

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 522 930**

51 Int. Cl.:

G02F 1/15 (2006.01)

G02F 1/155 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2010 E 10770613 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014 EP 2483741**

54 Título: **Sistema electrocrómico transparente con varios pares de electrodos de alimentación**

30 Prioridad:

28.09.2009 FR 0956701

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

19.11.2014

73 Titular/es:

**ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE
GÉNÉRALE D'OPTIQUE) (100.0%)
147 Rue de Paris
94220 Charenton le Pont, FR**

72 Inventor/es:

**ARCHAMBEAU, SAMUEL;
BIVER, CLAUDINE;
CANO, JEAN-PAUL y
DULUARD, SANDRINE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 522 930 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

Sistema electrocrómico transparente con varios pares de electrodos de alimentación

El presente invento se refiere a un sistema electrocrómico transparente con varios pares de electrodos de alimentación, así como a un dispositivo electrocrómico que comprende tal sistema.

5 De manera conocida, un sistema electrocrómico es un elemento transparente cuyas características ópticas de transmisión luminosa puede variar en respuesta a una corriente eléctrica que es aplicada entre dos bornes de alimentación del sistema. Para ello, un sistema electrocrómico comprende usualmente:

- dos paredes externas que definen un volumen cerrado, siendo el sistema transparente para una dirección de la mirada que atraviesa las paredes externas y el volumen encerrado entre dos lados opuestos;

10 – un líquido o gel que está contenido en el volumen cerrado;

- primeras y segundas sustancias electroactivas que están repartidas en el líquido o gel, con potenciales respectivos de oxidación-reducción que son diferentes, teniendo algunas al menos de las primeras y segundas sustancias electroactivas un efecto óptico variable entre una forma oxidada y una forma reducida de estas sustancias; y

15 – un par de electrodos de alimentación transparentes, que están destinados a ser unidos respectivamente a dos bornes de salida de una fuente eléctrica variable para alimentar el sistema con corriente eléctrica, de manera que transfiera electrones hacia o a partir de algunas al menos de las sustancias electroactivas, de una manera inversa entre las primeras y segundas sustancias electroactivas en un mismo instante de un funcionamiento del sistema.

20 Tal sistema está desvelado en particular por el documento US 4 285 575.

En el marco del presente invento, se entiende por elemento transparente un elemento óptico que permite a un usuario que está situado a un lado del elemento ver distintamente, a través de este elemento, objetos que están situados al otro lado y a distancia del elemento. Dicho de otro modo, una imagen del objeto es formada sobre la retina del usuario, por luz que se propaga en una primera distancia no nula entre el objeto y el elemento transparente, luego atraviesa el elemento transparente y se propaga sobre una segunda distancia no nula entre el elemento transparente y un ojo del usuario. Para ello, una difusión y/o una difracción luminosas que provocaría el elemento óptico debe o deben ser suficientemente débiles, de manera que la imagen de un punto de objeto a través del elemento transparente sea un punto de imagen y no una mancha difusa en la imagen que es percibida por el usuario.

30 Tal sistema electrocrómico está destinado a variar el valor de la transmisión luminosa a través de este sistema, entre un estado claro para el que la transmisión luminosa posee un valor que es elevado, y un estado oscuro para el que posee un valor que es bajo. Ahora bien, algunas aplicaciones requieren que la transmisión luminosa del estado claro sea muy elevada, y también que la transmisión luminosa del estado oscuro sea muy baja. Dicho de otro modo, se buscan sistemas electrocrómicos, que posean cada uno una dinámica de conmutación importante. Tal dinámica de conmutación importante es particularmente útil cuando el sistema electrocrómico está destinado a ser utilizado alternativamente en el exterior y en el interior de un edificio. En efecto, la luminosidad ambiente puede ser muy elevada en el exterior en condiciones soleadas, mientras que la luminosidad en el interior del edificio permanece media o débil.

Uno de los propósitos del invento consiste entonces en proponer un dispositivo electrocrómico que permita aumentar la dinámica de conmutación.

Otro propósito del invento consiste en proponer un dispositivo electrocrómico que sea simple de fabricar.

40 Aún otro propósito del invento consiste en proponer un dispositivo que presente una velocidad de conmutación elevada, entre valores diferentes de transmisión luminosa.

Para alcanzar estos propósitos y otros el presente invento propone un dispositivo electrocrómico según la reivindicación 1 que comprende en particular un sistema electrocrómico transparente, que permite una visión distinta a través del sistema, y que comprende al menos dos pares de electrodos de alimentación transparentes. Los electrodos de alimentación de un primer par son llevados juntos por una misma de las dos paredes externas. Además, están unidos respectivamente a dos bornes de salida de una primera fuente eléctrica variable, para alimentar el sistema con corriente eléctrica, de manera que transfiera electrones hacia o a partir de algunas al menos de las sustancias electroactivas, de una manera inversa entre las primeras y segundas sustancias electroactivas en un mismo instante de un funcionamiento del sistema. Dicho de otro modo, los dos electrodos del primer par están aislados uno con relación al otro en el interior del sistema electrocrómico, estando al mismo tiempo situados a un mismo lado del volumen que contiene las sustancias electroactivas.

