

遠赤外透過率測定による NbN 薄膜及び Bi2212 単結晶の超伝導特性に関する研究
Study of superconducting properties of NbN thin films and Bi2212 single crystal
using far-infrared transmittance measurement

東京理科大学理工学部、計量研究所^A、関西通信総合研究所^B

小口 慎雄、川手 悦男^A、王 鎮^B、鶴澤佳徳^B、石田 興太郎、岡路 正博^A

超伝導物質に対する光学スペクトル測定を通して得られる代表的な物理量に、超伝導ギャップ 2Δ 及び光学伝導率 $\sigma(\omega)$ がある。超伝導ギャップは超伝導の本質を表す物理量であり、また光学伝導率は高周波デバイスへの応用の際に不可欠となる物理量である。本研究では超伝導物質について遠赤外領域での光学スペクトル測定を行うことにより超伝導ギャップ及び光学伝導率に関する情報を得ることを目的としている。今回は測定装置として FT-IR を用いての NbN 薄膜 ($T_c=11\sim 16\text{K}$) 及び Bi2212 単結晶 ($T_c=80\sim 90\text{K}$) についての透過率測定について報告する。

1. NbN 薄膜の透過率測定について

今回 MgO 及び Si の 2 種類の基板の上に NbN 薄膜を 41nm 成長させた試料を用意し、透過率測定を行った (Fig.1)。その結果、各々の試料において BCS 理論で言われている超伝導ギャップの存在を示す透過率のピークが見られ、また 2 つの試料の間で透過率全体の高さ及びピークの位置に差が見られた。

2. Bi2212 ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8-x}$) 単結晶の透過率測定について

通常 Bi2212 などの高温超伝導体の単結晶試料を用いた遠赤外光学測定では試料を薄くするのが困難なため透過率ではなく反射率測定が行われることが多いが、反射率測定で精度の高い測定を行うのはかなり困難である。そこで Bi2212 の劈開性を利用して単結晶を薄く加工することにより透過率測定を行った (Fig.2)。今回はこの経過について報告する。

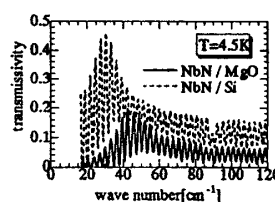


Fig.1 NbN 薄膜における透過率の波数依存性 ($T=4.5\text{K}$)

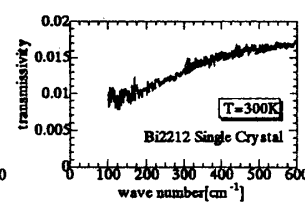


Fig.2 Bi2212 単結晶における透過率の波数依存性 ($T=300\text{K}$)

低速多価イオンの表面散乱と鏡像エネルギー

岡山理科大学・理 藤井 智樹

低速多価イオン (HCI) の固体との相互作用の研究は、粒子と固体との相互作用の分野で理論、実験ともに近年最も盛んに行われている分野の一つである。多価イオンが固体表面に近づくと、表面から移行してきて捕獲された電子は高い励起状態にある。この時の電荷移行の起こる臨界距離や、入射イオンに捕獲された電子のエネルギー準位は、Classical over barrier モデルにより記述される。そうして捕獲された多くの電子が高い励起状態を占める一方、実質的に内殻が空になっている“中空原子”と呼ばれている状態を形成する。そして外殻電子はオージェ効果により内殻へと詰まっていく。また入射粒子が固体に進入する際に、ピーリングオフ過程と呼ばれる高い励起状態にある外殻電子の一部が剥ぎ取られる過程がある。このようにして、オージェ電離による電子の放出などを繰り返しながら基底状態へと緩和が進んでいく。

入射粒子とその鏡像電荷との相互作用は、中性原子の基底状態への緩和が終わるまでの間働く。これまでは、鏡像エネルギー (鏡像電荷による加速によって得られた入射粒子のエネルギー) は内殻からのオージェ電子や X 線の収量によって評価されていたが、最近では表面散乱を利用した実験が H.Winter 等のグループによって行われた。Xe^{q+}イオン ($q=1\sim 33$) を 3.7 qkeV の入射エネルギーで、Al(111)面に入射角 $\Phi_{in}=1.61^\circ$ ですれすれ入射し、鏡像力によって曲げられ表面から出てくる散乱角の測定を行い、散乱角と入射角の差から鏡像エネルギーを求めている。

本研究では、時間発展的結晶系コード DYACOCT を用いて、標的固体が金属用に開発し、多価イオンと金属固体との相互作用、特に鏡像エネルギーの計算値と実験値との比較検討を行った。