

## Editorial

# ¿Los puntos cuánticos nos traerán un futuro más brillante?

**Los nanocristales semiconductores coloidales o puntos cuánticos (QD), descubiertos en 1980, tienen, generalmente, un diámetro de 2 a 10 nanómetros (nm), y se comercializan para posibles aplicaciones en una variedad de dispositivos de película fina, que incluyen células solares, fotodetectores y LED. Los QD están fuertemente implicados en el sector de paneles de pantalla plana (FPD), pero ¿realmente va a cambiar todo de ahora en adelante?**

Una de las principales ventajas de los QD es su capacidad de ajuste del color, generada por un efecto mecánico cuántico conocido como 'confinamiento'. Por su composición material, los puntos cuánticos son también foto y electro-luminiscentes, y podrían incluir seleniuro de cadmio (CdSe) y sulfuro de cinc (ZnS).

En aplicaciones de FPD, los QD tienen potencial de mejora en cuanto a potencia y consumo, mejora del brillo y saturación de color, mayor duración de las pantallas y reducción de costes en las tecnologías de FPD actuales, que incluyen los diodos emisores de luz orgánica (OLED). Aunque ha transcurrido una década desde su aparición, los OLED tienen todavía un alto potencial de crecimiento en el lucrativo mercado de televisores, debido al alto coste de las tiradas de baja producción y a las dificultades técnicas.

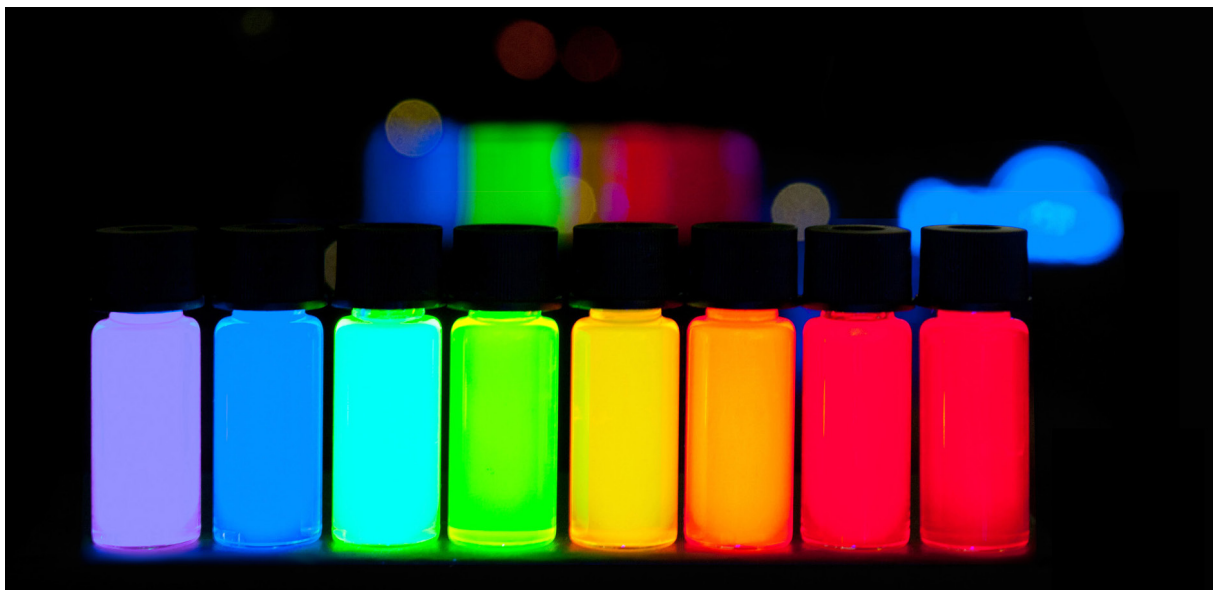
Muchos sectores creen que con la llegada de los dispositivos QD se creará un nuevo modelo, que podría suponer el fin de la hegemonía de las pantallas de cristal líquido (LCD), y se desarrollarán nuevos tipos de productos de transistor de películas finas (TFT) de bajo coste. Touch Display Research,

empresa independiente de consultoría e investigación del mercado tecnológico, estima que el sector de pantallas de puntos cuánticos y componentes de iluminación superará los dos mil millones de dólares estadounidenses a finales de 2016 y llegará a los diez mil seiscientos millones en 2025.

