

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 984**

51 Int. Cl.:

G02B 27/22 (2006.01)

H04N 13/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2014 PCT/EP2014/055461**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14147100**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2014 E 14710901 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016 EP 2976673**

54 Título: **Dispositivo de visualización auto-estereoscópica**

30 Prioridad:

22.03.2013 EP 13160530

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

10.03.2017

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)

High Tech Campus 5

5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

KROON, BART y

VAN PUTTEN, ELBERT GERJAN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 604 984 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

Dispositivo de visualización auto-estereoscópica

5 CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a un dispositivo de visualización auto-estereoscópica que comprende un panel de visualización que tiene una matriz de píxeles de visualización, y una disposición para dirigir diferentes vistas a diferentes ubicaciones físicas.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Un dispositivo de visualización auto-estereoscópica conocido comprende un panel bidimensional emisor de visualización de cristal líquido que tiene una matriz de filas y columnas de píxeles de visualización que actúan como un medio de formación de imagen para producir una visualización. Una matriz de lentes alargadas, que se extienden en paralelo entre sí, se superpone a la matriz de píxeles de visualización y actúa como un medio de formación de vistas. Estas son conocidas como "lentes lenticulares". Las salidas desde los píxeles de visualización se proyectan a través de estas lentes lenticulares, que funcionan para modificar las direcciones de las salidas.

15

20

Las lentes lenticulares se proporcionan como una lámina de elementos de lente, cada uno de los cuales comprende un elemento de lente semicilíndrico alargado. Las lentes lenticulares se extienden en la dirección de las columnas del panel de visualización, superponiéndose cada lente lenticular a un grupo respectivo de dos o más columnas adyacentes de píxeles de visualización.

25

Cada lente lenticular se puede asociar a dos columnas de píxeles de visualización para permitir a un usuario observar una sola imagen estereoscópica. En cambio, cada lente lenticular se puede asociar a un grupo de tres o más píxeles de visualización adyacentes en la dirección de las filas. Las columnas correspondientes de píxeles de visualización en cada grupo se disponen adecuadamente para proporcionar un fragmento vertical a partir de una sub-imagen bidimensional respectiva. A medida que la cabeza de un usuario se mueve de izquierda a derecha, se observa una serie de vistas estereoscópicas sucesivas y diferentes, creando, por ejemplo, una impresión de mirar alrededor.

30

35

El dispositivo de visualización auto-estereoscópica descrito anteriormente produce una visualización que tiene buenos niveles de brillo. Sin embargo, un problema asociado al dispositivo es que las vistas proyectadas por la lámina lenticular están separadas por zonas oscuras causadas por la "formación de imágenes" de la matriz negra no emisora que habitualmente define la matriz de píxeles de visualización. Un usuario observa fácilmente estas zonas oscuras como faltas de uniformidad de brillo, en forma de bandas verticales oscuras separadas sobre la pantalla. Las bandas se mueven por la pantalla a medida que el usuario se mueve de izquierda a derecha y la pendiente de las bandas cambia a medida que el usuario se acerca o se aleja de la pantalla. Otro problema es que las lentes verticales dan como resultado una reducción mucho mayor en la resolución en la dirección horizontal que en la dirección vertical.

40

45

Estos dos problemas se pueden abordar, al menos en parte, mediante la técnica bien conocida de la inclinación de las lentes lenticulares en un ángulo agudo con respecto a la dirección de las columnas de la matriz de píxeles de visualización. El uso de lentes con ángulos inclinados se reconoce así como una característica esencial para producir diferentes vistas con un brillo casi constante, y una buena distribución de colores RGB detrás de las lentes.

50

Tradicionalmente, los paneles de visualización están basados en una matriz de píxeles que son de forma cuadrada. Con el fin de generar imágenes en color, los píxeles se dividen en sub-píxeles. Tradicionalmente, cada píxel se divide en 3 sub-píxeles, que transmiten o emiten luz roja (R), verde (G) y azul (B), respectivamente. Los sub-píxeles del mismo color se disponen típicamente en columnas.

55

El documento WO2010/070564 divulga una disposición en la que la pendiente de las lentes y la inclinación de las lentes se seleccionan de tal manera que proporcionen una estructura de píxeles mejorada en las vistas creadas por la matriz lenticular, en términos de separación de los sub-píxeles de color, y de uniformidad de la densidad cromática. Este caso se refiere a la disposición de la rejilla de píxeles que forman la imagen tridimensional, más que a los píxeles individuales.

60

La invención se refiere a la forma de los píxeles individuales que forman la imagen tridimensional.

65

El documento WO 2010/070564 divulga una pantalla auto-estereoscópica con lentes lenticulares inclinadas, en la que se selecciona una pendiente particular de lentes para conseguir una distribución uniforme y regular de los píxeles tridimensionales.

65

SUMARIO DE LA INVENCION

La invención está definida por las reivindicaciones.

5 De acuerdo a un primer aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de visualización auto-estereoscópica que comprende:

una pantalla que tiene una matriz de píxeles de visualización para producir una visualización, en la que los píxeles de visualización están dispuestos en filas y columnas de sub-píxeles de diferentes colores;

10 una matriz de lentes dispuesta alineada con la pantalla para la proyección de una pluralidad de vistas hacia un usuario en diferentes direcciones, y que comprende lentes alargadas configurables para enfocar las salidas de los grupos de los píxeles de visualización en la pluralidad de vistas proyectadas hacia un usuario en diferentes direcciones, permitiendo así la formación de imágenes auto-estereoscópicas, en la que las lentes alargadas tienen un eje largo que está inclinado en un ángulo θ con respecto a la dirección general de los píxeles de columna, en donde:

$$s = \pm \left(\frac{\alpha p}{2c} - \sqrt{\left(\frac{\alpha p}{2c} \right)^2 - 1} \right)$$

20 donde $s = \tan \theta$, α es la razón de aspectos de los píxeles que forman cada una de la pluralidad de vistas, p es la pendiente de las lentes en la dirección de las filas de píxeles, expresada como un número de anchuras de sub-píxeles de visualización, y c es el número de sub-píxeles de diferente color que forman cada píxel de la pantalla,

y en donde

$$0,8 \leq \alpha \leq \frac{1}{0,8}.$$

25 La invención se refiere por tanto a un diseño para habilitar píxeles tridimensionales cuadrados, o aproximadamente cuadrados (que a su vez comprenden un conjunto de sub-píxeles tridimensionales). Esto se consigue con un valor de aproximadamente 1. Para dichas pantallas, el ángulo de inclinación se diseña para que sea una función particular de la pendiente.

30 La invención proporciona un espacio de diseño en el que los píxeles tridimensionales se pueden diseñar para que tengan una resolución de razón de aspecto igual que el panel de visualización subyacente. El espacio de diseño ofrece buenos diseños para paneles de alta resolución, tales como las pantallas Super Hi-Vision (SHV). Las vistas tridimensionales siempre tendrán una menor resolución espacial que el panel subyacente. El factor de reducción deseado en la resolución, A , se puede utilizar para calcular la pendiente necesaria:

$$p = \frac{cA}{\sqrt{\alpha A - 1}}$$

40 Por lo tanto, la combinación de la pendiente de las lentes y el ángulo de inclinación tiene en cuenta la reducción en la resolución, el número de sub-píxeles en color de la pantalla bidimensional y la razón de aspecto deseada de los píxeles tridimensionales que se formarán mediante la disposición de las lentes. El factor de reducción representa el número de píxeles bidimensionales originales que hay por cada píxel tridimensional. Por lo tanto, el factor de reducción es mayor que 1.