Paralelamente, los electrodos de alimentación transparentes de un segundo par, que son distintos de los del primer par,

son llevados juntos por la otra de las dos paredes externas que aquella que lleva los electrodos del primer par. Además, para su función de alimentación del sistema con corriente eléctrica, los electrodos de alimentación del segundo par están unidos respectivamente a dos bornes de salida de una segunda fuente eléctrica variable, para alimentar el sistema con corriente eléctrica de una manera suplementaria con relación al primer par de electrodos, transfiriendo igualmente electrones hacia o a partir de algunas al menos de las sustancias electroactivas, de una manera inversa entre las primeras y segundas sustancias electroactivas en el mismo instante del funcionamiento del sistema.

Los dos electrodos del segundo par están por tanto también aislados uno con relación al otro en el interior del sistema electrocrómico, estando al mismo tiempo situados juntos al otro lado del volumen que contiene las sustancias electroactivas con relación a los electrodos del primer par. Además cada electrodo de uno de los pares está aislado en el interior del sistema con relación a cada electrodo del otro par, para permitir alimentar eléctricamente el sistema electrocrómico independiente y simultáneamente por cada par de electrodos. Dicho de otro modo cada par de electrodos con la fuente eléctrica a la que está unido, realizan una alimentación del sistema electrocrómico que es autónoma y está separado del otro par de electrodos con la otra fuente eléctrica.

Los dos pares distintos de electrodos de alimentación constituyen por tanto dos circuitos paralelos, para llevar la corriente eléctrica al sistema electrocrómico. De manera general, las dos fuentes eléctricas que alimentan el sistema electrocrómico con corriente, respectivamente por el primer par de electrodos y por el segundo par de electrodos, pueden ser independientes. Así, una corriente eléctrica total que es superior puede ser entregada al sistema electrocrómico, aunque este sistema presente una velocidad de conmutación que está incrementada entre valores diferentes de transmisión luminosa.

Además, dado que los electrodos de un mismo par están situados a un lado del volumen que contiene las sustancias electroactivas, que es opuesto con relación a los electrodos del otro par, especies electroactivas pueden ser convertidas entre sus formas oxidadas y reducidas, simultáneamente sobre los dos lados de este volumen. Cuando las sustancias electroactivas son así convertidas simultáneamente sobre cada lado del volumen cerrado, en el mismo sentido de las reacciones de oxidación-reducción, sus efectos sobre la transmisión luminosa del sistema se combinan aunque el sistema electrocrómico posee una dinámica de conmutación que es superior.

Por otra parte, dado que todos los electrodos son llevados por las paredes externas del sistema, éste es simple de fabricar. En efecto, cada electrodo puede ser realizado en forma de una capa delgada que es depositada sobre la pared externa correspondiente, sin que sean necesarios elementos de soporte adicionales en el interior del sistema electrocrómico. Además, los pares de electrodos pueden tener motivos idénticos cada uno sobre la pared externa correspondiente, de manera que una misma máscara puede ser utilizada para las dos partes externas, para definir estos motivos.

En diversos modos de realización de dispositivos electrocrómicos según el invento, el volumen cerrado que contiene el líquido o gel en el que están repartidas las sustancias electroactivas, puede ser dividido en celdas yuxtapuestas paralelamente a las paredes externas. En este caso, cada celda contiene una porción del líquido o gel, que puede estar en contacto, en el interior de esta celda, con uno solo o los dos electrodos de cada par.

Un dispositivo electrocrómico según el invento puede formar una parte al menos de numerosos componentes ópticos, tales como un cristal de gafas, un cristal de máscara, una lente óptica, una visera de casco, una ventanilla de avión, un acristalamiento, etc.

Finalmente el dispositivo electrocrómico según el invento comprende también:

- la primera fuente eléctrica variable, con los dos bornes de salida de esta primera fuente eléctrica que están unidos respectivamente a los electrodos de alimentación del primer par; y
- la segunda fuente eléctrica variable, con los dos bornes de salida de esta segunda fuente eléctrica que están unidos respectivamente a los electrodos de alimentación del segundo par.

Cada una de la primera y de la segunda fuente eléctrica variable está adaptada para alimentar el sistema electrocrómico con corriente eléctrica aplicando entre los electrodos del par correspondiente una primera o una segunda tensión eléctrica, respectivamente, que es superior a la diferencia entre los potenciales respectivos de oxidación-reducción de las primeras y segundas sustancias electroactivas.

