤモンドの格子を欠損することなくダイヤモンド中に分布させることが可能である。 ^7Be は放射性壊変により安定同位体の ^7Li に変換するが、この反応は電子捕獲反応と呼ばれ、格子を壊すような放射線を放出しない。したがって、 ^7Be をダイヤモンドの表層に注入し、熱拡散させれば、格子の欠損なく ^7Be が分布したダイヤモンドを作製することが可能である。 ^7Be の注入後、半減期の53日とともに、Liが格子欠損なく注入されたダイヤモンドになると期待される。本発表では研究の概要と現状に関して報告する。

■ 活動内容

1. 安定同位体 ^9Be のダイヤモンドへのイオン注入

将来的に放射性核種を扱う必要があるため、放射線管理区域内にイオン注入装置を構築した。装置は負イオン源、分析電磁石、標的等から構成される。酸化ベリリウム(BeO)の負イオンをイオン源で生成し、20keV程度のエネルギーでダイヤモンド基板へイオン注入した。まずは安定同位体の ^9Be を使用したコールドテストを行い、 ^9Be のダイヤモンド中での熱拡散について調査した。

2. Beの熱拡散の調査とダイヤモンド基板の評価

二次イオン質量分析(SIMS)により、ダイヤモンド中のBeの分布を測定した。Beが注入されたダイヤモンドに加熱処理を行い、再度SIMS分析を行うことにより、Beのダイヤモンド中での拡散について分析した。

Beの熱拡散だけでなく、イオン注入や加熱処理がダイヤモンドの結晶構造に与える影響についても調査している。分析手法としてカソードルミネッセンスの測定による電子状態の評価や、透過型電子顕微鏡(TEM)による観察、X線電子分光法(XPS)などを実施した。

3. 放射線管理区域内での実験環境の整備

放射性同位体である ^7Be を使用するため、イオン注入と同様に放射線管理区域内において加熱処理装置の整備やホール効果測定装置等の製作を予定している。他の放射性核種を用いた半導体への不純物ドーパ方法についても検討を進めている。

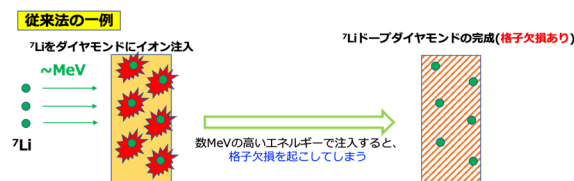
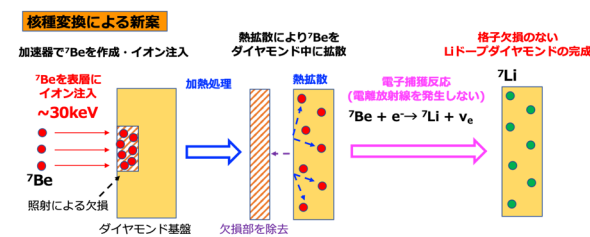
■ 関連情報等(特許関係、施設)

[1] 特願2022-66822

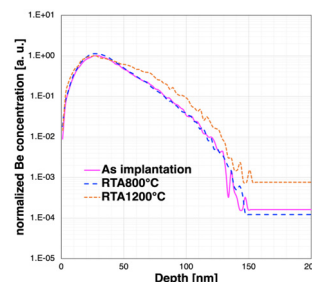
発明の名称: 「半導体の不純物ドーパ方法」

発明者: 奥野広樹(理研)、三宅泰斗(理研)、神原正(理研)、吉田敦(理研)、渡邊幸志(産総研)

発明の概要: 半導体へ放射性同位体を不純物としてドーパする方法に関する特許申請。



核種変換によるLiドーパダイヤモンドの製作の概要(上)とダイヤモンド基板中のBeの熱拡散(右)Beをイオン注入した基板に800℃、1200℃で加熱処理を行い深部への拡散を確認した。



代表発表者 三宅 泰斗(みやけ やすと)
所属 理化学研究所
仁科加速器科学研究センター
加速器基盤研究部 加速器高度化チーム
問合せ先 〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1
TEL:048-461-1111 050-3502-4625
FAX:048-461-5301
yasuto.miyake@riken.jp

■キーワード: (1)核種変換
(2)ダイヤモンド半導体
(3)イオン注入
■共同研究者: (理化学研究所) 奥野広樹
(産業技術総合研究所) 渡邊幸志