45 Cada píxel de la pantalla puede comprender un píxel de RGB en franjas con sub-píxeles rojos, verdes y azules, extendiéndose cada uno de ellos en la dirección de las columnas y dispuestos paralelamente. Alternativamente, cada píxel de la pantalla comprende un píxel de RGBY en franjas con sub-píxeles rojos, verdes, azules y amarillos, extendiéndose cada uno de ellos en la dirección de las columnas y dispuestos paralelamente. También se pueden utilizar otras configuraciones de píxeles.

50 En un ejemplo $c=3$ y $A=9$. Esto es de particular interés para un panel Super Hi-Vision de RGB de 7.680 x 4.320 píxeles de GB, con una resolución tridimensional de alta definición cuádruple de 2.560 x 1.440 píxeles tridimensionales de RGB.

En otro ejemplo $c=4$ y $A=16$. Esto es de particular interés para un panel Super Hi-Vision de RGBY de 7.680×4.320 píxeles de RGBY, con una resolución tridimensional de alta definición cuádruple de 1.920×1.080 píxeles tridimensionales de RGBY.

5 En otras disposiciones, $c=3$ y $A=16$ o $c=4$ y $A=9$.

La invención también proporciona un procedimiento para determinar el ángulo de inclinación para una matriz de lentes alargadas de un dispositivo de visualización auto-estereoscópica, en el que el dispositivo comprende una pantalla que tiene una matriz de píxeles de visualización para producir una visualización, en la que los píxeles de visualización están dispuestos en filas y columnas de sub-píxeles de diferentes colores, y una matriz de lentes dispuesta alineada con la pantalla para la proyección de una pluralidad de vistas hacia un usuario en diferentes direcciones, y que comprende lentes alargadas configurables para enfocar las salidas de los grupos de píxeles de visualización en la pluralidad de vistas proyectadas hacia un usuario en diferentes direcciones, permitiendo de este modo la formación de imágenes auto-estereoscópicas, en la que las lentes alargadas tienen un eje largo que está inclinado en un ángulo e con respecto a la dirección general de los píxeles en columnas, en donde el procedimiento comprende fijar:

$$s = \pm \left(\frac{\alpha p}{2c} - \sqrt{\left(\frac{\alpha p}{2c} \right)^2 - 1} \right)$$

20 donde $s = \tan \theta$, α es la razón de aspecto de los píxeles que forman cada una entre la pluralidad de vistas, p es la pendiente de las lentes lenticulares en la dirección de las filas de píxeles, expresada como un número de anchuras de los sub-píxeles de visualización, y c es el número de sub-píxeles de diferente color que forman cada píxel de la pantalla, y fijar:

$$0,8 \leq \alpha \leq \frac{1}{0,8}$$

25 El procedimiento también comprende fijar:

$$p = \frac{cA}{\sqrt{\alpha A - 1}}$$

en donde A es el factor de reducción de la resolución espacial de las vistas tridimensionales en comparación con el panel subyacente.

30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirán las realizaciones de la invención, meramente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

35 la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo de visualización auto-estereoscópica conocido;

la figura 2 es una vista esquemática en sección transversal del dispositivo de visualización que se muestra en la figura 1;

40 la figura 3 muestra cómo el píxel de RGB conocido se proyecta mediante la disposición lenticular en una pantalla conocida;

45 la figura 4 muestra la estructura conocida de píxeles de RGB y un píxel de RGBW conocido para una pantalla a la que se puede aplicar la invención;

la figura 5 muestra una estructura de píxeles de RGBY para una pantalla a la que se puede aplicar la invención;

50 la figura 6 muestra una disposición fraccionada con 4,66 sub-píxeles por pendiente de las lentes lenticulares;

la figura 7 muestra una disposición fraccionada con 4,5 sub-píxeles por pendiente de las lentes lenticulares;

la figura 8 muestra los parámetros de pendiente e inclinación de las lentes;

55 la figura 9 muestra cómo los parámetros de pendiente e inclinación de las lentes se traducen en las dimensiones de un sub-píxel de la salida de la pantalla tridimensional;

la figura 10 muestra la forma de un píxel tridimensional completo;

la figura 11 muestra la disposición de los píxeles de la pantalla tridimensional que se conseguirá mediante el diseño de la invención;

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

La invención proporciona un dispositivo de visualización auto-estereoscópica lenticular con un diseño particular de la matriz lenticular (ángulo de inclinación y, preferiblemente, también la pendiente de las lentes) para optimizar la calidad de las vistas proporcionadas al usuario. En particular, la invención permite la optimización de las pendientes y los ángulos de inclinación para obtener píxeles tridimensionales con una razón de aspecto similar a los píxeles subyacentes. En la práctica, esto generalmente significa que la invención da como resultado píxeles tridimensionales cuadrados o aproximadamente cuadrados.

15 Antes de describir la invención en detalle, en primer lugar se describirá la configuración de una pantalla auto-estereoscópica conocida.

La figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo de visualización auto-estereoscópica de múltiples vistas 1 conocido. El dispositivo conocido 1 comprende un panel de visualización de cristal líquido 3 del tipo de matriz activa que actúa como un medio de formación de imagen para producir la visualización.

El panel de visualización 3 tiene una matriz ortogonal de píxeles de visualización 5 dispuestos en filas y columnas. Con el fin de conseguir una mayor claridad, en la figura 1 sólo se muestra un pequeño número de píxeles de visualización. En la práctica, el panel de visualización 3 podría comprender alrededor de mil filas y varios miles de columnas de píxeles de visualización 5.

La estructura del panel de visualización de cristal líquido 3 es completamente convencional. En particular, el panel 3 comprende un par de sustratos separados de cristal transparente, entre los que se proporciona un material de cristal líquido nemático torcido alineado u otro material de cristal líquido. Los sustratos llevan patrones de electrodos de óxido de indio y estaño (ITO) transparentes en sus superficies enfrentadas. También se proporcionan capas de polarización en las superficies externas de los sustratos.

Cada píxel de visualización 5 comprende electrodos opuestos en los sustratos, con el material de cristal líquido intermedio entre los mismos. La forma y la estructura de los píxeles de visualización 5 se determinan mediante la forma y la estructura de los electrodos y una disposición de matriz negra proporcionada en la parte frontal del panel 3. Los píxeles de visualización 5 están separados uniformemente entre sí por huecos.

Cada píxel de visualización 5 está asociado a un elemento de conmutación, tal como un transistor de película delgada (TFT) o un diodo de película delgada (TFD). Los píxeles de visualización se activan para producir la visualización, proporcionando señales de direccionamiento a los elementos de conmutación, y los expertos en la técnica conocerán los esquemas de direccionamiento adecuados.

El panel de visualización 3 está iluminado por una fuente de luz 7, que comprende, en este caso, una iluminación trasera plana que se extiende sobre el área de la matriz de píxeles de visualización. La luz procedente de la fuente de luz 7 se dirige a través del panel de visualización 3, activándose los píxeles de visualización individuales 5 para modular la luz y producir la visualización.

El dispositivo de visualización 1 también comprende una lámina lenticular 9, dispuesta sobre el lado de visualización del panel de visualización 3, que realiza una función de formación de vistas. La lámina lenticular 9 comprende una fila de lentes lenticulares 11 que se extienden paralelas entre sí, de las cuales sólo se muestra una con dimensiones exageradas en aras de la claridad. Las lentes lenticulares 11 actúan como elementos de formación de vistas para realizar una función de formación de vistas.

