

大型ジョセフソン接合スタックにおけるマイクロ波誘起ステップⅡ

Microwave Induced Steps in Large Intrinsic Josephson Junction Stacks Ⅱ

宇都宮大院工 ○松岡 清人, 八巻 和宏, 入江 晃亘

Utsunomiya Univ. ○Kiyoto Matsuoka, Kazuhiro Yamaki, Akinobu Irie

E-mail: mt166240@cc.utsunomiya-u.ac.jp

前回, 自己磁界による磁束フローが生じる接合面積の大きい固有ジョセフソン接合スタックにジョセフソンプラズマ周波数より十分低いマイクロ波 (2~10GHz) を照射した場合, ジョセフソン関係式を満たすマイクロ波誘起定電圧ステップが観測されることを報告し[1], その照射マイクロ波電力依存性から, ステップの発生はマイクロ波により接合内に導入された磁束量子の運動 (磁束フロー) と外部マイクロ波との位相同期効果に起因することを示唆した。しかしながら, 実験に用いたスタックは数百の固有接合を内包するにも拘わらず, 観測されたマイクロ波誘起ステップの電圧からステップの発生に寄与するのは 1 接合のみであることが見積もられ, その発生機構は十分に理解されていない。今回, 誘導結合 sine-Gordon 方程式を基本とする固有ジョセフソン接合モデルを用いた解析, 並びに寸法の異なる固有接合スタックへのマイクロ波照射実験により大型ジョセフソン接合スタックにおけるマイクロ波誘起定電圧ステップの発現機構について検討したので報告する。なお, 固有ジョセフソン接合モデル解析では, ステップを観測した実験条件を再現するために $\beta_c=2.7$, プラズマ周波数に対するマイクロ波の規格化周波数を $\Omega=0.08$, 計算時間の短縮のために接合数を $N=5$, ジョセフソン侵入長に対する規格化接合長を $l=50$ とし, 各接合は接合端でのみマイクロ波が磁気結合する境界条件のもと電流-電圧特性を計算した。

Fig. 1 に規格化マイクロ波振幅が $h_{\text{eff}}=0.25$ のときの電流-電圧特性の計算結果を示す。マイクロ波の印加により実験と同様に 1 接合分に相当する $d\varphi/d\tau=0.08$ の電圧において定電圧ステップを確認することができる。また, 挿入図は, $i=0.75$ における接合 1~5 に対する一方の接合端電圧の時間依存性である。ここで, 横軸は外部マイクロ波の 2 周期分の時間に相当しており, 接合 3 の電圧のみが, マイクロ波の周期に対応して大きく変動していることがわかる。この電圧変化は, 外部マイクロ波により接合内に磁束量子が 1 個導入されたことによるもので, ピーク電圧位置の時間発展を計算することにより, 磁束量子がマイクロ波に同期して接合内を運動することがわかった。現在, 磁束量子運動と外部マイクロ波との安定な位相同期条件をシミュレーション及び実験の両面から調べている。

[1] 松岡清人 他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会

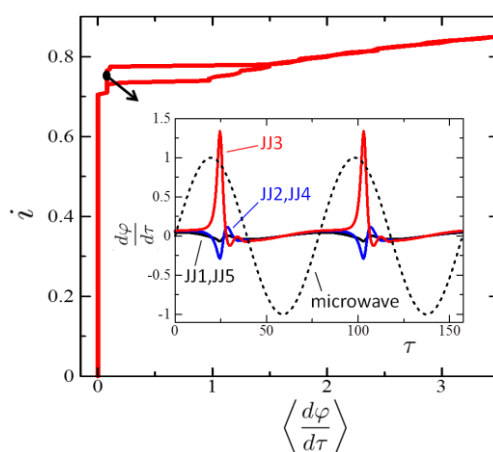


Fig. 1. Calculated current-voltage characteristic of 5-fold Josephson junction stack with microwave application of normalized frequency $\Omega=0.08$. Inset shows the time dependence of each junction in the stack biased at $i=0.75$.