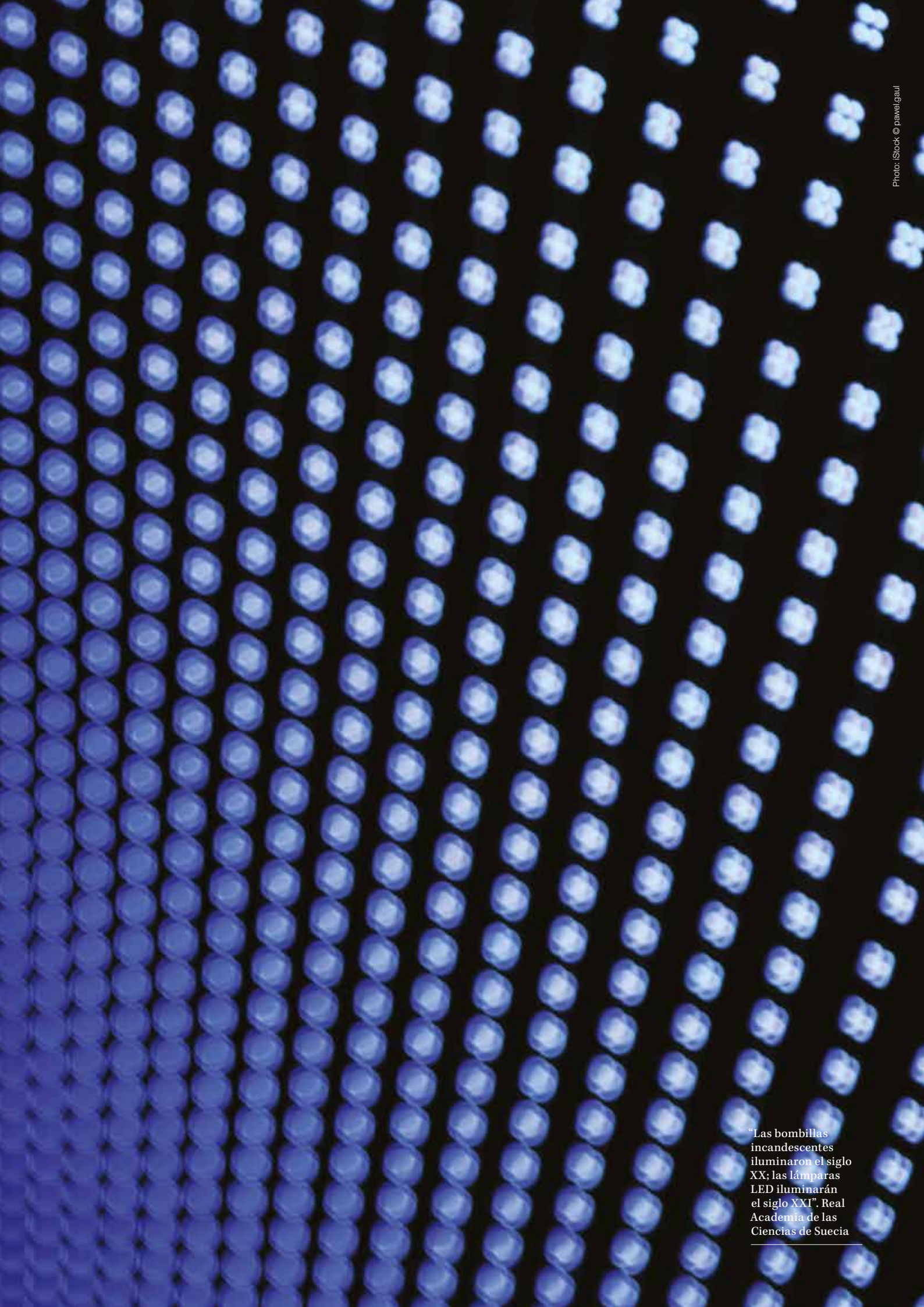