Las lentes lenticulares 11 tienen forma de elementos cilíndricos convexos, y actúan como un medio de orientación de la salida de luz para generar diferentes imágenes, o vistas, desde el panel de visualización 3 hacia los ojos de un usuario situado delante del dispositivo de visualización 1.

El dispositivo de visualización auto-estereoscópica 1 que se muestra en la figura 1 es capaz de proporcionar varias vistas diferentes en perspectiva en diferentes direcciones. En particular, cada lente lenticular 11 se superpone a un pequeño grupo de píxeles de visualización 5 en cada fila. El elemento lenticular 11 proyecta cada píxel de visualización 5 de un grupo en una dirección diferente, a fin de formar varias vistas diferentes. A medida que la cabeza del usuario se mueve de izquierda a derecha, sus ojos recibirán, una a una, vistas diferentes entre las diversas vistas.

La figura 2 muestra el principio de funcionamiento de una disposición de formación de imágenes del tipo lenticular como la descrita anteriormente, y muestra la fuente de luz 7, el panel de visualización 3 y la lámina lenticular 9. La

65

disposición proporciona tres vistas, cada una proyectada en diferentes direcciones. Cada píxel del panel de visualización 3 se activa con información para una vista específica.

5 El dispositivo de visualización auto-estereoscópica descrito anteriormente produce una visualización que tiene buenos niveles de brillo. Es bien sabido que es necesario inclinar las lentes lenticulares en un ángulo agudo con respecto a la dirección de las columnas de la matriz de píxeles de visualización. Esto permite una uniformidad del brillo mejorada y también consigue que las resoluciones horizontal y vertical sean más parecidas.

10 Cualquiera que sea el mecanismo que se utiliza para obtener un sistema de visualización auto-estereoscópica, hay un compromiso entre la resolución y la profundidad: cuantas más vistas, mayor será la pérdida de resolución por vista. Esto se ilustra en la figura 3, que muestra la estructura de píxeles original del panel de visualización bidimensional, así como, en la misma escala, la estructura de píxeles en una vista tridimensional obtenida colocando una lente lenticular delante del panel.

15 La estructura de píxeles mostrada para la imagen tridimensional representa el patrón de píxeles visto desde una dirección de visualización. El mismo patrón geométrico de píxeles se ve desde todas las direcciones de visualización, pero son visibles diferentes conjuntos de sub-píxeles de la pantalla bidimensional subyacente. Para una dirección de visualización determinada como la mostrada, un sub-píxel tridimensional azul es una imagen de uno o más sub-píxeles de la pantalla bidimensional original (y lo mismo vale para el verde y el rojo).

20 La lente lenticular tiene una inclinación $s = \tan(\theta) = 1/6$ y una separación entre lentes $P_L = 2,5 P_x$ (donde P_x es la pendiente entre píxeles en la dirección de las filas), dando como resultado 15 vistas. En este caso, $P_x = P_y$. La pendiente entre lentes es por tanto 7,5 cuando se expresa como un número de dimensiones de sub-píxeles en la dirección de las filas. La imagen tridimensional tiene un patrón repetitivo de sub-píxeles, y se muestran los colores de unos pocos sub-píxeles (R, G y B), de modo que se puedan comprender todos los colores en el patrón. Cada color se emite como una rejilla en forma de diamante de sub-píxeles que están intercalados entre sí.

25 El ángulo de inclinación de la lente lenticular, así como su pendiente, se deberían seleccionar de tal manera que se cumplan en todo lo posible una serie de requisitos:

30 (i) Se debería obtener una distribución favorable de píxeles para cada vista tridimensional.

35 En cada una de las vistas tridimensionales, los sub-píxeles de cada color se deberían distribuir en un patrón que sea uniforme y que tenga una resolución que sea similar para la dirección horizontal y la vertical. Como se muestra en la figura 3, la distancia horizontal entre los píxeles verdes vecinos (con la etiqueta A en la figura 3) debería ser comparable a la distancia vertical entre los píxeles verdes vecinos (con la etiqueta B). Esto debería ser así también para los otros colores.

40 (ii) El área ocupada por los píxeles del mismo color debería ser igual para cada vista tridimensional.

45 (iii) Ausencia de muaré.

La combinación de una lente lenticular delante de un panel de visualización es muy susceptible a la aparición de muaré ('efecto de bandas'). Este efecto está causado por la combinación de la periodicidad de la disposición de píxeles del panel de visualización y la periodicidad de la lente lenticular. Se agrava por el hecho de que los sub-píxeles del panel de visualización están rodeados por una matriz negra. Este efecto de muaré se puede minimizar mediante la inclinación de la lente lenticular y la selección de la lente lenticular de tal manera que tenga una anchura que no sea igual a un número entero de veces la anchura de un sub-píxel.

50 Recientemente, los fabricantes de pantallas comenzaron a buscar estructuras de píxeles alternativas que utilizan más de 3 colores primarios.

55 Las figuras 4 y 5 muestran estructuras de dos píxeles. Los sub-píxeles están identificados con etiquetas de letras ("R", "G", "B", etc.), para indicar el color. Los píxeles se disponen en patrones repetitivos. Cuando las columnas de píxeles tienen el mismo color, se identifican desde encima de las columnas. Se han mostrado los colores sólo de los píxeles suficientes para poder identificar el patrón de repetición.

La figura 4 muestra una estructura convencional de píxeles de franjas RGB. Cada píxel tiene tres sub-píxeles, de ahí el subíndice "3" en RGB_3 (se utiliza la misma notación para todas las estructuras de píxeles).

60 Las estructuras de píxeles que utilizan más de 3 colores primarios se denominan estructuras de píxeles "multi-primarias". Varias de estas estructuras multi-primarias han llegado al mercado y se espera que se generalicen.

La figura 5 muestra una estructura de píxeles RGBY (Y=amarillo), que ha sido utilizada por Sharp. En la figura 5, $P_x^R = P_x^B = 2 P_x^G = 2 P_x^Y$ (los sub-píxeles rojos y azules son dos veces más anchos que los sub-píxeles verdes y

amarillos en la dirección de las filas). En comparación con las estructuras de RGB, esta estructura da como resultado en una gama de colores más amplia.

5 Como se ha explicado anteriormente, para las pantallas auto-estereoscópicas, normalmente se sacrifica la resolución espacial para crear una resolución angular en forma de vistas. Los mejores diseños de lentes actuales ofrecen un compromiso desigual entre la resolución espacial horizontal y vertical, lo que da como resultado vistas tridimensionales con píxeles que tienen una razón de aspecto diferente a la de los píxeles originales del panel subyacente. Esto generalmente significa que la densidad horizontal de píxeles tridimensionales es inconvenientemente diferente a la densidad vertical de píxeles tridimensionales.

10 Un diseño óptimo de las lentes debe tener en cuenta la estructura de los píxeles de visualización subyacentes. En la siguiente tabla se definen las resoluciones de pantalla actuales más comunes:

Nombre	Abreviatura	Horizontal	Vertical	Color	Elementos
Alta definición	HD	1.280	720	RGB	2,7 MP
Alta definición completa	FHD	1.920	1.080	RGB	6,2 MP
Alta definición cuádruple	QHD	2.560	1.440	RGB	11 MP
Alta definición cuádruple completa	QFHD	3.840	2.160	RGB	25 MP
Super Hi-Vision	SHV	7.680	4.320	RGB	100 MP

15 Para pantallas de HD completa y HD cuádruple completa, se han propuesto parámetros de diseño adecuados para un diseño de lentes auto-estereoscópicas con una pendiente de aproximadamente 4½ sub-píxeles y una inclinación de 1/6.

