



## **OLED**



## Diodo orgánico emisor de luz

Un diodo emisor de luz orgánico ( OLED ), también conocido como diodo electroluminiscente orgánico ( EL orgánico ) , [3] [2] es un diodo emisor de luz (LED) en el que la capa electroluminiscente emisiva es una película de compuesto orgánico que emite luz en respuesta a una corriente eléctrica. Esta capa orgánica está situada entre dos electrodos ; normalmente, al menos uno de estos electrodos es transparente. Los OLED se utilizan para crear pantallas digitales en dispositivos como pantallas de televisión , monitores de computadora y sistemas portátiles como teléfonos inteligentes y consolas de juegos portátiles . Un área importante de investigación es el desarrollo de dispositivos OLED blancos para su uso en aplicaciones de iluminación de estado sólido . [3] [4] [5]

Hay dos familias principales de OLED: las basadas en moléculas pequeñas y las que emplean polímeros . Agregar iones móviles a un OLED crea una celda electroquímica emisora de luz (LEC) que tiene un modo de operación ligeramente diferente. Una pantalla OLED se puede controlar con un esquema de control de matriz pasiva (PMOLED) o de matriz activa (AMOLED). En el esquema PMOLED, cada fila y línea en la pantalla se controla secuencialmente, una por una, <sup>[6]</sup> mientras que el control AMOLED utiliza un plano posterior de transistor de película delgada (TFT) para acceder directamente y encender o apagar cada píxel individual, lo que permite resolución más alta y tamaños de pantalla más grandes.

OLED es fundamentalmente diferente de LED , que se basa en una estructura de diodo pn . En los LED, el dopaje se usa para crear regiones p y n al cambiar la conductividad del semiconductor anfitrión. Los OLED no emplean una estructura pn. El dopaje de los OLED se utiliza para aumentar la eficiencia radiativa mediante la modificación directa de la tasa de recombinación óptica de la mecánica cuántica. El dopaje se utiliza además para determinar la longitud de onda de la emisión de fotones. [7]

Una pantalla OLED funciona sin retroiluminación porque emite su propia luz visible . Por lo tanto, puede mostrar niveles de negro profundo y puede ser más delgado y liviano que una pantalla de cristal líquido (LCD). En condiciones de poca luz ambiental (como una habitación oscura), una pantalla OLED puede lograr una relación de contraste más alta que una LCD, independientemente de si la LCD usa lámparas fluorescentes de cátodo frío o retroiluminación LED . Las pantallas OLED se fabrican de la misma manera que las pantallas LCD, pero después de TFT (para pantallas de





matriz activa), cuadrícula direccionable (para pantallas de matriz pasiva) u óxido de indio y estaño (ITO) formación de segmentos (para pantallas de segmentos), la pantalla se recubre con capas de inyección, transporte y bloqueo de orificios, así como con material electroluminiscente después de las 2 primeras capas, después de lo cual se puede aplicar ITO o metal nuevamente como cátodo y luego toda la pila de materiales está encapsulado. La capa TFT, la rejilla direccionable o los segmentos ITO sirven o están conectados al ánodo , que puede estar hecho de ITO o de metal. [8] [9] Los OLED se pueden hacer flexibles y transparentes, con pantallas transparentes que se usan en teléfonos inteligentes con escáneres ópticos de huellas dactilares y pantallas flexibles que se usan en teléfonos inteligentes plegables .

#### Historia

André Bernanose y sus colaboradores de la Nancy-Université de Francia realizaron las primeras observaciones de electroluminiscencia en materiales orgánicos a principios de la década de 1950. Aplicaron altos voltajes alternos en el aire a materiales como el tinte naranja de acridina , ya sea depositado o disuelto en películas delgadas de celulosa o celofán . El mecanismo propuesto fue la excitación directa de las moléculas de colorante o la excitación de los electrones . [10] [11] [12] [13] En 1960, Martin Pope y algunos de sus compañeros de trabajo en la Universidad de Nueva York en los Estados Unidos desarrollaron contactos de electrodos de inyección de oscuridad óhmica para cristales orgánicos. [14] [15] [16] Además, describieron los requisitos energéticos necesarios ( funciones de trabajo ) para los contactos de electrodos de inyección de electrones y huecos. Estos contactos son la base de la inyección de carga en todos los dispositivos OLED modernos. El grupo de Pope también observó por primera vez electroluminiscencia de corriente continua (DC) bajo vacío en un solo cristal puro de antraceno y en cristales de antraceno dopados con tetraceno en 1963 [17] usando un electrodo de plata de área pequeña a 400voltios \_ El mecanismo propuesto fue la excitación de electrones acelerada por campo de la fluorescencia molecular.

El grupo de Pope informó en 1965 [18] que, en ausencia de un campo eléctrico externo, la electroluminiscencia en los cristales de antraceno es causada por la recombinación de un electrón y un hueco termalizados, y que el nivel de conducción del antraceno es más alto en energía que la energía del excitón. nivel. También en 1965, Wolfgang Helfrich y WG Schneider del Consejo Nacional de Investigación de Canadá produjeron electroluminiscencia de recombinación de doble inyección por primera vez en un monocristal de antraceno utilizando electrodos de inyección de electrones y huecos, [19] el precursor de los dispositivos modernos de doble inyección. En el mismo año, Dow Chemical Los investigadores patentaron un método para preparar celdas electroluminiscentes utilizando capas delgadas de un milímetro de fósforo fundido de alto voltaje (500-1500 V) impulsadas por CA (100-3000 Hz) aisladas eléctricamente que consisten en polvo de antraceno molido, tetraceno y polvo de grafito. [20] Su mecanismo propuesto involucró excitación electrónica en los contactos entre las partículas de grafito y las moléculas de antraceno. El primer LED de polímero (PLED) que se creó fue de Roger Partridge en el Laboratorio Nacional de Física del Reino Unido. Usó una película de poli( N-vinilcarbazol ) de hasta 2,2 micrómetros de espesor ubicada entre dos electrodos de inyección de carga. La luz generada era fácilmente visible en condiciones de iluminación normales, aunque el polímero utilizado tenía 2 limitaciones; baja conductividad y la dificultad de inyectar electrones. [21] El desarrollo posterior de polímeros conjugados permitiría a otros eliminar en gran medida estos problemas. Su contribución a menudo se ha pasado por alto debido al secreto que NPL impuso al proyecto. Cuando fue patentado en 1974 [22] se le dio un nombre deliberadamente oscuro de "cajón de sastre" mientras que el





Departamento de Industria del gobierno intentó y fracasó en encontrar colaboradores industriales para financiar un mayor desarrollo. [23] Como resultado, la publicación se retrasó hasta 1983. [24] [25] [26] [27]

## **OLED prácticos**

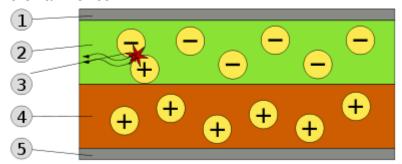
Los químicos Ching Wan Tang y Steven Van Slyke de Eastman Kodak construyeron el primer dispositivo OLED práctico en 1987. [28] Este dispositivo utilizaba una estructura de dos capas con capas separadas de transporte de huecos y de electrones, de modo que la recombinación y la emisión de luz ocurrían en medio de la capa orgánica; esto resultó en una reducción en el voltaje de operación y mejoras en la eficiencia.

La investigación sobre la electroluminiscencia de polímeros culminó en 1990, con JH Burroughes *et al.* en el Laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge , Reino Unido, informa sobre un dispositivo basado en polímero emisor de luz verde de alta eficiencia que utiliza películas de 100 nm de espesor de poli(p-fenileno vinileno) . [29] Pasar de materiales moleculares a macromoleculares resolvió los problemas encontrados anteriormente con la estabilidad a largo plazo de las películas orgánicas y permitió que se hicieran fácilmente películas de alta calidad. [30] La investigación posterior desarrolló polímeros multicapa y el nuevo campo de la electrónica plástica y la investigación y producción de dispositivos OLED creció rápidamente. [31]Los OLED blancos, iniciados por J. Kido *et al.* en la Universidad de Yamagata , Japón en 1995, logró la comercialización de pantallas e iluminación con retroiluminación OLED. [32] [33]

En 1999, Kodak y Sanyo se asociaron para investigar, desarrollar y producir conjuntamente pantallas OLED. Anunciaron la primera pantalla OLED a todo color de matriz activa de 2,4 pulgadas del mundo en septiembre del mismo año. [34] En septiembre de 2002, presentaron en el CEATEC Japón un prototipo de pantalla de formato HDTV de 15 pulgadas basado en OLED blancos con filtros de color. [35]

Pioneer Corporation comenzó la fabricación de OLED de molécula pequeña en 1997, seguida de TDK en 2001 y Samsung - NEC Mobile Display (SNMD), que más tarde se convirtió en uno de los fabricantes de pantallas OLED más grandes del mundo - Samsung Display, en 2002. [36] El Sony XEL-1, lanzado en 2007, fue el primer televisor OLED. [37] Universal Display Corporation, una de las empresas de materiales OLED, posee una serie de patentes relativas a la comercialización de OLED que utilizan los principales fabricantes de OLED de todo el mundo. [38] [39] El 5 de diciembre de 2017, JOLED, la sucesora de las unidades de negocio OLED imprimibles de Sony y Panasonic, inició el primer envío comercial del mundo de paneles OLED impresos con

# inyección de tinta. [40] [41] Principio de funcionamiento



Esquema de un OLED bicapa: 1. Cátodo (–), 2. Capa emisiva, 3. Emisión de radiación, 4. Capa conductora, 5. Ánodo (+)

Un OLED típico está compuesto por una capa de materiales orgánicos situada entre dos electrodos, el ánodo y el cátodo , todos depositados sobre un sustrato . Las moléculas orgánicas son





eléctricamente conductoras como resultado de la deslocalización de los electrones pi causada por la conjugación de parte o la totalidad de la molécula. Estos materiales tienen niveles de conductividad que van desde aislantes hasta conductores, por lo que se consideran semiconductores orgánicos . Los orbitales moleculares más altos ocupados y más bajos desocupados ( HOMO y LUMO ) de los semiconductores orgánicos son análogos a la valencia y la conducción.bandas de semiconductores inorgánicos. [42]

Originalmente, los OLED de polímero más básicos consistían en una sola capa orgánica. Un ejemplo fue el primer dispositivo emisor de luz sintetizado por JH Burroughes *et al.*, que involucró una sola capa de poli(p-fenileno vinileno). Sin embargo, los OLED multicapa se pueden fabricar con dos o más capas para mejorar la eficiencia del dispositivo. Además de las propiedades conductoras, se pueden elegir diferentes materiales para ayudar a la inyección de carga en los electrodos al proporcionar un perfil electrónico más gradual, [43] o bloquear una carga para que no llegue al electrodo opuesto y se desperdicie. [44] Muchos OLED modernos incorporan una estructura bicapa simple, que consta de una capa conductora y una capa emisora. Los desarrollos en la arquitectura OLED en 2011 mejoraroneficiencia cuántica (hasta 19%) mediante el uso de una heterounión graduada. [45] En la arquitectura de heterounión graduada, la composición de huecos y materiales de transporte de electrones varía continuamente dentro de la capa emisiva con un emisor dopante. La arquitectura de heterounión graduada combina los beneficios de ambas arquitecturas convencionales al mejorar la inyección de carga y al mismo tiempo equilibrar el transporte de carga dentro de la región emisiva. [46]

Durante el funcionamiento, se aplica un voltaje a través del OLED de modo que el ánodo sea positivo con respecto al cátodo. Los ánodos se seleccionan en función de la calidad de su transparencia óptica, conductividad eléctrica y estabilidad química. [47] Una corriente de electrones fluye a través del dispositivo desde el cátodo al ánodo, ya que los electrones se inyectan en el LUMO de la capa orgánica en el cátodo y se retiran del HOMO en el ánodo. Este último proceso también puede describirse como la inyección de huecos de electrones en el HOMO. Las fuerzas electrostáticas acercan los electrones y los huecos y se recombinan formando un excitón, un estado ligado del electrón y el hueco. Esto sucede más cerca de la parte de la capa de transporte de electrones de la capa emisiva, porque en los semiconductores orgánicos los huecos son generalmente más móviles que los electrones. El decaimiento de este estado excitado resulta en una relajación de los niveles de energía del electrón, acompañada por la emisión de radiación cuya frecuencia está en la región visible. La frecuencia de esta radiación depende de la banda prohibida del material, en este caso la diferencia de energía entre el HOMO y el LUMO. Como los electrones y los huecos son fermiones con espín medio entero , un excitón puede estar en un estado singlete o triplete dependiendo de cómo se hayan combinado los espines del electrón y el hueco. Estadísticamente, se formarán tres excitones tripletes por cada excitón singlete. El decaimiento de los estados de triplete (fosforescencia) está prohibido, lo que aumenta la escala de tiempo de la transición y limita la eficiencia interna de los dispositivos fluorescentes. Los diodos emisores de luz orgánicos fosforescentes hacen uso de las interacciones espín-órbita para facilitar el cruce entre sistemasentre estados singlete y triplete, obteniendo así emisión de ambos estados singlete y triplete y mejorando la eficiencia interna.

El óxido de indio y estaño (ITO) se usa comúnmente como material de ánodo. Es transparente a la luz visible y tiene una alta función de trabajo que promueve la inyección de agujeros en el nivel HOMO de la capa orgánica. Por lo general, se agrega una segunda capa conductora (de inyección), que puede consistir en PEDOT:PSS, [48] ya que el nivel de HOMO de este material generalmente se





encuentra entre la función de trabajo de ITO y el HOMO de otros polímeros de uso común, lo que reduce las barreras energéticas. para inyección de agujeros. Los metales como el bario y el calcio se utilizan a menudo para el cátodo, ya que tienen funciones de trabajo bajas que promueven la inyección de electrones en el LUMO de la capa orgánica. [49] Dichos metales son reactivos, por lo que requieren una capa superior de aluminio para evitar la degradación. Dos beneficios secundarios de la capa de cubierta de aluminio incluyen la robustez de los contactos eléctricos y el reflejo posterior de la luz emitida hacia la capa transparente de ITO.

La investigación experimental ha demostrado que las propiedades del ánodo, específicamente la topografía de la interfaz de la capa de transporte de ánodo/agujero (HTL), juega un papel importante en la eficiencia, el rendimiento y la vida útil de los diodos orgánicos emisores de luz. Las imperfecciones en la superficie del ánodo reducen la adhesión de la interfaz entre el ánodo y la película orgánica, aumentan la resistencia eléctrica y permiten la formación más frecuente de puntos oscuros no emisivos en el material OLED que afectan negativamente la vida útil. Los mecanismos para disminuir la rugosidad del ánodo para sustratos de ITO/vidrio incluyen el uso de películas delgadas y monocapas autoensambladas. Además, se están considerando sustratos alternativos y materiales de ánodo para aumentar el rendimiento y la vida útil de OLED. Los posibles ejemplos incluyen sustratos de zafiro monocristalino tratados con ánodos de película de oro (Au) que producen funciones de trabajo más bajas, [50]

Los dispositivos de un solo portador se utilizan normalmente para estudiar la cinética y los mecanismos de transporte de carga de un material orgánico y pueden ser útiles cuando se trata de estudiar los procesos de transferencia de energía. Como la corriente a través del dispositivo se compone de un solo tipo de portador de carga, ya sea electrones o huecos, no se produce recombinación y no se emite luz. Por ejemplo, se pueden obtener dispositivos de solo electrones reemplazando ITO con un metal de función de trabajo más bajo que aumenta la barrera de energía de la inyección de huecos. De manera similar, los dispositivos de solo orificio se pueden fabricar utilizando un cátodo hecho únicamente de aluminio, lo que da como resultado una barrera de energía demasiado grande para una inyección de electrones eficiente. [51] [52] [53]

## Saldo del operador

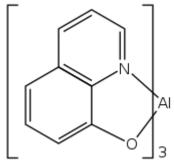
Se requiere una inyección y transferencia de carga equilibrada para obtener una alta eficiencia interna, una emisión pura de la capa de luminancia sin emisión contaminada de las capas de transporte de carga y una alta estabilidad. Una forma común de equilibrar la carga es optimizar el grosor de las capas de transporte de carga, pero es difícil de controlar. Otra forma es usando el exciplex. Exciplejo formado entre cadenas laterales transportadoras de huecos (tipo p) y transportadoras de electrones (tipo n) para localizar pares electrón-hueco. Luego, la energía se transfiere al luminóforo y proporciona una alta eficiencia. Un ejemplo del uso de exciplex es el injerto de unidades laterales de oxadiazol y carbazol en la cadena principal del copolímero dopado con dicetopirrolopirrol rojo que muestra una eficiencia cuántica externa y una pureza del color mejoradas en un OLED no optimizado. [54]





# Tecnologías de materiales

# Moléculas pequeñas



Alq 3, [28] comúnmente utilizado en OLED de molécula pequeña

Los materiales electroluminiscentes orgánicos de molécula pequeña tienen las ventajas de una amplia variedad, fáciles de purificar y fuertes modificaciones químicas. Para hacer que los materiales luminiscentes emitan la luz requerida, algunos cromóforos o grupos insaturados como enlaces de alqueno y anillos de benceno generalmente se introducirán en el diseño de la estructura molecular para cambiar el tamaño del rango de conjugación del material, de modo que la fotofísica las propiedades del material cambian. En general, cuanto mayor sea el rango del sistema de conjugación de electrones  $\pi$ , mayor será la longitud de onda de la luz emitida por el material. Por ejemplo, con el aumento del número de anillos de benceno, el pico de emisión de fluorescencia de benceno , naftaleno , antraceno , [55] y el butilo se desplazó gradualmente hacia el rojo de 283 nm a 480 nm. Los materiales electroluminiscentes de molécula pequeña orgánicos comunes incluyen complejos de aluminio, antracenos , derivados de arilo de bifenilacetileno, derivados de cumarina, [56] y varios fluorocromos. Los OLED eficientes que utilizan moléculas pequeñas fueron desarrollados por primera vez por Ching W. Tang et al. [57] en Eastman Kodak . El término OLED tradicionalmente se refiere específicamente a este tipo de dispositivo, aunque también se usa el término SM-OLED. [58]

Las moléculas comúnmente utilizadas en los OLED incluyen quelatos organometálicos (por ejemplo, Alq 3, utilizado en el dispositivo orgánico emisor de luz informado por Tang *et al.*), tintes fluorescentes y fosforescentes y dendrímeros conjugados. Se utilizan varios materiales por sus propiedades de transporte de carga, por ejemplo, la trifenilamina y sus derivados se utilizan comúnmente como materiales para las capas de transporte de huecos. <sup>[59]</sup> Se pueden elegir tintes fluorescentes para obtener una emisión de luz a diferentes longitudes de onda, y a menudo se usan compuestos como derivados de perileno, rubreno y quinacridona. <sup>[60]</sup> Alq3 se ha utilizado como emisor verde, material de transporte de electrones y como anfitrión de colorantes emisores de amarillo y rojo.