En modos de realización simplificados de dispositivos según el invento, la primera y segunda fuentes eléctricas pueden estar confundidas en una misma fuente eléctrica común a los dos pares de electrodos de alimentación, con conexiones eléctricas que unen uno de los bornes de salida de esta fuente eléctrica común a uno de los electrodos del primer par y a uno de los electrodos del segundo par, y que unen separadamente el otro borne de salida de la fuente eléctrica común al otro electrodo del primer par y al otro electrodo del segundo par, según un modo de conexión en paralelo.

Otras particularidades y ventajas del presente invento aparecerán en la descripción siguiente de ejemplos de realización no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Las figs. 1a y 1b son vistas en corte de dos ejemplos de sistemas electrocrómicos que no son conformes al invento;

Las figs. 2a y 2b representan dispositivos electrocrómicos según el invento que comprenden un sistema conforme a la fig. 1a, con modos diferentes de conexión eléctrica;

5 Las figs. 3a y 3b corresponden respectivamente a las figs. 2a y 2b, para un dispositivo electrocrómico según el invento y que comprende un sistema conforme a la fig. 1b; y

Las figs. 4a y 4b ilustran otras variantes de realización del invento.

Por razones de claridad, las dimensiones de los elementos que están representados en estas figuras no corresponden ni a dimensiones reales ni a relaciones de dimensiones reales. Además, referencias idénticas que están indicadas en figuras diferentes designan elementos idénticos o que tienen funciones idénticas.

10 Además, a título de ilustración, los sistemas que están descritos a continuación están destinados a formar cristales de gafas, pero queda entendido que pueden formar otros elementos transparentes, en particular adaptando convenientemente las paredes externas de estos sistemas.

15 Conforme a las figuras 1a y 1b, un sistema electrocrómico 100 incluye las paredes externas 10 y 11 que son paralelas y que delimitan un volumen interno V. El volumen V está cerrado de manera estanca, por ejemplo utilizando una junta periférica no representada. Las paredes externas 10 y 11 pueden ser una película flexible, tal como una película de tereftalato de polietileno (PET), una película de policarbonato (PC) o una película de poliimida. Tal película puede tener un grosor e que está comprendido entre 30 y 200 μm (micras). La pared externa 10 puede igualmente ser un cristal de gafas, de material mineral, orgánico o híbrido corrientemente utilizado en el dominio oftálmico.

20 Cada una de las paredes externas 10, 11 lleva un par de electrodos sobre su cara vuelta hacia el volumen V: los electrodos 1 y 2, que forman juntos un primer par, son llevados por la pared externa 10, y los electrodos 3 y 4, que forman juntos un segundo par, son llevados por la pared externa 11. Todos los electrodos 1 a 4 están aislados eléctricamente unos de otros en el interior del sistema 100, y están en contacto con un líquido o gel que está contenido en el volumen V. Los electrodos 1 a 4 pueden ser de óxido de indio dopado con estaño (ITO por "indium-tin oxide" en inglés) o de óxido de estaño dopado con flúor ($\text{SnO}_2:\text{F}$). Pueden ser depositadas sobre las caras internas de las paredes 25 10 y 11 correspondientes en forma de capas delgadas con motivos, con un grosor de capa que está comprendido entre 0,1 μm y 3 μm , por ejemplo. Ventajosamente, los electrodos de cada par están situados uno a uno enfrente de los electrodos del otro par a una y otra parte del volumen V, según una dirección D que es perpendicular a las paredes externas 10 y 11. Así, el electrodo 3 puede estar enfrente del electrodo 1, y el electrodo 4 enfrente de electrodo 2. Sobre cada pared externa 10 y 11, los electrodos del par que es llevado por esta pared pueden tener motivos respectivos complementarios cualesquiera, quedando siempre separados uno del otro por un intervalo I paralelamente a la pared 30 externa. Este intervalo I puede asegurar que los electrodos de un mismo par estén aislados eléctricamente entre sí. En particular, los electrodos pueden tener motivos en forma de peine con púas de peine que están imbricadas según un paso de alternancia que puede estar comprendido entre 50 μm y 1,5 mm, por ejemplo. El intervalo I puede tener una anchura de 18 μm , por ejemplo.

35 El grosor d del volumen V según la dirección D puede ser de 20 μm , por ejemplo.

Las paredes externas 10 y 11 así como los electrodos 1 a 4 son transparentes para rayos luminosos que atraviesan el sistema 100 entre dos lados opuestos de éste, en particular paralelamente a la dirección D.

40 El medio fluido que está encerrado en el volumen V es un líquido o un gel, en función de su composición. Contiene las sustancias electroactivas que están destinadas a ser oxidadas o reducidas sobre los electrodos de alimentación 1 a 4 durante un funcionamiento del sistema 100. Puede también contener otros aditivos tales como un disolvente común a las sustancias electroactivas, agentes anti-UV, fluidificantes, etc.

