NbN ナノワイヤーの輸送特性と磁場誘起超伝導

九州大学 A, 情報通信研究機構 B, 福井大学 C
篠崎文重 A, 牧瀬圭正 B, 浅野貴行 C,

The transport properties and field induced superconductivity of NbN nanowires

Kyushu Univ. A, *NICT* B, *Fukui Univ.* C
B. Shinozaki A, K. Makise B and T. Asano C

MgO 基板上 NbN 薄膜を Nano-wire(NW)化した擬 1 次元超伝度体の $R(T,H)$ 特性を調べ、これまでに以下を報告してきた。i) $R(T)$特性は 2 次元系に比べて、広い温度領域に渡る broad な常伝導-超伝導転移を示す。この原因はオーダーパラメター—の位相すべり(phase slip)とされ、低温での寄与は量子位相すべり(quantum phase slip; QPS)が熱励起位相すべり(thermal phase slip; TAPS)に比べ大きい。ii) 特異な負の磁気抵抗(negative magneto-resistance; NMR) や抵抗の振動現象を示す。NMR についてはいくつかのモデルが提案されている。今回 ii) の NMR の理解を目的として、超伝導 NW の輸送特性を調べた。

MgO に比べ格子ミスマッチが 0.7 %と小さく、格子不整合による乱れをより抑えると期待される立方晶炭化シリコン基板を用いた。NbN 膜を反応性スパッタリング法で成膜、電子線でナノワイヤーを描画後、ドライエッチングで微細加工を行った。膜質は RHEED 像のストリークパターン、及び XRD $\theta-2\theta$ 結果から、膜の平坦性、及び極めて小さい格子不整合を確認した。

図に膜厚=10nm,電圧端子長 600nm、細線幅 w=20nm, 転移温度 T_c=13.5K の $R(T)$を示す。●で示した $R(T,H=0)$ は上述の位相すべりによる特性に従う。一方、○で示すように $R(T,H=6\mathrm{T})$ は NMR により $R(T,H=0)$より 2-3 桁減少し、磁場誘起超伝導(R~0)を示唆する。更に「温度減少に伴い抵抗は再び増加する」quasi-reentrant 現象を示す。実線、破線はそれぞれ、QPS、TAPS の理論線である。磁場は QPS に強く作用していることを示している。又、上部臨界磁場 Hc2(T) は 2 次元・面平行磁場下の理論 $H_{c2//}(T)=\phi_0/2\xi_{GL}(T)w$ に従うが、大きさは理論値の数倍である。講演で詳しい解析結果を示す。

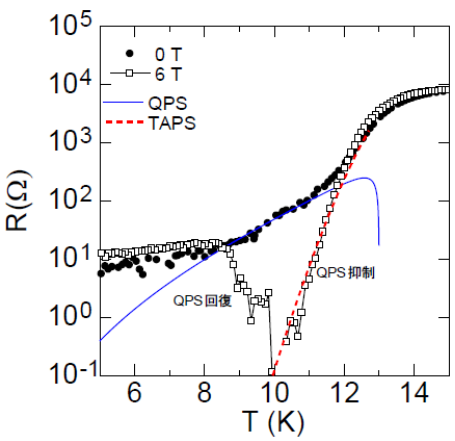

図 NbN ナノワイヤ—抵抗—温度特性