Debido a la flexibilidad estructural de los materiales electroluminiscentes de molécula pequeña, se pueden preparar películas delgadas mediante deposición de vapor al vacío, que es más costosa y de uso limitado para dispositivos de área grande. El sistema de revestimiento al vacío, sin embargo, puede realizar todo el proceso desde el crecimiento de la película hasta la preparación del





dispositivo OLED en un entorno operativo controlado y completo, lo que ayuda a obtener películas uniformes y estables, lo que garantiza la fabricación final de dispositivos OLED de alto rendimiento. los tintes orgánicos moleculares son propensos a apagar la fluorescencia [61] en estado sólido, lo que resulta en una menor eficiencia de luminiscencia. Los dispositivos OLED dopados también son propensos a la cristalización, lo que reduce la luminiscencia y la eficiencia de los dispositivos. Por lo tanto, el desarrollo de dispositivos basados en materiales electroluminiscentes de molécula pequeña está limitado por los altos costos de fabricación, la poca estabilidad, la vida corta y otras deficiencias. Se ha demostrado la emisión coherente de un dispositivo SM-OLED en tándem dopado con colorante láser, excitado en el régimen pulsado. [62] La emisión está casi limitada por difracción con un ancho espectral similar al de los láseres de colorante de banda ancha. [63]

Los investigadores informan sobre la luminiscencia de una sola molécula de polímero, que representa el dispositivo de diodo emisor de luz orgánico (OLED) más pequeño posible. [64] Los científicos podrán optimizar las sustancias para producir emisiones de luz más potentes. Finalmente, este trabajo es un primer paso hacia la fabricación de componentes del tamaño de una molécula que combinen propiedades electrónicas y ópticas. Componentes similares podrían formar la base de una computadora molecular. [sesenta y cinco]

## Diodos emisores de luz de polímero 1

poli(p-fenileno vinileno), utilizado en el primer PLED [29]

Los diodos emisores de luz poliméricos (PLED, P-OLED), también polímeros emisores de luz (LEP), involucran un polímero conductor electroluminiscente que emite luz cuando se conecta a un voltaje externo. Se utilizan como una película delgada para pantallas de color de espectro completo . Los OLED de polímero son bastante eficientes y requieren una cantidad de energía relativamente pequeña para la cantidad de luz producida.

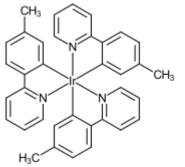
La deposición al vacío no es un método adecuado para formar películas delgadas de polímeros. Si las películas OLED poliméricas se fabrican mediante deposición de vapor al vacío, los elementos de la cadena se cortarán y las propiedades fotofísicas originales se verán comprometidas. Sin embargo, los polímeros se pueden procesar en solución y el recubrimiento por rotación es un método común para depositar películas delgadas de polímero. Este método es más adecuado para formar películas de gran superficie que la evaporación térmica. No se requiere vacío y los materiales emisivos también se pueden aplicar sobre el sustrato mediante una técnica derivada de la impresión comercial por inyección de tinta . [65] [67] Sin embargo, como la aplicación de capas posteriores tiende a disolver las ya presentes, la formación de estructuras multicapa es difícil con estos métodos. El cátodo de metal todavía puede necesitar ser depositado por evaporación térmica al vacío. Un método alternativo a la deposición al vacío es depositar una película de Langmuir-Blodgett . Los polímeros típicos utilizados en las pantallas PLED incluyen derivados de poli( p -fenileno vinileno) y polifluoreno . La sustitución de las cadenas laterales en el esqueleto del polímero puede determinar el color de la luz emitida [68] o la estabilidad y solubilidad del polímero para el rendimiento y la facilidad de procesamiento. [69] Si bien el poli(p-fenileno vinileno) (PPV) no





sustituido suele ser insoluble, se han preparado varios PPV y poli(naftaleno vinileno) (PNV) relacionados que son solubles en disolventes orgánicos o agua mediante polimerización por metátesis con apertura de anillo . . [70] [71] [72] Estos polímeros solubles en agua o polielectrolitos conjugados (CPE) también se pueden usar como capas de inyección de agujeros solos o en combinación con nanopartículas como el grafeno. [73]

## Materiales fosforescentes [editar]



Ir(mppy) <sub>3</sub> , un dopante fosforescente que emite luz verde <sup>[74]</sup>

Artículo principal: diodo emisor de luz orgánico fosforescente

Los diodos emisores de luz orgánicos fosforescentes utilizan el principio de la electrofosforescencia para convertir la energía eléctrica en un OLED en luz de una manera muy eficiente, [75] [ 76] con eficiencias cuánticas internas de tales dispositivos acercándose al 100 %. [77]

Normalmente, se utiliza un polímero como el poli( N-vinilcarbazol ) como material huésped al que se añade un complejo organometálico como dopante. Los complejos de iridio [76] como Ir(mppy) 3 [74] a partir de 2004 fueron un foco de investigación, aunque también se han utilizado complejos basados en otros metales pesados como el platino [75].

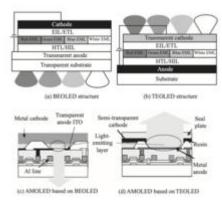
El átomo de metal pesado en el centro de estos complejos exhibe un fuerte acoplamiento espínórbita, lo que facilita el cruce entre sistemas entre estados de singlete y triplete. Mediante el uso de estos materiales fosforescentes, tanto los excitones singlete como los tripletes podrán decaer radiactivamente, mejorando así la eficiencia cuántica interna del dispositivo en comparación con un OLED estándar donde solo los estados singlete contribuirán a la emisión de luz.

Las aplicaciones de OLED en iluminación de estado sólido requieren lograr un alto brillo con buenas coordenadas CIE (para emisión blanca). El uso de especies macromoleculares como silsesquioxanos oligoméricos poliédricos (POSS) junto con el uso de especies fosforescentes como Ir para OLED impresos ha mostrado brillos de hasta 10 000 cd/ m². [78]

# Arquitecturas de dispositivos Estructura Emisión de fondo



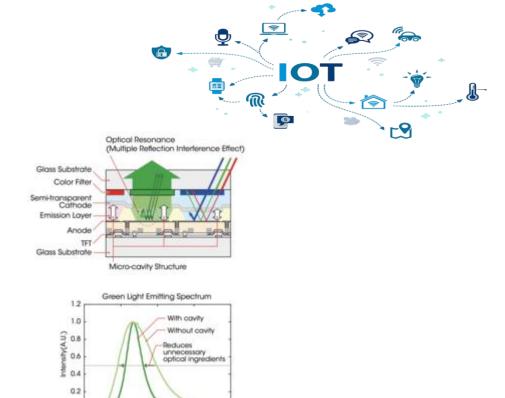




a) Estructuras OLED de emisión inferior yb) de emisión superior; c, d) Diagramas esquemáticos basados en OLED de emisión inferior y emisión superior con relación de contraste baja y alta, respectivamente. El diodo emisor de luz orgánico de emisión inferior (BE-OLED) es la arquitectura que se usó en las primeras pantallas AMOLED. Tenía un ánodo transparente fabricado sobre un sustrato de vidrio y un cátodo reflectante brillante. La luz se emite desde la dirección del ánodo transparente. Para reflejar toda la luz hacia la dirección del ánodo, se utiliza un cátodo de metal relativamente grueso como el aluminio. Para el ánodo, el óxido de indio y estaño (ITO) de alta transparencia fue una opción típica para emitir la mayor cantidad de luz posible. [79]Las películas finas orgánicas, incluida la capa emisora que realmente genera la luz, se intercalan entre el ánodo de ITO y el cátodo de metal reflectante. La desventaja de la estructura de emisión inferior es que la luz tiene que viajar a través de los circuitos de activación de píxeles, como el sustrato del transistor de película delgada (TFT), y el área desde la que se puede extraer la luz es limitada y la eficiencia de emisión de luz se reduce. Top emisión Una configuración alternativa es cambiar el modo de emisión. Se utilizan un ánodo reflectante y un cátodo transparente (o más a menudo semitransparente) para que la luz se emita desde el lado del cátodo, y esta configuración se denomina OLED de emisión superior (TE-OLED). A diferencia de los BEOLED, donde el ánodo está hecho de ITO conductor transparente, esta vez el cátodo debe ser transparente y el material ITO no es una opción ideal para el cátodo debido a un problema de daño debido al proceso de pulverización catódica. [80] Por lo tanto, una película metálica delgada como Ag pura y la aleación Mg:Ag se utilizan para el cátodo semitransparente debido a su alta transmitancia y alta conductividad. [81] A diferencia de la emisión inferior, la luz se extrae del lado opuesto en la emisión superior sin necesidad de pasar a través de múltiples capas del circuito de excitación. Así, la luz generada se puede extraer de forma más eficiente.

## Mejoras Teoría de la microcavidad





La tecnología OLED Super Top Emission de Sony mejora la pureza del color de las luces emitidas. Cuando las ondas de luz se encuentran mientras viajan por el mismo medio, se produce la interferencia de ondas . Esta interferencia puede ser constructiva o destructiva. A veces es deseable que varias ondas de la misma frecuencia se sumen en una onda con amplitudes más altas. Dado que ambos electrodos son reflectantes en TEOLED, los reflejos de luz pueden ocurrir dentro del diodo y causan interferencias más complejas que las de los BEOLED. Además de la interferencia de dos haces, existe una interferencia de resonancia múltiple entre dos electrodos. Debido a que la estructura de los TEOLED es similar a la del resonador Fabry-Perot o resonador láser , que contiene dos espejos paralelos comparables a los dos electrodos reflectantes, [82] este efecto es especialmente fuerte en TEOLED. Esta interferencia de dos haces y las interferencias de Fabry-Perot son los factores principales para determinar la intensidad espectral de salida de OLED. Este efecto óptico se denomina "efecto de microcavidad".

En el caso de OLED, eso significa que la cavidad en un TEOLED podría diseñarse especialmente para mejorar la intensidad de la salida de luz y la pureza del color con una banda estrecha de longitudes de onda, sin consumir más energía. En los TEOLED, el efecto de microcavidad ocurre comúnmente, y cuándo y cómo restringir o hacer uso de este efecto es indispensable para el diseño del dispositivo. Para igualar las condiciones de interferencia constructiva, se aplican diferentes espesores de capa de acuerdo con la longitud de onda de resonancia de ese color específico. Las condiciones de espesor se diseñan y fabrican cuidadosamente de acuerdo con las longitudes de onda de emisión de resonancia máxima de los LED de color azul (460 nm), verde (530 nm) y rojo (610 nm). Esta tecnología mejora en gran medida la eficiencia de emisión de luz de los OLED y puede lograr una gama de colores más amplia.debido a la alta pureza del color.

#### Filtros de color [ editar ]

En el " método de filtro de color blanco + ", las emisiones de rojo, verde y azul se obtienen de los mismos LED de luz blanca utilizando diferentes filtros de color. [83] Con este método, los materiales OLED producen luz blanca que luego se filtra para obtener los colores RGB deseados. Este método eliminó la necesidad de depositar tres materiales emisivos orgánicos diferentes, por lo que solo se usa un tipo de material OLED para producir luz blanca. También eliminó la degradación desigualtasa de píxeles azules frente a píxeles rojos y verdes. Las desventajas de este método son la baja pureza y el contraste del color. Además, los filtros absorben la mayor parte de las ondas de luz emitidas, lo





que requiere que la luz blanca de fondo sea relativamente fuerte para compensar la caída del brillo y, por lo tanto, el consumo de energía para dichas pantallas puede ser mayor.

Los filtros de color también se pueden implementar en los OLED de emisión inferior y superior. Al agregar los filtros de color RGB correspondientes después del cátodo semitransparente, se pueden obtener longitudes de onda de luz aún más puras. El uso de una microcavidad en OLED de alta emisión con filtros de color también contribuye a aumentar la relación de contraste al reducir el reflejo de la luz ambiental incidente. [84] En un panel convencional, se instaló un polarizador circular en la superficie del panel. Si bien esto se proporcionó para evitar el reflejo de la luz ambiental, también redujo la salida de luz. Al reemplazar esta capa polarizadora con filtros de color, la intensidad de la luz no se ve afectada y, esencialmente, se puede cortar toda la luz ambiental reflejada, lo que permite un mejor contraste en el panel de visualización. Esto redujo potencialmente la necesidad de píxeles más brillantes y puede reducir el consumo de energía.

## Otras arquitecturas OLED transparentes

Los OLED transparentes usan contactos transparentes o semitransparentes en ambos lados del dispositivo para crear pantallas que se pueden hacer para emitir tanto desde arriba como desde abajo (transparentes). Los TOLED pueden mejorar en gran medida el contraste, lo que hace que sea mucho más fácil ver las pantallas a plena luz del sol. [85] Esta tecnología se puede utilizar en Head-up displays, ventanas inteligentes o aplicaciones de realidad aumentada.

## Heterounión graduada

Los OLED de heterounión graduada disminuyen gradualmente la relación entre los huecos de electrones y los productos químicos que transportan electrones. [45] Esto da como resultado casi el doble de la eficiencia cuántica de los OLED existentes.

## **OLED** apilados

Los OLED apilados utilizan una arquitectura de píxeles que apila los subpíxeles rojo, verde y azul uno encima del otro en lugar de uno al lado del otro, lo que genera un aumento sustancial en la gama y la profundidad del color [86] y reduce en gran medida la brecha de píxeles. Otras tecnologías de visualización con píxeles RGB (y RGBW) asignados uno al lado del otro tienden a disminuir la resolución potencial.

#### **OLED** invertido

A diferencia de un OLED convencional, en el que el ánodo se coloca en el sustrato, un OLED invertido utiliza un cátodo inferior que se puede conectar al extremo de drenaje de un TFT de canal n, especialmente para la placa posterior TFT de silicio amorfo de bajo costo útil en el fabricación de pantallas AMOLED . [87]

Todas las pantallas OLED (matriz pasiva y activa) usan un controlador IC, a menudo montado usando Chip-on-glass (COG), usando una película conductora anisotrópica . [88]

# Tecnologías de patrones de color





## Método de patrón de máscara de sombra

El método de creación de patrones más utilizado para las pantallas emisoras de luz orgánicas es el enmascaramiento de sombras durante la deposición de la película, [89] también llamado método "RGB lado a lado" o método de "pixelación RGB". Se colocan láminas de metal con múltiples aberturas hechas de material de baja expansión térmica, como una aleación de níquel, entre la fuente de evaporación calentada y el sustrato, de modo que el material orgánico o inorgánico de la fuente de evaporación quede enmascarado o bloqueado por la lámina para que no llegue a la fuente de evaporación. sustrato en la mayoría de los lugares, por lo que los materiales se depositan solo en los lugares deseados en el sustrato, y el resto se deposita y permanece en la hoja. Casi todas las pantallas OLED pequeñas para teléfonos inteligentes se han fabricado con este método. Máscaras de metal fino (FMM) fabricadas mediante mecanizado fotoquímico, que recuerdan a las antiguas máscaras de sombra CRT, se utilizan en este proceso. La densidad de puntos de la máscara determinará la densidad de píxeles de la pantalla terminada. [90] Las máscaras híbridas finas (FHM) son más livianas que las FFM, lo que reduce la flexión causada por el propio peso de la máscara y se fabrican mediante un proceso de electroformado. [91] Este método requiere calentar los materiales electroluminiscentes a 300 °C usando un método térmico en un alto vacío de 10 -5 Pa. Un medidor de oxígeno asegura que no entre oxígeno en la cámara, ya que podría dañar (por oxidación) el material electroluminiscente, que está en forma de polvo. La máscara se alinea con el sustrato madre antes de cada uso y se coloca justo debajo del sustrato. El conjunto de sustrato y máscara se coloca en la parte superior de la cámara de deposición. [93] Posteriormente, se deposita la capa del electrodo, sometiendo el polvo de plata y aluminio a 1000 °C, utilizando un haz de electrones. [94] Las máscaras de sombra permiten densidades de píxeles altas de hasta 2250 DPI (890 puntos/cm). Las densidades de píxeles altas son necesarias para los cascos de realidad virtual. [95]

#### Método de filtro de color blanco +

Aunque el método de creación de patrones de máscara de sombra es una tecnología madura utilizada desde la primera fabricación de OLED, provoca muchos problemas, como la formación de manchas oscuras debido al contacto entre la máscara y el sustrato o la desalineación del patrón debido a la deformación de la máscara de sombra. Tal formación de defectos puede considerarse trivial cuando el tamaño de la pantalla es pequeño, sin embargo, causa serios problemas cuando se fabrica una pantalla grande, lo que genera una pérdida de rendimiento de producción significativa. Para sortear estos problemas, se han utilizado dispositivos de emisión blanca con filtros de color de 4 subpíxeles (blanco, rojo, verde y azul) para televisores grandes. A pesar de la absorción de luz por el filtro de color, los televisores OLED de última generación pueden reproducir muy bien el color, como 100% NTSC ., y consume poca energía al mismo tiempo. Esto se logra mediante el uso de un espectro de emisión con alta sensibilidad para el ojo humano, filtros de color especiales con una superposición de espectro baja y ajuste de rendimiento teniendo en cuenta las estadísticas de color. [96] Este enfoque también se denomina método "Color-by-white".

