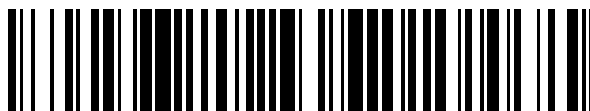


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 739**

51 Int. Cl.:

G02F 1/1347 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)

G09G 3/34 (2006.01)

G03B 21/14 (2006.01)

G03B 21/26 (2006.01)

G03B 21/56 (2006.01)

G03B 21/625 (2014.01)

H04N 5/74 (2006.01)

H04N 9/31 (2006.01)

G09G 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2002** **E 10008752 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018** **EP 2267520**

54 Título: **Un procedimiento y dispositivo para visualizar una imagen**

30 Prioridad:

27.02.2001 US 271563 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

15.11.2018

73 Titular/es:

**DOLBY LABORATORIES LICENSING CORPORATION (100.0%)
100 Potrero Avenue
San Francisco, CA 94103-4813, US**

72 Inventor/es:

**WHITEHEAD, LORNE;
WARD, GREG;
STUERZLINGER, WOLFGANG y
SEETZEN, HELGE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 689 739 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).

DESCRIPCIÓN

Un procedimiento y dispositivo para visualizar una imagen

Campo técnico

La invención se refiere a pantallas para visualizar imágenes digitales.

5 Antecedentes

El rango dinámico es la relación entre la intensidad de las partes con más luminancia de una escena y las partes con menos luminancia de una escena. Por ejemplo, la imagen proyectada por un sistema de proyección de vídeo puede tener un rango dinámico máximo de 300:1.

10 El sistema visual humano es capaz de reconocer características en escenas que tienen rangos dinámicos muy altos. Por ejemplo, una persona puede mirar a las sombras de un garaje no iluminado en un día soleado y ver detalles de objetos en las sombras a pesar de que la luminancia en las zonas soleadas adyacentes puede ser miles de veces mayor que la luminancia en las partes sombreadas de la escena. Crear una renderización realista de una escena de este tipo puede requerir una pantalla que tenga un rango dinámico superior a 1000:1. El término "alto rango dinámico" significa rangos dinámicos de 800:1 o más.

15 Los sistemas modernos de imágenes digitales son capaces de capturar y registrar representaciones digitales de escenas en las que se preserva el rango dinámico de la escena. Los sistemas de imágenes por ordenador son capaces de sintetizar imágenes con altos rangos dinámicos. Sin embargo, la tecnología de visualización actual no es capaz de renderizar imágenes de manera que se reproduzcan exactamente rangos dinámicos altos.

20 La patente estadounidense n.º 5.978.142 de Blackham y col. describe un sistema para proyectar una imagen en una pantalla. El sistema tiene moduladores de luz primero y segundo que modulan la luz de una fuente de luz. Cada uno de los moduladores de luz modula la luz de la fuente en el nivel de píxel. La luz modulada por ambos moduladores de luz se proyecta en la pantalla.

25 La solicitud PCT n.º PCT/US01/21367 de Gibbon y col. describe un sistema de proyección que incluye un premodulador. El premodulador controla la cantidad de luz incidente en un dispositivo de visualización de espejo deformable. Se puede usar un premodulador separado para oscurecer una zona seleccionada (por ejemplo, un cuadrante).

Existe una necesidad de procedimientos y pantallas con buena relación entre coste y eficacia para visualizar imágenes digitales que sean capaces de reproducir un amplio intervalo de intensidades de luz en las imágenes visualizadas.

30 Compendio de la invención

La presente invención proporciona pantallas para visualizar imágenes y procedimientos para visualizar imágenes.

En la presente memoria se describe también:

35 1. Una pantalla que comprende: una fuente de luz; un primer modulador espacial de luz ubicado para modular la luz desde la fuente de luz; una pantalla de visualización que comprende un segundo modulador espacial de luz; y un sistema óptico configurado para representar la luz modulada por el primer modulador espacial de luz en una primera cara de la pantalla de visualización.

2. La pantalla del punto 1 en el que la pantalla de visualización comprende un difusor.

3. La pantalla del punto 2 en el que la pantalla de visualización comprende un colimador ubicado para colimar la luz incidente desde el primer modulador espacial de luz.

40 4. La pantalla del punto 1 en el que la pantalla comprende una pantalla de retroproyección y la pantalla de visualización está configurada para transmitir luz a un espectador a un lado de la pantalla de visualización opuesta a la primera cara de la pantalla de visualización.

5. La pantalla del punto 4 en el que la pantalla de visualización comprende un colimador ubicado para colimar la luz incidente desde el primer modulador espacial de luz.

45 6. La pantalla del punto 5 en el que el colimador comprende una lente de Fresnel.

7. La pantalla del punto 6 en el que el difusor comprende una gran cantidad de centros de dispersión distribuidos en la lente de Fresnel.

8. La pantalla del punto 5 en el que el colimador comprende una lente holográfica.

9. La pantalla del punto 8 en el que el difusor comprende una gran cantidad de centros de dispersión distribuidos en la lente holográfica.
10. La pantalla del punto 4 en la que el difusor se encuentra en una cara de la pantalla opuesta a una cara en la que incide la luz procedente del primer modulador espacial de luz.
- 5 11. La pantalla del punto 4 en el que el segundo modulador espacial de luz comprende una matriz de elementos de visualización de cristal líquido que tienen cada uno una transmisividad controlable mediante una señal de control.
- 10 12. La pantalla del punto 4 en el que cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz comprende una pluralidad de elementos controlables y para cada elemento controlable de uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz, el otro de los primero y segundo moduladores espaciales de luz tiene más de uno de los elementos controlables correspondientes.
13. La pantalla del punto 4 en el que cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz comprende una pluralidad de elementos controlables y una pluralidad de los elementos controlables del primer modulador espacial de luz corresponde a cada elemento controlable del segundo modulador espacial de luz.
- 15 14. La pantalla del punto 13 en el que el primer modulador espacial de luz comprende un modulador espacial de luz en color.
15. La pantalla del punto 13 en el que, para cada elemento controlable de uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz, el otro de los primero y segundo moduladores espaciales de luz tiene más de ocho elementos controlables correspondientes.
- 20 16. La pantalla del punto 15 en el que cada elemento controlable del otro de los primero y segundo moduladores espaciales de luz comprende una pluralidad de subpíxeles de color.
17. La pantalla del punto 4 en el que cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz comprende una pluralidad de elementos controlables y para cada elemento controlable de uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz, el otro de los primero y segundo moduladores espaciales de luz tiene el intervalo de ocho a ciento cuarenta y cuatro elementos controlables correspondientes.
- 25 18. La pantalla del punto 4 en el que el primer modulador espacial de luz tiene una resolución mayor que el segundo modulador espacial de luz.
19. La pantalla del punto 18 en el que la fuente de luz y el primer modulador espacial de luz de un proyector digital y el proyector digital comprenden óptica de formación de imágenes que representa el primer modulador espacial de luz sobre el segundo modulador espacial de luz.
- 30 20. La pantalla del punto 19 que comprende un controlador conectado para suministrar datos de imagen al primero y segundo moduladores espaciales de luz.
21. La pantalla del punto 1 que comprende una o más etapas de modulación de luz adicionales entre el primer modulador espacial de luz y el segundo modulador espacial de luz.
- 35 22. La pantalla del punto 21 en el que la o las etapas de modulación de luz adicionales comprenden cada una un colimador y un modulador espacial de luz en el cual se representa una imagen de la luz modulada por un modulador espacial de luz anterior.
23. La pantalla del punto 22 en el que la o las etapas de modulación de luz adicionales comprenden cada una un difusor.
24. La pantalla del punto 4 en el que la pantalla tiene un área mayor que el primer modulador espacial de luz.
- 40 25. La pantalla del punto 1 en el que, una relación de una luminancia de puntos en la pantalla de visualización para la cual los elementos controlables correspondientes de cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz están configurados para proporcionar una iluminación máxima, y una luminancia de puntos en la pantalla de visualización para cuyos elementos controlables correspondientes de cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz están configurados para proporcionar una iluminación mínima, es superior a 1000:1.
- 45 26. La pantalla del punto 1 en el que, una relación de una luminancia de puntos en la pantalla de visualización para la cual los elementos controlables correspondientes de cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz están configurados para proporcionar una iluminación máxima, y una luminancia de puntos en la pantalla de visualización para cuyos elementos controlables correspondientes de cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz están configurados para proporcionar una iluminación mínima, es superior a 1500:1.
- 50 27. La pantalla del punto 1 en el que la pantalla comprende una pantalla de tipo proyección frontal y la pantalla de visualización está configurada para reflejar la luz a un espectador.

