

報告番号 ※ 甲第1089号

主論文の要旨

題名 金属超微粒子中の陽電子消滅

氏名 土屋良海

主論文の要旨

No 1

報告番号

※甲第1089号

氏名

土屋良海

最近物性研究の分野に盛んに応用されるようになった陽電子消滅法を利用して、金属超微粒子の電子状態を明らかにすることが本研究の目的である。本論文は5章から成る。以下に簡単に内容を要約する。

第1章(序論)ではまず金属超微粒子についての従来の研究をまとめた。金属超微粒子に關しては特に、(1). 超微粒子中の電子のエネルギー準位の離散性による効果、と(2). 表面層を占める原子の割合が非常に大きいための効果、が注目される。(1)は久保効果として知られ、多数の理論的研究およびそれを裏づけようとする実験的研究が行われている。(2)はフォノンのソフト化によって超伝導遷移温度や融点の変化をもたらすことなどが明らかにされている。本研究では以上のように比較的良く研究されている諸効果ではなく、超微粒子の電子状態、ことに表面近傍の電子の状態に注目して、これを実験的に明らかにしよ

主論文の要旨

No2

報告番号 ※甲第 号 氏名

うと試みた。

ついで、陽電子消滅法のうち本研究で採用した2θ角相関の測定法の原理を述べた。金属中に入射した陽電子は1 ps程度の短時間で熱陽電子となり、電子と対消滅し $mc^2=0.511\text{ MeV}$ のγ線を2個放出する。この2個のγ線の角相関を調べることによつて、金属中の電子の運動量分布を求めることができる。たとえば自由電子ガスの場合にはこれがフェルミ運動量でカットオフを持つ放物線となる。

第2章(実験方法)ではまず試料の製作について述べた。できるだけ清浄な表面を持つ金属超微粒子を製作するために希ガス中蒸発法を採用した。この方法は次に挙げる利点を持つ。(1) 粒径700 Å程度の超微粒子が容易に得られる。(2) 得られる超微粒子は比較的清浄な表面を持ち、各超微粒子は内部にほとんど格子欠陥を持たない単結晶であること。(3) 製作条件の制御によつて粒径のそろった超微

主論文の要旨

No.3

報告番号 ※甲第 号 氏名

粒子を得ることが出来る。超微粒子は特別に設計した回収容器によって真空中で回収し、そのまま測定に用いた。

JMTRで照射生産された ^{64}Cu および ^{58}Co 陽電子源を用いて、東北大金研附属材料試験炉利用施設の陽電子消滅角相関測定装置によって2 θ 角相関を測定した。新たに考案した真空容器と上記の回収容器を組み合わせることによって、金属超微粒子を空気にさらすことなく真空中で角相関曲線を測定することに成功した。

第3章(実験結果)では2 θ 角相関の実験結果について述べた。測定した金属は、単純金属であるAl, Zn, Ge, Cd, Pb, 貴金属であるCu, Ag, Au, および遷移金属のNiとPd, の9種類である。これらの金属超微粒子と比較のために多結晶のバルク試料について実験し、次のような結果を得た。

(1) 超微粒子の角相関曲線はその半値幅

主論文の要旨

104

報告番号 ※甲第 号 氏名

(FWHM) がバルクに較べて大幅に減少する。

(2) フェルミ運動量に対応する角度 θ_F の近傍での運動量のボケが増大し、バルクで見られるようなカットオフが消えて滑らかな角相関曲線となる。

(3) 芯電子の陽電子消滅に対する寄与はバルクに較べて大幅に減少する。

なお Al 超微粒子の結果をアルミナ粉末の結果と較べ、さらに 2, 3 の金属について空気にさらした試料とさらさない試料についての測定結果を比較することによって、上記の結果が清浄な表面を持つ超微粒子の固有な角相関曲線であると結論できる。また Ni 超微粒子を僅かに酸化させた場合にはポジトロニウムが生成した。

第 4 章 (議論) では以上の実験結果に考察を加えている。金属超微粒子に入射した陽電子は拡散によって表面に達し、表面の束縛ポ

主論文の要旨

165

報告番号	※甲第	号	氏名
<p>テンシヤルによつてそのほとんどすべてが超微粒子表面にトラップされる。この陽電子が表面から外に滲み出した電子と対消滅する。以上の仮定によつてこれまでに述べた超微粒子の角相関曲線の特徴を矛盾なく説明することができた。それによれば、トラップされる位置では内部に較べて電子密度は小さく電子の平均の運動量もまた小さく、これが角相関曲線のFWHMを減少させる。表面近傍では伝導電子の状態が内部と大幅に異なること、ならびに、表面にトラップされた陽電子がかなりの運動エネルギーを持つことを考慮すればθ_Fにおけるカットオフが消えることは説明できる。表面では陽電子と芯電子の波動関数の重なりが減少すると考えるならば、芯電子との消滅割合の減少を説明できる。</p> <p>以上のよりに、超微粒子の角相関曲線は表面から外へ滲み出した電子の運動量分布を強く反映したものである。単純金属の結果は自</p>			

主論文の要旨

106

報告番号	※甲第	号	氏名
<p>由電子モデルから予想される表面近傍の電子のふるまいによって良く説明できる。貴金属および遷移金属超微粒子の角相周曲線は、表面近傍ではd電子の状態が結晶内部と異なり、その運動量分布が内部よりも狭い分布となることを示している。</p>			
<p>またNi超微粒子で生成したポジトロニウムについては、One Gapモデルに基づいて考察を加えた。</p>			
<p>第5章(結論)では、金属超微粒子中の陽電子消滅によって得られた本研究の結果をまとめた。</p>			