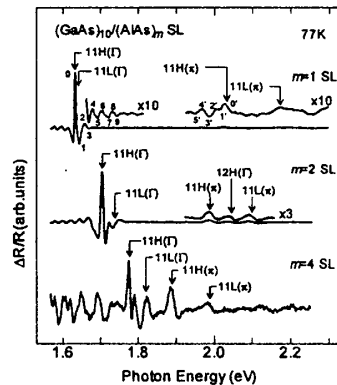


極薄膜障壁層を有する GaAs/AlAs 超格子のミニバンド構造

大阪市大工 岡嶋 一憲、中西 太字人、安藤 雅信、中山 正昭、西村 仁

障壁層の薄い超格子では、量子井戸間の波動関数の共鳴結合により、ミニバンドが形成されることはよく知られている。これまでの研究において、最も根本的なミニバンド構造の要素であるミニバンド有効質量が明らかになっていない。本研究では、障壁層が極限的に薄い 1 原子層の超格子のミニバンド構造に着目して研究を行った。試料は、 $(\text{GaAs})_{10}/(\text{AlAs})_m$ 超格子 [$m=1, 2, 4$ 原子層、 $(10, m)\text{SL}$ と略す] を用い、光変調反射分光法 (PR) によって、バンド間光学遷移の測定を行った。また、簡便な有効質量近似がどの程度ミニバンド構造を説明できるかということについて、実験結果と比較して考察を行った。

右図は、77K での $(10, 1)$, $(10, 2)$, $(10, 4)\text{SL}$ の PR スペクトルである。図中の矢印は、PR 信号の形状解析から求めた遷移エネルギーを示している。 $mnH(mnL)$ は、 m 番目の電子と n 番目の重い正孔 (軽い正孔) のミニバンド間光学遷移を表し、 (Γ) が Γ 点遷移 ($k=0$) を、 (π) が π 点遷移 (ミニブリルアンゾーン端、 $k=\pi/D$, D は超格子周期) を表している。すなわち、 $11H(\Gamma)$ と $11H(\pi)$ のエネルギー差がミニバンド幅に相当する。3 種類の超格子の PR スペクトルの系統的な変化から、AlAs 層が 1 原子層という極限層厚の超格子においても、 Γ 点と π 点におけるミニバンド間光学遷移が生じていることが明らかである。さらに、その観測されたミニバンド間遷移エネルギーは、有効質量近似による計算結果とよく一致する。また、 $(10, 1)\text{SL}$ においては、 $11H(\Gamma)$ 遷移より高エネルギー側に振動構造が観測される。これはミニバンド状態を反映した Franz-Keldysh 振動 (FKO) によるものである。尚、 $11H(\Gamma)$ 遷移より低エネルギー側の振動は、バルク GaAs (基板) の帯間遷移の FKO である。講演では、ミニバンド構造の詳細と、FKO より推定されるミニバンド有効質量について報告する。



n-Si:Sb における金属-非金属転移の研究

阪大院理 藤元 章、小堀 裕己、大山 忠司

Metal-Nonmetal Transition in n-Si:Sb

Graduate School of Science, Osaka University A. Fujimoto, H. Kobori and T. Ohyama

半導体中の不純物濃度を増加させると、不純物間の波動関数の重なりが次第に大きくなり、束縛されていた電子は不純物間を自由に動き回れるようになり、半導体的な性質から金属的な性質へと相転移する。Sb をドープした Si の場合、不純物濃度が $3.0 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ (臨界濃度) で相転移がおけるとされている。

今回は、この転移点近傍での輸送特性の変化を研究するために、 10^{18}cm^{-3} 程度の Sb を含む 4 種類の Si 試料を用いて、電気伝導度測定、Hall 測定等の実験を行った。特に、印加電場を変化させることによって生じる電気伝導度や Hall 係数の変化に着目した。

非金属側の試料(図1)では、印加電場を変化させることによって生じる電子の衝突イオン化により、不純物帯から伝導帯に電子が励起される様子が見られる。温度が高い場合にはオームの法則に従うが、温度が低くなるにつれて電子の衝突イオン化が顕著になり、オームの法則からずれる。この場合、不純物帯の電子と伝導帯の電子とがともに電気伝導に寄与しているものと考えられる。

金属側の試料(図2)では、電気伝導度の電場依存性を Brooks-Herring の式¹を用いて、解析を試みた。スクリーニングの効果が強く効いているため、低電場では、短距離型の散乱となり、電子の速度が増加することを反映して、電気伝導度が電場の $-1/2$ 乗に比例することを定性的に説明することができる。

1. H. Brooks, Phys. Rev. **83** 879 (1951).