

## NbTiN 薄膜を用いたナノクライオトロンの特性評価

### Evaluation of characteristics of Nano-Cryotrons Based on NbTiN Thin Films

名大院工<sup>1</sup>、名城大理工<sup>2</sup> °鈴木 雅斗<sup>1</sup>、丸山 晃平<sup>1</sup>、佐野 京佑<sup>1</sup>、田中 雅光<sup>1</sup>、  
藤巻 朗<sup>1</sup>、井上 真澄<sup>2</sup>

Nagoya Univ.<sup>1</sup>, Meijo Univ.<sup>2</sup> °M. Suzuki<sup>1</sup>, K. Maruyama<sup>1</sup>, K. Sano<sup>1</sup>, M. Tanaka<sup>1</sup>,  
A. Fujimaki<sup>1</sup>, M. Inoue<sup>2</sup>

E-mail: [m.suzuki@super.nuee.nagoya-u.ac.jp](mailto:m.suzuki@super.nuee.nagoya-u.ac.jp)

**研究背景** 単一磁束量子回路に代表される超伝導デジタル回路は、マイクロプロセッサの動作実証がなされるなど、多くの実績を積み上げている。現在は高速性に見合ったメモリや出力インターフェイスなどが実用化への障害となっているが、デバイス単体でサブ V の電圧を発生できれば、半導体を直接駆動可能となる。また、マトリクス状に記憶セルが配置されたメモリのアドレス確定時間は、 $L/R$  時定数で決定されるため高速性を実現するには、ビット線、ワード線のドライバに高い出力インピーダンスが要求される。これら要求を満たす可能性を示すデバイスとして、MIT から提案されたナノクライオトロン (nTron) [1]は、数十  $k\Omega$  の高出力インピーダンスを有し、デバイス単体で 1V オーダーの電圧の発生も可能である。前回までに我々は、我々グループで多くの成膜実績がある NbTiN を用いて、nTron の作製・特性評価を試みた[2]。nTron の特性はその動作原理上、デバイス各部のサイズや構造に影響されるが、今回は数十 nm の微細構造を形成した nTron を作製し、デバイス性能向上を目指した。

**実験と考察** nTron の作製に向け、最初に  $\text{SiO}_2$  基板上に NbTiN 薄膜を反応性スパッタ法により堆積させた。その後、通常の光リソグラフィに加え、電子線リソグラフィを利用してパターンをレジスト上に形成し、最終的に反応性イオンエッチングにより nTron を作製した。作製した nTron (膜厚 50 nm、チョーク幅 220 nm、チャネル幅 280 nm) の 11K におけるゲート電流による電流・電圧特性の変化を Fig.1 に示す。Fig.1 に示すように nTron の出力電圧は数百  $\mu\text{A}$  のゲート電流で 0.5 V 程度、出力インピーダンスは 2~4  $k\Omega$  となっており、より微細化が必要である。例えば、膜厚 20 nm、チョーク幅 50 nm では数十  $\mu\text{A}$  のゲート電流でスイッチが可能となる。その方針のもとチョーク幅を数十 nm オーダーまで微細化し作製した nTron の顕微鏡写真を Fig.2 に示す。設計 (チョーク幅 50 nm、チャネル幅 300 nm) に対してチョーク幅、チャネル幅はそれぞれ 50 nm、340 nm となっており数十 nm オーダーの微細加工が可能であることを確認した。今後は、作製した nTron のデバイス応用に向けた特性評価を行い、更なるデバイスサイズ・形状の最適化を図っていく。

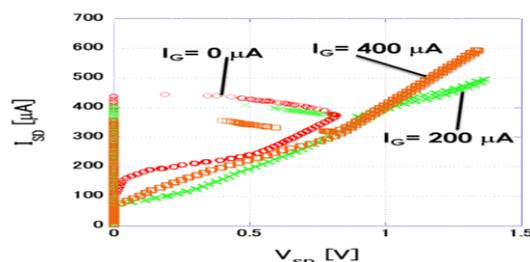


Fig.1 ゲート電流による S-D 間の I-V 特性の変化

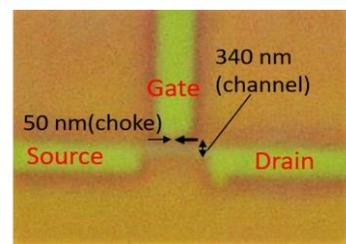


Fig.2 作製した nTron の顕微鏡写真

**謝辞** 本研究は、JST-ALCA と科学研究費基盤研究 S (26220904) によって支援されている。

**参考文献** [1]A. N. McCaughan, K. K. Berggren, Nano Lett., 14, pp. 5748-5753 (2014).

[2] 鈴木雅斗ほか, 応用物理学会春季学術講演会 15p-316-8, 横浜, 2017 年 3 月.