### Otros enfoques de patrones de color

Existen otros tipos de tecnologías de creación de patrones emergentes para aumentar la capacidad de fabricación de los OLED. Los dispositivos emisores de luz orgánicos modelables utilizan una capa electroactiva activada por luz o calor. En esta capa se incluye un material latente ( PEDOT-TMA ) que, al activarse, se vuelve altamente eficiente como capa de inyección de agujeros. Usando este proceso, se pueden preparar dispositivos emisores de luz con patrones arbitrarios. [97]





El patrón de color se puede lograr por medio de un láser, como una transferencia de sublimación inducida por radiación (RIST). [98]

La impresión por chorro de vapor orgánico (OVJP) utiliza un gas portador inerte, como argón o nitrógeno, para transportar moléculas orgánicas evaporadas (como en la deposición en fase de vapor orgánico). El gas es expulsado a través de una boquilla o conjunto de boquillas del tamaño de un micrómetro cerca del sustrato a medida que se traslada. Esto permite imprimir patrones multicapa arbitrarios sin el uso de solventes.

Al igual que la deposición de material por chorro de tinta , el grabado por chorro de tinta (IJE) deposita cantidades precisas de solvente sobre un sustrato diseñado para disolver selectivamente el material del sustrato e inducir una estructura o patrón. El grabado por inyección de tinta de capas de polímero en OLED se puede utilizar para aumentar la eficiencia general de desacoplamiento. En los OLED, la luz producida por las capas emisivas del OLED se transmite parcialmente fuera del dispositivo y queda parcialmente atrapada dentro del dispositivo por reflexión interna total.(TIR). Esta luz atrapada es guiada por ondas a lo largo del interior del dispositivo hasta que llega a un borde donde se disipa por absorción o emisión. El grabado por inyección de tinta se puede utilizar para alterar selectivamente las capas poliméricas de las estructuras OLED para disminuir la TIR general y aumentar la eficiencia de desacoplamiento del OLED. En comparación con una capa de polímero no grabada, la capa de polímero estructurado en la estructura OLED del proceso IJE ayuda a disminuir la TIR del dispositivo OLED. Los solventes IJE son comúnmente orgánicos en lugar de a base de agua debido a su naturaleza no ácida y su capacidad para disolver materiales de manera efectiva a temperaturas por debajo del punto de ebullición del agua. [93]

La impresión por transferencia es una tecnología emergente para ensamblar grandes cantidades de dispositivos OLED y AMOLED paralelos de manera eficiente. Aprovecha la deposición de metal estándar, la fotolitografíay grabado para crear marcas de alineación comúnmente en vidrio u otros sustratos de dispositivos. Se aplican capas delgadas de adhesivo de polímero para mejorar la resistencia a las partículas y los defectos de la superficie. Los circuitos integrados a microescala se imprimen por transferencia en la superficie adhesiva y luego se hornean para curar completamente las capas adhesivas. Se aplica una capa de polímero fotosensible adicional al sustrato para tener en cuenta la topografía causada por los circuitos integrados impresos, reintroduciendo una superficie plana. La fotolitografía y el grabado eliminan algunas capas de polímero para descubrir almohadillas conductoras en los circuitos integrados. Posteriormente, la capa de ánodo se aplica a la placa posterior del dispositivo para formar el electrodo inferior. Las capas OLED se aplican a la capa de ánodo con deposición de vapor convencional y se cubren con una capa de electrodo de metal conductor. A partir de 2011la impresión por transferencia fue capaz de imprimir en sustratos de destino de hasta 500 mm × 400 mm. Este límite de tamaño debe expandirse para que la impresión por transferencia se convierta en un proceso común para la fabricación de pantallas OLED/AMOLED de gran tamaño. [100]

Se han demostrado pantallas OLED experimentales que utilizan técnicas de fotolitografía convencionales en lugar de FMM, lo que permite tamaños de sustrato grandes (ya que elimina la necesidad de una máscara que debe ser tan grande como el sustrato) y un buen control del rendimiento. [101]

# Backplanes de transistores de película delgada

Para una pantalla de alta resolución como un televisor, se necesita una placa posterior de transistor de película delgada (TFT) para controlar los píxeles correctamente. A partir de 2019, el silicio





policristalino de baja temperatura (LTPS) – TFT se usa ampliamente para pantallas AMOLED comerciales. LTPS-TFT tiene una variación del rendimiento en una pantalla, por lo que se han informado varios circuitos de compensación. [102] Debido a la limitación de tamaño del láser excimer utilizado para LTPS, el tamaño de AMOLED era limitado. Para hacer frente al obstáculo relacionado con el tamaño del panel, se han informado placas posteriores de silicio amorfo/microcristalino con demostraciones de prototipos de pantalla grande. [103] UnTambién se puede utilizar una placa posterior de óxido de indio, galio y zinc (IGZO).

# Ventajas

Más información: Comparación de pantallas CRT, LCD, plasma y OLED

El diferente proceso de fabricación de los OLED tiene varias ventajas sobre las pantallas planas fabricadas con tecnología LCD.

#### Menor costo en el futuro

Los OLED se pueden imprimir en cualquier sustrato adecuado mediante una impresora de inyección de tinta o incluso mediante serigrafía, [104] teóricamente, lo que los hace más baratos de producir que las pantallas LCD o de plasma . Sin embargo, la fabricación del sustrato OLED a partir de 2018 es más costosa que la de las pantallas LCD TFT. [105] Los métodos de deposición de vapor de rollo a rollo para dispositivos orgánicos permiten la producción en masa de miles de dispositivos por minuto a un costo mínimo; sin embargo, esta técnica también genera problemas: los dispositivos con múltiples capas pueden ser difíciles de fabricar debido al registro : alinear las diferentes capas impresas con el grado de precisión requerido.

#### Sustratos de plástico ligeros y flexibles

Las pantallas OLED se pueden fabricar sobre sustratos de plástico flexibles, lo que lleva a la posible fabricación de diodos emisores de luz orgánicos flexibles para otras aplicaciones nuevas, como pantallas enrollables incrustadas en telas o ropa. Si se puede utilizar un sustrato como el tereftalato de polietileno (PET) [106], las pantallas se pueden producir de forma económica.

Además, los sustratos de plástico son resistentes a los golpes, a diferencia de las pantallas de vidrio que se utilizan en los dispositivos LCD.

#### Mejor calidad de imagen

Los OLED permiten una mayor relación de contraste y un ángulo de visión más amplio en comparación con los LCD, porque los píxeles OLED emiten luz directamente. Esto también proporciona un nivel de negro más profundo , ya que una pantalla OLED negra no emite luz. Además, los colores de los píxeles OLED aparecen correctos y sin cambios, incluso cuando el ángulo de visión se aproxima a los 90° del normal .

#### Mejor eficiencia energética y grosor.

Las pantallas LCD filtran la luz emitida por una luz de fondo , permitiendo el paso de una pequeña fracción de luz. Por lo tanto, no pueden mostrar el negro verdadero. Sin embargo, un elemento OLED inactivo no produce luz ni consume energía, lo que permite negros verdaderos. [107] Quitar la luz de fondo también hace que los OLED sean más livianos porque no se necesitan algunos sustratos. Al mirar los OLED de emisión superior, el grosor también juega un papel cuando se habla de capas de coincidencia de índice (IML). La intensidad de la emisión aumenta cuando el grosor del IML es de 1,3 a 2,5 nm. El valor de refracción y la coincidencia de la propiedad de los IML ópticos, incluidos los parámetros de la estructura del dispositivo, también mejoran la intensidad de emisión en estos espesores. [108]

#### Tiempo de respuesta





Los OLED también tienen un tiempo de respuesta mucho más rápido que una pantalla LCD. Usando tecnologías de compensación de tiempo de respuesta, las pantallas LCD modernas más rápidas pueden alcanzar tiempos de respuesta tan bajos como 1 ms para su transición de color más rápida, y son capaces de actualizar frecuencias de hasta 240 Hz. Según LG , los tiempos de respuesta de OLED son hasta 1000 veces más rápidos que los de LCD, [109] colocando estimaciones conservadoras en menos de 10 µs (0,01 ms), lo que teóricamente podría acomodar frecuencias de actualización cercanas a 100 kHz (100 000). Hz). Debido a su tiempo de respuesta extremadamente rápido, las pantallas OLED también se pueden diseñar fácilmente para ser estroboscópicas, creando un efecto similar al parpadeo CRT para evitar el comportamiento de muestra y retención que se ve tanto en las pantallas LCD como en algunas pantallas OLED, lo que crea la percepción. de desenfoque de movimiento . [110]

Desventajas



Pantalla de polímero emisor de luz (LEP) que muestra una falla parcial



Una vieja pantalla OLED que muestra desgaste

#### Vida

El mayor problema técnico de los OLED es la vida útil limitada de los materiales orgánicos. Un informe técnico de 2008 sobre un panel de TV OLED encontró que después de 1000 horas, la luminancia azul se degradó en un 12 %, la roja en un 7 % y la verde en un 8 %. [111] En particular, los OLED azules en ese momento tenían una vida útil de alrededor de 14 000 horas a la mitad del brillo original (cinco años a ocho horas por día) cuando se usaban para pantallas planas. Esto es inferior a la vida útil típica de la tecnología LCD, LED o PDP; cada uno clasificado para alrededor de 25,000—40,000 horas a media luminosidad, según fabricante y modelo. Un desafío importante para las pantallas OLED es la formación de manchas oscuras debido a la entrada de oxígeno y humedad, lo que degrada el material orgánico con el tiempo, ya sea que la pantalla esté encendida o no. [112][113][114] En 2016, LG Electronics informó una vida útil esperada de 100 000 horas, frente a las 36 000 horas en 2013. [115] Un documento del Departamento de Energía de EE. UU. muestra que la





vida útil esperada de los productos de iluminación OLED disminuye con aumento del brillo, con una vida útil esperada de 40 000 horas al 25 % de brillo o 10 000 horas al 100 % de brillo. [116] [117]

## Causa de la degradación

La degradación ocurre debido a la acumulación de centros de recombinación no radiativos y extintores de luminiscencia en la zona de emisión. Se dice que la descomposición química en los semiconductores ocurre en cuatro pasos:

recombinación [118] de portadores de carga a través de la absorción de luz ultravioleta disociación homolítica

reacciones posteriores de adición de radicales que forman radicales  $\pi$  desproporción entre dos radicales que resultan en reacciones de transferencia de átomos de hidrógeno [119]

Sin embargo, las pantallas de algunos fabricantes tienen como objetivo aumentar la vida útil de las pantallas OLED, superando su vida útil esperada más allá de la de las pantallas LCD al mejorar el desacoplamiento de la luz, logrando así el mismo brillo con una corriente de accionamiento más baja. (120) [121] En 2007, se crearon OLED experimentales que pueden soportar 400 cd/m² de luminancia durante más de 198 000 horas para los OLED verdes y 62 000 horas para los OLED azules. (122) En 2012, la vida útil de OLED a la mitad del brillo inicial se mejoró a 900 000 horas para el rojo, 1 450 000 horas para el amarillo y 400 000 horas para el verde con una luminancia inicial de 1000 cd/m². (123) La encapsulación adecuada es fundamental para prolongar la vida útil de una pantalla OLED, ya que los materiales electroluminiscentes emisores de luz OLED son sensibles al oxígeno y la humedad. Cuando se exponen a la humedad o al oxígeno, los materiales electroluminiscentes de los OLED se degradan a medida que se oxidan, generando puntos negros y reduciendo o encogiendo el área que emite luz, lo que reduce la salida de luz. Esta reducción puede ocurrir píxel por píxel. Esto también puede conducir a la deslaminación de la capa de electrodos, lo que eventualmente conduce a la falla completa del panel.

La degradación ocurre tres órdenes de magnitud más rápido cuando se expone a la humedad que cuando se expone al oxígeno. La encapsulación se puede realizar aplicando un adhesivo epoxi con desecante, <sup>[124]</sup> laminando una hoja de vidrio con pegamento epoxi y desecante <sup>[125]</sup> seguido de desgasificación al vacío, o usando una encapsulación de película delgada (TFE), que es una película multicapa. revestimiento de capas orgánicas e inorgánicas alternas. Las capas orgánicas se aplican mediante impresión de inyección de tinta y las capas inorgánicas se aplican mediante deposición de capa atómica (ALD). El proceso de encapsulación se lleva a cabo bajo un ambiente de nitrógeno, utilizando LOCA de curado UV.el pegamento y los procesos de deposición de material electroluminiscente y de electrodos se llevan a cabo bajo un alto vacío. Los procesos de encapsulado y deposición de material son realizados por una sola máquina, previa aplicación de los transistores de película delgada . Los transistores se aplican en un proceso que es el mismo para las pantallas LCD. Los materiales electroluminiscentes también se pueden aplicar mediante impresión por chorro de tinta. <sup>[126] [127] [128] [194] [129] [124] [130]</sup>

## Equilibrio de color

El material OLED utilizado para producir luz azul se degrada mucho más rápidamente que los materiales utilizados para producir otros colores; en otras palabras, la salida de luz azul disminuirá en relación con los otros colores de luz. Esta variación en la salida de color diferencial cambiará el balance de color de la pantalla y es mucho más notable que una disminución uniforme en la luminancia general. [131] Esto se puede evitar parcialmente ajustando el balance de color, pero esto puede requerir circuitos de control avanzados y la entrada de un usuario experto. Sin embargo, lo





más común es que los fabricantes optimicen el tamaño de los subpíxeles R, G y B para reducir la densidad de corriente a través del subpíxel con el fin de igualar la vida útil con la máxima luminancia. Por ejemplo, un subpíxel azul puede ser un 100 % más grande que el subpíxel verde. El subpixel rojo puede ser un 10% más grande que el verde.

## Eficiencia de los OLED azules

Las mejoras en la eficiencia y la vida útil de los OLED azules son vitales para el éxito de los OLED como reemplazo de la tecnología LCD. Se ha invertido una investigación considerable en el desarrollo de OLED azules con alta eficiencia cuántica externa , así como un color azul más profundo. [132] [133] [134]

Desde 2012, la investigación se centra en los materiales orgánicos que exhiben fluorescencia retardada activada térmicamente (TADF), descubiertos en Kyushu University OPERA y UC Santa Barbara CPOS. TADF permitiría una solución procesable estable y de alta eficiencia (lo que significa que los materiales orgánicos están en capas en soluciones que producen capas más delgadas) emisores azules, con eficiencias cuánticas internas que alcanzan el 100%. [135] A principios de 2017, [136] Los materiales TADF basados en aceptores de electrones de tipo boro totalmente puenteados a base de oxígeno habían logrado un gran avance en sus propiedades. La eficiencia cuántica externa de TADF-OLED para luz azul y verde había alcanzado el 38 %, con un ancho medio delgado de ancho medio y alta pureza de color. En 2022, Han et al. [137] sintetizó un nuevo material luminiscente de tipo DA, TDBA-Cz, y utilizó el m-AC-DBNA sintetizado por Meng et al. como control para investigar el efecto del sitio de sustitución de la unidad de carbazol como donante de electrones en la unidad aceptora de electrones de trifenilboro con puente de oxígeno en las propiedades fotofísicas de la molécula en general. Se descubrió que la introducción de dos unidades de carbazol en el mismo anillo de benceno de la unidad aceptora de electrones de trifenilboro con puente de oxígeno podría suprimir eficazmente la relajación conformacional de la molécula durante la transición radiativa, lo que da como resultado una emisión de luz azul de ancho de banda estrecho. Además, TDBA-Cz es el primer material azul informado que logra un FWHM de hasta 45 nm y un EQE máximo del 21,4 % en un TADF-OLED no dopado.

