

【産業技術】 ナノテク

## 柔軟なナノアンテナ配列で豊富な太陽エネルギーを捕獲(米国)

- 太陽光や廃熱からの赤外線を捕獲するナノアンテナを試作 -

太陽光や他の発生源により生成された熱エネルギーを集める何 10 億個ものナノアンテナを含んだプラスチックシートを生産する安価な方法が考案された。米国エネルギー省(DOE)アイダホ国立研究所(INL)で開発された、この技術は、柔らかい材料上に大量加工することができる太陽エネルギー集光器に向けた最初のステップである。

利用可能な電力へのエネルギー変換方法を開発する必要があるが、このシートは、従来の太陽電池より高い効率でハイブリッド自動車から iPods まですべてに電力を供給する軽いスキンとして製造することがやがて可能であろう、とアイダホ国立研究所の研究者が米機械学会 2008 の第 2 回エネルギー持続可能性国際会議でこの発見を報告している。

さらに、このナノアンテナは、電力を使用せずに、建物やエレクトロニクスからの廃熱を取出す冷却機の役割をする可能性を持っている。このナノアンテナは中間赤外線領域(THz 波)を目標としている。地球は、日中に太陽からエネルギーを吸収した後に、熱としてそれらを連続的に放射している。対照的に、これまでの太陽電池は可視光線のみしか使用しておらず、日没後はその利用は無効となる。

さらに、赤外線は、石炭火力発電所のような生産プロセスにおいて発生されるので、特に豊富なエネルギー源である。「我々の産業界のすべてのプロセスは廃熱を発生している。まさに、赤外線は我々が単に投げ捨てているエネルギーである」と INL の物理学者スティーヴン・ノーバックは語る。

研究チームは、INL エンジニアのデール・ケッター、マイクロコンティニューム社(ケンブリッジ、マサチューセッツ州)の W.デニス・スレイファーおよび現ミズーリ大学のパトリック・ピンヒローからなり、ノーバックが研究チームを取りまとめている。

ナノアンテナは、小さな金の正方形あるいはスパイラル状で、ビニール袋に使用されている材料である、ポリエチレンの特殊処理された上に組み込まれている。このナノアンテナの寸法はおよそ 5 ミクロンで、直径 15cm におよそ 10 億個のアンテナが含まれる)

マイクロ波のような電磁スペクトルのより低い周波数領域からのエネルギーを集めるアンテナは、成功裡に発明されているが、赤外線はより集光しがたいことが分かっていた。この理由の一部は、材料の特性が高い周波数の波長では極端に変化するということであった、とケッターが述べる。

研究者はナノアンテナの計算機モデルを構築するために、赤外線での、金、マンガンおよび銅を含む様々な材料の振る舞いを研究し、その結果のデータを使用した。その結果に

よる模擬ナノアンテナは、正しい材料、形およびサイズで、赤外線波長のエネルギーの 92 パーセントを捕獲することを発見した。

その後、チームは、この計算機モデルを試験するために実際の試作品を作成した。まず最初に、かれらは、ナノアンテナパターンを持ったシリコンウェハをエッチングするために従来の生産方式を使用した。このシリコン基盤ナノアンテナは、対象とする波長領域のエネルギーの 80 パーセント以上を吸収して、コンピューターシミュレーションとの一致をみせた。

次に、かれらは、ナノアンテナをプラスチック薄板に浮き彫り加工するために、繰り返し型押しプロセスを使用した。このプラスチック試作品はいまだテスト中であるが、初期実験は、それが予定された赤外線波長でエネルギーを捕えることを示している。

赤外線を吸収するこのナノアンテナの能力は、冷却機としての可能性を有望にしている。物体は熱を赤外線として放出するので、ナノアンテナはその輻射光を集め、無害な波長で再度エネルギーを放射することが可能である。このようなシステムは、エアコンやファンが必要とする外部からの電力源無しで、建物やコンピューターを冷却することが可能である。

しかし、ナノアンテナが利用可能な電力へそのエネルギーを集めることができる前には、かなり多くの技術的進歩が必要である。赤外線は、ナノアンテナに毎秒数兆回振動する交流を発生するので、交流を直流に変換する整流器と呼ばれる部品が必要となる。今日の整流器ではこのような高い周波数を取り扱うことはできない。

「我々は、ナノアンテナと共に動作するナノ整流器を設計する必要がある」とケッターは述べて、ナノスケール整流器は現在の商用装置のおよそ 1000 分の 1 以下のサイズであり、新しい製造法を必要とすると語った。別の可能性は、使用可能な周波数へと電流を遅くする電気回路を開発することである。

これらの技術的なハードルを克服することができた時、このナノアンテナは太陽電池のより安価でより効率的な代替となる可能性を持っている。従来の太陽電池は、集光した可視光線の 20 パーセント程度までしか機能しない化学反応に依存している。科学者は、より高い効率を持ったより複雑な太陽電池を開発している。しかし、これらのモデルは広範囲の使用には非常に高価すぎている。

ナノアンテナは、一方、その形とサイズに依存する特定の波長を捕獲するために調整することができる。この柔軟性は、太陽のスペクトルの種々の部分からのエネルギーを捕獲するために、両面ナノアンテナシートを作成することを可能とするであろう、とノーバックは語る。

このチームの繰り返し型押しプロセスは、1 分間に数 m の割合でアンテナ配列を印刷す

ることが可能な大規模ロールトゥロール生産技術へと拡張することができるであろう。このシートは、やがて建物の屋上を覆い、あるいは携帯電話や iPods のような消費者機器の表面を形成し、連続的で安価な再生可能エネルギー資源を提供する可能性を持っている。

参考資料：

Solar Nantenna Electromagnetic Collectors(太陽ナノアンテナ電磁波集光器)：

Proceedings of ES2008 Energy Sustainability 2008 August 10-14, 2008, Jacksonville, Florida USA, ES2008-54016, <http://www.inl.gov/pdfs/nantenna.pdf>

( 出 典 : [https://inlportal.inl.gov/portal/server.pt?open=514&objID=1555&mode=2&featurestory=DA\\_144483](https://inlportal.inl.gov/portal/server.pt?open=514&objID=1555&mode=2&featurestory=DA_144483) )