

355720

P - 38.808

RCA 56.675

**Memoria descriptiva**



**para solicitar**

PATENTE DE INVENCION

**por 20 años**

**a nombre de** RADIO CORPORATION OF AMERICA

**entidad / ~~nacionalidad~~** norteamericana

**con domicilio en** 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y.,  
Estados Unidos de América.

**por:** "UN DISPOSITIVO ELECTRO-OPTICO"  
(Clase Internacional G02f)

5.8.68



La presente invención se refiere a dispositivos electro-ópticos perfeccionados, útiles para aplicaciones que traen consigo la modulación de la luz, tales como los dispositivos de presentación óptica. La invención se refiere en especial a nuevos dispositivos electro-ópticos de cristal líquido nemáticos.

Los nuevos dispositivos se hacen posibles merced al descubrimiento de que las capas de ciertas composiciones nemáticas de cristal líquido sufren o presentan una turbulencia esencialmente no destructiva cuando se hace pasar a su través una corriente eléctrica, al aplicarse una tensión o diferencia de potencial de un lado a otro de la capa. Esta turbulencia, restringida a la región de la tensión aplicada, produce una eficaz diseminación o dispersión de la luz que incide en dicha región. El grado de dispersión de la luz puede modificarse haciendo variar la magnitud de la tensión aplicada, entre un valor de umbral necesario para iniciar la turbulencia y un valor de saturación por encima del cual hay muy poca o ninguna variación en el grado de dispersión de la luz.

El grado de dispersión de la luz alcanzado cuando se usan composiciones nemáticas de cristal líquido presentan este efecto, en lo sucesivo aquí denominado efecto de dispersión dinámica, es mayor que el logrado utilizando los materiales que enseña la técnica ya conocida, en la cual un campo eléctrico origina la rotación de dominios o de racimos del líquido nemático. Los dispositivos de presentación dotados de este nuevo efecto tienen relaciones de contraste superiores a la de 20:1, y velocidades de respuesta suficientes para las aplicaciones de



televisión comercial.

Las composiciones nemáticas de cristal líquido utilizables en los nuevos dispositivos se caracterizan por presentar una turbulencia al aplicarse un campo eléctrico cuando por la composición circula o fluye una corriente. Las composiciones nemáticas preferidas son materiales de gran pureza cuya resistividad oscila entre los límites aproximados de  $10^8$  a  $10^{11}$  ohm.cm en su estado nemático. Las composiciones impuras de cristal líquido en las cuales la resistividad se reduzca a menos del  $10^8$  debido a las impurezas que contienen no se prefieren en los nuevos dispositivos. Estando en la forma pura, los materiales nemáticos que hasta ahora han resultado útiles en los nuevos dispositivos no exhiben rotación de dominio en un campo aplicado, al contrario de lo que sucede con los materiales nemáticos de la técnica ya conocida. De igual modo, las composiciones de cristal líquido nemáticas utilizadas en la técnica ya conocida no presentan el efecto de turbulencia no destructivo, al revés de lo que hacen los materiales utilizables en el nuevo dispositivo.

La composición nemática de cristal líquido ha de contener un excedente de iones móviles, para facilitar el paso de corriente entre electrodos, en los nuevos dispositivos. Los iones pueden estar presentes de modo permanente en la composición de cristal líquido, o bien pueden ser inducidos por inyección de electrones desde el cátodo al aplicarse una tensión suficientemente alta. En la expresión "excedente de iones móviles" ha de considerarse incluido lo siguiente: (1) una neta diferencia en el número de iones negativos, en comparación con el número de iones



positivos; (2) una absorción preferente de iones de una determinada polaridad en la superficie de la estructura de soporte o en algún otro lugar, de manera que el paso de corriente por el dispositivo se deba esencialmente a los iones de polaridad opuesta; y (3) una enorme diferencia en el número de iones transportados de una determinada polaridad en comparación con los iones de la polaridad opuesta, de modo que el paso de corriente por el dispositivo se deba esencialmente al ion transportado en mayor número. La diferencia neta en el número de iones de una determinada polaridad en comparación con el número de iones de la polaridad opuesta puede producirse, por ejemplo, por inyección de electrones en el medio de cristal líquido, seguida de captura del electrón por una molécula neutral para así dar un ion negativo.

Los nuevos dispositivos constan de una capa o película de una composición nemática de cristal líquido. Esta capa de cristal líquido es del tipo que presenta un movimiento turbulento esencialmente no destructivo al aplicársele una tensión que produzca una corriente eléctrica en la capa. El dispositivo incluye asimismo medios de soportar la capa, y medios de aplicar un campo eléctrico a la capa. Estos medios últimamente citados originan además en la capa de cristal líquido un paso de corriente eléctrica suficiente para producir turbulencia en la capa, en la región del campo aplicado.

La teoría de funcionamiento del nuevo dispositivo no se comprende todavía por completo, y se presenta aquí como mero intento de contribuir a la comprensión de la naturaleza del funcionamiento de estos dispositivos. Es de



notar que los nuevos dispositivos aquí revelados no han de considerarse limitados por la presentación de la teoría propuesta.

Existen diversos mecanismos mediante los cuales un campo eléctrico puede ejercer fuerza sobre un fluido. Entre estos mecanismos se incluyen, por ejemplo, la electrostricción, la variación espacial de la constante dieléctrica, la dielectroforesis, la electroforesis y los efectos electrohidrodinámicos. Según se cree, la turbulencia producida en los nuevos dispositivos por la aplicación de un campo eléctrico suficientemente intenso es debida a efectos electrohidrodinámicos. Estos efectos se deben a fuerzas mecánicas producidas por conducción eléctrica unipolar. Por ejemplo, cuando los iones de un medio parcialmente ionizados se mueven bajo el influjo de un campo eléctrico, el rozamiento o las colisiones con moléculas del medio que sirve de vehículo transmiten a estas últimas una cantidad de movimiento. De haber presentes iones de esencialmente una sola polaridad, las presiones creadas por este efecto pueden llegar a ser importantes.

