脳機能模倣素子など次世代微細素子の開発

関連するSDGsの国際目標

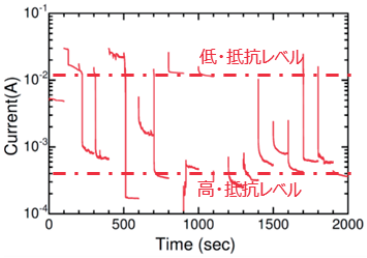


工学部　電子システム学科　　講師　　番　貴彦
研究分野　：半導体デバイス、記憶素子、
ナノ粒子、2次元材料

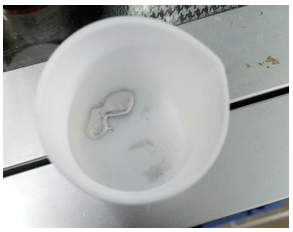
概要：私たちが利用するスマートフォンやパソコンなど電化製品には膨大な量の半導体デバイスが使われています。扱うデータ量が増え、私たちの生活が豊かになる一方で、消費する電力も増大しています。これを解決するためには新しい原理で動くデバイスや、新しい材料を使った試みが必要です。特に最近注目されているのが人間の脳を模倣したデバイスです。また、現在主流のシリコンに代わり2次元材料も新材料の一つとして研究されています。私たちの生活をより豊かに、そして環境に配慮した新しいデバイスを目指して研究していきます。

■シナプス模倣素子

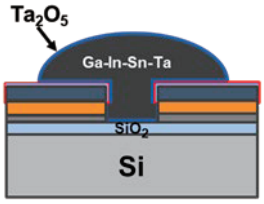
人間の脳を模したデバイス研究の一つにシナプスを再現する素子研究があります。本研究では抵抗変化素子に自己修復能を付与した新たなシナプス模倣素子を提案しています。自己修復能を持たせることで、シナプスの特徴的な働きであるつながりの強さ（伝達効率）が変化する可塑性を再現することが可能です。またナノ粒子を用いたシナプス模倣素子も作製しています。ナノ粒子の配置にはフェリチンと呼ばれる人間の体の中にもあるたんぱく質を利用しています。ナノ粒子のサイズに伝導パスが制限されるため、電流密度が上昇し、局所的に発熱しやすくなり自己修復能が働きやすくなります。人間の脳を再現したデバイスを作ることができれば非常に小さな電力で膨大な記録と高度な情報処理が可能になると期待されています。



書き込みが時間経過とともに消去される特性図



作製した液体金属



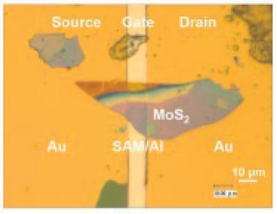
液体金属記憶素子構造図

■液体金属を用いた記憶素子

液体金属はその柔軟性から様々な分野に応用されています。特に将来的にウェアラブルデバイスなど、より私たちの身近に電子機器が偏在すると予想されることから、「硬い」素材よりも「柔らかい」素材が期待されています。最近の研究で液体金属に電圧を印加することでプログラマブルな特性が得られることが報告されています。私たちの研究では液体金属にさらに抵抗状態を記憶する機能を付与することを目的としています。実際に作製した素子では抵抗状態を記憶し、何度も書き換えることに成功しています。液体金属の応用性を広げることは社会の様式を変化させていく可能性があります。

■2次元材料MoS_2を用いたトランジスタ

2次元材料はその名の通り平らな材料です。鉛筆などの黒鉛の材料であるグラファイトなどをテープで剥離することで得られるグラフェンのように、私たちの身近にある材料でもあります。特徴としては原子1層分の厚みまで薄くできるため、微細化に非常に適していることや、移動度と呼ばれる特性が良い材料が多いことです。私たちが扱うMoS_2（硫化モリブデン）はセンサー材料や太陽電池材料としても期待されています。私たちの研究ではトランジスタと呼ばれる微細なスイッチをMoS2で作製しています。表面が非常に敏感であるため作製工程の影響を受けやすいのですが、トランジスタの電極構造などを先に作製し、最後にMoS2を貼り付けることで70 mV/decという特性の良いトランジスタを作製することに成功しています。



作製したMoS2トランジスタ