

酸化物の量子ホール効果

東北大が初観測

透明エレクトロニクスに道

【仙台】東北大学金属材料研究所の川崎雅司教授らの研究グループは、酸化亜鉛（ZnO）などを用いた積層薄膜で量子ホール効果（用語参照）を観測することに成功した。酸化物で同効果を観測したのは世界で初めてだという。これにより、透明な酸化物半導体でも従来の半導体並みの電気特性を持つことができ、将来的なユニークデバイスプレーなど「透明エレクトロニクス」実現の可能性を示した。

安価で透明な酸化亜鉛は、従来の半導体であるシリコンや砒化ガリウムに比べて、高い移動度などの電気特性を十分に持たせるための結晶成長技術がこれまでなく、実用化に至っていない。

同グループは原料の高純度を図るため、真空装置を改良し、良質な酸化亜鉛などを用いて積層薄膜を作製。基板と酸化

亜鉛の間には緩衝材として酸化亜鉛マグネシウム（MgZnO）を挟み、酸化亜鉛層での原子の欠落を防ぐなど、高品質化を実現した。

また、結晶の作成には基板を1000度C程度の高温に温める必要がある。同グループは「温度傾斜法」という独自の加熱方法を採用。開発した特殊な半導体素子を薄膜

に数十個並べ、それらに温度差をつけながら赤外線レーザーを当てて加熱し、電気特性データを検証した。データは850度-1000度Cの間で、5度Cずつ差をつけ

ながら測定。すると950度Cで、これまでの酸化亜鉛薄膜結晶より電子密度が1ケタ低い約10の16乗分の1立方センチ、移動度も4倍の1センチ当たり440平方センチとなることが分かった。

得られた電気特性は、シリコンなどの半導体研究の初期報告値と類似していたため、1K（約274度C）以下で強い磁場を加えたところ、同じ

ように量子ホール効果が確認できた。

これにより、この薄膜結晶成長技術を用いることで、不純物や原子の欠落が少ない高品質な薄膜結晶を作ることができ、酸化物半導体でも従来の半導体並みのトランジスタ特性を実現できる可能性を証明した。この成果は、米科学誌「サイエンス」の電子板に掲載された。

【用語】量子ホール効果
半導体と絶縁体、または異種半導体同士の接合界面に存在する希薄な電子（2次元電子ガス）の運動方向に対して、垂

直に強い磁場をかけることで、電子のエネルギーがとびとびの値となり、電流と磁場の両直交方向に生じる電圧が階段状に連なった値をとる現象。