Las pruebas experimentales conducen a la hipótesis de que la aplicación de un campo eléctrico al dispositivo origina turbulencia en las moléculas del cristal líquido, haciendo primero que los iones móviles presentes en la composición de cristal líquido ganen ímpetu, esto es, adquieran una cantidad de movimiento. Esta cantidad de movimiento se transmite entonces a las moléculas neutras, de masa esencialmente igual a la de los iones, bien por colisión directa o bien por fricción o cizalladura no uniforme en regiones de dobles capas en superposición, o



en nubes de carga neutralizante que, según se cree, rodean  
a los iones móviles. Estas dobles capas o nubes de carga  
neutralizante pueden asimilarse a las conocidas dobles  
capas de Helmholtz. Alternativamente, pueden describirse  
5 como región sustancialmente libre de cargas que rodea a  
un ion, en la que la energía potencial de una molécula po-  
lar o polarizante en el campo del ion es igual o mayor que  
la energía térmica. Es asimismo posible que el diseño no  
uniforme de distribución del campo, producido por los  
10 iones móviles, comunique un movimiento a las moléculas  
neutras. El movimiento turbulento así producido en la re-  
gión del campo aplicado da origen a la difusión o disper-  
sión de la luz incidente en dicha región. El efecto ópti-  
co, visto por un observador que mire la luz que atraviesa  
15 o viene reflejada de la región turbulenta, es el de un  
cambio de brillo debido a la dispersión de la luz en di-  
cha región.

Debe observarse que el movimiento turbulento  
no es de naturaleza destructiva. Es decir, que la turbu-  
20 lencia no es debida a un fenómeno destructivo tal como  
la ebullición o la perforación dieléctrica del medio de  
cristal líquido.

Las pruebas experimentadas sobre las que se  
basa esta hipótesis comprenden: la variación del tiempo  
25 de formación y de desvanecimiento del efecto de dispersión  
de la luz en función de la conductividad de la composición  
nemática de cristal líquido; la dependencia de este efec-  
to respecto de la polaridad de los electrodos y las carac-  
terísticas de inyección de electrones del cátodo, cuando  
30 se use un campo de corriente continua; la anómala conduc-



ta observada al acercarse el grosor de la película a la longitud de Debye de los iones; la iniciación y propagación del efecto óptico inducido por el campo, desde el cátodo; la baja presión en el cátodo, comparada con la presión en el ánodo, cuando se aplica un campo; y la necesidad de que haya paso de corriente para el efecto óptico a observar.

En los adjuntos dibujos:

10 - la figura 1 es una perspectiva, con partes desprendidas, de un dispositivo de presentación electro-óptico realizado conforme a la invención, con la representación esquemática de un circuito para hacer funcionar el dispositivo;

15 - la figura 2 es un corte en alzado que ilustra el modo de transmisión, en el uso del dispositivo de la fig. 1;

- la figura 3 es un corte en alzado que ilustra el modo de absorción, en el uso del dispositivo de la fig. 1;

20 - la figura 4 es un corte en alzado que ilustra el modo de reflexión, en el uso del dispositivo de la fig. 1;

25 - la figura 5 es un corte en alzado, de un dispositivo montado para tener una elevada relación de contraste;

- la figura 6 es un corte en alzado del dispositivo explorado por un haz electrónico;

30 - la figura 7 es una gráfica de la relación de contraste de reflexión en función de la tensión de corriente continua, para poner de manifiesto el efecto que



esta última tiene sobre aquella; y

- la figura 8 es una gráfica de la reflexión integrada en función de la tensión de impulsos, para poner de relieve el efecto de una tensión pulsada sobre la intensidad de la luz reflejada.

En la fig. 1 se ilustra un nuevo dispositivo de presentación óptica 10 de enrejado cruzado. El nuevo dispositivo 10 consta de unas placas de soporte posterior y anterior 11 y 12, respectivamente, de vidrio transparente. Las dos placas 11 y 12 tienen unas caras interiores esencialmente paralelas 13 y 14, respectivamente, separadas por una distancia  $d$ , que en general está comprendida en el intervalo aproximado de 5 a 30 micras. La placa posterior 11 sostiene, en su cara interior 13, una formación ordenada de tiras conductivas de electrodo posterior 15a, 15b, 15c y 15d, transparentes y paralelas, a cierta distancia de separación. En este ejemplo sólo se representan cuatro de estas tiras (15a, 15b, 15c y 15d); pero puede usarse un número de tiras electrónicas mucho mayor. La placa anterior 12 soporta, en su cara interior 14, una formación ordenada de tiras conductivas de electrodo anterior 16a, 16b, 16c y 16d, transparentes y paralelas, a cierta distancia de separación. Las tiras anteriores 16 están colocadas de manera que su dirección longitudinal es sensiblemente perpendicular a la dirección longitudinal de las tiras conductivas posteriores 15. Igualmente, sólo se representan cuatro tiras anteriores (16a, 16b, 16c y 16d), pero puede utilizarse un número mucho mayor.

El espacio comprendido entre la placa posterior 11 y la anterior 12 está lleno de un medio que forma una película 17. La película 17 consta de una composición



nemática de cristal líquido, del tipo que presenta un movimiento turbulento al serle aplicado un campo eléctrico que produzca un paso de corriente eléctrica en la película: por ejemplo, una película compuesta de p-aminofenil-  
5 acetato de anisilideno, con un excedente de iones móviles en ella. La película 17 es un electrólito débil.

