



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 717**

51 Int. Cl.:
H01L 33/50 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05809900 .3**
96 Fecha de presentación : **09.11.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1815536**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.08.2007**

54 Título: **Fuente de luz con comportamientos de atenuación mejorado y método para su manejo.**

30 Prioridad: **18.11.2004 EP 04105907**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.06.2011

73 Titular/es:
KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven, NL

72 Inventor/es: **Jüstel, Thomas;**
Scholl, Robert;
Busselt, Wolfgang y
Schmidt, Peter

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 360 717 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCION

Fuente de luz con comportamiento de atenuación mejorado y método para su manejo.

CAMPO DE LA INVENCION

5 La invención se refiere a una fuente de luz que comprende un dispositivo emisor de luz y una cubierta luminiscente. Más específicamente la invención se refiere a una fuente de luz que comprende al menos un dispositivo emisor de luz que puede emitir radiación electromagnética en el intervalo desde el UV cercano hasta el azul en respuesta a una señal de excitación de un medio de excitación y una cubierta luminiscente que comprende al menos un primer activador y un segundo activador para convertir dicha radiación electromagnética en luz visible. La invención también se refiere a un procedimiento de atenuación de una fuente de luz del tipo mencionado anteriormente.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Para la realización de fuentes de luz blanca de estado sólido, se aplican ampliamente diodos emisores de luz azul basados en el semiconductor (In,Ga)N, tal como se describe por S. Nakamura *et al.* (*Appl. Phys. Lett.* 67, 1995, 1868). La fuente de luz funciona como una bomba eficaz que excita un material luminiscente que vuelve a su estado fundamental emitiendo luz verde, amarilla o roja. La mezcla de color aditivo da como resultado un espectro de banda ancha, que se percibe como luz blanca.

15 En 1996, Nichia Chemical Industries Ltd. presentó un LED blanco, que usa una capa luminiscente que comprende $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ (YAG:Ce) o $(Y,Gd)_3(Al_{1-x}Ga_x)_5O_{12}:Ce$ (YAGaG:Ce) para convertir luz azul emitida por un LED de (In,Ga)N en un espectro de emisión amarilla de banda ancha, que alcanza su punto máximo a aproximadamente 565 nm. La banda de emisión es suficientemente ancha para producir luz blanca en el intervalo de temperatura de color (CT) de desde 5000 - 8000 K, y un índice de rendimiento de color (CRI) de aproximadamente 75 - 85. La CT de una fuente de luz se define como la temperatura de un radiador de cuerpo negro que tiene el mismo color. El CRI de una fuente de luz es una clasificación que representa el grado del desplazamiento de color resultante de un objeto de prueba bajo esa fuente de luz en comparación con su color bajo una lámpara convencional de la misma temperatura.

25 Las fuentes de luz anteriores tienen el inconveniente de que no puede obtenerse una baja temperatura de color y un alto índice de rendimiento de color. El documento US 2002/0158565 da a conocer combinaciones de fósforo que comprenden una mezcla de al menos dos fósforos. Mezclando proporciones adecuadas de los fósforos, pueden crearse espectros de emisión compuestos que proporcionan una CT y un CRI deseados.

30 El documento US 4152711A da a conocer una fuente de luz que tiene un dispositivo emisor de luz y una cubierta luminiscente que comprende un activador, y medios de excitación adaptados para controlar el espectro de la luz visible emitida.

35 Un problema asociado con la técnica anterior es que la atenuación de estas fuentes de luz no da como resultado un desplazamiento puntual de color perceptible hacia el rango espectral rojo tal como se conoce de lámparas incandescentes y la luz del día natural. En particular, las aplicaciones de iluminación de interiores requieren fuentes de luz blanca con una temperatura de color de tipo lámpara incandescente y un comportamiento de atenuación similar al de una lámpara incandescente.

SUMARIO DE LA INVENCION

Un objetivo de la invención es proporcionar una fuente de luz del tipo descrito anteriormente con una característica de atenuación que se asemeja sustancialmente a la variación espectral de una lámpara incandescente con atenuación.

