

P.-39.675

IBM Docket GE
9-67-070

359944

Memoria descriptiva



para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en Armonk, N.Y., Estados Unidos de América

por: "UNA DISPOSICION PARA DESVIAR CONTROLABLEMENTE UN HAZ LUMINOSO EN UNA MULTIPLICIDAD DE MAGNITUDES DISCONTINUAS" (Clase Internacional G02b)



El invento se refiere a una disposición para des-
viar controlablemente un haz luminoso en una multiplicidad
de magnitudes discontinuas y que tiene diversas unidades -
que comprenden al menos un elemento que hace girar de mane-
ra controlable en 90° el plano de polarización de un haz -
de luz polarizada linealmente, y un elemento subsiguiente
que desvía o no el haz luminoso linealmente polarizado, de-
pendiendo de la posición de su plano de polarización.

En el caso de numerosas aplicaciones técnicas, -
es esencial producir un haz o punto luminoso en una plura-
lidad de puntos dispuestos en forma de retícula de explora-
ción. Hasta ahora, este problema se resolvía con la ayuda
de los denominados generadores de puntos luminosos que con-
sisten en tubos de rayos catódicos que tienen pantallas lu-
minosas o por medio de disposiciones electro-ópticas para
la desviación controlable de un haz luminoso en una multi-
plicidad de magnitudes discontinuas. Las disposiciones -
que se emplean para producir una retícula de exploración -
de punto luminoso y que consisten en tubos de rayos cató-
dicos que tienen una pantalla luminosa se usan principal-
mente en técnicas de televisión para registrar y reprodu-
cir imágenes de televisión. Se han usado también tubos de
rayos catódicos que tienen pantallas luminosas para produ-
cir caracteres escritos por medio de los denominados gene-
radores de caracteres. Una desventaja de esta disposición
conocida es que la intensidad del punto luminoso no puede
ser indefinidamente grande, ya que está limitada por la -
fuerza de resistencia térmica de las sustancias empleadas
en las pantallas. Los generadores de señal de caracteres -
escritos para impresores ópticos muy rápidos que han de en-



tregar 10.000 caracteres por segundo pueden por tanto, producirse solamente incurriendo en un gasto técnico muy considerable, a causa de las altas intensidades que se necesitan por los tiempos muy breves de exposición disponibles.

5 Además, a causa de la elevada carga térmica sólo tienen una vida útil muy breve. También, aún con la proyección de imágenes de televisión, el tamaño de las imágenes transmitidas desde una pantalla luminosa por medio de un sistema óptico, tiene limitaciones impuestas a causa de la relativamente baja capacidad de carga térmica de los fósforos luminiscentes hasta ahora conocidos. A fin de producir retículas de punto luminoso mayores dimensiones con el fin de presentar imágenes, se ha propuesto ya (por ejemplo, en la solicitud de patente alemana J22 470/42h) emplear desviadores de haz que consisten en una pluralidad de unidades construídas a partir de un elemento que hace girar controlablemente al plano de polarización de un haz de luz polarizada linealmente y de un elemento de doble refracción colocado detrás, que deja pasar el haz luminoso como un haz ordinario o extraordinario, dependiendo de la posición de su plano de polarización. Tales disposiciones pueden usarse, por ejemplo, en cooperación con impresores ópticos en los que, a través de un primer grupo de unidades de desviación, el haz es dirigido al área de un cierto carácter de una matriz y después de pasar a través de la máscara que representa el carácter particular, es dirigido por un segundo grupo de unidades de desviación sobre el área particular deseada de soporte de registro, o se usa con fines de registro y lectura junto con medios de almacenaje ópticos. Como los dispositivos de desviación antes mencionados

10

15

20

25

30



consisten en una pluralidad de cristales de doble refracción que están colocados en serie y son, en parte, de longitud considerable, las necesidades con respecto a la regularidad de la estructura cristalina de los bloques de cristal individuales son extremadamente severas. El resultado es que tales disposiciones pueden diseñarse solamente para retículas relativamente pequeñas, ya que los cristales con grandes secciones transversales (pueden ser necesarias secciones transversales de desviación de varios metros) o bien no pueden producirse en absoluto, o sólo pueden fabricarse con costos extraordinariamente elevados.

