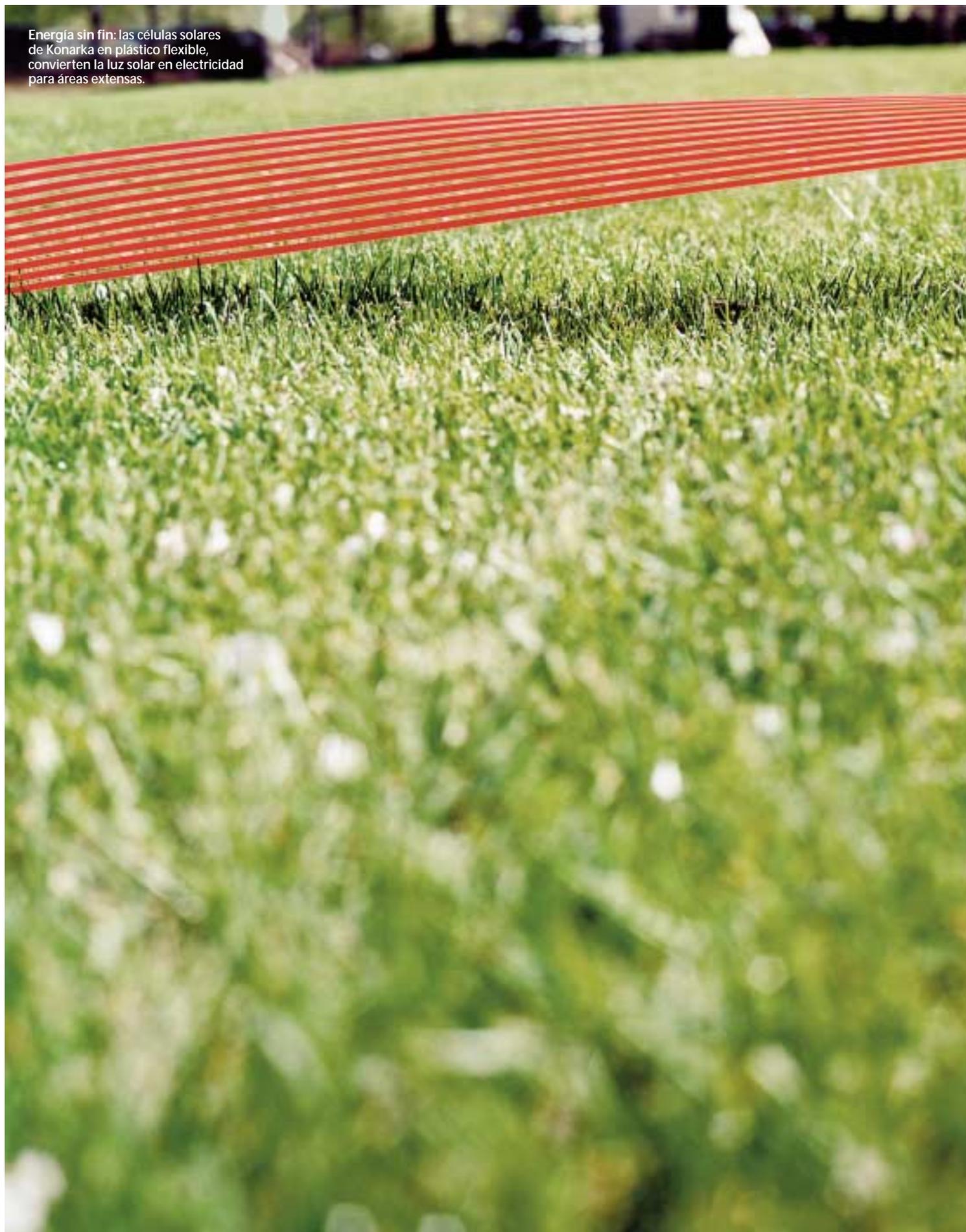


Energía sin fin: las células solares de Konarka en plástico flexible, convierten la luz solar en electricidad para áreas extensas.