40 Este objetivo se logra proporcionando una fuente de luz que comprende al menos un dispositivo emisor de luz que puede emitir radiación electromagnética en el intervalo desde el ultravioleta cercano hasta el azul en respuesta a una señal de excitación de medio de excitación y una cubierta luminiscente que comprende al menos un primer activador (A_1) y un segundo activador (A_2) para convertir dicha radiación electromagnética en luz visible, en el que dicho primer activador y dicho segundo activador tienen diferentes características de respuesta y dicho medio de excitación está adaptado para variar dicha señal de excitación para controlar el espectro de dicha luz visible para dicha fuente de luz. La variación de la señal de excitación da como resultado una variación de la radiación electromagnética del dispositivo emisor de luz que interacciona con la cubierta luminiscente. Como consecuencia de las diferentes características de respuesta del activador primero y segundo, la conversión de la radiación electromagnética a luz visible cambia con la variación de la señal de excitación. Por consiguiente, puede controlarse el espectro de luz visible para alcanzar el comportamiento de atenuación deseado de la fuente de luz.

En particular, la señal de excitación es una señal de excitación pulsada y dicho medio de excitación se adapta para variar el ancho de pulso de dicha señal de excitación pulsada. En esta realización, la relación entre el ancho de pulso y las características de respuesta de los activadores primero y segundo determinan el espectro de la luz visible de la fuente de luz. Variando el ancho de pulso, el espectro de la luz visible varía como un resultado de esta relación.

La realización de la invención en la que dicho dispositivo emisor de luz es una fuente de luz de estado sólido, tal como un diodo orgánico emisor de luz o un diodo semiconductor emisor de luz, preferiblemente de material de InGaN o AlInGaN, tiene la ventaja que tales fuentes de luz puede emitir radiación electromagnética que puede absorberse por la cubierta luminiscente.

5 La realización de la invención en la que dicho primer activador (A_1) es un activador rápido con un tiempo de respuesta $\tau_{1/e}$ en el intervalo de 10 nanosegundos - 100 microsegundos y dicho segundo activador (A_2) es un activador lento con un tiempo de respuesta $\tau_{1/e}$ en el intervalo de 10 microsegundos - 100 milisegundos es ventajosa porque se ha encontrado que los intervalos definidos para la respuesta dan como resultado el comportamiento deseado de la variación espectral de la emisión de luz visible.

10 La realización de la invención en la que dicho activador rápido es un activador emisor de luz verde y dicho activador lento es un activador emisor de luz roja tiene la ventaja de que puede obtenerse una fuente de luz emisora de luz blanca.

15 La realización de la invención en la que dicho primer activador y dicho segundo activador forman parte de una única composición luminiscente tiene la ventaja de que una fuente de luz de este tipo es relativamente fácil de producir y relativamente económica.

Las composiciones preferidas son composiciones en las que dicho primer activador y dicho segundo activador se seleccionan del grupo (primer activador, segundo activador) que comprende (Eu^{2+} , Mn^{2+}), (Ce^{3+} , Mn^{2+}), (VO_4^{3-} , Eu^{3+}) y (Bi^{3+} , Eu^{3+}) dopados en una red huésped seleccionada del grupo basado en sulfuros, oxisulfuros, óxidos, oxinitruros y nitruros.

20 Sin embargo, también pueden usarse composiciones luminiscentes en las que dicho primer activador y dicho segundo activador forman cada uno parte de diferentes composiciones luminiscentes.

25 Las composiciones preferidas son composiciones en las que dicho primer activador se selecciona del grupo que comprende Eu^{2+} , Ce^{3+} , VO_4^{3-} y Bi^{3+} dopados en una primera red huésped de material emisor de luz verde y dicho segundo activador se selecciona del grupo que comprende Mn^{2+} y Eu^{3+} dopados en una segunda red huésped de material emisor de luz roja.

Se observa que pueden combinarse las realizaciones anteriores, o aspectos de las mismas.

30 La invención también se refiere a un procedimiento de atenuación de una fuente de luz tal como se describió anteriormente, en particular aplicando una señal de excitación pulsada a dicho dispositivo emisor de luz y variando el ancho de pulso de dicha señal de excitación pulsada. El efecto y la ventaja de una etapa de este tipo se han comentado con referencia a la fuente de luz.