Además, se sabe que la Patente alemana 899.120 construir polarizados que consisten en varias capas paralelas que tienen diferentes índices de refracción y, sobre los cuales, el haz a polarizar incidirá según el ángulo de Brewster.

A fin de superar los defectos de los desviadores de luz conocidos, el invento crea una disposición para desviar controlablemente un haz luminoso en una multiplicidad de magnitudes discontinuas y que tiene varias unidades que comprenden al menos un elemento que hace girar controlablemente el plano de polarización de un haz luminoso linealmente polarizado en 90° , y un subsiguiente elemento que desvía o no el haz luminoso linealmente polarizado, dependiendo de la posición de su plano de polarización, caracterizándose la disposición por el hecho de que los elementos que desvían o no el haz luminoso, dependiendo de la posición de su plano de polarización, contienen una placa construida de varias capas transparentes paralelas, de diferentes índices de refracción, formando sus normales, con



la dirección de propagación del haz luminoso a desviar un ángulo que es igual al ángulo de Brewster, de tal modo que en una posición de su plano de polarización, el haz atraviesa la placa sin ser desviado, mientras que en la posición del plano de polarización, girado en 90° con respecto a aquella, es desviado por deflexión parcial en las capas individuales, excepto en un resto despreciable.

Una realización particularmente ventajosa del invento se caracteriza por una placa reflectante dispuesta paralela a o formando un cierto ángulo con la placa de capas múltiples, a fin de desviar el haz desviado en una dirección paralela a la dirección original, o una dirección distinta de ella, siendo la separación de las dos placas, proporcional a la cantidad particular deseada de desplazamiento del haz. Naturalmente, la placa reflectante puede estar también curvada, de modo que tenga lugar el giro del haz dependiendo del punto de incidencia.

Otro desarrollo particularmente ventajoso del concepto del invento se caracteriza por el hecho de que las placas de capas múltiples están construidas por una secuencia de placas paralelas, finas, u obleas que consisten alternativamente en TiO_2 y SiO_2 .

Tales placas consisten, preferiblemente, en una placa de vidrio plano-paralela sobre la que se aplica una secuencia de finas capas paralelas de diferentes índices de refracción, por recubrimiento alternativo con TiO_2 y SiO_2 por vaporización.

Como es posible producir estas placas en casi todos los tamaños y formas, con un coste técnico relativamente bajo, la disposición según el invento es particularmente adecuada para crear retículas de punto luminoso de gran



5 área, que pueden usarse para producir imágenes de gran superficie formadas por el desplazamiento periódico por pasos de un haz luminoso modulado o para proyectar puntos luminosos o ciertos símbolos sobre una base que lleva representaciones gráficas.

10 Otra realización particularmente ventajosa de la disposición según el invento, se caracteriza por el hecho de que solamente en la región de las áreas seleccionables controlablemente, provistas por unidad de desviación para cambios de dirección del haz, hay pares de elementos de -
15 capas múltiples y de cara reflectante separados lo justo en la dirección del haz a desviar para que se evite la interferencia con los haces reflejados en las caras de capas múltiples individuales. Comparadas con unidades de desviación que comprenden un par de placas que consisten en un -
20 cristal de doble refracción y una placa reflectante y cuya sección transversal abarca todas las posiciones de haz posibles en el área de la unidad de desviación particular, la presente disposición tiene la ventaja de que la longitud de construcción es considerablemente mucho menor. Como las disposiciones de desviación así construidas sólo -
25 requieren una fracción de las caras reflectantes necesarias para disposiciones que tienen unidades de desviación consistentes en sólo un par reflectante, los costes de construcción pueden disminuirse también apreciablemente.