Expansión de las células solares

Células solares, flexibles y económicas, podrían ayudar a evitar la inminente crisis energética mundial. Parece una gran promesa. Sin embargo, para conseguirlo, un puñado de empresas nuevas o tradicionales están compitiendo entre ellas en el desarrollo de dispositivos impresos fabricados con plásticos o con nanomateriales

PETER FAIRLEY. FOTOGRAFÍAS: KATHLEEN DOOHER

En los bancos de ensayo de Konarka Technologies, en Lowell, Massachusetts, se está probando una nueva categoría de Células Solares

Unas tiras de plástico flexible, muy fáciles de confundir con películas fotográficas, se mantienen bajo luces de alta intensidad. Estas tiras, de aproximadamente 10 centímetros de longitud y 5 centímetros de anchura, están convirtiendo la luz en electricidad. Si varias de ellas se conectan con cables, generan suficiente energía para mover un ventilador.

Las células solares, por supuesto, no son una novedad. Pero, hasta ahora, la energía solar ha requerido paneles de silicio muy costosos que la han relegado, fundamentalmente, a aplicaciones nicho como los satélites o las casas lujosas. Lo que es más significativo de las películas productoras de energía de Konarka es que son baratas y fáciles de fabricar, utilizando una línea de producción de máquinas de rodillos para fabricar revestimientos laminares. El proceso se parece más al entorno de trabajo, sucio y rápido, de una línea de imprenta moderna, que a los rituales sofisticados que se llevan a cabo en las impecables salas de fabricación de paneles solares de silicio. La empresa literalmente tiene bobinas de su producto; sus ingenieros prevén cortar las láminas como si fuera un film de envolver.

La tecnología de Konarka es sólo un ejemplo de un nuevo tipo de células solares impresas, o fotovoltaicas, que promete llegar muy lejos, facilitando el camino hacia una energía solar económica y ubicua. Las células no son sólo baratas de fabricar, a menos de la mitad del coste de los paneles convencionales para la misma cantidad de energía, sino que además son ligeras y flexibles, de forma que se pueden construir sobre todo tipo de superficies. Películas flexibles laminadas sobre ordenadores portátiles y teléfonos móviles podrían producir un flujo continuo de electricidad, reduciendo la necesidad de enchufarlos para conseguir energía. Las células solares mezcladas con la pintura del coche podrían permitir que el sol cargara las baterías de los vehículos híbridos, reduciendo su necesidad de gasolina. Incluso, estas células solares podrían cubrir edificios, proporcionando energía a la red eléctrica.

Un número creciente de nuevas empresas, como Konarka, y grandes corporaciones, como General Electric, Siemens y el fabricante de chips STMicroelectronics, están compitiendo para hacer real esta visión. Konarka espera empezar a vender sus películas solares el próximo año para utilizarlas en electrónica de consumo y aplicaciones de defensa. El pasado invierno, Siemens anunció que había aumentado la potencia resultante en sus prototipos de células solares basadas en plástico a nuevas alturas, un logro que finalmente podría hacer viable el empleo masivo de la tecnología.

Lo que está haciendo posible todo esto son los recientes descubrimientos en las ciencias de los materiales, incluyendo los

avances en nanomateriales. Algunos de los dispositivos solares más prometedores están hechos con plásticos conductores y nano partículas, mucho más pequeñas de lo que puede ver el ojo humano, mezcladas formando una solución. Esta solución se puede imprimir en un proceso similar a la impresión con chorro de tinta sobre una superficie. En ella los nanomateriales se organizan, formando estructuras dentro del plástico, para constituir la base de las células solares. Y todo esto se efectúa con poca intervención humana. "El principio más increíble aquí, es que podremos ser capaces de llevar este agente activo a algún medio extensible y simplemente imprimir estos elementos", como indica Richard Smalley. Este químico de la Universidad de Rice compartió el Premio Nobel de Química en 1996 por el descubrimiento de las moléculas de carbón en forma de balón de fútbol, conocidas como *bucky balls*, un ingrediente clave en muchas nano células solares.