La invención se ilustrará adicionalmente con referencia a los dibujos adjuntos, que muestran esquemáticamente una realización preferida según la invención. Se entenderá que la invención no está de ninguna forma limitada a esta realización específica y preferida.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 En los dibujos:

la figura 1 presenta esquemáticamente una fuente de luz según una realización de la invención;

la figura 2 presenta señales de excitación para la fuente de luz de la figura 1 según una realización de la invención;

40 la figura 3 muestra resultados experimentales de la variación de los espectros para la luz visible de la fuente de luz de la figura 1, y

la figura 4 muestra un diagrama CIE 1931.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

45 La figura 1 presenta esquemáticamente una fuente 1 de luz que comprende un dispositivo 2 emisor de luz y una cubierta 3 luminiscente proporcionada en una encapsulación 4 transparente para la luz visible. El dispositivo 2 emisor de luz se conecta por cables 5 a un medio 6 de excitación para proporcionar al dispositivo 2 emisor de luz señales de excitación, ilustradas en la figura 2. El medio 6 de excitación puede ser una parte integrante de la fuente 1 de luz o un medio de excitación proporcionado de manera externa.

50 El dispositivo 2 emisor de luz es un dispositivo emisor de luz de estado sólido, tal como un diodo orgánico emisor de luz (LED) o un LED semiconductor. A modo de ejemplo, el LED 2 es un LED de InGaN. El LED 2 puede emitir radiación electromagnética en el intervalo desde el UV cercano hasta el azul, es decir, en el intervalo de 350 a 490 nm,

en respuesta a una señal de excitación de un medio 6 de excitación. A modo de ejemplo, el LED 2 de InGaN emite radiación electromagnética con una longitud de onda de 460 nm.

5 El LED 2 sirve como una fuente de excitación para la cubierta 3 luminiscente que está depositada o recubierta sobre o por encima del LED 2 de manera que puede recibirse la radiación electromagnética del LED 2. La cubierta 3 luminiscente, también denominada a continuación en el presente documento cubierta 3, comprende un primer activador A_1 y un segundo activador A_2 . Ambos activadores A_1, A_2 convierten la radiación electromagnética incidente del LED 2 en luz visible, mediante lo cual los espectros de emisión de los dos componentes se denominan $Sp_1(\lambda)$ y $Sp_2(\lambda)$ respectivamente. La radiación electromagnética incidente se indica por $Sp_0(\lambda)$. Según la presente realización de la invención los dos activadores A_1, A_2 tienen diferentes características de respuesta o comportamiento de saturación que por ejemplo puede alcanzarse mediante diferentes niveles de dopado o mediante diferente naturaleza de los activadores A_1, A_2 .

15 El primer activador A_1 es un activador rápido con un tiempo de respuesta $\tau_{1/e}$ en el intervalo de 10 nanosegundos - 100 microsegundos y dicho segundo activador A_2 es un activador lento con un tiempo de respuesta $\tau_{1/e}$ en el intervalo de 10 microsegundos - 100 milisegundos. El activador rápido es un activador emisor de luz verde y el activador lento es un activador emisor de luz roja para obtener una fuente 1 de luz emisora de luz blanca.

20 Los activadores primero y segundo A_1, A_2 pueden contenerse en una única red huésped (HL: A_1, A_2 , siendo HL = red huésped, A_1 = primer activador, A_2 = segundo activador), es decir el primer activador A_1 y dicho segundo activador A_2 forman parte de una única composición luminiscente. El primer activador A_1 y el segundo activador A_2 se seleccionan del grupo (primer activador, segundo activador) que comprende (Eu^{2+}, Mn^{2+}), (Ce^{3+}, Mn^{2+}), (VO_4^{3-}, Eu^{3+}) y (Bi^{3+}, Eu^{3+}) dopados en una red huésped HL seleccionada del grupo basado en sulfuros, oxisulfuros, óxidos, oxinitruros y nitruros. A modo de ejemplo se usa la composición CaS: Ce^{3+}, Mn^{2+} .

