

3 段パルス波形を用いた固有ジョセフソン接合の発熱評価

Estimation of Heating Effect in Intrinsic Josephson Junctions by using Three Step Pulse Waveforms

○ 及川 大¹、田中 博美²、都築 啓太¹、安藤 浩哉¹、杉浦 藤虎¹、塚本 武彦¹

(1. 豊田高専、2. 米子高専)

○ Dai Oikawa¹, Hiromi Tanaka², Keita Tsuzuki¹, Hiroya Andoh¹, Toko Sugiura¹,
Takehiko Tsukamoto¹ (1.Natl. Inst. Tech., Toyota Coll., 2.Natl. Inst. Tech., Yonago Coll.)

E-mail: d-oikawa@toyota-ct.ac.jp

近年、半導体に代替する材料として高温超伝導体に内包される固有ジョセフソン接合が注目を集めている。テラヘルツ発振素子を初めとしたメサ型の超伝導デバイスは、自己発熱による性能劣化が懸念されており、自己発熱の評価は非常に重要である。自己発熱を評価する方法の一つとしてパルス電流印加法がある。同方法を用い、発熱を評価した報告は多い。しかし接触抵抗部の発熱まで考慮した例は無い。今回、我々は3段パルス波形を考案することによって電極と結晶間の接触抵抗部における発熱を評価することに成功したので報告する。Bi-2212 単結晶を面積 $300 \times 70 \mu\text{m}^2$ 、高さ 300 nm のメサ型に加工した試料を用い、クライオスタット内でバス温度 3.7 K に冷却した。パルスのデューティー比は 10^{-5} 以下であり、パルス波の立ち上がりから 500 ns のときの電流及び電圧値を計測した。Fig.1 に2段及び3段パルス波形の概略図と測定した電流-電圧 (I - V) 特性を示す。バイアス電流 I_B が臨界電流 I_c より小さい戻りの準粒子ブランチ領域はその非線形性により、従来のパルス波形ではバイアスが不可能なため、一時的に I_c を超える電流を印加し、直ちに電流を減少させる2段パルスを用いて測定した (Fig.1 (a))。また接触抵抗部における発熱を評価するために、Fig.1 (b) に示す3段パルスを考案した。3段パルスは有限の初期バイアスを加えることにより、接触抵抗部のみでの発熱を重ねることが可能になる。Fig.1 (c) より 20 mA 以上の領域においては接触抵抗の発熱が加味された3段パルスを用いて得た I - V 特性の電圧が2段パルスで得た電圧と比較して抑制されていることがわかる。よってメサ型試料においては接触抵抗部の発熱は無視できないことが示唆された。

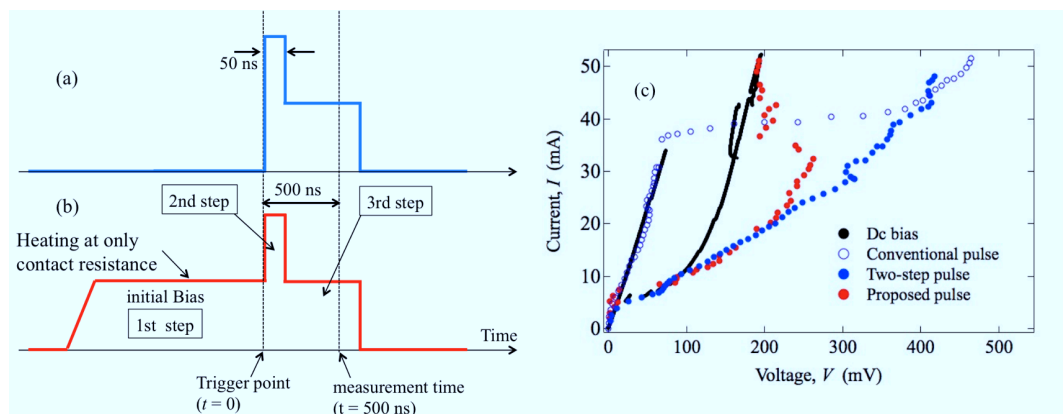


Fig1 (a), (b) Schematics of two-step pulse and proposed three step pulse waveforms. (c) I - V characteristics using pulse waveforms and dc bias at 3.7 K.