

1 μm 厚 GaAs 太陽電池の 曲げ半径は 1.4mm

フレキシブル光デバイスは光ディテクタやエミッタを内蔵する傾向があるので、その構成に半導体材料が入っていることがよくある。とは言え、ほとんどのバルク半導体材料は極めてもろい。アプローチとしては、たくさんの柔軟性のないディスクリート半導体デバイスを柔軟なワイヤグリッドで接続するという手もあるが、これは結果的に小さな硬い小石のようなコンポーネントのレイになる。

2つ目のアプローチは、柔軟になるまで材料を薄くすることだ。

それが有機物なら、それ固有の柔軟性がある。しかし無機の半導体は、比較的高効率で、スペクトル特性が優れているという性質をもつことがよくある。それを薄くすることは、柔軟にするための第一義的なアプローチである。また薄くなればなるほど、それはますます柔軟になる。

マイクロメートルスケールの薄さ

最近、韓国の光州科学技術院、韓国フォトニクス技術研究所、嶺南大の研究者が、超薄型、1 μm 厚のガリウムヒ素 (GaAs) 太陽電池を実現した。これは、鉛筆に巻き付けられるほどに薄い。そのような太陽電池なら、フィットネストラッカーのようなウェアラブルエレクトロニクスの電源にできる⁽¹⁾。標準的な太陽電池は通常、この太陽電池の数百倍も厚く、他のほとんどの薄い太陽電池でさえ、2~4倍厚い。

この GaAs 電池はマイクロセルの大

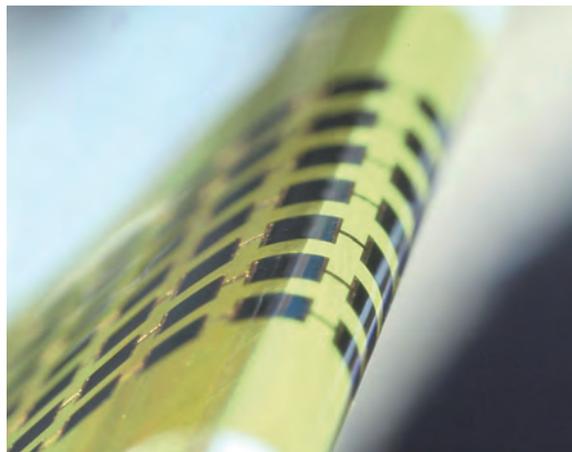


図1 ガリウムヒ素 (GaAs) でできた垂直構造の超薄型太陽電池は、小さな物体、ここに示す様な 1 μm 厚のガラススライドのエッジなどで曲げられるほどに柔軟である (J. Kim et al./ Applied Physics Letters)。

きなレイでできており、各セルは約 700 μm^2 で垂直構造になっている。研究チームは、GaAs 電池を柔軟な基板上の金属電極に直接転写した。材料を厚くすることになる、レイヤー間の接着剤は使わなかった。転写プロセスは、ほぼ100%の歩留まりだった。電池は次に、170°Cで圧力をかけて、一時的な接着剤として機能するフォトレジストの最上層を溶かすことで、基板上の電極に冷間圧接された。フォトレジストは後にはがして除去するので、直接的な金属間接着が残る。そのマイクロセルは、2 μm 厚のエポキシ層で封入された。

研究者たちは、太陽光を電気に変換するときのデバイスの効率をテストし、結果(効率は14%~15.2%)が、類似の、もっと厚い太陽電池デバイスに匹敵することを確認した。新開発の太陽電池の効率が良い理由の1つは、

金属最下層が漂遊光子を太陽電池に戻して再利用する反射器として機能したことである。曲げテストでは、1.04 μm 厚の電池が半径1.4mm、さらに1 μm 厚のガラススライド(図1)の周りに巻き付けられることを示した。

研究チームは、電池の数値解析も行い、新開発の電池が、3.5 μm 厚の同等の電池の1/4のひずみ量であることを確認した。「電池が薄くなると、曲げたときの脆弱性が弱まるが、性能は同等か、わずかに優れている」と研究者の1人、イ・ジョンホ氏は話している。

単一のマイクロセルは開回路電圧0.99Vであり、スパッタ金属線(20nmのクロムと300nmの金)を用いて直列接続し、例えば直列7個の電池で開回路電圧6.8Vとすることができる。1000回までの曲げて伸ばすサイクルで、電池の効率、他の特性の劣化は現れていない。

他の数グループが、厚さ1 μm 程度の太陽電池を報告しているが、太陽電池の製法は違う方法であった、例えばエッチングで基板全体を除去するような方法である。エッチングの代わりに転写することにより、この新しい方法は、より少ない量の材料を用いて非常にフレキシブルな太陽電池の作製に使用できる可能性がある。薄い電池は、ガラスフレームやファブリックに統合でき、ウェアラブルエレクトロニクスの次の波の電源となり得る、とイ氏は語っている。(John Wallace)

参考文献

(1) J. Kim et al., Appl. Phys. Lett. (2016); doi:10.1063/1.4954039.