

課題番号 : F-15-NM-0099
 利用形態 : 技術補助
 利用課題名 (日本語) : NV センター量子センシング応用に向けた超伝導ダイヤモンドジョセフソン接合特性評価
 Program Title (English) : Evaluation of superconducting diamond Josephson junction for quantum sensing applications using NV center
 利用者名 (日本語) : 蔭浦 泰資
 Username (English) : T. Kageura
 所属名 (日本語) : 早稲田大学理工学術院 先進理工学研究科 ナノ理工学専攻
 Affiliation (English) : Nanoscience and Nanoengineering, Waseda University

1. 概要 (Summary)

SQUID (Super QUantum Interference Devices)は、微小な磁場を高感度にセンシング可能な超伝導デバイスのひとつであり、Al、Nb 系とその酸化物が現状用いられる。我々はこれまでにダイヤモンドで超伝導転移温度 $T_c=10K$ の均一かつ再現性の良い材料合成を達成し、超伝導デバイス応用において既存の材料と同等以上の性能が得られる可能性を示唆した。また、ダイヤモンド中の NV センター(窒素-空孔中心)を用いた量子センシングでは、感度を向上させるために NV センター直上に SQUID を配置する必要性が生じている。これは超伝導ダイヤモンドを選択エピタキシャル成長させることで解決可能である。そこで本研究では、SQUID、SFQ を形成するジョセフソン接合の形成方法の検討および特性評価を行った。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 極低温プローバーユニット
- ・ ワイヤーボンダ

【実験方法】

Fig.1 に示すようなステップエッジ構造ジョセフソン接合を形成した。本接合の形成プロセスは早稲田大学内で行い、測定は当初極低温プローバーで行う予定だったが、9月におけるマシントラブルにより本年度の測定を断念し、NIMS 高野グループ所有の極低温冷凍機による測定へ変更した。その際に測定装置と接合を配線する必要が生じ、NIMS 微細加工 PF のワイヤーボンダを使用した。

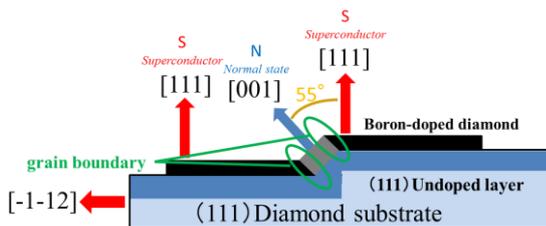


Fig.1. Step-edge type Josephson junction using a plane orientation of the diamond

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

はじめに R-T 測定より、(111)ダイヤモンド、(100)ダイヤモンドによる抵抗の 2 段階転移を確認した。Fig.2 に作製したジョセフソン接合の 3K における I-V 特性を示す。±0.2mA 領域において、電圧降下を伴わないジョセフソン電流を確認した。また、1.5K において最大臨界電流密度 8300 A/cm^2 が得られた。臨界電流値の温度依存性は、典型的なオーバーダンプ型であり、ウィークリンク構造が形成されていることも確認された。次年度はシャピローステップ観測による交流ジョセフソン効果の確認を行う。

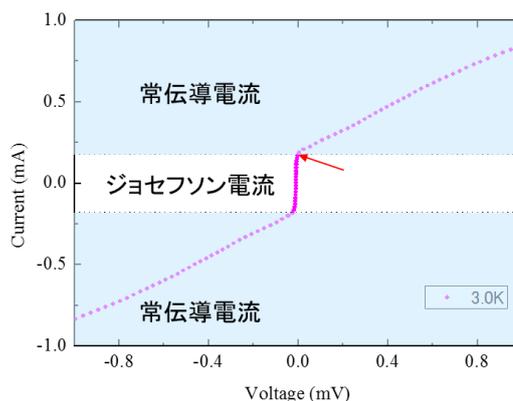


Fig.2. I-V characteristics of the Josephson junction

4. その他・特記事項 (Others)

本研究は、基盤研究 S: 26220903 の助成により達成された。NIMS 微細加工 PF 渡辺英一郎氏、NIMS ナノフロンティア材料グループ高野義彦氏、山口尚秀氏、笹間陽介氏には、低温測定に関して多くの助言、アシスタントを頂いたことを深く感謝致します。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) 日出幸昌邦、蔭浦泰資他、秋季第 76 回応用物理学会、2015 年 9 月 15 日
- (2) 日出幸昌邦、蔭浦泰資他、第 29 回ダイヤモンドシンポジウム、2015 年 11 月 17 日

6. 関連特許 (Patent)

なし