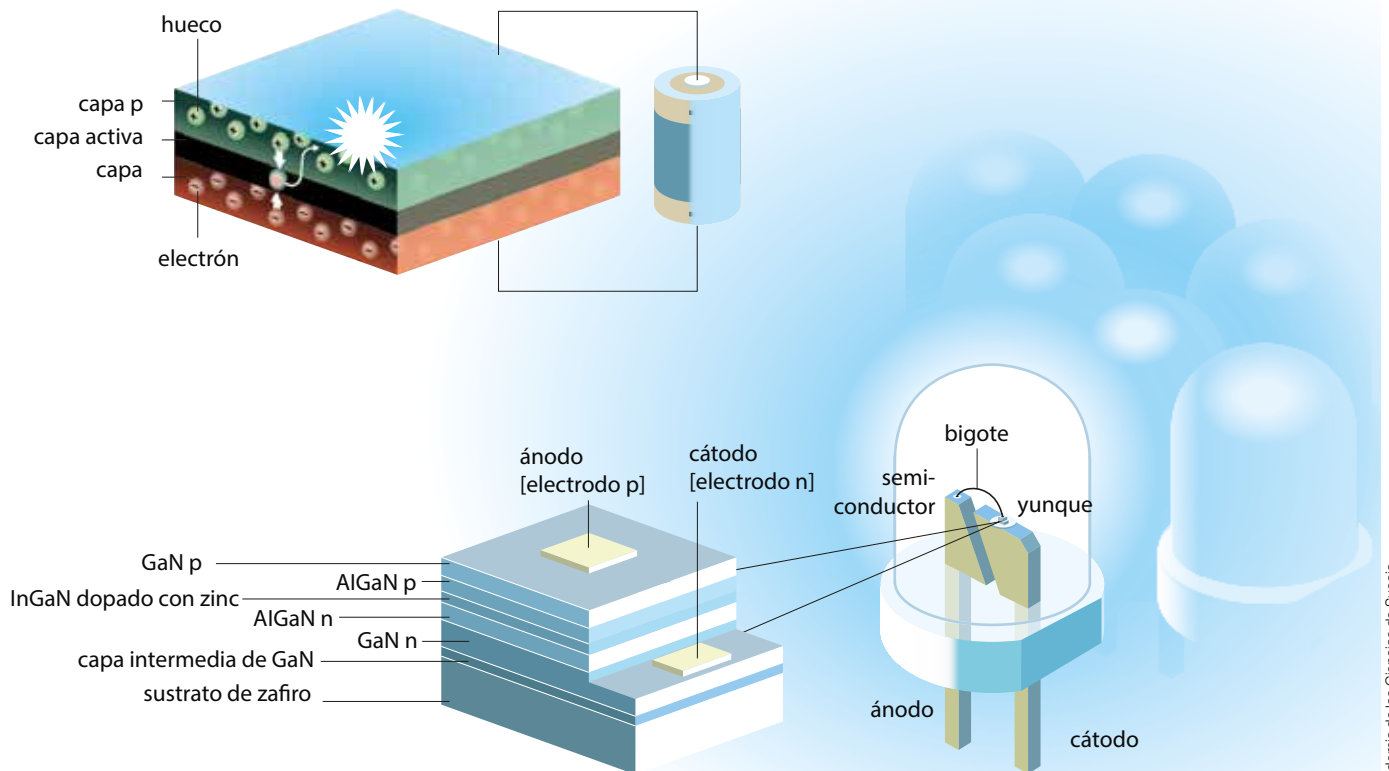


