

Ti₂O₃ ナノ薄膜を用いた酸化物トランジスタ展開

東京工業大学 物質理工学院応用化学系 助教 吉松 公平

二酸化チタン(TiO₂)は色素増感太陽電池や光触媒など環境・エネルギー分野で応用されている有名な材料である。本研究では、この二酸化チタンの親戚に当たる三酸化二チタン(Ti₂O₃)を用いてエレクトロニクス分野での応用を目指す。Ti₂O₃は温度変化で電気を通す「金属」と通さない「絶縁体」の2つの状態を取ることができる物質である。この「金属」／「絶縁体」を「オン」／「オフ」の2つの状態とするトランジスタの作製を目指す。そのため、物理蒸着法の1つであるパルスレーザー堆積法を用い、厚さをナノメートルスケールで制御した高品質な Ti₂O₃ 薄膜の形成技術確立する。さらに反応性イオンエッチングを用いた薄膜の微細加工プロセス技術確立し、トランジスタ構造を形成する。この微細な素子にイオン液体を用いた電界効果を適用し、室温で金属／絶縁体相転移を発現させる。

これまでの研究では、熱力学的に合成が困難な Ti₂O₃ ナノ薄膜の形成を達成し、その電気抵抗率を明らかにしてきた。その結果、ナノ薄膜の形状にすることで 200～400℃の高温で金属から絶縁体への相転移が発現し、さらに相転移前後で3桁もの大きな抵抗変化が起こることを見出してきた。これら電気特性はエレクトロニクス応用では非常に好適であり、本研究の達成により高性能な酸化物トランジスタ実現への道が開ける。

【将来実用化が期待される分野】

本研究課題の達成により、Ti₂O₃ ナノ薄膜を用いた酸化物トランジスタ展開が期待される。シリコン(Si)を用いた半導体エレクトロニクスは微細化による性能向上限界を迎えており、その代替となる。「金属」と「絶縁体」間の相転移を利用する酸化物トランジスタでは高性能化や低消費電力化が実現できる。材料に安全・安価な酸化チタンを用いることで、情報化社会のさらなる発展や持続可能な社会の形成につながると期待される。