Las sustancias electroactivas que están contenidas en el volumen V pueden ser, a título de ejemplo ilustrativo:

- 45
- la N,N,N',N' tetrametil-fenilendiamina, que posee un valor de aproximadamente 0,2 V (voltios) de potencial de oxidación-reducción con relación a un electrodo de referencia al calomelano saturado. Es incolora en su forma reducida y azul en su forma oxidada; y
 - el diperclorato de etil-viológeno, o diperclorato de N,N' dietil-4,4' bipiridinio, que posee un valor de aproximadamente -0,7 V (voltios) de potencial de oxidación-reducción con relación al electrodo al calomelano saturado. Es incoloro en su forma oxidada y azul en su forma reducida.

50 Cuando la tensión es nula entre los dos electrodos de alimentación de un mismo par, la primera de estas dos sustancias está en su forma reducida, y la segunda en su forma oxidada, a causa de sus valores respectivos del potencial de oxidación-reducción. El sistema electrocrómico está entonces en su estado claro, con un valor elevado de la transmisión luminosa, por ejemplo superior al 70% y de preferencia superior al 80%. Cuando la tensión que es aplicada entre los dos electrodos de alimentación de un mismo par es superior a 0,9 V aproximadamente, la N,N,N',N' tetrametil-fenilendiamina

es oxidada en contacto con aquel de los electrodos que está unido al borne de salida positivo de la fuente eléctrica correspondiente, y el etil-viológeno es reducido en contacto con el otro electrodo que está unido al borne de salida negativo de la misma fuente. El sistema electrocrómico 100 resulta entonces absorbente con un color azul. Su transmisión luminosa puede entonces ser inferior a 7%, por ejemplo, o bien inferior al 2%, en función de las concentraciones de las especies electroactivas en particular.

Estas dos sustancias electroactivas pueden ser introducidas en el volumen V cada una con una concentración comprendida entre 0,001 y 1 mol.l⁻¹ (mol por litro), en función del nivel de absorción luminosa que es buscado para el estado absorbente del sistema electrocrómico 100. Por ejemplo, las concentraciones de las dos especies electroactivas citadas anteriormente pueden ser iguales a 0,2 mol.l⁻¹.

El sistema 100 puede comprender además una red de paredes internas 12, que forma una partición del volumen V en celdas 13 yuxtapuestas paralelamente a las paredes externas 10 y 11. Las paredes internas 12 son perpendiculares a las paredes externas 10 y 11, y dividen el líquido o gel que está contenido en el volumen V en porciones de líquido o gel que están respectivamente contenidas en las celdas 13. La composición y el modo de realización de las paredes 12 se suponen conocidas por el experto en la técnica y no se han repetido aquí. Por ejemplo, las paredes 12 pueden tener cada una un grosor que es superior a 0,1 µm, de preferencia comprendido entre 0,5 y 8 µm, y cada celda 13 puede tener una dimensión que está comprendida entre 50 µm y 1,5 mm por ejemplo, paralelamente a las paredes externas 10 y 11. Las celdas 13 forman entonces una disposición del sistema electrocrómico 100, paralelamente a las paredes 10 y 11, cuyo motivo puede ser cualquiera, regular, por ejemplo hexagonal, o aleatorio o pseudo aleatorio.

Según un primer modo de partición del volumen V que está ilustrado por la fig. 1a, los dos electrodos de cada par están cada uno en contacto con el líquido o gel que está contenido en cada celda 13, y el líquido o gel que está contenido en cada celda contiene a la vez las primeras y las segundas sustancias electroactivas. Así, los dos electrodos 1 y 2 están en contacto con las porciones del líquido o gel de todas las celdas 13, lo mismo que los dos electrodos 3 y 4. Según una alternativa ventajosa, algunas de las paredes internas 12 pueden extenderse entre los electrodos 1 y 3, y otras paredes internas 12 entre los electrodos 2 y 4, con prolongaciones de los electrodos a una y otra parte de cada pared interna 12 correspondiente, paralelamente a las paredes externas 10 y 11. Así, cada uno de los electrodos 1 a 4 se extiende continuamente entre celdas adyacentes 13, y cada celda 13 puede ser alimentada por los cuatro electrodos 1-4, por las prolongaciones respectivas de estas en el interior de esta celda.

Según un segundo modo de partición del volumen V que está ilustrado por la fig. 1b, para algunas al menos de las celdas 13, uno solo de los dos electrodos 1 y 2 del primer par, y uno solo de los dos electrodos 3 y 4 del segundo par, están en contacto con el líquido o gel que está contenido en cada celda. En este caso, una primera celdas 13 que es alimentada por uno de los electrodos de alimentación de cada par es adyacente con una segunda celda 13 que es alimentada por el otro electrodo de cada par. Alternativamente, algunas de las paredes internas 12 pueden extenderse entre las paredes externas 10 y 11 en la zona de los intervalos de separación entre electrodos l sobre estas dos paredes externas.

