

# Three dimensional momentum space density of electrons in metals and their electronic structure

著者	Abdul Hamid Alaa Salah
内容記述	Thesis (Ph. D. in Engineering)--University of Tsukuba, (A), no. 2101, 1999.3.25
発行年	1999
その他のタイトル	金属中の電子の3次元運動量空間密度と電子的性質の関連
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/6403">http://hdl.handle.net/2241/6403</a>

氏名(国籍)	アブドルハミド アラー・サラール (エジプト)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第2,101号		
学位授与年月日	平成11年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	Three Dimensional Momentum Space Density of Electrons in Metals and Their Electronic Structure (金属中の電子の3次元運動量空間密度と電子的性質の関連)		
主査	筑波大学教授	工学博士	谷川 庄一郎
副査	筑波大学教授	理学博士	浅野 肇
副査	筑波大学教授	工学博士	水林 博
副査	筑波大学教授	工学博士	村上 浩一
副査	筑波大学教授	理学博士	大嶋 建一

### 論文の内容の要旨

本論文において、著者は、陽電子消滅2次元角相関測定を利用して金属・合金中の電子の3次元運動量空間密度を決定し、それらのフェルミ面や電子波動関数の特徴的な性格との関連を詳細に論じている。本論文は、4つの章から構成され、第1章では陽電子消滅法の発展を歴史的に概観し、第2章では2光子角相関と電子波動関数との関連や高角度成分とウムクラップ過程との関連等の現在までの理解を理論的に論じている。第3章では、著者が開発に参加した世界で最初の512検出器型2次元角相関測定装置の特徴・性能等について述べ、測定データの解析法についても詳細に論じている。第5章が、本論文の主要部分であり、電子構造が自由電子に近いMg, Zn, Cdの3種の最密六方金属、電子構造がd電子によって強く支配されているSc, Y, Ti, Zr, Hfの5種の最密六方遷移金属、高密度のために放射線の吸収効果が強く従来測定が困難であったIr, Rhの測定結果と解析結果を理論計算と精密に比較している。この章の後半では、純金属における研究成果を受けて、これを $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$ ならびに $\text{NbSe}_2$ の2種の金属間化合物に発展させ、従来の測定法では、超伝導状態のために測定が困難であったこれらの化合物中のフェルミ面の決定に成功したことを報告している。

Mg, Zn, Cdではそのフェルミ面は、モンスター、レンズ、バタフライ、シガー、キャップ、ニードル等で特徴づけられるが、Mgでは、キャップおよびニードルの存在、Znでは、ニードルの存在、Cdでは、バタフライおよびニードルの存在が否定され、軸比との関連でその原因を論じている。Sc, Yのフェルミ面は、理論計算の予測と一致し、 $\Gamma$ 点、L点、A点でのホール面の存在を確認している。Ti, Zr, Hfでは、第5バンドの微小な電子面を除いて理論計算と良く一致する実験結果を得た。従来、高密度のために実験が困難であったIrおよびRhでは、開発した測定装置のきわめて短い分解時間の特徴を生かして、これに成功し、APWの理論予測と良く一致する結果を初めて報告している。これらの純金属で十分に吟味された実験および解析手法を金属間化合物にも適用し、銅酸化物を含まない超伝導酸化物の $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$ 、極低温磁気的手法では困難であった $\text{NbSe}_2$ のフェルミ面の決定にも成功したこととその意義を論じている。陽電子消滅2次元角相関法が、金属中の電子構造の決定に極めて有力な手法であることを本論文の結論としている。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文の著者は、世界で最初の512検出器型陽電子消滅2次元角相関測定装置の開発に参加し、それを利用して金属中の電子の3次元運動量空間密度を決定することを可能とし、多くの純金属および金属間化合物のフェルミ面の決定に成功した。この功績は、物性プローブとしての陽電子の新しい地平を切り開いたものとして、高く評価される。また、既存の理論計算との比較手法は、固体物理の深い理解に基づく適切なものであり、高く評価できる論文である。

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。