20 Los parámetros se pueden modificar ligeramente para proporcionar un denominado diseño fraccionado para reducir la formación de bandas, en particular, con una pendiente a/b, siendo a y b números enteros y b>2. El uso de vistas fraccionadas se analiza en el artículo de O.H. Willemsen, S.T. de Zwart y W.L. IJzerman, "Sistemas de visualización fraccionada para reducir la formación de bandas en las pantallas tridimensionales basadas en lentes lenticulares". Actas de los talleres internacionales sobre pantallas, volumen 12, páginas 1.789 a 1.792, 2005.

25 La figura 6 muestra el panel bidimensional original con franjas RGB y las posiciones de las lentes para 4 sub-píxeles de 2/3 y una inclinación de 1/6. El número de vistas fraccionadas es 28, en el sentido de que hay 28 posibles posiciones de un sub-píxel con respecto a la lente, pero contando sólo las vistas con poca o ninguna interferencia en medio; entonces 4 vistas es un número realista.

30 La figura 7 muestra el panel bidimensional original con franjas RGB y las posiciones de las lentes para 4 sub-píxeles de 1/2.

35 Es difícil estimar la resolución espacial y angular de una pantalla lenticular, ya que cada componente de píxel contribuye tanto a la resolución angular como a la espacial. Como regla general, el número de pendiente p en las unidades de sub-píxel indica el número de vistas separables (es decir, 4 o más) y la resolución espacial de una vista es 1/p veces la resolución original.

40 Al colocar la lente lenticular en la parte superior de un panel de visualización, se pueden generar múltiples vistas angulares. La forma exacta de los píxeles de sub-píxeles en estas vistas depende de los parámetros de la lente lenticular y de la inclinación con que se coloca la lente con respecto al panel de visualización subyacente.

La figura 8 muestra sub-píxeles tridimensionales creados mediante la colocación de una lente lenticular con pendiente p con inclinación s sobre un panel de visualización. Como se muestra en la figura 9, los sub-píxeles tridimensionales tienen una anchura w y una altura h.

45 Los parámetros importantes en la definición de estas formas de sub-píxeles tridimensionales son la pendiente p de las lentes lenticulares y la inclinación s. La altura h de un sub-píxel tridimensional se puede obtener a partir de la figura 9 y está dada por

$$h = \left(\frac{\sqrt{1 + s^2}}{s} \right) / c, \quad (1)$$

50

donde c es el número de sub-píxeles en un píxel bidimensional original de la pantalla (por ejemplo, $c=3$ en una pantalla de franjas RGB). La anchura w del sub-píxel tridimensional se define por

$$w = p/c\sqrt{1 + s^2}. \quad (2)$$

5 En una vista tridimensional los sub-píxeles generalmente están colocados de manera diferente que en el panel de visualización subyacente. Hay libertad en la forma de definir los píxeles tridimensionales a partir de los sub-píxeles tridimensionales vecinos.

10 Esta invención proporciona un espacio de diseño para lentes lenticulares, de tal manera que los píxeles tridimensionales sean cuadrados o aproximadamente cuadrados, que y el sacrificio en la resolución del panel se distribuya de manera uniforme en la dirección horizontal y la dirección vertical, lo que lleva a una conservación de la razón de aspecto en los píxeles de las vistas generadas.

15 Para lograr este objetivo:

1. El píxel tridimensional está compuesto por c sub-píxeles que se colocan cada uno bajo el otro en la dirección de las lentes lenticulares. La figura 10 muestra la estructura de píxeles básica. El parámetro c es el número de sub-píxeles que constituyen los píxeles originales de la pantalla.

20 2. La inclinación y la pendiente se ajustan de tal manera que el píxel tridimensional completo sea suficientemente cuadrado. A continuación se proporciona un procedimiento para encontrar la inclinación y la pendiente correctas.

25 De esta manera, el píxel tridimensional está compuesto por c sub-píxeles tridimensionales, que están orientados a lo largo de la dirección de las lentes lenticulares. Por lo tanto, la altura H y la anchura W del píxel tridimensional completo, como se muestra en la figura 11, vienen dadas por:

$$H = ch = \left(\frac{\sqrt{1 + s^2}}{s} \right), \quad (3)$$

30 Esto es simplemente c veces la altura de sub-píxel, tal como se ha definido anteriormente.

$$W = w = p/c\sqrt{1 + s^2}. \quad (4)$$

35 Esto es lo mismo que para la anchura de sub-píxel individual definida anteriormente.

Si se impone que los píxeles deberían tener una razón de aspecto α , la altura debería ser α veces su anchura. Utilizando la ecuación 3 y la ecuación 4 y despejando s , una expresión para la inclinación s en términos de la pendiente p , y la razón de aspecto de píxel α es:

$$p = \frac{c \left[\frac{1}{s} + s \right]}{\alpha}, \quad (5)$$

40 de tal manera que:

$$\frac{1}{2} s^2 - (\alpha p/2c) s + \frac{1}{2} = 0$$

45 Por lo tanto

$$s = \pm \left(\frac{\alpha p}{2c} \sqrt{\left(\frac{\alpha p}{2c}\right)^2 - 1} \right) \quad (6)$$

La ecuación (6) anterior es sólo una de las dos soluciones de la ecuación cuadrática, en particular, la que da resultados razonables para la inclinación s . El \pm indica que la inclinación puede ser en cualquiera de los dos sentidos (en sentido horario o en sentido anti-horario con respecto a la dirección de las columnas). El caso $\alpha=1$ se produce cuando el píxel tridimensional preserva exactamente la razón de aspecto unitaria de los píxeles del panel original. En la figura 11 se muestra el píxel tridimensional resultante con una razón de aspecto unitaria.

De esta manera se establece la pendiente para una inclinación y una razón de aspecto de píxel tridimensional dadas. Sin embargo, todavía hay libertad para seleccionar la inclinación.

La invención proporciona una manera de elegir la inclinación basándose en la reducción necesaria de la resolución espacial en las vistas tridimensionales.

En la estructura de la invención, los píxeles tridimensionales tienen una razón de aspecto de α y los píxeles tridimensionales se giran en la inclinación s . Si el área de un píxel tridimensional es A (en unidades del área de píxeles bidimensionales), la reducción en la resolución es también A . Sabiendo esto, se puede crear una reducción en la resolución de un factor A mediante la elección de la inclinación adecuada:

$$A = HW = \alpha W^2 = \frac{1}{\alpha} \left[\frac{1}{s^2} + 1 \right] \xrightarrow{\text{implica}} s = \frac{1}{\sqrt{\alpha A - 1}} \quad (7)$$

Se debería entender que en la práctica el píxel tridimensional no tiene que ser exactamente cuadrado ($\alpha = 1$), sino suficientemente similar a un cuadrado.

Así, preferiblemente, α satisface $0,8 \leq \alpha \leq \frac{1}{0,8}$

Por ejemplo, para una inclinación dada, la ecuación 5 podría dar una pendiente que conduce a una molesta estructura de píxeles tridimensionales si se utiliza $\alpha = 1$. Ent0,8es, sería adecuado ajustar ligeramente α en la ecuación 5 para optimizar la estructura de píxeles tridimensionales sin alterar demasiado la estructura original.

En la figura 11 se puede observar que los componentes de píxeles tridimensionales están formados por más de un componente de píxel bidimensional. En el ejemplo mostrado, están involucrados dos componentes de cada primario.