Conforme a las figs. 2a, 2b, 3a y 3b, una primera fuente eléctrica variable 20 está conectada eléctricamente, por dos bornes de salida de corriente de esta primera fuente, a los electrodos 1 y 2 del primer par de electrodos. Simultáneamente, una segunda fuente eléctrica variable 21, diferente de la fuente 20, está conectada eléctricamente, por dos bornes de salida de corriente de esta segunda fuente, a los electrodos 3 y 4 del segundo par de electrodos. Cada una de las fuentes 20 y 21 está adaptada para producir entre sus bornes de salida, una tensión que es superior o igual a la diferencia entre los potenciales de oxidación-reducción respectivos de las primeras y segundas sustancias. Así, la fuente 20 y los electrodos 1 y 2 forman un primer conjunto de alimentación eléctrico del sistema electrocrómico 100. Igualmente, la fuente 21 y los electrodos 3 y 4 forman un segundo conjunto de alimentación eléctrica del mismo sistema electrocrómico 100.

Las fuentes eléctricas 20 y 21 pueden estar adaptadas para alimentar simultáneamente el sistema 100 con corriente eléctrica. Además, sus polaridades con relación a los electrodos de alimentación del sistema 100 a los que están unidas pueden ser invertidas de manera sincronizada, para producir comunicaciones del sistema 100 del estado claro hacia el estado oscuro y viceversa.

Las dos fuentes 20 y 21 pueden ser de tipo fuente de corriente continua o fuente pulsatoria.

Facultativamente, las dos fuentes 20 y 21 pueden poseer cada una un borne de referencia de potencial eléctrico que es distinto de los bornes de salida de corriente de estas fuentes, con una conexión eléctrica 23 que une entre sí estos bornes de referencia de potencial eléctrico.

Según una primera posibilidad de conexión eléctrica de las fuentes 20 y 21, cuando los electrodos de cada par están enfrentados uno a uno, las fuentes eléctricas 20 y 21 pueden ser conectadas a los electrodos del primer y segundo pares, respectivamente, de manera que las fuentes eléctricas 20 y 21 tengan polaridades respectivas que son idénticas con relación a los electrodos que están situados enfrentados, en ciertos instantes al menos del funcionamiento del sistema. Las figs. 2a y 3a ilustran esta primera posibilidad de conexión respectivamente para las estructuras del sistema 100 de las figs. 1a y 1b. En este caso, reacciones de oxidación-reducción que son idénticas son provocadas

simultáneamente sobre los electrodos que están situados enfrentados. Por ejemplo, en un instante en que los electrodos 1 y 3 están conectados a los bornes de salida positivos de las fuentes 20 y 21, respectivamente, moléculas de tetrametil-fenilendiamina son oxidadas al mismo tiempo sobre estos dos electrodos 1 y 3. Simultáneamente, moléculas de diperclorato de etil-viológeno son reducidas a la vez sobre el electrodo 2 y sobre el electrodo 4. Para ello, las dos fuentes 20 y 21 presentan al mismo tiempo tensiones de salida que son superiores a 0,9 V aproximadamente entre sus bornes de salida respectivos. Un oscurecimiento del sistema 100 es entonces obtenido. Un aclaramiento del sistema 100 es obtenido a la inversa, cuando las fuentes 20 y 21 son conmutadas de manera que los electrodos 1 y 3 están ahora conectados a los bornes de salida negativos de estas fuentes, y los electrodos 2 y 4 a los bornes de salida positivos. Durante este aclaramiento, moléculas de tetrametil-fenilendiamina son reducidas al mismo tiempo sobre los dos electrodos 1 y 3, y moléculas de diperclorato de etil-viológeno son oxidadas simultáneamente sobre los dos electrodos 2 y 4.

Cuando el sistema 100 posee una partición en celdas con un solo electrodo de cada par para alimentar cada celda 13 (fig. 3a), un puente iónico 14 puede estar previsto en el sistema 100 entre celdas 13 que son contiguas y alimentadas respectivamente por electrodos diferentes de cada par. Tal puente iónico puede ser realizado de una de las maneras corrientemente utilizadas en electroquímica. Por ejemplo, los puentes iónicos 14 pueden estar situados en extremidades de las paredes internas 12, por ejemplo por el lado de la pared externa 11. Pueden también ser realizados en las paredes internas 12, en particular cuando éstas son permeables a iones de pequeños tamaños que están contenidos en el líquido o gel con las sustancias electroactivas. Tales puentes iónicos 14 aseguran una neutralidad eléctrica del contenido de cada celda 13 en cada instante del funcionamiento del sistema 100. Permiten así mantener el sistema 100 en un estado cualquiera de una manera estacionaria.