28. La pantalla del punto 27 en el que el segundo modulador espacial de luz comprende un modulador espacial de luz de tipo transmisión.
29. La pantalla del punto 27 en el que el segundo modulador espacial de luz comprende una matriz de elementos de visualización de cristal líquido de transmisividad variable.
- 5 30. La pantalla del punto 27 en el que el segundo modulador espacial de luz comprende preferiblemente una matriz de elementos de visualización retrorreflectantes.
31. La pantalla del punto 27 en el que el segundo modulador espacial de luz comprende una matriz de elementos de visualización electroforéticos.
- 10 32. La pantalla del punto 27 en el que el segundo modulador espacial de luz comprende una matriz de elementos de transmisividad variable ubicados delante de un reflector.
33. La pantalla del punto 32 en el que el reflector tiene una superficie rugosa y el reflector dispersa y refleja la luz que incide sobre ella a través del elemento de transmisividad variable.
34. La pantalla del punto 32 en el que el elemento de transmisividad variable comprende un elemento de visualización de cristal líquido.
- 15 35. La pantalla del punto 34 en el que el reflector tiene una superficie rugosa y el reflector se dispersa y refleja la luz que incide sobre él a través del elemento de visualización de cristal líquido.
36. La pantalla del punto 27 en el que cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz comprende una pluralidad de elementos controlables y una pluralidad de los elementos controlables del primer modulador espacial de luz corresponde a cada elemento controlable del segundo modulador espacial de luz.
- 20 37. La pantalla del punto 36 en el que el primer modulador espacial de luz comprende un modulador espacial de luz en color.
38. La pantalla del punto 37 en el que el segundo modulador espacial de luz comprende preferiblemente a su vez un modulador espacial de luz monocromático.
- 25 39. La pantalla del punto 36 en el que hay más de ocho elementos controlables del primer modulador espacial de luz que se corresponden con cada elemento controlable del segundo modulador espacial de luz.
40. La pantalla del punto 36 en el que hay entre ocho y ciento cuarenta y cuatro elementos controlables del primer modulador espacial de luz que se corresponden con cada elemento controlable del segundo modulador espacial de luz.
- 30 41. La pantalla del punto 40 en el que cada elemento controlable del primer modulador espacial de luz comprende una pluralidad de subpíxeles de color.
42. La pantalla del punto 26 en el que la fuente de luz y el primer modulador espacial de luz comprenden la fuente de luz y el primer modulador espacial de luz de un proyector digital y el proyector digital comprende óptica de formación de imágenes que representa el primer modulador espacial de luz sobre el segundo modulador espacial de luz.
- 35 43. La pantalla del punto 42 que comprende un controlador conectado para suministrar datos de imagen al primero y segundo moduladores espaciales de luz.
44. La pantalla del punto 26 en el que la pantalla tiene un área mayor que el primer modulador espacial de luz.
45. La pantalla del punto 1 en el que cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz comprende una pluralidad de elementos controlables y para cada elemento controlable del primer modulador espacial de luz, el segundo modulador espacial de luz tiene más de un elemento controlable correspondiente.
- 40 46. La pantalla del punto 45 en el que, en el segundo modulador espacial de luz, una distribución de la luz modulada por cada uno de una pluralidad de elementos controlables del primer modulador espacial de luz comprende una convolución de una distribución rectangular y una función de dispersión en la que la función de dispersión tiene un anchura completa a la mitad como máximo en el intervalo de $0,3 \times d_2$ a $3 \times d_2$, donde d_2 es un espaciado de centro a centro en el segundo modulador espacial de luz de las distribuciones de luz moduladas por los elementos controlables adyacentes del primer modulador espacial de luz.
- 45 47. La pantalla del punto 45 en el que cada uno de una pluralidad de elementos controlables del primer modulador espacial de luz produce una distribución de luz en el segundo modulador espacial de luz y las distribuciones de luz en el segundo modulador espacial de luz que surgen de los elementos controlables adyacentes del primer modulador espacial de luz se superponen entre sí.

- 5 48. La pantalla del punto 45 que comprende un controlador conectado para accionar cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz, el controlador configurado para proporcionar una primera señal de control que controla los elementos controlables del primer modulador espacial de luz y proporciona una aproximación de una imagen deseada, y para proporcionar una segunda señal de control que controla los elementos controlables del segundo modulador espacial de luz y corrige la imagen aproximada.
49. La pantalla del punto 48 en el que la primera señal de control controla cada elemento controlable del primer modulador espacial de luz y contribuye con una luminancia que es una media, o media ponderada, de una pluralidad de valores de luminancia deseados en las zonas de imagen que se corresponden con el elemento controlable del primer modulador espacial de luz.
- 10 50. La pantalla del punto 49 en el que la segunda señal de control controla los elementos controlables del segundo modulador espacial de luz para modular la luz incidente sobre ellos en una cantidad basada en los valores de luminancia deseados divididos por una intensidad de luz incidente conocida del primer modulador espacial de luz en el elemento controlable del segundo modulador espacial de luz.
- 15 51. La pantalla de visualización del punto 1 en el que cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz comprende una pluralidad de elementos controlables, los elementos controlables del primer modulador espacial de luz tienen un número N de niveles de brillo seleccionables discretos, los elementos controlables del segundo modulador espacial de luz tienen un número M de niveles de brillo seleccionables discretos y $N > M$.
- 20 52. La pantalla de visualización del punto 1 en el que cada uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz comprende una pluralidad de elementos controlables, los elementos controlables del primer modulador espacial de luz tienen un número N de niveles de brillo seleccionables discretos, los elementos controlables del segundo modulador espacial de luz tienen un número M de niveles de brillo seleccionables discretos y $N < M$.
53. La pantalla del punto 1 en el que el primer modulador espacial de luz comprende un dispositivo de espejo deformable.
- 25 54. La pantalla del punto 53 en el que el segundo modulador espacial de luz comprende una matriz de elementos de visualización de cristal líquido.
- 30 55. Una pantalla que comprende: una fuente de luz; un primer modulador espacial de luz ubicado para modular la luz desde la fuente de luz, el primer modulador espacial de luz que comprende un conjunto de píxeles controlables; y un segundo modulador espacial de luz ubicado para modular la luz modulada por el primer modulador espacial de luz, el segundo modulador espacial de luz que comprende una matriz de píxeles controlables; en el que cada píxel de uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz se corresponde con una pluralidad de píxeles del otro de los primero y segundo moduladores espaciales de luz.
56. La pantalla de visualización del punto 55 que comprende un colimador ubicado para colimar la luz modulada por el primer modulador espacial de luz antes de que la luz sea modulada por el segundo modulador espacial de luz.
- 35 57. La pantalla de visualización del punto 55 que comprende un difusor ubicado para dispersar la luz modulada por los primero y segundo moduladores espaciales de luz.
58. La pantalla del punto 55 en el que el primer modulador espacial de luz comprende un modulador espacial de luz en color.
- 40 59. La pantalla de visualización del punto 55 en el que la fuente de luz y el primer modulador espacial de luz comprenden la fuente de luz y el primer modulador espacial de luz de un proyector digital y el proyector digital comprende óptica de formación de imágenes que representa el primer modulador espacial de luz sobre el segundo modulador espacial de luz.
60. La pantalla de visualización del punto 55 en el que hay entre ocho y ciento cuarenta y cuatro píxeles del primer modulador espacial de luz que se corresponden con cada píxel del segundo modulador espacial de luz.
- 45 61. La pantalla de visualización del punto 55 en el que, para cada píxel de uno de los primero y segundo moduladores espaciales de luz, el otro de los primero y segundo moduladores espaciales de luz tiene entre ocho y ciento cuarenta y cuatro píxeles correspondientes.
62. La pantalla de visualización del punto 55 en el que cada píxel del primer modulador espacial de luz se corresponde con una pluralidad de píxeles del segundo modulador espacial de luz.
- 50 63. Un dispositivo de visualización que comprende: primeros medios de modulación espacial que proporcionan luz modulada espacialmente en una primera resolución espacial; segundos medios de modulación espacial que además modulan espacialmente la luz en una segunda resolución diferente de la primera resolución; y medios para controlar los medios de modulación espacial primeros y segundos a fin de visualizar una imagen definida por los datos de imagen.

64. Un procedimiento para visualizar una imagen que tiene un alto rango dinámico, el procedimiento que comprende: generar luz, modular la luz espacialmente según los datos de imagen en una primera etapa de modulación de luz; y, representar la luz modulada espacialmente en una pantalla que comprende un modulador de luz.

5 A continuación, se describen aspectos adicionales de la invención y características de las realizaciones específicas de los procedimientos y dispositivos para visualizar imágenes digitales descritas en la presente memoria.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos que ilustran realizaciones no limitativas de la invención,

La figura 1 es una ilustración esquemática de una pantalla según una realización de la invención;

La figura 1A es una ilustración esquemática de una implementación específica de la pantalla de la figura 1;

10 La figura 2 es una ilustración esquemática de una pantalla según una realización alternativa de la invención que comprende cuatro moduladores espaciales de luz;

La figura 3 es una ilustración esquemática de una pantalla de retroproyección según una realización adicional de la invención;

15 La figura 4 es una ilustración esquemática de una pantalla de tipo proyección frontal según una realización adicional de la invención;

La figura 5 es un dibujo que ilustra una posible relación entre píxeles en un modulador espacial de luz de mayor resolución y píxeles en un modulador espacial de luz de menor resolución en una pantalla según la invención;

La figura 5A ilustra un efecto de proporcionar un modulador de luz que tiene una resolución menor que otro modulador de luz;

20 La figura 6 es una ilustración esquemática de una pantalla de color de tipo proyección frontal que tiene una estructura de proyector alternativa;

Las figuras 6A y 6B son vistas en sección transversal ampliadas de partes de la pantalla de proyección frontal de la pantalla en color de la figura 6;

25 La figura 7 es un gráfico que ilustra cómo la luz representada sobre un modulador de luz de mayor resolución a partir de los píxeles de un modulador de luz de menor resolución se puede superponer para producir una variación suave de la intensidad de luz con la posición; y,

La figura 7A es un gráfico que ilustra cómo la variación de la intensidad de luz con la posición para la imagen de un píxel de un modulador de luz se puede representar como la convolución de un perfil cuadrado y una función de dispersión.

30 Descripción de las realizaciones preferidas

En la descripción siguiente, se exponen detalles específicos a fin de proporcionar una comprensión más completa de la invención. Sin embargo, la invención puede ponerse en práctica sin estos detalles. En otros ejemplos, los elementos bien conocidos no se muestran ni se describen en detalle para evitar oscurecer innecesariamente la invención. La memoria descriptiva y los dibujos se considerarán, por consiguiente, en un sentido ilustrativo más que

35 restrictivo.

La presente invención proporciona pantallas capaces de renderizar imágenes con altos rangos dinámicos. Las pantallas según la invención comprenden dos etapas de modulación de la luz. La luz pasa a través de las etapas en serie para proporcionar una imagen que tiene un rango dinámico aumentado.

40 La figura 1 ilustra esquemáticamente una pantalla 10 según una realización simple de la invención. Los tamaños de los elementos y las distancias entre ellos en la figura 1 no son a escala. La pantalla 10 comprende una fuente de luz 12. La fuente de luz 12 puede comprender, por ejemplo, una lámpara de proyección como puede ser una lámpara incandescente o una lámpara de arco, un láser u otra fuente de luz adecuada. La fuente de luz 12 puede comprender un sistema óptico que comprende uno o más espejos, lentes u otros elementos ópticos que cooperan para suministrar luz al resto de la pantalla 10.

45 En la realización ilustrada, la luz de la fuente de luz 12 se dirige hacia un primer modulador de luz 16. La fuente de luz 12 proporciona preferiblemente una iluminación significativamente uniforme del primer modulador de luz 16. El modulador de luz 16 comprende una matriz de elementos direccionables individualmente. El modulador de luz 16 puede comprender, por ejemplo, un LCD (pantalla de cristal líquido), que es un ejemplo de un modulador de luz de tipo transmisión o un DMD (dispositivo de espejo deformable), que es un ejemplo de un modulador de luz de tipo

reflexión. La circuitería del controlador de pantalla (no se muestra en la figura 1) controla los elementos del modulador de luz 16 según los datos que definen una imagen que se visualiza.

La luz que ha sido modulada por el primer modulador de luz 16 se representa sobre una pantalla de retroproyección 23 mediante un sistema óptico 17 adecuado. La luz de una zona pequeña del primer modulador de luz 16 es dirigida por el sistema óptico 17 a una zona correspondiente en la pantalla de retroproyección 23. En la realización ilustrada, el sistema óptico 17 comprende una lente que tiene una longitud focal f . En general, el sistema óptico 17 que representa la luz modulada por el primer modulador de luz 16 sobre la pantalla de retroproyección 23 puede comprender uno o más espejos, lentes u otros elementos ópticos. Dicho sistema óptico tiene la función de representar la luz modulada por el primer modulador de luz sobre un segundo modulador de luz.

En la realización ilustrada, la pantalla de retroproyección 23 comprende un segundo modulador de luz 20 y un colimador 18. Una función principal del colimador 18 es hacer que la luz que pasa a través de la pantalla de retroproyección 23 sea dirigida preferentemente hacia una zona de visualización. El colimador 18 puede comprender una lente de Fresnel, una lente holográfica o, como alternativa, otra disposición de una o más lentes y/u otros elementos ópticos que guiarán la luz en la dirección de una zona de visualización.

En la realización ilustrada, el colimador 18 hace que la luz se desplace a través de los elementos del segundo modulador de luz 20 en una dirección que generalmente es normal a la pantalla 23. Cuando la luz incidente desde el colimador 18 se desplaza a través del segundo modulador de luz 20, también se modula. A continuación, la luz pasa a un difusor 22 que dispersa la luz que sale a través de un intervalo de direcciones de modo que un espectador ubicado en un lado opuesto del difusor 22 del primer modulador de luz 16 puede ver la luz que se origina desde toda la zona de la pantalla 23. En general, el difusor 22 puede dispersar la luz en una extensión angular diferente en los planos horizontal y vertical. El difusor 22 debería seleccionarse de modo que la luz modulada por el segundo modulador de luz 20 sea dispersada a través de un intervalo de ángulos tal que el ángulo de dispersión máximo sea, al menos, igual al ángulo delimitado por la pantalla 23 cuando se ve desde el lugar de visualización deseado.

La pantalla de retroproyección 23 puede diferir en área al primer modulador de luz 16. Por ejemplo, la pantalla de retroproyección 23 puede tener un área mayor que el primer modulador de luz 16. Cuando este es el caso, el sistema óptico 17 amplía el haz de luz modulado por el primer modulador de luz 16 para iluminar una zona más grande correspondiente en la pantalla de retroproyección 23.

El segundo modulador de luz 20 puede ser del mismo tipo que el primer modulador de luz 16 o un tipo diferente. Cuando el primero y segundo moduladores de luz 16 y 20 son ambos de tipos que polarizan la luz, el segundo modulador de luz 20 debe, en la medida de lo posible, orientarse de modo que su plano de polarización coincida con el de la luz incidente desde el primer modulador de luz 16.

La pantalla 10 puede ser una pantalla en color. Esto se puede conseguir de varias maneras, incluido:

hacer que uno del primer modulador de luz 16 y el segundo modulador de luz 20 sea un modulador de luz en color;

proporcionar una pluralidad de primeros moduladores de luz 16 diferentes que funcionan en paralelo en diferentes colores; y,

proporcionar un mecanismo para introducir rápidamente diferentes filtros de color en la trayectoria de la luz por delante del segundo modulador de luz 20.

Como ejemplo del primer planteamiento anterior, el segundo modulador de luz 20 puede comprender un panel LCD que tiene una pluralidad de píxeles cada uno que comprende varios subpíxeles de color. Por ejemplo, cada píxel puede comprender tres subpíxeles, uno asociado con un filtro rojo, uno asociado con un filtro verde y uno asociado con un filtro azul. Los filtros pueden estar integrados con el panel LCD.

Como se muestra en la figura 1A, la fuente de luz 12, el primer modulador de luz 16 y el sistema óptico 17 pueden ser partes de un videoprojector digital 37 ubicado para proyectar una imagen definida por una señal 38A desde un controlador 39 en la parte posterior de la pantalla de retroproyección 23. Los elementos del segundo modulador de luz 20 están controlados por una señal 38B del controlador 39 para proporcionar una imagen a un espectador que tiene un alto rango dinámico.

Como se muestra en la figura 2, una pantalla 10A según la invención puede comprender una o más etapas de modulación de luz adicionales 24. Cada etapa de modulación de luz adicional 24 comprende un colimador 25, un modulador de luz 26 y un sistema óptico 27 que enfoca la luz del modulador de luz 26 sobre la siguiente etapa de modulación de luz adicional 24 o sobre el colimador 18. En el dispositivo 10A de la figura 2 hay dos etapas de modulación de luz adicionales 24. Los dispositivos según esta realización de la invención pueden tener una o más etapas de modulación de luz adicionales 24.

La luminancia de cualquier punto en el difusor de salida 22 se puede ajustar controlando la cantidad de luz transmitida por los elementos correspondientes de los moduladores de luz 16, 20 y 26. Este control puede ser

proporcionado por un sistema de control adecuado (no se muestra en la figura 2) conectado para accionar cada uno de los moduladores de luz 16, 20 y 26.

Como se ha indicado anteriormente, los moduladores de luz 16, 20 y 26 pueden ser todos del mismo tipo o pueden ser de dos o más tipos diferentes. La figura 3 ilustra una pantalla 10B según una realización alternativa de la invención que incluye un primer modulador de luz 16A que comprende un dispositivo de espejo deformable. Un dispositivo de espejo deformable es un dispositivo "binario" en el sentido de que cada píxel puede estar "encendido" o "apagado". Se pueden producir diferentes niveles de brillo evidentes encendiendo y apagando rápidamente un píxel. Dichos dispositivos se describen, por ejemplo, en las patentes estadounidenses n.º 4.441.791 y 4,954,789 y se usan comúnmente en los videoproyectores digitales. La fuente de luz 12 y el primer modulador de luz 16 (o 16A) pueden ser la fuente de luz y el modulador de un videoprojector digital comercial, por ejemplo.

La figura 4 ilustra una pantalla de tipo proyección frontal 10C según la invención. La pantalla 10C comprende una pantalla 34. Un proyector 37 proyecta una imagen 38 en la pantalla 34. El proyector 37 comprende una fuente de luz 12 adecuada, un primer modulador de luz 16 y un sistema óptico 17 adecuado para proyectar una imagen definida por el primer modulador de luz 16 sobre la pantalla 34. El proyector 37 puede comprender un proyector de visualización disponible comercialmente. La pantalla 34 incorpora un segundo modulador de luz 36. El segundo modulador de luz 36 comprende varios elementos direccionables que pueden controlarse individualmente para afectar la luminancia de una zona correspondiente de la pantalla 34.

El modulador de luz 36 puede tener cualquiera de diversas estructuras. Por ejemplo, el modulador de luz 36 puede comprender una matriz de elementos LCD que tienen cada uno una transmisividad controlable ubicada delante de un soporte reflectante. La luz proyectada por el proyector 37 atraviesa cada elemento LCD y se refleja de vuelta a través del elemento LCD mediante el soporte reflectante. La luminancia en cualquier punto de la pantalla 34 está determinada por la intensidad de luz recibida en ese punto por el proyector 37 y el grado en que el modulador de luz 36 (por ejemplo, el elemento LCD en ese punto) absorbe la luz que se transmite a través de él.

El modulador de luz 36 también podría comprender una matriz de elementos que tienen propiedades de retroreflexión variable. Los elementos pueden ser prismáticos. Dichos elementos se describen, por ejemplo, en Whitehead, la patente estadounidense n.º 5.959.777 titulada Passive High Efficiency Variable Reflectivity Image Display Device y Whitehead y col., la patente estadounidense n.º 6.215.920 titulada Electrophoretic, High Index and Phase Transition Control of Total Internal Reflection in High Efficiency Variable Reflectivity Image Displays.

El modulador de luz 36 también podría comprender una matriz de elementos de visualización electroforéticos como se describe, por ejemplo, en Albert y col., la patente estadounidense n.º 6.172.798 titulada Shutter Mode Microencapsulated Electrophoretic Display; Comiskey y col., la patente estadounidense n.º 6.120.839 titulada Electro-osmotic Displays and Materials for Making the Same; Jacobson, la patente estadounidense n.º 6.120.588 titulada: Electronically Addressable Microencapsulated Ink and Display; Jacobson y col., patente estadounidense n.º 6.323.989 titulada Electrophoretic Displays Using Nanoparticles; Albert, patente estadounidense n.º 6.300.932 titulada Electrophoretic Displays with Luminescent Particles and Materials for Making the Same o, Comiskey y col., patente estadounidense n.º 6.327.072 titulada Microcell Electrophoretic Displays.

Como se muestra en las figuras 6A y 6B, la pantalla 34 comprende preferiblemente un elemento de lente 40 que funciona para dirigir la luz preferentemente hacia los ojos de los espectadores. En la realización ilustrada, el elemento 40 de lente comprende una lente de Fresnel que tiene un punto focal significativamente coincidente con el vértice del cono de luz que se origina desde el proyector 37. El elemento de lente 40 podría comprender otro tipo de lente como puede ser una lente holográfica. El elemento de lente 40 incorpora centros de dispersión 45 que proporcionan un grado de difusión deseado en la luz reflejada desde la pantalla 34. En la realización ilustrada, el segundo modulador de luz 36 comprende un panel LCD reflectante que tiene un gran número de píxeles 42 que se apoyan en una capa reflectante 43 y montados en un soporte 47A.

Cuando el modulador de luz 36 comprende una matriz de elementos que tienen propiedades de retroreflexión variable, los propios elementos podrían diseñarse para dirigir la luz retroreflejada preferentemente en la dirección de una zona de visualización delante de la pantalla 34. La capa reflectante 43 puede modelarse para dispersar la luz ya sea para aumentar el efecto de los centros de dispersión 45 o para sustituir los centros de dispersión 45.

Tal como se muestra en la figura 4, un controlador 39 proporciona datos que definen una imagen 38 en cada uno de los primeros moduladores de luz 16 y segundos moduladores de luz 36. El controlador 39 podría comprender, por ejemplo, un ordenador equipado con un adaptador de pantalla adecuado. El controlador 39 puede comprender hardware de procesamiento de imágenes para acelerar las etapas de procesamiento de imágenes. La luminancia de cualquier punto en la pantalla 34 está determinada por el efecto combinado de los píxeles en el primer modulador de luz 16 y el segundo modulador de luz 36 que se corresponden con ese punto. Hay una luminancia mínima en los puntos para los que los píxeles correspondientes del primero y segundo moduladores de luz se establecen en sus estados "más oscuros". Hay una luminancia máxima en los puntos para los que los píxeles correspondientes del primero y segundo moduladores de luz se establecen en sus estados "más claros". Otros puntos tienen valores de luminancia intermedios. El valor máximo de luminancia podría ser, por ejemplo, del orden de 10^5 cd/m². El valor mínimo de luminancia podría ser, por ejemplo, del orden de 10^{-2} cd/m².

El coste de un modulador de luz y su circuitería de control asociada tiende a aumentar con el número de elementos direccionables en el modulador de luz. En algunas realizaciones de la invención, uno de los moduladores de luz tiene una resolución espacial significativamente mayor que la de uno o más de los otros moduladores de luz. Cuando uno o más de los moduladores de luz son dispositivos de menor resolución, el coste de una pantalla según dichas realizaciones de la invención puede reducirse. En pantallas de color que comprenden dos o más moduladores de luz, uno de los cuales es un modulador de luz en color (una combinación de una pluralidad de moduladores de luz monocromáticos puede constituir un modulador de luz en color como se muestra, por ejemplo, en la figura 6) y uno de los cuales es un modulador de luz de mayor resolución, el modulador de luz de mayor resolución también debería ser el modulador de luz en color. En algunas realizaciones, el modulador de luz de mayor resolución se representa sobre el modulador de luz de menor resolución. En otras realizaciones, el modulador de luz de menor resolución se representa sobre el modulador de luz de mayor resolución.

La figura 5 ilustra una posible configuración de píxeles en una pantalla 10 como se muestra en la figura 1. Nueve píxeles 42 de un segundo modulador de luz 20 se corresponden con cada píxel 44 de un primer modulador de luz 16. El número de píxeles 42 del segundo modulador de luz 20 que se corresponde con cada píxel 44 del primer modulador de luz 16 puede variarse por cuestión de elección del diseño. Los píxeles 42 del primero y segundo moduladores de luz 16 y 20 (o 36) de mayor resolución deberían ser lo suficientemente pequeños para proporcionar la resolución global deseada. En general, hay un compromiso entre el aumento de la resolución y el aumento del coste. En una pantalla típica, el modulador de luz de mayor resolución proporcionará una matriz de píxeles que tendrá al menos unos pocos cientos de píxeles en cada dirección y más típicamente más de 1000 píxeles en cada dirección.

El tamaño de los píxeles 44 del primero y segundo moduladores de luz de menor resolución determina la escala en la que se puede pasar de manera fiable de una intensidad máxima a una intensidad mínima. Considérese, por ejemplo, la figura 5A que representa una situación en la que se desea visualizar una imagen de un punto pequeño con luminancia máxima sobre un gran fondo de luminancia mínima. Para obtener la máxima luminancia en un punto 49, los píxeles de cada uno de los primero y segundo moduladores de luz que se corresponden con el punto 49 deben establecer sus valores a la luminosidad máxima. Cuando los píxeles de un modulador de luz tienen una resolución menor que los píxeles del otro modulador de luz, algunos píxeles del modulador de luz de menor resolución se extenderán por el límite del punto 49. Este es el caso, por ejemplo, en la figura 5A.

En el exterior del punto 49 hay dos zonas. En la zona 48 no es posible establecer la luminancia a su valor mínimo porque en esa zona el modulador de luz de menor resolución establece la luminancia a su valor más alto. En la zona 47A, ambos moduladores de luz pueden establecer la luminancia a sus valores más bajos. Si, por ejemplo, cada uno de los primero y segundo moduladores de luz tiene un rango de luminancia de 1 a 100 unidades, entonces la zona 49 podría tener una luminancia de $100 \times 100 = 10.000$ unidades, la zona 48 tendría una luminancia de $100 \times 1 = 100$ unidades y la zona 47 tendría una luminancia de $1 \times 1 = 1$ unidades.

Como resultado de tener uno de los moduladores de luz de menor resolución que el otro, cada píxel del modulador de luz de menor resolución se corresponde con más de un píxel en el modulador de luz de mayor resolución. No es posible que los puntos correspondientes a un píxel cualquiera del modulador de luz de menor resolución y los diferentes píxeles del modulador de luz de mayor resolución tengan valores de luminancia al límite del rango dinámico del dispositivo. La diferencia máxima de luminancia entre dichos puntos está determinada por el rango dinámico proporcionado por el modulador de luz de mayor resolución.

En general, no es un problema que una pantalla no sea capaz de hacer que los puntos espaciados muy juntos difieran en luminancia entre sí en todo el rango dinámico de la pantalla. De cualquier modo, el ojo humano tiene suficiente dispersión intrínseca que es incapaz de apreciar grandes cambios de luminancia que se producen en distancias muy cortas.

En una pantalla según la invención que incluye un modulador espacial de luz de menor resolución y un modulador espacial de luz de mayor resolución, el controlador 39 puede determinar un valor para cada píxel del modulador espacial de luz de menor resolución y ajustar las señales que controlan el modulador espacial de luz de mayor resolución para reducir los artefactos que resultan del hecho de que cada píxel del modulador espacial de luz de menor resolución es común a una pluralidad de píxeles del modulador espacial de luz de mayor resolución. Esto se puede hacer de muchas maneras.

Por ejemplo, considere el caso en el que cada píxel del modulador espacial de luz de menor resolución se corresponde con una pluralidad de píxeles del modulador espacial de luz de mayor resolución. Los datos de imagen que especifican una imagen deseada se suministran al controlador. Los datos de imagen indican una luminancia deseada para una zona de imagen que se corresponde con cada uno de los píxeles del modulador espacial de luz de mayor resolución. El controlador puede establecer los píxeles del modulador de luz de menor resolución para proporcionar una aproximación de la imagen deseada. Esto podría conseguirse, por ejemplo, determinando una media o media ponderada de los valores de luminancia deseados en las zonas de imagen correspondientes a cada píxel del modulador de luz de menor resolución.

Posteriormente, el controlador puede establecer los píxeles del modulador de luz de mayor resolución para hacer que la imagen resultante se aproxime a la imagen deseada. Esto podría hacerse, por ejemplo, dividiendo los valores de luminancia deseados por la intensidad de luz incidente conocida desde el modulador de luz de menor resolución en los píxeles correspondientes del modulador de luz de mayor resolución. El procesamiento para generar las señales que accionan los moduladores de luz puede realizarse mediante el controlador 39 sobre la marcha; puede realizarse anteriormente mediante el controlador 39 u otro dispositivo e integrarse en los datos de imagen, o puede realizarse algún procesamiento antes y el controlador 39 puede realizar el procesamiento final para generar las señales de control.

Si los píxeles de baja resolución son demasiado grandes, entonces un espectador puede distinguir un halo alrededor de los elementos brillantes en una imagen. Los píxeles de baja resolución son preferiblemente lo suficientemente pequeños para que el aspecto de manchas brillantes en fondos oscuros o de puntos oscuros en fondos brillantes no se degrade inaceptablemente. Actualmente se considera práctico proporcionar en el intervalo de aproximadamente 8 a aproximadamente 144, más preferiblemente de aproximadamente 9 a 36, píxeles en el modulador de luz de mayor resolución para cada píxel del modulador de luz de menor resolución.

El tamaño de los niveles en los que cada uno de los píxeles 42 y 44 pueden ajustar la luminancia de los puntos en la imagen no son necesariamente iguales. Los píxeles del modulador de luz de menor resolución pueden ajustar la intensidad de la luz en niveles más gruesos que los píxeles del modulador de luz de mayor resolución. Por ejemplo, el modulador de luz de menor resolución puede permitir el ajuste de la intensidad de luz para cada píxel en un rango de intensidad de 1 a 512 unidades en 8 niveles, mientras que el modulador de luz de mayor resolución puede permitir el ajuste de la intensidad de luz para cada píxel en un rango en 512 niveles. Si bien los píxeles 42 y 44 se ilustran como cuadrados en la figura 5, esto no es necesario. Los píxeles 42 y/o 44 podrían ser de otras formas, como rectangulares, triangulares, hexagonales, redondos u ovalados.

Los píxeles del modulador de luz de menor resolución preferiblemente emiten luz que es algo difusa de modo que la intensidad de luz varía razonablemente suave a medida que uno atraviesa los píxeles del modulador de luz de menor resolución. Este es el caso donde la luz de cada uno de los píxeles del modulador de luz de menor resolución se extiende hacia los píxeles adyacentes, tal como se muestra en la figura 7. Como se muestra en la figura 7A, el perfil de intensidad de un píxel en el modulador de luz de menor resolución a menudo se puede aproximar mediante la función de dispersión gaussiana convolucionada con un perfil rectangular que tiene una anchura d_1 igual a la anchura activa del píxel. La función de dispersión preferiblemente tiene una anchura completa a la mitad como máximo en el intervalo de $0,3xd_2$ a $3xd_2$, donde d_2 es el espaciado entre píxeles de centro a centro, a fin de producir la intensidad de luz deseada que varía suavemente. Típicamente d_1 es casi igual a d_2 .

En la realización de la figura 5, cada píxel 42 comprende tres subpíxeles 43R, 43G y 43B (para una mayor claridad, la figura 5 omite los subpíxeles de algunos píxeles 42). Los subpíxeles 43R, 43G y 43B son direccionables de manera independiente. Están asociados respectivamente con los filtros de color rojo, verde y azul que están integrados en el segundo modulador de luz 20. En la técnica se conocen diversas estructuras de paneles de LCD que incluyen varios subpíxeles de color y que son adecuados para su uso en la presente invención.

En pantallas de tipo proyección frontal (por ejemplo, la pantalla 10C de la figura 4), es más práctico que el primer modulador de luz 16 comprenda un modulador de luz de alta resolución que proporcione información de color y que el modulador de luz 36 comprenda un modulador de luz monocromático. El modulador de luz 36 preferiblemente tiene elementos direccionables razonablemente pequeños de modo que los límites de sus elementos no forman un patrón de distracción visual. Por ejemplo, el modulador de luz 36 puede tener el mismo número de elementos direccionables que el proyector 37 (aunque cada uno de dichos elementos típicamente tendrá dimensiones significativamente mayores que el elemento correspondiente en el modulador de luz 16 del proyector 37).

El proyector 37 puede tener cualquier estructura adecuada. Todo lo que se requiere es que el proyector 37 pueda proyectar luz que haya sido modulada espacialmente para proporcionar una imagen en la pantalla 34. La figura 6 ilustra un sistema de visualización 10D según una realización alternativa adicional de la invención. El sistema 10D comprende una pantalla 34 que tiene un modulador de luz integrado 36 como se ha descrito anteriormente en referencia a la figura 4. El sistema 10D comprende un proyector 37A que tiene moduladores de luz separados 16R, 16G y 16B para cada uno de los tres colores. La luz modulada por cada uno de los moduladores de luz 16R, 16G y 16B se filtra mediante un filtro correspondiente de tres colores 47R, 47G y 47B. La luz modulada se proyecta sobre la pantalla 34 mediante sistemas ópticos 17. Una única fuente de luz 12 puede suministrar luz a los tres moduladores de luz 16R, 16G y 16B, o pueden proporcionarse fuentes de luz separadas (no se muestran).

Como será evidente para los expertos en la técnica a la luz de la descripción anterior, son posibles muchas alteraciones y modificaciones en la práctica de la presente invención. Por ejemplo:

- el difusor 22 y el colimador 18 podrían combinarse entre sí;
- el difusor 22 y el colimador 18 podrían invertirse en orden;
- se podrían proporcionar múltiples elementos cooperativos para realizar la difusión y/o colimación de luz;

- el orden en la pantalla 23 del segundo modulador de luz 20, colimador 18 y difusor 22 podría variarse;

la señal 38A que acciona el primer modulador de luz 16 puede comprender los mismos datos que accionan el segundo modulador de luz 20 o puede comprender datos diferentes.

5 Por consiguiente, el alcance de la invención debe interpretarse según la sustancia definida por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo que comprende:

- una fuente de luz (12);

5 - un primer medio (12, 16, 37) que comprende unos primeros elementos controlables (44) y que está configurado para modular espacialmente la luz de la fuente de luz (12) en una primera resolución espacial;

- un modulador espacial de luz (20) que comprende unos segundos elementos controlables (42) que tienen una resolución mayor que la primera resolución espacial;

- una disposición óptica (17, 27) que hace que la luz de los primeros elementos controlables (44) del primer medio se represente en el modulador espacial de luz (20); y

10 - un controlador (39);

en el que:

- el controlador (39) está configurado para hacer que la luz de los primeros elementos controlables (44) del primer medio forme una versión a baja resolución de una imagen;

15 - la luz de cada primer elemento controlable (44) del primer medio representado en el modulador espacial de luz (20) se corresponde con una pluralidad de elementos controlables (42) del modulador espacial de luz (20);

20 - la variación de intensidad con la posición de luz de cada uno de los primeros elementos controlables (44) del primer medio está representada por la convolución de un perfil cuadrado y una función de dispersión que hace que la luz se propague en zonas que se corresponden con los primeros elementos controlables adyacentes (44) a fin de originar una intensidad de luz que varía suavemente desde un primer elemento controlable (44) del primer medio hasta los otros primeros elementos controlables (44) del primer medio y

- el controlador (39) está configurado para operar el modulador espacial de luz (20) en respuesta a las diferencias entre la versión a baja resolución de la imagen y la imagen determinada mediante la división de los valores de luminancia deseados por una intensidad de luz incidente conocida desde el primer medio en los elementos controlables correspondientes (42) del modulador espacial de luz (20).

25 2. Un dispositivo según la reivindicación 1 en el que uno de los primeros medios (12, 13, 37) y el modulador espacial de luz (20) es un modulador de luz en color.

30 3. Un dispositivo según la reivindicación 1 en el que la luz de los primeros elementos controlables (44) del primer medio comprende un perfil de intensidad que comprende una anchura completa a la mitad como máximo en el intervalo de $0,3x d_2$ a $3x d_2$ donde d_2 es un espaciado de centro a centro entre los elementos controlables (44) del primer medio.

4. Un dispositivo según la reivindicación 1 en el que el controlador (39) controla cada elemento controlable (44) del primer medio para emitir luz que tiene una intensidad determinada en función de una media o media ponderada de datos de imagen para las zonas correspondientes a ese elemento controlable (44).

35 5. Un dispositivo según la reivindicación 1 en el que el controlador (39) controla el modulador espacial de luz (20) de manera que los artefactos, causados por la luz de cada primer elemento controlable (44) correspondiente a una pluralidad de elementos controlables (42) del modulador espacial de luz (20), se reducen.

6. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que el controlador (39) comprende un dispositivo de procesamiento configurado para:

40 producir las primeras señales de control (38A) destinadas a controlar individualmente los primeros elementos controlables (44) de los primeros medios (12, 16, 37), en el que las primeras señales de control (38A) se basan en datos de imagen que definen una imagen deseada y comprenden datos que, cuando se aplica a los primeros medios (12, 16, 37), hacen que los primeros medios (12, 16, 37) emitan un patrón de luz que se aproxima a la imagen deseada; y,

45 producir unas segundas señales de control (38B) destinadas a controlar individualmente los segundos elementos controlables (42) del modulador espacial de luz (20),

en el que:

50 las segundas señales de control (38B) se basan en los datos de imagen que definen la imagen deseada y comprenden datos que, cuando se aplican al modulador espacial de luz (20), hacen que el modulador espacial de luz (20) module el patrón de luz de modo que se reducen las diferencias entre el patrón de luz y la imagen deseada, y las segundas señales de control (38B) incluyen compensación de artefactos debido al hecho de que cada uno de

- los primeros elementos controlables individualmente (44) es común a una pluralidad de los segundos elementos controlables individualmente (42) del modulador espacial de luz (20); y
- 5 el dispositivo de procesamiento está configurado para producir las segundas señales de control (38B) dividiendo los valores de luminancia deseados por una intensidad de luz incidente conocida desde los primeros medios (12, 16, 37) en los segundos elementos controlables correspondientes (42) del modulador espacial de luz (20).
7. Un dispositivo según la reivindicación 6 en el que las primeras señales de control (38A) son operables para controlar los primeros elementos controlables (44) de los primeros medios (12, 16, 37) en niveles más gruesos que los niveles en los que las segundas señales de control (38B) son operables para controlar los segundos elementos controlables (42).
- 10 8. Un dispositivo según la reivindicación 6 en el que las primeras señales de control (38A) se determinan en función de medias o medias ponderadas de las zonas de imagen correspondientes a cada primer elemento controlable (44) de los primeros medios (12, 16, 37).
9. Un procedimiento para visualizar una imagen, el procedimiento que comprende las etapas de:
- generar luz;
- 15 - controlar los primeros elementos controlables (44) de un modulador de luz de menor resolución para modular espacialmente la luz generada en una primera resolución espacial y formar una versión a baja resolución de la imagen; y
- representar la luz sobre los segundos elementos controlables (42) de un modulador de luz de mayor resolución, cada elemento controlable (44) del modulador de luz de menor resolución que es común a una pluralidad de segundos elementos controlables (42) del modulador de luz de mayor resolución;
- 20 - en el que la variación de intensidad con la posición de la luz de cada uno de los primeros elementos controlables (44) está representada por la convolución de un perfil cuadrado y una función de dispersión que hace que la luz se propague en las zonas correspondientes a los primeros elementos controlables adyacentes (44) para hacer que la intensidad de luz varíe suavemente desde un primer elemento controlable (44) a otros primeros elementos controlables (44);
- 25 - en el que el procedimiento comprende controlar los segundos elementos controlables (42) en respuesta a las diferencias entre una versión a baja resolución de una imagen deseada representada en los segundos elementos controlables (42) y la imagen deseada, en el que las diferencias se determinan dividiendo los valores de luminancia deseados por una intensidad de luz incidente conocida desde los primeros elementos controlables (44) sobre los segundos elementos controlables correspondientes (42).
- 30 10. Un procedimiento según la reivindicación 9 en el que la luz de los primeros elementos controlables (44) se caracteriza por una función de dispersión que tiene una anchura completa a la mitad como máximo en el intervalo de $0,3x_d2$ a $3x_d2$ donde d_2 es un espaciado de centro a centro de los primeros elementos controlables (44).
11. Un procedimiento según la reivindicación 9 que comprende controlar los primeros elementos controlables (44) para reducir los artefactos resultantes del hecho de que cada primer elemento controlable (44) es común a una pluralidad de los segundos elementos controlables (42).
- 35 12. Un procedimiento según la reivindicación 9 que comprende determinar un valor para cada elemento controlable (44) del modulador de luz de menor resolución que es una media o media ponderada de los datos de imagen para las zonas correspondientes a ese elemento controlable (44).
- 40 13. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para visualizar una imagen deseada, en el que una imagen a baja resolución de la imagen deseada se representa sobre el modulador espacial de luz (20), y el modulador espacial de luz (20) es controlado para reducir los artefactos resultantes de una diferencia de resolución entre los elementos controlables (42) y la versión a baja resolución de la imagen deseada, y el modulador espacial de luz (20) se controla al menos en parte dividiendo los valores de luminancia deseados por una intensidad conocida de luz de la versión a baja resolución de la imagen deseada que incide sobre los elementos correspondientes controlables (42) del modulador espacial de luz (20).
- 45

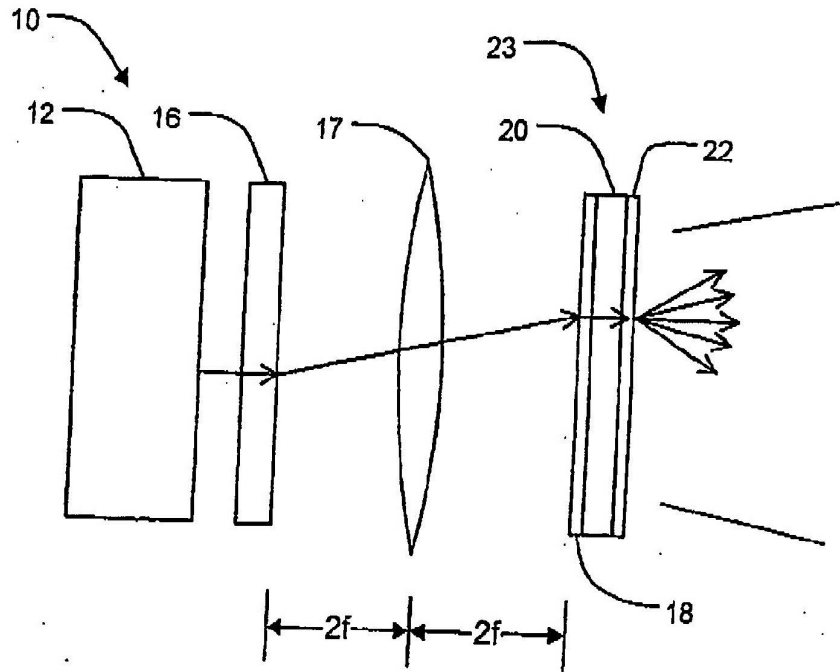


FIGURA 1

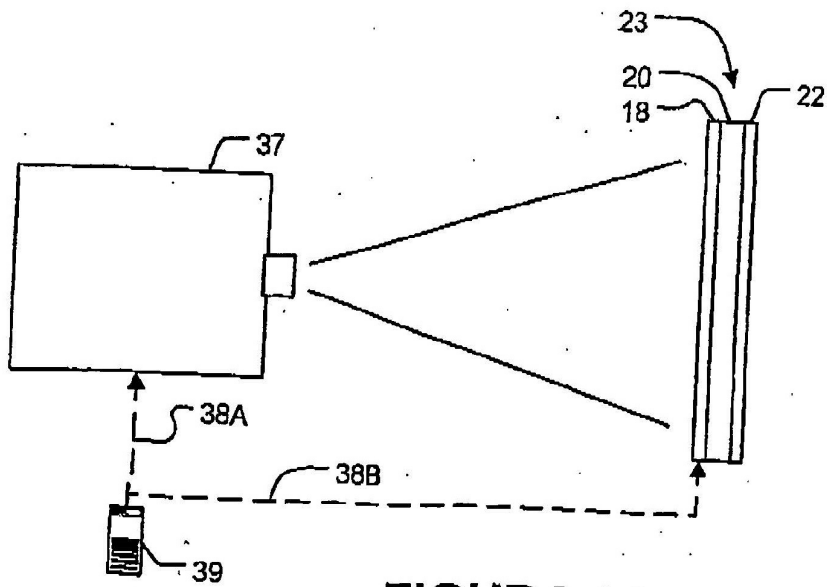


FIGURA 1A

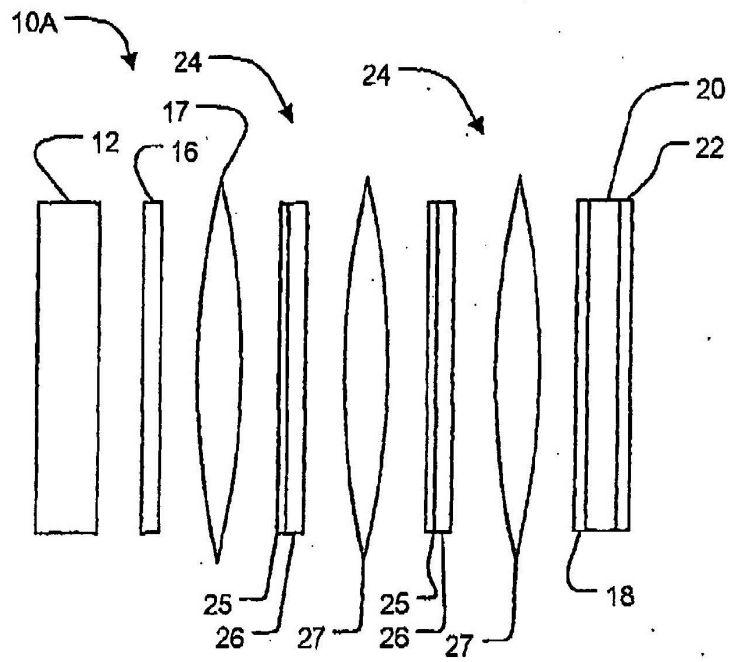


FIGURA 2

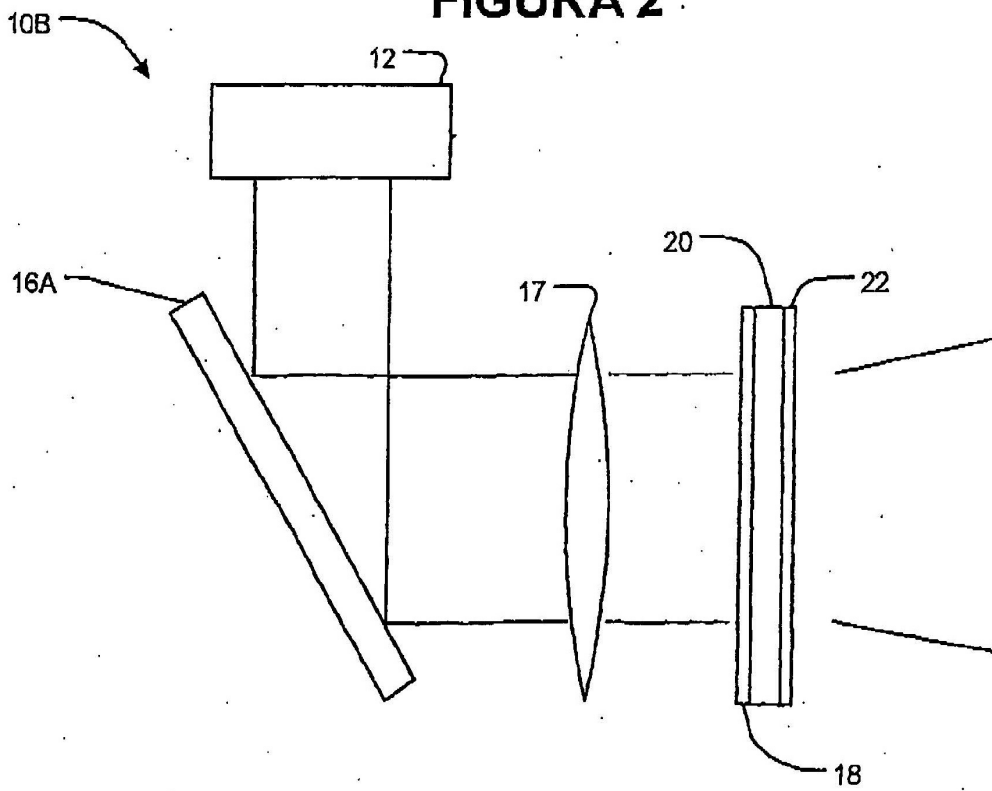


FIGURA 3

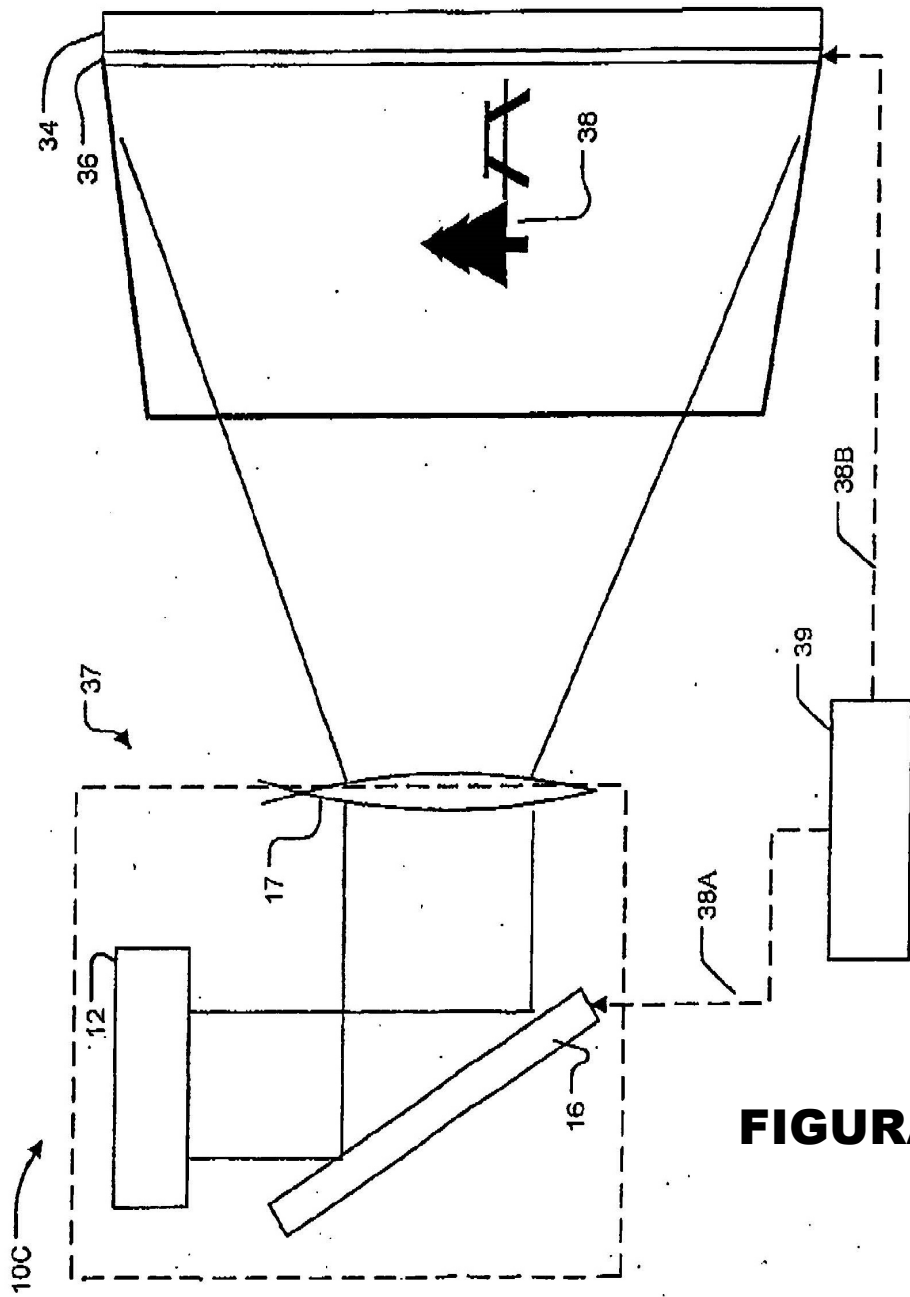


FIGURA 4

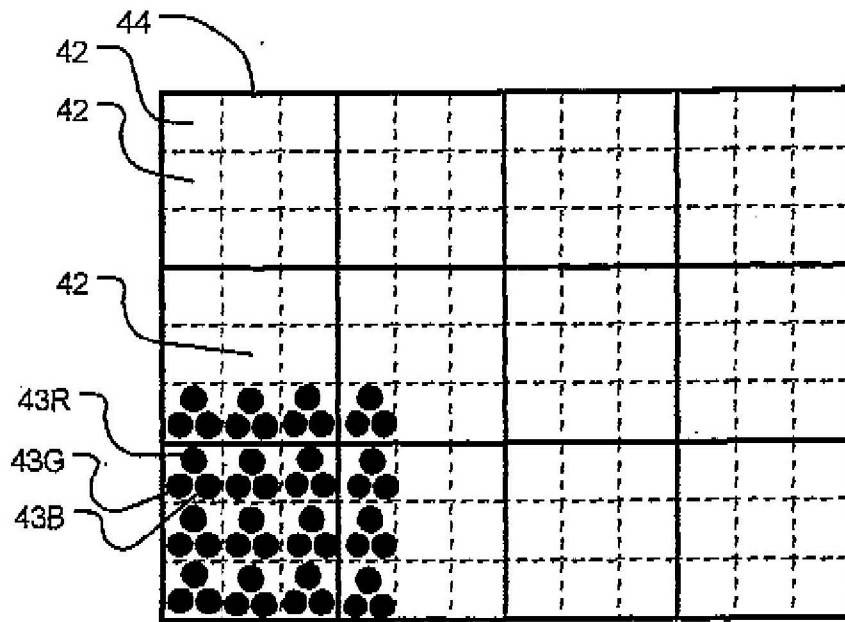


FIGURA 5

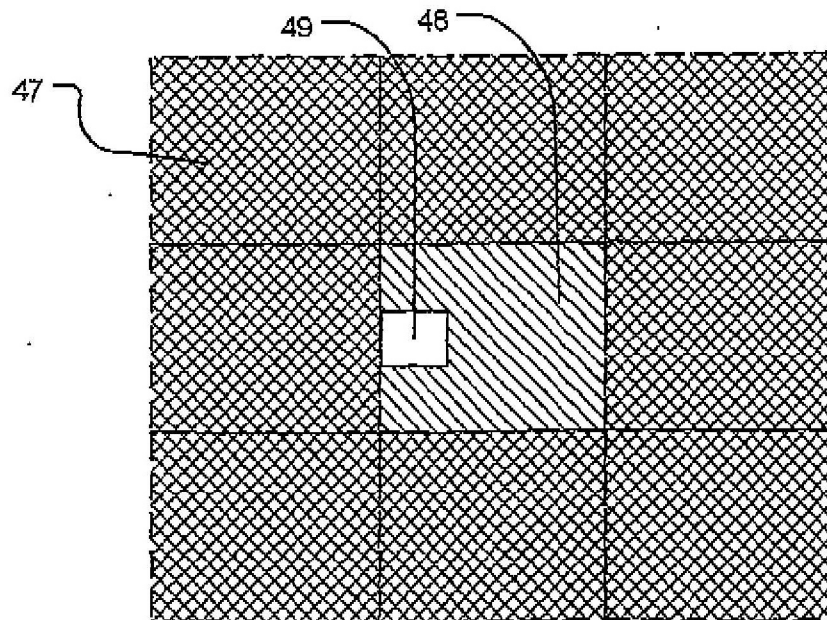


FIGURA 5A

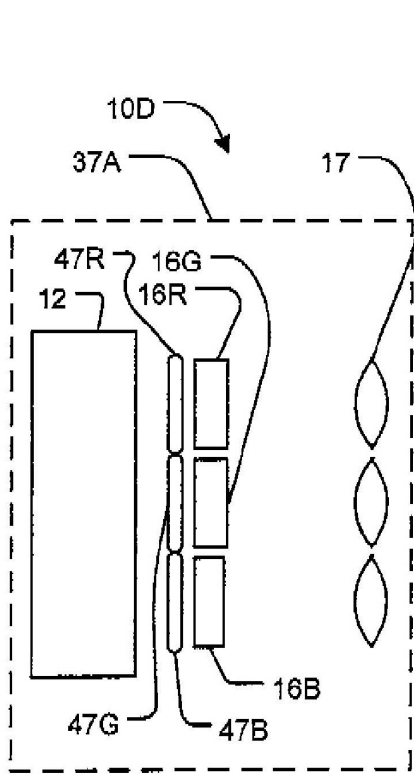


FIGURE 6

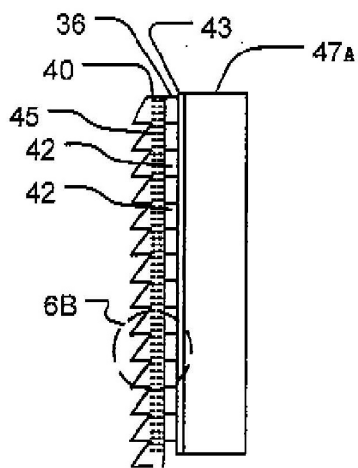
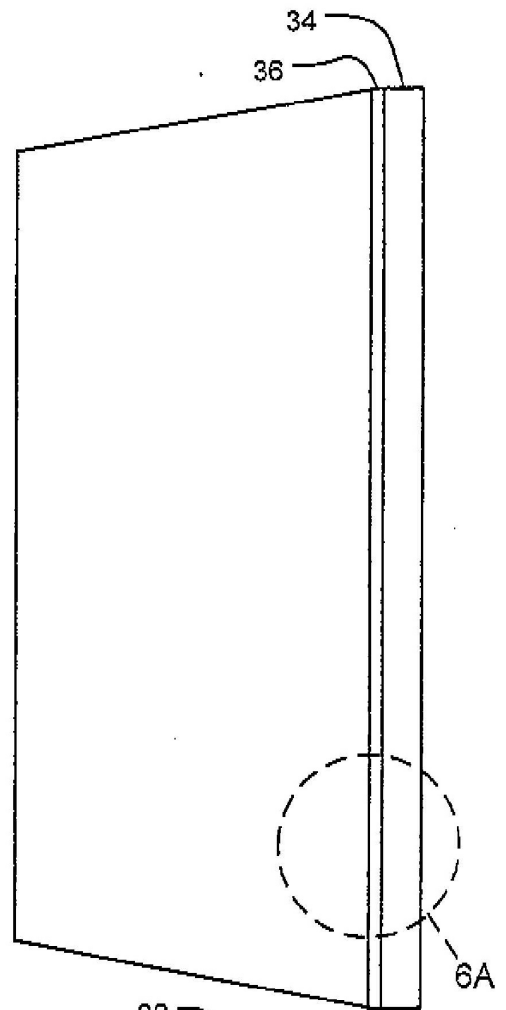


FIGURE 6A

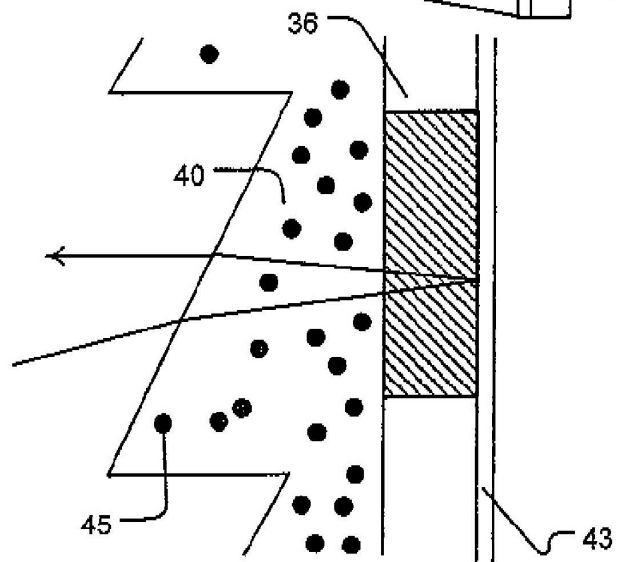


FIGURE 6B

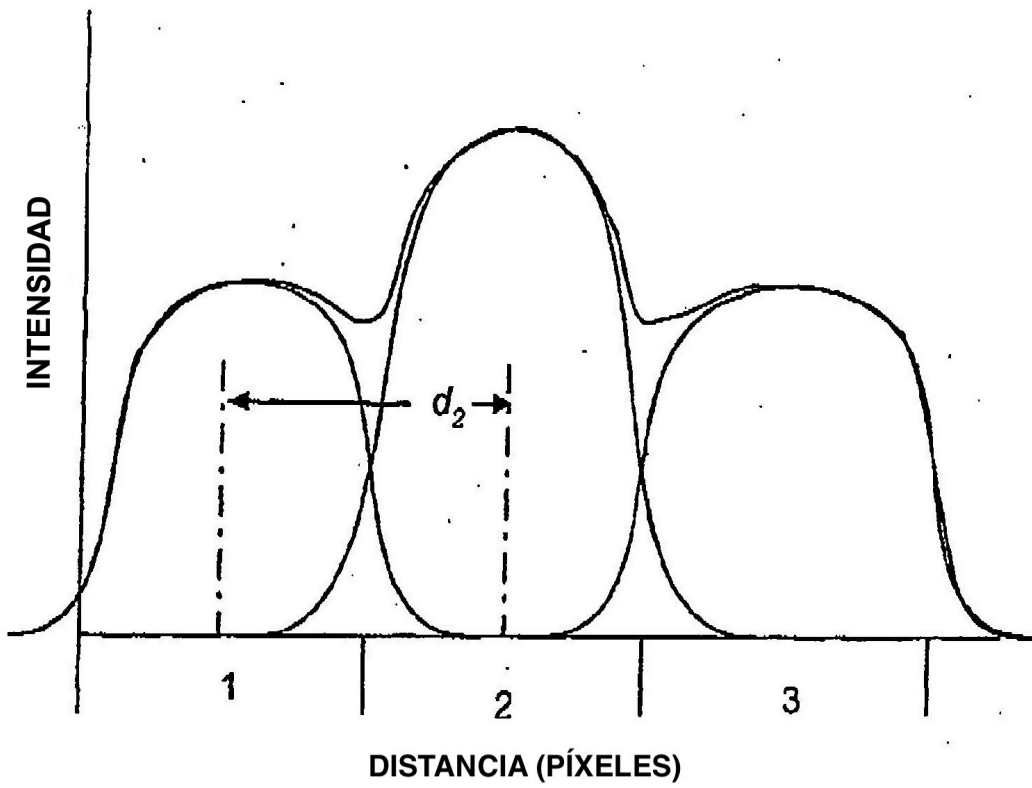


FIGURA 7

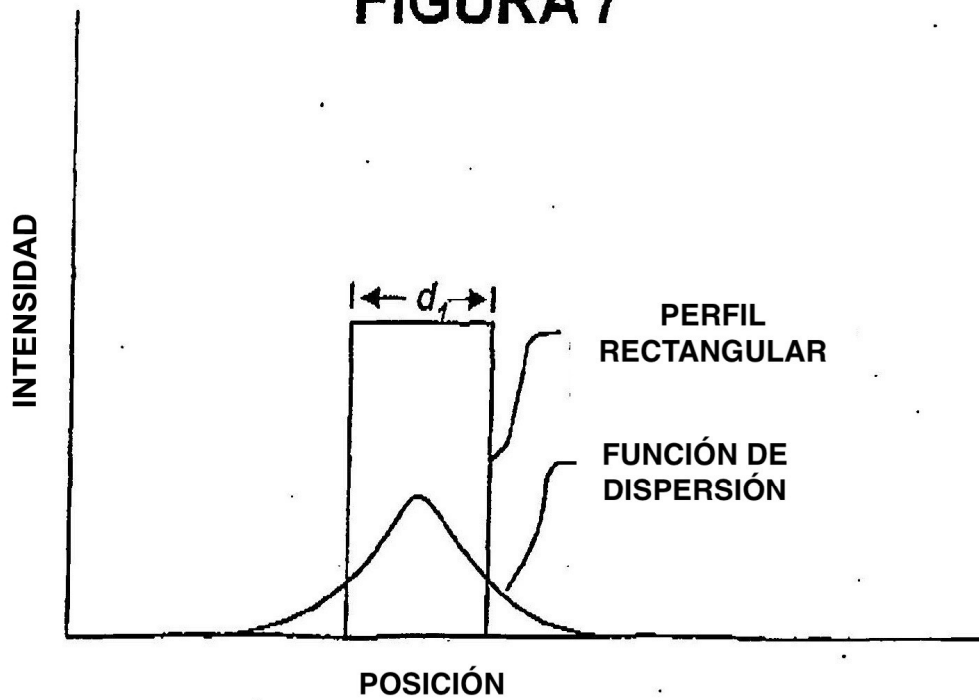


FIGURA 7A