

Energía eléctrica fotovoltaica y de plásticos

Se espera que en el futuro se utilicen células solares orgánicas sobre películas de sustrato flexibles como fuentes portátiles de energía eléctrica. Mientras tanto, este tipo de células solares ya se utilizan en chaquetas funcionales, por ejemplo, para cargar el teléfono inteligente.

Con las células solares rígidas esto resultaría bastante incómodo.

Pero las células solares orgánicas aún entrañan otras ventajas: bajo peso y fabricación de bajo costo. A principios de 2016, las células solares orgánicas ya llegaron a un rendimiento de alrededor del 13 %. Sin embargo, la vida útil de entre 5 y 12 años sigue siendo insuficiente.

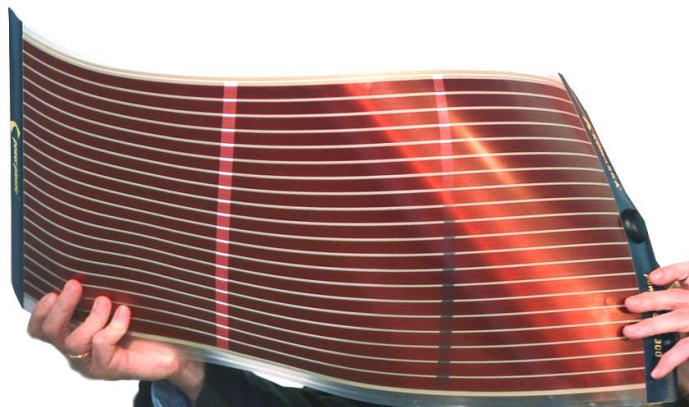


Figura 1: La célula solar orgánica.

Fotografía: de Kuebi = Armin Kübelbeck (trabajo propio) [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], por medio de Wikimedia Commons, (fragmento) editado por Siemens Stiftung

Construcción y principio de operación de la célula solar orgánica

Estructura multicapa del material donante y aceptador

Por lo general, las células solares orgánicas consisten de una capa donante de electrones (“donante”) y una capa receptora de electrones (“aceptador”), dispuestas entre dos electrodos: el ánodo (polo positivo) y el cátodo (polo negativo). Frecuentemente se utiliza como capa donante una macromolécula (“polímero”) con enlaces alternos singulares y dobles (polímero conjugado) que emite electrones fácilmente. Para el aceptador se utilizan fullerenes, las cuales reciben los electrones emitidos. Éstas son moléculas de forma esférica constituidas de 60, 70, 76 u 84 átomos de carbono.

Paralelamente se llevan a cabo también proyectos de investigación y producción a partir de oligómeros, de los que se espera una mayor eficiencia y, en particular, una mayor vida útil de las células. (Los oligómeros también son macromoléculas, pero a diferencia de los polímeros constan de menos componentes monoméricos y también son más cortos).

Principio de funcionamiento

La luz que entra a través del ánodo transparente es absorbida por las moléculas donantes y éstas son estimuladas electrónicamente. Al absorberse la luz, no se liberan electrones inmediatamente. En cambio, se crean “excitones”, pares con una carga negativa (electrón) y una carga positiva (denominada “hueco”). Para liberar los electrones, se tienen que separar estos pares. Esto sucede en la capa de enlace con el aceptador, donde el excitón en el donante transfiere un electrón al aceptador (véase la ilustración 2). Este electrón es entonces desviado a través del cátodo y puede fluir de regreso al ánodo mediante un circuito externo: El módulo entonces suministra energía eléctrica. Si se utilizan capas donante-aceptador separadas, la generación de electrones está limitada únicamente a la región límite estrecha entre la capa donante y la aceptadora. Por esta razón, el material donante y el aceptador a menudo se mezclan en una capa conjunta (véase la fig. 3

abajo). Eso permite que la generación de electrones ocurra en la totalidad del volumen y que la producción de electricidad aumente.

Gracias al sistema conjugado de cadena larga del polímero donante, éste puede absorber luz en muchas diferentes longitudes de onda. En contraste con las células solares de silicio convencionales, las cuales solo absorben luz en un intervalo espectral más estrecho, las células solares orgánicas pueden, por lo tanto, convertir un espectro de luz considerablemente más amplio. Por ejemplo, también se puede convertir en energía eléctrica la luz artificial. Sin embargo, a pesar del amplio espectro de absorción y del alto grado de eficiencia teórico, la eficiencia de las células solares orgánicas técnicamente factibles en la actualidad es sólo la mitad de la de las células de silicio (véase el capítulo “Factores de éxito de la célula solar orgánica”).