Cuando un solo electrodo de cada par alimenta a cada celda 13 del sistema 100, el líquido o gel puede contener primeras sustancias electroactivas sin segundas sustancias electroactivas en el interior de las celdas 13 que son alimentadas por uno de los electrodos de cada par, y segundas sustancias electroactivas sin primeras sustancias electroactivas en el interior de las celdas 13 que son alimentadas por el otro el electrodo de cada par. Por ejemplo, para el modo de partición del volumen V y el modo de conexión eléctrica de la fig. 3a, aquellas de las celdas 13 que son alimentadas por los electrodos 1 y 3 pueden no contener más que moléculas de tetrametil-fenilendiamina, y aquellas de las celdas 13 que son alimentadas por los electrodos 2 y 4 pueden no contener más que moléculas de diperclorato de etil-viológeno. En este caso, el sistema 100 está en el estado claro antes de ser conmutado por primera vez después de su fabricación, y esta primera conmutación es efectuada uniendo los electrodos 1 y 3 a los bornes de salida positivos de las fuentes 20 y 21.

Según una segunda posibilidad de conexión eléctrica de las fuentes 20 y 21, cuando los electrodos de cada par están enfrentados uno a uno, las fuentes eléctricas 20 y 21 pueden ser conectadas a los electrodos del primer y segundo pares, respectivamente, de manera que las fuentes eléctricas 20 y 21 tengan polaridades respectivas que están invertidas con relación a los electrodos que están situados enfrentados, en algunos instantes al menos del funcionamiento del sistema. Las figs. 2b y 3b ilustran esta segunda posibilidad de conexión respectivamente para las estructuras del sistema 100 de las figs. 1a y 1b. En este caso, las primeras y las segundas sustancias electroactivas sufren simultáneamente reacciones de oxidación y de reducción, respectivamente sobre los electrodos que están situados enfrentados. Para ello, el líquido o gel que está contenido en cada celda 13 contiene a la vez primeras y segundas sustancias electroactivas. Así, un mismo rayo luminoso que atraviesa el sistema 100 paralelamente a la dirección D es sensible simultáneamente a las formas coloreadas de las primeras y segundas sustancias, o simultáneamente a sus formas no coloreadas. Por ejemplo, cuando el electrodo 1 está unido al borne de salida positivo de la fuente 20, el electrodo 3 está unido al borne de salida negativo de la fuente 21. El electrodo 2 está entonces unido al borne de salida negativo de la fuente 20 y el electrodo 4 al borne de salida positivo de la fuente 21. Las moléculas de tetrametil-fenilendiamina son entonces oxidadas simultáneamente sobre los electrodos 1 y 4, mientras que las moléculas de diperclorato de etil-viológeno son simultáneamente reducidas sobre los electrodos 2 y 3. El sistema 100 aparece entonces oscuro, con un color uniforme si los intervalos de separación I son suficientemente estrechos. A la inversa, cuando las polaridades de las dos fuentes 20 y 21 son intercambiadas, es decir cuando los dos electrodos 1 y 4 están unidos a los bornes de salida negativos de las fuentes correspondientes, y los electrodos 2 y 3 a sus bornes de salida positivos, las moléculas de tetrametil-fenilendiamina son reducidas de nuevo sobre los electrodos 1 y 4, y las moléculas de diperclorato de etil-viológeno son oxidadas de nuevo sobre los electrodos 2 y 3. El sistema 100 vuelve por tanto al estado claro.

Para esta segunda posibilidad de conexión eléctrica de las fuentes 20 y 21, cada celda 13 con los electrodos que la alimentan con corriente eléctrica constituye un sistema electrocromático elemental. Las paredes internas 12 pueden entonces formar un aislamiento eléctrico entre celdas 13 que están contiguas. Sin embargo, en este caso y para la partición de la fig. 3b, puede ser preferible que las fuentes 20 y 21 sean ajustadas para entregar a sistema 100 corrientes eléctricas que son sensiblemente iguales en cada instante.

Las formas oxidadas y reducidas de las sustancias electroactivas que son producidas sobre electrodos situados enfrentados, con polaridades opuestas, pueden neutralizarse recíprocamente en la proximidad del centro de cada celda 13, después de haber sido formadas sobre estos electrodos y después de haberse difundido unas hacia otras. Tal neutralización provoca un consumo de corriente eléctrica más importante. Simultáneamente, a causa de esta

neutralización, la transmisión luminosa del sistema 100 al estado oscuro puede alcanzar un valor de saturación superior al valor mínimo de transmisión luminosa que resultaría de las concentraciones de las sustancias electroactivas. Dicho de otro modo, la neutralización recíproca de las sustancias electroactivas puede reducir la dinámica del sistema 100.