Esto sucede para todas las inclinaciones $|s| < 1/c$, siendo c el número de componentes por píxel. Para inclinaciones $|s| \geq 1/c$ esto no sucede (por lo que un sub-píxel bidimensional se correlaciona con un sub-píxel tridimensional), pero cuanto mayor sea la inclinación, más amplio será el perfil de interferencia angular.

Con esta motivación, en una realización preferida, la inclinación está dentro de $\frac{1}{\beta} \leq c|s| \leq \beta$ con $\beta = \frac{3}{2}$ o,

más preferiblemente, con $\beta = \frac{4}{3}$. Esto sitúa el ángulo de inclinación cerca de $1/c$, de modo que haya un uso eficaz de los sub-píxeles bidimensionales.

Los principios latentes se han esbozado en lo que antecede. A continuación se presentan algunos ejemplos específicos. Por simplicidad, se ha utilizado la razón de aspecto $\alpha = 1$ para todos estos ejemplos.

Panel RGB de Alta Definición cuádruple completa, resolución tridimensional de Alta Definición

Resolución original		
Anchura	3.840	px
Altura	2.160	px
Colores, c	3	
Resolución tridimensional		
Anchura	1.280	px

ES 2 604 984 T3

Altura	720	px
Colores, c	3	
Área, A	9	px bidimensional
Sugerencia de diseño		
Inclinación, s	0,354	
Pendiente, p	3,182	px
	9,546	sub-px

Panel RGB Super Hi-Vision, resolución tridimensional de Alta Definición completa

Resolución original		
Anchura	7.680	px
Altura	4.320	px
Colores, c	3	
Resolución tridimensional		
Anchura	1.920	px
Altura	1.080	px
Colores, c	3	
Área, A	16	px bidimensional
Sugerencia de diseño		
Inclinación, s	0,258	
Sugerencia de diseño		
Pendiente,	4,131	px
	12,394	sub-px

5 Panel RGB Super Hi-Vision, resolución tridimensional 110% de Alta Definición completa

Resolución original		
Anchura	7.680	px
Altura	4.320	px
Colores, c	3	
Resolución tridimensional		
Anchura	2.110	px
Altura	1.187	px
Colores, c	3	
Área, A	13,25	px bidimensional
Sugerencia de diseño		
Inclinación, s	0,286	
Pendiente, p	3,785	px
	11,356	sub-px

Panel RGB Super Hi-Vision, resolución tridimensional de Alta Definición cuádruple

Resolución original		
Anchura	7.680	px
Altura	4.320	px
Colores, c	3	
Resolución tridimensional		
Anchura	2.560	px
Altura	1.440	px
Colores, c	3	
Área, A	9	px bidimensional
Sugerencia de diseño		

Inclinación, s	0,354	
Pendiente, p	3,182	px
	9,546	sub-px

Panel RGBY Super Hi-Vision, resolución tridimensional de Alta Definición completa

Resolución original		
Anchura	7.680	px
Altura	4.320	px
Resolución original		
Colores, c	4	
Resolución tridimensional		
Anchura	1.920	px
Altura	1.080	px
Colores, c	4	
Área, A	16	
Sugerencia de diseño		
Inclinación, s	0,258	
Pendiente, p	4,131	px
	16,525	sub-px

5 Debería observarse que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran, en lugar de limitar, la invención, y que los expertos en la técnica podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de la invención, según lo definido por las reivindicaciones adjuntas.

10 Los expertos en la técnica pueden entender y efectuar otras variantes de las realizaciones divulgadas al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, de la divulgación y de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, las palabras "que comprende" no excluyen otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. El mero hecho de que ciertas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que no pueda utilizarse una combinación de estas medidas de manera más ventajosa. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no se interpretará como
 15 una limitación del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de visualización auto-estereoscópica, que comprende:

5 una pantalla (3) que tiene una matriz de píxeles de visualización (5) para la producción de una visualización, en la que los píxeles de visualización están dispuestos en filas y columnas de sub-píxeles de diferentes colores;

10 una matriz de lentes (9) dispuesta alineada con la pantalla para la proyección de una pluralidad de vistas hacia un usuario en diferentes direcciones, y que comprende lentes alargadas, configurables para enfocar las salidas de los grupos de los píxeles de visualización en la pluralidad de vistas proyectadas hacia un usuario en diferentes direcciones, permitiendo así la formación de imágenes auto-estereoscópicas, en la que las lentes alargadas tienen un eje longitudinal que está inclinado en un ángulo θ con respecto a la dirección general de las columnas de píxeles, caracterizada porque

$$s = \pm \left(\frac{\alpha p}{2c} - \sqrt{\left(\frac{\alpha p}{2c}\right)^2 - 1} \right)$$

15 donde $s = \tan \theta$, α es la razón de aspecto de los píxeles que forman cada una entre la pluralidad de vistas, p es la pendiente de las lentes en la dirección de las filas de píxeles, expresada como un cierto número de anchuras de los sub-píxeles de visualización, y c es el número de sub-píxeles de diferente color que forman cada píxel de la pantalla, con

$$0,8 \leq \alpha \leq \frac{1}{0,8},$$

$$p = \frac{cA}{\sqrt{\alpha A - 1}}$$

25 en donde A es el factor de reducción en la resolución de la vista tridimensional con respecto a la resolución del panel subyacente.

2. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que cada píxel (5) de la pantalla comprende un píxel RGB con sub-píxeles rojos, verdes y azules, extendiéndose cada uno de ellos en la dirección de las columnas y dispuestos paralelamente.

30 3. Un dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en el que cada píxel (5) de la pantalla comprende un píxel RGBY con sub-píxeles rojos, verdes, azules y amarillos, extendiéndose cada uno de ellos en la dirección de las columnas y dispuestos paralelamente.

35 4. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que $c=3$ y $A=9$.

5. Un dispositivo según la reivindicación 4, en el que la pantalla tiene una resolución de 7.680 x 4.320 píxeles RGB.

6. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que $c=4$ y $A=16$.

40 7. Un dispositivo según la reivindicación 6, en el que la pantalla tiene una resolución de 7.680 x 4.320 píxeles RGBY.

8. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que:

45 $c=3$ y $A= 16$; o

$c=4$ y $A=9$.

9. Un dispositivo de visualización, según cualquier reivindicación precedente, en el que las columnas de píxeles son paralelas a un borde lateral de la pantalla.

50 10. Un procedimiento para la determinación del ángulo de inclinación para una matriz de lentes alargadas (9) de un dispositivo de visualización auto-estereoscópica, en el que el dispositivo comprende una pantalla (3) que tiene una matriz de píxeles de visualización (5) para la producción de una visualización, en la que los píxeles de visualización

- (5) están dispuestos en filas y columnas de sub-píxeles de diferentes colores, y una matriz de lentes dispuesta alineada con la pantalla para la proyección de una pluralidad de vistas hacia un usuario en diferentes direcciones, y que comprende lentes alargadas configurables para enfocar las salidas de los grupos de píxeles de visualización en la pluralidad de vistas proyectadas hacia un usuario en diferentes direcciones, permitiendo de este modo la formación de imágenes auto-estereoscópicas, en la que las lentes alargadas tienen un eje longitudinal que está inclinado en un ángulo θ con respecto a la dirección general de las columnas de píxeles, estando el procedimiento caracterizado por establecer:

$$s = \pm \left(\frac{\alpha p}{2c} - \sqrt{\left(\frac{\alpha p}{2c} \right)^2 - 1} \right)$$