Conseguir que estas células sean lo bastante eficientes como para competir con la energía térmica, eólica o nuclear es todavía un objetivo ambicioso, pero los expertos mantienen que es alcanzable. Aunque las aplicaciones a gran escala están todavía en una etapa inicial, según Serdar Sariciftci, físico de materiales en la Universidad Johannes Kepler de Linz, Austria y asesor de Konarka: "Se ha abierto el camino. La avalancha ha empezado".

LA POTENCIA DE LA IMPRESIÓN

En el año 2003 se fabricaron más paneles solares tradicionales que nunca, y sin embargo todos ellos juntos conseguían sólo 750 megavatios de electricidad, el equivalente a una central térmica de carbón de tipo medio. Lo que está reteniendo a la energía solar son los costes. La mayoría de los paneles solares de gama alta se fabrican con obleas cristalinas de silicio de 15 centímetros, y estos materiales son muy caros. El resultado es que producir electricidad con energía solar es entre cuatro y diez veces más caro que con centrales convencionales.

Durante décadas, los investigadores de células solares han intentado desarrollar alternativas más económicas al silicio. El problema ha sido la eficiencia: otros materiales simplemente no generan suficiente electricidad. Pero los logros de Siemens a principios de este año, con la mayor eficiencia hasta la fecha en células solares de plástico, podrían cambiar la situación. El diseño de Siemens combina dos de los avances más importantes en la ciencia de los materiales de los últimos 30 años: polímeros conductores de electricidad y *bucky balls*.

La idea de combinar estos materiales para capturar la energía solar comenzó a ganar credibilidad a principios de los 90, cuando los físicos Sariciftci y Alan Heeger de la Universidad de California en Santa Barbara crearon los primeros prototipos de dispositivos fotovoltaicos. Vertieron una solución de plástico conductor y *bucky balls* sobre una superficie de cristal, la solución se extendía como una película moviendo esta superficie y se emparedaba la película entre electrodos. El polímero conductor absorbió los fotones, liberando electrones que eran atraídos por las *bucky balls* y encaminados a un electrodo.



Un día al sol: Christoph Brabec, responsable de células solares de plástico en Siemens

En pocas palabras, la película se comportó como una célula solar: Inicialmente la potencia obtenida era muy pequeña (menos de un 1 por ciento de la energía procedente de la luz solar). Pero se dejó probado el principio de la célula solar impresa: se podía extender una capa de material fotovoltaico sobre una superficie y hacerla trabajar sin una preparación compleja.

Para Sariciftci, las células solares impresas se convirtieron en una obsesión. En 1996, después de incorporarse a la Universidad Kepler, Sariciftci empezó a organizar un grupo de investigación para aumentar la energía resultante de estos dispositivos. Una de las primeras incorporaciones fue Christoph Brabec, un joven científico en polímeros. Ya en el año 2000 Sariciftci y Brabec habían encontrado un conjunto de disolventes, temperaturas y condiciones de secado que proporcionaban una mezcla de plástico y *bucky balls*. El resultado: más electrones daban el salto desde el plástico a las *bucky balls*, aumentando más del doble la energía de salida.

En el año 2001, Brabec dejó a Sariciftci para dirigir una nueva iniciativa investigadora sobre polímeros fotovoltaicos en Siemens. Ha sido su equipo en Siemens el que a principios de este año aumentó de forma significativa la energía resultante de las células de plástico con *bucky balls*, retorciendo los nanomateriales y cambiando a un método de laminación de tipo más industrial. No está del todo claro por qué la potencia aumentó, nos dice Brabec, aunque sospecha que la explicación tiene que ver con una estructuración más regular de los polímeros y las *bucky balls* de la célula. Lo que sí está claro para

Brabec es que él y sus colegas pueden extraer aun más energía de estas células, al menos duplicando su eficiencia una vez más para capturar un 10 por ciento de la energía solar entrante, un porcentaje que los expertos consideran que puede ser un umbral de entrada para las aplicaciones en los tejados de las casas. Brabec nos indica: "Estamos completamente seguros de que la eficiencia continuará aumentando".