Se espera que los emisores TADF azules se comercialicen en 2020 [138] (139] y se usarían para pantallas WOLED con filtros de color fosforescente, así como pantallas OLED azules con filtros de color QD impresos con tinta .

## Daños por agua

El agua puede dañar instantáneamente los materiales orgánicos de las pantallas. Por lo tanto, los procesos de sellado mejorados son importantes para la fabricación práctica. Los daños causados por el agua pueden limitar especialmente la longevidad de las pantallas más flexibles. [140]

## Espectáculo al aire libre

Como tecnología de visualización emisiva, los OLED se basan completamente en convertir la electricidad en luz, a diferencia de la mayoría de los LCD, que son hasta cierto punto reflectantes. El papel electrónico lidera el camino en eficiencia con ~ 33% de reflectividad de la luz ambiental, lo que permite que la pantalla se use sin ninguna fuente de luz interna. El cátodo metálico en un OLED actúa como un espejo, con una reflectancia cercana al 80 %, lo que genera una legibilidad deficiente en condiciones de luz ambiental brillante, como al aire libre. Sin embargo, con la aplicación adecuada de un polarizador circular y revestimientos antirreflectantes , la reflectancia difusa se puede reducir a menos del 0,1 %. Con una iluminación incidente de 10,000 fc (condición de prueba típica para simular iluminación exterior), eso produce un aproximadocontraste fotópico de 5:1. Sin





embargo, los avances en las tecnologías OLED permiten que los OLED sean realmente mejores que los LCD a la luz del sol. Se descubrió que la pantalla AMOLED del Galaxy S5, por ejemplo, supera a todas las pantallas LCD del mercado en términos de uso de energía, brillo y reflectancia. [141]

## Consumo de energía

Mientras que un OLED consumirá alrededor del 40 % de la energía de una pantalla LCD que muestra una imagen que es principalmente negra, para la mayoría de las imágenes consumirá entre el 60 y el 80 % de la energía de una pantalla LCD. Sin embargo, un OLED puede usar más del 300 % de energía para mostrar una imagen con un fondo blanco, como un documento o un sitio web. [142] Esto puede reducir la duración de la batería en los dispositivos móviles cuando se utilizan fondos blancos.

## Parpadeo de pantalla

Los OLED usan modulación de ancho de pulso para mostrar gradaciones de color/brillo, por lo que incluso si la pantalla tiene un brillo del 100 %, cualquier píxel que tenga, por ejemplo, un 50 % de gris estará apagado el 50 % del tiempo, creando un sutil efecto estroboscópico. La forma alternativa de disminuir el brillo sería disminuir la potencia constante de los OLED, lo que daría como resultado que la pantalla no parpadee, sino un cambio notable en el balance de color, que empeora a medida que disminuye el brillo.

# Fabricantes y usos comerciales

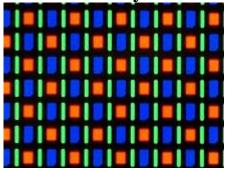


Imagen ampliada de la pantalla AMOLED del smartphone Google Nexus One utilizando el sistema RGBG de la Familia PenTile Matrix







Una pantalla OLED de 3,8 cm (1,5 pulgadas) de un reproductor multimedia Creative ZEN V



Iluminación OLED en un centro comercial en Aquisgrán, Alemania

Casi todos los fabricantes de OLED confían en equipos de deposición de materiales que solo fabrican un puñado de empresas, [143] la más notable es Canon Tokki , una unidad de Canon Inc. Se informa que Canon Tokki tiene casi el monopolio del gigante OLED -fabricación de máquinas de vacío, destacadas por su tamaño de 100 metros (330 pies). [144] Apple se ha basado únicamente en Canon Tokki en su oferta para presentar sus propias pantallas OLED para los iPhone lanzados en 2017. [145] Los materiales electroluminiscentes necesarios para los OLED también los fabrican un puñado de empresas, algunas de las cuales son Merck, Universal Display Corporation y LG Chem. [146]Las máquinas que aplican estos materiales pueden funcionar continuamente durante 5 a 6 días y pueden procesar un sustrato madre en 5 minutos. [147]

La tecnología OLED se utiliza en aplicaciones comerciales como pantallas para teléfonos móviles y reproductores multimedia digitales portátiles, radios para automóviles y cámaras digitales, entre otras, así como en iluminación. [148] Tales aplicaciones de pantallas portátiles favorecen la alta salida de luz de los OLED para facilitar la lectura a la luz del sol y su bajo consumo de energía. Las pantallas portátiles también se usan de manera intermitente, por lo que la menor vida útil de las pantallas orgánicas es un problema menor. Se han fabricado prototipos de pantallas flexibles y enrollables





que utilizan las características únicas de los OLED. También se están desarrollando aplicaciones en señalización e iluminación flexibles. [149] La iluminación OLED ofrece varias ventajas sobre la iluminación LED, como una iluminación de mayor calidad, una fuente de luz más difusa y formas de panel. [148] Philips Lighting ha hecho que las muestras de iluminación OLED bajo la marca "Lumiblade" estén disponibles en línea [150] y Novaled AG con sede en Dresden, Alemania, presentó una línea de lámparas de escritorio OLED llamada "Victory" en septiembre de 2011. [151]

Nokia presentó teléfonos móviles OLED, incluidos el N85 y el N86 8MP, ambos con pantalla AMOLED. Los OLED también se han utilizado en la mayoría de los teléfonos celulares en color de

AMOLED. Los OLED también se han utilizado en la mayoría de los teléfonos celulares en color de Motorola y Samsung, así como en algunos modelos de HTC, LG y Sony Ericsson. [152] La tecnología OLED también se puede encontrar en reproductores de medios digitales como Creative ZEN V, iriver clix, Zune HD y Sony Walkman X Series.

El teléfono inteligente Google y HTC Nexus One incluye una pantalla AMOLED, al igual que los teléfonos Desire y Legend de HTC. Sin embargo, debido a la escasez de suministro de las pantallas producidas por Samsung, ciertos modelos de HTC usarán pantallas SLCD de Sony en el futuro, [153] mientras que los teléfonos inteligentes Google y Samsung Nexus S usarán "Super Clear LCD" en algunos países. [154]

Las pantallas OLED se utilizaron en relojes fabricados por Fossil (JR-9465) y Diesel (DZ-7086). Otros fabricantes de paneles OLED incluyen Anwell Technologies Limited (Hong Kong), [155] AU Optronics (Taiwán), [156] Chimei Innolux Corporation (Taiwán), [157] LG (Corea), [158] y otros. [159] DuPont declaró en un comunicado de prensa en mayo de 2010 que pueden producir un televisor OLED de 50 pulgadas en dos minutos con una nueva tecnología de impresión. Si esto se puede ampliar en términos de fabricación, el costo total de los televisores OLED se reduciría considerablemente. DuPont también afirma que los televisores OLED fabricados con esta tecnología menos costosa pueden durar hasta 15 años si se dejan encendidos durante una jornada normal de ocho horas. [160] [161]

El uso de OLED puede estar sujeto a patentes de Universal Display Corporation, Eastman Kodak, DuPont, General Electric, Royal Philips Electronics, numerosas universidades y otros. [162] En 2008, miles de patentes asociadas con los OLED procedían de corporaciones más grandes y empresas de tecnología más pequeñas. [42]

Los fabricantes han utilizado pantallas OLED flexibles para crear pantallas curvas como el Galaxy S7 Edge , pero no estaban en dispositivos que los usuarios pudieran flexionar. [163] Samsung demostró una pantalla desplegable en 2016. [164]







Teléfonos inteligentes plegables de Samsung

El 31 de octubre de 2018, Royole , una empresa china de electrónica, presentó el primer teléfono con pantalla plegable del mundo con una pantalla OLED flexible. [165] El 20 de febrero de 2019, Samsung anunció el Samsung Galaxy Fold con una pantalla OLED plegable de Samsung Display, su subsidiaria de propiedad mayoritaria. [166] En el MWC 2019, el 25 de febrero de 2019, Huawei anunció el Huawei Mate X con una pantalla OLED plegable de BOE . [167] [168] La década de 2010 también vio la amplia adopción de *la línea de puerta de seguimiento en píxeles* (TGP), que mueve el circuito de conducción desde los bordes de la pantalla hasta el medio de los píxeles de la pantalla, lo que permite biseles estrechos. [169]

#### Moda

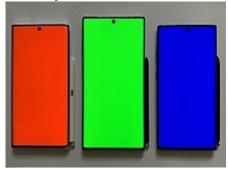
Los textiles que incorporan OLED son una innovación en el mundo de la moda y representan una forma de integrar la iluminación para llevar los objetos inertes a un nivel de moda completamente nuevo. La esperanza es combinar la comodidad y las propiedades de bajo costo de los textiles con las propiedades de iluminación y bajo consumo de energía de los OLED. Aunque este escenario de ropa iluminada es muy plausible, los desafíos siguen siendo un obstáculo. Algunos problemas incluyen: la vida útil del OLED, la rigidez de los sustratos de láminas flexibles y la falta de investigación para fabricar más telas como los textiles fotónicos. [170]

## **Automoción**

La cantidad de fabricantes de automóviles que utilizan OLED aún es escasa y se limita a la gama alta del mercado. Por ejemplo, el Lexus RX 2010 presenta una pantalla OLED en lugar de una pantalla de transistor de película delgada (TFT-LCD).

Un fabricante japonés, Pioneer Electronic Corporation, produjo los primeros estéreos para automóviles con una pantalla OLED monocromática, que también fue el primer producto OLED del mundo. [171] El Aston Martin DB9 incorporó la primera pantalla OLED automotriz del mundo, [172] que fue fabricada por Yazaki, [173] seguida por el Jeep Grand Cherokee 2004 y el Chevrolet Corvette C6. [174] El Hyundai Sonata y el Kia Soul EV 2015 utilizan una pantalla PMOLED blanca de 3,5 pulgadas.

## Aplicaciones específicas de la empresa samsung



Pantallas Samsung AMOLED

Para 2004, Samsung Display, una subsidiaria del conglomerado más grande de Corea del Sur y una antigua empresa conjunta Samsung- NEC, era el fabricante de OLED más grande del mundo, produciendo el 40 % de las pantallas OLED fabricadas en el mundo, [175] y a partir de 2010, tiene una





participación del 98% en el mercado global de AMOLED . [176] La compañía lidera el mundo de la industria OLED, generando \$ 100,2 millones de los ingresos totales de \$ 475 millones en el mercado global OLED en 2006. [177] A partir de 2006, tenía más de 600 patentes estadounidenses y más de 2800 internacionales patentes, lo que lo convierte en el mayor propietario de patentes de tecnología AMOLED. [177]

Samsung SDI anunció en 2005, el televisor OLED más grande del mundo en ese momento, con 21 pulgadas (53 cm). [178] Este OLED presentaba la resolución más alta en ese momento, de 6,22 millones de píxeles. Además, la empresa adoptó tecnología basada en matriz activa por su bajo consumo de energía y sus cualidades de alta resolución. Esto se superó en enero de 2008, cuando Samsung presentó el televisor OLED más grande y delgado del mundo en ese momento, con 31 pulgadas (78 cm) y 4,3 mm. [179]

En mayo de 2008, Samsung presentó un concepto de pantalla OLED para computadora portátil ultradelgada de 12,1 pulgadas (30 cm), con una resolución de 1280 × 768 con una relación de contraste infinita. [180] Según Woo Jong Lee, vicepresidente del equipo de marketing de pantallas móviles de Samsung SDI, la empresa esperaba que las pantallas OLED se usaran en computadoras portátiles a partir de 2010. [181]

En octubre de 2008, Samsung presentó la pantalla OLED más delgada del mundo, también la primera en ser "plegable" y flexible. [182] Mide solo 0,05 mm (más delgado que el papel), sin embargo, un miembro del personal de Samsung dijo que es "técnicamente posible hacer que el panel sea más delgado". [182] Para lograr este grosor, Samsung grabó un panel OLED que usa un sustrato de vidrio normal. El circuito de excitación estaba formado por TFT de polisilicio de baja temperatura. Además, se emplearon materiales EL orgánicos de bajo peso molecular. El recuento de píxeles de la pantalla es de 480 × 272. La relación de contraste es de 100 000:1 y la luminancia es de 200 cd/m². El rango de reproducción de color es 100% del estándar NTSC.

A partir de 2020, el televisor OLED más grande del mundo es de 88 pulgadas con una resolución de 8K, una velocidad de fotogramas de hasta 120 fps y un costo de 34 676 dólares estadounidenses. <sup>[183]</sup> En el Consumer Electronics Show (CES) en enero de 2010, Samsung hizo una demostración de una computadora portátil con una gran pantalla OLED transparente con hasta un 40 % de transparencia <sup>[184]</sup> y una pantalla OLED animada en una tarjeta de identificación con foto. <sup>[185]</sup> Los teléfonos inteligentes AMOLED 2010 de Samsung usaron su marca comercial Super AMOLED , con el Samsung Wave S8500 y el Samsung i9000 Galaxy S lanzados en junio de 2010. En enero de 2011, Samsung anunció sus pantallas Super AMOLED Plus, que ofrecen varios avances sobre las pantallas Super AMOLED más antiguas: real matriz de rayas (50 % más de subpíxeles), factor de forma más delgado, imagen más brillante y una reducción del 18 % en el consumo de energía. <sup>[186]</sup> En CES 2012, Samsung presentó la primera pantalla de TV de 55" que usa tecnología Super OLED. <sup>[187]</sup> El 8 de enero de 2013, en CES, Samsung presentó un televisor OLED 4K Ultra S9 curvo único, que afirman que brinda una "experiencia similar a IMAX" para los espectadores. <sup>[188]</sup> El 13 de agosto de 2013, Samsung anunció la disponibilidad de un televisor OLED curvo de 55

pulgadas (modelo KN55S9C) en los EE. UU. a un precio de \$ 8999,99. [189] El 6 de septiembre de 2013, Samsung lanzó su televisor OLED curvo de 55 pulgadas (modelo

KE55S9C) en el Reino Unido con John Lewis. [190] Samsung presentó el teléfono inteligente *Galaxy Round* en el mercado coreano en octubre de 2013. El dispositivo cuenta con una pantalla de 1080p, que mide 5,7 pulgadas (14 cm), que se curva en el

eje vertical en una carcasa redondeada. La corporación ha promovido las siguientes ventajas: Una nueva función llamada "Interacción redonda" que permite a los usuarios ver información inclinando





el teléfono sobre una superficie plana con la pantalla apagada y la sensación de una transición continua cuando el usuario cambia entre pantallas de inicio. . [191]

Samsung lanzó una nueva línea de televisores OLED en 2022, la primera que usa la tecnología desde 2013. [192] Usan paneles de Samsung Display; anteriormente, LG era el único fabricante de paneles OLED para televisores. [193]

## Sony



Sony XEL-1, el primer televisor OLED del mundo [37] (frente)

El Sony CLIÉ PEG-VZ90 se lanzó en 2004 y fue el primer PDA en presentar una pantalla OLED. [194] Otros productos de Sony que cuentan con pantallas OLED incluyen la grabadora de minidiscos portátil MZ-RH1, lanzada en 2006 [195] y el Walkman X Series . [196]

En el Consumer Electronics Show (CES) de Las Vegas de 2007, Sony presentó modelos de TV OLED de 11 pulgadas (28 cm) (resolución 960 × 540) y 27 pulgadas (69 cm) con resolución Full HD a 1920 × 1080 . [197] Ambos afirmaron relaciones de contraste de 1 000 000:1 y espesores totales (incluidos los biseles) de 5 mm. En abril de 2007, Sony anunció que fabricaría 1000 televisores OLED de 11 pulgadas (28 cm) por mes con fines de prueba de mercado. [198] El 1 de octubre de 2007, Sony anunció que el modelo XEL-1 de 11 pulgadas (28 cm) era el primer televisor OLED comercial [37] y se lanzó en Japón en diciembre de 2007. [199]

En mayo de 2007, Sony presentó públicamente un video de una pantalla OLED flexible de 2,5 pulgadas (6,4 cm) que tiene solo 0,3 milímetros de grosor. <sup>[200]</sup> En la exposición Display 2008, Sony demostró una pantalla de 3,5 pulgadas (8,9 cm) de 0,2 mm de grosor con una resolución de 320 × 200 píxeles y una pantalla de 11 pulgadas (28 cm) de 0,3 mm de grosor con una resolución de 960 × 540 píxeles, una décima parte del espesor del XEL-1. <sup>[201] [202]</sup>

En julio de 2008, un organismo del gobierno japonés dijo que financiaría un proyecto conjunto de empresas líderes, que consiste en desarrollar una tecnología clave para producir pantallas orgánicas de gran tamaño que ahorran energía. El proyecto involucra un laboratorio y 10 empresas, incluida Sony Corp. NEDO dijo que el proyecto tenía como objetivo desarrollar una tecnología central para producir en masa pantallas OLED de 40 pulgadas o más grandes a fines de la década de 2010. <sup>[203]</sup> En octubre de 2008, Sony publicó los resultados de una investigación que llevó a cabo con el Instituto Max Planck sobre la posibilidad de comercializar pantallas plegables para el mercado masivo, que podrían reemplazar las pantallas LCD rígidas y las pantallas de plasma. Eventualmente, las pantallas flexibles y transparentes podrían apilarse para producir imágenes en 3D con relaciones de contraste y ángulos de visión mucho mayores que los productos existentes. <sup>[204]</sup> Sony exhibió un prototipo de televisor OLED 3D de 24,5" (62 cm) durante el Consumer Electronics Show en enero de 2010. <sup>[205]</sup>

