

| | |
|--------------|---|
| Title | -dope GaAs 構造の電子エネルギー状態の研究 |
| Author(s) | 井筒, 康洋 |
| Citation | |
| Issue Date | 2003-03 |
| Type | Thesis or Dissertation |
| Text version | none |
| URL | http://hdl.handle.net/10119/3025 |
| Rights | |
| Description | Supervisor:大塚 信雄, 材料科学研究科, 修士 |

-dope GaAs 構造の電子エネルギー状態の研究

井筒 康洋 (大塚研究室)

1994年にSi-MOSFETで金属・絶縁体転移が発見されて以来、2次元電子系の金属・絶縁体転移が固体中の電子の基礎的振る舞いを調べるという観点から、近年盛んに研究されてきた。最近私たちのグループは、MBEで成長したGaAsドーパ層・低温成長層複合構造で、新たな2次元電子系の金属・絶縁体転移を見出した。この転移は、これまで見出されたものが極低温でのみ観測されたのに対し室温で観測されること、絶縁体相の比抵抗の高温極限值と転移点での比抵抗が抵抗の量子単位 $h/2e^2$ に一致するという興味ある特徴を有している。本研究ではこの金属・絶縁体転移の機構を明らかにすることを目的として、この系の電子エネルギー状態を比抵抗の活性化エネルギーの解析と紫外光電子分光法(UPS)により調べた。

比抵抗の活性化エネルギーの解析に用いた試料は、MBEで基板温度450で成長したBeデルタドーパ層と基板温度150で成長した過剰Asを高濃度を含む低温成長超薄膜の複合構造である。比抵抗の温度依存性の測定はvan der Pauw法で350Kから5Kの範囲で行なった。室温近傍での比抵抗のアレニウスプロットから、活性化エネルギーおよび高温極限值を求めた。図1にこのようにして求めた各試料の比抵抗の活性化エネルギーとデルタドーパBeの濃度[Be]の転移濃度[Be]_cからの差異の関係を示した。転移濃度のBe濃度は、活性化エネルギーがゼロとなる時の値とした。図1は活性化エネルギーがBe濃度の差異にほぼ比例して変化していることを示している。この比例係数を求めたところ、値は $8.6 \times 10^{11} \text{meV}^{-1} \text{cm}^{-2}$ となり、それは準2次元電子系の状態密度 $j_4 m^*/h^2$ と一致した。ここで m^* はGaAsの重い正孔の有効質量で j は正孔に占有されているサブバンドの数で約5となった。この解析結果は、デルタドーパ層中の正孔が室温で準2次元系として振舞っていること、そして比抵抗の活性化エネルギーが正孔の局在状態のフェルミエネルギーと非局在状態の臨界エネルギー(移動度端)の差に対応していることを意味している。

デルタドーパ層中のフェルミエネルギーと移動度端の位置関係を直接観察するためのUPSの予備実験を行なった。最初に表面が酸化されずにMBE試料を空気中に出しUPSの装置に移すためのAs保護膜の被服と脱離の条件を見出す実験を行なった。次にUPSおよびXPSを用いて、GaAs酸化表面、ノンドーパGaAsの清浄表面および表面近傍にBeデルタドーパ層を有するGaAs清浄表面を観察した。これらの観察結果から、今後より定量的にデルタドーパ層中の電子エネルギー状態を調べるためには、Sなどで成長表面を末端化してバンドギャップ中の表面準位を取り除くことが必要であることが示唆された。

[Keywords] 2次元電子系金属・絶縁体転移、UPS

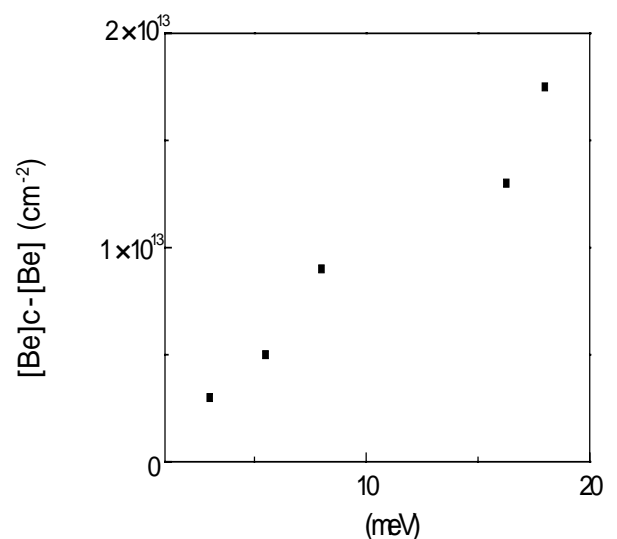


図1 デルタドーパ層のBe濃度[Be]の転移濃度[Be]_cとの差異と比抵抗の活性化エネルギーの関係