

課題番号 : F-19-UT-0110  
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への電極形成  
Program Title (English) : Electrode formation on 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) : 東京大学低温センター研究開発部門  
Affiliation (English) : Research and Development Division, Cryogenic Research Center,  
The University of Tokyo  
キーワードKeywor : 成膜・膜堆積、スパッタ、熱処理、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、そのためには、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。今回、酸化物超伝導体薄膜の測定を目指し、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、電極形成を試みた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

LL 式高密度汎用スパッタリング装置  
高速ランプアニール装置  
マニュアルウエッジボンダー  
NC プリント基板加工装置

### 【実験方法】

5 cm 角の試料の中央をシリコン製のシャドウマスクで覆い、両端に 0.5 mm 幅で金属薄膜をスパッタし、基板等にワイヤーボンディングで搭載した後、持ち帰って極低温での残留抵抗を測定した。金属薄膜の組成や、スパッタ前のアルゴンイオンエッチング(逆スパッタ)、スパッタ後のランプアニール(窒素雰囲気)による効果を検証した。

単一の超伝導体薄膜(130 nm 厚)に対して以下の作業を順に行い、その都度、極低温での評価を行った。

1. Au(100 nm)/Ti(3 nm)のスパッタ
2. 残った2辺に Au(30 nm)/Ag(200 nm)をスパッタし、ランプアニール 400°C 5分
3. 2の Au/Ag 薄膜をテープで剥離し、逆スパッタを行った後、Au(30 nm)/Ag(200 nm)をスパッタし、ランプアニール 420°C 5分
4. ランプアニール 420°C 5分

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

各段階での抵抗値の評価結果を下記に示した。末尾の「半導体的」「金属的」とは、低温になるにつれて、接触抵抗が、それぞれ増大・減少することを示す。

1. 室温: 300 Ω、低温(4 K): 1 kΩ (半導体的)
2. [Au/Ti] 室温: 10 Ω、低温(20 K): 20 Ω (半導体的)  
[Au/Ag] 室温: <10 Ω、低温(2 K): 3 Ω (半導体的)  
Au/Ag 薄膜は密着不良。  
超伝導体薄膜の光学特性・超伝導特性が向上。
3. [Au/Ag] 室温: <10 Ω、低温(2 K): 1 Ω (金属的)  
電極が金銀合金化しており、これに加えて、電極自体にも、極低温で 1 Ω 弱の抵抗が存在。
4. 超伝導体薄膜の転移温度が低下。

上記の結果から、

- 電極を銀で製膜し、アニールすると、超伝導体表面から銀が拡散することで接触抵抗が抑えられる
- 銀薄膜の密着性の向上には逆スパッタが有効
- 銀・金の積層膜よりも、銀単体の膜の方が望ましいということが分かった。

一方で、電極・超伝導体界面のためのアニールが超伝導体薄膜の内部の特性にも影響してしまうため、今回の超伝導体薄膜の物質系では、超伝導特性を保持しつつ界面特性を向上させるアニール条件が極めてシビアであることが判明した。

## 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。