

超伝導細線クライオトロンのデザイン要素に関する感度解析

Sensitivity analysis of design elements of a superconducting-nanowire cryotron

東理大¹, 産総研² ○(M1) 安川 直輝¹, 西尾 太一郎¹, 馬渡 康徳²

Tokyo Univ. of Science¹, AIST², ○Naoki Yasukawa¹, Taichiro Nishio¹, Yasunori Mawatari²

E-mail : 1222546@ed.tus.ac.jp

超伝導細線の常伝導転移を利用する三端子素子である超伝導細線クライオトロン (nTron) [1]の基礎的な理解を目的として、直流三端子動作に関するシミュレーションを行い、MIT による実験データを定量的にほぼ再現できたことを前々回報告した。今回は、デザイン要素を変えたときのチャンネルの応答について感度解析シミュレーションを行ったので報告する。

これまでと同様に、時間依存 Ginzburg-Landau (TDGL)方程式と熱拡散方程式を連立して[2]、有限要素法により数値的に解くシミュレーションを行った。具体的には、チャンネルのくびれ幅(W_c)を異なる値に設定した nTron に対し、ゲート電流(I_{gate})に対するチャンネルの直流電流(I_{ch}) - 電圧(V_{ch})特性がどのように変化するか調べた。

Fig.1A は I_{ch} を掃引したときの nTron の超伝導状態(青色)および常伝導状態(赤色)の領域の変化を示し、また Fig.1B は W_c の異なる条件に対し、 I_{gate} を 0 μA から 1 μA ごと 10 μA まで変化させたときの I_{ch} - V_{ch} 特性の数値計算結果である。 W_c を小さくした場合、より小さな I_{ch} でチャンネル電圧が発生した。 W_c の大小にかかわらず、 I_{gate} が小さな値ではチャンネルの最もくびれている部分で常伝導転移が起こるため、 I_{gate} を 0 μA ~ 5 μA の範囲で変化させても I_{ch} - V_{ch} 特性に大きな差がないことを確認した。

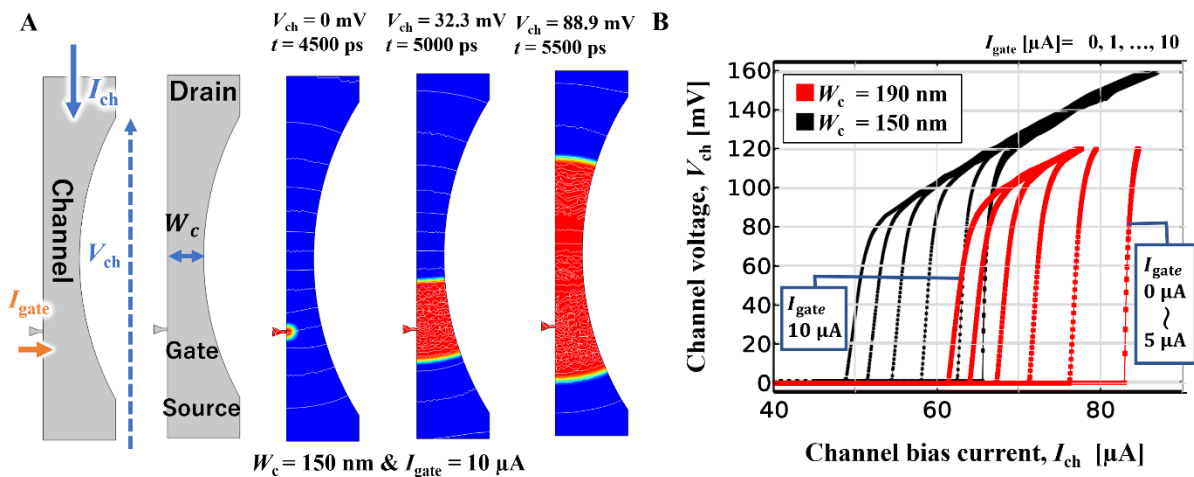


Figure 1. (A) Numerical simulation study of the nTron transitioning from superconducting state to normal state. (B) Channel bias current versus channel voltage characteristic with respect to gate current values applied from 0 μA to 10 μA .

また、ゲートの位置や常伝導抵抗率などのパラメータを変化させた場合のシミュレーションも行ったのでそれらの結果についても当日議論する。

nTron の動作に関して有益な議論をしていただきました、吉川信行教授に感謝いたします。本研究は JSPS 科研費 JP20K05314 の助成を受けたものです。

[1] A. N. McCaughan and K. K. Berggren *Nano Lett.* **14**, 5748 (2014).

[2] A. N. Zotova and D. Y. Vodolazov, *Phys. Rev. B* **85**, 024509 (2012).