

# PANTALLA PALEOLÍTICA

## La importancia de las propiedades del silicio

Sentado a la entrada de una cueva, un humano de la Edad de Piedra afila un pedazo de sílex para convertirla en un arma, revolucionando así la manera de alimentarse de su tribu y del resto de la humanidad. 6.000 años más tarde, el compuesto principal de esa piedra, el silicio, volverá a cambiar de nuevo el mundo.

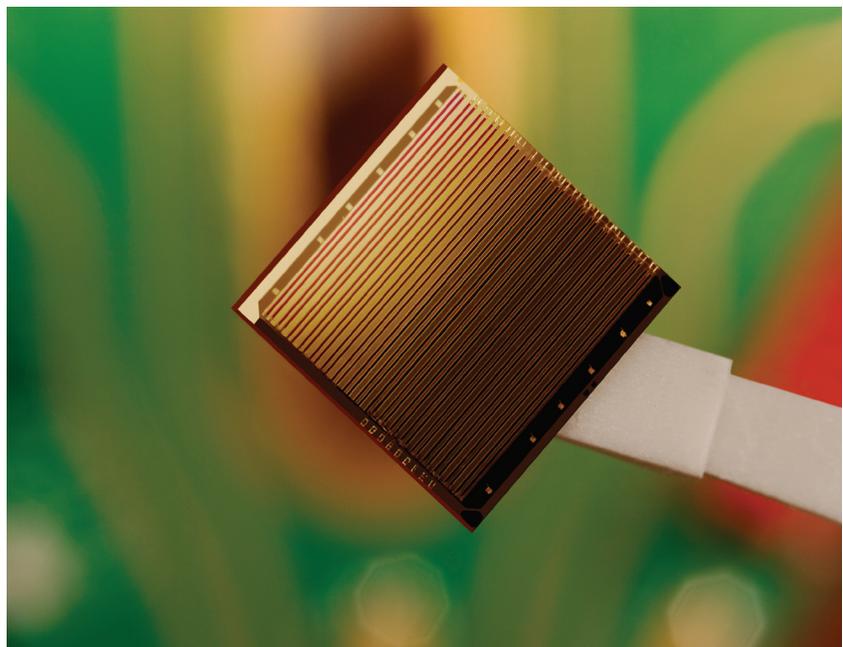
Por **Luis Carlos PARDO/Munich**, doctor en Ciencias Físicas por la UPC  
luis.carlos.pardo@upc.edu

Antes de seguir leyendo, mire a su alrededor y cuente el número de aparatos que pueden contener algún circuito electrónico... Gracias al silicio, ha sido posible crear desde los chips CCD (ver "VideoPopular" 114) hasta las nuevas pantallas gigantes LED. Las excepcionales propiedades de este material son debidas a que sus electrones se han quedado a medio camino entre estar completamente libres, como en un metal, o estar fuertemente unidos al núcleo, como en un aislante. Pero para poder explicar qué hace a los semiconductores tan especiales, debemos entender primero por qué un sólido es sólido.

### POSITIVO EN DOPPING

Los átomos que componen un sólido como el silicio están firmemente unidos entre sí gracias a que comparten electrones, formando lo que se llama *enlaces covalentes*. Cada elemento químico tiene un número de estos electrones que puede compartir para formar estructuras más complejas, como moléculas o sólidos. Por ejemplo, los gases nobles no tienen electrones que compartir, y por eso no interaccionan con ningún material. El silicio, en cambio, tiene cuatro electrones enlazantes disponibles.

Si añadimos al silicio alguna impureza con cinco electrones, como el fósforo, sobrará un electrón que campará a sus anchas por el material. Lo contrario sucede al añadir impurezas, como el galio,



El silicio es un componente fundamental para la tecnología tal y como la conocemos

con tres electrones: se crean lugares donde falta un electrón que llamaremos agujeros (ver "VideoPopular" 114). A este proceso de añadir impurezas se le conoce como *dopaje de un semiconductor*. Dependiendo de si las impurezas crean un exceso de electrones o de agujeros, el semiconductor se llamará de "tipo n" o "p", ya que las partículas que conducirán la electricidad serán negativas (los electrones) o positivas (los agujeros).

