

Nb 薄膜を用いたナノブリッジジョセフソン素子の製作

Fabrication of nanobridge Josephson devices using Nb thin films

防衛大・電気電子 堀口 顕司, 立木 隆, 内田 貴司

National Defense Academy 堀口 顕司, Takashi Tachiki, Takashi Uchida

E-mail: em50003@nda.ac.jp

はじめに 我々は、テラヘルツ波帯で動作するハーモニックミクシングが可能な検出器の研究を行っている。テラヘルツ波を効率よく検出する手段として、薄膜アンテナと直接結合した平面型ジョセフソン接合に着目した。その実現のために用いる平面型接合として、構造が簡単であり、薄膜アンテナとの結合に適している Dayem ブリッジを選択した。ブリッジ部分は超伝導体のコヒーレンス長と同程度への微細化が必要となる[1]。これまでに素子へ十分適用可能な平坦性を有する膜厚約 20 nm の Nb 薄膜が得られた[2]。そこで、本研究では、これらの Nb 薄膜を用いてナノ構造を有する Dayem ブリッジを製作し、そのジョセフソン効果を検証した。

実験および結果 DC マグネトロン・スパッタにより 700°C に加熱した SiO₂/Si 基板上に膜厚約 20 nm の Nb 薄膜を作製した。フォトリソグラフィ、電子線リソグラフィおよび CF₄ イオンミリングによりナノブリッジを製作した。Fig. 1 に製作した素子のブリッジ部の SEM 像を示す。上下にあるテーパ状の Nb バンクの間に幅 110 nm, 長さ 51 nm のナノブリッジが製作された。同素子の I - V 特性は、測定温度 7.1 K のときに RSJ 的な振る舞いを示し、 $I_c = 0.45$ mA, $I_c R_n$ 積 = 1.6 mV であった。次に 6~30 GHz のマイクロ波を同素子に照射したところ、各周波数でシャピロステップを観測した。その一例として Fig. 2 に 12.98 GHz のマイクロ波照射下の I - V 特性を示す。同図では明瞭な 4 次までのシャピロステップが観測され、ステップ間隔と照射周波数はジョセフソンの関係式を満たした。以上により、同素子がジョセフソン接合であることを確認し、アンテナと結合ジョセフソン素子を用いた検出器の実現の可能性が得られた。

【参考文献】

- [1] K.K.Likharev, Rev. Mod. Phys, vol. 51, pp.101-159 (1979)
 [2] 堀口 顕司 他, 第 72 回応用物理学会学術講演会, No.31p-ZS-1

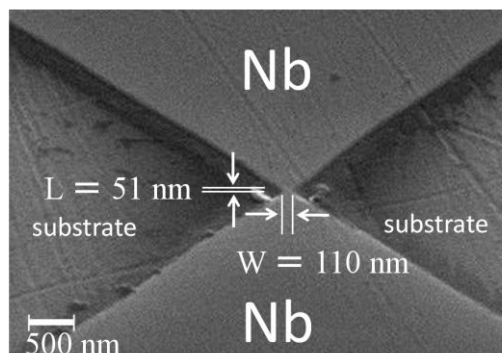


Fig.1 SEM image of a Nb thin-film nanobridge 110 nm wide and 51 nm long.

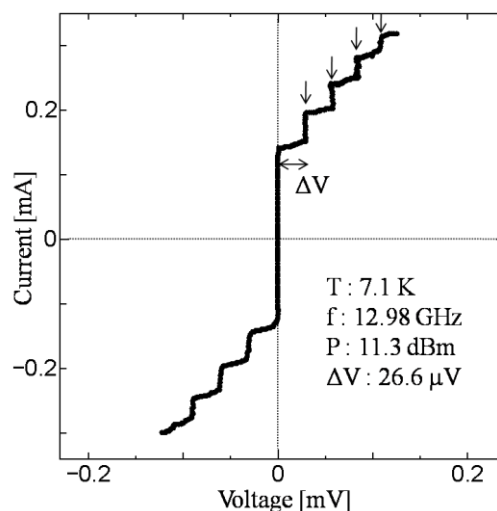


Fig.2 I - V characteristic of the fabricated bridge with 12.98-GHz microwave irradiation.