

課題番号 : F-20-NM-0077
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 集束ヘリウムイオンビーム法によるダイヤモンドジョセフソン接合の作製
 Program Title (English) : Fabrication of diamond Josephson junction by focused helium ion beam method
 利用者名(日本語) : 森下葵
 Username (English) : A. Morishita
 所属名(日本語) : 早稲田大学大学院基幹理工学研究科
 Affiliation (English) : Faculty of Sci. & Eng., Waseda Univ.
 キーワード/Keyword : ナノエレクトロニクス、リソグラフィ・露光・描画装置、ボロンドープダイヤモンド、超伝導

1. 概要(Summary)

我々は超伝導ボロンドープダイヤモンドを用いてジョセフソン接合を様々な構造で作製してきた。本研究では集束ヘリウムイオン顕微鏡により、ヘリウムイオンビームが超伝導ダイヤモンドに及ぼす影響とジョセフソン接合の関係を調査した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 高速マスクレス露光装置、12 連電子銃型蒸着装置、シリコン深堀エッチング装置、ワイヤーボンダー

【実験方法】 (111) ダイヤモンド基板上に膜厚 20~30 nm 程のボロンドープダイヤモンドを線状 (幅 5 μm) に選択エピタキシャル成長させ、中央に He^+ イオンビームを照射することで一部のみ超伝導性を崩した。選択エピタキシャル成長は早稲田大学川原田研究室のマイクロ波プラズマ化学気相堆積装置により行い、そのための Ti (30 nm)/Au (100 nm) マスクは、NIMS 微細加工 PF の高速マスクレス露光装置及び 12 連電子銃型蒸着装置を用いた。その後 NIMS 微細構造解析 PF の集束 He^+ イオンビーム装置でイオン照射を行った。測定時には、NIMS 微細加工 PF のワイヤーボンダーで Al 線を配線し、NIMS ナノフロンティア材料グループ高野研究室の Physical Properties Measurement System (PPMS) 装置や、NIMS 量子物性特性グループの液体ヘリウムによる冷却装置を用いた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

超伝導ダイヤモンドに照射する、 He^+ イオンビームのドーズ量を変化させた。Fig. 1 に抵抗の温度依存性を示す。Fig. 1a はイオン照射前、Fig. 1b はドーズ量

3×10^{15} Ion/cm²、Fig. 1c は 3×10^{17} Ion/cm² 照射した際の結果である。 He^+ イオン照射により抵抗値が変化していることが分かった。照射条件を検討することで、ジョセフソン接合が形成される可能性を見出した。

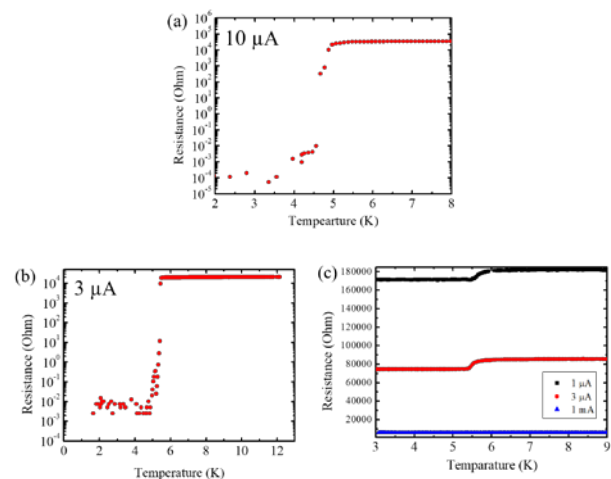


Fig. 1 Resistance-temperature characteristics (a) without He^+ ion, (b) with a dose of 3×10^{15} ion/cm², and (c) with a dose of 3×10^{17} ion/cm².

4. その他・特記事項(Others)

NIMS 微細加工 PF のスタッフの皆様には装置について、また NIMS ナノフロンティア材料グループや量子物性特性グループの皆様には測定や研究方針において助言をいただきました。心から感謝申し上げます。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 森下葵、川原田洋他、文部科学省 6 大学連携プロジェクト 第 5 回公開討論会、2020 年 11 月 30 日

6. 関連特許(Patent)

なし。