### LA UNIÓN HACE LA FUERZA

Hemos conseguido controlar el número de electrones y de agujeros libres que

conducen la electricidad en un semiconductor *dopándolo*. Si ahora ponemos en contacto dos semiconductores de tipo p y n, los electrones en exceso del semiconductor tipo n saltarán al otro semiconductor, haciendo otro tanto los agujeros del semiconductor tipo p, pero en sentido contrario.

A medida que pase el tiempo, estos cambios de bando serán más difíciles: al intentar pasar un electrón del semiconductor n al p, se encontrará cada vez con más electrones que le impedirán el salto, debido a la fuerza de repulsión entre ellos. Llegará un momento en que se producirá un equilibrio, igualándose los

saltos entre los dos bandos. Entonces se habrá creado un pequeño campo eléctrico debido al exceso de electrones y agujeros en las partes p y n del dispositivo: hemos fabricado un diodo.

Si ahora conectamos el diodo de manera que los electrones de la corriente eléctrica tengan que superar el pequeño campo eléctrico para poder pasar (lo

“ Al conectar un diodo en directa, inyectando electrones, se recombinan para emitir luz

conectamos *en inversa*), la corriente no circulará a no ser que pueda superar dicha barrera. Si conectamos el diodo en sentido contrario, la corriente podrá atravesar el diodo sin ningún problema, por tanto podemos utilizar un diodo como una válvula de corriente que la dejará pasar en un único sentido.

### Y SE HIZO LA LUZ

El CCD utiliza la energía asociada a la luz para arrancar un electrón de un átomo, creando un agujero en el semiconductor. Cuando este electrón vuelve a ocupar su lugar en un agujero, ambos se recombinan liberando el exceso de energía en forma de luz. Al conectar un diodo en directa, “inyectamos” electrones, que al recombinarse con los agujeros, emitirán luz. A este diodo diseñado específicamente para emitir luz se le denomina LED (Light Emitting Diode), y tiene dos ventajas principales respecto a la bombilla de incandescencia: necesita poca potencia para funcionar y es fácil fabricar LED casi tan pequeños como queramos.

Cuanto más impurezas añadamos al semiconductor, mayor será la barrera de campo eléctrico entre las partes p y n, y mayor será la diferencia de energía entre ambas. Controlando las impurezas, podemos controlar la “altura” de

## CURIOSIDADES SOBRE EL SILICIO

- Según un artículo de Jim Turley ([www.embedded.com/shared/printableArticle.jhtml?articleID=9900861](http://www.embedded.com/shared/printableArticle.jhtml?articleID=9900861)), el silicio procesado es más caro que el oro.
- Si repartiéramos los transistores que se producen en un año entre todos los habitantes del planeta, tocaríamos a mil millones de unidades por persona.
- Las 10 aerolíneas más importantes de los Estados Unidos ganan la mitad de dinero que las empresas productoras de silicio.
- La consola PlayStation 2 tiene más chips que los ordenadores usados por la NASA para aterrizar en la Luna.



la barrera, y de esta manera la energía de la luz que se produce cuando se recombinan un electrón y un agujero. Si además recordamos que el color de la luz depende de la energía que transporta (“VÍDEOPopular” 111), hemos obtenido un método sencillo para fabricar diodos que emitan luz de diferentes colores, controlando simplemente las impurezas. Las propiedades de los diodos son perfectas, por tanto, para crear pantallas de cualquier tamaño, con una gran calidad de imagen, y todo gracias a las propiedades excepcionales de los semiconductores.

El silicio, al tener los electrones poco ligados a sus núcleos, permite que la

conducción de la electricidad se produzca mediante electrones y agujeros. Podemos, además, controlar su concentración añadiendo impurezas como el fósforo o el galio. Si ahora ponemos en contacto un material con un exceso de electrones y otro con un exceso de agujeros, podemos crear válvulas de corriente: los diodos. Además, aprovechando la energía que los electrones y los agujeros producen al recombinarse, podemos obtener pequeños dispositivos que emiten luz, contruidos con el mismo material que los rudimentarios utensilios de piedra que utilizaban nuestros primitivos antepasados hace unos 6.000 años... Ironías del destino ■



Para la invención de las pantallas planas, han sido clave los semiconductores de silicio