17p-A20-6

直流磁束バイアス JTL における dcSQUID の Josephson 接合アンシャント化時の評価と測定

Design and Measurement of Zero Static Power JTL that Josephson Junction of DcSQUID Unshunted by Dc Flux Biasing

横国大院工，°堤 隆太，山梨 裕希，吉川 信行

College of Engineering, Yokohama National Univ.,

°Ryuta Tsutsumi, Yuki Yamanashi, and Nobuyuki Yoshikawa

E-mail: tsutsumi-ryuuta-bp@ynu.jp

1. はじめに

近年 SFQ (Single Flux Quantum)回路のさらなる低消費電力化のために様々な回路方式が提案されている[1,2]。従来の SFQ 回路の消費電力は、バイアス抵抗で常時発生する静的消費電力とジョセフソン接合のスイッチ時に生じる動的消費電力の 2 つがあり前者が支配的であることが知られている。本研究では、SFQ 回路において静的消費電力を発生するオンチップ抵抗を廃し、インダクタの磁気結合により電流を供給する直流磁束バイアス回路を設計し測定を行った。

2.直流磁束バイアス回路の動作原理

図 1 に直流磁束バイアス回路によるジョセフソン伝送路（JTL）の等価回路図を示す。直流磁束バイアス方式を用いた JTL では、磁気結合により直流電流をジョセフソン接合に印加する。しかし、このインダクタの磁気結合によりバイアスする方式では、JTL が磁束量子を伝搬した際にバイアス電流を供給するインダクタを含む超伝導ループに磁束量子が流入し保持されてしまう。これが起こると JTL 中のジョセフソン接合へのバイアス電流量が減少し、続く入力に対し回路が正常動作しなくなってしまう。それを解決するためバイアス電流を供給するインダクタと伝送路の間に図 1 点線部のように dcSQUID を挿入する。dcSQUID には別途の磁気結合により磁束を印加されており、これにより JTL 中を伝搬する磁束量子がバイアス電流を供給するインダクタを含む超伝導ループへ流入した時に dcSQUID がスイッチすることにより磁束量子がエスケープされ、この超伝導ループに磁束量子が保持されてしまう問題を解消できる。

3. dcSQUID のジョセフソン接合のアンシャント化

図 2 に直流磁束バイアスを用いた JTL（10 段）のレイアウト図の一部を示す。この回路では dcSQUID のジョセフソン接合をアンシャント化している。アンシャント化することでレイアウト上でのボトルネックであった dcSQUID の大きさの問題を解決し、伝送線路中の LI_C 積を小さくすることから高速化・長距離化の効果を狙った。また、GHz レベルの高速測定を行った。詳細な設計と測定結果は当日述べる。

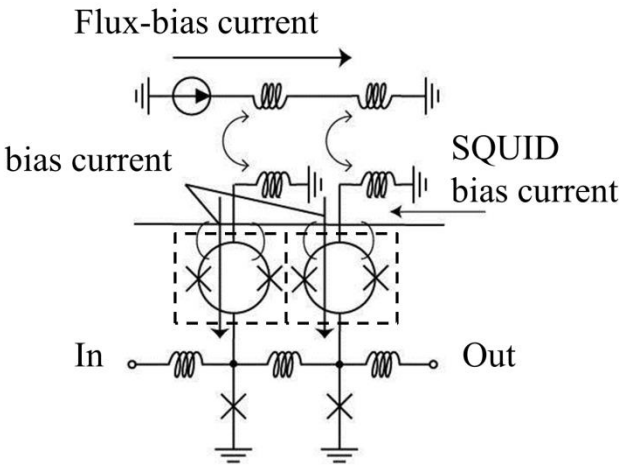

図 1　直流磁束バイアス法を用いた JTL の等価回路図

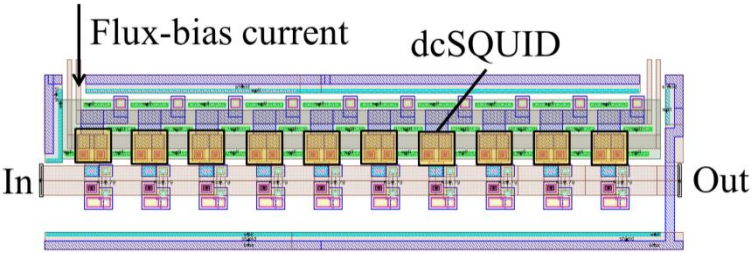

図 2　直流磁束バイアス JTL（10 段）のレイアウト図

4. 謝辞

本研究に用いた回路の作製には、産業技術総合研究所が一部寄与している。

5. 参考文献

[1] Q. Herr et al.,　“Ultra-low-power superconductor logic,” J. Appl. Phys., vol. 109, 103903, 2011.

[2] D. E. Kirichenko et al., “Zero Static Power Dissipation Biasing of RSFQ Circuits,” IEEE Trans. Appl. Super-cond.,vol. 21, pp. 776-779, 2011.

© 2014 年　応用物理学会