

超伝導ナノストリップによる新型クライオトロンにおける 電流集中と臨界電流

Current Crowding and Critical Currents in a New Cryotron of Superconducting Nanostrips

○馬渡 康德¹ (1. 産総研)

○Yasunori Mawatari (AIST)

E-mail: y.mawatari@aist.go.jp

最近 MIT のグループは、厚さ 10nm の NbN 超伝導薄膜を加工して幅が数 100nm 程度の 2 本の超伝導ナノストリップが Fig. 1 のように Y 字形に交差するナノ構造を作製し、新型クライオトロン “yTron” として発表した[1]. この素子は、ストリップが交差する点 P における電流集中効果[2]を利用し、チャネル電流 I_{ch} の臨界電流がゲート電流 I_g に応じて変化するクライオトロンとして動作するもので、インラインの電流検出(読み出し)、論理ゲート、および超伝導メモリ等への応用が検討されている[1].

本研究では、Fig. 1 の yTron 構造を Fig. 2 のように単純化し、その超伝導ナノストリップ構造における電流分布および臨界電流を解析的に求めた. 単純化したナノ構造では、幅が a および b の二本の超伝導ナノストリップの交差角度をゼロとしており、それぞれのストリップの通電電流を I_a および I_b とする. 電流分布は、等角写像法により解析的に求めることができ、また電流集中の効果も明らかになる[2]. ストリップが交差する点 P 付近に量子化磁束線が発生した場合の自由エネルギーを求めて安定性を解析し、量子化磁束線が発生する電流閾値として臨界電流を求めた. その結果、ゲート電流 I_b の増加とともにチャネル臨界電流 I_{ac} は増加率 a/b で線形に増加するが、ある値で飽和することが導かれた. この理論解析結果は、実験データ[1]と定量的に一致することを確認した.

- [1] A. McCaughan, “The yTron: A nanoscale superconducting 3-terminal device for inline readout of superconducting currents,” presented at 16th Int'l Workshop on Low Temperature Detectors (LTD 16). <http://ltd16.grenoble.cnrs.fr/spip.php?article21>
- [2] J. R. Clem and K. K. Berggren, Phys. Rev. B **84**, 174510 (2011).

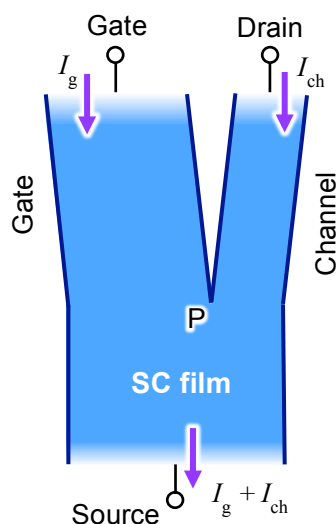


Fig. 1: Configuration of the new cryotron, “yTron.”

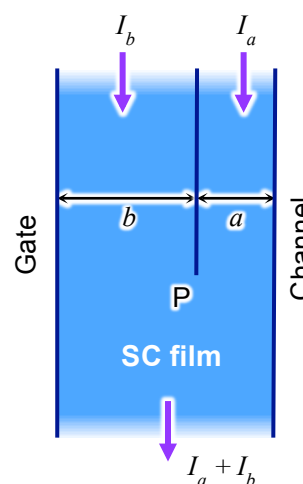


Fig. 2: Simplified configuration with zero intersection angle.