

高品質 Nb 薄膜を用いた MKID の共振特性

Property of MKID resonators using a high quality Nb film

○ 野口 卓, Agnes Dominjon, Matthias Kroug (国立天文台)

○ T. Noguchi, A. Dominjon, M. Kroug (NAOJ/NINS)

E-mail: Takashi.Noguchi@nao.ac.jp

国立天文台 先端技術センターでは、将来の広視野宇宙電波観測用の検出素子として期待されている、マイクロ波力学インダクタンス検出器 (MKID) の開発を行なっている。超伝導マイクロ波共振器の Q 値は MKID の性能に関わる重要なパラメータの 1 つであり、 10^6 を超える内部 Q 値をもつ超伝導共振器の製作が課題となっている。超伝導共振器の Q 値は超伝導体中の残留準粒子の導電損失によって決まるものと考えられるので、超伝導薄膜の高品質化により残留準粒子数が低減でき、 Q 値の向上が期待できる。そこで、今回、超高品質の Nb 薄膜とそれを用いた超伝導共振器を製作し、その共振特性を評価したので報告する。

Nb 薄膜は、4 インチターゲットを用いた DC スパッタリングによって、 800°C に加熱したサファイア基板 ($35\text{ mm}\phi$, $0.5\text{ mm}'$) 上に堆積した。こうして成膜した Nb 薄膜の室温での比抵抗 ρ は $15.8\text{ }\mu\Omega\cdot\text{cm}$ とバルクのそれに近い値を示しており、残留抵抗比 RRR も $40\sim 80$ と非常に高い値であった。また、超伝導転移温度 T_c も 9.4 K と高い値をもつことなどから、単結晶に近い超高品質の Nb 薄膜となっているものと考えられる。MKID 共振器のパターニングは SF_6/O_2 混合ガスを用いた ICP エッチングで行った。

図 1 にこうして得られた高品質 Nb 薄膜を用

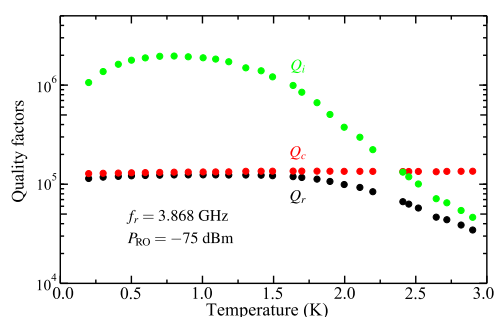


Fig. 1 Measured quality factors as a function of temperature.

いて作成した MKID 共振器の内部 Q 値 Q_i の温度依存性を示す。 1.5 K 以下で 10^6 を超える Q_i が得られている。 0.75 K 以下の温度で Q_i が減少しているが、これは残留準粒子の近藤効果様の磁性散乱による残留準粒子抵抗の増大を反映したものと考えられる。

図 2 に Q_i および共振周波数 f_r の温度依存性の測定値および近藤効果様の準粒子抵抗の温度依存性と残留準粒子の力学インダクタンスを考慮したモデルに基づくフィッティング結果を示す。 Q_i および f_r の温度依存性は、おおよそ、残留準粒子の抵抗および力学インダクタンスを考慮したモデルで説明できる。ただし、フィッティング結果を詳細に検討すると、本実験で用いた Nb 薄膜には転移温度の異なる複数の相が混在している可能性があり、高 T_c 相のみに単相化した Nb 薄膜が作成できれば、さらに高い Q 値の MKID 共振器が得られるものと期待できる。

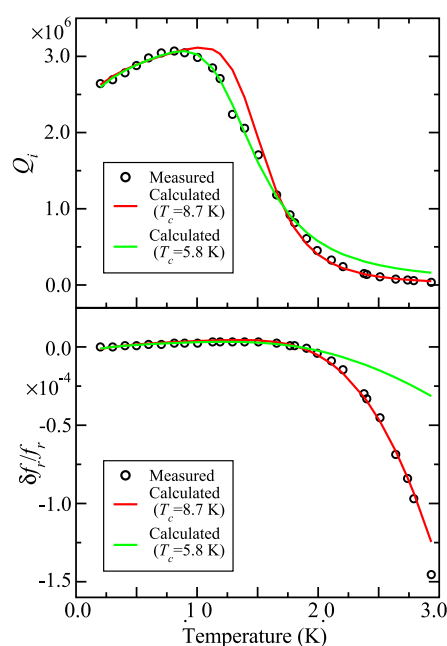


Fig. 2 Measured and calculated inverse quality factor and resonance frequency shifts as a function of temperature.