

強磁性マトリクスメモリと断熱型量子磁束パラメトロンによる読み出し回路の設計と試作

Design and Fabrication of Ferromagnetic Matrix Memory and Readout Circuit with Adiabatic Quantum Flux Parametrons

名古屋大^{1,○}(M1)岩下 颯斗¹, (D3)谷口 壮耶¹, (B4)加藤 悠輝¹, 佐野 京佑¹, 田中 雅光¹, 藤巻 朗¹

Nagoya Univ.^{1, ○} Hayato Iwashita¹, Soya Taniguchi¹, Haruki Kato¹, Kyosuke Sano¹,

Masamitsu Tanaka¹, Akira Fujimaki¹

E-mail: iwashita@super.nuee.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

我々は断熱型量子磁束パラメトロン (Adiabatic Quantum Flux Parametron: AQFP) 回路[1]を中心とした、消費電力を極限まで低減した集積回路システムの実現を目指している。その実現に向け、強磁性体パターンを記憶素子とし、AQFPにより読み出すマトリクスメモリを検討している。メモリについては、ビット線とワード線の交点において強磁性体パターンを磁化させ、その向きが1bitのバイナリ情報に対応する。強磁性体によるメモリの読み出しには、高感度で電流を検知でき、かつ低消費電力で動作する読み出し回路が必要となる。記憶媒体として用いる強磁性体の効果は、数値解析だけで正確に評価することは難しいため、今回は、二次元アレイ状に配置した強磁性体パターンをビット線とワード線を用いて個別に書き込み、書き込んだ情報を、AQFPを用いた読み出し回路で読み出し可能なことを実験的に評価することを目的とし、設計と試作を行った。

2. AQFPを用いた強磁性マトリクスメモリ

Fig. 1に今回試作した4bitのAQFPを用いた強磁性体マトリクスメモリの顕微鏡写真を示す。記憶媒体にPdNi強磁性体パターンを導入し、その読み出しにAQFPを用いている。まず、記憶媒体である強磁性体への書き込みは、書き込みワード線と書き込みビット線に電流の流れる向きを論理の1/0に割り当てた電流を印加することによって行う。メモリセルは二次元アレイを構成するように配置されており、書き込みワード線とビット線両方の電流が同方向に流れるメモリセルにのみ情報が書き込まれる。一方、読み出しは、読み出しワード線と読み出しビット線に負側(“0”側)にバイアスをかけることによって3入力ANDゲートを実現する。読み出す際は、書き込みと同様に、読み出しワード線とビット線に電流を印加し、両方の電流が同方向となる交点の位置にあるメモリセルにおいて、強磁性体に書き込まれた情報との

AND演算をAQFPで行う。これにより、読み出しワード線とビット線で指定された強磁性体の情報が出力となるため、後段のAQFPで構成した多入力ORゲートを用いることで、読み出しを完了する。今回はメモリセルを2行2列に配置した4bitのマトリクスメモリの試作を行った。数値解析による回路の動作を確認し、現在、実験的評価を進めている。

[1] N. Takeuchi et al. *Supercond. Sci. Technol.* **26** (2013) 035010.

謝辞

本研究は、JSPS 科学研究費 (JP26220904、JP16H02340) の支援を受けて実施した。デバイスは、磁性体薄膜を除き、産業総合研究所の超伝導クリーンルーム CRAVITY において AIST-HSTP プロセスを用いて作製された。本研究の一部は、東京大学 VDEC を通し、ケイデンス株式会社の協力で行われたものである。

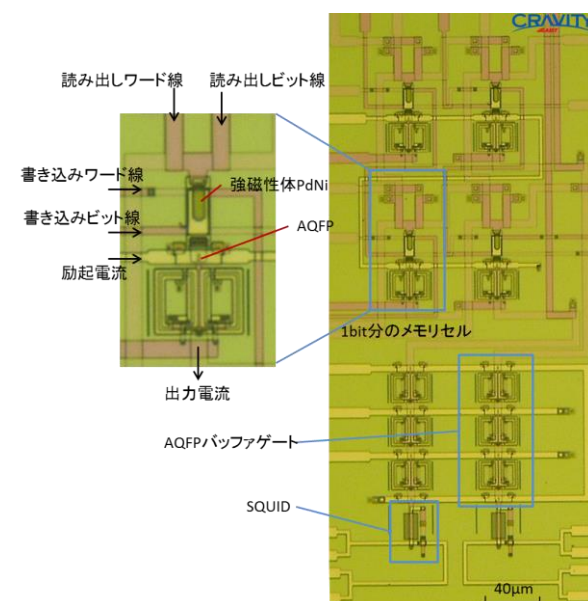


Fig. 1 試作したAQFPを用いた強磁性マトリクスメモリの顕微鏡写真。