 El invento se explicará con mayor detalle después con ayuda del dibujo adjunto, en el cual:

 La fig. 1 es una sección de un elemento de capas múltiples según el invento;

30 La fig. 2 es la representación esquemática de -



una disposición que comprende elementos de desviación individuales según el invento; y

5 la fig. 3 es la representación esquemática de una disposición desviadora según el invento, en la cual cada unidad de desviación está provista de un par de placas que consisten en una placa de capas múltiples y una placa reflectante.

10 La disposición ilustrada en la fig. 1, comprende una placa de vidrio 10 plano-paralela, rectificada sobre la que hay colocadas placas delgadas que tienen un espesor de aproximadamente 1 micra y consisten alternativamente en TiO_2 y SiO_2 . El haz 1 colimado que consiste en luz monocromática incide sobre la capa 11 delgada según el ángulo de Brewster que es característico para esta capa y como está
15 polarizado en ángulo recto con el plano de incidencia se refleja en una parte sustancial, mientras que el resto se refracta en la capa 11 y se refleja en el mismo porcentaje en la cara frontal de la capa 12.

20 Este fenómeno se describe por las denominadas ecuaciones de Fresnel. De estas ecuaciones se obtienen para los dos componentes de la luz reflejada:

$$R_{||} = \frac{tg^2(\alpha - \beta)}{tg^2(\alpha + \beta)} \quad R_{\perp} = \frac{sen^2(\alpha - \beta)}{sen^2(\alpha + \beta)}$$

y para los componentes de la luz transmitida:

$$T_{||} = \frac{sen \alpha \ sen \beta}{sen^2(\alpha + \beta) \ cos^2(\alpha - \beta)} \quad T_{\perp} = \frac{sen^2 \alpha \ sen^2 \beta}{sen^2(\alpha + \beta)}$$



en donde α es el ángulo de incidencia y β el ángulo de refracción de la luz. Aquí vale $n_1 \text{ sen } \alpha = n_2 \text{ sen } \beta$.

5 Para α igual al ángulo de polarización o de Brewster ($\alpha + \beta = \pi/2$) el resultado es que $R_{II} = 0$, y se obtiene luz linealmente polarizada en el haz reflejado (polarizado en ángulo recto con el plano de incidencia). El haz refractado es parcialmente polarizado y la relación de intensidad entre los dos componentes, después del paso por una placa plano-paralela, es:

$$\left(\frac{T}{T}\right)^2 = \text{sen}^4 \alpha = \left(\frac{2n}{1 + n^2}\right)^4 =$$

10 Para $n=1,5$ se obtiene en estas condiciones $T = 0,73$

Esta relación de intensidad puede aumentarse permitiendo que la luz pase a través de varias capas de vidrio-aire. Por ejemplo, para una serie de placas de vidrio en aire y dispuestas según el ángulo de polarización, se obtiene:

$$T = (0,73)^{11} = 3 \cdot 10^{-2}$$

La disposición ilustrada en la fig. 3, consiste en la fuente de luz monocromática 2, la lente colimadora 3, el polarizador 5 que provoca aproximadamente una polarización lineal paralela al plano del papel, comprendiendo los elementos electro-ópticos los cristales electro-ópticos 6 ó 26 y los electrodos 7, 8 ó 27, 28 (cuyos elementos pueden ser accionados por medio de las fuentes de voltaje



de corriente continua 71 y por medio de interruptores 72a y 72b a fin de hacer girar el plano de polarización del haz que lo atraviesa en 90°), los elementos de capas múltiples 40 y 60 construídos como se ilustra en la fig. 1 y, finalmente, las placas reflectantes 50 y 61. Si el interruptor 72a, está cerrado, por ejemplo, se crea una diferencia de voltaje igual al denominado voltaje $\frac{\lambda}{2}$, entre los electrodos 7 y 8, de modo que el plano de polarización del haz 1 es girado en 90°, en ángulo recto con el plano del papel. En éste caso, se desarrollarán los efectos indicados en relación con la descripción de la fig. 1, de modo que excepto en un resto despreciable, el haz luminoso será enviado en dirección hacia la placa reflectante 50, para ser proyectado luego paralelo a la dirección del haz no desviado 1f, hasta la placa 60 de capas múltiples. Como el plano de polarización de este haz forma ángulo recto con el plano del papel, el haz será reflejado de igual forma en la placa 60 de capas múltiples, - excepto en un resto despreciable - hacia la placa reflectante 61 para ser hecho pasar luego como haz 1i paralelo a la dirección del haz no desviado 1f.

