



Title	トンネル分光法による高温超伝導体の電子状態に関する研究
Author(s)	川山, 巖
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3169126">https://doi.org/10.11501/3169126</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 川 山 巖

博士の専攻分野の名称 博 士 (理 学)

学 位 記 番 号 第 15165 号

学 位 授 与 年 月 日 平成12年3月24日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

理学研究科化学専攻

学 位 論 文 名 トンネル分光法による高温超伝導体の電子状態に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)  
教 授 川 合 知 二

(副査)  
教 授 中 村 亘 男 教 授 松 尾 隆 祐

## 論 文 内 容 の 要 旨

高温超伝導体は、単に高い転移温度を持つと言うだけでなく、従来の超伝導体とは異なる、多くの興味深い物性を示す。私の研究の目的は、レーザーアブレーション法を用いてトンネル接合を作製し、そのスペクトルから高温超伝導体の電子状態、なかでも超伝導電子対の対称性を解明することである。

良好な界面をもつトンネル接合を作製することが、トンネル分光の信頼性の上で最も重要なことである。このためには、基板の平坦化及び薄膜の成長過程を制御することが必要である。私は、銅酸化物超伝導体薄膜用基板として広く用いられている  $\text{SrTiO}_3$  (100) 基板が高温酸素アニールにより平坦性及び結晶性が大きく改善することを明らかにし、またアニール基板上で、高温超伝導体の母構造である無限層構造の  $\text{SrCuO}_2$  薄膜の成長様式を観察した。その結果、平坦性の高いアニール基板上に直接  $\text{SrCuO}_2$  を積層すると、むしろ薄膜のラフネスは増加することが明らかになった。これに対し、基板表面に  $\text{SrO}$  を1層バッファとして積層後に薄膜を成長させると、平坦性の高い薄膜となった。この様に良質の薄膜を作成するためには、平坦性だけでなく、表面の原子種も非常に重要であることを明らかにした。

これらの知見を生かし、 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$  (BSCCO) 単結晶劈開面上に、非常に平坦な界面を持つ銅酸化物超伝導体の平面積層型トンネル接合を作製した。BSCCO の劈開面は原子レベルで平坦なテラスと最大  $15\text{\AA}$  (1 単位格子) の高さのステップで構成されており、これと薄膜を組合せることにより、理想的な c 軸接合が作製できる。私はこの平坦な界面を持つトンネル接合スペクトルを、アンドレーエフ反射を考慮した状態密度式を用いて解析し、クーパー対の対称性として基本的には  $d_{x^2-y^2}$  波が妥当であることを示した。

しかし最近になって、クーパー対が単一の対称性を持つのではなく、様々な副次的な対称性が存在する可能性も活発に議論されてきた。私は、BSCCO 単結晶と通常の s 波超伝導体の Nb を用いたジョセフソントンネル接合を作製し、c 軸方向に有意なジョセフソン電流を観測した。これは、BSCCO に s 波成分が存在することを示すものである。

BSCCO が単純な d 波であると考えたと、s 波超伝導体の Nb との間には c 軸方向にジョセフソン電流は流れない。しかし、私の実験では典型的なジョセフソン特性がいくつかの試料で観測された。この結果は、BSCCO に s 波成分が存在することを強く示唆している。また、ジョセフソン最大電流の温度依存性に関する考察から、BSCCO における s 波のギャップは、d 波のギャップの千分の一以下の大きさしかなく、また d 波と s 波の転移温度が大きく異なることが分かった。この実験によって、BSCCO に s 波成分の存在が初めて確認された。

この様に、私はよく規定されたバリア層を持つトンネル接合の作製を一貫して行い、高温超伝導体においてもトン

ネル分光が有効な手法であることを示した。

### 論文審査の結果の要旨

川山君は、酸化物薄膜の成長過程制御の研究で得られた知見を生かして、平坦な絶縁層界面をもつ高温超伝導体のトンネル接合を作製し、トンネルスペクトルから電子対波動関数の対称性に関する重要な知見を得た。なかでも、接合界面に誘起されたs波成分の大きさを定量的に見積もったことは、高温超伝導体における電子対波動関数の対称性に関する理解を大きく前進させるものである。よって博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。