

2. Helmholtz 共鳴による液体 ^3He の超流動密度の測定

武 田 実

液体 ^3He は、ペア (Cooper Pair) を作り、基底状態に落ちこむことにより超流動状態に移ると考えられているが、まだよくわかっていない部分も多い。この Cooper Pair は超流動密度と深く関係しており、超流動密度を測定することは超流動転移機構を考える上で非常に重要であると考えられる。

そこで我々は、size 効果の実験、さらには流れの実験を目標に、定量的に解析のしやすい Helmholtz 共鳴法を用いた第 4 音波による超流動密度測定の実験を計画した。Helmholtz 共鳴 cell には、穴径 $8\ \mu\text{m}$ 、長さ $0.5\ \text{mm}$ の円筒の穴 7351 本があいているガラスフィルターを用いている。

測定は、 $0\sim 27.44\ \text{bar}$ の 7 つの圧力で、 $0.3\ \text{mK}\sim 2.7\ \text{mK}$ の温度領域で行なった。その結果、超流動 ^3He における Helmholtz 共鳴を、初めて観測することに成功した。共鳴周波数の圧力依存性などから考えて間違いないと思われる。さらに、温度を変えた時の Helmholtz 共鳴の Q 値、感度の変化の様子が、他の spurious な共鳴とは異なることから、粘性に関する重要な情報も得られているのではないかと考えている。今後、これらの検討も含めて、size 効果の実験などの準備を進める予定である。

3. 積層欠陥に束縛された励起子の電場効果

片 岡 博

BiI_3 結晶は、結晶によっては吸収端に近接して R.S.T と呼ばれる 3 本の sharp な吸収線があらわれる。これらは積層欠陥に束縛された励起子遷移であることがわかっている。これらの励起子の詳細を調べるため、電場印加効果を測定した。

電極として、試料の c 面に $0.5\ \text{mm}$ の間隔で Bi メタルを蒸着させて用いた。電場 F は $f=400\ \text{Hz}$ の交流電場とし、透過スペクトルの電場変調信号を、PSD 参照信号を $2f$ のモードに

て検出した。

電場変調吸収スペクトルの解析から、これら励起子の電場効果は、吸収線の低エネルギー側への電場に関する2次の shift を与えると考えられる。しかし peak energy shift は励起子 T を例にとれば、電場 $F = 2 \times 10^4$ v/cm で 0.02 meV しかない。これは通常観測される半導体の励起子の peak energy shift に比べて小さい。例えば GaAs 系での同様な電場での shift 量は約 10 meV である。またこの電場効果を Wannier モデルで解析すると、この励起子 T の電子-正孔間軌道半径は BiI_3 の molecular size 程度の 7 Å となり、Wannier モデルが完全には適用できないことがわかる。

以上より、この積層欠陥に束縛された励起子は、電子と正孔が強く結びついた Frenkel 励起子的特徴をもっていると考えられる。

4. 双極子相互作用によるランダム・ダイポール系のガラス転移

谷 田 義 明

双極子相互作用は各ダイポールの向きだけではなく、その位置にも大きく依存する。そのため、2個のダイポールから成る系では中心を結ぶ直線上を平行な向きに揃うが、3個以上の系では全てのダイポールに対して有利な向きが存在しなくなる。(フラストレーション)

このことからランダムに分布している $N (\sim 10^{20})$ 個のダイポール系は、その“競合する相互作用とランダム性”のために低温でガラス凍結を起こすことが予想される。

本論文では、永久ダイポールの系として KCl 結晶中の OH^- をモデルとして選んだ。この OH^- のダイポールの向きは $[100]$ に等価な6方向に限定されていることが知られている。ここではその間のトンネル運動は簡単のため無視する。この6方向の可能な向きをもつダイポールのランダム系に対して、モンテカルロ法による計算機実験を行ない、次のことを明らかにした。

(1) 誘電率の温度変化に極大があり ($T = T_0$)、これは実験結果に対応する。

$$q = (1/N) \sum_{i=1}^N \langle \rho_i \rangle^2$$