Si el interruptor 72b está además cerrado, entonces el plano de polarización del haz luminoso que atraviesa el cristal electro-óptico 26 es hecho girar una vez más en 90°, de modo que el haz incide sobre la placa 60 de capas múltiples con un plano de polarización que es paralelo al plano del papel y pasa a través de esta placa sin desviarse como haz 1g, justo como se describió en relación con la fig. 1. Si sólo está cerrado el interruptor 72b, entonces el plano de polarización del haz 1 es hecho girar en



90º en el cristal electro-óptico por primera vez, de modo que tiene lugar una reflexión del haz, hasta ahora sin desviar, en la placa 60 de capas múltiples y el haz abandona la placa reflectante 61 como haz lh.

5 La disposición ilustrada en la fig. 2 comprende, de igual forma, una fuente de luz monocromática 2 una lente 3, un obturador 4, un polarizador 5, cristales electro-ópticos 6, 26 y 36 controlables por medio del interruptor 72, los elementos de capas múltiples 40, 41, 42, 43, 44, 45 y 10 46, así como los elementos reflectantes 50, 51, 52, 53, 54, 55 y 56. Están previstos también los electrodos 7, 8, 27, 28, 37 y 38. Accionando cualesquiera combinaciones de interruptores 72a, 72b y 72c, el haz l puede llevarse a cualquiera de las posiciones lf - ln según se desee. Por 15 comparación entre los deflectores de luz ilustrados en las figs. 2 y 3, será fácilmente comprensible que las dimensiones de los pasos de desviación individuales, que consisten en un elemento electro-óptico para hacer girar controlablemente el plano de polarización y de las sucesivas placas o 20 elementos de capas múltiples y placas o elementos reflectantes, difieren muy ampliamente en la dirección de propagación del haz a desviar. Una comparación entre ambos segundos pasos de desviación ilustrados en las figs. 2 y 3 - mostrará que las distancias entre los dos haces reflejados 25 hacia arriba en los elementos 41 y 42 de capas múltiples es sustancialmente menor que la de los haces reflejados hacia arriba en el elemento 60 de capas múltiples, dando como resultado así una profundidad apreciablemente menor para el segundo paso de desviación de la disposición según la fig. 2. Se verá fácilmente que esta reducción de la 30



profundidad de montaje en los pasos de desviación que tienen mayores distancias de desviación, como por ejemplo, en el tercer paso de desviación de la disposición según la fig. 2, se hace aún mucho más eficaz.

5 No obstante, las disposiciones mostradas en las dos figuras, hacen posible la creación de sistemas de desviación para haces luminosos que tienen trayectorias de desviación muy grandes y, sin embargo, con un coste de construcción relativamente bajo. En particular es posible
10 diseñar deflectores luminosos para desviaciones laterales del haz luminoso que son considerablemente mayores que las obtenibles con los desviadores conocidos que comprenden cristales de doble refracción. Aparte de la imposibilidad práctica de producir cristales de doble refracción del orden de magnitud de unos pocos metros cúbicos, la disposición según el invento tiene además la ventaja de que las pérdidas de luz para trayectorias de desviación muy grande, son apreciablemente pequeñas. En el caso de desviadores de luz que consisten en cristales electro-ópticos, la
15 longitud de la trayectoria de desviación depende sustancialmente de la longitud de los cristales de doble refracción. A fin de obtener trayectorias de desviación de varios metros, es necesario por tanto, proporcionar números bastante grandes de cristales de doble refracción conectados en serie, de los cuales, la dimensión de longitud de
20 los cristales más largos debe ascender a un múltiplo de la trayectoria de desviación máxima. Como debe ocurrir una absorción de luz muy intensa en esta trayectoria larga de la luz, que corre a través de los cristales, incluso los
25 límites teóricos que vienen impuestos sobre la longitud de
30