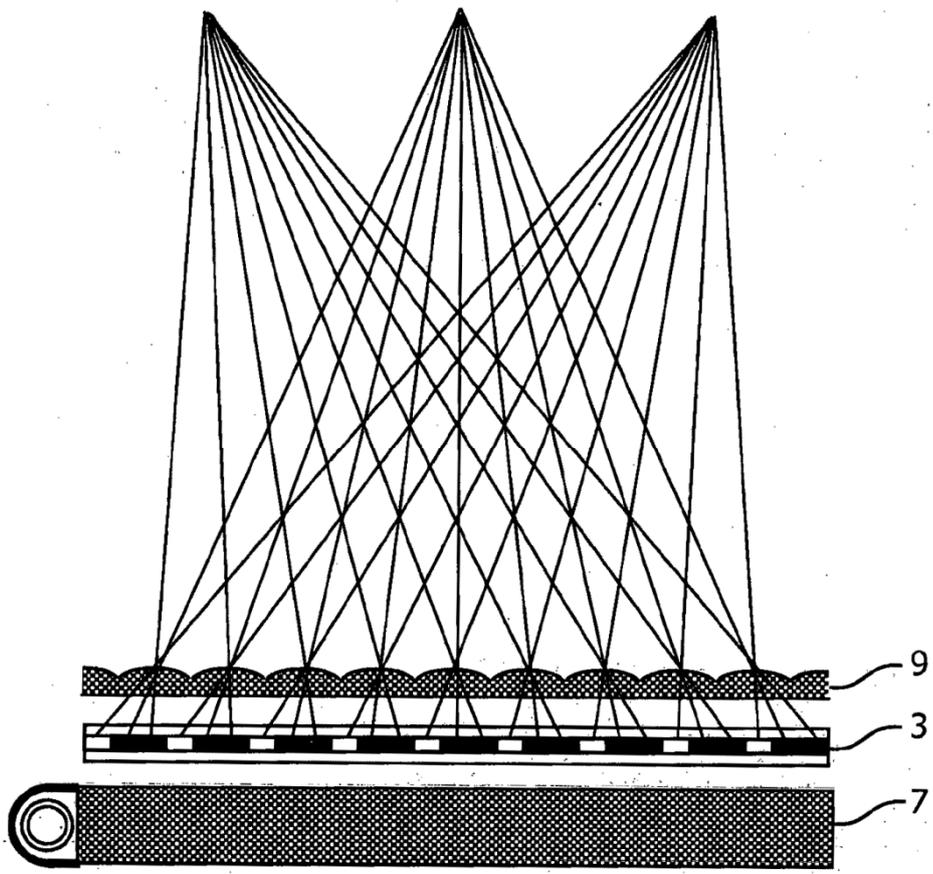
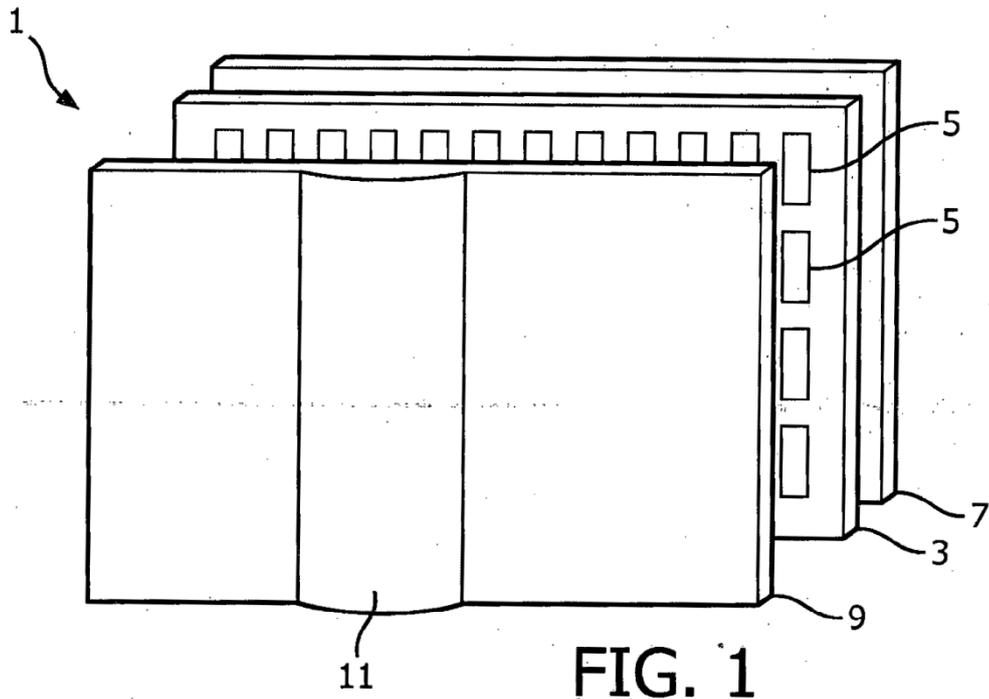
- 10 donde $s = \tan \theta$, α es la razón de aspecto de los píxeles que forman cada una de la pluralidad de vistas, p es la pendiente de las lentes en la dirección de las filas de píxeles, expresada como un cierto número de anchuras de los sub-píxeles de visualización, y c es el número de sub-píxeles de diferente color que forman cada píxel de la pantalla, estableciendo:

$$0,8 \leq \alpha \leq \frac{1}{0,8}$$

- 15 y estableciendo

$$p = \frac{cA}{\sqrt{\alpha A - 1}}$$

- 20 en donde A es el factor de reducción en la resolución de la vista tridimensional con respecto a la resolución del panel subyacente.