LOS PIONEROS
DEL LED AZUL
deslumbran al
Comité del Nobel

*Por Catherine Jewell,
División de Comunicaciones,
OMPI*



“Las bombillas
incandescentes
iluminaron el siglo
XX; las lámparas
LED iluminarán
el siglo XXI”. Real
Academia de las
Ciencias de Suecia



Fotos: © Real Academia de las Ciencias de Suecia

Un diodo emisor de luz consta de varias capas: una capa de tipo n con excedente de electrones negativos, y una capa de tipo p con déficit de electrones, también denominada capa con excedente de huecos positivos. Entre ambas se encuentra una capa activa, hacia la cual son impulsados los electrones negativos y los huecos positivos cuando se aplica una tensión eléctrica al semiconductor. Cuando los electrones y los huecos se encuentran, se recombinan y se desprende luz. La longitud de onda de la luz generada depende enteramente del semiconductor; la luz azul está situada en el extremo de onda corta del espectro y sólo algunos materiales son capaces de producirla.

Los diodos emisores de luz azul ya forman parte de nuestra vida diaria; se usan para la iluminación de fondo de los teléfonos móviles, los televisores y las computadoras, iluminan los hogares, las calles y los vehículos y tienen centenares de otros usos, desde los discos Blu-ray hasta los semáforos, pasando por las comunicaciones digitales y la odontología. Esa fuente de luz de alta calidad presenta numerosas ventajas económicas, sociales y medioambientales. Algunos comparan el impacto de los LED azules con las transformaciones producidas por la invención de la bombilla tradicional (incandescente) a comienzos del siglo XX. Otros han elevado los LED azules a la categoría de "material semiconductor más exitoso del siglo XXI". Por ello, parece más que adecuado que, este año, el premio Nobel de física, que es el reconocimiento conferido por invenciones particularmente beneficiosas para la humanidad, haya sido otorgado a los inventores del led azul –el Profesor Isamu Akasaki, de la Universidad Meijo y la Universidad de Nagoya (Japón); el Profesor Hiroshi Amano, de la Universidad de Nagoya (Japón); y el Profesor Shuji Nakamura, de la Universidad de California, Santa Barbara (EE.UU.).

Fue a partir de su trabajo fundamental, realizado a mediados de la década de 1980, que la investigación y el desarrollo en ese campo se intensificaron, dando lugar a un importante aumento en la presentación de solicitudes de patente, y desencadenando rápidamente la evolución de la tecnología, con la consiguiente aparición de una industria que mueve miles de millones de dólares en todo el mundo y presenta numerosas ventajas sociales y medioambientales de largo alcance.

LOS AVANCES REVOLUCIONARIOS DESATAN UNA ÁSPERA RIVALIDAD COMERCIAL

En los comienzos, las dos empresas encargadas de comerciar inicialmente la tecnología –*Toyoda Gosei* (con la cual colaboraron Isamu Akasaki y Hiroshi Amano) y *Nichia Corporation* (empleador de Shuji Nakamura en esa época)– dominaban el lucrativo

Las invenciones de los ganadores del premio Nobel de física de este año han revolucionado la tecnología de la iluminación. Los LED son fuentes de luz sumamente flexibles, capaces de reproducir muchos colores distintos con diferente intensidad, según sea necesario.



mercado de los LED azules. Las dos empresas se enfrentaron en una áspera rivalidad comercial, con el propósito de lograr una posición de ventaja. A pesar de los muchos litigios sobre derechos de patente (que finalmente se cerraron con un amplio acuerdo de concesión recíproca de licencias), esa carrera hacia el dominio del mercado impulsó el rápido avance de la tecnología, porque cada una de las empresas procuraba superar a la otra produciendo LED azules más brillantes y de mejor calidad.

Los avances revolucionarios en la tecnología de LED azules y su comercialización coincidieron con la creciente popularidad y la explosión en la demanda de teléfonos móviles y pantallas de cristal líquido. Un impresionante volumen de ventas, con ingentes ingresos, nutrió la fortuna de ambas empresas, al igual que la de la Universidad de Nagoya. Gracias a la sanción en el Japón de una ley equivalente a la Ley Bayh-Dole de los EE.UU., por la que las universidades adquieren la titularidad de las patentes obtenidas a partir de investigación financiada por el Estado, la Universidad de Nagoya pudo generar ingresos significativos por la concesión de licencias sobre sus patentes relacionadas con LED azules. Los nuevos participantes en el mercado, entre otros, los fabricantes de aparatos electrónicos (como Philips y Samsung) y de productos de iluminación innovadores (por ejemplo, Cree y Osram) que procuraban explotar el enorme potencial comercial de esa tecnología, le añadieron impulso introduciendo múltiples avances en el rendimiento y una creciente gama de usos que fueron mucho más allá de los de las fuentes convencionales de iluminación.