25 Alternativamente, se emplean redes huéspedes separadas (HL₁: A_1 y HL₂: A_2 siendo HL₁=red huésped 1 y HL₂=red huésped 2), es decir, el primer activador A_1 y el segundo activador A_2 forman parte de composiciones luminiscentes diferentes. El primer activador A_1 se selecciona del grupo que comprende $Eu^{2+}, Ce^{3+}, VO_4^{3-}$ y Bi^{3+} dopados en la primera red huésped HL₁ de material emisor de luz verde y el segundo activador A_2 se selecciona del grupo que comprende Mn^{2+} y Eu^{3+} dopados en una segunda red huésped HL₂ de material emisor de luz roja. Los materiales emisores de verde que muestran una fuerte absorción en el azul y ultravioleta cercano son por ejemplo CaS: $Ce^{3+}, SrGa_2S_4: Eu^{2+}, (Ba,Sr)_2SiO_4: Eu^{2+},$ o $(Ba,Sr)Si_2N_2O_2: Eu^{2+}$. La composición luminiscente emisora de rojo se activará mediante un activador lento, tal como Mn^{2+} o Eu^{3+} . Un ejemplo es $Y_2O_2S: Eu^{3+}$.

30 El medio 6 de excitación puede comprender un generador de pulsos de pulsos de bajo voltaje en el intervalo de 2-10 voltios suministrados al LED 2 para generar el espectro $Sp_0(\lambda)$ de la radiación electromagnética.

Con excitación continua, es decir, la potencia de entrada eléctrica del LED 2 es constante a lo largo del tiempo t tal como se muestra en el diagrama superior de la figura 2, ambos fósforos se excitan de manera uniforme y el espectro eficaz emitido por el LED viene dado por

35
$$Sp_{total}(\lambda) = \alpha * Sp_0(\lambda) + Sp_1(\lambda) + Sp_2(\lambda)$$

en el que α es la fracción de radiación electromagnética primaria no convertida del LED 2.

40 Por el contrario, según la presente realización de la invención, la señal de excitación del medio 6 de excitación es una excitación de pulso discontinuo tal como se muestra en el diagrama central de la figura 2. Como el tiempo de respuesta del segundo activador A_2 o fósforo es mayor que el del primer activador A_1 , el espectro eficaz obtenido de la fuente 1 de luz viene dado por

$$Sp_{total}(\lambda) = \alpha * Sp_0(\lambda) + Sp_1(\lambda) + \varepsilon * Sp_2(\lambda)$$

en el que $\varepsilon = 0...1$ = grado de saturación del segundo activador/fósforo.

45 Según una realización de la invención, la señal de excitación es una señal de excitación pulsada P y el medio 6 de excitación está adaptado para variar el ancho de pulso W de la señal de excitación pulsada P, indicada por la flecha 7 en la figura 1. En otras palabras, se ajusta el ciclo de servicio del LED 2, tal como se presenta en el diagrama inferior de la figura 2 que ilustra un ciclo de servicio del 50%. Al reducir el ciclo de servicio, la potencia de entrada total se disipa por el LED 2 en un intervalo de tiempo más corto, mientras que la potencia de entrada promedio permanece igual al caso de excitación continua mostrado en el diagrama superior de la figura 2. De esta manera, puede ajustarse la CT de la fuente 1 de luz controlando el ancho W y altura H de la señal de excitación pulsada P.

50 Modulando el ancho de pulso W de la señal de excitación P para el LED 2 que comprende una cubierta 3 según las composiciones mencionadas anteriormente, puede ajustarse el espectro de la luz visible debido a la saturación del componente emisor de rojo en el espectro. Esta característica se desea en todas las áreas de aplicación en las que se sustituyen lámparas incandescentes o halógenas por razones económicas. Actualmente, principalmente

se instalan lámparas que ahorran energía para este propósito, aunque el punto de color de este tipo de lámparas se desplaza al azul si están atenuadas.

5 Este problema se reduce o elimina mediante la presente invención. Esta realización implica que la aplicación de un LED 2 emisor de luz azul que comprende una cubierta 3 luminiscente, que contiene un fósforo que aprovecha uno de los pares de iones mencionados anteriormente.

EJEMPLO

10 Se suspende un polvo de fósforo de $\text{CaS: Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$ en un precursor de silicio usado para el relleno flexible de la cubierta 3. Normalmente, la concentración de fósforo en la suspensión permite la deposición de entre 10 y 300 μg de fósforo sobre el LED 2 con un área de superficie de aproximadamente 1 mm^2 . Se añade un catalizador para polimerizar el precursor de silicio, y se sella el LED 2 mediante una encapsulación 4 de plástico transparente.