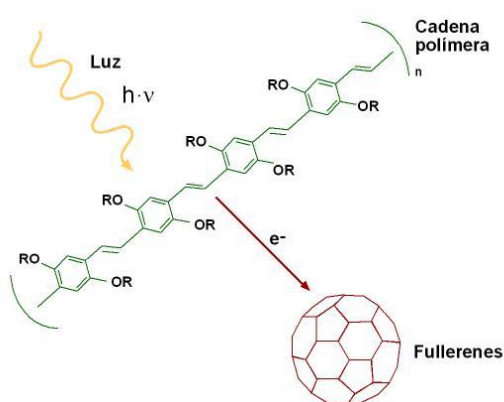


Figura 2: Diagrama esquemático de la transferencia de carga en el sistema donante-aceptador: cadena polimera (donante) y molécula fullerene (aceptador).

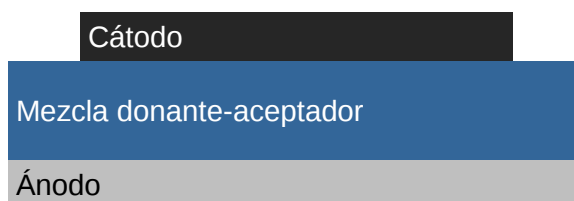


Figura 3: El gráfico superior muestra la estructura de una célula solar orgánica basada en una estructura de dos capas con una capa donante y una capa aceptadora. En el gráfico inferior la capa fotoactiva consiste de una mezcla de donante-aceptador.

Se pueden producir las células solares orgánicas sin procesos de alta temperatura

Las capas individuales de materiales de costo relativamente bajo se aplican una sobre la otra en una película de sustrato mediante una técnica de impresión sencilla. Una ventaja principal en comparación con las células de silicio convencionales es que estas películas (por ejemplo, de plástico) son flexibles y considerablemente más livianas. La capa fotoactiva tiene un espesor de aprox. 100 nm, lo que equivale aproximadamente a 1/200 del grosor de un pelo. Sin embargo, partículas de suciedad podrían causar cortocircuitos en estas capas delgadas; por lo tanto, son necesarias condiciones de trabajo extremadamente limpias.

Junto a la técnica de impresión, en los últimos tiempos se ha impuesto la aplicación de las capas reactivas mediante un proceso de vacío a bajas temperaturas (y sin disolventes), algo que también ha dado buenos resultados en la fabricación de visualizadores OLED.

Amplio espectro de aplicaciones potenciales

Las células solares orgánicas son extremadamente flexibles y, por lo tanto, se pueden conformar en casi cualquier manera. También son livianas y pueden tener color o ser transparentes. Las propiedades inusuales de la tecnología fotovoltaica orgánica abren una amplia gama de aplicaciones potenciales. Sería posible, por ejemplo, integrar módulos solares orgánicos en prendas de vestir a fin de suministrar energía eléctrica a dispositivos eléctricos que lleve quien las viste. Películas solares portátiles enrollables podrían suministrar energía eléctrica a asistentes digitales personales (PDAs), reproductores de MP3 o teléfonos móviles, en cualquier momento. En el futuro se podrían cubrir fachadas enteras, ventanas o persianas con células solares transparentes o coloreadas.

Factores de éxito de la célula solar orgánica

Los factores siguientes dictarán crucialmente el éxito futuro de las células solares orgánicas:

- **Compatibilidad ecológica:** los materiales usados son compatibles con el medio ambiente y se los puede producir y desechar sin contaminación significativa del mismo. Esto cumple la Directiva UE 2002/95/CE (RoHS), que regula la restricción del uso de determinadas sustancias peligrosas en aparatos electrónicos.
- **Bajo peso, dimensiones pequeñas:** una típica película de células solares apenas tiene un milímetro de grosor y pesa unos 500 g por metro cuadrado, siendo de solo un gramo el peso del material eléctricamente activo.
- **Precio:** los materiales son baratos en comparación con el silicio, puesto que no se necesita el proceso complejo y caro de cultivar cristales de alta pureza. Asimismo, el proceso de impresión es rápido, sencillo y barato. Los productores confían en poder llegar a 15 céntimos de euro por vatio de potencia eléctrica (como comparación: 40 céntimos de euro / vatio en la técnica solar basada en células de silicio).
- **Rendimiento:** Ha sido anunciada la producción en serie de una célula solar orgánica con un rendimiento del 13 %. La eficiencia de un módulo solar inorgánico convencional aún se encuentra claramente por encima de ese valor (hasta el 25 %). Además, las células solares orgánicas llegaban a un rendimiento de tan sólo un 2 a 3 % en 2007. Los investigadores advierten además sobre el rendimiento energético comparativamente alto en entornos de luz difusa, luz débil o mucho calor, que produce dificultades a las células convencionales.
- **Vida útil en servicio:** las primeras células solares orgánicas tenían una vida útil de varios miles de horas de sol (lo que equivale a 220 días en la región de Stuttgart). El problema es el encapsulamiento efectivo de los materiales orgánicos. Los módulos solares orgánicos encapsulados en vidrio tienen una duración de 15 años; las moléculas mismas relativamente pequeñas de los oligómeros, incluso de más de 20 años. En la actualidad, los módulos encapsulados de forma flexible sólo pueden tener una vida útil de unos cinco años; sin embargo, es de esperar un aumento.