LA TECNOLOGÍA LED EN POCAS PALABRAS

Un LED es un dispositivo de iluminación de estado sólido. A diferencia de las bombillas incandescentes tradicionales, en las que la luz se produce por calentamiento de un filamento, un LED consiste en varias capas de material semiconductor (fabricado mediante procedimientos industriales) que, debido a un proceso de electroluminiscencia, convierte la electricidad en partículas luminosas (fotones). La longitud de onda de la luz generada por un LED –su color– depende del material semiconductor utilizado; la luz azul que aparece en el espectro de longitud de onda corta, necesaria para crear luz blanca, solo puede producirse si se utiliza un material determinado.

Un LED blanco puede fabricarse ya sea mezclando LED de varios colores, ya sea utilizando un LED azul con un tipo determinado de fósforo para crear una luz de apariencia blanca. Actualmente, una bombilla LED blanca convierte en luz aproximadamente el 50% de la energía que utiliza, a diferencia del 5% de la bombilla incandescente. Debido a ello, cada vez más, es preferida como fuente de luz de alta calidad, eficiente en el consumo de energía y respetuosa del medio ambiente.

UNA BREVE HISTORIA DEL LED

Los LED rojos y verdes, inventados en las décadas de 1950 y 1960, fueron creados utilizando fosforo de arseniuro de galio, un material que no resultó adecuado para crear LED azules. Reconociendo el enorme potencial tecnológico y comercial de los LED azules (que completaría la paleta de colores –rojo, verde y azul– necesaria para crear luz blanca), los principales laboratorios industriales invirtieron ingentes recursos de tiempo y dinero en su desarrollo, pero sin éxito. No fue tarea fácil aprovechar las propiedades del nitruro de galio (GaN), que es la base para crear y producir en masa los cristales necesarios para generar de manera eficiente LED azules de alta calidad: llevó unos 30 años desentrañar ese proceso. Los investigadores se toparon con tres importantes problemas: cómo crear cristales de alta calidad utilizando GaN; cómo cambiar su conductividad; y cómo fomentar sus propiedades de emisión de luz.

Debido a la falta de progresos en el trabajo con ese material, muchos decidieron abandonar la investigación con GaN en favor de otros materiales aparentemente más prometedores. Pero Isamu Akasaki, Hiroshi Amano y Shuji Nakamura siguieron convencidos de que el GaN daría los resultados que buscaban. Finalmente, su obstinada determinación los compensó y los llevó al éxito donde otros fallaron.

NACE UN NUEVO LED

En 1986, Isamu Akasaki y su (entonces) doctorando Hiroshi Amano fueron los primeros en producir y patentar LED azules de alta calidad (patente de los EE.UU. 4855249). El año siguiente, se asociaron con la empresa *Toyoda Gosei* en el marco de un proyecto financiado por el Organismo de Ciencia y Tecnología del Japón (JST) para seguir desarrollando la tecnología de los LED azules a partir de GaN. *Toyoda Gosei* dio inicio a la producción comercial de sus LED azules en 1995.

Independientemente de los investigadores de Nagoya, Shuji Nakamura (empleado entonces en la empresa *Nichia*) empezó a desarrollar sus propios LED azules (patente de los EE.UU. 5290393) y las técnicas y procesos destinados a su producción en gran escala. En noviembre de 1993, *Nichia* fue la primera empresa en producir a escala comercial LED azules de alta calidad.

Un año después, aprovechando sus conocimientos especializados en el campo de la química, *Nichia* produjo los primeros LED blancos, combinando fósforo de granate de itrio aluminio con LED azules (patente de los EE.UU. 5998925). Esos avances dieron impulso a una industria mundial que mueve miles de millones de dólares y ha sacudido los cimientos del sector tradicional de la iluminación.

Para emitir luz, los LED utilizan una cantidad menor de energía que las fuentes tradicionales de iluminación. Habida cuenta de que un cuarto del consumo mundial de electricidad se utiliza para la iluminación, la eficiencia en el consumo de energía eléctrica de las fuentes de luz LED puede constituir una valiosa ayuda para hacer frente al cambio climático.

