

科学
技術

酸化物系超電導体の ジョセフソン素子に道

YBCO ナノ以下で構造制御 系セラ

東工大工業材
料研グループ

東京工業大学工業材料研究所の鯉沼秀臣教授、川崎雅司助手(新技術事業団さきがけ研究併任)らのグループは、高温超電導ジョセフソントンネル接合作製に欠かせないナノスケール以下で構造を制御した高品質酸化物ヘテロエピタキシー技術を開発した。レーザアブレーション法で基板の結晶面の方位を〇一度傾けて作製したYBCO(イットリウム・バリウム・銅・酸素)系セラミックスの薄膜表面の原子像とトンネルスペクトルを同時に世界で初めて観察、ジョセフソン素子としての可能性を確認した。すでにSISトンネル素子のデバイス作製に入っており、今後への期待が高まっている。

SISトンネル構造 デバイス作製着手

ジョセフソン素子は超電導体のエレクトロニクス応用のベースとなる素子。金属超電導体のジョセフソン素子の場合、超電導体/絶縁体/超電導体のサンドイッチ構造を持つSISトンネル素子が最も高性能とされている。このジョセフソン素子は積層型で、ピンホールがなく、均一で薄い絶縁体バリア層が必要になる。セラミックス超電導体でこの構造を作るには高度のエピタキシャル薄膜作製技術が必要のため、これまで満足できる結果は出ていないのが実情。

鯉沼教授らのグループは、かねてからセラミックス超電導体のエレクトロニクス分野への応用の一環として研究を進めていた。IBMの研究所でジョセフソン素子研究に携わった川崎

助手が同研究室に加わったことで、研究のスピードが上がったもので、膜表面が原子レベルで平坦、中間層を原子・分子の層単位で数えながら積層できる、超電導体の表面や界面で超電導特性が劣化しないといった実用上の問題点を解消する研究が行われてきた。

これまでの研究からレーザアブレーション法で作製したc軸配向のY・B a・Cu・Oエピタキシャル薄膜の表面は、一方向程度の範囲では五ナノ程度の凹凸が存在するが、十ナノ程度の範囲では原子レベルで平坦などをはじめ、多くの知見が得られている。

今回の成果はこれらをもとに、パーティクルの発生機構、薄膜の成長機構の解析を通じ、原子レベルで平坦な薄膜表面を拡大する狙いで進められてきた。具体的には、結晶面の方向が(001)のチタン酸ストロンチウム面を(110)方向に〇六度オフ研磨した基板に、YBCO薄膜を基板温度七百三十五度C、酸素圧一万分の五気圧で成長させる実験を行った。

結果は基板の結晶面の方位を〇一度傾けると薄膜

の結晶表面が流れるかのようになり、原子レベルで平坦な部分が広がり、パーティクルも存在しないこと、また東京大学の研究グループが開発した低温STM

Mにおけるスペクトルの測定結果から、表面のいずれの地点でも均一な超電導ギャップが観測された。この結果から、同グループでは高温超電導ジョセフソントンネル接合作成が可能になったと見込んでいる。

現在、デバイスとしての作成を行っており、一二月後には具体的な実験結果が得られると期待されている。

素子研究に携わった川崎