

# 理化学研究所

## 電荷を持つ有機分子で単結晶デバイスを作製

### 超伝導体と絶縁体の スイッチ機能持つ 相転移トランジスター としても期待

(独)理化学研究所(埼玉県和光市広沢2-1、☎048-462-1111)加藤分子物性研究室の山本浩史研究員ら研究グループは、電荷を持つ有機分子で化学反応や電気化学反応を行い、有機単結晶デバイスを作製する技術を開発した。有機系デバイスの問題点であった結晶性の低さを克服しており、これまでとは一線を画した新タイプの有機トランジスターとして期待を集めている。

一般的に近年広がりを見せてい

る有機トランジスター開発は、ペンタセンなどの電荷を持たない中性有機分子を用いた研究が主流である。これに対し、同研究室では電荷を持つ「荷電有機分子」に着目、有機トランジスターへの展開を目指している。荷電有機分子を構成要素とする「分子性導体」は、溶媒への溶解度や蒸着させる蒸気圧が非常に低いことから、印刷や真空蒸着といった手法が適用できず、素子化は難しいとされていた。しかし一方で、超伝導や様々な金属-絶縁体転移、さらには巨大な負の磁気抵抗や湿度センサー、光誘起相転移などの魅力的な物性を持つなど、デバイス化が検討されていた。

分子性導体の有機デバイス適用



▲(独)理化学研究所 山本浩史氏

に向け、研究グループでは化学反応、電気化学反応による結晶成長を選択。具体的に化学反応の場合、あらかじめ銅や銀の電極を組み込んだシリコン基板をジシアノキノンジイミンの有機溶媒に浸し、化学反応で直接シリコン基板上に有機分子の単結晶を成長させる。同様に電気化学反応を使う場合も、有機溶媒

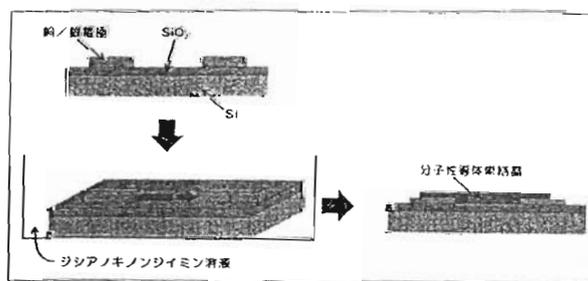
中で電気分解を行い、電極より直接シリコン基板上に荷電有機分子の単結晶を成長させる。この場合、正極と負極のあいだに結晶を成長させるのではなく、負極と負極の間に結晶を成長させるようにした点が大きな特徴。

電極に銀を使った際に得られた分子性導体のジメチルジシアノキノンジイミン銀と、銅を使った場合に得られるジメチルジシアノキノンジイミン銅の有機分子を対象に電気的性質の測定を行ったところ、整流作用を示す素子ができることが確認された。また、ジメチルジシアノキノンジイミン銅のナノ

サイズの結晶に4つの電極をつけ、半導体特性を調べたところ、太さ100nmのナノ結晶ではミリメートルサイズの結晶に

見られる金属-絶縁体転移が消失することを発見した。

同手法では、結晶成長の過程で結晶と基板が密着することから、基板にあらかじめゲート電極をつけておけば、サンプルに対してゲート電圧をかけることできる点も特徴のひとつ。その結果、ダイオー



▲結晶成長の概念図

ドやセンサーだけでなく、有機FETとしての可能性も広がりを見せている。さらに相転移という従来の中性分子にはない特徴を有していることから、超伝導体と絶縁体のスイッチングなどにも利用できる相転移トランジスターの実現も期待されている。(稲葉雅巳)