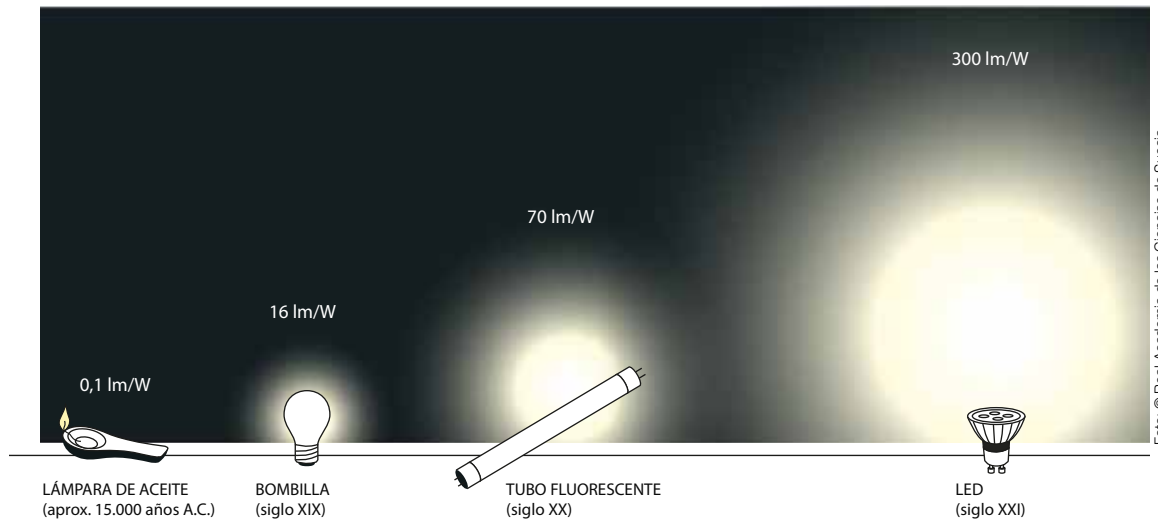


Foto: © Real Academia de las Ciencias de Suecia

MÚLTIPLES VENTAJAS: APLICACIONES DE AMPLIO ALCANCE

Las bombillas LED de luz blanca constituyen una fuente de luz de alta calidad, eficiente en el consumo de energía y respetuosa del medio ambiente. Su eficiencia es unas 20 veces mayor que la de las bombillas convencionales, pues generan unos 300 lúmenes por vatio –una bombilla incandescente de 40 vatios produce tan solo 450 lúmenes– con una vida útil de unas 100.000 horas –la vida útil de una bombilla incandescente es de unas 1.200 horas. También pueden alimentarse de energía solar, relativamente económica, llevando así la luz a la vida de más de 1.500 millones de personas que carecen actualmente de acceso a las redes de suministro eléctrico.

Habida cuenta de que se utiliza en iluminación aproximadamente el 25% del consumo mundial de energía eléctrica (cerca del 6% de las emisiones de gases de efecto invernadero), el auge de las bombillas LED promete reducir significativamente el consumo de energía eléctrica en el mundo. Según un informe reciente de *PricewaterhouseCoopers* (<http://tinyurl.com/optdh6k>) (www.pwc.com/en_US/us/technology/publications/cleantech-perspectives/pdfs/pwc-cleantech-led-growth.pdf), si tan solo en los EE.UU. se redujera del 40% la utilización de energía eléctrica para iluminación con la adopción de la iluminación por LED, esa tecnología permitiría disminuir de 53.000 millones de dólares de los EE.UU. los costos anuales de energía eléctrica.

La tecnología LED también se utiliza en el sector de la atención sanitaria para reducir los costos de consumo de energía y frenar la difusión de las infecciones intrahospitalarias. También se está estudiando su utilización para el tratamiento del dolor, el insomnio y otros trastornos y enfermedades, entre otras, la de Alzheimer.