### LCD y QLED con retroiluminación de QD

Las aplicaciones más inmediatas de los QD es la retroiluminación de LCD (televisores LED). Los QD se incorporan a una película de filtrado que se intercala entre la unidad de retroiluminación LED y el panel LCD. En la actualidad, para la retroiluminación de LCD se utilizan LED blancos, que son en realidad LED azules recubiertos de una capa de fósforo y, por tanto, bastante ineficaces. El filtro de puntos cuánticos permite utilizar LED azules puros para la retroiluminación, ya que convierte parte de la luz azul incidente, por absorción y reemisión, en verdes y rojos muy puros. En consecuencia, el panel LCD recibe una luz blanca más rica que aumenta la variedad de colores (gama de color) que puede reproducir la pantalla. Una de las principales ventajas de esta tecnología de QD es que no se necesitan cambios significativos en los procesos de producción de FPD actuales, lo que facilitará su rápida adopción.

Los LED de QD o diodos emisores de luz de puntos cuánticos (QLED) serán la próxima generación de la tecnología de pantallas tras las pantallas OLED. La estructura de un dispositivo QLED es muy similar a uno OLED, ya que ambos utilizan una matriz TFT para direccionar activamente cada píxel. Sin embargo, el uso de patrones de QD para la capa de emisiones, en vez de los polímeros emisores estándar, tiene



Puntos cuánticos con colores brillantes que van del violeta al rojo intenso. Imagen de © Alexei Antipov / Wikimedia Commons / CC-BY-SA-3.0 /

unas ventajas considerables. Estos producen colores puros con expectativas de reproducción total de los estándares de color-espacio, como Adobe RGB, y tienen un 30 – 40% más eficacia luminica respecto a los OLED innovadores. También es probable que los QD faciliten la aparición de pantallas transparentes ultraplanas, con formatos flexibles que no son posibles con las tecnologías actuales.

### Encóderes de control de movimiento y posición

Las películas de puntos cuánticos y otros productos similares de la competencia se fabrican mediante procesos químicos voluminosos que no dependen del control de movimiento. Sin embargo, los procesos de fabricación de QLED se centran en dos técnicas: impresión de inyección electro-hidrodinámica (e-jet) e impresión por contacto.

Los QD se distribuyen en los LED en varias capas de distinto grosor y, quizá, otras geometrías complejas, para facilitar las estrategias de ajuste continuo eficaz del espectro de emisión general. E-jet es un modelo de impresión de inyección de tinta de muy alta resolución, y se espera tenga aplicaciones en la fabricación de circuitos de gran formato, módulos fotovoltaicos y otros dispositivos fotónicos a menor escala. El funcionamiento de la impresora e-jet consiste en extraer gotas de tinta de un inyector del cabezal de impresión mediante un campo eléctrico, en vez de expulsarlas aplicando presión, por lo que se consiguen gotas más pequeñas de tamaño nanométrico. Las máquinas experimentales actuales ejecutan una plataforma de posicionamiento del sustrato con hasta cinco grados de libertad, una plataforma del eje z lineal y una plataforma rotatoria que permite controlar la alineación de los inyectores de impresión para lograr una colocación con una precisión por debajo de la micra. Los sistemas de control de movimiento pueden utilizar también un encóder óptico o magnético para un posicionamiento más preciso y registros de visión para el servocontrol visual en la escala nanométrica (<500 nm).