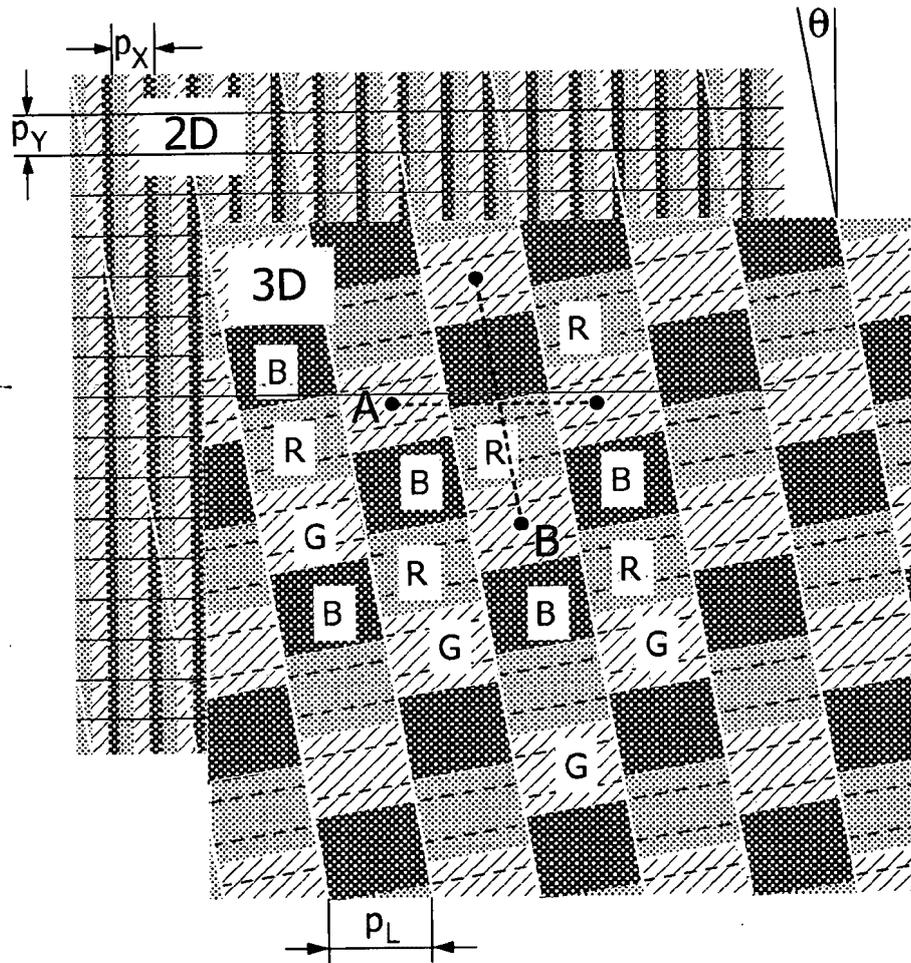


FIG. 3

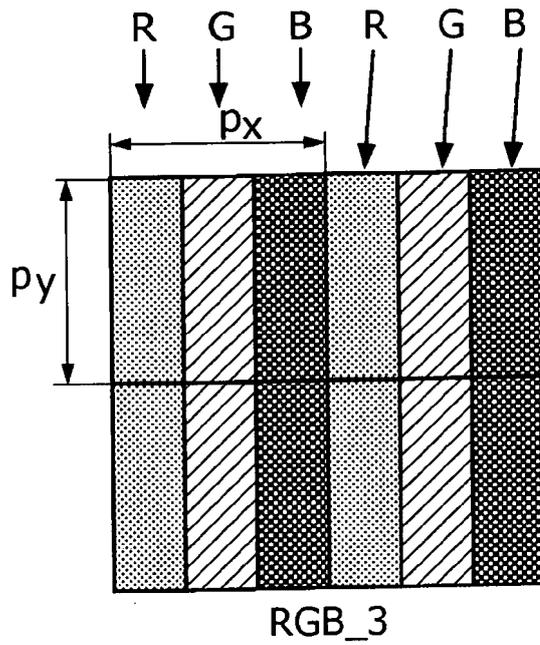


FIG. 4

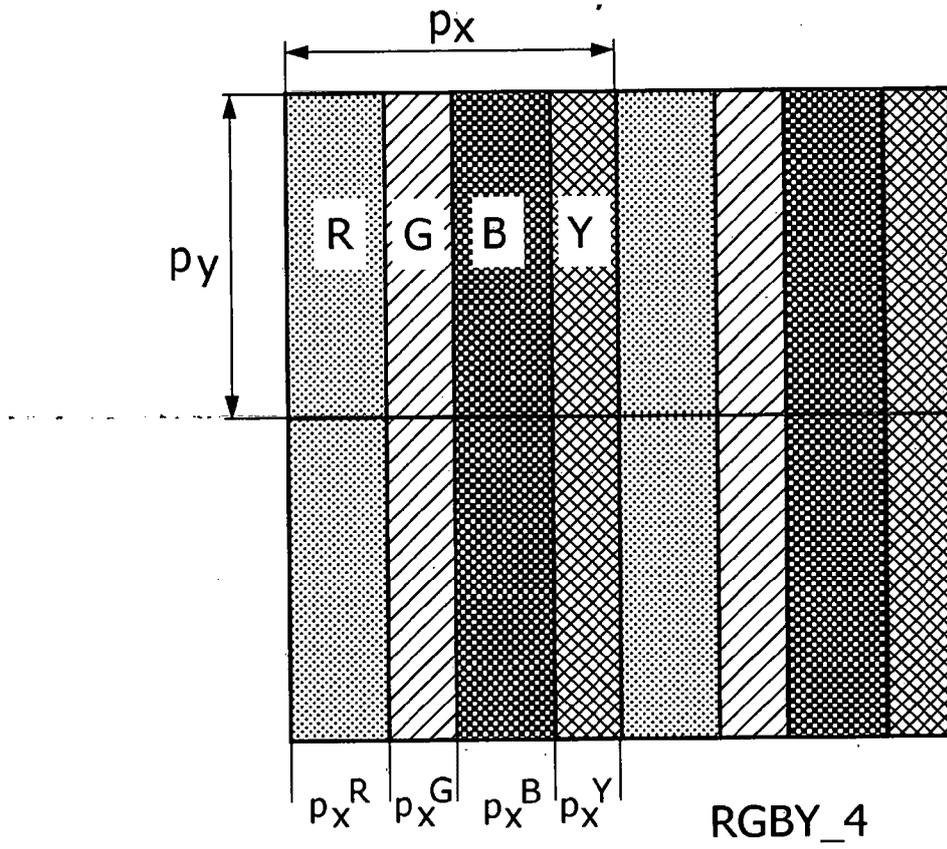


FIG. 5

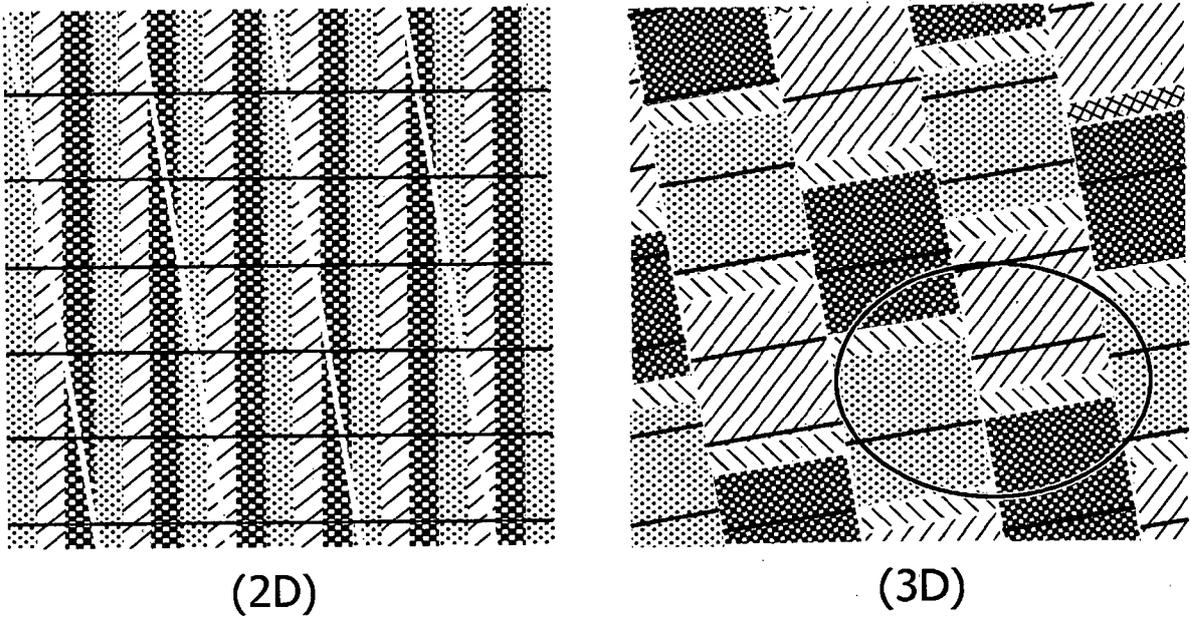
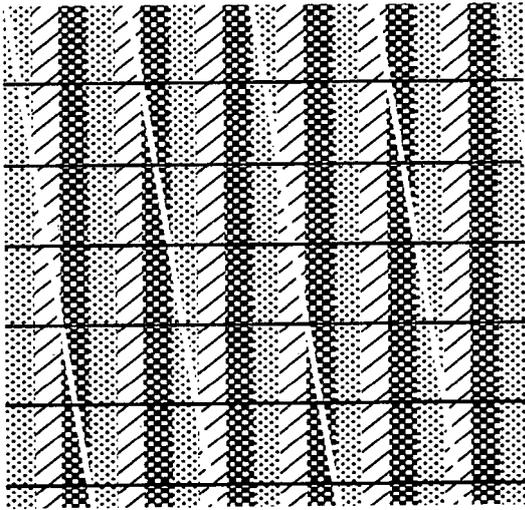
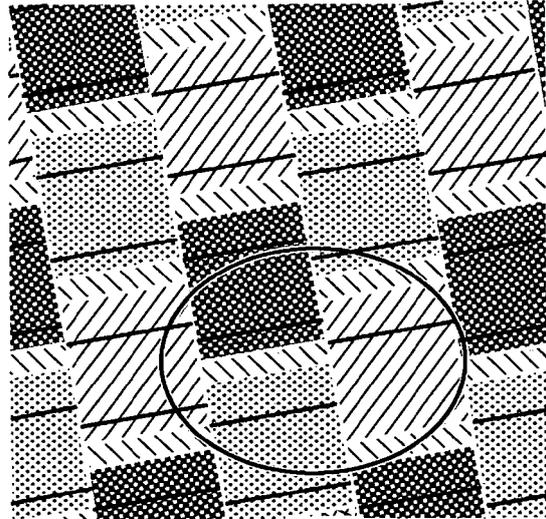


