

化粧品素材、酸化亜鉛で半導体

「ガラスに映像」実現も

東北大など

高純度の半導体で起こる「量子ホール効果」と呼ばれる現象を、酸化物で観測することに、東北

大学金属材料研究所など

の研究チームが世界で初

めて成功した。「透明エ

レクトロニクス」の実現

につながった成果。高温超

導物質との組み合わせ

物理学賞の対象になっ

た。不純物や結晶欠陥が

極めて少ない高品質の半

導体の境界面で、電子が

自由に動くときに起こ

る。これまでにシリコン

半導体などで確認されて



量子ホール効果 2種類の半導体層の境界面で、電流と垂直に強い磁場をかけると、フレミングの左手の法則に従って電流と磁場の双方に直角な電圧(ホール電圧)が生じる。電子の運動が邪魔されない条件下で、磁場の強さに応じて変化するホール電圧が階段状の値を示す現象が量子ホール効果。この現象を観測できるかどうか、半導体の品質の目安とされる。

た。不純物や結晶欠陥が極めて少ない高品質の半導体の境界面で、電子が自由に動くときに起こる。これまでにシリコン半導体などで確認されているが、不純物や欠陥を除くのが難しい酸化物では観測できなかった。東北大金属材料研究所の川崎雅司教授らは、酸化亜鉛の結晶と酸化亜鉛・酸化マグネシウムの混合結晶を独自の技術で高品質化し、2層構造の半導体の境界面で量子ホール効果を観測した。酸化亜鉛は化粧品などに使われる比較的安価な材料で、結晶は透明。従来の半導体を酸化亜鉛などに置き換えれば、通常はガラス面で電気を流したときだけ映像が現れるディスプレイなど「透明エレクトロニクス」の実現に道が開ける。また、高温超電導物質の銅酸化物などと性質が近いので、シリコンなどでは不可能だった量子ホール効果と高温超電導の組み合わせが可能になる。川崎教授は「高温超電導状態の電子と量子ホール効果を示す電子が、どんな相互作用を起こすかは予想できない。未知の現象が観測される可能性もあり、物理学的にも非常に興味深い」と話している。

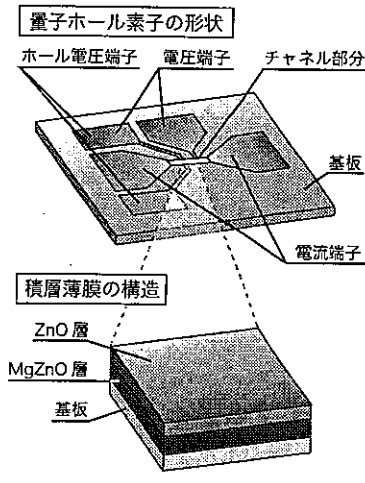
酸化亜鉛

量子ホール効果確認

東北大など透明トランジスタに道

東北大学金属材料研究所の川崎雅司教授、大友明助手、塚崎敦博士、信研究所、科学技術振興機構と共同で、世界で初めて酸化物で量子ホール効果の観測に成功した。酸化亜鉛(ZnO)と酸化亜鉛・酸化マグネシウムの混晶(MgZnO)の積層薄膜を用いて、原料の高純度化、積層構造の改良によって可能となった。高品質の結晶薄膜が作成できるようになったことから、透明薄膜トランジスタや高輝度発光素子などへの応用が加速されると考えられる。

量子ホール効果が観測できたのは高品質な結晶薄膜を成長させた。特定の温度で成長させた試料で



電子の移動度が高くなることを見いだした。基板上に高品質なZnO薄膜を成長させるとともに、基板とZnOの間にMgZnOを挿入する方法も発明した。

(二次元電子ガス)が存在する状況で、電子が不純物に散乱されず磁場中で円軌道を描くことで生じる現象。従来、高純度シリコンやガリウムヒ素(GaSAs)などしか観測

されていなかった。より高い移動度を得る材料設計を進めるなかで、密度が希薄な二次元電子ガスを得ることに成功した。作成したZnO薄膜結晶は従来と比べて電子密度が一ケタ低く、移動度を約四倍の二百五十/平方センチメートルに高めることができています。

今回観測されたのは整数量子ホール効果。同グループは結晶成長技術をさらに向上させることで、より高い移動度と低密度の実現を目指し、分数量子ホール効果の観測実現と薄膜トランジスタの高性能化を進める。

量子ホール効果には整数量子ホール効果と分数量子ホール効果があり、量子ホール効果が、
・科学雑誌「サイエンス」の二十五日付(米国東部時間)オンライン版に公開される。