【182】

氏　名（本籍）	上野滋弘（大阪府）（うえの しげひろ）
学位の種類	博　士（工　学）
学位記番号	博甲第 2890 号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	低温超高真空STMの開発とYBCO表面の電子状態の研究
主　査	筑波大学教授　工学博士　瀧田宏樹
副　査	筑波大学教授　工学博士　松本和彦
副　査	筑波大学教授　工学博士　植　素寛
副　査	機会振興協会　副会長　理学博士　梶村皓二
副　査	産業技術総合研究所主任研究官　理学博士　柏谷　聡

論文の内容の要旨

銅酸化物超伝導体の表面・界面状態を明らかにすることは，この物質の接合デバイスの実用化のためには非常に重要な課題であるが，dx^2-y^2波対称性に起因する干渉効果と界面における乱反射の影響が共存するため，電子状態はナノメータオーダーの非常に複雑な空間変化を示すことが理論的に予想されている。このため電子状態の解明にはナノメータオーダーの空間分解能を有する形状観察と分光実験を同時に行う必要があり，これは低温STM/STSによりはじめて実現可能である。本研究はYBCO薄膜表面の電子状態の観察を，配向面依存性と表面構造依存性という2つの観点から行い，理論計算とのコンシステンシーを議論したものである。

トンネルスペクトルの配向面依存性を調べる研究では，観察面の評価のためにAFM，RHEED，XRDなど様々な測定手段で，サンプルの輸送特性，配向性，結晶性，平坦性の詳細な評価を行った。YBCO薄膜上には（110），（100）配向を有する平坦なテラス構造が存在し，STM/STSを用いテラス上のスキャンを行うことにより，それぞれの配向面の有する電子状態の観察が可能である。観察されたトンネルスペクトルは強い異方性を有し，ゼロバイアス異常を含めたスペクトルの配向面依存性は，d波超伝導性を考慮したトンネル分光理論と定性的に一致することが明らかになった。

一方表面構造依存性を明らかにするためのナノメータオーダーでの実空間分解能を有する観察を実現するためには，上記実験に用いたex-situ表面では大気の曝露による劣化の影響が深刻である。そこで，より高い精度の実験を行うために，酸素原子ビーム処理による表面清浄化技術と*in-situ*サンプル搬送機構を有する低温超高真空STM装置を連携させ，YBCO（001）薄膜のSTM/STS測定を行った。局所仕事関数の測定により表面劣化の影響を評価し，仕事関数の高い部分，すなわちより清浄な領域にて選択的にトンネルスペクトル観察を行い，YBCOが本質的に有する電子状態の観察に成功した。特にCuO_2端面であるステップ構造周辺ではゼロバイアス異常とギャップ内にピーク構造を持つスペクトルが空間的に分布している様子が明らかとなり，ラフネスを考慮したハバードモデルの理論計算の結果と比較して，ステップでの準粒子の乱反射による干渉効果と解釈される。この結果を清浄化技術にフィードバックすることにより，今後さらに詳細な電子構造解明が可能であると期待される。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は低温STM/STSとYBCO薄膜の表面処理という，技術的に極めて難易度の高い二つの技術の連携により始めて可能であり，上野氏はこの研究に強い意欲を持って取り組んだ事はきわめて高く評価できる。実験結果としては必ずしも期待されたレベルに到達できなかった側面もあるが，実験データは理論解析とおおよそコンシステンシーを有し，薄膜の電子状態解明のために重要な貢献が有ったと認められる。

よって，著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。