

課題番号 : F-15-NM-0053
利用形態 : 技術補助
利用課題名 (日本語) : FIB アシスト蒸着タングステン超伝導薄膜による超伝導接合のための電極作製
Program Title (English) : Fabrication of electrodes for superconducting junctions by using FIB-CVD
利用者名 (日本語) : 石黒 亮輔
Username (English) : R. Ishiguro
所属名 (日本語) : 日本女子大学理学部
Affiliation (English) : Faculty of science, Japan Women's University

1. 概要 (Summary)

本研究は集束イオンビーム(focused ion beam: FIB)によるアシスト蒸着法によるタングステン超伝導薄膜(FIBタングステン薄膜)を用いた超伝導接合素子に関するものである。単体のタングステンの超伝導転移温度 T_c が 14mK に対して、FIB タングステンの T_c は \sim 5K になることが知られている。つまり、FIB タングステン薄膜による超伝導素子はパルスチューブ冷凍機等のみで動作させることが出来る。また、FIB アシスト蒸着法はリソグラフィー肯定の必要の無い直接描画方式であり、凹凸のあるような基板等の下地に対しても電極形成ができる。たとえば原子間力顕微鏡(AFM)のプロープの先端に超伝導量子干渉計(SQUID)の形成した、AFM と SQUID 磁気顕微鏡とのハイブリッド顕微鏡などの作製への応用などが考えられる。ところが FIB タングステン薄膜を用いたジョセフソン接合に関する報告はまだ数例しかない。

本利用者はこれまで FIB タングステン薄膜によるジョセフソン接合を形成し SQUID にすることで、超伝導磁束量子の観測などへの応用を目指している。作製した SQUID は磁場応答を示し、DC ジョセフソン効果は実証できたが、今のところ完全には超伝導臨界電流の大きさの制御が出来ていない。また、ジョセフソン接合のもうひとつの特徴であるマイクロ波照射下の電流電圧曲線に現れるシャピロステップなどの AC ジョセフソン効果は観測できておらず、FIB タングステン薄膜によるジョセフソン接合の品質の向上と基礎特性の評価の必要がある。

今回の支援は FIB タングステン超伝導薄膜によるジョセフソン接合の試験のためにシリコン基板上にワイヤーボンディング用の電極を作製することを目的とした。FIB アシスト蒸着は直接描画であるが描画速度が遅く、数十ミクロン程度の構造物の作製には適しているが、数百ミクロンサイズの電極形成は難しい、このため試験用のワイヤーボンディング用の電極はフォトリソグラフィーによって行っ

た。

2. 実験 (Experimental)

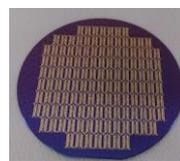
【利用した主な装置】

- ・ 高速マスクレス露光装置
- ・ 12 連電子銃型蒸着装置
- ・ 自動スクライバー

【実験方法】

本課題支援ではワイヤーボンディング用の電極の作製を行った。基板は熱酸化膜約 300nm 付の 3inch のシリコンウェハを用いた。ウェハに HMDS を塗布し、レジストは二層レジストを用いた。大面積の描画になるため描画には高速マスクレス露光装置を用いた。露光後すぐに現像を行ったが、一回失敗した。条件は通常のものだったが、スピコートを行うときにふたを閉めて行ったことが問題かもしれないとの指摘を受けた。その後一枚は 12 連電子銃型蒸着装置で Ti/Au の蒸着後リフトオフを行い、自動スクライバーにてチップに分割した。またもう一枚の基板は日本女子大学のスッパタ装置にて超伝導体である Nb の電極を形成した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)



当初の目的である FIB タングステン薄膜の試験用の電極形成に成功した。

4. その他・特記事項 (Others)

科研費 基盤(C) 25390046 代表 石黒亮輔

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) R. Ishiguro *et al.*, QFS2015 雑誌名, 平成 26 年 8 月 10,11 日 (発表日).

6. 関連特許 (Patent)

なし