Según él, éste es el momento de demostrar que la producción a gran escala es viable. "Lo que nosotros hicimos fue en un entorno de sala de ensayos, y el tamaño máximo del módulo es 15 centímetros. El siguiente paso lógico es sacar el proceso del laboratorio y probarlo en condiciones industriales para la fabricación de bobinas".

EMPRENDEDORES BRILLANTES

Al menos una nueva empresa puede vencer a Siemens en esta meta. Konarka está preparándose para fabricar su novedosa película fotovoltaica, que confía empezar a vender el próximo año. A diferencia de Siemens, las películas de Konarka no utilizan las *bucky balls*. En su lugar, se basan en diminutas partículas de dióxido de titanio laminadas con tintes que absorben la luz, bañadas en un electrolito y embebidas en película de plástico.

Konarka prevé un retorno de la inversión corto en productos de consumo. Los equipos electrónicos sedientos de energía, como los teléfonos móviles o los ordenadores portátiles, o cualquier otro con una batería y acceso a la luz, podrían hacer un buen uso de la película flexible de Konarka, según Daniel McGahn, su vicepresidente ejecutivo. Y las películas solares podrían eliminar la necesidad de llevar cables de luz a muchos otros dispositivos electrónicos instalados en hogares y empresas, como los sensores de temperatura, gas o procesos distribuidos a lo largo de las plantas de fabricación.

Más adelante en este proceso de desarrollo, los investigadores esperan incrementar la capacidad de extracción de energía de las nano células solares y hacerlas aún más fáciles de instalar, incluso proyectándolas directamente sobre casi cualquier superficie. Nanosolar, una nueva empresa de Palo Alto, California, que ha conseguido 5 millones de dólares de capital riesgo, está trabajando para convertir esta idea en algo práctico. La empresa está explotando las últimas técnicas para el ensamblaje automático de nanomateriales en arquitecturas cuidadosamente ordenadas, añadiendo además mayor nivel de control del conseguido anteriormente.

El enfoque de Nanosolar es sorprendentemente simple. Los investigadores proyectan una mezcla de alcohol, surfactantes, (sustancias similares a las empleadas en los detergentes) y compuestos de titanio en una lámina metálica. Cuando se evapora el alcohol, las moléculas del surfactante se agrupan en tubos alargados, creando un andamio molecular alrededor del que los compuestos de titanio se reúnen y funden. En apenas 30 segundos un bloque de óxido de titanio atravesado por agujeros de sólo unos nanómetros de anchura se crea sobre la lámina. Si se rellenan los agujeros con un polímero conductor, se añaden electrodos y se cubre el bloque completo con un plástico transparente, se consigue una eficiente célula solar.

Teóricamente, al menos, los electrones activados en las columnas de plástico de Nanosolar sólo necesitan saltar unos nanómetros para alcanzar los compuestos de titanio. Desde allí los electrones van directamente a través de estos compuestos,

La revolución solar impresa

GENERAL ELECTRIC, Schenectady, Nueva York

Está adaptando métodos desarrollados en paneles lumínicos impresos para fabricar células solares. Su objetivo es un 10 por cien de eficiencia energética en una célula real.

KONARKA TECHNOLOGIES, Lowell, Massachusetts

Está fabricando células solares hechas con partículas de semiconductores. Prevé comercializar células con un 5 por cien de eficiencia en 2005.

NANOSOLAR, Palo Alto, California

Está probando compuestos de titanio y plástico conductor que se pueden proyectar sobre superficies para formar células solares. Persigue alcanzar un 10 por cien de eficiencia a finales de 2005.

NANOSYS, Palo Alto, California

Está desarrollando nanopartículas auto-orientables en plástico conductor para láminas fotovoltaicas. Prevé incorporarlas en tejas comerciales dentro de pocos años.