El dispositivo 10 incluye unos medios de conexión 18a a 18d y 19a a 19d, para aplicar una tensión a los  
10 electrodos posteriores conductivos 15a a 15d y a los electrodos anteriores conductivos 16a a 16d, respectivamente. Tal como aquí se utilizan, dichos medios de conexión y/o dichas tiras conductivas van incluidos en los medios de aplicar el potencial o campo eléctrico a la capa de cristal líquido.

15 La fig. 1 incluye asimismo una representación esquemática de un circuito para hacer funcionar el dispositivo de presentación 10. El circuito, incluye un conmutador 31 de tiras posteriores que tiene su contacto común conectado a uno de los lados de una fuente de suministro  
20 de potencial o tensión 30 y a masa 32. A los medios de conexión 18a a 18d de las tiras posteriores van conectados varios contactos del conmutador 31, por medio de unas conexiones 33a a 33d. Asimismo, se prevé un conmutador 35 de tiras anteriores, dotado de una pluralidad de contactos de conmutación conectados a los medios de conexión de  
25 tira anterior 19a a 19d, por medio de conductores 36a a 36d, y un contacto común conectado al otro lado de la fuente de tensión 30.

Trabajando en el modo de transmisión ilustrado en la fig. 2, se sitúa una fuente de luz 21 a uno de  
30



los lados del dispositivo 10, de manera que la luz se di-  
 rija a través del dispositivo en dirección sensiblemente  
 normal a las caras principales de las placas 11 y 12. El  
 observador 22 se sitúa en el lado opuesto del dispositivo  
 5 10, respecto a la fuente de luz 21. Para un campo aplicado  
 menor que el de umbral, el observador 22 ve el área de  
 placas en su totalidad con un brillo uniforme. Al aplicar-  
 se entre una tira electrodica posterior y una tira elec-  
 tródica anterior (por ejemplo, entre las tiras electrodí-  
 10 cas 15a y 16d y por medio de las conexiones 18a y 19d res-  
 pectivamente) una tensión de magnitud suficiente, la pelí-  
 cula 17, en el volumen definido por la intersección de las  
 tiras de electrodo activadas, se ve afectada por la corrien-  
 te que se hace circular a través de ella. Esta tensión y  
 15 este paso de corriente producen en la película, en dicho  
 volumen, una turbulencia que da lugar a la dispersión de  
 la luz incidente en esa parte del dispositivo. El observa-  
 dor ve que esta región de su campo visual se pone más os-  
 cura que el área restante de las placas, debido a la dis-  
 20 persión de la luz. La tensión de umbral necesaria para ob-  
 tener este efecto está generalmente comprendida en el in-  
 tervalo de  $0,5 \times 10^4$  a  $1 \times 10^4$  voltios por centímetro de  
 espesor de la película. De ser la tensión aplicada demasia-  
 25 deada, se puede producir una perforación dieléctrica no  
 deseada, del medio líquido cristalino. La tensión aplica-  
 da puede ser, por ejemplo, de corriente alterna, de corrien-  
 te continua o de corriente continua pulsada.

Mediante la activación en secuencia de más de  
 una tira electrodica de cada juego o grupo, se oscurecen  
 30 así varias áreas prefijadas. Pueden utilizarse métodos de



exploración ya conocidos en la técnica de la televisión mural para activar secuencial y cíclicamente las tiras conductoras, y modular la amplitud de la fuente de tensión. De esta manera pueden presentarse ópticamente diversos tipos de información. Además, mediante el recurso de disponer en cada placa un gran número de tiras electrónicas a muy poca distancia de separación (por ejemplo, tiras electrónicas que tengan una anchura del orden de 0,025 mm y estén separadas a 0,013 mm de distancia), es posible presentar una imagen en un dispositivo de este tipo. Asimismo, puede modularse la proporción de luz diseminada y, por tanto, el grado de oscurecimiento de cada elemento, mediante el control de la magnitud de la tensión aplicada por encima de la de umbral, obteniéndose así una escala de grises. Como variante, es posible generar una presentación mediante activación simultánea de una pluralidad de tiras de electrodo seleccionadas.

En el indicado dispositivo de presentación óptica, el funcionamiento se obtiene modulando la transmisión de luz como se ilustra en la fig. 2. Como alternativa, es posible lograr el funcionamiento por modulación de la reflexión de la luz, o de la absorción de luz. Trabajando en el modo de absorción, se usa un dispositivo como el 10a, ilustrado en la fig. 3. El dispositivo 10a difiere del dispositivo 10 en que una de las placas de soporte (por ejemplo, la placa posterior 11) está recubierta de una capa de material oscuro 23, de modo que la luz que pasa a través de la placa transparente 12 y de la capa nemática 17 de cristal líquido se absorbe en la placa oscurecida 11. Como variante, la placa posterior 11



puede ser en sí de una composición coloreada de oscuro. En el lado de la placa transparente del dispositivo 10a van dispuestos una fuente de luz 21a y el observador o espectador 22a. Cuando entre un electrodo del grupo 15a a 15d y un electrodo del grupo 16a a 16d no haya tensión eléctrica, la superficie del dispositivo aparecerá oscura para el observador, pues la luz, esencialmente en su totalidad, queda absorbida por la placa oscura 11, reflejándose hasta volver al espectador, a quien le llega por reflexión sólo una pequeña cantidad de luz. Cuando a cualquiera de dichos pares de electrodos, por ejemplo, a los electrodos 15a y 16d, se le aplica una tensión superior a la de umbral, parte de la luz que hay en la intersección de estos electrodos resulta reflejada por la capa 17 de cristal líquido y aparece como área brillante para el espectador. En este modo de trabajo, el tanto por ciento de luz reflejada está modulado por la magnitud de la tensión aplicada: Asimismo, cuanto más brillante sea la fuente de luz o el ambiente más brillo tendrá la imagen reflejada. Este modo de trabajo es el menos eficaz y conveniente, ya que alrededor del 90% de la luz es diseminada hacia adelante por la capa de cristal líquido turbulenta, en lugar de hacia atrás. Por tanto, la mayor parte de la luz continúa en la misma dirección en general que tenía antes de la dispersión, y es absorbida en la superficie oscura.