En enero de 2011, Sony anunció que la consola de juegos portátil PlayStation Vita (la sucesora de la PSP) contará con una pantalla OLED de 5 pulgadas. [206]





El 17 de febrero de 2011, Sony anunció su monitor de referencia profesional OLED de 25 (63,5 cm) destinado al mercado de posproducción de cine y drama de gama alta. [207]

El 25 de junio de 2012, Sony y Panasonic anunciaron una empresa conjunta para crear televisores OLED de producción en masa de bajo costo para 2013. [208] Sony presentó su primer televisor OLED desde 2008 en CES 2017 llamado A1E. Reveló otros dos modelos en 2018, uno en CES 2018 llamado A8F y otro Master Series TV llamado A9F. En CES 2019 dieron a conocer otros dos modelos uno el A8G y el otro otro televisor Bravia Series llamado A9G. Luego, en CES 2020 , revelaron el A8H, que era efectivamente un A9G en términos de calidad de imagen pero con algunos compromisos debido a su menor costo. En el mismo evento, también revelaron una versión de 48 pulgadas del A9G, lo que lo convierte en el televisor OLED más pequeño desde el XEL-1. [209] [210][211] [212]

#### **LG** [ editar ]

El 9 de abril de 2009, LG adquirió el negocio OLED de Kodak y comenzó a utilizar la tecnología OLED blanca. [213] [214] A partir de 2010, LG Electronics produjo un modelo de televisor OLED, el 15EL9500 de 15 pulgadas (38 cm) [215] y había anunciado un televisor OLED 3D de 31 pulgadas (79 cm) para marzo de 2011. [216] El 26 de diciembre de 2011, LG anunció oficialmente el "panel OLED de 55 pulgadas (140 cm) más grande del mundo" y lo presentó en CES 2012. [217] <sup>A</sup> finales de 2012, LG anuncia el lanzamiento del televisor OLED 55EM9600 en Australia. [218]

En enero de 2015, LG Display firmó un acuerdo a largo plazo con Universal Display Corporation para el suministro de materiales OLED y el derecho a utilizar sus emisores OLED patentados. [219]

#### Mitsubishi

Lumiotec es la primera empresa en el mundo que desarrolla y vende, desde enero de 2011, paneles de iluminación OLED producidos en masa con tal brillo y larga vida útil. Lumiotec es una empresa conjunta de Mitsubishi Heavy Industries, ROHM, Toppan Printing y Mitsui & Co. El 1 de junio de 2011, Mitsubishi Electric instaló una "esfera" OLED de 6 metros en el Museo de Ciencias de Tokio. [220]

#### Grupo de recomendación

El 6 de enero de 2011, la empresa de tecnología Recom Group, con sede en Los Ángeles, presentó la primera aplicación OLED para consumidores de pantallas pequeñas en el Consumer Electronics Show de Las Vegas. Se trataba de una pantalla OLED de 2,8" (7 cm) que se usaba como una etiqueta de nombre de video portátil. [221] En el Consumer Electronics Show de 2012, Recom Group presentó la primera bandera de micrófono de video del mundo que incorpora tres pantallas OLED de 2,8" (7 cm) en la bandera de micrófono de una emisora estándar. La bandera de micrófono de video permitió que el contenido de video y la publicidad se mostraran en una bandera de micrófono estándar de emisoras. [222]

#### Dell

El 6 de enero de 2016, Dell anunció el monitor OLED Ultrasharp UP3017Q en el Consumer Electronics Show de Las Vegas. [223] Se anunció que el monitor contará con un panel OLED 4K UHD de 30 pulgadas (76 cm) con una frecuencia de actualización de 120 Hz, un tiempo de respuesta de 0,1 milisegundos y una relación de contraste de 400 000:1. El monitor se vendería a un precio de \$4999 y se lanzaría en marzo de 2016, solo unos meses después. A fines de marzo, el monitor no se lanzó al mercado y Dell no habló sobre los motivos del retraso. Los informes sugirieron que Dell canceló el monitor porque la empresa no estaba satisfecha con la calidad de imagen del panel OLED, especialmente con la cantidad de variación de color que mostraba cuando miraba el monitor desde los lados. [224] El 13 de abril de 2017, Dell finalmente lanzó al mercado el monitor OLED UP3017Q a un precio de \$ 3499 (\$ 1500 menos que su precio original hablado de \$ 4999 en CES 2016). Además de la caída del precio, el monitor presentaba una frecuencia de actualización de 60 Hz y una relación





de contraste de 1 000 000:1. A partir de junio de 2017, el monitor ya no está disponible para su compra en el sitio web de Dell.

#### manzana

Apple comenzó a usar paneles OLED en sus relojes en 2015 y en sus computadoras portátiles en 2016 con la introducción de una barra táctil OLED en la MacBook Pro. [225] En 2017, Apple anunció la presentación de su décimo aniversario iPhone X con su propia pantalla OLED optimizada con licencia de Universal Display Corporation. [226] Con la excepción de la línea iPhone SE, todos los iPhone lanzados desde entonces también cuentan con pantallas OLED.

#### **Nintendo**

Un tercer modelo de Switch de Nintendo , un sistema de juego híbrido, cuenta con un panel OLED en lugar del panel LCD del modelo original . Anunciado en el verano de 2021, fue lanzado el 8 de octubre de 2021. [227]

# Investigación [editar]

En 2014, Mitsubishi Chemical Corporation (MCC), una subsidiaria de Mitsubishi Chemical Holdings, desarrolló un panel OLED con una vida útil de 30 000 horas, el doble que los paneles OLED convencionales. [228]

La búsqueda de materiales OLED eficientes ha sido ampliamente respaldada por métodos de simulación; es posible calcular propiedades importantes computacionalmente, independientemente de la entrada experimental, [229] [230] haciendo que el desarrollo de materiales sea más económico. El 18 de octubre de 2018, Samsung mostró su hoja de ruta de investigación en su Foro OLED de Samsung 2018. Esto incluía huella digital en pantalla (FoD), sensor debajo del panel (UPS), háptico en pantalla (HoD) y sonido en pantalla (SoD). [231]

Varios vendedores también están investigando cámaras con OLED (Cámaras con pantalla inferior). Según IHS Markit, Huawei se ha asociado con BOE, Oppo con China Star Optoelectronics Technology (CSOT), Xiaomi con Visionox. [232]

En 2020, investigadores de la Universidad Tecnológica de Queensland (QUT) propusieron usar cabello humano, que es una fuente de carbono y nitrógeno, para crear pantallas OLED. [233]

#### Véase también



Comparación de tecnología de pantalla

Pantalla de emisión de campo : tipo de pantalla

Pantalla plana: tecnología de visualización electrónica

Electrónica flexible : montaje de dispositivos electrónicos en sustratos de plástico flexible

Diodo emisor de luz orgánico flexible

Lista de tecnologías emergentes

Lista de fabricantes de pantallas planas

Electrónica molecular – Rama de la química y la electrónica

Transistor orgánico emisor de luz : forma de transistor que emite luz.

Electrónica impresa: dispositivos electrónicos creados por varios métodos de impresión.

Pantalla de puntos cuánticos : tipo de dispositivo de visualización





Procesamiento de rollo a rollo : método de impresión continuo que imprime directamente en un rollo de tela u otros materiales

Esquema de color claro sobre oscuro : tipo de esquema de color (modo oscuro)
Pantalla de emisor de electrones de conducción superficial - pantalla CRT
Pantalla LED
MicroLED
LED mini

## Lectura adicional

T. Tsujimura, *Fundamentos y aplicaciones de pantallas OLED*, serie Wiley-SID en tecnología de pantallas, Nueva York (2017). ISBN 978-1-119-18731-8.

P. Chamorro-Posada, J. Martín-Gil, P. Martín-Ramos, LM Navas-Gracia, *Fundamentos de la Tecnología OLED* (*Fundamentals of OLED Technology* ). Universidad de Valladolid, España (2008). ISBN 978-84-936644-0-4. Disponible en línea, con permiso de los autores, en la página web: Fundamentos de la Tecnología OLED

Kordt, Pascual; et al. (2015). "Modelado de diodos emisores de luz orgánicos: de propiedades moleculares a dispositivos". Materiales Funcionales Avanzados. **25** (13): 1955—

1971. doi: 10.1002/adfm.201403004. disco duro: 21.11116/0000-0001-6CD1-A. S2CID 18575622.

Shinar, Joseph (Ed.), *Dispositivos orgánicos emisores de luz: una encuesta*. Nueva York: Springer-Verlag (2004). ISBN 0-387-95343-4.

Hari Singh Nalwa (Ed.), *Manual de luminiscencia, materiales y dispositivos de visualización*, volumen 1–3. American Scientific Publishers, Los Ángeles (2003). ISBN 1-58883-010-1. Volumen 1: diodos orgánicos emisores de luz

Hari Singh Nalwa (Ed.), *Manual de electrónica orgánica y fotónica*, volumen 1–3. American Scientific Publishers, Los Ángeles (2008). ISBN 1-58883-095-0.

Müllen, Klaus (Ed.), Dispositivos orgánicos emisores de luz: síntesis, propiedades y aplicaciones. Wiley-VCH (2006). ISBN 3-527-31218-8

Yersin, Hartmut (Ed.), *OLED altamente eficientes con materiales fosforescentes*. Wiley-VCH (2007). ISBN 3-527-40594-1

Kho, Mu-Jeong, Javed, T., Mark, R., Maier, E. y David, C. (2008) 'Informe final: iluminación de estado sólido OLED: investigación europea de Kodak' MOTI (Gestión de tecnología e innovación) Proyecto, Judge Business School de la Universidad de Cambridge y Kodak European Research, Informe final presentado el 4 de marzo de 2008 en Kodak European Research en Cambridge Science Park, Cambridge, Reino Unido, páginas 1–12.

## Referencias

- ^ "EL orgánico I + D" . Laboratorio de Energía de Semiconductores . Consultado el 8 de julio de 2019 .
- ^ "¿Qué es EL orgánico?" . Idemitsu Kosan . Consultado el 8 de julio de 2019.
- ^ Kamtekar, KT; Monkman, AP; Bryce, Sr. (2010). "Avances recientes en dispositivos y materiales emisores de luz orgánica blanca (WOLED)". Materiales Avanzados. **22** (5): 572–582. Código

Bib: 2010AdM....22..572K. doi: 10.1002/adma.200902148. IDPM 20217752. S2CID 205234304.

^ D'Andrade, BW; Forrest, SR (2004). "Dispositivos emisores de luz orgánica blanca para iluminación de estado sólido". Materiales Avanzados . **16** (18): 1585–1595. Código

Bib: 2004AdM....16.1585D. doi: 10.1002/adma.200400684. S2CID 137230337.

- ^ Chang, Yi-Lu; Lu, Zheng-Hong (2013). "Diodos emisores de luz orgánicos blancos para iluminación de estado sólido". Revista de tecnología de visualización. **PP** (99):
- 1. Bibcode: 2013JDisT...9..459C. doi: 10.1109/JDT.2013.2248698. S2CID 19503009.





- ^ "PMOLED vs AMOLED: ¿cuál es la diferencia?" . Oled-info.com . Archivado desde el original el 20 de diciembre de 2016 . Consultado el 16 de diciembre de 2016 .
- ^ Pearsall, Thomas (2010). Photonics Essentials, 2ª edición . McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-162935-5. Archivado desde el original el 17 de agosto de 2021 . Consultado el 24 de febrero de 2021 .
- ^ "Un diagrama esquemático de la estructura multicapa de OLED | Descargar diagrama científico" . Consultado el 4 de marzo de 2022 .
- ^ "Esquemas de estructuras OLED con encapsulación [imagen] | EurekAlert! Science News" . Archivado desde el original el 17 de abril de 2021 . Consultado el 5 de enero de 2020 .
- A Bernanose, A.; Comte, M.; Vouaux, P. (1953). "Un nuevo método de emisión de luz por ciertos compuestos orgánicos". J. Chim. física **50**: 64. doi: 10.1051/jcp/1953500064.
- ^ Bernanose, A.; Vouaux, P. (1953). "Tipo de emisión de electroluminiscencia orgánica". J. Chim. física **\_ 50** : 261. doi : 10.1051/jcp/1953500261 .
- ^ Bernanose, A. (1955). "El mecanismo de la electroluminiscencia orgánica". J. Chim. física \_ **52** : 396. doi : 10.1051/jcp/1955520396 .
- ^ Bernanose, A. y Vouaux, P. (1955). "Relación entre electroluminiscencia orgánica y concentración de producto activo". J. Chim. física \_ **52** : 509.
- ^ Kallmann, H.; Papa, M. (1960). "Inyección de agujero positivo en cristales orgánicos". El Diario de Física Química . **32** (1): 300. Código Bib : 1960JChPh..32..300K . doi : 10.1063/1.1700925 .
- ^ Kallmann, H.; Papa, M. (1960). "Conductividad a granel en cristales orgánicos". naturaleza \_ **186** (4718): 31–33. Código Bib : 1960Natur.186...31K . doi : 10.1038/186031a0 . S2CID 4243929 .
- ^ Marcos, Pedro; Helfrich, Wolfgang (1962). "Corrientes limitadas de carga espacial en cristales orgánicos". Revista de Física Aplicada . **33** (1): 205. Bibcode : 1962JAP....33...205M . doi : 10.1063/1.1728487 .
- ^ Papa, M.; Kallmann, HP; Magnante, P. (1963). "Electroluminiscencia en Cristales Orgánicos". El Diario de Física Química . **38** (8): 2042. Código Bib : 1963JChPh..38.2042P . doi : 10.1063/1.1733929 .
- ^ Sano, Mizuka; Papa, Martín; Kallmann, Hartmut (1965). "Electroluminiscencia y Band Gap en Antraceno". El Diario de Física Química . **43** (8): 2920. Bibcode : 1965JChPh..43.2920S . doi : 10.1063/1.1697243 .
- ^ Helfrich, W.; Schneider, W. (1965). "Radiación de recombinación en cristales de antraceno". Cartas de revisión física . **14** (7): 229–231. Bibcode : 1965PhRvL..14..229H . doi : 10.1103/PhysRevLett.14.229 .
- ^ Gurnee, E. y Fernandez, R. "Fósforos electroluminiscentes orgánicos", Patente de EE. UU. 3.172.862 , Fecha de emisión: 9 de marzo de 1965
- ^ Comentarios: amigo y rival, Physics World, volumen 14, número 1
- ^ Partridge, Roger Hugh, "Fuentes de radiación" Patente de EE. UU. 3.995.299, Fecha de publicación: 30 de noviembre de 1976
- ^ Pantallas electrónicas de panel plano: un triunfo de la física, la química y la ingeniería, Philosophical Transactions of the Royal Society, volumen 368, número 1914
- ^ Perdiz, R (1983). "Electroluminiscencia de películas de polivinilcarbazol: 1. Cationes de carbazol". polímero \_ **24** (6): 733–738. doi : 10.1016/0032-3861(83)90012-5 .
- ^ Perdiz, R (1983). "Electroluminiscencia de películas de polivinilcarbazol: 2. Películas de polivinilcarbazol que contienen pentacloruro de antimonio". polímero \_ **24** (6): 739–747. doi : 10.1016/0032-3861(83)90013-7 .
- ^ Perdiz, R (1983). "Electroluminiscencia de películas de polivinilcarbazol: 3. Dispositivos electroluminiscentes". polímero **24** (6): 748–754. doi: 10.1016/0032-3861(83)90014-9.
- ^ Perdiz, R (1983). "Electroluminiscencia de películas de polivinilcarbazol: 4. Electroluminiscencia utilizando cátodos de mayor función de trabajo". polímero \_ **24** (6): 755–762. doi : 10.1016/0032-3861(83)90015-0 . ^Saltar a:<sup>ab</sup> Tang, CW; Vanslyke, SA (1987). "Diodos electroluminiscentes orgánicos". Letras de Física Aplicada. **51**(12): 913.Bibcode:1987ApPhL..51..913T. doi:10.1063/1.98799.
- ^Saltar a: Burroughes, JH; Bradley, DDC; Marrón, AR; Marcas, RN; Mackay, K.; Amigo, RH; Quemaduras, PL; Holmes, AB (1990). "Diodos emisores de luz basados en polímeros conjugados". naturaleza\_ **347**(6293): 539–541. Código Bib:1990Natur.347..539B. doi:10.1038/347539a0. S2CID43158308.