También promete ser útil para aliviar la “crisis de la banda ancha” resultante del actual uso masivo de datos. Según se explica en un informe de la empresa de asesoramiento tecnológico iRunway, LiFi, la técnica más reciente en el campo de las comunicaciones ópticas inalámbricas, “se centra en el establecimiento de enlaces de comunicación mediante redes

de iluminación LED” (<http://tinyurl.com/muz9crg>). (www.i-runway.com/images/pdf/iRunway%20-%20LED%20Patent%20Landscape.pdfweblink).

UN ENTORNO FÉRTIL PARA LAS PATENTES

La revolucionaria labor de los científicos japoneses ha dado origen, en todo el mundo, a un renovado interés en los LED azules, así como a un aumento de la actividad de patentamiento. Las patentes siguen siendo un medio importante para que las empresas que intervienen en el desarrollo y la producción de LED protejan sus derechos de propiedad intelectual (P.I.) y su posición en el mercado. “Las patentes son muy importantes porque dan a las empresas una ventaja competitiva en el mercado” señala el Profesor Nakamura.

En un reciente estudio realizado por iRunway se observa que desde comienzos de la década de 1990, tan solo en los EE.UU., se han concedido 22.662 patentes en el sector de la tecnología LED –17.869 de esas patentes se refieren a la propia tecnología LED y 4.793 a la aplicación de la tecnología. “El alcance y la complejidad de las tecnologías y la aplicación de los LED, y la innovación necesaria para combinarlas, han dado lugar con los años a una impetuosa actividad de patentamiento”, señala el estudio.

LOS LITIGIOS SOBRE PATENTES SON MONEDA CORRIENTE

Los litigios sobre patentes son una característica común del sector de los LED. En los primeros tiempos, *Nichia* y *Toyoda Gosei* marcaron la pauta, entablando mutuamente durante seis años demandas y contrademandas en unos 10 juicios sobre patentes relacionadas con LED. De 1996 a 2010, se entablaron en todo el mundo 168 juicios sobre patentes relacionadas con LED, conforme a un estudio preparado en 2013 por Amy J.C Trappey *et al.* en el *International Journal of Automation and Smart Technology* (www.ausmt.org). El de los LED sigue siendo un sector de “litigios en curso”, en el que actualmente los principales actores son parte en “prácticamente tres litigios por cada empresa”, según iRunway.

ACUERDOS DE LICENCIA

La concesión de licencias y la concesión recíproca de licencias siguen siendo el medio del que se valen muchas empresas para resolver las controversias sobre patentes. “La concesión de licencias sobre patentes ha sido una de las principales formas de dar impulso a la transferencia de tecnología a escala internacional” observan Amy Trappey *et al.*

Sin embargo, los acuerdos de concesión de licencias sobre patentes también permiten a las empresas, en un mercado competitivo, evitar la infracción de patentes y, por ende, costosos litigios. Por ejemplo, desde el comienzo, *Toyoda Gosei* ha estado dispuesta a conceder en licencia sus tecnologías a otras empresas. Actualmente, en colaboración con sus socios internacionales, la empresa tiene concedida en licencia a más de 30 fabricantes de LED la patente sobre una tecnología de luz blanca que utiliza un LED azul y silicato de fósforo, según un reciente informe de *LEDinside* (www.ledinside.com).

