

金属微粒子の電子状態

2種の電子系の共存する可能性→SOSMOS反転層, III-V族化合物反転層

2.7 超伝導

2.8 構造敏感な伝導の諸問題

§ 3 準2次元半導体：2次元ドナーと2次元伝導帯

3.1 2次元ドナー準位

3.2 セシウム-シリコン系2次元半導体

§ 4 強磁場下の2次元自由電子の局在：Wigner結晶の可能性

(詳しくは夏の学校テキストを参照されたい。)

(内村直之)

金属微粒子の電子状態

講師 東大理 小林 俊一

1962年の久保論文以来, 金属微粒子の研究は, 既に15年の歴史を持っている。金属微粒子の問題の, 他から極だった特質は, 次のような点である。

1. level discreteness
2. Fermi 分布でないこと
3. 電子数の偶奇性が効くこと
4. charge neutrality

以上から, 微粒子現象に関与する量として,

$k_B T$: 温度

δ : 平均準位間隔

ω_D : Debye 振動数

$\Delta(0) \simeq 1.76 k_B T_C$: 超伝導の場合

$\mu_B H$: 10^4 Gで0.6Kに相当

があらわれるが, すべてがほぼ同程度の大きさになるため, 事情を複雑にしているのである。

実験上の困難もあって、比較的すすんでいるのは、NMRに関するものである。理論のほうは、「超伝導のゆらぎの理論」の発展をうけて、若干の進展をみている。

§ sample preparation

従来採用されているのは、次のような方法である。

1. gas evaporation
2. vacuum evaporation
3. neutron or X-ray irradiation
4. chemical reduction

粒径分布、安定性、粒子間の絶縁性などに関して、2.がすぐれている。

§ NMR - Knight シフト

よく知られているように、Knight シフトは

$$K = \frac{8\pi}{3} \chi_s \langle |\psi(0)|^2 \rangle_{E_F}$$

で与えられ、 χ_s のみをとり出すことができる長所を持っている。 χ_s は低温で、偶奇性に大きく依存するが、スピン軌道相互作用がある場合には、さらに修正をうける。

$$\chi^{\text{even}} = 2\mu_B^2 (2\eta - \eta^2) N(0)$$

$$\chi^{\text{odd}} = (1 - \eta)^2 \mu_B^2 / k_B T + 2\mu_B^2 (2\eta - \eta^2) N(0)$$

$$\eta \cong \hbar (\delta \cdot \tau_s)^{-1} \cong V_F (\Delta g)^2 / d \cdot \delta$$

これらの実験は、講師らによってCuについて行なわれ、その結果 χ_s に関する久保効果は、確認されたとみてよい。

§ NMR - T_1

微粒子の場合のスピン格子緩和の特徴は、離散準位のためにコリンハ機構が働らなくなり、その結果 T_1 が大きくなるだろうということである。この効果は、Knight シフトの場合と違って温度によらぬという点、注意すべきである。 T_1 の増大は、講師によって観測されているが、結果が温度によるとか、緩和が指数関数的でないとかの困難もあって、実験理論ともに、今後の課題である。

§ 超伝導微粒子

講義では、Green関数を使ってのBCS理論の解説から始まって、Scalapino-Sears-Ferrelの零次元超伝導のGL理論をへて、ゆらぎの理論即ち、Maki-Béal-Monod et al. Simanek et al. Soneの理論にまで及んだ。時間的制約もあって後半を急がざるを得なか

Electronic Properties of Quasi-Two-Dimensional Systems

ったのは残念であった。

§

最後に講師たちの計画中の実験の話があって、1日(午前と午後計6時間)だけの講義が終った。参加は20数名。

(十河 清)

Electronic Properties of Quasi-Two-Dimensional Systems

講師 東大理 安藤 恒也

MOS-System が反転層と呼ばれる準二次元電子系を作ることは良く知られている。それは応用の面で役に立つばかりでなく、基礎物理的な面でも、大きな役割を演じて来た。実験の面では、反転層の電子濃度を広い範囲で変えられること、磁場や圧力を加え易いことなどが利点でいろいろな data が得られる。それに応じて、理論的な研究も進み、電子系の多体効果や量子効果が詳しく調べられている。

この講義は前日の Prof. Kawaji の講義に関連して行なわれた。Prof. Kawaji は MOS-System を実験家の立場から明解に説明されたが、Dr. Andoは同じ物を理論家の立場から扱い興味深かった。その内容は MOS-System の全般にわたっており以下にその概要を示す。

§ 1 Electric Subbands

MOS系を Self-consistent Hartree 近似で解き、Electric Subbandsが生じることを示した。

§ 2 Inter-Subband Optical Absorption

一般的な conductivity の式を導き、Hartree 近似で Absorption を計算したものと、実験を比べると一致せず、近似の悪さが明らかにされた。

§ 3 Electron-Electron Interaction

Exchange, Correlation を取り入れて、エネルギー準位を計算すると、2-nd Subband まで、束縛状態となり Absorption の実験が説明できた。