- ^ Burroughes, JH; Bradley, DD C; Marrón, A. R; Marcas, R. N; Mackay, K; Amigo, R.H; Burns, P. L.; Holmes, AB (1990). "Diodos emisores de luz basados en polímeros conjugados" . naturaleza \_ **347** (6293): 539—541. Código Bib : 1990Natur.347..539B . doi : 10.1038/347539a0 . S2CID 43158308 .
- ^ Consejo Nacional de Investigación (2015). La oportunidad de la electrónica flexible . Prensa de las Academias Nacionales. págs. 105–6. ISBN 978-0-309-30591-4.
- ^ Bobberto, Peter; Coehoorn, Reinder (septiembre de 2013). "Una mirada al interior de los OLED blancos" . Noticias de Eurofísica . **44** (5): 21–
- 25. Bibcode: 2013ENews..44e..21B. doi: 10.1051/epn/2013504. ISSN 0531-7479.
- ^ Kido, J.; Kimura, M.; Nagai, K. (3 de marzo de 1995). "Dispositivo electroluminiscente orgánico emisor de luz blanca multicapa" . ciencia \_ **267** (5202): 1332—
- **1334.** Bibcode: 1995Sci...267.1332K. doi: 10.1126/ciencia.267.5202.1332. ISSN 0036-8075. PMID 17812607. S2CID 22265451.
- ^ "Línea de producción OLED de rampa Sanyo, Kodak" . EEtimes.com . 6 de diciembre de 2001.
- ^ Cuña, Richard. "Pantalla OLED de demostración de Kodak, Sanyo" . Cnet.com . Consultado el 6 de octubre de 2019 .
- ^ Antoniadis, Homero. "Descripción general de la tecnología de visualización OLED" (PDF) . Ewh.ieee.org . ^Saltar a:<sup>a b c</sup> Sony XEL-1: El primer televisor OLED del mundo Archivadoel 5 de febrero de 2016 enWayback Machine, OLED-Info.com (17 de noviembre de 2008).
- ^ "Samsung Display renueva un acuerdo de licencia con UDC para patentes OLED" . Kipost.net (en coreano). 22 febrero 2018. Consultado el 10 de noviembre de 2019 .
- ^ "LG amplía pacto OLED con UDC" . Koreatimes.co.kr . 27 de enero de 2015. Consultado el 10 de noviembre de 2019 .
- ^ "JOLED comienza el envío comercial de los primeros paneles OLED de impresión del mundo" . Mundo de la electrónica impresa . 12 de diciembre de 2017 . Consultado el 28 de noviembre de 2019.
- ^ Raikes, Bob (8 de diciembre de 2017). "JOLED inicia envíos comerciales OLED imprimibles" . DisplayDaily.com . Consultado el 28 de noviembre de 2019.
- ^Saltar a:ab Kho, Mu-Jeong, Javed, T., Mark, R., Maier, E. y David, C. (2008)*Informe final: Iluminación de estado sólido OLED: investigación europea de Kodak*, MOTI (gestión de tecnología e innovación) ) Project, Judge Business School de la Universidad de Cambridge y Kodak European Research, Informe final presentado el 4 de marzo de 2008, en Kodak European Research en Cambridge Science Park, Cambridge, Reino Unido, págs. 1–12
- ^ Piromreun, Pongpun; Oh, Hwansool; Shen, Yu Long; Malliaras, George G.; Scott, J. Campbell; Brock, Phil J. (2000). "Papel de CsF en la inyección de electrones en un polímero conjugado". Letras de Física Aplicada . 77 (15): 2403. Bibcode : 2000ApPhl...77.2403P . Doi : 10.1063/1.1317547 .
- ^ D. Ammermann, A. Böhler, W. Kowalsky, *Diodos emisores de luz orgánicos multicapa para pantallas planas* Archivado el 26 de febrero de 2009 en Wayback Machine, Institut für Hochfrequenztechnik, TU Braunschweig, 1995.
- ^Saltar a:<sup>ab</sup> "Los diodos emisores de luz orgánicos basados en la arquitectura de heterounión graduada tienen una mayor eficiencia cuántica". Universidad de Minnesota. Archivado desdeel originalel 24 de marzo de 2012. Consultado el 31 de mayo de 2011.
- ^ Holmes, Russell; Erickson, N.; Lüssem, Björn; Leo, Karl (27 de agosto de 2010). "Dispositivos emisores de luz orgánicos de una sola capa altamente eficientes basados en una capa emisiva de composición graduada". Letras de Física Aplicada. **97** (1): 083308. Código
- Bib: 2010ApPhL..97a3308S. doi: 10.1063/1.3460285.
- ^ Lin Ke, Peng; Ramadas, K.; Carga, A.; Soo-Jin, C. (junio de 2006). "Dispositivo emisor de luz orgánico libre de óxido de indio y estaño". Transacciones IEEE en dispositivos de electrones. **53** (6): 1483–1486. Código Bib: 2006ITED...53.1483K. doi: 10.1109/TED.2006.874724. S2CID 41905870.
- ^ Carretero, SA; Angelopoulos, M.; Karg, S.; Brock, PJ; Scott, JC (1997). "Ánodos poliméricos para mejorar el rendimiento del diodo emisor de luz de polímero". Letras de Física Aplicada . **70** (16): 2067. Bibcode : 1997ApPhL..70.2067C . doi : 10.1063/1.118953 .





- ^ Amigo, RH; Gymer, RW; Holmes, AB; Burroughes, JH; Marcas, RN; Taliani, C.; Bradley, DDC; Santos, DADos; Brdas, JL; LGdlund, M.; Salaneck, WR (1999). "Electroluminiscencia en polímeros conjugados". naturaleza \_ **397** (6715): 121–128. Código
  Bib: 1999Natur.397..121F. doi: 10.1038/16393. S2CID 4328634.
- ^ "Los OLED espintrónicos podrían ser más brillantes y eficientes". Ingeniero (Edición en línea) : 1. 16 de julio de 2012.
- ^ Davids, PS; Kogan, Sh. METRO.; Parker, identificación; Smith, DL (1996). "Inyección de carga en diodos orgánicos emisores de luz: tunelización en materiales de baja movilidad" . Letras de Física Aplicada . **69** (15): 2270. Bibcode : 1996ApPhL..69.2270D . doi : 10.1063/1.117530 .
- ^ Anciana, BK; Campbell, IH; Davids, PS; Smith, DL (1998). "Inyección y transporte de carga en diodos emisores de luz orgánicos de una sola capa" . Letras de Física Aplicada . **73** (21): 3162. Bibcode : 1998ApPhL..73.3162C . doi : 10.1063/1.122706 .
- ^ Anciana, BK; Campbell, IH; Davids, PS; Smith, DL; Neef, CJ; Ferraris, JP (1999). "Física de dispositivos de diodos emisores de luz orgánicos de una sola capa" . Revista de Física Aplicada . **86** (10): 5767. Bibcode : 1999JAP....86.5767C . doi : 10.1063/1.371591 .
- ^ Jin, Yi; Xu, Yanbin; Qiao, Zhi; Peng, Junbiao; Wang, Baozheng; Cao, Derong (2010). "Mejora de las propiedades de electroluminiscencia de los copolímeros dopados con dicetopirrolopirrol rojo mediante unidades de oxadiazol y carbazol como colgantes". polímero \_ **51** (24): 5726—5733. doi: 10.1016/j.polímero.2010.09.046.
- ^ Sha, Bipin K.; Neckers, Douglas C.; Shi, Jianmin; Forsythe, Eric W.; Morton, David (1 de febrero de 2006). "Derivados de anantreno Como materiales emisores de azul para aplicaciones de diodos orgánicos emisores de luz" . Química de Materiales. 18 (3): 603–608. doi: 10.1021/cm052188x . ISSN 0897-4756 .
- ^ Zhang, Hui; Liu, Xiaochun; Gong, Yuxuan; Yu, Tianzhi; Zhao, Yuling (1 de febrero de 2021). "Síntesis y caracterización de derivados de cumarina basados en SFX para OLED" . Tintes y Pigmentos . **185** : 108969. doi : 10.1016/j.dyepig.2020.108969 . ISSN 0143-7208 . S2CID 228906688 .
- ^ Espiga, CW; Vanslyke, SA (1987). "Diodos electroluminiscentes orgánicos". Letras de Física Aplicada. **51** (12): 913. Código Bib: 1987ApPhL..51..913T. doi: 10.1063/1.98799.
- ^ Kho, Mu-Jeong, Javed, T., Mark, R., Maier, E. y David, C. (2008) Informe final: iluminación de estado sólido OLED: investigación europea de Kodak, MOTI (gestión de tecnología e innovación) Proyecto, Judge Business School de la Universidad de Cambridge y Kodak European Research, Informe final presentado el 4 de marzo de 2008, en Kodak European Research en Cambridge Science Park, Cambridge, Reino Unido, págs. 1–12 ^ Bellmann, E.; Shaheen, SE; Thayumanavan, S.; Barlow, S.; Grubbs, RH; Marder, SR; Kippelen,
- B.; Peyghambarian, N. (1998). "Nuevos polímeros que contienen triarilamina como materiales de transporte de orificios en diodos emisores de luz orgánicos: efecto de la estructura del polímero y el entrecruzamiento en las características del dispositivo". Química de Materiales . **10** (6): 1668–1676. doi : 10.1021/cm980030p .
- ^ Sato, Y.; Ichinosawa, S.; Kanai, H. (1998). "Características de funcionamiento y degradación de dispositivos electroluminiscentes orgánicos". Revista IEEE de temas seleccionados en electrónica cuántica. **4** (1): 40–48. Código Bib: 1998IJSTQ...4...40S. doi: 10.1109/2944.669464.
- ^ Jóvenes, Ralph H.; Tang, Ching W.; Marchetti, Alfred P. (4 de febrero de 2002). "Extinción de la fluorescencia inducida por corriente en diodos orgánicos emisores de luz" . Letras de Física Aplicada. **80** (5): 874–876. Bibcode : 2002ApPhL..80..874Y . doi : 10.1063/1.1445271 . ISSN 0003-6951 .
- ^ Duarte, FJ; Liao, LS; Vaeth, KM (2005). "Características de coherencia de los diodos emisores de luz orgánicos en tándem excitados eléctricamente". Cartas de óptica . **30** (22): 3072–4. Código Bib : 2005OptL...30.3072D . doi : 10.1364/OL.30.003072 . PMID 16315725 .
- ^ Duarte, FJ (2007). "Semiconductores orgánicos excitados eléctricamente coherentes: visibilidad de interferogramas y ancho de línea de emisión". Cartas de óptica . **32** (4): 412–4. Código Bib : 2007OptL...32..412D . doi : 10.1364/OL.32.000412 . PMID 17356670 .
- ^ Sinopsis: un diodo emisor de luz de una sola molécula Archivado el 30 de enero de 2014 en Wayback Machine , Física, 28 de enero de 2014





- ^ Los investigadores desarrollan el primer LED de una sola molécula Archivado el 21 de febrero de 2014 en Wayback Machine, Photonics Online, 31 de enero de 2014
- ^ Hebner, TR; Wu, CC; Marcy, D.; Lu, MH; Sturm, JC (1998). "Impresión por chorro de tinta de polímeros dopados para dispositivos orgánicos emisores de luz". Letras de Física Aplicada . **72** (5): 519. Bibcode : 1998ApPhL..72..519H . doi : 10.1063/1.120807 .
- ^ Bharatán, Jayesh; Yang, Yang (1998). "Dispositivos electroluminiscentes de polímero procesados por impresión de inyección de tinta: I. Logotipo emisor de luz de polímero". Letras de Física Aplicada . **72** (21): 2660. Bibcode : 1998Apphl...72.2660B . doi : 10.1063/1.121090 .
- ^ Heeger, AJ (1993) en WR Salaneck, I. Lundstrom, B. Ranby, *Polímeros conjugados y materiales relacionados*, Oxford, 27–62. ISBN 0-19-855729-9
- ^ Kiebooms, R.; Menón, R.; Lee, K. (2001) en HS Nalwa, *Handbook of Advanced Electronic and Photonic Materials and Devices Volume 8*, Academic Press, 1–86.
- ^ Wagaman, Miguel; Grubbs, Robert H. (1997). "Síntesis de homo y copolímeros de PNV por una ruta de precursor ROMP". Metales sintéticos . **84** (1–3): 327–328. doi : 10.1016/S0379-6779(97)80767-9 .
- ^ Wagaman, Miguel; Grubbs, Robert H. (1997). "Síntesis de poli (1,4-fenilenvinilenos) orgánicos y solubles en agua que contienen grupos carboxilo: polimerización viva por metátesis con apertura de anillo (ROMP) de 2,3-dicarboxibarrelenes". Macromoléculas . **30** (14): 3978–3985. Código Bib : 1997MaMol..30.3978W . doi : 10.1021/ma9701595 .
- ^ Pu, Lin; Wagaman, Michael; Grubbs, Robert H. (1996). "Síntesis de poli (1,4-naftilenovinilenos): polimerización por metátesis de benzobarrelenos". Macromoléculas. **29** (4): 1138-1143. Código Bib: 1996MaMol..29.1138P. doi: 10.1021/ma9500143.
- ^ Fallahi, Afsoon; Alahbakhshi, Masoud; Mohajerani, Ezeddin; Afshar Taromi, Faramarz; Mohebbi, Ali Reza; Shahinpoor, Mohsen (11 de junio de 2015). "Polielectrolitos conjugados solubles en agua catiónicos/nanocompuestos de óxido de grafeno como capas eficientes de inyección de agujeros verdes en diodos orgánicos emisores de luz" . La Revista de Química Física C . 119 (23): 13144—13152. doi: 10.1021/acs.jpcc.5b00863 . ISSN 1932-7447 .
- ^Saltar a:<sup>ab</sup> Yang, Xiaohui; Neher, Dieter; Hertel, Dirk; Daubler, Thomas (2004). "Dispositivos electrofosforescentes de polímero de una sola capa altamente eficientes". Materiales Avanzados. **16**(2): 161–166. Código Bib:2004AdM....16..161Y. doi:10.1002/adma.200305621. S2CID97006074.
- ^Saltar a:<sup>ab</sup> Baldo, MA; O'Brien, DF; tú, Y.; Shoustikov, A.; Sibley, S.; Thompson, ME; Forrest, SR (1998). "Emisión fosforescente altamente eficiente de dispositivos electroluminiscentes orgánicos". naturaleza\_ **395**(6698): 151–154. Código
- Bib:1998Natur.395..151B. doi:10.1038/25954. S2CID4393960.
- ^Saltar a: <sup>a</sup> Baldo, MA; Lamansky, S.; Madrigueras, PE; Thompson, ME; Forrest, SR (1999). "Dispositivos emisores de luz orgánicos verdes de muy alta eficiencia basados en electrofosforescencia". Letras de Física Aplicada. **75**(1): 4.Código Bib:1999ApPhL..75....4B. doi:10.1063/1.124258.
- ^ Adachi, C.; Baldó, MA; Thompson, ME; Forrest, SR (2001). "Eficiencia de fosforescencia interna de casi el 100% en un dispositivo orgánico emisor de luz". Revista de Física Aplicada . **90** (10): 5048. Bibcode : 2001JAP....90.5048A . doi : 10.1063/1.1409582 .
- ^ Singh, Madhusudan; Chae, Hyun Sik; Froehlich, Jesse D.; Kondo, Takashi; Li, Sheng; Mochizuki, Amane; Jabbour, Ghassan E. (2009). "Electroluminiscencia de silsesquioxanos oligoméricos poliédricos estrellados impresos". Materia blanda . **5** (16):
- 3002. Bibcode: 2009SMat....5.3002S. doi: 10.1039/b903531a.
- ^ Un, Dong; Liu, Hongli; Wang, Shirong; Li, Xianggao (15 de abril de 2019). "Modificación de ánodos ITO con monocapas autoensambladas para mejorar la inyección de huecos en OLEDs" . Letras de Física Aplicada . 114 (15): 153301. Código Bib : 2019ApPhL.114o3301A . doi : 10.1063/1.5086800 . ISSN 0003-6951 . S2CID 145936584 .
- ^ Gil, Tae Hyun; mayo, cristiano; Scholz, Sebastián; Franke, Sebastián; Toerker, Michael; Lakner, Huberto; Leo, Carlos; Keller, Stefan (febrero de 2010). "Origen de los daños en OLED por deposición de electrodo superior de





Al por pulverización catódica de magnetrón de CC". Electrónica Orgánica. **11** (2): 322–331. doi: 10.1016/j.orgel.2009.11.011.