El modo de trabajo o funcionamiento preferido es el reflectivo, o de reflexión, y se usa en él un dispositivo 10b como el ilustrado en la fig. 4. Aquí, una de las placas de soporte del dispositivo 10b (por ejemplo, la placa posterior 11) se hace reflectante en lugar de



absorbente, por ejemplo, mediante aplicación de un recubrimiento reflectivo especular 24 sobre la cara exterior de la placa 11. En el modo de trabajo por reflexión, el manantial o fuente de luz 21b y el observador 22b están  
5 ambos situados en el lado del dispositivo 10b correspondiente a la placa transparente. La fuente de luz 21b, de preferencia pero no necesariamente, produce un haz alineado o colimado a un ángulo tal que la luz reflejada desde el recubrimiento reflectante 24 no le llega al espectador  
10 22b. Al aplicarse una tensión a los electrodos del dispositivo como antes se ha dicho, la luz se dispersará en la región de la intersección de electrodos, haciendo que el espectador observe algo de luz. Este modo es más eficaz que el de absorción, ya que con él la luz dispersada hacia  
15 adelante es reflejada hacia el observador, dando una imagen de más brillo.

Para la placa de soporte transparente puede utilizarse una diversidad de sustancias sólidas transparentes, entre las que se incluyen los diferentes tipos de  
20 vidrio, cuarzo fundido, corindón transparente, y los plásticos y resinas transparentes. Una placa de soporte no transparente puede hacerse con los mismos materiales que la placa transparente, revestidos con un material tal como un tinte orgánico negro para la absorción, o bien con una  
25 película metálica para la reflexión especular.

Las tiras conductoras transparentes pueden hacerse, por ejemplo, depositando delgadas capas de óxido de indio o de óxido estánnico en la región deseada de las  
30 placas 11 y 13. Las tiras conductoras colocadas en la placa de soporte absorbente o reflectante de la luz no nece-



sitan ser transparentes, y pueden ser, por ejemplo, una película de cobre, aluminio, cromo o níquel. Cuando el campo aplicado sea de corriente continua, es preferible que el electrodo negativo sea un buen inyector de electrones, tal como un metal. Los materiales preferidos para los electrodos son las películas de níquel, cobalto, aluminio y óxido de estaño transparente; resultando especialmente útiles como cátodos el níquel y el cobalto. Las tiras conductoras 15a a 15d y 16a a 16d han de estar en contacto con la película de cristal líquido<sup>17</sup>, para permitir el paso de corriente a su través. Es asimismo posible utilizar conductores que atraviesen las placas de soporte; por ejemplo, hilos metálicos empotrados o cogidos en las placas de soporte, o bien tapones conductivos que formen parte integrante de la placa de soporte. Como alternativa, en algunas formas de aplicación, la tensión puede aplicarse entre electrodos paralelos, y no entre electrodos cruzados.

La distancia de separación entre las placas de soporte puede mantenerse de cualquiera de entre varias maneras. Por ejemplo, por medio de suplementos, abrazaderas o de un soporte adecuado semejante a un bastidor.

En funcionamiento, el dispositivo se mantiene a una temperatura a la cual la composición nemática de cristal líquido se halle en su estado mesomórfico. De necesitarse un calentamiento, éste puede hacerse por medio de calentadores externos: por ejemplo, lámparas de calefacción infrarrojas o serpentines de caldeo muy próximos al dispositivo. Como alternativa, esto puede lograrse disponiendo en las caras exteriores de las placas de soporte



unas placas resistivas transparentes, a las cuales se les aplica una tensión eléctrica de manera que la energía disipada en estas capas calienta el dispositivo. Es preferible calentar los dispositivos a temperaturas algo superiores a la de transición nemática del cristal, porque cuando se hacen funcionar aproximadamente a la temperatura de transición, la respuesta de la capa de cristal líquido es más lenta que a temperaturas superiores, en la fase mesomórfica. Asimismo, la relación de contraste puede llegar a reducirse a temperaturas próximas a la de transición, debido a la presencia de dispersión de luz, en ausencia de campo.

Se descubrió además que, para obtener la máxima relación de contraste de un dispositivo que se hace funcionar en el modo de reflexión, y empleando como fuente de luz la luz del ambiente, u otra no colimada, es preferible hacer que la cara del dispositivo "mire" hacia un fondo negro o absorbente de la luz. Es decir, el dispositivo ha de estar formando un ángulo tal que la mayor parte de la luz no dispersa que incida en el dispositivo se refleje hacia un fondo absorbente de luz. De esta manera, la superficie del dispositivo aparecerá oscura, excepto en la región en la cual la luz dispersa se refleje volviendo hacia el espectador. Esta región aparece en forma de punto luminoso, de gran contraste con las áreas oscuras circundantes. Asimismo, para eliminar las molestas reflexiones especulares del área circundante, la placa de soporte anterior o una placa de cubierta independiente ha de hacerse de una superficie ligeramente deslustrada, para así difundir el ambiente hasta el punto de eliminarse las reflexio-



nes especulares.