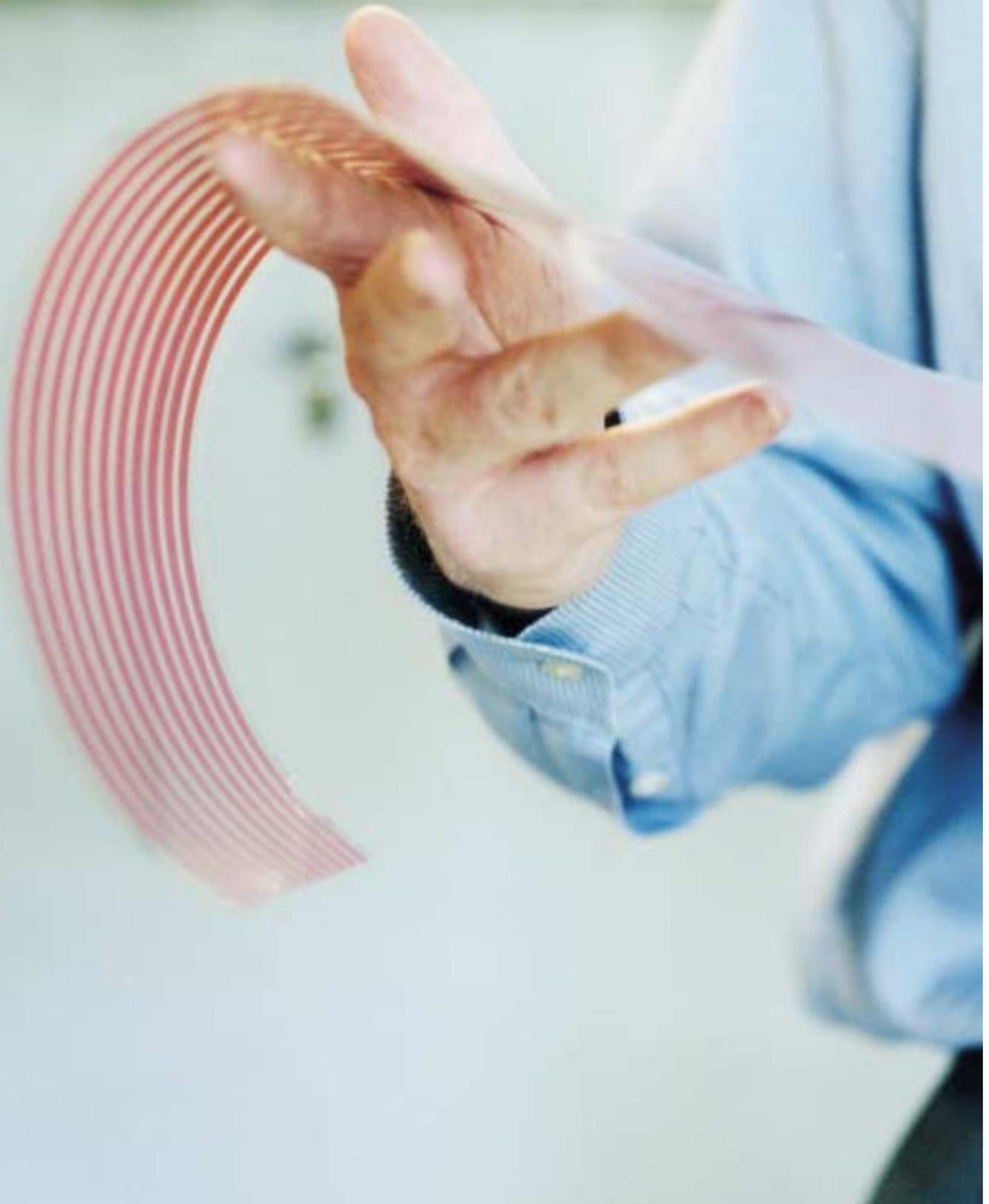
SIEMENS, Erlangen, Alemania

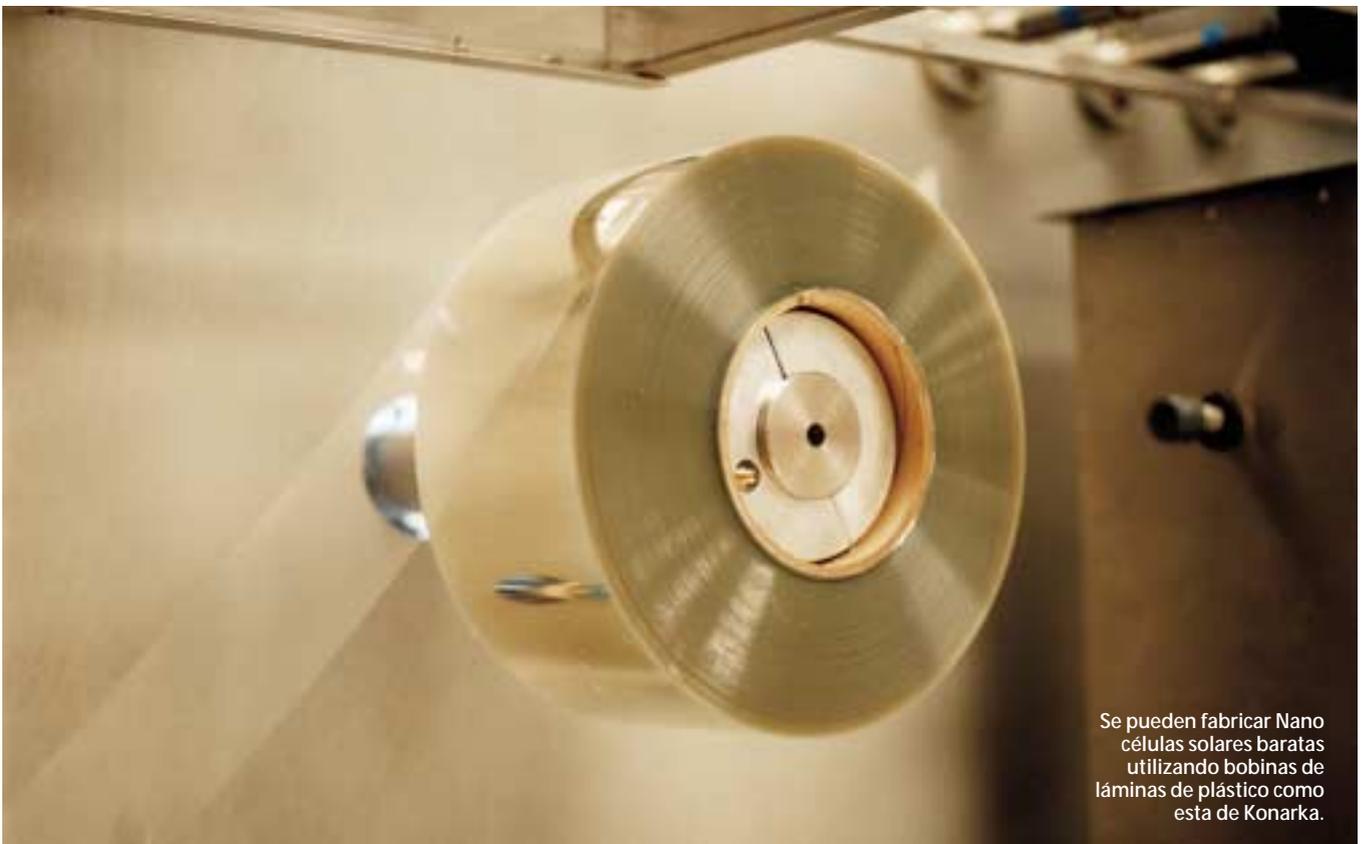
Está investigando en *bucky balls* y plásticos conductores para células solares y fotodetectores. Pretende células flexibles viables en 2005.

