機械学習に適した量子ビット構成の基礎検討

Basic Investigation of the Superconducting Flux Qubit for Quantum Machine Learning

○才田 大輔 [1]，有吉 勇人 [2]，山梨 裕希 [2]

MDR Inc. [1], Yokohama National University [2], ○Daisuke Saida[1], Hayato Ariyoshi[2], Yuki Yamanashi[2]

E-mail: saida@mdrft.com

ノイマン型の機械学習と比較して，量子コンピューターを用いた機械学習は，ノイズ耐性及び計算精度向上の観点で優れた特性を示すことが報告されている[1-3]．我々は，機械学習に適した量子ビットの構成を明らかにすべく，量子ビットと読出し系の基礎検討に着手した．

量子ビットの動作検証における第一歩として，Fig. 1(a)に示すように dc-SQUID を利用した基本的な読み出し系で所望の磁束検出が可能であるかを検討した．レイアウトエディターで描いた構造のインダクタンスを計算し、抽出した値を用いて読出し系の応答特性を SPICE で解析した後，動作マージンを考慮してフィードバックしつつ，デバイスを設計した．読出し系の具体的な構造を Fig. 1(b)に示す．量子ビットの磁束を検出する実験を模擬すべく，dc-SQUID 上に電流を流す配線を配置した構造となっている．左右のジョセフソン接合(JJ)の面積を変え，左側の JJ の I_c が 50 μA となるように設計した．4 層の Nb 層と，臨界電流密度が 2.5 kA/cm^2 である Nb/AlOx/Nb の JJ を形成可能である，産総研の CRAVITY を利用してデバイスを作製した．

測定温度が 4 K の環境で，dc-SQUID 上に設置した配線に直流電流を流した時の dc-SQUID の応答を測定した．Figure 1(c)に示すように，直流電流の大きさに応じてしきい値電流 I_{th} が変調されている．これは，読出し系が磁束を検出できることを示唆している．

References

[1] S. Adachi et al., *arXiv*:1510.06356 (2015).

[2] M. Hidaka et al., *Supercond. Sci. Technol.*, **19** (2006) S138.

[3] R. Harris et al., *Phy. Rev. B*, **82** (2010) 024511.

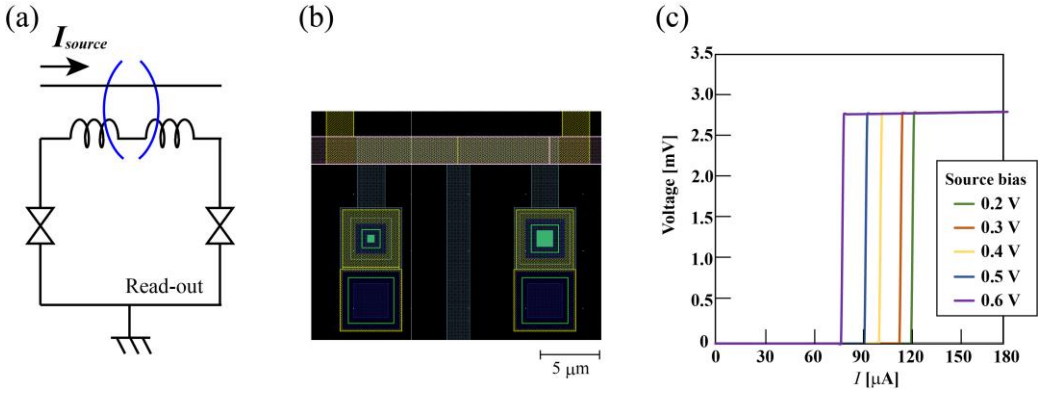

Figure 1(a) 直流電流が流れる配線を有する読出し系の構造と(b)そのレイアウト．
(c)配線に直流電流を流した時の読出し系の応答特性(測定温度 4 K).