La fig. 5 ilustra una forma de realización de "paquete" para el dispositivo 10b, en la que se emplea la disposición anterior, El paquete consta de una caja 51 que tiene una longitud aproximada de 17 cm, una anchura aproximada de 10 cm y una profundidad de alrededor de 4 cm. La caja 51 está completamente cerrada, salvo en un área de aproximadamente 6,3 x 6,3 cm cortada de la cara frontal 52 de la caja. Esta área está situada aproximadamente a 2,5 cm de un borde superior, y a 1,9 cm de cada lado de la cara frontal 52. Dentro de la caja 51 va montado un dispositivo de presentación 10b reflectante de 7,6 x 7,6 cm, en posición opuesta y alineado respecto a la abertura definida por el área cortada de la cara frontal 52. El dispositivo 10b está montado por medio de un soporte 53 fijado a la parte posterior 54 de la caja 51, de manera que el dispositivo 10b forma un ángulo de unos 10° con la cara frontal 52 de la caja 51. En el borde superior de la caja 51 hay una tapa 55 montada a rotación por medio de un gozne 56. La cara interior de la tapa 57 es negra. Al levantar la tapa llevándola a una posición apropiada, la mayor parte de la luz procedente de la fuente de luz 21b ambiente, por ejemplo, incide en el dispositivo reflectante 10b y, al no haber tensión aplicada al dispositivo 10b, la luz se refleja yendo a la cara interior oscura 57 de la tapa 55 y haciendo que el dispositivo aparezca oscuro para el observador 22b. Al aplicarse una tensión a una región dada del dispositivo 10b, una parte de la luz incidente en dicha región se dispersa y refleja volviendo al observador 22b, y haciendo que ese segmento aparezca brillante en comparación con las regiones conti-



guas, que no tienen aplicada tensión alguna.

En la fig. 6 se ilustra otra forma más de realización del nuevo dispositivo. En ésta, la tensión aplicada a la película 17 es generada por la carga depositada por un haz de electrones que efectúa una exploración de igual manera que en un sistema de televisión. El haz suministra carga a un área conductora selectiva en contacto con la película 17. Esta carga establece la tensión activamente que se aplica a la película 17 en esa área. La carga se evacúa en el tiempo de un cuadro, por inyección en la capa de cristal líquido, donde se combina con una molécula neutra formando un anión móvil. El anión móvil se descarga al llegar al ánodo.

El dispositivo consta de una placa de soporte anterior 12 que tiene en una de sus caras o superficies principales una capa conductiva 61 transparente y eléctricamente puesta a masa. Hay una placa de soporte posterior 11c separada de la anterior 12, esencialmente paralela y a cierta distancia de separación de ésta. La placa de soporte posterior 11c incluye una pluralidad de agujeros, y un conductor (por ejemplo, en forma de tapones conductores 62 de resina epoxídica) que llena dichos agujeros. Los tapones de resina epoxídica están de preferencia recubiertos de aluminio por evaporación. Una película 17 como la anteriormente descrita llena el espacio comprendido entre las placas de soporte posterior y anterior, y está en contacto con la capa conductiva transparente. El dispositivo incluye también medios de explorar por haz electrónico la placa de soporte posterior, tales como el cañón electrónico 63 de tipo usual. En lugar de poner tapones de



resina epoxídica conductivos, puede recurrirse a empotrar hilos metálicos en la placa de soporte posterior. También es necesario disponer una envolvente 64, en la que se haya hecho el vacío, en torno a la placa de soporte posterior 11c y al cañón electrónico 63.

El sistema de exploración por haz electrónico puede convertirse al sistema de color mediante el uso de un soporte que refleje selectivamente un color primario particular. Por ejemplo, los tapones pueden disponerse en configuración de puntos en triada, en la cual la superficie de los tapones en contacto con la película tenga una capa conductiva (por ejemplo, una capa de aluminio), y en la que dicha capa de aluminio esté tratada con un tinte para reflejar selectivamente uno de los colores primarios de manera que cada punto de la triada refleje un color primario diferente. Como alternativa, la placa de soporte frontal que selectivamente transmita un color primario particular puede utilizarse para obtener una presentación en color. El dispositivo puede entonces explorarse por medio de un cañón tricolor normal, tal como el del tipo empleado en los tubos usuales de televisión en colores, con carátula de sombreado. La estructura de triada, o de placa de soporte de transmisión selectiva, arriba descrita puede utilizarse también para producir una presentación en color con métodos de exploración que no sean los de haz electrónico; por ejemplo, con exploración por matrices.

En los nuevos dispositivos electro-ópticos que funcionan según el modo de dispersión dinámica, resulta útil una amplia diversidad de composiciones de cristal líquido. De preferencia, las composiciones nemáticas de



crystal líquido tienen resistividades aproximadamente comprendidas entre  $1 \times 10^8$  ohm.cm y  $10^{11}$  ohm.cm. La resistividad necesaria para un dispositivo particular cualquiera depende de la densidad de cargas y de la concentración de iones de la película 17. Una clase preferida de composiciones de cristal líquido que vienen presentando el efecto de turbulencia no destructiva necesario para el funcionamiento de los nuevos dispositivos, es la compuesta por las bases de Schiff que tienen átomos de oxígeno ligados a las posiciones "para" más alejadas de los anillos aromáticos del compuesto.

La película 17 preferida consta de p-aminofenilacetato de anisilideno (al que en lo sucesivo se hará referencia con el anagrama de APAPA) con indicios de ácido p,n-butoxibenzoico (designado en lo sucesivo BBA). Aun cuando el APAPA puede usarse sin el BBA, es aquél ligeramente lechoso y origina una reflexión no deseada de campo cero, que reduce de ese modo la relación de contraste del dispositivo. Según se ha visto, la adición de indicios de BBA reduce sensiblemente esta apariencia lechosa. Se han llegado a obtener relaciones de contraste mayores de 20:1 en dispositivos dotados de una película compuesta de APAPA y BBA, haciéndolos funcionar en el modo de reflexión. Para que el efecto reflectivo dinámico tenga lugar cuando la película está hecha de APAPA, se cree que la densidad de cargas en la película ha de ser menor de un máximo de

$$(4\pi/3)^2 (\Sigma \Sigma_0 kT/e^2)^3 ,$$

donde  $\Sigma$  es la constante dieléctrica relativa de la composición de cristal líquido,  $\Sigma_0$  es la constante dieléctrica



de la composición de cristal líquido en el espacio libre,  $k$  es la constante de Boltzmann,  $T$  es la temperatura absoluta y  $e$  es la carga de un electrón. Todas las unidades están expresadas en el sistema mka. Este máximo se basa  
5 en un grosor calculado de la doble capa o nube neutralizante que, según se cree, rodea a los iones móviles en la película. El radio del ión más la doble capa o nube de cargas es la longitud de Debye del ion.