5 Un primer método para evitar tal neutralización recíproca de las sustancias electroactivas consiste en aumentar el grosor d del volumen V según la dirección D. De esta manera, las formas oxidadas y reducidas de las sustancias electroactivas que son formadas sobre electrodos enfrentados deben difundirse sobre longitudes superiores antes de neutralizarse recíprocamente.

10 Según un segundo método para evitar la neutralización recíproca de las sustancias electroactivas, el sistema 100 puede comprender además una película de separación que está dispuesta paralelamente a las paredes externas 10 y 11, entre éstas, de manera que divida el volumen V en un primer subvolumen V_1 , en contacto con los electrodos 1 y 2, y en un segundo subvolumen V_2 en contacto con los electrodos 3 y 4. Tal película de separación, que lleva la referencia 5, es estanca para las primeras y segundas sustancias electroactivas. Aunque la película 5 no esté representada más que en la fig. 3b, puede ser utilizada idénticamente en el dispositivo de la fig. 2b.

15 Para el dispositivo de la fig. 3b particularmente, la película 5 puede formar un puente iónico entre los volúmenes V_1 y V_2 en el interior de cada celda 13. Por ejemplo, puede ser permeable a iones de pequeños tamaños que están contenidos en el líquido o gel con las sustancias electroactivas. No es entonces ya necesario que las fuentes 20 y 21 sean ajustadas para entregar al sistema 100 corrientes eléctricas que sean sensiblemente iguales en cada instante. Por ejemplo, la película 5 puede ser de Nafion®, con un grosor de 50 μm aproximadamente según la dirección D. Este material que es designado por Nafion® es bien conocido por el experto en la técnica. En particular, comprende en especial cadenas de
20 alcanos perfluoradas sobre las cuales son conectados agrupamientos de ácido sulfónico.

Las figs. 4a y 4b ilustran otras puestas en práctica del invento, con una sola fuente eléctrica variable. Las paredes internas 12 no han sido representadas en estas dos figuras, dado que son facultativas para todo el invento, pudiendo ser conformes a la fig. 1a o a la fig. 1b en particular. Los dispositivos de las figs. 4a y 4b se distinguen aún por la polaridad de los electrodos de alimentación que están enfrentados. Los electrodos 1 y 3 tienen polaridades idénticas en el dispositivo de la fig. 4a, lo mismo que los electrodos 2 y 4 con la polaridad opuesta. Para ello, los electrodos 1 y 3 están conectados eléctricamente en paralelo a uno de los bornes de salida de la única fuente 20, y los electrodos 2 y 4 están conectadas en paralelo al otro borne de salida de la fuente 20. La polaridad de los electrodos 1 y 3 por una parte, con la de los electrodos 2 y 4 por otra parte, es evidentemente invertida según que el sistema 100 esté conmutado hacia el estado oscuro o hacia el estado claro.

30 A la inversa, los electrodos que están enfrentados tienen polaridades que son opuestas en el dispositivo de fuente eléctrica única de la fig. 4b. Para ello, los electrodos 1 y 4 están conectados eléctricamente en paralelo a uno de los bornes de salida de la fuente única 20, y los electrodos 2 y 3 están conectados en paralelo al otro borne de salida de la fuente 20.

35 Queda entendido que el invento puede ser reproducido adaptando características que han sido citadas a título de ejemplo, conservando siempre algunas al menos de las ventajas mencionadas. En particular, el experto en la técnica comprenderá que los electrodos de los dos pares introducidos por el invento no están necesariamente enfrentados, incluso aunque se prefiere tal configuración. Además, los valores de concentraciones y/o las dimensiones de los elementos del sistema electrocrómico pueden ser modificados para cada aplicación que sea considerada. Sustancias iónicas suplementarias pueden también ser añadidas a la composición del líquido o gel, en particular para aumentar su
40 conductividad iónica.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo electrocrómico que comprende:

