

# 論文審査の結果の要旨

氏名 朝倉 大輔

本論文は6章からなり、第1章で研究の背景、研究の目的、論文全体の構成を簡単に述べた後、第2章で研究対象の高温超伝導銅酸化物について関連する研究の流れを整理して、論文提出者の研究動機を挙げている。特に、高温超伝導の機構を解明する上で、電子で占められていない状態（非占有状態）を詳細に調べることの重要性が指摘されている。また、価電子帯に導入されたホールの寿命についての情報が重要であることを指摘している。第3章では研究手法である光電子分光および逆光電子分光について、実験装置の原理を解説している。光電子分光では電子の占有状態が観測され、逆光電子分光では電子の非占有状態が観測されることを簡潔に解説している。本論文の中心は、第4章および第5章である。第4章では、銅酸化物高温超伝導体の非占有状態を研究する手法として、分散マッチングを利用した高エネルギー分解能逆光電子分光の開発の結果がまとめられている。従来の逆光電子分光では、試料に照射する電子線のエネルギー幅がエネルギー分解能の改善に対して障壁となっていた。論文提出者は、逆光電子スペクトルは入射する電子線と観測する光子のエネルギー差についてのスペクトルであることに着目し、入射する電子線にエネルギー分散を与え、電子線のエネルギー分散と観測する光子のエネルギー分散をお互いに補償させることによってエネルギー分解能を改善することを試みた。入射する電子線については、平行平板型電子線エネルギー分析器を用いて、試料に入射する電子線にエネルギー分散を与える。試料から放出された光子については、凹面回折格子を用いた off-plane Eagle 配置によって分光を行い、この光学系による光子のエネルギー分散が、入射電子のエネルギー分散を相殺する分散マッチング型の設計になっている。このとき、エネルギー分解能は、光子の検出器の空間分解能によって決定され、当装置のエネルギー分解能は 30meV となるように設計されている。残念ながら、検出器のゲインが低いためにノイズに埋もれかかっている信号を十分な分解能で波高分析を行うことができないという問題が生じた。その結果、検出器において十分な空間分解能が得られず、分散マッチングを利用してエネルギー分解能を向上させることに成功しなかった。論文提出者は、分散マッチングのメリットのない状態で標準試料および高温超伝導体の測定を行い、それらの試料の非占有状態を観測した。非占有状態の詳細を観測するという目標は達成できていないが、新しい仕組みに基づく逆光電子分光装置を試作し、実際にスペクトルを測定したことは評価される。さらに、論文提出者は、電子源の性能と光子の検出について上記の諸問題を詳しく解析し、逆光電子分光の高分解能化へのステップとなる貴重な研究成果を挙げた。

本論文の第5章は、光キャリアー注入によって基板の Nb ドープ SrTiO<sub>3</sub> から銅酸化物高

高温超伝導体薄膜に注入されたホールの寿命を、光電子分光による光起電力測定によって計測した研究である。論文提出者は、レーザーを光電子分光装置に付設することにより、レーザー照射で光キャリアー注入された状態の光電子分光測定を行った。その結果、キャリアーの寿命は40msec程度という非常に長いものであることが分かり、高温超伝導体の電子状態の異常性を際立たせる実験結果となった。光電子分光を用いて非接触で界面の光起電力を測定した初めての研究例であり、高温超伝導体をベースとした薄膜材料の電子状態解明に大きく貢献する研究結果である。このレーザー付加光電子分光の実験は、光電子分光を応用した表面・界面での計測法について、新しい可能性を拓くものである。

第6章では、第4章、第5章で得られた結果をまとめ、今後克服すべき問題点を整理している。

なお、第4章は藤井靖大氏、第5章は、田久保耕氏、J. W. Quilty氏、村岡祐次氏、廣井善次氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって装置作成、実験、解析を進めたものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上の理由から、論文提出者に博士（科学）の学位を授与できると認める。