En funcionamiento, las películas de APAPA  
10 exigen tensiones del orden de 10 a 100 voltios en una película de 0,013 mm, con temperaturas de trabajo comprendidas entre 65°C y 95°C. La dispersión de luz tiene como tipo un tiempo de formación de 2 milisegundos y un tiempo de desvanecimiento de 15 a 30 milisegundos, en respuesta  
15 a las variaciones en el campo eléctrico.

Otros materiales neumáticos de cristal líquido utilizables en los nuevos dispositivos comprenden los siguientes, aunque no limitativamente: p-azoxianisol, dímero de ácido p-n-butoxibenzóico, p'-aminofenilacetato de  
20 p-n-butoxibencilideno, p'-aminofenilacetato de p-n-octoxibencilideno, p-aminofenilmetóxido de p-n-bencilidenopropionato, p'-aminofenilbutirato de p-n-anixilideno, p'-aminofenilpentoato de p-n-butoxibencilideno y sus mezclas. Las resistividades de los compuestos indicados están comprendidas en general dentro del intervalo aproximado de  $10^9$  a  
25  $5 \times 10^{10}$  ohm.cm, excepto el p-azoxianisol de gran pureza que tiene una resistividad igual o mayor de  $10^{11}$  ohm.cm. Los dispositivos dotados de películas en las que se utiliza este p-azoxianisol de gran pureza, no presenta en efecto de dispersión dinámica, como sucede también con el  
30 p-azoxianisol sin purificar de calidad para reactivos.



Ahora bien, el efecto puede iniciarse activando o "drogan-  
do" con iones el p-azoxianisol puro, por ejemplo, disol-  
viendo pequeñas cantidades de bromuro de dodecilsiquino-  
nio en el p-azoxianisol, para así reducir la resistividad  
5 de la película a menos de  $10^{11}$  ohm.cm, pero dejándola ma-  
yor de  $10^9$  ohm.cm y dando un excedente de iones móviles  
en la película.

Los nuevos dispositivos se pueden hacer fun-  
cionar con tensiones tanto de corriente alterna como de  
10 corriente continua o corriente continua pulsada. Además,  
los iones pueden introducirse en la película, sea como  
"impurezas" de la misma, sea creándolos en la película  
mediante la aplicación de la tensión. En este último caso  
los iones se consideran producidos por la inyección de  
15 electrones en la película, electrones que inmediatamente  
se combinan con moléculas neutras de cristal líquido for-  
mando iones negativos.

Para el buen funcionamiento y larga duración  
de los nuevos dispositivos es importante que los materia-  
20 les de cristal líquido se purifiquen por lo menos hasta  
llegar a una temperatura de transición de líquido neumá-  
tico-isotrópico, reversible y constante. Esto puede lograr  
se generalmente mediante recristalización repetida de los  
compuestos de cristal líquido. Es preferible efectuar una  
25 recristalización adicional después de alcanzada una tran-  
sición constante, durante la cual se filtre la solución  
a través de un filtro que tenga poros de aproximadamente  
0,2 micras.

La gráfica de la Figura 7 es una representa-  
30 ción de la relación de contraste de reflexión en función



de la tensión o diferencia de potencial de corriente continua aplicada, para un dispositivo que tiene una película de 0,013 mm de espesor hecha de una mezcla de p'-aminofenilacetato de p-n-anisilideno (APAPA), p'-aminofenilacetato de p-n-octoxibencilideno, un electrodo posterior de silicio y un electrodo anterior conductivo transparente.

La variante en la relación de contraste con los cambios de tensión aplicada pone de manifiesto el control de la gradación de grises obtenible. También se ilustra la variación de la relación de contraste y la tensión de umbral en función de la temperatura de la película. Por ejemplo, a una temperatura de trabajo de 63°C, este dispositivo particular da una relación de contraste aproximada de 2 para una tensión de 4 voltios, y de 19 para una tensión de 60 voltios. El mismo dispositivo, trabajando a 90°C, tiene una relación de contraste aproximada de 1 a una tensión de 4 voltios, y de 11,5 a la tensión de 60 voltios.

La Figura 8 es una representación gráfica de la reflexión integrada por impulso en función de la amplitud de impulsos de un dispositivo accionado por una tensión pulsada, y no por una tensión de corriente continua uniforme. El dispositivo en particular estaba hecho a base de una película de 0,013 mm de espesor, de p-aminofenilacetato de p-n-octoxibencilideno de una resistividad aproximada de  $1,05 \times 10^{10}$  ohm.cm. El electrodo posterior era de cromo, y el anterior de óxido de estaño transparente. Se efectuaron mediciones utilizando un impulso de 60 microsegundos, a razón de 15 impulsos por segundo. La tempera-



tura del dispositivo era de  $86^{\circ}\text{C}$ . Bajo la excitación indicada, se logró un aumento de más del triple en la magnitud de la reflexión integrada, para un aumento del doble en la amplitud de impulsos. Las amplitudes de impulso  
5 utilizadas variaban aproximadamente de 50 voltios a 100 voltios.