El LED 2 de InGaN que emite a 460 nm se controla por un generador 6 de pulsos que suministra pulsos rectangulares (2 - 10 V) a una frecuencia de 10 kHz. La duración de los pulsos rectangulares es de entre 0,1 y 100 μs , correspondiendo así a un ciclo de servicio del 0,1 a 100%.

15 La figura 3 muestra espectros de emisión para los LED 2 excitados a una frecuencia de 10 kHz con un ancho de pulso W de 1 μs (negro) correspondiente a un ciclo de servicio DC del 1%, 50 μs (gris oscuro) correspondiente a un ciclo de servicio DC del 50% y 95 μs (gris claro) correspondiente a un ciclo de servicio DC del 95%.

La figura 4 muestra un diagrama de color CIE 1931 que presenta el cambio en la CT como resultado de la variación del ciclo de servicio.

20 Debe observarse que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran, en lugar de limitar, la invención, y que los expertos en la técnica podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Lo fundamental de la invención se refiere al conocimiento de que la variación de la señal de excitación permite un comportamiento de atenuación adecuado para una fuente de luz con activadores que tienen diferentes características de respuesta. En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia colocado entre paréntesis no debe interpretarse como limitativo de la reivindicación. La palabra "que comprende" no excluye la presencia de
25 elementos o etapas diferentes a los indicados en una reivindicación. La palabra "un" o "una" precediendo a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. El simple hecho que ciertas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse de manera ventajosa.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Fuente (1) de luz que comprende al menos un dispositivo (2) emisor de luz que puede emitir radiación electromagnética en el intervalo desde el ultravioleta cercano hasta el azul en respuesta a una señal de excitación de un medio (6) de excitación y una cubierta (3) luminiscente para convertir dicha radiación electromagnética en luz visible, caracterizada porque la cubierta luminiscente comprende al menos un primer activador (A_1) y un segundo activador (A_2), en la que dicho primer activador y dicho segundo activador tienen diferentes características de respuesta y dicho medio de excitación está adaptado para variar dicha señal de excitación para controlar el espectro ($S_{\text{total}}(\lambda)$) de dicha luz visible para dicha fuente de luz.
- 10 2. Fuente (1) de luz según la reivindicación 1, en la que dicha señal de excitación es una señal de excitación pulsada (P) y dicho medio (6) de excitación está adaptado para variar el ancho de pulso (W) de dicha señal de excitación pulsada.
3. Fuente (1) de luz según la reivindicación 1, en la que dicho dispositivo (2) emisor de luz es una fuente de luz de estado sólido, tal como un diodo orgánico emisor de luz o un diodo semiconductor emisor de luz, preferiblemente de material de InGaN o AlInGaN.
- 15 4. Fuente (1) de luz según la reivindicación 1, en la que dicho primer activador (A_1) es un activador rápido con un tiempo de respuesta $\tau_{1/e}$ en el intervalo de 10 nanosegundos - 100 microsegundos y dicho segundo activador (A_2) es un activador lento con un tiempo de respuesta $\tau_{1/e}$ en el intervalo de 10 microsegundos - 100 milisegundos.
- 20 5. Fuente (1) de luz según la reivindicación 4, en la que dicho activador rápido es un activador emisor de luz verde y dicho activador lento es un activador emisor de luz roja.
6. Fuente (1) de luz según la reivindicación 1, en la que dicho primer activador y dicho segundo activador forman parte de una única composición luminiscente.
- 25 7. Fuente (1) de luz según la reivindicación 6, en la que dicho primer activador y dicho segundo activador se seleccionan del grupo (primer activador, segundo activador) que comprende (Eu^{2+} , Mn^{2+}), (Ce^{3+} , Mn^{2+}), (VO_4^{3-} , Eu^{3+}) y (Bi^{3+} , Eu^{3+}) dopados en una red huésped seleccionada del grupo basado en sulfuros, oxisulfuros, óxidos, oxinitruros y nitruros.
8. Fuente (1) de luz según la reivindicación 1, en la que dicho primer activador y dicho segundo activador forman cada uno parte de diferentes composiciones luminiscentes.
- 30 9. Fuente de luz según la reivindicación 8, en la que dicho primer activador se selecciona del grupo que comprende Eu^{2+} , Ce^{3+} , VO_4^{3-} y Bi^{3+} dopados en una primera red huésped de material emisor de luz verde y dicho segundo activador se selecciona del grupo que comprende Mn^{2+} y Eu^{3+} dopados en una segunda red huésped de material emisor de luz roja.
- 35 10. Procedimiento de atenuación de una fuente de luz que comprende al menos un dispositivo (2) emisor de luz que puede emitir radiación electromagnética en el intervalo desde el UV cercano hasta el azul en respuesta a una señal de excitación de un medio (6) de excitación y una cubierta (3) luminiscente para convertir dicha radiación electromagnética en luz visible, comprendiendo el procedimiento la etapa de variar dicha señal de excitación para controlar el espectro de dicha luz visible, y estando caracterizado porque la cubierta luminiscente comprende al menos un primer activador y un segundo activador, en el que dicho primer activador y dicho segundo activador tienen diferentes características de respuesta.
- 40 11. Procedimiento según la reivindicación 10 que comprende la etapa de aplicar una señal de excitación pulsada a dicho dispositivo emisor de luz y variar el ancho de pulso de dicha señal de excitación pulsada.