desviación de un desviador de luz cuando se usan cristales de doble refracción, son considerablemente ampliados por los deflectores de luz actuales que hacen uso de la ley de reflexión de Brewster.

5 Esta solicitud que corresponde a la presentada en la República Federal Alemana, el día 18 de Noviembre de 1.967, con el nº P 15 89 980.6 (antes J35062 VIIIc/21g), se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

10 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

15 1.- Una disposición para desviar controlablemente un haz luminoso en una multiplicidad de magnitudes discontinuas y que tiene varias unidades que comprenden al menos un elemento que hace girar controlablemente el plano de polarización de un haz luminoso linealmente polarizado en 90º, y un elemento subsiguiente que desvía o no el haz luminoso linealmente polarizado, dependiendo de la posición de su plano de polarización, caracterizada porque los elementos que desvían o no el haz luminoso, dependiendo de la posición de su plano de polarización, contienen una placa construida de varias capas paralelas transparentes, de diferentes índices de refracción, formando sus -

20

25



normales con la dirección de propagación del haz luminoso a desviar, un ángulo que es igual al ángulo de Brewster, de tal forma que en una posición de su plano de polarización, el haz atraviesa la capa sin desviarse, mientras que en la posición del plano de polarización girada en 90° respecto a ella, es desviado por reflexión parcial en las capas individuales, excepto en un resto despreciable.

2.- Una disposición para desviar controlablemente un haz luminoso según la reivindicación 1, caracterizada por una placa reflectante dispuesta paralela a o formando un cierto ángulo con la placa de capas múltiples a fin de desviar el haz desviado en una dirección paralela a la dirección original o una dirección distinta de ella, siendo la separación de las dos placas proporcional a la cantidad particular deseada de desplazamiento del haz.

3.- Una disposición para desviar controlablemente un haz luminoso según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizada porque la placa reflectante es curva.

4.- Una disposición para desviar controlablemente un haz luminoso según las reivindicaciones 1-3, caracterizada porque las placas de capas múltiples están construidas a partir de una secuencia de capas delgadas paralelas, que consisten alternativamente en TiO_2 y SiO_2 .

5.- Una disposición para desviar controlablemente un haz luminoso según las reivindicaciones 1-4, caracterizada porque las placas de capas múltiples comprenden una placa de vidrio plano-paralela sobre la que está aplicada una secuencia de capas delgadas, paralelas, por recubrimiento alternativo con TiO_2 y SiO_2 , por vaporización.

6.- Una disposición para desviar controlablemente



te un haz luminoso según las reivindicaciones 1-5, caracterizada porque cada unidad de desviación está provista con un par de placas que consisten en una placa de capas múltiples y una placa reflectante, y cuya sección transversal abarca la totalidad de las posiciones posibles del haz dentro de la gama de ésta unidad de desviación.

5

7.- Una disposición para desviar controlablemente un haz luminoso según las reivindicaciones 1-5, caracterizada porque sólo en la región de las áreas seleccionables controlablemente, previstas por unidad de desviación para cambios de dirección del haz, hay pares de elementos de capas múltiples y de cara reflectante separados lo justo en la dirección del haz a desviar, para evitar la interferencia con los haces reflejados en las caras de capas múltiples individuales.

10

15

8.- Una disposición para desviar controlablemente un haz luminoso en una multiplicidad de magnitudes discontinuas.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

20

Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina, por una sola cara.

Madrid,

P. A.

Alberto de Echevarría
Por el inventor

14.XI.68 pc.