- ^ Estoy, Jung Hyuk; Kang, Kyung-Tae; Lee, Sang Ho; Hwang, junio joven; Kang, Heuiseok; Cho, Kwan Hyun (1 de junio de 2016). "Película de bicapa de Al/Ag de tipo voluminoso debido a la supresión de la resonancia de plasmones superficiales para diodos emisores de luz orgánicos de alta transparencia" . Electrónica Orgánica . 33 : 116–120. doi : 10.1016/j.orgel.2016.03.002 . ISSN 1566-1199 .
- ^ Mizuno, K.; Ono, S.; Shibata, Y. (agosto de 1973). "Dos interacciones de modo diferente en un tubo de electrones con un resonador Fabry-Perot-The Ledatron" . Transacciones IEEE en dispositivos de electrones . **20** (8): 749—752. Bibcode : 1973ITED...20..749M . doi : 10.1109/T-ED.1973.17737 . ISSN 0018-9383 .
- ^ Chen, Shufen; Deng, Lingling; Xie, junio; peng, ling; Xie, Linghai; Abanico, Quli; Huang, Wei (7 de diciembre de 2010). "Desarrollos recientes en diodos emisores de luz orgánicos de alta emisión" . Materiales Avanzados . 22 (46): 5227–5239. Código
- Bib: 2010AdM....22.5227C. doi: 10.1002/adma.201001167. PMID 20842657. S2CID 23703980.
- ^ Ishibashi, Tadashi; Yamada, Jiro; Hirano, Takashi; Iwase, Yuichi; Sato, Yukio; Nakagawa, Ryo; Sekiya, Mitsunobu; Sasaoka, Tatsuya; Urabe, Tetsuo (25 de mayo de 2006). "Pantalla de diodo emisor de luz orgánica de matriz activa basada en la tecnología "Super Top Emission"" . Revista japonesa de física aplicada. **45** (5B): 4392–4395. Código Bib: 2006JaJAP..45.4392I . doi: 10.1143/JJAP.45.4392 . ISSN 0021-4922 . S2CID 121307571 .
- ^ US 5986401, Mark E. Thompson, Stephen R. Forrest, Paul Burrows, "Pantalla de dispositivo emisor de luz orgánica transparente de alto contraste", publicado el 16 de noviembre de 1999
- ^ "Tiroteo de tecnología de pantalla de TV OLED de LG" . Archivado desde el original el 16 de enero de 2017. Consultado el 1 de marzo de 2017 .
- ^ Chu, Ta-Ya; Chen, Jenn-Fang; Chen, Szu-Yi; Chen, Chao-Jung; Chen, Chin H. (2006). "Dispositivos emisores de luz orgánicos de emisión de fondo invertido altamente eficientes y estables". Letras de Física Aplicada . **89** (5): 053503. Bibcode : 2006ApPhL..89e3503C . doi : 10.1063/1.2268923 .
- ^ "Pantalla avanzada" . Salomón Systech Limited . Consultado el 24 de agosto de 2020 .
- ^ Takatoshi, Tsujimura (3 de abril de 2017). Fundamentos y aplicaciones de la pantalla OLED (2 ed.). Nueva York: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-1-119-18731-8.
- ^ "Máscaras de metal fino para pantallas OLED | División de electrónica de Toppan Printing Co., Ltd." . Toppan.co.jp .
- ^ "V-Technology para comenzar a producir máscaras de metal fino OLED de próxima generación, adquiere el fabricante de iluminación OLED Lumiotec" . **Oled-info.com** .
- ^ "V-technology adquiere Lumiotec; establece una subsidiaria para desarrollar tecnología de deposición y máscara OLED 19 de febrero de 2018" . Asociación OLED .
- ^ "OLED: Sistema de producción de volumen pequeño a mediano | Productos | Productos y servicios" . Corporación Canon Tokki .
- ^Saltar a:ab "Tecnología distintiva de Canon Tokki | Acerca de OLED | Productos y servicios". Corporación Canon Tokki.
- ^ "OLEDON desarrolló una tecnología de máscara de sombra de 0,38 um que permite 2250 PPI" . Oled-info.com .
- ^ T Tsujimura (1 de octubre de 2009). "TV AMOLED DE GRAN TAMAÑO MEDIANTE TECNOLOGÍAS "ESCALABLES"". Simposio OLED 2009. doi: 10.13140/RG.2.2.23845.81122.
- ^ Liu, Jie; Lewis, Larry N.; Duggal, Anil R. (2007). "Materiales de transporte de carga fotoactivados y modelables y su uso en dispositivos orgánicos emisores de luz". Letras de Física Aplicada . **90** (23): 233503. Bibcode : 2007ApPhL..90w3503L . doi : 10.1063/1.2746404 .
- ^ Boroson, Michael; Tutt, Lee; Nguyen, Kelvin; Preuss, Don; Culver, Myron; Phelan, Giana (2005). "16.5L: Late-News-Paper: Patrón de color OLED sin contacto por transferencia de sublimación inducida por radiación (RIST)". Compendio de documentos técnicos del simposio SID . **36**:
- 972. doi: 10.1889/1.2036612. S2CID 135635712.





- A.; Acierno, D.; Grassia, L. (2010). Grabado por inyección de tinta de superficies poliméricas para fabricar microestructuras para aplicaciones OLED. V CONGRESO INTERNACIONAL DE TIEMPOS DE POLÍMEROS (TOP) Y COMPOSITES. Actas de la conferencia AIP. Actas de la conferencia AIP. vol. 1255. págs. 104–106. Código Bib: 2010AIPC.1255..104G. doi: 10.1063/1.3455544.
- ^ Enramada, CA; Ménard, E.; Bonafede, S.; Hamer, JW; Cok, RS (2011). "Circuitos integrados de microescala impresos por transferencia para backplanes de pantalla de alto rendimiento". Transacciones IEEE sobre componentes, empaque y tecnología de fabricación . 1 (12): 1916-

1922. doi: 10.1109/TCPMT.2011.2128324. S2CID 22414052.

- ^ "CPT e imec demuestran un patrón OLED de 1250 PPI mediante un proceso de fotolitografía" . Oled-info.com.
- ^ Sasaoka, Tatsuya; Sekiya, Mitsunobu; Yumoto, Akira; Yamada, Jiro; Hirano, Takashi; Iwase, Yuichi; Yamada, Takao; Ishibashi, Tadashi; Mori, Takao; Asano, Mitsuru; Tamura, Shinichiro; Urabe, Tetsuo (2001). "24,4 l: papel de última hora: una pantalla AM-OLED de 13,0 pulgadas con estructura de emisión superior y circuito de píxel programado (TAC) en modo de corriente adaptable". Compendio de documentos técnicos del simposio SID . 32: 384. doi: 10.1889/1.1831876 . S2CID 59976823 .
- ^ Tsujimura, T.; Kobayashi, Y.; Murayama, K.; Tanaka, A.; Moroka, M.; Fukumoto, E.; Fujimoto, H.; Sekine, J.; Kanoh, K.; Takeda, K.; Miwa, K.; Asano, M.; Ikeda, N.; Kohara, S.; Ono, S.; Chung, CT; Chen, RM; Chung, JW; Huang, CW; Guo, HR; Yang, CC; Hsu, CC; Huang, HJ; Riess, W.; Riel, H.; Karg, S.; Beierlein, T.; Gundlach, D.; Alvarado, S.; et al. (2003). "4.1: una pantalla OLED de 20 pulgadas impulsada por tecnología de silicio súper amorfo". Compendio de documentos técnicos del simposio SID . 34: 6. doi: 10.1889/1.1832193. S2CID 135831267.
- ^ Pardo, Dino A.; Jabbour, GE; Peyghambarian, N. (2000). "Aplicación de la serigrafía en la fabricación de dispositivos orgánicos emisores de luz". Materiales Avanzados . **12** (17): 1249–1252. doi : 10.1002/1521-4095(200009)12:17<1249::AID-ADMA1249>3.0.CO;2-Y .
- ^ Malcom Owen (2018). "MicroLED frente a TFT y OLED: por qué Apple está interesada en la nueva tecnología de visualización para el futuro iPhone o Apple Watch".
- ^ Gustafsson, G.; Cao, Y.; Treacy, GM; Klavetter, F.; Colaneri, N.; Heeger, AJ (1992). "Diodos emisores de luz flexibles hechos de polímeros conductores solubles". Naturaleza \_ **357** (6378): 477–479. Código Bib: 1992Natur.357..477G. doi: 10.1038/357477a0. S2CID 4366944.
- ^ "Comparación de OLED y LCD" . Fraunhofer IAP: Investigación OLED. 18 de noviembre de 2008. Archivado desde el original el 4 de febrero de 2010 . Consultado el 25 de enero de 2010.
- ^ Zhang, Mingxiao; Chen, Z.; Xiao, L.; Qu, B.; Gong, Q. (18 de marzo de 2013). "Diseño óptico para mejorar las propiedades ópticas de los diodos emisores de luz orgánicos de alta emisión". Revista de Física Aplicada . 113 (11): 113105–113105–5. Código Bib : 2013JAP...113k3105Z . doi : 10.1063/1.4795584 .
- ^ "LG 55EM9700" . 2 de enero de 2013. Archivado desde el original el 15 de enero de 2015. Consultado el 14 de enero de 2015 .
- ^ "¿Por qué algunos OLED tienen desenfoque de movimiento?" . Blur Busters Blog (basado en el trabajo de investigación de Microsoft). 15 de abril de 2013. Archivado desde el original el 3 de abril de 2013 . Consultado el 18 de abril de 2013.
- ^ "Vida útil estimada de OLED TV más corta de lo esperado". HDTV Info Europa. Hdtvinfo.eu (2008-05-08).
- ^ Manual del monitor HP. CCFL-LCD retroiluminado. Página 32 . Webcitation.org. Consultado el 4 de octubre de 2011.
- ^ Manual del monitor Viewsonic. LCD con retroiluminación LED . Webcitation.org. Consultado el 4 de octubre de 2011.
- ^ Phatak, Radhika. "Dependencia del crecimiento de manchas oscuras en la adhesión interfacial orgánica/cátodo en dispositivos orgánicos emisores de luz" (PDF) . UWSpaceuwaterloo.ca . Universidad de Waterloo. pag. 21 . Consultado el 22 de abril de 2019.
- ^ "LG: la vida útil del televisor OLED ahora es de 100 000 horas FlatpanelsHD" . Flatpanelshd.com .
- ^ "¿HDR matará su televisor OLED?" . TechHive.com . 27 de junio de 2018.





- ^ "Copia archivada" (PDF) . Energía.gov. Archivado desde el original (PDF) el 26 de febrero de 2017. Consultado el 15 de enero de 2022.
- ^ La energía absorbida por un material se libera en forma de fotones. Generalmente estos fotones contienen la misma o menor energía que los inicialmente absorbidos. Este efecto es cómo los LED crean luz.
- ^ Kondakov, D; Lenhart, W.; Nochols, W. (2007). "Degradación operativa de diodos emisores de luz orgánicos: mecanismo e identificación de productos químicos". Revista de Física Aplicada. **101** (2): 024512–024512–7. Código Bib: 2007JAP...101b4512K. doi: 10.1063/1.2430922.
- ^ "¿Se duplicó la vida útil de OLED?" HDTV Info Europa. Hdtvinfo.eu (2008-01-25).
- ^ Toshiba y Panasonic doble vida útil de OLED, 25 de enero de 2008, Toshiba y Panasonic doble vida útil de OLED
- ^ Cambridge Display Technology , Cambridge Display Technology y Sumation anuncian fuertes mejoras de por vida en el material P-OLED (Polymer OLED); Blue P-OLED Materials Hit 10,000 Hour Lifetime Milestone at 1,000 cd/sq.m , 26 de marzo de 2007. Consultado el 11 de enero de 2011. Archivado el 26 de diciembre de 2010 en Wayback Machine.
- ^ "OLED Lifetime: introducción y estado del mercado | OLED-Info" . Oled-info.com. Consultado el 18 de abril de 2019 .
- ^Saltar a: "Encapsulación OLED". Saesgetters.com.
- ^ "Sistemas de producción OLED: ELVESS" (PDF). Tokki.canon . Consultado el 5 de marzo de 2022 .
- ^ "Impresión de pantallas OLED: ¿ha llegado finalmente su momento?" . Idtechex.com . 27 de febrero de 2019.
- ^ "Impresión de chorro de tinta OLED: introducción y estado del mercado" . Oled-info.com .
- ^ "¿Es la impresión de inyección de tinta la respuesta a los desafíos de producción de OLED?" . Sistemas de visión radiante . 29 de julio de 2019.
- ^ "Encapsulación OLED: introducción y estado del mercado | OLED-Info" . Oled-info.com.
- ^ "Esta es la razón por la que creemos que los Galaxy Fold están fallando" . iFixit.com . 23 de abril de 2019.
- ^ "OLED sin edad". Archivado desde el original el 8 de septiembre de 2007. Consultado el 16 de noviembre de 2009.
- ^ Fallahi, Afsoon; Afshar Taromi, Faramarz; Mohebbi, Alireza; D. Yuen, Jonathan; Shahinpoor, Mohsen (2014). "Un nuevo polímero ambipolar: desde transistores orgánicos de película delgada hasta diodos emisores de luz azul estables al aire mejorados". Revista de Química de Materiales C . 2 (32): 6491. doi: 10.1039/c4tc00684d.
- ^ Shen, Jiun Yi; Lee, Chung Ying; Huang, Tai-Hsiang; Lin, Jiann T.; Tao, Yu-Tai; Chien, Chin-Hsiung; Tsai, Chiitang (2005). "Materiales emisores de azul de alta Tg para dispositivos electroluminiscentes". Revista de Química de Materiales. **15** (25): 2455. doi: 10.1039/b501819f.
- ^ Kim, Seul Ong; Lee, Kum Hee; Kim, Gu Young; Seo, Ji Hoon; Kim, joven Kwan; Yoon, Seung Soo (2010). "Un OLED fluorescente azul profundo altamente eficiente basado en materiales emisores que contienen difenilaminofluorenilestireno". Metales sintéticos. **160** (11–12): 1259–1265. doi: 10.1016/j.synthmet.2010.03.020.
- ^ Wong MY, Hedley GJ, Xie G., Kölln L. S, Samuel IDW, Pertegaś A., Bolink HJ, Mosman-Colman, E., "Células electroquímicas emisoras de luz y diodos orgánicos emisores de luz procesados en solución usando pequeños emisores de fluorescencia retardada térmicamente activados orgánicos de molécula", *Chemistry of Materials*, vol. 27, núm. 19, págs. 6535–6542, doi: 10.1021/acs.chemmater.5b03245
- ^ Zhang, Hui; Liu, Xiaochun; Gong, Yuxuan; Yu, Tianzhi; Zhao, Yuling (1 de febrero de 2021). "Síntesis y caracterización de derivados de cumarina basados en SFX para OLED" . Tintes y Pigmentos . **185** : 108969. doi : 10.1016/j.dyepiq.2020.108969 . ISSN 0143-7208 . S2CID 228906688 .
- A Han, Jianmei; Huang, Zhongyan; Miao, Jingsheng; Qiu, Yuntao; Xie, Ziyang; Yang, Chuluo (2022). "Emisión azul de banda estrecha con insensibilidad a la concentración de dopaje de un emisor TADF basado en triarilboro con puente de oxígeno: OLED no dopados con una alta eficiencia cuántica externa de hasta el 21,4%" . Ciencias Químicas . 13 (12): 3402–3408. doi : 10.1039/D2SC00329E . ISSN 2041-6520 . PMC 8943898 . PMID 35432872 .





- ^ "Kyulux firma acuerdos JDA con SDC y LGD: tiene como objetivo tener emisores TADF / HF listos para el comercio para mediados de 2019 | OLED-Info" .
- ^ "Cynora presentará su último emisor TADF azul en la conferencia de la Cumbre Mundial OLED | OLED-Info" .
- ^ "El proceso de sellado OLED reduce la intrusión de agua y aumenta la vida útil" . Noticias de investigación tecnológica de Georgia . 23 de abril de 2008. Archivado desde el original el 8 de Julio de 2008.
- ^ "DisplayMate: la pantalla GS5 es la mejor pantalla móvil de la historia, superando a todos los paneles OLED y LCD anteriores" . Oled-info.com . Archivado desde el original el 3 de abril de 2014.
- ^ Stokes, Jon. (11 de agosto de 2009) Este septiembre, OLED ya no "de tres a cinco años de distancia". Archivado el 25 de enero de 2012 en Wayback Machine . Arstechnica.com. Consultado el 4 de octubre de 2011.
- ^ "Equipo de fabricación" . Oled-info.com .
- ^ Alpeev, Pavel; Taniguchi, Takako (24 de abril de 2017). "Por delante del próximo iPhone, Idemitsu Kosan lidera el camino después de desarrollar la pantalla OLED" . El Japan Times en línea . ISSN 0447-5763 . Consultado el 31 de mayo de 2018.
- ^ Alpeev, Pavel; Amano, Takashi (21 de diciembre de 2016). "La búsqueda de Apple de mejores pantallas de iPhone conduce a los campos de arroz de Japón" . Bloomberg.com . Consultado el 31 de mayo de 2018 .
- ^ "Empresas de materiales OLED" . Oled-info.com.
- ^ "Preguntas y respuestas de OLED-Info con Toshiki Mizoe, gerente de ventas en el extranjero, Tokki Corporation" . Oled-info.com .
- ^Saltar a:<sup>ab</sup> Nguyen, Tuan C. (5 de enero de 2015). "Lo que necesitas saber sobre la iluminación OLED". El Correo de Washington . ISSN0190-8286. Consultado el 22 de septiembre de 2017.
- ^ Michael Kanellos, "La puesta en marcha crea láminas de luz flexibles", CNet News.com, 6 de diciembre de 2007. Consultado el 20 de julio de 2008.
- ^ "Philips Lumiblade" . Lumiblade.com. 9 de agosto de 2009. Consultado el 17 de agosto de 2009.
- ^ Controlador de borde de sesión Archivado el 10 de Julio de 2012 en Wayback Machine . Tmcnet.com (2011-09-13). Consultado el 12 de noviembre de 2012.
- ^ Noticias electrónicas, OLED que reemplazan las pantallas LCD en teléfonos móviles Archivado el 11 de octubre de 2016 en Wayback Machine, 7 de abril de 2005. Consultado el 5 de septiembre de 2016.
- ^ "HTC abandona la pantalla AMOLED de Samsung por las Super LCD de Sony" . Tiempos de Negocios Internacionales . 26 de Julio de 2010. Archivado desde el original el 1 de octubre de 2011. Consultado el 30 de Julio de 2010
- ^ "Google Nexus S contará con Super Clear LCD en Rusia (y probablemente también en otros países)" . UnwiredView.com. 7 de diciembre de 2010. Archivado desde el original el 10 de diciembre de 2010. Consultado el 8 de diciembre de 2010.
- ^ "ANWELL: mayor beneficio, mayores márgenes en el futuro" . nextinsight.com. 15 de agosto de 2007. Archivado desde el original el 21 de marzo de 2012. Consultado el 27 de agosto de 2010.
- ^ "AUO" . OLED-Info.com. 21 de febrero de 2012. Archivado desde el original el 24 de enero de 2012.
- ^ "Chi Mei EL (CMEL)" . OLED-Info.com. Archivado desde el original el 5 de enero de 2016.
- ^ "LG OLED". OLED-Info.com. Archivado desde el original el 31 de enero de 2016.
- ^ "Empresas OLED" . OLED-info.com. Archivado desde el original el 21 de febrero de 2016.
- ^ "DuPont crea 50" OLED en menos de 2 minutos" . tomsguide.com. Archivado desde el original el 20 de mayo de 2010. Consultado el 10 de junio de 2010.
- ^ "DuPont ofrece tecnología OLED escalable para televisión" . www2.dupont.com. 12 de mayo de 2010. Archivado desde el original el 20 de mayo de 2010. Consultado el 12 de mayo de 2010 .
- ^ OLED-Info.com, Kodak firma un acuerdo de licencia cruzada OLED Archivado el 7 de julio de 2007 en Wayback Machine . Consultado el 14 de marzo de 2008.
- ^ "OLED flexible | Información OLED" . Oled-info.com . Archivado desde el original el 11 de marzo de 2017 . Consultado el 25 de marzo de 2017 .
- ^ "Samsung Galaxy X: la historia del teléfono plegable de Samsung hasta ahora" . TechRadar. Archivado desde el original el 30 de enero de 2017 . Consultado el 25 de marzo de 2017 .