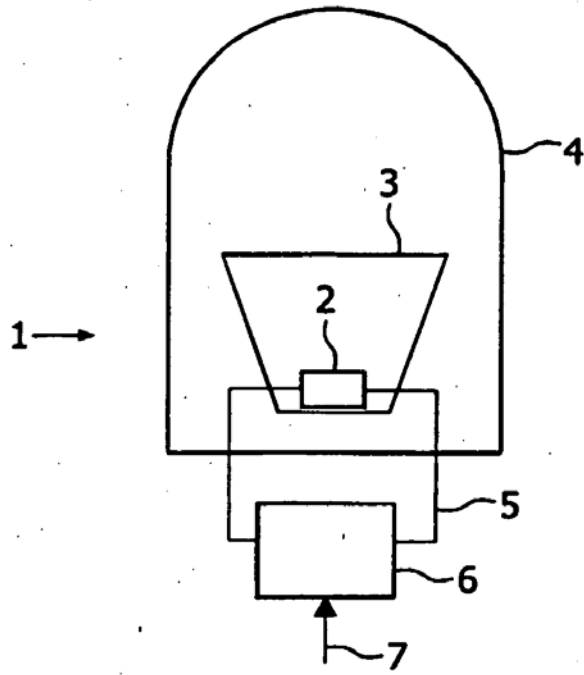


FIG. 1

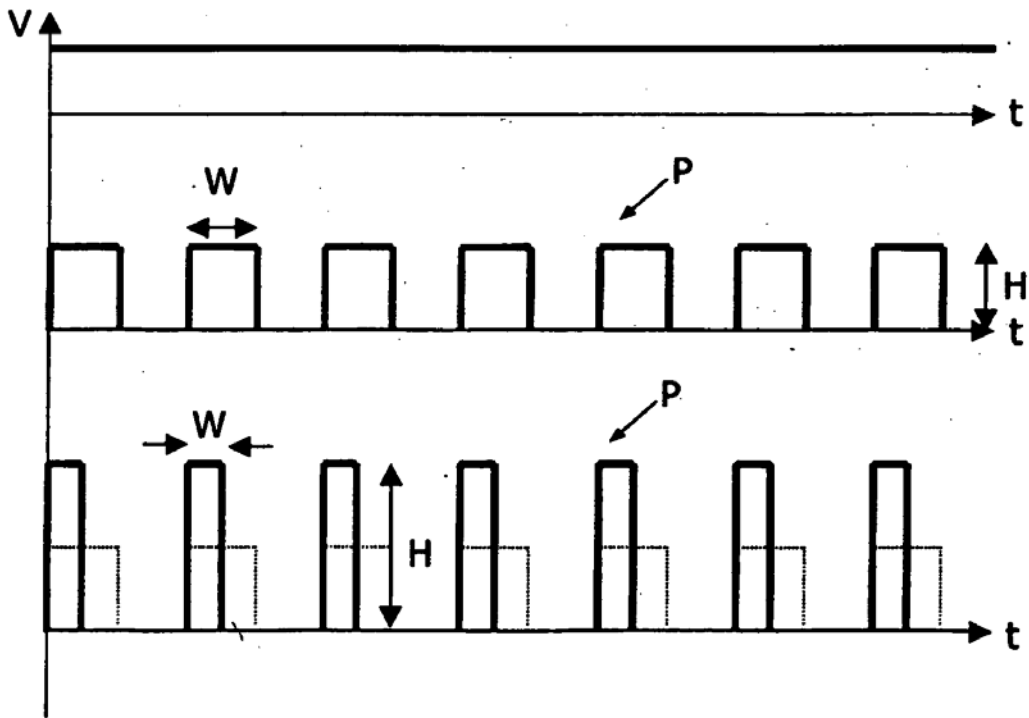


FIG. 2