STMICROELECTRONICS, Ginebra, Suiza

Está mezclando *bucky balls* con moléculas con base de carbón que contienen átomos de cobre para fabricar células solares. Desarrolla su investigación sobre eficiencia y viabilidad.

Energía portátil: la película solar de Konarka es ligera y flexible y se puede laminar sobre equipos portátiles.





Se pueden fabricar Nano células solares baratas utilizando bobinas de láminas de plástico como esta de Konarka.

orientados verticalmente a un electrodo. "Es un camino de salida rápido", nos dice Martin Roscheisen, director general de Nanosolar, un emprendedor de Internet, que fundó la empresa hace dos años.

Esta tecnología podría permitir a Nanosolar proyectar o pintar elementos fotovoltaicos sobre paneles de edificios, vehículos y anuncios, y conectarlos a electrodos. Al principio, las células se aplicarían en los procesos de fabricación, pero probablemente también se podrían proyectar sobre superficies ya existentes. ¿Cuándo será suficientemente válida esta solución para suministrar electricidad a las redes de energía eléctrica? Roscheisen no se atreve a decirlo, pero sí promete que a finales del presente año 2005, Nanosolar dispondrá de prototipos que capturen el 10 por cien de la energía solar entrante.

CAPTURANDO ALGO DEL SOL

En sus aplicaciones iniciales, como para suministrar la energía a teléfonos móviles y ordenadores portátiles, según prevé Konarka, las células solares impresas no necesitarán tanta cantidad de energía o funcionar de forma continuada durante décadas; pero hacerlas pasar desde la electrónica personal a los tejados es una historia completamente distinta.

A diferencia del silicio cristalino de los paneles solares tradicionales, los polímeros y tintes empleados en las células solares impresas son especialmente sensibles al oxígeno. Proteger estos materiales de la arena que lleva el viento, de la luz solar intensa, de los cambios bruscos de temperatura, y de otras innumerables agresiones a las que la naturaleza somete a los paneles solares requerirá el empleo de sellantes herméticos. Brian Gregg, un experto solar del Laboratorio Nacional de Energías Renovables del Departamento de Energía de los Estados Unidos,

prevé que los científicos de materiales desarrollarán en poco tiempo sellantes útiles que protegerán de forma prolongada estos delicados dispositivos. "No hay razones para creer que no podamos fabricar células solares impresas que duren al menos 30 años", nos dice Gregg.

De hecho, los avances recientes en células solares impresas, y las crecientes posibilidades que ofrece la nanotecnología, dan a muchos expertos más optimismo que nunca sobre el hecho de que la tecnología está a punto de resolver uno de los problemas más preocupantes del mundo: cómo crear una fuente renovable y útil de energía. Entre ellos, Richard Smalley, pionero de la nanotecnología, está convencido de que las redes eléctricas alimentadas por energía solar, no son sólo posibles sino también inevitables e indispensables. Smalley mantiene que la nanotecnología podría ayudar a resolver el problema de la energía, suministrando nuevas herramientas y materiales que hagan un uso intensivo de células solares económicamente viables. Pero cree que esto requerirá miles de millones de dólares en financiación y que los mejores químicos y físicos del mundo centren su esfuerzo en conseguirlo. Por ello, durante los dos últimos años, ha viajado de uno a otro lado de los Estados Unidos, evangelizando sobre nada menos que un nuevo Proyecto Manhattan para utilizar la nanotecnología con el fin de conseguir un sistema de energía sostenible.

Ésta es la visión a largo plazo. Entre tanto, empresas en el mundo como Konarka y Siemens, están dando los primeros pasos críticos para cambiar nuestros puntos de vista sobre la forma de recolectar la energía del sol, y sobre el uso de la energía en nuestras vidas. Puede que esto todavía no sea el Proyecto Manhattan que urge Smalley, pero es un esfuerzo creciente que podría alcanzar rápidamente una masa crítica ◊