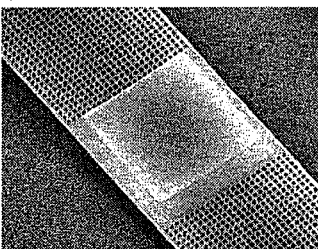


温度差で半導体駆動

東京大学の野村政宏教授らは、シリコン製の半導体素子を周囲の温度差だけで駆動させる研究に取り組んでいる。トンネルや橋などインフラの割れや腐食を検出するセンサーに応用すれば、電源の確保や電池交換が不要になる。実現にはシリコン薄膜の一部に熱が伝わりにくい微小構造を作り、発電に必要な大きな温度差が生じるようにする必要がある。「音子(フォノン)」と呼ばれる振動を使って道を開けようとしている。

半導体に使う粒子	
用途	特徴
電子(エレクトロン)	
演算、記憶、伝送	電気や磁気の性質があり制御しやすい。信号が弱くなりやすい
光子(フォトン)	
伝送	信号が弱くなりやすく、1度に大量のデータを送れる。制御が難しい
音子(フォノン)	
発電、放熱	電子や光子に無い性質がある。制御が難しく研究段階



微小構造を作りこんだシリコン薄膜(東大提供)

東大、実用化へ フォノン制御 発電に活用

昨年12月、東大グループはシリコンを加工して100ナノ(ナノは10億分の1)レベルの複雑構造を作り、熱伝導率を約20分の1に下げること成功した。熱はシリコンなど固体中の振動であるフォノンが生み出す。熱伝導率はフォノンの伝わりやすさを示し、これが下がるほどシリコンの内部に大きな温度差が生じる。今回の成果で、センサーの開発に必要な電力を生み出せる可能性がみえてきた。東大はドイツのフライブルク大学と組み、2年以内に温度差による熱伝導率を人工的に下げ、大きな温度差が生じるのに対し、東大グループが取り組むセンサーの開発では、大気中の場所による温度差がかわめて小さいという課題を抱えている。

そこで、材料内部のフォノンの伝わりやすさである熱伝導率を人工的に下げ、大きな温度差が生じるのに対し、東大グループが取り組むセンサーの開発では、大気中の場所による温度差がかわめて小さいという課題を抱えている。

NTT物性科学基礎研究所の山口浩司(こうじ)特別研究員も、フォノンを精密に制御する研究に取り組む。半導体の基板に幅30ナノ(ナノは100万分の1)ほどの特殊な構造の細い通路を作った。その中に直径5ナノの穴を10

よる発電を実証する計画だ。2018年までにセンサーなどに電力を供給できる素子の開発を目指す。

温度差を利用する発電は工場の加熱炉など一部で実用化が進みつつあるほか、海の温かい水と冷たい水を利用する技術などが研究されている。炉が内外で数百度の温度差が生じるのに対し、東大グループが取り組むセンサーの開発では、大気中の場所による温度差がかわめて小さいという課題を抱えている。

NTT物性科学基礎研究所の山口浩司(こうじ)特別研究員も、フォノンを精密に制御する研究に取り組む。半導体の基板に幅30ナノ(ナノは100万分の1)ほどの特殊な構造の細い通路を作った。その中に直径5ナノの穴を10

NTT物性科学基礎研究所の山口浩司(こうじ)特別研究員も、フォノンを精密に制御する研究に取り組む。半導体の基板に幅30ナノ(ナノは100万分の1)ほどの特殊な構造の細い通路を作った。その中に直径5ナノの穴を10

固体や気体中で熱や音を伝える振動を構成する、それ以上分割できない最小単位の粒(量子)を音子(フォノン)と呼ぶ。音響量子という呼び方もある。人の感覚では、フォノンの振動する周波数が高い場合は熱として、低い場合は音として感じられる。

従来の半導体は主に電気の粒(電子)で信号処理する技術として発展してきた。そのため半導体を組み込んだ装置を電子機器と呼ぶ。演算処理したデータの記憶には電子の磁石(スピン)の性質が使わ

振動の最小単位「フォノン」 熱伝導性に新用途

れる。さらに最先端のコンピュータでは、電子より大量のデータを一度に送れる光の粒である光子(フォトン)の利用が進んでいる。

電子と光子に対し、フォノンはまだほとんど使われていない。国内外の研究者も少数にとどまる。ただ、その将来性から半導体を支える「第4の柱」と期待されている。フォノンの熱を伝える性質を利用すれば、半導体で発生した熱を逃がすことや、熱をどうとめて発電するなど新しい用途が生まれる可能性がある。

視点

(フォトン)が使われる。如く制御が光よりさらに難しい。処理する情報量が増すにつれ、熱をうまく制御できれば、機器そのものの動作だけではない。電気は電子と音子の集まり。電荷がなく中性のため、電気もたらず可能性もある。で、電子は負の電荷や磁石のより制御しにくかったが、屈わずかな温度差で半導体を

身回りのような様々な機器の多くは電気で動いている。光が重要になってきた。光は電荷がなく中性のため、電気もたらず可能性もある。で、電子は負の電荷や磁石のより制御しにくかったが、屈わずかな温度差で半導体を

折や反射、光電変換といった動きが仕組みを開発する東京大学や、使用中に熱くなる大規模集積回路(LSI)を冷やす研究に取り組むNTT

省エネ効果の可能性も

が産業界で広く使われるかは不透明だ。NTT物性科学基礎研究所の山口浩司(こうじ)特別研究員は「熱はすべてには産業に応用できないとみて、研究開発に参入する企業や大学も少ない」と話す。

社会インフラや人の健康状態を常時監視するなど、センサーの重要性が高まっている。現在は素子の動作を高める研究開発が盛んだが、数が増えるほど省エネが重要になる。フォノンへの関心が高まる日が遠からず到来するかもしれない。(黒川卓)

シリコンデバイスNOXX