

低温下におけるパッケージホルダ間の接触抵抗の計測

Contact Resistances between a Package and its Holder at a Low Temperature

名古屋大学 ○伊藤雄記, 藤巻朗

Nagoya Univ. °Yuki Ito, Akira Fujimaki

E-mail: ito_y@super.nuqe.nagoya-u.ac.jp

研究背景

超伝導集積回路は、低消費電力化がさらに進み、すでにマイクロプロセッサが 30GHz、0.2 mW で動作実証¹⁾されるなど、高速・低消費電力の特性を生かした応用に適用可能となっている。実際、我々のグループでは、超伝導検出器の読み出し回路、ならびにその後段の信号処理回路に超伝導集積回路を使っている²⁾。そのような応用では、回路は冷凍機下での動作が求められる。また、超伝導集積回路の汎用性を高めるためには、可搬性の高い小型冷凍機での冷却が不可欠である。しかしながら、小型冷凍機は冷却能力が小さく、熱流入の抑制とともにジュール熱の抑制が求められる。熱流入の抑制については、我々は高温超伝導体を利用することを既に提案し、対策を進めている³⁾。一方、ジュール熱については、それが冷却にしばしば深刻な問題を与えているにもかかわらず、その発生源の特定すらできていない状況である。そこで、最初のステップとして、通常用いられるパッケージとそのホルダ間の接触抵抗を測定した。そこでは、しばしば接触不良が発生しており、場合によっては大きな接触抵抗が発生していると危惧される。

実験ならびに結果

実験に先立って、端子間を短絡させるパッケージ (プリント基板) を作製した。また、それを受けるホルダ側では、1つの端子に電流リードと電圧リードを設けることで、四端子測定ができるようにした。なお、被測定対象物は、2個の接触抵抗が直列となっているほか、短絡させるためのプリント基板の配線の抵抗が重畳することに注意が必要である。測定は、室温ならびに液体窒素温度で行った。Fig.1 は、典型的な電流-電圧特性である。300mA まで、ほぼ線形になっており、オーミック接触が取れていることが分かる。Fig.2 に測定した 10 か所の接触抵抗の値を示す。室温では、12.5mΩから 25mΩに分布していたものが、

77K では 11.5mΩから 50mΩに分布の範囲が広がっている。重畳するプリント基板上の配線抵抗は温度の低下とともに下がることを考慮すると、接触抵抗は平均すると増加する方向にあると言えることができる。接触抵抗の増加の原因は明確ではないが、熱収縮によって押え付けの力が弱くなった可能性がある。今後、マウントする際の押え付けの力と接触抵抗の関係を調べるほか、その経時変化や配線抵抗の同定を進める予定である。

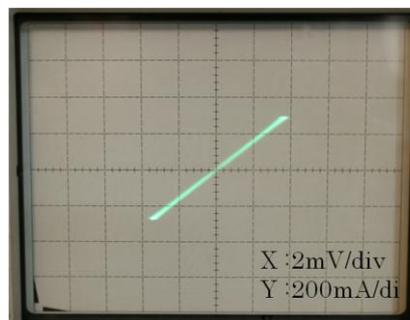


Fig1. Current-voltage characteristics for

常温下	低温下(液体窒素中)
15mΩ	24 mΩ
13 mΩ	13 mΩ
13 mΩ	13 mΩ
15 mΩ	14 mΩ
20 mΩ	50 mΩ
12.5 mΩ	47 mΩ
13.75 mΩ	38 mΩ
17.5 mΩ	11.5 mΩ
15 mΩ	14 mΩ
25 mΩ	16 mΩ

Fig.2 The value of the contact resistance

謝辞

本研究は JST-ALCA によって支援されている。

参考文献

- 1) 田中ほか、第 89 回低温工学・超伝導学会
- 2) 藤巻、電子情報通信学会 2014 年総合大会
- 3) 藤巻、2014 年春季低温工学超伝導学会