

超伝導回路におけるトラップされた磁束が与える影響の調査

Investigation on the influence of trapped flux in superconductive circuit

横国大院工 ○今井 響, 山梨 裕希, 吉川 信行

Faculty of Engineering, Yokohama National Univ. ○Hibiki Imai, Yuki Yamanashi,

Nobuyuki Yoshikawa

E-mail: imai-hibiki-gk@ynu.jp

1. はじめに

超伝導回路では磁束量子を伝搬し、それを信号として入出力を行う。磁束量子の伝搬は超伝導体で構成されるリングを経由して行うため、外部磁束が印加されるとリングに磁束がトラップされ誤動作を引き起こす要因となる。そこで超伝導回路が構成されているチップの超伝導層にモートと呼ばれる穴を導入し、外部磁束をそこにトラップさせることで超伝導回路への磁束の侵入を防ぐ方法がある[1]。しかし、モートにトラップされた磁束が回路の配線に鎖交することで回路動作に影響を与える可能性がある。そのため本研究ではモートにトラップされている磁束がどの程度の影響を与えるかを評価した。

2. 評価方法

本研究では CAD ツールを用いて設計した配線・モートのインダクタンスおよび結合係数をインダクタンス成分抽出ツールである InductEx[2]を用いて算出した。図 1(a)にシミュレーションに用いた回路のレイアウトを示す。図 1(b)には図 1(a)中の破線 a-b 下の断面図を示す。チップ上の超伝導回路は AIST 2.5 kA/cm² standard process2 で製作された場合、下から ground plane、BAS 層、COU 層、CTL 層の 4 層からなる。それぞれの厚さは 300 nm、300 nm、400 nm、500 nm であり、層間の距離は 300 nm、400 nm、500 nm である。今回、ground plane と COU 層の配線との相互インダクタンスを測定し、モートにトラップされている 1 磁束量子 Φ_0 が配線に鎖交する磁束 Φ を算出した。このシミュレーションでは図 1 中の d の値を 10 μ m から 70 μ m まで変化させた際の相互インダクタンスの変動を調査した。

3. 評価結果

モート-配線間距離 d を 10 ~ 70 μ m まで変化させた時の配線に鎖交する磁束の変化を図 2 に示す。d が大きくなるにしたがって鎖交磁束が減衰していることがわかる。妥当性の評価のため、オンチップ上にて冷却時にモートに磁束量子を印加しトラップさせ、dc-SQUID に発生する電圧から鎖交磁束を測定するが、詳細は当日発表する。

4. 謝辞

本研究は JSPS 科研費 26220904 の助成を受けたものである。さらに、チップ試作を伴う研究の場合は本研究に使用されたデバイスは、(独)産業技術総合研究所(AIST)の超伝導クリーンルーム

(CRAVITY)において作製された。

5. 参考文献

- [1] Kan Fujiwara et al, "Research on Effective Moat Configuration for Nb Multi-Layer Device Structure," IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 19, no. 3, pp. 603-606, June 2009.
- [2] C. J. Fourier et al, "Three-dimensional multi-terminal superconductive integrated circuit inductance extraction," Supercond. Sci. Technol., vol. 24, pp. 12015, 2011

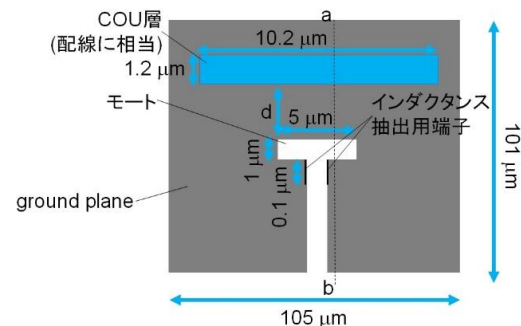


図 1(a) シミュレーションに用いた配線・ground plane のレイアウト

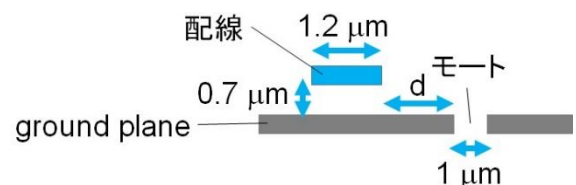


図 1(b) 図 1(a)中の破線 a-b 下の断面図

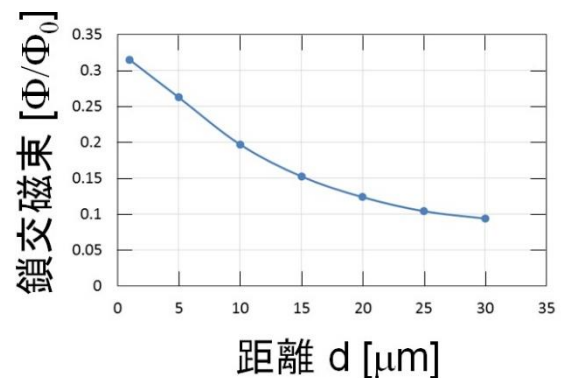


図 2 モート-配線間距離 d と配線に鎖交する磁束との関係