- ^ "El fabricante de pantallas Royole muestra el 'primer teléfono inteligente R' del mundo" . Elinquirer net . 1 de noviembre de 2018. Archivado desde el original el 1 de noviembre de 2018 . Consultado el 27 de noviembre de 2019.
- ^ Warren, Tom (20 de febrero de 2019). "El teléfono plegable de Samsung es el Galaxy Fold de \$1,980" . Theverge.xom . Consultado el 16 de agosto de 2019 .
- ^ Frumusanu, Andrei. "Huawei lanza el Mate X: plegable en una nueva dirección" . Anandtech.com . Consultado el 16 de agosto de 2019 .
- ^ Yeung, Federico (27 de febrero de 2019). "BOE Technology: la empresa detrás del teléfono plegable Huawei Mate X" . medio.com . Consultado el 16 de agosto de 2019 .
- ^ "CHUNGHWA PICTURE TUBES, LTD. intro\_Tech" . Archivo.ph . 23 de diciembre de 2019. Archivado desde el original el 23 de diciembre de 2019.
- ^ Cherenack, Cunegunda; Van Os, K.; Pieterson, L. (abril de 2012). "Los textiles fotónicos inteligentes empiezan a tejer su magia". Mundo del enfoque láser . **48** (4): 63.
- ^ "OLED en pantalla NOVALED | Creando la revolución OLED" . Novaled.com . Consultado el 27 de noviembre de 2019 .
- ^ "OLED: nueva estrella de la pequeña pantalla" . PCWorld.com . 1 de marzo de 2005 . Consultado el 27 de noviembre de 2019 .
- ^ "Historia de la empresa en inglés" (PDF) . Yazaki-europe.com . Consultado el 5 de marzo de 2022 .
- ^ "Los OLED ahora iluminan los automóviles, dice el informe -
- ExtremeTech". Extremetech.com. Consultado el 27 de noviembre de 2019.
- ^ "Samsung SDI : el fabricante de pantallas OLED más grande del mundo" . Oled-info.com. Archivado desde el original el 22 de junio de 2009 . Consultado el 17 de agosto de 2009.
- ^ "Samsung, LG en lucha legal por fuga de cerebros" . El Tiempo de Corea . 17 de julio de
- 2010. Archivado desde el original el 21 de julio de 2010 . Consultado el 30 de julio de 2010 .

  ^Saltar a: "Frost & Sullivan reconoce a Samsung SDI por su liderazgo en el mercado de pantallas OLED |

  Francostro está sullo en PNET!" Findentiales como 17 de julio de 2008. Archivado desde el está julio de 2008.

Encuentre artículos en BNET". Findarticles.com. 17 de julio de 2008. Archivado desdeel originalel 22 de mayo de 2009. Consultado el 17 de agosto de 2009.

- ^ "El OLED de 21 pulgadas más grande del mundo para televisores de Samsung" . Physorg.com. 4 de enero de 2005. Archivado desde el original el 12 de enero de 2009. Consultado el 17 de agosto de 2009 .
- ^ Robischon, Noah (9 de enero de 2008). "El OLED de 31 pulgadas de Samsung es el más grande y delgado hasta ahora: AM-OLED" . Gizmodo.com . Archivado desde el original el 10 de agosto de 2009 . Consultado el 17 de agosto de 2009 .
- ^ Ricker, Thomas (16 de mayo de 2008). "El concepto de portátil OLED de 12,1 pulgadas de Samsung nos hace desmayar" . Engadget.com . Archivado desde el original el 7 de octubre de 2009 . Consultado el 17 de agosto de 2009 .
- ^ "Samsung: portátiles OLED en 2010" . TrustedReviews.com . Archivado desde el original el 16 de abril de 2009 . Consultado el 17 de agosto de 2009 .
- ^Saltar a:<sup>a</sup> Takuya Otani; Nikkei Electronics (29 de octubre de 2008). "[FPDI] Samsung presenta el panel OLED 'Flapping' de 0,05 mm ¡Tecnología en marcha!" . Techon.nikkeibp.co.jp. Archivadodesde el original el 27 de noviembre de 2008. Consultado el 17 de agosto de 2009.
- ^ "LG ha lanzado el televisor OLED más grande del mundo, cuenta con una pantalla 8K de 88 pulgadas" . 5 de mayo de 2020.
- ^ "Samsung presenta la primera y más grande computadora portátil OLED transparente del mundo en CES" . 7 de enero de 2010. Archivado desde el original el 11 de enero de 2010.
- ^ "CES: Samsung muestra una pantalla OLED en una tarjeta fotográfica" . 7 de enero de 2010. Archivado desde el original el 20 de diciembre de 2011 . Consultado el 10 de enero de 2010.
- ^ "Pantalla Samsung Super AMOLED Plus anunciada" . Archivado desde el original el 9 de enero de 2011 . Consultado el 6 de enero de 2011 .





- ^ Clark, Shaylin (12 de enero de 2012). "CES 2012 OLED TV de Samsung gana premios" . WebProNoticias. Archivado desde el original el 24 de noviembre de 2012. Consultado el 3 de diciembre de 2012 .
- ^ Rougeau, Michael (2013-01-08). El televisor OLED curvo de Samsung ofrece una experiencia "similar a IMAX". Archivado el 11 de enero de 2013 en Wayback Machine. Techradar. Consultado el 08-01-2013.
- ^ Boylan, Chris (13 de agosto de 2013). "Saca tu OLED: Samsung KN55S9C OLED TV disponible ahora por \$ 8999.99" Archivado el 17 de agosto de 2013 en Wayback Machine . Gran Imagen Gran Sonido. Consultado el 13 de agosto de 2013.
- ^ Alex Lane (6 de septiembre de 2013). "Video de John Lewis TV Gallery: 4K y OLED de Samsung, Sony, LG y Panasonic" . Recombu. Archivado desde el original el 27 de septiembre de 2013 . Consultado el 26 de septiembre de 2013 .
- ^ Sam Byford (8 de octubre de 2013). "Galaxy Round de Samsung es el primer teléfono con una pantalla curva" . Theverge.com . Vox Media, Inc. Archivado desde el original el 9 de noviembre de 2013 . Consultado el 10 de noviembre de 2013 .
- ^ "Los nuevos televisores 2022 de Samsung están aquí, incluido su primer OLED en casi una década" . CNN subrayado . 31 de marzo de 2022 . Consultado el 20 de abril de 2022 .
- ^ Welch, Chris (4 de abril de 2022). "Vi el primer televisor QD-OLED de Samsung y es impresionante" . El Borde . Consultado el 20 de abril de 2022.
- ^ "Clie PEG-VZ90 de Sony: ¿la Palm más cara del mundo?" . Engadget.com . 14 de septiembre de 2004. Archivado desde el original el 9 de febrero de 2010 . Consultado el 30 de Julio de 2010.
- ^ "Página de la comunidad MD: Sony MZ-RH1" . minidisc.org. 24 de febrero de 2007. Archivado desde el original el 20 de mayo de 2009. Consultado el 17 de agosto de 2009.
- ^ "Se publicaron las especificaciones del Walkman OLED de la serie Sony NWZ-X1000" . Slashgear. 9 de marzo de 2009. Archivado desde el original el 4 de febrero de 2011. Consultado el 1 de enero de 2011 .
- ^ "Sony anuncia un televisor OLED de 27 pulgadas (69 cm)" . HDTV Info Europa (2008-05-29)
- ^ CNET News, Sony venderá televisores OLED de 11 pulgadas este año , 12 de abril de 2007. Consultado el 28 de julio de 2007. Archivado el 4 de junio de 2007 en Wayback Machine.
- ^ El televisor OLED Sony Drive XEL-1: contraste de 1,000,000: 1 a partir del 1 de diciembre Archivado el 4 de octubre de 2007 en Wayback Machine, Engadget (01 de octubre de 2007).
- ^ "Sony afirma el desarrollo de la primera pantalla OLED flexible a todo color del mundo" . Reloj Gizmo. 25 de mayo de 2007. Archivado desde el original el 17 de octubre de 2007 . Consultado el 30 de julio de 2010 .
- ^ Los OLED de 3,5 y 11 pulgadas de Sony tienen un grosor de solo 0,008 y 0,012 pulgadas. Archivado el 5 de enero de 2016 en Wayback Machine . Engadget (2008-04-16). Consultado el 4 de octubre de 2011.
- ^ (Pantalla 2008)開幕。ソニーの0.3mm有機ELパネルなど-
- 150型プラズマやビクターの3D技術などArchivado el 29 de junio de 2008
- en la Wayback Machine . impres.co.jp (2008-04-16)
- ^ Empresas japonesas se unen en paneles OLED de ahorro de energía , AFP (2008-07-10). Archivado el 5 de junio de 2013 en Wayback Machine.
- ^ Athowon, Deseo (2008). "Sony trabaja en pantallas OLED plegables y flexibles" . ITProPortal.com. Archivado desde el original el 9 de octubre de 2008.
- ^ "Televisor Sony OLED 3D a la vista" . Engadget.com. Archivado desde el original el 10 de enero de 2010 . Consultado el 11 de enero de 2010 .
- ^ Snider, Mike (28 de enero de 2011). "Sony presenta NGP, su nuevo dispositivo de juegos portátil" . EE.UU. hoy . Consultado el 27 de enero de 2011 .
- ^ "Monitor de referencia profesional de Sony" . Sony Archivado desde el original el 8 de marzo de 2012 . Consultado el 17 de febrero de 2011.
- ^ "Sony, Panasonic atados en pantallas de TV avanzadas" . 25 de junio de 2012.
- ^ "Televisores | Smart TV, 4K y televisores LED de pantalla plana | Sony EE. UU.". Sony.com.
- ^ "Sony en CES 2017: todo lo que necesita saber" . Engadget.com .





- ^ "Mira el evento CES 2018 de Sony aguí mismo a las 8 p. m. ET" . Engadget.com .
- ^ "¡En vivo desde el evento de prensa CES 2019 de Sony!" . Engadget.com .
- ^ Barrett, Brian (4 de diciembre de 2009). "Desvanecimiento lento de Kodak: inventor de OLED vende negocio OLED" . Gizmodo.com . Consultado el 5 de octubre de 2019 .
- ^ Byrne, Seamus. "LG dice que el OLED blanco lo coloca una década por delante de la competencia" . Cnet.com . Consultado el 6 de octubre de 2019 .
- ^ Televisión LG 15EL9500 OLED Archivado el 14 de abril de 2012 en Wayback Machine . LG.com. Consultado el 4 de octubre de 2011.
- ^ LG anuncia 31 "OLED 3DTV Archivado el 4 de marzo de 2016 en Wayback Machine . Electricpig.co.uk (03 de septiembre de 2010). Consultado el 4 de octubre de 2011.
- ^ El panel OLED HDTV de 55 pulgadas "más grande del mundo" de LG es oficial y llegará a CES 2012. Archivado el 26 de diciembre de 2011 en Wayback Machine . Engadget (2011-12-25). Consultado el 12 de noviembre de 2012.
- ^ Televisor OLED . LG (2010-09-03). Consultado el 21 de diciembre de 2012.
- ^ "Yahoo Finance: finanzas comerciales, mercado de valores, cotizaciones, noticias" . Finanzas.yahoo.com . Archivado desde el original el 31 de enero de 2015.
- ^ Comunicados de prensa de MITSUBISHI ELECTRIC instala un globo OLED de 6 metros en el Museo de Ciencias Archivado el 23 de julio de 2012 en Wayback Machine . Mitsubishielectric.com (2011-06-01). Consultado el 12 de noviembre de 2012.
- ^ Coxworth, Ben (31 de marzo de 2011). Las etiquetas de nombre de video convierten a los vendedores en comerciales de televisión ambulantes . Archivado el 22 de diciembre de 2011 en Wayback Machine . www.gizmag.com. Consultado el 12 de noviembre de 2012.
- ^ Tres minutos de video que todo locutor y anunciante DEBE VER.avi Videos de CBS: tema de la primera publicación Página 1 Archivado el 23 de julio de 2012 en Wayback Machine . Firstpost.com (2012-08-10). Consultado el 12 de noviembre de 2012.
- ^ "Dell presenta una impresionante pantalla OLED UltraSharp de 4K y declara la guerra a los biseles" . PCWorld . Consultado el 20 de junio de 2017.
- ^ "Monitor OLED: estado del mercado y actualizaciones" . Oled-info.com . Consultado el 20 de junio de 2017 .
- ^ "Apple presenta una MacBook Pro más delgada con una 'barra táctil' OLED" . Engadget . Consultado el 22 de septiembre de 2017 .
- ^ "OLED vs LCD: cómo la pantalla del iPhone X cambia todo" . Macworld . Consultado el 22 de septiembre de 2017 .
- ^ "Modelo OLED de Nintendo Switch Nintendo Sitio oficial" . nintendo.com . Consultado el 6 de julio de 2021.
- ^ La empresa japonesa duplica la vida útil del panel de diodos Archivado el 29 de octubre de 2014 en Wayback Machine, Global Post, 13 de octubre de 2014
- ^ De moléculas a diodos orgánicos emisores de luz Archivado el 15 de abril de 2015 en Wayback Machine, Instituto Max Planck para la investigación de polímeros, 7 de abril de 2015.
- ^ Kordt, Pascual; et al. (2015). "Modelado de diodos emisores de luz orgánicos: de propiedades moleculares a dispositivos". Materiales Funcionales Avanzados . **25** (13): 1955–1971. doi : 10.1002/adfm.201403004 . disco duro : 21.11116/0000-0001-6CD1-A . S2CID 18575622 .
- ^ "Samsung está trabajando en una cámara frontal en pantalla" . GSMArena.com . Consultado el 16 de agosto de 2019 .
- ^ "08-05: los iPhones 2021 de Apple supuestamente vendrán con Face ID y sensores de huellas dactilares en pantalla; Huawei supuestamente está ocupado probando su teléfono inteligente armado con el sistema operativo HongMeng de desarrollo propio, etc." . Instantflashnews.com . 5 de agosto de 2019 . Consultado el 16 de agosto de 2019 .
- ^ "Cabello humano desechado reutilizado para hacer nuevas pantallas OLED" . Nuevo Atlas . 5 de junio de 2020.





^ Display, New Vision (12 de febrero de 2018). "Entre la competencia feroz, ¿Qué es mejor OLED, LCD o PMOLED?".

### **Enlaces externos**



Wikimedia Commons tiene medios relacionados con OLED.

OLED, LCD y TFT: construcción y diferencia, ventajas y desventajas 08. julio 2020 Estructura y principio de funcionamiento de OLED y pantallas electroluminiscentes Introducción del MIT a la tecnología OLED (video)

Lista histórica de productos OLED desde 1996 hasta la actualidad

Categorías:

Inventos americanos

Polímeros conductores

Dispositivos de visualización

Tecnología de visualización

Tecnologías emergentes

Iluminación de bajo consumo

Electrónica flexible

La luz emite diodos

Electrónica molecular

Diodos ópticos

Electrónica orgánica

Esta página se editó por última vez el 18 de mayo de 2023 a las 21:42 (UTC).

El texto está disponible bajo la licencia Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0; se pueden aplicar términos adicionales. Al usar este sitio, usted acepta los Términos de uso y la Política de privacidad. Wikipedia® es una marca registrada de Wikimedia Foundation, Inc., una organización sin fines de lucro.

FUENTE: De Wikipedia, la enciclopedia libre https://en.wikipedia.org/wiki/OLED