

原子スイッチの発明とその基礎研究

Invention of atomic switch and its basic research



- 概要**
- 固体電解質内の数個程度の金属イオンの移動をナノスケールから原子スケールで制御できることを見出した。
 - この局所的な金属イオン（原子）移動および固体電気化学反応を利用して動作する原子スイッチを発明した。
 - 従来型スイッチ（半導体トランジスタ）とは全く異なる原理で動作する原子スイッチは、素子の極微細化や低消費電力化を可能にするだけでなく、量子化伝導や人工シナプスなどの興味深い機能も実現できることがわかってきた。
 - We found that the movement of several metal ions in solid electrolyte can be controlled from nano-scale to atomic-scale.
 - We invented an atomic switch that operates using this local metal ion (atom) transfer and solid electrochemical reaction.
 - Atomic switches not only enable ultra-miniaturization of elements and low power consumption but also realize interesting functions such as quantized conduction and artificial synapses.

従来の半導体スイッチとは全く異なる原理で動作

半導体スイッチ
(半導体を使ったトランジスタ)

半導体のキャリア濃度を制御

エレクトロニクスデバイス

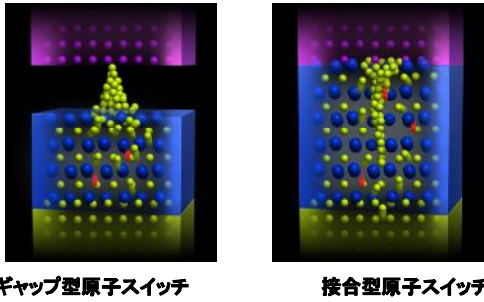
原子スイッチ
(半導体を使わない素子)

原子の移動を制御

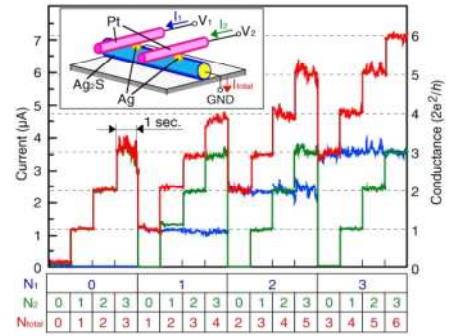
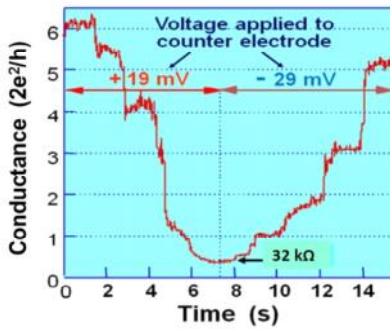
アトミック (イオニクス) デバイス

トンネル電子によって局所的なイオン移動と酸化/還元反応を制御

異なるタイプの原子スイッチの開発 (トンネル電子あるいはナノスペースの利用)



量子化伝導の発現とそれを利用した多値メモリ



原子スケールでの原子移動の制御によるギャップ型原子スイッチからの量子化伝導

それぞれ4通りの量子化状態を利用して4x4=16通りの状態を得ることができる

新しい概念の脳型コンピュータの実現を目指して原子スイッチを利用した人工シナプ素子の創製

原子スイッチによる人工シナプス機能の一例 (人間の記憶メカニズムである短期記憶と長期記憶の実現)

人間の脳

神経細胞 (シナプスを經由して信号伝達)

化学物質の移動で動作するシナプス

人工の脳 (ニューロコンピュータ)

人工神経細胞網 (原子スイッチを經由して信号伝達)

原子の移動で動作する人工シナプス

原子スイッチなら1個で可能

今日のコピーでは、シナプス機能を実現するためには少なくとも10個程度のトランジスタが必要

短期記憶の機能 長期記憶の機能

