

公開禁止
米国東部時間、午後 2 時
2001 年 7 月 5 日 (木曜日)

問い合わせ: Cherita Gonzales
202-326-6414
cgonzale@aaas.org

サイエンス誌研究論文は、電子 1 個でスイッチングするナノトランジスターは 分子コンピューターに理想的な装置になるであろうと示唆する

分子コンピューターには低エネルギーを要する超小型新トランジスターが理想的であると見られており、電子 1 個が単層カーボンナノチューブから作られるこの新トランジスターのスイッチ切替え作業を行う。国際科学ジャーナルのサイエンス 6 月 29 日号では、オランダの研究グループが室温状態で効果的に機能する史上初のナノチューブ単層電子トランジスターを紹介する。

「分子電子工学用の工具箱にまた重要な道具を一つ加えたことにります」と、オランダのセス・デッカー(デルフト工科大学)論文作成者が語った。

トランジスターはすべての電子装置に使用されており、コンピューター産業の馬車馬のような役を持つ装置として知られている。数百万個のトランジスターが単層シリコンチップの上で一度に動いて論理関数または情報貯蔵の機能を果たす。

「スイッチオフ」の状態では、トランジスターは電流を遮断するが、低電圧が加えられると電気が流れるようになる。

研究者がコンピューターチップを段々と小さくするにつれて、「単層電子トランジスター (SET)」を使用するアイデアが次第に広がってきた。その他数種の電子装置のように、SET は分子レベルで製造できるので、従来のシリコンチップと比べてかなり狭いスペースで製造が可能になるのである。

SET の特長は、電子 1 個のみでスイッチ切替えができることである。SET と比べて見ると、一般のマイクロ電子機器のトランジスターは数百万個の電子を必要とする。

研究者は、大量の電子が飛び回って高熱が発生し最後にはチップが作動しなくなる可能性があるがあるので、このようなトランジスターを一度に緊密に埋め込む方法の限界を先読みしている。SET はこの問題の解決方法となるかも知れない。

SET は一方通行の橋のようであって、その両端には自動車が通過できるかどうかをコントロールする料金徴収所があると想定できる。具体的には、SET は2つの壁により「ソース」と「ドレイン」から分離された金属性の「島」で構成されており、電子がここを通過できる。この島に付いているゲートがシステム全体の電圧を調節する。ゲート上で電圧をコントロールして、島でジャンプする電子の数を一度に1個ずつ規制する。

しかし、これにも欠点がある。熱がこの島に電子を追加するために必要とするエネルギーを提供することができるので、ほとんどの SET は極低温状態の時にだけ作動した。

それで、デッカー研究グループは、室温状態にあっても熱変動の影響を受けない極小装置を作った。

その理由は、島上の電子閉鎖スペースが狭いほど、より多くのエネルギーが電子に与えられるからである。

デッカー研究グループは最初に単層カーボンナノチューブを使って、原子間力顕微鏡の先端でナノチューブ内に屈曲(留め)部分を作った。この屈曲部が壁となり、適正な電圧下で電子が一つずつ通過する。この装置全体のサイズは幅 1nm、長さは20nm であり、人の頭髪の幅の 500 分の 1 以下であった。

研究者はいつかはこれらのトランジスターを分子型シリコンチップへと組み込むことができるであろうが、まだ解決しなければならない難問が存在している。

「ほんの 4 年前、最初にナノチューブを通して電子移動を計測できましたが、今では単一分子装置に関連して実現できること、不可能なことなどを探求しています。次のステップはこれらの要素を複雑な回路へと結合する方法を考案することです」と、デッカーは述べた。

応用への基本的難関は、この装置をより効率よく製造することである。現在は、研究室内の学生が屈曲部分を持つナノチューブを作るのに半日を要する。しかし、デッカーはパターン基板を使う物理的方法か、または化学的方法を使って一度に多くのナノチューブ内に屈曲部を作ることができるであろうと提案した。

また、同論文作成者は単一電子トランジスターの正確な機能を調査した時に、いくつかの奇妙な物理現象を発見した。ほとんどの装置では島上で電子が個別にジャンプしたが、デッカー研究グループの装置は違う現象を示した。

今まで発見されなかったが、電子はある種の量子関係を持っているように見えた。電子が密接に結合して飛び回った。

「現在の研究は短い金属性ナノチューブが RTSET(室温単一電子トランジスター)として使用できることを示しています。また、同時にそれは機能的分子装置の研究により基礎科学の興味深い課題が発生することを実証しています」と、同研究グループは同論文に書いている。

本研究論文のその他共同執筆者: Henk W.Ch. Postma、Tijds Teepen、Zhen Yao、Milena Grifoni(デルフト工科大学)。オランダ物質基礎研究財団(FOM)とヨーロッパ共同体サターンプロジェクトが本研究資金を提供しました。

本研究論文の閲覧を希望されるジャーナリストは下記へご連絡下さい。

scipak@aaas.org 電話(202) 326-6440.