Aunque las patentes básicas sobre LED se encuentran bajo el control de los principales actores de la industria –*Philips, Nichia, Osram, Toyoda Gosei* y *Cree*– lo que les permite con eficacia “controlar la cadena de suministro en esa industria” y dificulta la entrada en el mercado de nuevos participantes, muchas de esas patentes (incluida la patente de los EE.UU. 5998925 relacionada con la fabricación de LED blancos) expirarán en los próximos años, y ello deja entrever la posibilidad de cambios en la dinámica y la estructura del mercado de los LED.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Las patentes siguen siendo fundamentales para la transferencia de tecnología dentro de las empresas y entre ellas mediante acuerdos de concesión de licencias y licencias recíprocas. También permiten la transferencia de tecnología de los laboratorios de investigación de las universidades a la industria. Por ejemplo, por ser titulares de las patentes sobre su revolucionaria tecnología de LED azul, Isamu Akasaki y Hiroshi Amano, de la Universidad de Nagoya, estuvieron en condiciones de concederla en licencia a su socio industrial, *Toyoda Gosei*. En 2006, los ingresos de la Universidad de Nagoya por la concesión de licencias sobre el LED azul relacionado con el GaN ascendían a unos 5.600 millones de yenes (aproximadamente 48 millones de dólares de los EE.UU. al valor actual), lo que representaba en ese momento cerca del 90% de las regalías correspondientes a las patentes de titularidad del Estado. Esos ingresos han servido para financiar la creación de la moderna planta de investigación en semiconductores de la Universidad. “Las patentes [...] ofrecen a las universidades un mecanismo para transferir al mercado las tecnologías que desarrollan, por conducto de los socios comerciales adecuados. De esa forma, las importantes innovaciones de las universidades pueden transformarse en productos que beneficiarán a la sociedad. Sin las ventajas competitivas que ofrecen las patentes, las empresas no tendrían la motivación necesaria para comercializar esos productos”, explica el Profesor Nakamura.

“Gracias al sistema de patentes, los inventores y las empresas pueden mantener durante un período determinado derechos exclusivos sobre sus invenciones, y ello les permite presentar al mundo esas invenciones en conferencias del ámbito académico y en documentos científicos. Pienso que si no existiera el sistema de patentes, no habría competencia amigable entre los inventores y la ciencia y la tecnología no podrían avanzar” explica el Profesor Yasumasa Iwatani, un colaborador cercano del Profesor Akasaki en la Universidad Meijo.

LOS LED AZULES Y EL PCT

Un gran número de las solicitudes de patente sobre LED basados en GaN, así como las principales patentes pioneras presentadas por los científicos premiados este año han pasado por el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT) de la OMPI. Se trata de un mecanismo costoefficaz para los solicitantes (personas, empresas o universidades) que desean proteger por patente sus invenciones en varios países. “La ventaja del PCT es que resulta fácil extender a otros países el derecho que confiere la patente, para proteger los derechos del inventor” observa Hiroshi Amano, de la Universidad de Nagoya.

“Por lo general, las tecnologías de las universidades se encuentran en una fase inicial y el PCT es vital para las tecnologías en fase inicial porque nos da la oportunidad de proteger en todo el mundo nuestras patentes, mientras el mercado y la tecnología adquieren la madurez suficiente y podemos determinar en qué países sería más conveniente patentar”, explica el Profesor Nakamura.

Una sencilla búsqueda en Patentscope de la OMPI –una base de datos de libre acceso al público que contiene más de 43 millones de solicitudes de patente– para encontrar solicitudes de patente sobre LED azules relacionados con GaN permite ver que durante el período entre 2004 y 2013 se presentaron más de 8.250 solicitudes internacionales. Una búsqueda similar permite ver que los Profesores Nakamura, Akasaki y Amano presentaron respectivamente 207, 65 y 53 solicitudes de patente en esos años.

Los logros pioneros de los Profesores Akasaki, Amano y Nakamura están transformando en todo el mundo la industria de la iluminación y han dado origen a un amplio abanico de aplicaciones en otros ámbitos, por ejemplo, el de los aparatos electrónicos. “Las bombillas incandescentes iluminaron el siglo XX; las lámparas LED iluminarán el siglo XXI”, señaló la Real Academia de las Ciencias de Suecia. Las luces LED se están convirtiendo rápidamente en la fuente de iluminación preferida. En 2020, se prevé que las bombillas LED ocuparán aproximadamente el 70% del mercado de la iluminación, cuyo valor ascenderá a 83.000 millones de euros, según se espera (McKinsey 2012). El impacto de los logros de los científicos galardonados este año con el premio Nobel de física es drástico y de largo alcance, y promete traer consigo significativos beneficios medioambientales, además de importantes ahorros de energía y costos. El dinamismo tecnológico y comercial actual del sector sugiere que la fiesta está lejos de terminar. Es posible que recién haya comenzado. ♦