パルス印加法を用いた Bi-2212 固有接合の c 軸方向における温度分布の検討

Temperature distribution along the c axis direction in intrinsic Josephson junctions using pulse measurement

○(BC) 佐藤　康紀，及川　大，岩塚　紳矢，安藤　浩哉，杉浦　藤虎，塚本　武彦　(豊田高専)
○Yasunori Sato, Dai Oikawa, Shinya Iwatsuka, Hiroya Andoh,
Toko Sugiura and Takehiko Tsukamoto (National Institute of Technology, Toyota College)
E-mail: yasu.1994ddd12@gmail.com

Bi 系高温超伝導体に内包される固有ジョセフソン接合は半導体に代わるデバイス材料として注目され，盛んに研究されている．しかし，固有ジョセフソン接合の積層数の増加に伴い自己発熱が顕著に現れ，デバイスの性能劣化が懸念されている．特にテラヘルツ発振デバイスにおいては動作温度が臨界温度近傍のため，発熱の評価は非常に重要である．自己発熱を評価するには，まず発熱の伴わない固有接合の電流-電圧 (I-V) 特性をする必要がある．その一つとしてパルス電流印加法がある．同方法を用い，発熱が無視できる I-V 特性を得た報告はあるが大型試料においてパルス電流印加法を用いた測定の報告や，接触抵抗の影響まで議論した例は少ない [1].

Fig.1 に直流印加法及びパルス電流印加法で測定した I-V 特性を示す．実験には Bi-2212 単結晶を面積 300×70 μm^2, 高さ 450 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 4.2 K に冷却した．バイアス電流が臨界電流 I_c より小さい戻りの準粒子ブランチ領域はそのヒステリシス特性により，通常のパルス波形ではバイアスが不可能なため，瞬間的に I_c を超える電流を印加する 2 段パルスを用いて測定した (Fig. 1 挿入図)．データ取得時間はパルスの立ち上がりから 400 ns とした．直流バイアスにより測定した I-V 特性は，$I_c \simeq 21$ mA で全ての接合が電圧状態に遷移しており，ヒステリシス曲線の戻りの準粒子ブランチにおいては自己発熱の影響による負性抵抗領域が確認できる．一方，パルス波を印加した I-V 特性は電圧状態における発生電圧が直流測定に比べ非常に大きく，発熱効果が著しく抑制されて，やや直線的な振る舞いを示している．さらに臨界電流値は直流測定時のそれより大きくなっていることから，接触抵抗部分での発熱の影響が示唆される．そこで我々は電圧状態である固有接合における発熱いわゆる自己発熱と接触抵抗部分での発熱を区別して考える着想に至った．

講演では，初期条件として接触抵抗部分における発熱を制御可能にする新しい波形を提案し，積層方向における温度分布の有無とその $I-V$ 特性を論ずる予定である．

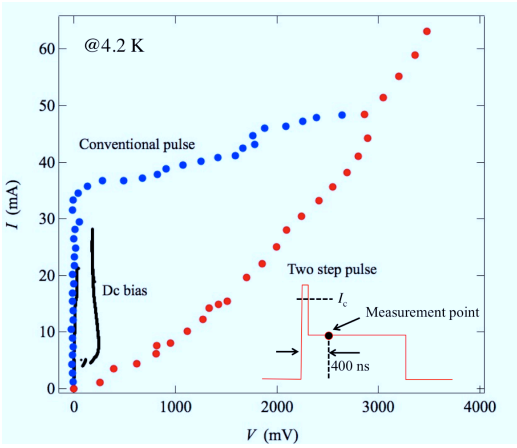

Fig.1　I-V characteristics of mesa-type IJJ sample were measured by dc bias and pulse bias at 3.7 K.

[1] J. C. Fenton et.al., Appl. Phys. Lett. **80** 2535(2002).

© 2016年 応用物理学会