

課題番号 : F-20-UT-0072
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 光学測定用超伝導体薄膜に大電流を注入するためのプリント基板の作製
 Program Title (English) : Production of printed circuit boards for large current injection into superconducting thin films for optical measurements
 利用者名(日本語) : 中村祥子, 島野亮
 Username (English) : S. Nakamura, R. Shimano
 所属名(日本語) : 東京大学低温科学研究センター研究開発部門
 Affiliation (English) : Research and Development Division, Cryogenic Research Center, Univ. Tokyo
 キーワード/Keyword : 切削、電気計測、マテリアルサイエンス

1. 概要(Summary)

電流注入下の超伝導体の光学応答を測定するには、光学測定のスポートサイズ以上の大面積で、均一かつ巨大な電流密度を実現する必要があり、接触抵抗が極めて小さい(1 mΩ以下の)電極の形成が不可欠である。薄膜の表面に金電極にアルミ線を数十本ウェッジボンディングするという手法だと、基板との密着性が低い薄膜の場合、極低温に冷却して室温に戻すというサーマルサイクルによって、薄膜ごとワイヤーが取れてしまう問題が発生した。ワイヤーの熱収縮によってボンディング箇所が引っ張られることが原因だと考えられ、ワイヤーをたるませることで改善したが、完全には解決しなかった。そこで、東京大学「超微細リソグラフィ・ナノ計測拠点」の設備を利用して、軟らかい金属であるインジウムを電極全面に圧着するという新しい方法を用いて大電流の注入を試みた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

NCプリント基板加工装置

【実験方法】

1. 0.5 mm 厚のガラスエポキシ両面銅張積層板を NC プリント基板加工装置で切削した(Fig. 1 インセット)。試料側の長方形パッドと、反対側のリード線用の端子は、ビアホールを両側に銅線をハンダ付けして接続した。

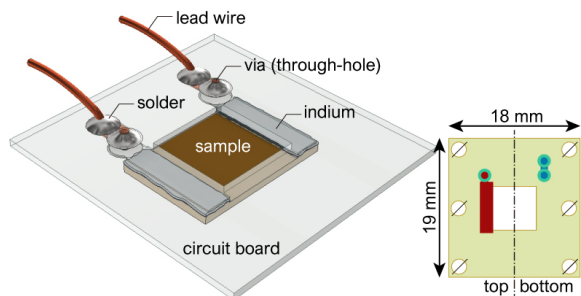


Fig.1: Schematic view of the current injection test using indium pads formed on the circuit board. (Inset) Pattern layout of the board.

2. ラッピングフィルムで磨いた長方形パッド表面にインジウムの小片を載せ、爪楊枝でぐりぐりと強く押し付けて、銅電極に強く張り付いたインジウム層を作り、さらにインジウムを載せ、平坦になるように成形した。試料薄膜にも同様にインジウムを付けた。
3. 光学測定用サンプルホルダーに順に、試料薄膜と基板を載せ、ネジでまっすぐ押し付けた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

クライオスタット内で、幅 6 mm の超伝導薄膜試料を $T=5$ K まで冷却し、直流電流を通電する試験を行った(Fig. 1)。超伝導状態の薄膜は大電流を流せるが、接触抵抗による発熱など、何かのきっかけで薄膜の一部が常伝導転移すると、薄膜全体が常伝導転移する現象(クエンチ)が生じる。ワイヤーボンディングのみでは 0.24 A、銀ペーストを染み込ませると 0.44 A 程度でクエンチが生じたが、インジウム圧着だと 5.2 A まで通電することができた。室温に昇温後、再度冷却しても流せる電流に変化は無く、外見上の変化も生じなかった。

冷却時に熱収縮によって超伝導薄膜に働く力は、ワイヤーボンディングでは垂直に引き剥がす方向、銀ペーストでは水平に収縮する方向で、どちらも薄膜を基板から剥がそうとする影響だが、インジウム圧着の場合は常に薄膜を基板に押し付けている状態なので、電極付近の薄膜に悪影響を及ぼさずに安定した測定ができたと考えられる。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。