No obstante, es probable que el método elegido para las pantallas QLED sea la impresión por contacto, debido a su alta velocidad y reducido coste. Esta técnica de posicionamiento, que requiere algún tipo de impresión de transferencia mediante sellos de elastómero, potencialmente permite alinear los píxeles rojo-verde-azul en pantallas de alta resolución de hasta 2460 píxeles por pulgada (PPI). Hay tres tipos de 'modos' básicos de impresión de transferencia, y una técnica, denominada montaje 'determinista', que permite la transferencia directa de estructuras de QD desde un sustrato donante a otro receptor, que parece ser la más aplicable. Se espera que los procesos de impresión por contacto de QD a pequeña escala actuales se expandan sin problemas a zonas más amplias mediante impresión de transferencia alineada repetitiva, una tecnología crucial para la producción en masa. Los procesos de recuperación de QD e impresión dependen de la fuerza normal aplicada al sello y de su velocidad. El registro a escala micrométrica y la precisión de colocación de contacto del sello con el sustrato y la velocidad de superposición repetible de <500 nm son requisitos de montaje

característicos. Las demandas de control de movimiento, en este caso, parecen prometedoras para la futura comercialización de sistemas de encóder incremental óptico de precisión, dada la posible aplicación futura a gran escala de los procesos de impresión por contacto en la fabricación de micro y nano dispositivos. Los sistemas de impresión de transferencia automática de alto rendimiento actuales se componen nominalmente de plataformas lineales de los ejes x-, y- y z- con montaje adicional de panorámica e inclinación para habilitar la manipulación controlada y reproducible del elemento del sello. Las ópticas integradas y las células de carga de precisión proporcionan la información de fuerza y detección de posición para determinar el contacto adecuado entre un sello y el sustrato para obtener el resultado previsto. A medida que la impresión de nanoestructuras de QD sigue aumentando y se generaliza, crece la demanda de encóderes ópticos de alto rendimiento en los ejes lineales y rotatorios de estos sistemas.

### Una solución de encóder líder

Los errores de movimiento de menos de 10 micras y menos de 10 arcossegundos son habituales en las plataformas de cojinetes de aire planos utilizadas en los procesos de FPD actuales. Obviamente, serán necesarias algunas mejoras de rendimiento para cumplir las demandas de control de movimiento previstas para la fabricación de los próximos dispositivos QD y nanotecnología. Los encóderes ópticos incrementales, como la gama de compactos TONiC™ de Renishaw, son la mejor solución de servo información para situaciones que requieren la máxima precisión.

Las plataformas de precisión de transmisión directa para aplicaciones de QD llevan encóderes integrados para el control de velocidad y posición, el control de par y la conmutación de fases. La elección del encóder más adecuado para una determinada aplicación de control depende de los requisitos de control de velocidad y posición y el tipo de motor.

Para asegurar una colocación de alta precisión y un control de velocidad correcto, se precisa una alta rigidez del servo (mediante ganancias del control altas y anchos de banda amplios) para reducir al mínimo los tiempos de estabilización, una condición denominada fricción crítica. Los errores de velocidad están provocados por imprecisiones de la salida del encóder que, a cambio, son amplificadas por la ganancia del control y aplicados al motor como intensidad real que genera el calentamiento inductivo y los errores del servo control. Básicamente, existe una relación entre el rendimiento del control y la precisión del encóder, de forma que las ganancias altas necesitan altas resoluciones y precisión para eliminar el efecto de la onda de velocidad (par).

Los diseñadores que buscan el máximo rendimiento de los servos, precisan encóderes con interpolación fina, error cíclico bajo, mínima interferencia de señal (fluctuación), y tamaño de paquetes reducido, con salida analógica o digital opcional. La solución de encóder TONiC de Renishaw consigue la mejor fluctuación, hasta  $\pm 0,51$  nm RMS, y el error cíclico más bajo,  $\pm 30$  nm, de su categoría. Evidentemente, los encóderes

ópticos avanzados juegan un papel muy importante en el desarrollo de la fabricación de nanoestructuras futuras.

Para obtener más información sobre los encóderes de posición de Renishaw, visite [www.renishaw.es/encoders](http://www.renishaw.es/encoders).