

NIS トンネル接合型固体冷凍素子開発 V

Developments of NIS Micro-Refrigerator V

産総研 柏谷聡、[○]柏谷裕美、小柳正男Satoshi Kashiwaya, [○]Hiromi Kashiwaya, Masao Koyanagi (AIST)

E-mail: s.kashiwaya@aist.go.jp

0.3K 以下の動作を目指して NIS 型トンネル接合を利用した固体冷凍機の開発を進めている。① NIS 型固体冷凍機において、N 層が最上層にあるタイプ²⁾の素子特性とシミュレーション結果の比較から、①N 層のフォノン温度と電子温度がほぼ等しいこと、②超伝導層のギャップ電圧が非平衡効果のため減少していることが分かったので報告する。

シミュレーションは次のように行った。素子電圧に対して、トンネル電流による N 層の冷却能力と N 層に入力する流入熱が均衡するように、かつ、電気伝導特性とその熱浴温度依存性がフィットするように、N 層内の電子温度 T_N 、フォノン温度 T_p 、超伝導 S 層の T_c を決めた。流入熱としてはフォノンから電子が受け取る熱流、トンネル電流によるジュール発熱の一部還流などを考慮した。

Fig.1 に熱浴温度が 0.334K の場合における実験で得られた素子の電気伝導度の電圧依存性とシミュレーション結果の比較を示す、青色線が実験結果を、赤点線がシミュレーションで得られた電気伝導度曲線、緑色線がすべての金属層の温度が熱浴温度と等しいときの BCS 電気伝導度曲線、黄色点線はシミュレーションで得られた N 層の温度 T_N と電圧の関係を示したものである。熱浴温度が下がるとともに T_c が下がることが分かった。このことは S 層のギャップ電圧が小さくなることを意味している。これは熱浴温度の低下に伴い準粒子の寿命が延び、準粒子の密度増加に伴う非平衡効果に起因すると考えられる。

[謝辞]本研究(の一部)は、科研費 25286046 の支援を受けて、(独)産業技術総合研究所ナノプロセス施設において実施されました。

[参考文献]

- 1) 柏谷聡他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 (名古屋国際会議場)
- 2) H.Q.Nguyen et al., Phys.Rev.Appl.2, 054001(2014)

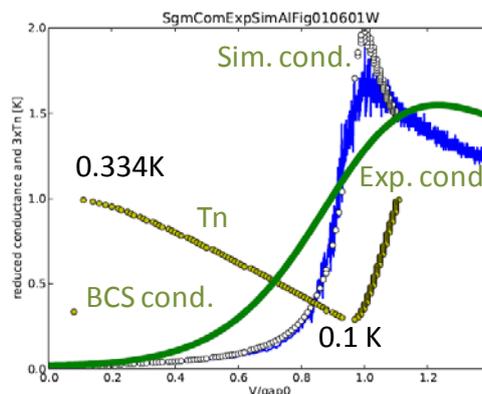


Fig. 1 Conductance curves at bath temperature 0.334 K and simulated T_N curve.