

課題番号 : F-17-NM-0029
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 異なる線幅の超伝導ボロンドープダイヤモンドの特性評価
 Program Title (English) : Boron-doped diamond with different line width
 利用者名(日本語) : 日出幸昌邦
 Username (English) : M. Hideko
 所属名(日本語) : 早稲田大学理工学術院 基幹理工学研究科 電子物理システム学専攻
 Affiliation (English) : Faculty of Science & Engineering, Waseda University
 キーワード/Keyword : ダイヤモンド、超伝導、ボロンドープ、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

我々は、世界初の単結晶ボロンドープダイヤモンドを用いた超伝導量子干渉計(SQUID)を作製し、動作実証を行ってきた。しかしながら、作製した SQUID の超伝導転移温度(T_c)や臨界電流密度(J_c)は他材料 SQUID に比べて低く、更なる特性向上が課題である。本研究では、異なる線幅の超伝導ボロンドープダイヤモンドを作製し、抵抗-温度(RT)特性や電流-電圧(IV)特性を評価することで、 T_c 及び J_c と線幅の関係性を調査し、デバイス応用における線幅の最適値を検討する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ レーザー露光装置
- ・ 12 連電子銃型蒸着装置
- ・ シリコン深堀エッチング装置
- ・ 急速赤外線アニール炉
- ・ 走査電子顕微鏡
- ・ ワイヤボンダー

【実験方法】

早稲田大学内で基板上に超伝導ボロンドープダイヤモンド膜を成膜した。その後、NIMS 微細加工 PF のレーザー露光装置、12 連電子銃型蒸着装置を用いて、基板上に Ti/Au マスクを選択的に形成し、シリコン深堀エッチング装置による酸素プラズマエッチングで異なる線幅の超伝導ボロンドープダイヤモンドの棒を作製した。その後 12 連電子銃型蒸着装置を用いて Ti/Au 電極を形成し、接触性を高めるために急速赤外線アニール炉を用いて真空アニールを行った。測定は NIMS 高野グループ所有の極低温冷凍機を用いて行った。測定の際に測定装置と Ti/Au 電極を配線する必要があり、NIMS 微細加工 PF のワイヤボンダーを使用した。また、表面の観察のために NIMS 微細加工 PF の走査電子顕微鏡を使用した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

T_c 及び J_c の線幅依存性 (Fig. 1, 2) より、2~5[μm]において T_c 及び J_c は高い値となり、デバイス応用に最適な線幅は 2~5[μm]であることがわかった。線幅を小さくした際の T_c の減少はエッチング時のダメージ、 J_c の上昇はピンニング効果によるものだと考えられる。

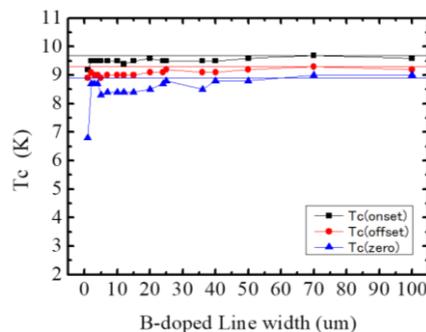


Fig.1 The line width dependence of T_c

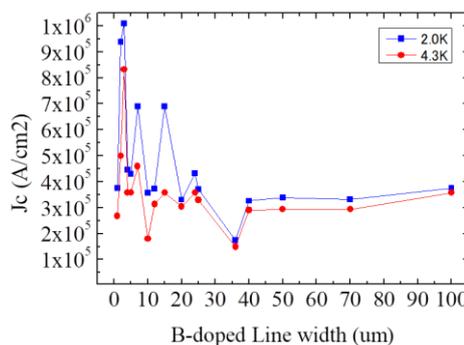


Fig.2 The line width dependence of J_c

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 大里啓孝氏には、多くの助言を頂いたことを深く感謝いたします。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 日出幸昌邦、川原田洋、他 第 4 回 ZAIKEN フェスタ、平成 29 年 11 月 16 日

6. 関連特許 (Patent)

なし