FIG. 6



(2D)



(3D)

FIG. 7

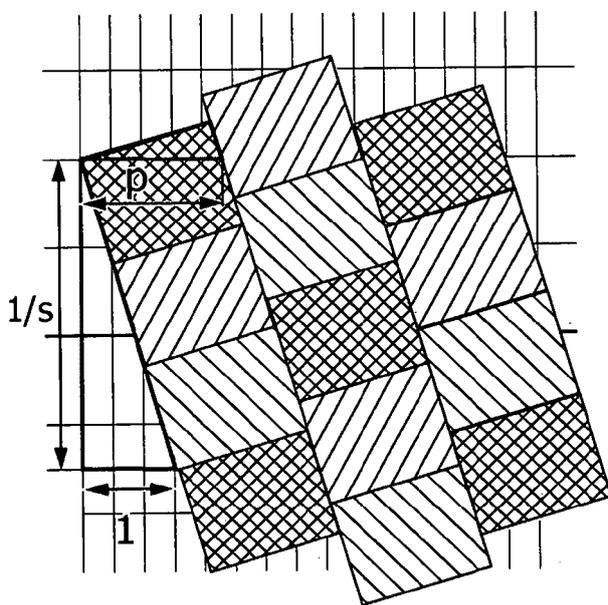


FIG. 8

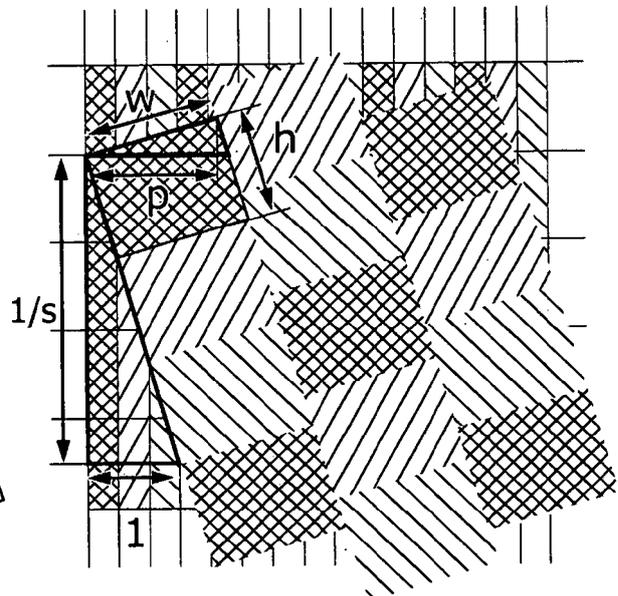


FIG. 9

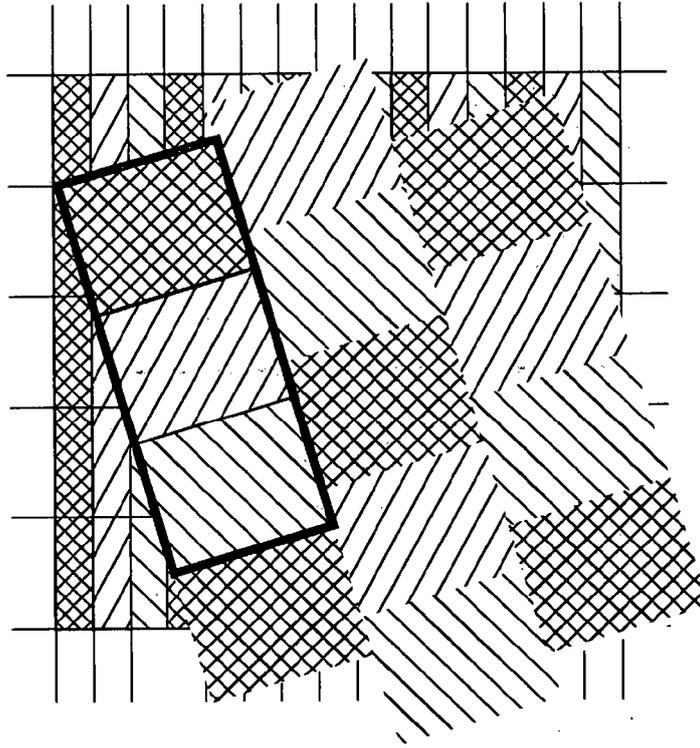


FIG. 10

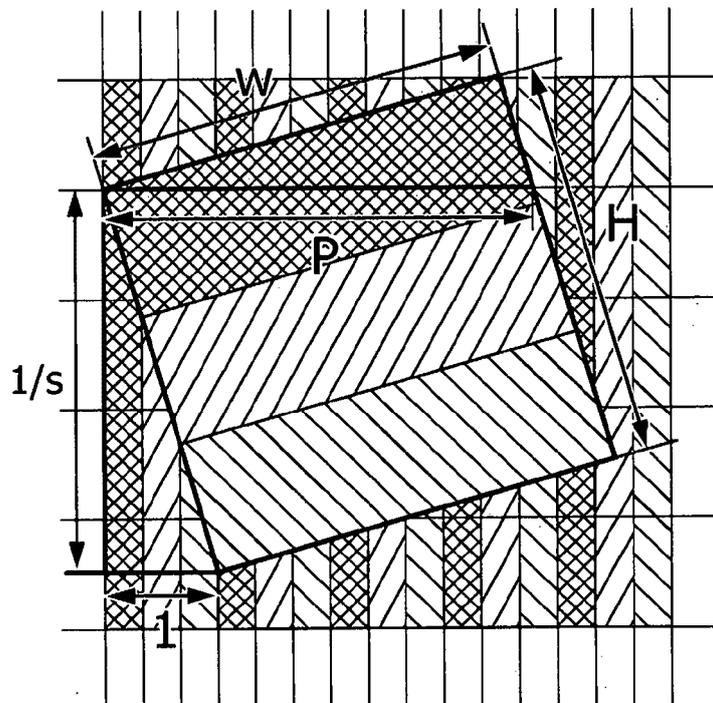


FIG. 11