- N O T A -

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

1.- Un dispositivo electro-óptico compuesto de una capa nemática de cristal líquido, medios de soportar dicha capa y medios de aplicar un campo eléctrico a  
15 dicha capa; caracterizado por ser la capa nemática de cristal líquido del tipo que presenta un movimiento turbulento no destructivo al aplicarsele una tensión que produzca una corriente eléctrica en dicha capa, y por unos medios de producir dicho movimiento turbulento.

20 2.- El dispositivo electro-óptico de la reivindicación 1, caracterizado además por ser dichos medios un campo eléctrico que produce un paso de corriente eléctrica en dicha capa de cristal líquido, suficiente para originar la turbulencia de la capa en la región del campo



aplicado.

3.- El dispositivo electro-óptico de la reivindicación 1, en el que dicha capa nemática de cristal líquido tiene un excedente de iones móviles en ella, y una resistividad comprendida dentro del intervalo aproximado de  $10^{+8}$  a  $10^{+11}$  ohm.cm.

4.- El dispositivo electro-óptico de la reivindicación 2, en el que el perfeccionamiento incluye medios de inyectar electrones en dicha capa nemática de cristal líquido, para producir aniones móviles en ella.

5.- El dispositivo electro-óptico de la reivindicación 4, en el que los medios de inyectar electrones en dicha capa nemática de cristal líquido constan de electrodos de un material conductor elegido de entre el grupo que consta de Ni, Co, Al y óxido de estaño transparente.

6.- El dispositivo electro-óptico de la reivindicación 2, en el cual el grosor de dicha capa está comprendido entre la longitud de Debye de dichos iones móviles en dicha película y unas 30 micras.

7.- El dispositivo electro-óptico de la reivindicación 2, en el que dicha capa nemática de cristal líquido consta de por lo menos un compuesto de una clase de bases de Schiff que tiene átomos de oxígeno ligados a las posiciones "para" más alejadas del anillo aromático.

8.- El dispositivo electro-óptico de la reivindicación 7, en el que dicha capa nemática de cristal líquido consta de p-aminorenilacetato de anisilideno, de una resistividad aproximadamente comprendida entre  $10^8$  y



mente el espacio de separación comprendido entre dichas  
placas de soporte; medios de aplicar a dicha capa una ten-  
sión que haga pasar una corriente eléctrica y produzca una  
turbulencia en dicha capa, en la región de aplicación de  
5 la tensión; comprendiendo dichos medios (1) una primera  
pluralidad de tiras electródicas conductivas, transparen-  
tes y espaciadas, dispuestas junto a la superficie prin-  
cipal interior de dicha placa de soporte anterior o fron-  
tal, (2) una segunda pluralidad de tiras electródicas con-  
10 ductivas espaciadas, dispuestas junto a la cara principal  
interior de dicha placa de soporte posterior y dispuestas  
las tiras electródicas conductivas espaciadas de dicha  
segunda pluralidad en dirección esencialmente perpendicu-  
lar a la dirección de las tiras conductivas espaciadas  
15 de dicha primera pluralidad, y (3) unos medios, que in-  
cluyen dichas pluralidades primera y segunda de tiras  
conductivas espaciadas, para aplicar dicha tensión a di-  
cha capa de cristal líquido.

12.- El dispositivo de presentación de la rei-  
vindicación 11, que incluye además (1) medios de soportar  
20 dicho dispositivo, y (2) un material absorbente de la luz,  
situado en relación con dicho dispositivo de tal modo que  
una proporción importante de la luz de ambiente no disper-  
sa, incidente sobre el dispositivo, se refleje sobre dicho  
25 material absorbente de la luz, y una proporción de la luz  
de ambiente dispersa por el dispositivo se refleje aleján-  
dose de dicho material absorbente de la luz para que pue-  
da ser vista por un observador.

13.- Un dispositivo electro-óptico.

30 Tal y como se ha descrito en la Memoria que



$10^{11}$  ohm.cm.

5 9.- El dispositivo electro-óptico de presentación de la reivindicación 8, en el que se incluyen indicios de ácido p,n-butoxibenzoico en la composición nemática de cristal líquido.

10 10.- El dispositivo electro-óptico de la reivindicación 1, en el que dichos medios de soportar dicha película constan de unas placas de soporte esencialmente paralelas entre las cuales está contenida dicha película, siendo transparente por lo menos una de dichas placas de soporte y teniendo dispuesto un recubrimiento conductivo transparente en por lo menos una de sus caras; y en el que dichos medios de aplicar dicha tensión a dicha capa nemática de cristal líquido incluyen dicho recubrimiento  
15 conductivo transparente.

20 11.- El dispositivo de presentación de la reivindicación 1, caracterizado por comprender: una capa de una composición nemática de cristal líquido del tipo que presenta una turbulencia no destructiva al aplicarsele a dicha capa una tensión y circular una corriente eléctrica por dicha capa, cuando en ella hay un excedente de iones móviles; un excedente de iones móviles en dicha capa; medios de contener dicha película, compuestos de una  
25 placa de soporte anterior transparente aislante, y una placa de soporte posterior aislante, teniendo dichas placas de soporte unas superficies principales interiores esencialmente paralelas entre sí y separadas por una distancia menor de 30 micras e incluyendo dicha superficie de soporte posterior una superficie reflectante de la luz  
30 de modo que dicha capa de cristal líquido llena esencial-



antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

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

Madrid,

1968

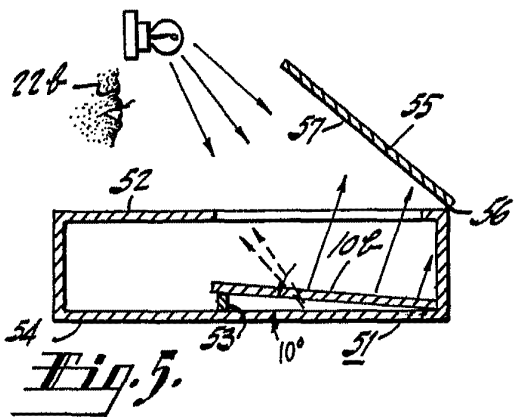
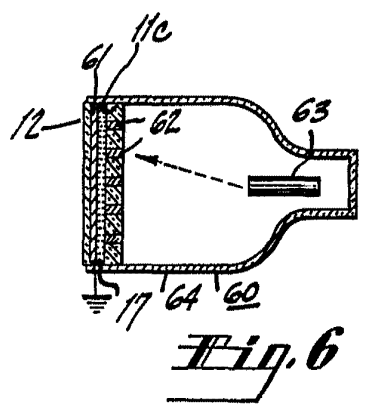
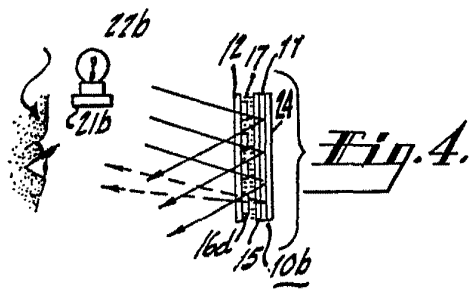
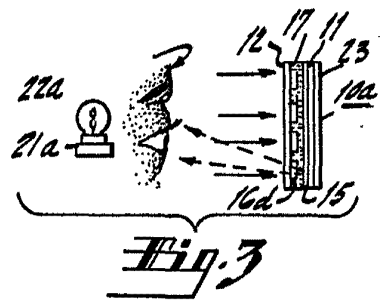
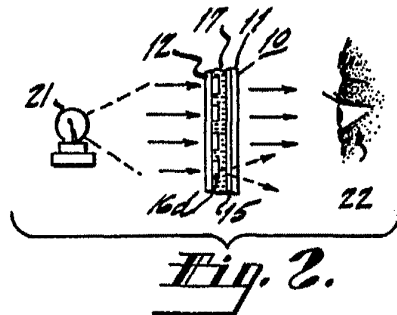
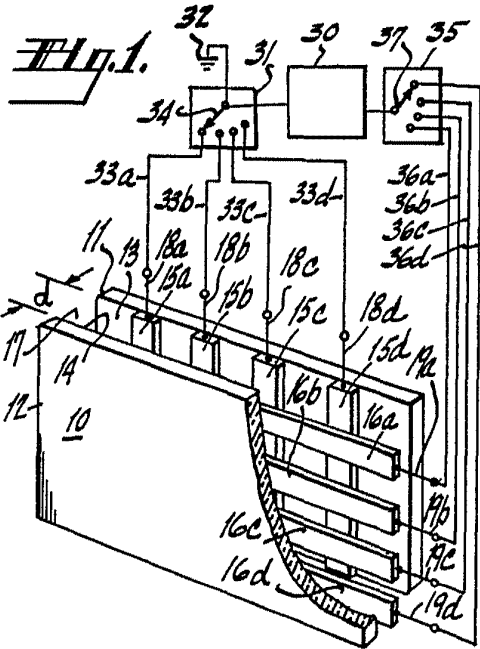
P.A.

6.3.68  
JJV.

- 27 -

355720

1 2 2208



Alberto de Ezzano  
Pat. 2,304,221

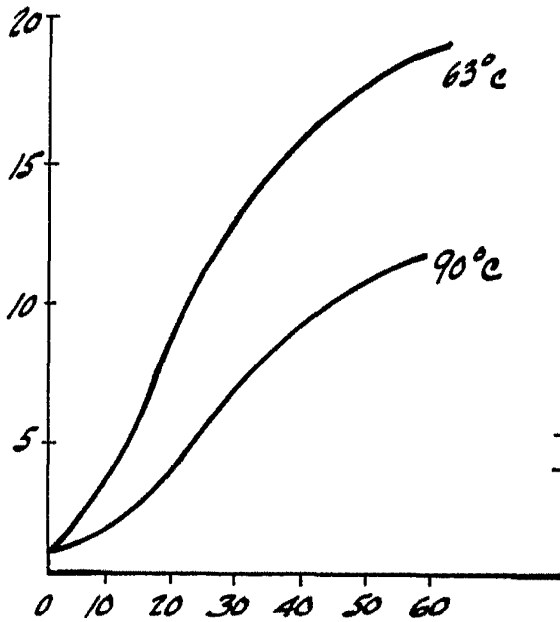


Fig. 7.

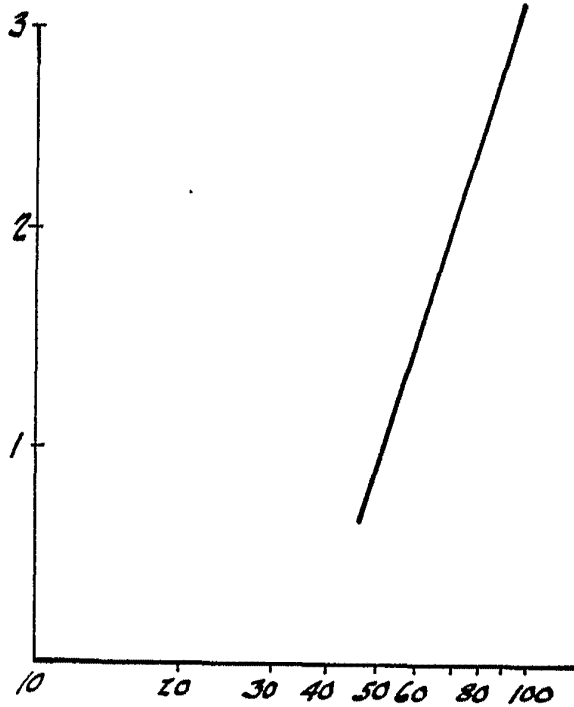


Fig. 8.