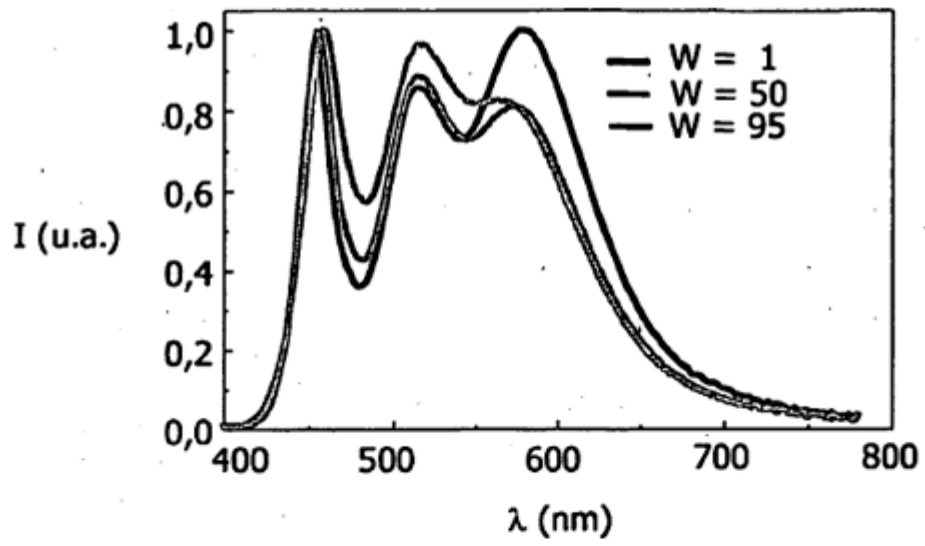


FIG. 3

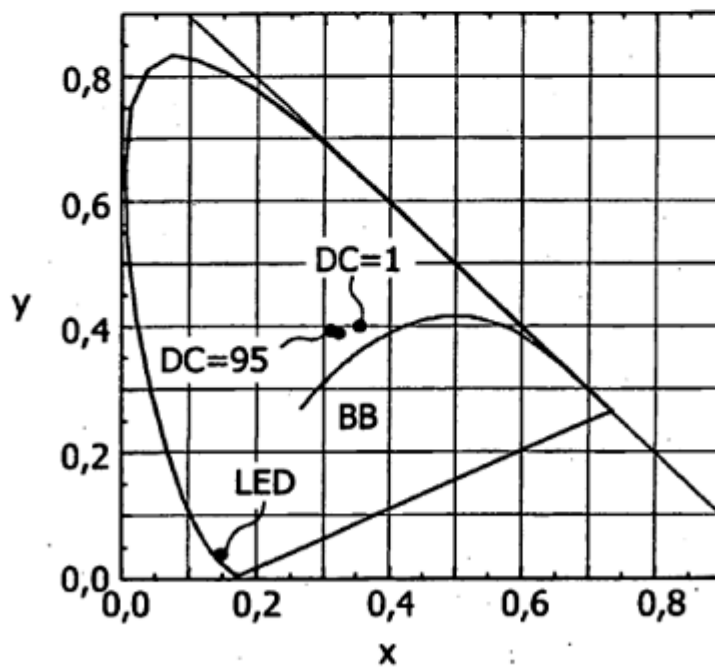


FIG. 4