

平成21年5月7日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2006～2009

課題番号：18080002

研究課題名（和文） 単一磁束量子による高スループット微細超伝導配線

研究課題名（英文） Superconducting Submicron Passive Transmission Lines for High Throughput SFQ Pulse Communication

研究代表者

明連 広昭 (MYOREN HIROAKI)

埼玉大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：20219827

研究分野：超伝導エレクトロニクス

科研費の分科・細目：

キーワード：単一磁束量子論理回路、マイクロストリップ線路、ストリップ線路、磁気シールド構造、電子ビーム描画

1. 研究計画の概要

(1) 単一磁束量子論理回路において、将来、現在用いられている臨界電流密度が 2.5 kA/cm^2 の Nb 標準プロセスから、 100 kA/cm^2 以上のプロセスに移行するとセル寸法は現在の 10 分の 1 となり、集積度は 100 倍になると考えられる。このようなセルの中で高密度な受動配線による高スループット信号伝送を実現するために、サブミクロン幅のマイクロストリップ線路やストリップ線路を作製し、実際の SFQ パルスの高スループット伝送時における問題点を見出し、解決する。

(2) 我々は、サブミクロン幅のマイクロストリップ線路を実現するために比較的高い誘電率を持つ Al_2O_3 や MgO を層間絶縁薄膜として利用することを検討する。従来の SiO_2 による層間絶縁薄膜と異なり反応性ドライエッチングを用いることができないので、デバイス作製方法も併せて検討を行う。

(3) さらに平成 20 年度より SFQ LSI チップの 3 次元実装を目指して、基板貫通ビア内へのめっき法による Nb 超伝導配線形成技術に関する研究に着手した。

2. 研究の進捗状況

(1) 電子線リソグラフィを用いて線路幅がサブミクロン～ $5\mu\text{m}$ 幅のマイクロストリップ線路を作成し、マイクロストリップ線路共振器構造を用いた共振ピークの観測を行った。これまでの所、マイクロストリップの細線化による顕著な特性劣化は観測されていない。

(2) また、SFQ LSI チップの 3 次元集積化を目指して行っている、有機溶剤を用いた無水めっきによる Nb 薄膜の形成に関する実験を行った。X 線回折による薄膜構造評価や XPS による Nb の化学

結合状態の測定結果から、5 価の NbCl_5 から価数の減少および他の Nb 合金の形成が確認され、この方法による金属 Nb 薄膜の析出の可能性を確認した。

3. 現在までの達成度

③ やや遅れている。

(理由)

サブミクロン線幅のマイクロストリップ線路の評価、めっき法による Nb 超伝導配線形成技術に関する研究ともに中途であり、達成度は 6 割程度ある。平成 21 年度はこれらの研究の完成を目指すとともに、実際の単一磁束量子論理回路の高速伝送試験を横浜国大の吉川教授と協力して行う。

4. 今後の研究の推進方策

(1) サブミクロン線幅のマイクロストリップ線路に関して、線路の 3 次元構造の不完全さが問題であることが明確である。ポリイミド絶縁層の導入や作製方法の改善によりこの問題を改善する。さらに SQUID を用いた共振器法を用いることにより、単一磁束量子論理回路の動作周波数である 100GHz 以上での受動配線の評価を行う。

(2) めっき法による Nb 超伝導薄膜の形成に関する研究に関しては、不活性雰囲気中で Nb の酸化を防ぎながら Nb 金属の析出を目指す。さらに、基板貫通孔への埋め込み配線の形成を目指す。

(3) 横浜国大の吉川教授と協力してサブミクロン線幅マイクロストリップ線路と単一磁束量子論理回路素子をフィリップチップボンディングにより結合し、サブミクロン線幅マイクロストリップ線路による単一磁束量子の高速伝送試験を行い、高スループット伝送に関する知見を得ていく。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① H. Myoren, Y. Mada, Y. Matsui, T. Taino, and S. Takada, Superconducting NbN Nanowire Photon Switches for Generating Single Flux Quantum Pulses, J. Phys.: Conf. Ser., 査読有, 97(2008) 012329, pp. 1-6.

[学会発表] (計 2 件)

- ① H. Myoren, N. Kishita, Y. Yoshizawa, T. Taino, and S. Takada, Magnetic Shield for SFQ Digital Circuits using Over- and Under-Ground Planes Connecting with Wall Structure, 11th International Superconductive Electronics Conference (ISEC 2007), Washington, D.C., USA, June 11, 2007.
- ② H. Myoren, Y. Yoshizawa, and T. Taino, SFQ Multiplexed Signal Processing Circuits for Superconducting Tunnel Junction Photon Detector Arrays, 2008 Applied Superconductor Conference (2008 ASC), Chicago, USA, August 20, 2008

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし