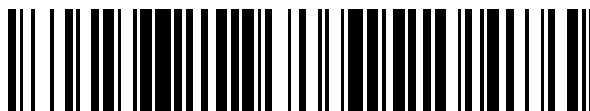


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 400**

51 Int. Cl.:
G02B 26/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05724222 .4**
96 Fecha de presentación: **28.02.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1730572**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.12.2006**

54 Título: **ILUMINACIÓN INTEGRADA DE UN MODULADOR.**

30 Prioridad:
05.03.2004 US 794825

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.12.2011

73 Titular/es:
QUALCOMM MEMS TECHNOLOGIES, INC.
5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO, CA 92121, US

72 Inventor/es:
SAMPSELL, Jeffrey, B.

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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).

ES 2 370 400 T3

DESCRIPCIÓN

Iluminación integrada de un modulador

Antecedentes

Los modulares de luz espacial utilizados para aplicaciones de formación de imágenes tienen muchas formas distintas. Los moduladores transmisivos de dispositivos de cristal líquido (LCD) modulan la luz al controlar la torsión y/o el alineamiento de materiales cristalinos para bloquear o dejar pasar la luz. Los moduladores reflectantes de luz espacial sacan provecho de diversos efectos físicos para controlar la cantidad de luz reflejada a la superficie de formación de imágenes. Ejemplos de tales moduladores reflectantes incluyen las LCD reflectantes, y dispositivos de microespejos digitales (DMD™).

Otro ejemplo de un modulador de luz espacial es un modulador interferométrico que modula la luz mediante interferencia, tal como el iMoD™. El iMoD emplea una cavidad que tiene al menos una pared amovible o deflectable. Según se mueve la pared, normalmente constituido al menos en parte de metal, hacia una superficie frontal de la cavidad, se produce una interferencia que afecta al color de la luz vista en la superficie frontal. Normalmente, la superficie frontal es la superficie en la que aparece la imagen vista por el espectador, dado que el iMoD es un dispositivo de visión directa.

En general, el iMoD es una pantalla altamente reflectante de panel plano de visión directa. Debido a su alta reflectividad, el iMoD tiene poca necesidad de una iluminación en la mayoría de condiciones de iluminación. El consumidor típico espera poder leer pantallas electrónicas en situaciones en las que hay poca iluminación ambiental. Es necesaria alguna forma de iluminación para el iMoD y otros moduladores puramente reflectantes de luz espacial que normalmente utilizan una iluminación ambiental.

Las técnicas de iluminación posterior muy utilizadas con las LCD no funcionan para moduladores puramente reflectantes de luz espacial. Un modulador puramente reflectante de luz espacial es aquel a través del cual no puede transmitirse luz desde la parte trasera a la delantera, de tal forma que se iluminen los elementos moduladores. Es posible dejar huecos entre los elementos de un modulador puramente reflectante de luz espacial para permitir que una iluminación posterior cruce a través de los mismos y emerge en la parte frontal del panel, pero la luz no contendrá ninguna información de la imagen, dado que la luz no ilumina realmente los elementos, pasando entre ellos en su recorrido a través del panel de visualización.

El documento WO-A-98/19201 versa acerca de un dispositivo óptico que está constituido por uno o más guías de ondas ópticos y conmutadores mecánicos de luces. En una realización, un haz de luz procedente de una fuente de luz acoplada a un extremo del núcleo de un guía de ondas se propaga a lo largo del núcleo del guía de ondas, por medio de una reflexión interna total, hasta que alcanza una ubicación en la que un conmutador de luces está activado.

El documento WO-A-01/84229 versa acerca de un sistema de iluminación posterior para iluminar un dispositivo de visualización, que comprende un panel de emisión de luz que tiene una ventana de emisión de luz y al menos una superficie de borde para acoplar luz al interior del panel de emisión de luz. El sistema de iluminación posterior comprende, además, una cámara de mezcla de luz dotada de una fuente de luz, asociada a la superficie de borde, comprendiendo la fuente de luz conjuntos de diodos de emisión de luz que tienen distinta longitudes de onda de emisión de luz.

En un enfoque, como se expone en la solicitud de patente US con nº de serie 10/224.029, presentada el 19 de agosto de 2002 (publicación nº 20030043157) y como se muestra en la Figura 1a, hay fabricadas "microlámparas" 104 en la superficie del vidrio 102 unidas al sustrato 106 de vidrio de un conjunto modulador puramente reflectante 108 de luz espacial. Cada microlámpara tiene una capa reflectante inherente 111 que ayuda a dirigir la luz 113 desde la microlámpara al conjunto 108. Un revestimiento antirreflectante (AR) 100 reduce la cantidad de luz incidente 109 reflejada desde la superficie. La luz incidente sobre el conjunto modulador 108 se propaga a lo largo de recorridos 110 a través de la superficie 107 de contacto y finalmente alcanza al espectador 111. Este enfoque es algo complejo y requiere una capa adicional de vidrio 102, dentro de la cual deben fabricarse las lámparas de arco voltaico y su circuitería de control.

En un enfoque alternativo en la misma solicitud de patente US, se utiliza un tubo luminoso que incluye centros de dispersión. Este enfoque se muestra en la Figura 1b. La fuente 116 de luz está montada en un conducto luminoso 118. La luz 122 está acoplada al interior del conducto luminoso utilizando un colimador 120. Una almohadilla de dispersión, o un centro de dispersión, 124 es un área del conducto luminoso que ha sido desbastada con un decapado en mojado o en seco. Entonces, las áreas desbastadas son revestidas con un apilamiento delgado de películas de una superficie absorbente hacia el espectador 128 y una superficie reflectante hacia la superficie 112 y finalmente el conjunto modulador 114. La luz atrapada en el conducto luminoso entra en contacto con la almohadilla 124 de dispersión y se viola la reflexión interna total, y alguna porción de la luz 129 se dispersa en todas las direcciones, incluyendo hacia el conjunto modulador por medio de una reflexión procedente del apilamiento delgado 126 de películas.

Hay problemas en cualquiera de estos enfoques. El procedimiento de fabricación es mucho más complicado con la adición de varias piezas. La adición del vidrio 102 o del conducto luminoso 118 añade grosor al modulador, lo que puede crear problemas de paralaje y reducir la calidad visual de la imagen.

Resumen de la invención

- 5 Según la invención, se proporciona un modulador de luz espacial como se define en la reivindicación 1 y un procedimiento para fabricarlo como se define en la reivindicación 10.

Se exponen aspectos de la invención en las reivindicaciones dependientes adjuntas. En ciertas realizaciones, un modulador de luz espacial comprende un medio para modular luz según datos de imagen, un medio para representar visualmente una imagen producida mediante la modulación de la luz, un medio para reflejar luz al medio de modulación, y un medio para una iluminación de borde del medio de soporte. El medio de visualización comprende un medio para soportar el medio de modulación durante la fabricación del medio de modulación. El medio de soporte tiene superficies primera y segunda. La segunda superficie del medio de soporte está ubicada directamente adyacente al medio de modulación para permitir a un espectador ver una imagen producida mediante la modulación de la luz. El medio reflector está ubicado en la primera superficie del medio de soporte. El medio de iluminación de borde está dispuesto con respecto al medio de soporte para inyectar luz al medio de soporte, de forma que la luz se propague a través del medio de soporte debido a la reflexión interna total procedente de las superficies primera y segunda. El medio reflector está dispuesto para reflejar la luz que se propaga dentro del medio de soporte al medio de modulación.

En ciertas realizaciones, un procedimiento de fabricación de un dispositivo modulador de luz espacial comprende proporcionar un sustrato transparente que tiene superficies primera y segunda, fabricar un conjunto de moduladores de luz espacial en la segunda superficie del sustrato transparente, aplicar elementos reflectantes a la primera superficie del sustrato transparente, y disponer una fuente de luz que comprende una luz de borde con respecto al sustrato transparente para inyectar luz en el sustrato transparente, de forma que la luz se propague a través del sustrato transparente debido a la reflexión interna total procedente de las superficies primera y segunda. Los elementos reflectores están dispuestos para reflejar la luz que se propaga dentro del sustrato transparente a los moduladores de luz espacial.

En ciertas realizaciones, un modulador de luz espacial comprende un medio para modular la luz según datos de imagen, un medio para representar visualmente una imagen producida mediante la modulación de la luz, un medio para reflejar la luz al medio de modulación, y un medio para retroiluminar el medio de soporte. El medio de representación visual comprende un medio para soportar el medio de modulación durante la fabricación del medio de modulación. El medio de soporte tiene superficies primera y segunda. La segunda superficie del medio de soporte está ubicada directamente adyacente al medio de modulación para permitir a un espectador ver una imagen producida mediante la modulación de la luz. El medio reflector está ubicado en la primera superficie del medio de soporte. El medio de iluminación posterior está dispuesto de forma que el medio de modulación se encuentra entre el medio de soporte y el medio de iluminación posterior.

En ciertas realizaciones, un procedimiento de fabricación de un dispositivo modulador de luz espacial comprende proporcionar un sustrato transparente que tiene superficies primera y segunda, fabricar un conjunto de moduladores de luz espacial en la segunda superficie del sustrato transparente, aplicar elementos reflectores en la primera superficie del sustrato transparente, y disponer una fuente de luz que comprende una luz posterior adyacente al sustrato transparente.

Breve descripción de los dibujos

La invención puede ser comprendida mejor al leer la revelación con referencia a los dibujos, en los que:

- Las Figuras 1a y 1b muestran realizaciones de la técnica anterior de procedimientos para iluminar un modulador puramente reflectante de luz espacial.
- 45 La Figura 2 muestra un ejemplo de un modulador de luz espacial que tiene puntos de iluminación.
- Las Figuras 3a, 3b y 3c muestran distintas realizaciones de patrones de puntos de iluminación utilizados con una luz de borde.
- La Figura 4 muestra una realización de un patrón de puntos de iluminación utilizado con una luz posterior.
- La Figura 5 muestra realizaciones de posiciones posibles para los puntos de iluminación.
- 50 La Figura 6 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para fabricar un modulador de luz espacial con puntos de iluminación.

Descripción detallada de las realizaciones

En la Figura 2 se muestra una realización de un modulador puramente reflectante de luz espacial que tiene puntos de iluminación. El modulador de luz espacial en este ejemplo es un modulador interferométrico que modula la luz al controlar la profundidad de una cavidad entre espejos amovibles y películas ópticas fabricadas directamente sobre el sustrato transparente 200. Cada elemento 204 del conjunto incluye un espejo en miniatura suspendido del sustrato. Estos espejos pueden ser activados individualmente para modular la luz que se propaga a través del difusor 206 y a través del sustrato 200 para alcanzar el elemento 204. Cada elemento modulador, cuando es activado, puede alterar el color visto por un espectador 214 en el lado opuesto del vidrio. La capa 202 actúa como una placa posterior para el modulador y generalmente es opaca, haciendo que este tipo de modulador sea difícil de utilizar con una iluminación posterior. Los propios elementos, como, por ejemplo, el 204, son opacos, lo que también hace difícil la iluminación posterior.

Sin embargo, con la aplicación de un sistema de iluminación frontal, los puntos 208 de iluminación formados en la superficie de contacto entre el difusor 206 y el sustrato 200 pueden proporcionar una iluminación para el medio de visualización. Cada punto 208 está constituido por una primera capa 210 que es reflectante hacia el conjunto modulador y una segunda capa 212 que es absorbente hacia el espectador. Esto es similar a los centros de dispersión mencionados anteriormente, excepto que no hay necesidad de añadir la etapa adicional de decapar en mojado o seco el sustrato, dado que los puntos de iluminación pueden estar formados en la superficie del sustrato transparente o el difusor mediante diversos tipos de técnicas de impresión o de deposición de película delgada. Aunque no es necesario, también se pueden utilizar las técnicas de decapado en el sustrato transparente si se desea.

Para fines de la exposición aquí, el panel de visualización puede ser una combinación del sustrato 200 y del difusor 206, el sustrato y una película antirreflectante, o solo el sustrato 200. El panel frontal tiene dos superficies. La primera superficie es la superficie a través de la cual el espectador ve la luz modulada. La segunda superficie es la que está directamente adyacente al conjunto modulador. La primera superficie puede tener el difusor sobre sí, considerándose que los puntos de iluminación se encuentran en la primera superficie, con independencia de si están formados en el sustrato o el difusor.

Los moduladores interferométricos pueden utilizar únicamente iluminación ambiental. Cuando son utilizados para crear medios de visualización de visión directa, pueden utilizar luz entrante para formar las imágenes vistas por el espectador. Los puntos de iluminación junto con una fuente de luz asociada con el medio de visualización pueden complementar la luz ambiental, aumentando el brillo del medio de visualización. En oscuridad completa, los puntos de iluminación y la fuente de luz asociada pueden proporcionar toda la iluminación necesaria para la representación visual. La Figura 2 también muestra una fuente 216 de luz, tal como un tubo fluorescente de cátodo frío o un tubo luminoso de borde iluminado por un diodo de emisión de luz (LED), que se encuentran en un borde del sustrato transparente 200. La luz emitida por la fuente de luz e inyectada de forma apropiada en el interior del sustrato transparente se propagaría a través del sustrato debido a una reflexión interna total. Puede verse que la luz choca con un punto de iluminación es reflejada en varias direcciones distintas, como se muestra en los puntos 220 y 222.

La colocación de los puntos puede optimizarse dependiendo de la naturaleza de la iluminación y el entorno en el que pueda utilizarse el modulador. Por ejemplo, en la Figura 3a, el patrón de puntos es uno muy regular. Los puntos en el patrón de puntos, tal como el punto 302, dispersan la luz que choca subsiguientemente con los elementos moduladores, tal como los elementos 304a y 304b. La luz dispersada desde el punto 302 puede haber sido reflejada internamente varias veces dentro del sustrato transparente 200 antes de chocar con el punto 302 y de ser esparcida.

La luz inyectada en el sustrato transparente será reflejada internamente en el sustrato. Sin puntos o alguna otra estructura que perturbe la superficie esta luz continuará atravesando el sustrato. Con el uso de los puntos de iluminación, el patrón de puntos puede crear una iluminación uniforme. Se pueden aplicar diversos sistemas para variar la separación de una forma regular en toda la cara del sustrato transparente para crear una emisión uniforme de luz, tal como los mostrados en las Figuras 3b y 3c.

En la Figura 3b, se varía el patrón de puntos, pero de forma regular, denominado en el presente documento un patrón regular y variado. Se muestra el patrón de puntos de la Figura 3a con líneas discontinuas como comparación. Como puede verse, cada fila, tal como la que incluye el elemento 302 está desplazada desde su posición anterior con una variación uniforme. En el ejemplo particular de la Figura 3b, la primera fila varía "hacia delante" una distancia particular desde la posición anterior, y la segunda forma varía una distancia similar "hacia atrás". Este es solo un ejemplo de un patrón variado con una variación regular. La Figura 3c, en comparación no solo emplea una variación sino que también incluye una aleatorización espacial, para un patrón regular, variado y aleatorio.

En general, los puntos tendrán un tamaño demasiado pequeño para ser resueltos mediante la visión de un observador humano que ve el medio de visualización a una distancia normal de visionado. A veces se pueden seguir creando aberraciones no deseables por medio de conjuntos con características que no son resolubles individualmente. Se puede utilizar un diseño cuidadoso de la variación del patrón, y/o de la variación y de la aleatorización del patrón y/o la separación y disposición fundamentales del patrón para mitigar o eliminar cualquier aberración no deseable de ese tipo.

Las realizaciones de las Figuras 3a-3c están dirigidas a un sistema de iluminación de borde, esencialmente un sistema en el que los elementos están iluminados "de frente". También es posible utilizar un sistema de iluminación posterior. El uso de una luz posterior con un modulador puramente reflectante en un sustrato transparente también puede adolecer de algunas limitaciones.

- 5 Las limitaciones del uso de una luz posterior con un conjunto modulador puramente reflectante de luz espacial surgen debido a que la luz se propaga desde detrás de los elementos de modulación, tales como los elementos 404a y 404b en la Figura 4, hacia el espectador 216. La luz solo puede pasar a través de huecos muy pequeños, tales como 406, entre los elementos 404a y 404b. En general, el diseñador del modular se esfuerza por mantener estos huecos tan pequeños como sea posible para maximizar la reflectividad del modulador. Esta limitación puede ser minimizada al colocar los puntos en la superficie superior del sustrato transparente directamente enfrente de los huecos entre los elementos. Normalmente, las luces posteriores tales como la 416 tienen características uniformes de iluminación y, por lo tanto, sería apropiada una separación uniforme. En la Figura 4 se muestra un ejemplo de tal patrón, en el que los puntos tales como 402 están colocados para "rellenar" los huecos. También es posible introducir una variación en la colocación de los puntos dentro de los huecos.
- 10
- 15 Además de la variación en la distribución de los puntos, también se puede variar la superficie sobre la cual se colocan los puntos. Normalmente, los puntos estarán colocados de forma que se encuentren en la superficie de contacto entre el difusor y el sustrato transparente. En la Figura 5 se muestran superficies alternativas para la colocación de los puntos en esta superficie de contacto. El difusor 502 está acoplado normalmente al sustrato transparente 500. Para los fines de esta figura, el difusor ha sido levantado del sustrato. Los puntos podrían estar distribuidos sobre la superficie del sustrato 500, tal como el punto 504. El punto 504 tiene una porción reflectante 508 hacia el conjunto modulador, no mostrado, y una porción absorbente 506 hacia el espectador.
- 20

- En una alternativa, los puntos podrían estar colocados sobre la superficie del difusor 502, tal como el punto 510. Cambiar la posición de los puntos puede modificar la secuencia de procesamiento de puntos. Un punto sobre la superficie tal como 504 del vidrio puede tener depositado un primer material reflectante y luego cubierto por un "sobrerrecubrimiento" de material absorbente. Si los puntos se encuentran en la superficie del difusor tal como el 510, el material absorbente 512 sería depositado en primer lugar, luego el material reflectante 514. Esto mantiene la orientación apropiada de las capas con respecto al modulador y al espectador 214.
- 25

- Además de la flexibilidad en la impresión de los puntos bien en la superficie del difusor o bien en la superficie del sustrato y la flexibilidad en cuanto a qué patrón y densidad de puntos es impreso, existe una flexibilidad considerable en cuanto al punto en un procedimiento de fabricación en el que se forman los puntos. En la Figura 6 se muestra una realización de un procedimiento para fabricar un conjunto modulador de luz espacial con puntos de iluminación.
- 30

- Un primer ejemplo del procedimiento comenzaría proporcionando un sustrato transparente en 600. Se aplican los puntos de iluminación al sustrato transparente en 602. Entonces, se fabrica el modulador de luz espacial en 604. El modulador sería terminado en 606, que puede incluir tareas como fijar una placa posterior. Entonces, se aplica el difusor al sustrato en 608, sobre los puntos de iluminación. También se puede denominar a la combinación del difusor y del sustrato transparente como el panel de visualización. El panel de visualización también puede comprender cualquier otro componente óptico, tal como una película antirreflectante.
- 35

- En una realización alternativa, el modulador de luz espacial está fabricado en el "lado posterior" (alejado del espectador) del sustrato transparente en 610. Entonces, se termina el modulador de luz espacial en 612. En una realización, los puntos de iluminación están aplicados en el lado frontal del sustrato transparente en 614 y luego se aplica el difusor en 616.
- 40

- En otra alternativa, se suministra un difusor en 618 bien después de que se ha terminado el modulador en 612 o bien en paralelo con el procedimiento de fabricación y de acabado del modulador. Entonces, se podrían aplicar los puntos de iluminación al difusor en 620 y luego se aplica el difusor al sustrato transparente en 622.

- 45 En cualquiera de las anteriores realizaciones, el procedimiento incluye proporcionar un sustrato transparente con superficies primera y segunda, fabricar el modulador de luz espacial en la segunda superficie, aplicar el difusor a la primera superficie y aplicar los puntos de iluminación. No se implica ningún orden al enumerar los procedimientos, dado que el orden puede cambiar dependiendo de la realización.

- Por ejemplo, puede ser deseable poner los puntos en el sustrato o el difusor después de fabricar el modulador para permitir que se cometa cualquier error de impresión sin afectar a la producción de la fabricación de moduladores. Si los puntos son depositados durante el procedimiento de fabricación y algo sale mal, puede afectar negativamente a la producción del procedimiento, al igual que desperdiciar un modulador por lo demás operable. La colocación de los puntos en los moduladores que emergen de la fabricación puede permitir una mayor flexibilidad. Dependiendo de cómo se formen los puntos, se podrían eliminar los errores al limpiar el sustrato con acetona u otros disolventes y técnicas según sea apropiado, sin tener efecto sobre los elementos moduladores sellados detrás del sustrato. Los procedimientos de limpieza implementados durante la fabricación pueden dañar el modulador.
- 50
- 55

- 5 La formación de los propios puntos puede llevarse a cabo en uno de muchos procedimientos de impresión, incluyendo una impresión litográfica, una impresión por chorro de tinta, una impresión por serigrafía o cualquier otro tipo de técnica de impresión. Los puntos también podrían estar estampados sobre la superficie. Dependiendo del tipo de técnica utilizada para depositar los puntos, se puede controlar la forma de los puntos para maximizar su efectividad. Como se ha mencionado anteriormente, los puntos estarían impresos con una resolución inferior a la resolución del ojo humano para evitar afectar a la calidad de la imagen según es vista por el espectador.

REIVINDICACIONES

1. Un modulador de luz espacial que comprende:
 - un medio (204) para modular la luz según datos de imagen, en el que dicho medio (204) de modulación comprende moduladores interferométricos;
 - 5 un sustrato transparente (200) que tiene una primera superficie y una segunda superficie, estando ubicada dicha segunda superficie de dicho sustrato (200) directamente adyacente a dicho medio (204) de modulación, en el que la luz modulada por el medio (204) de modulación de luz es visible por un espectador a través de dicha primera superficie;
 - un medio (216) para una iluminación de borde del sustrato (200),
 - 10 **caracterizado porque** dicho medio (216) de iluminación de borde se encuentra en un borde de dicho sustrato (200) para inyectar luz en dicho un borde del sustrato (200), de forma que la luz se propaga a través del sustrato (200) debido a una reflexión interna total procedente de las superficies primera y segunda; y
 - 15 un medio (208) para reflejar la luz al medio (204) de modulación, ubicado dicho medio reflector (208) en la primera superficie y configurado para perturbar dicha luz que se propaga debido a una reflexión interna total dentro de dicho sustrato (200), de forma que dicha luz no continuará atravesando el sustrato (200).
2. El modulador de luz espacial de la reivindicación 1, que comprende, además, un medio (206) para difundir la luz.
3. El modulador de luz espacial de la reivindicación 1 o 2, que comprende, además, un medio para inhibir la reflexión de luz ambiental.
4. El modulador de luz espacial de la reivindicación 3, en el que el medio inhibidor de luz ambiental comprende un revestimiento antirreflectante.
5. El modulador de luz espacial de cualquier reivindicación anterior, en el que dicho medio reflector (208) comprende puntos de iluminación.
6. El modulador de luz espacial de cualquier reivindicación anterior, en el que dicho medio (216) de iluminación de borde comprende puntos de iluminación.
7. El modulador de luz espacial de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho medio (216) de iluminación de borde comprende un tubo fluorescente de cátodo frío.
8. El modulador de luz espacial de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho medio (216) de iluminación de borde comprende un tubo luminoso de borde.
9. El modulador de luz espacial de la reivindicación 8, en el que dicho tubo luminoso (216) de borde está iluminado mediante un diodo de emisión de luz.
10. Un procedimiento de fabricación de un dispositivo modulador de luz espacial, comprendiendo el procedimiento:
 - proporcionar un sustrato transparente (200) que tiene superficies primera y segunda;
 - 35 fabricar un conjunto de moduladores (204) de luz espacial directamente adyacente a la segunda superficie del sustrato transparente (200), en el que la luz modulada por los moduladores de luz espacial es visible por un espectador a través de dicha primera superficie, en el que los moduladores (204) de luz espacial comprenden moduladores interferométricos;
 - caracterizado por** aplicar un difusor (206) a la primera superficie del sustrato transparente (200);
 - 40 aplicar elementos reflectantes (208) en la primera superficie del sustrato transparente (200); y
 - disponer una fuente de luz que comprende una luz (216) de borde que se encuentra en un borde del sustrato transparente (200) para inyectar luz en dicho un borde del sustrato transparente (200), de forma que la luz se propague a través del sustrato transparente (200) debido a la reflexión interna total procedente de las superficies primera y segunda, configurados dichos elementos reflectantes (208) para perturbar dicha luz que se propaga debido a la reflexión interna total dentro de dicho sustrato transparente (200), de forma que dicha luz no continuará atravesando el sustrato (200).
 - 45
11. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende, además, aplicar los elementos reflectantes (208) en el sustrato transparente (200) antes de fabricar el modulador de luz espacial.

12. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende, además, aplicar el difusor (206) a la primera superficie del sustrato transparente (200) después de terminar la fabricación del modulador de luz espacial.
13. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que aplicar los elementos reflectantes (208) comprende, además:
5 aplicar los elementos reflectantes (208) en la primera superficie del sustrato transparente (200) después de terminar la fabricación del modulador de luz espacial; y
 aplicar el difusor (206) después de aplicar los elementos reflectantes (208).
14. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende, además:
 suministrar el difusor (206);
10 aplicar los elementos reflectantes (208) al difusor (206); y
 aplicar el difusor (206) con los elementos reflectantes (208) en la primera superficie del sustrato transparente (200).
15. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que suministrar el difusor (206) se lleva a cabo después de terminar la fabricación del modulador de luz espacial.
- 15 16. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que suministrar el difusor (206) se lleva a cabo en paralelo con la fabricación del modulador de luz espacial.
17. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que aplicar los elementos reflectantes (208) comprende depositar los elementos reflectantes (208) mediante impresión por serigrafía.
18. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que aplicar los elementos reflectantes (208) comprende aplicar
20 los elementos reflectantes (208) mediante litografía.
19. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que aplicar los elementos reflectantes (208) comprende aplicar los elementos reflectantes mediante impresión por chorro de tinta.
20. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que aplicar los elementos reflectantes (208) comprende aplicar los elementos reflectantes (208) durante la fabricación del modulador de luz espacial.
- 25 21. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que aplicar los elementos reflectantes (208) comprende aplicar los elementos reflectantes (208) después de la fabricación del modulador de luz espacial.
22. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que aplicar los elementos reflectantes (208) comprende aplicar los elementos reflectantes (208) con un patrón seleccionado del grupo constituido por: un patrón regular, un patrón regular y variado, y un patrón regular, variado y aleatorio.
- 30 23. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que los elementos reflectantes (208) comprenden puntos de iluminación.

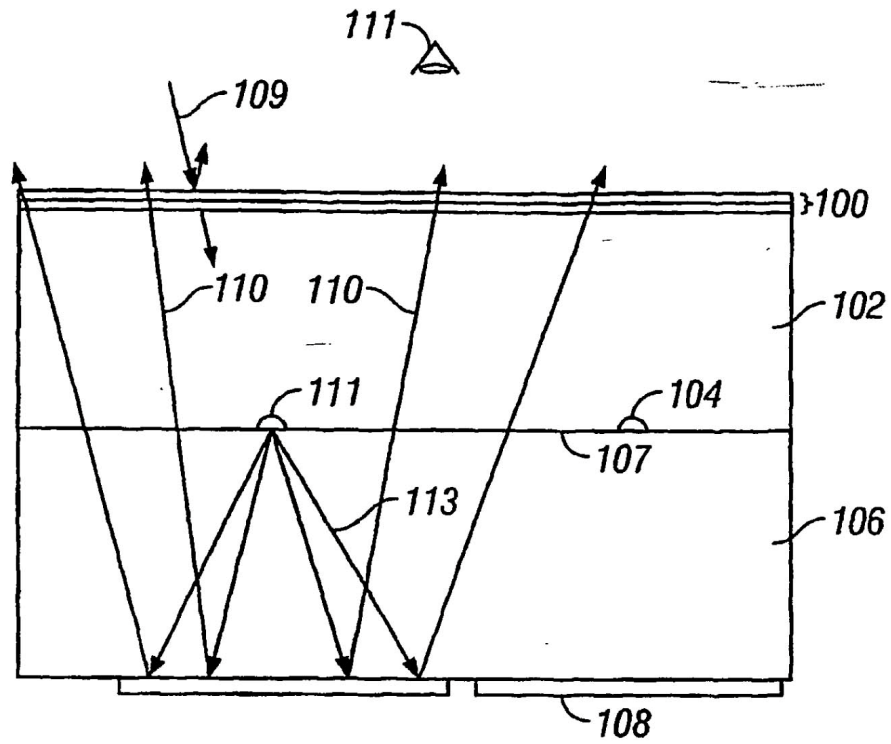


FIG. 1A

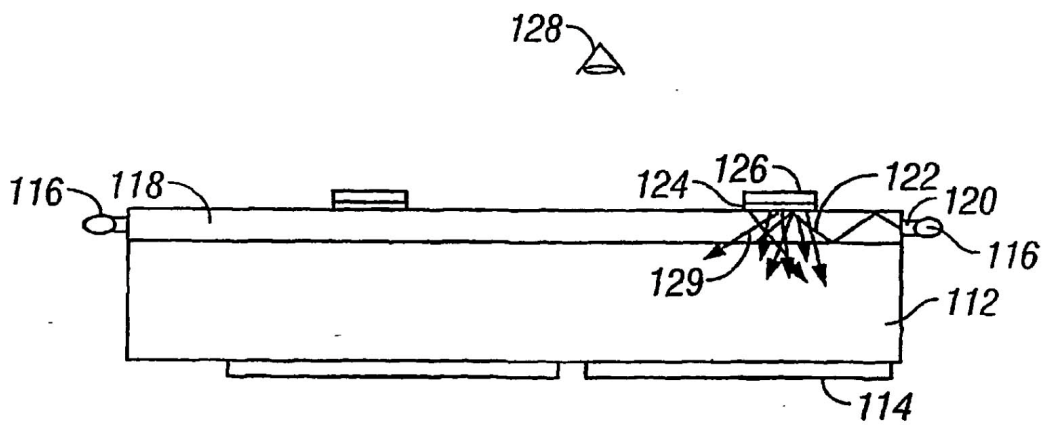


FIG. 1B

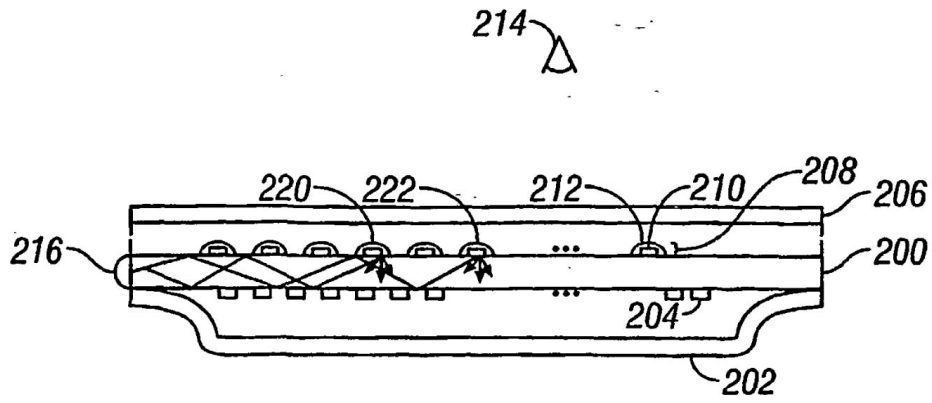


FIG. 2

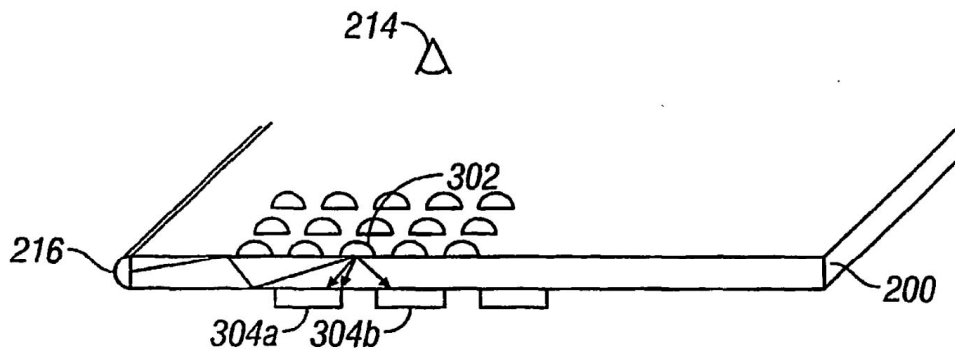


FIG. 3A

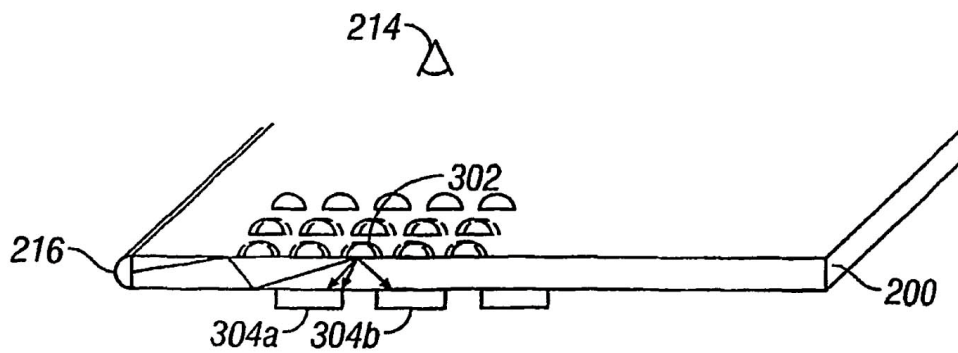


FIG. 3B

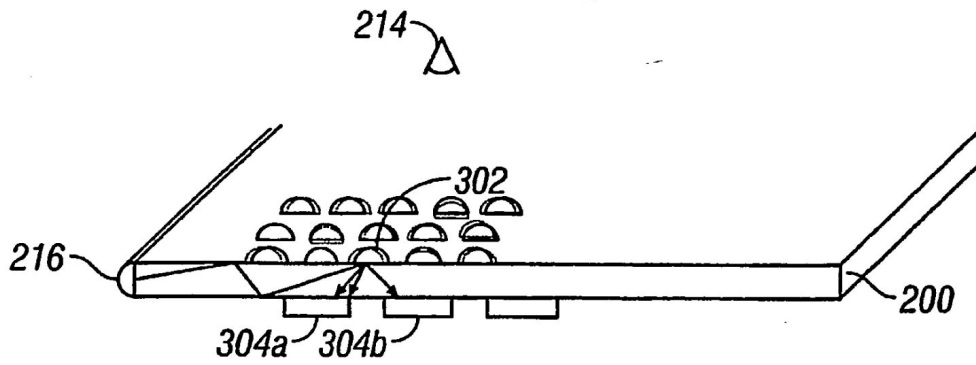


FIG. 3C

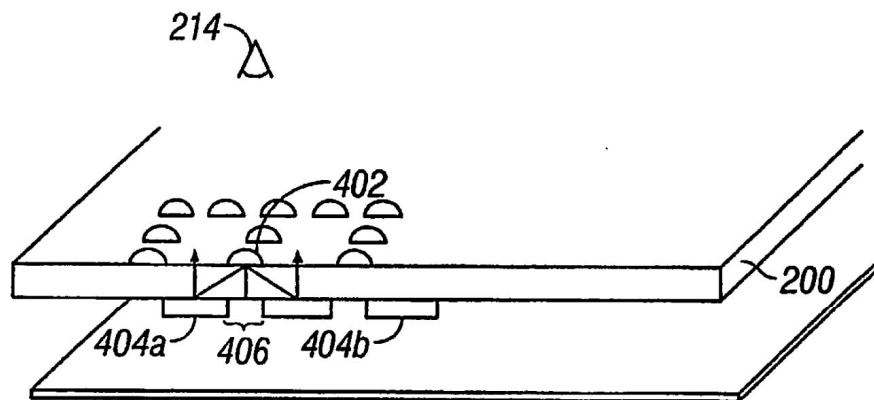


FIG. 4

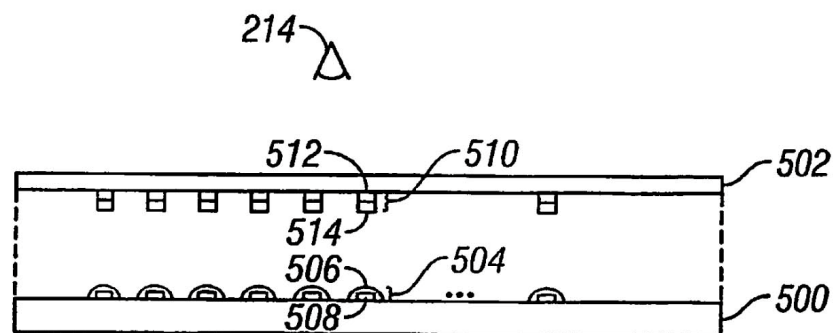


FIG. 5

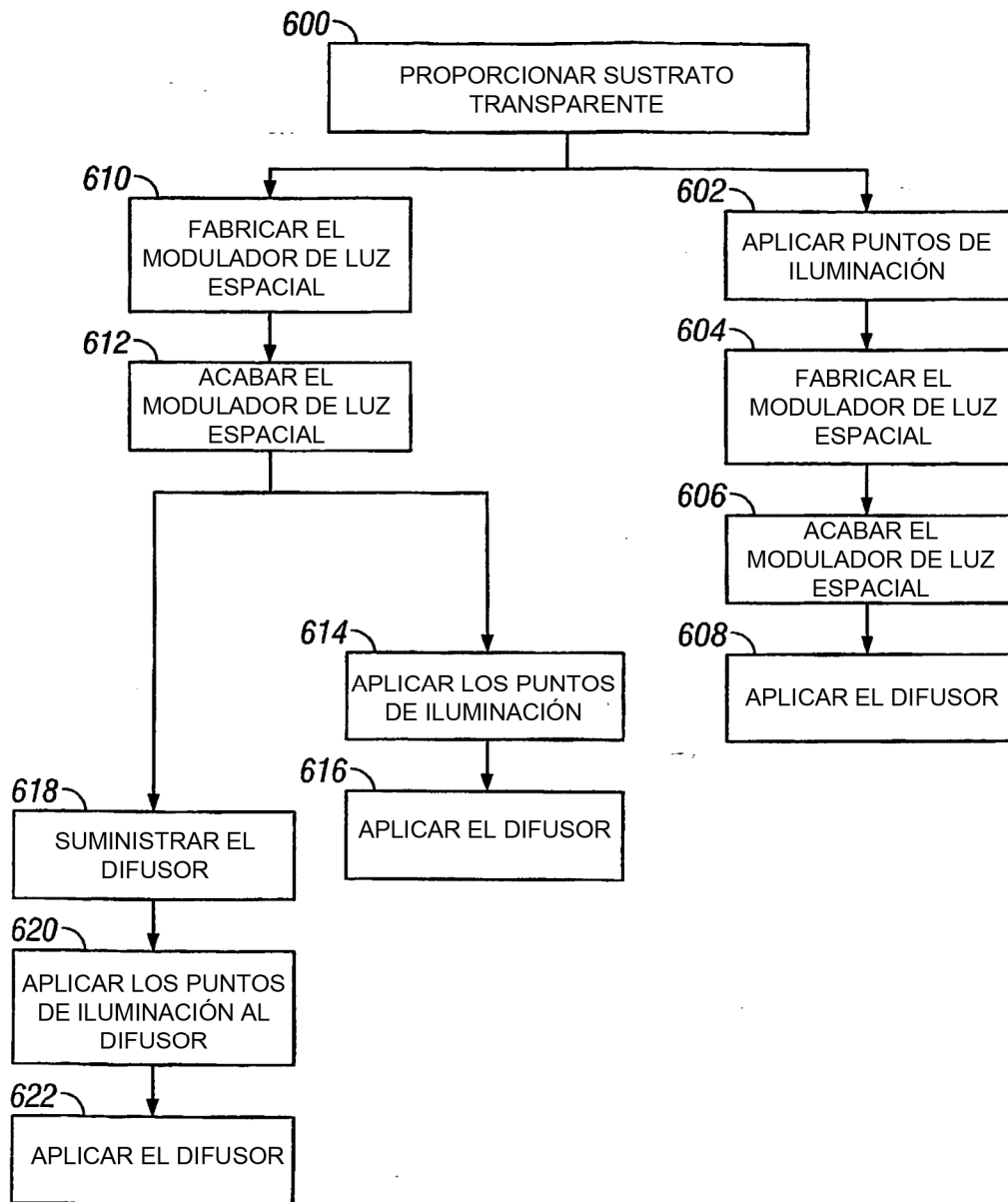


FIG. 6