- un sistema electrocrómico transparente (100) que permite una visión distinta a través de dicho sistema, y que comprende a su vez:
 - 5 – dos paredes (10, 11) que definen un volumen cerrado (V), siendo dicho sistema transparente para una dirección de la mirada que atraviesa las paredes externas y dicho volumen cerrado entre dos lados opuestos;
 - un líquido o gel contenido en el volumen cerrado (V);
 - primeras y segundas sustancias electroactivas repartidas en el líquido o gel, con potenciales respectivos de oxidación-reducción que son diferentes, teniendo algunas al menos de las primeras y segundas sustancias electroactivas un efecto óptico variable entre una forma oxidada y una forma reducida de dichas sustancias; y
 - 10 – un par de electrodos de alimentación transparentes (1, 2), llevados juntos por una misma (10) de las dos paredes;
 - una primera fuente eléctrica variable (20), con los dos bornes de salida de dicha primera fuente eléctrica unidos respectivamente a los electrodos de alimentación del primer par (1, 2), y adaptada para alimentar el sistema con corriente eléctrica aplicando entre dichos electrodos del primer par una primera tensión eléctrica superior a la diferencia entre los potenciales respectivos de oxidación-reducción de las primeras y segundas sustancias electroactivas de manera que transfiera electrones hacia o a partir de algunas al menos de las sustancias electroactivas, efectuándose la transferencia de electrones de una manera inversa entre las primeras y segundas sustancias electroactivas en un mismo instante de un funcionamiento del sistema; y
 - 15 caracterizado por que dicho sistema comprende además:
 - un segundo par de electrodos de alimentación transparentes (3, 4), distintos de los del primer par (1, 2), siendo llevados juntos los electrodos del segundo par por la otra (11) de las dos paredes distinta de la (10) que lleva los electrodos del primer par (1, 2),

y el dispositivo comprende además:

- 25 – una segunda fuente eléctrica variable (21), con los dos bornes de salida de dicha segunda fuente eléctrica unidos respectivamente a los electrodos de alimentación del segundo par (3, 4), y adaptada para alimentar igualmente el sistema con corriente eléctrica aplicando entre dichos electrodos del segundo par una segunda tensión eléctrica también superior a dicha diferencia entre los potenciales respectivos de oxidación-reducción de las primeras y segundas sustancias electroactivas, de manera que alimente el sistema con corriente eléctrica de una manera suplementaria con relación al primer par de electrodos transfiriendo igualmente electrones hacia o a partir de algunas al menos de las sustancias electroactivas: efectuándose la transferencia de electrones de una manera inversa entre dichas primeras y segundas sustancias electroactivas en un mismo instante de un funcionamiento del sistema.
- 30

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que los electrodos de cada par están situados enfrentados uno a uno de los electrodos del otro par, a una y otra parte del volumen cerrado (V) según una dirección (D) perpendicular a las paredes (10, 11).

3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, que forma una parte al menos de un cristal de gafas, de un cristal de máscara, de una lente óptica, de una visera de casco, de una ventanilla de avión o de un acristalamiento.

4. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además una red de paredes internas (12) que forman una partición del volumen cerrado (V) en celdas (13) yuxtapuestas paralelamente a las dos paredes (10, 11) que definen dicho volumen cerrado, siendo dichas paredes internas perpendiculares a dichas dos paredes que definen el volumen cerrado, y en el que los dos electrodos de cada par (1-4) están cada uno en contacto con el líquido o gel contenido en cada celda, y conteniendo el líquido o gel contenido en dicha celda a la vez las primeras y segundas sustancias electroactivas.

5. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además una red de paredes internas (12) que forman una partición del volumen cerrado (V) en celdas (13) yuxtapuestas paralelamente a las dos paredes (10, 11) que definen dicho volumen cerrado, y en el que para al menos algunas de las celdas, uno solo de los dos electrodos (1, 2) del primer par, y uno solo de los dos electrodos del segundo par, están en contacto con el líquido o gel contenido en cada celda, siendo una primera de dichas celdas que es alimentada por uno de los electrodos de alimentación de cada par adyacente con una segunda de dichas celdas que es alimentada por el otro electrodo de cada par.

6. Dispositivo según la reivindicación 5, en el que el líquido o gel contiene primeras sustancias electroactivas sin segundas sustancias electroactivas en el interior de las celdas (13) alimentadas por uno de los electrodos de cada par (1, 3), y segundas sustancias electroactivas sin primeras sustancias electroactivas en el interior de las celdas (13) que son alimentadas por el otro el electrodo de cada par (2, 4).
- 5 7. Dispositivo electrocrómico según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la primera (20) y segunda (21) fuentes eléctricas están adaptadas para alimentar simultáneamente el sistema electrocrómico (100) con corriente eléctrica.
8. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la primera (20) y segunda (21) fuentes eléctricas poseen cada una un borne de referencia de potencial eléctrico distinto de los bornes de salida de dichas fuentes eléctricas, estando dichos bornes de referencia de potencial eléctrico unidos eléctricamente entre ellos.
- 10 9. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la primera (20) y segunda (21) fuentes eléctricas están confundidas en una misma fuente eléctrica común al primer y al segundo par de electrodos de alimentación, con conexiones eléctricas que unen uno de los bornes de salida de dicha fuente eléctrica común a uno de los electrodos del primer par y a uno de los electrodos del segundo par, y que unen separadamente el otro borne de salida de dicha fuente eléctrica común al otro electrodo del primer par y al otro electrodo del segundo par, según un modo de conexión en paralelo.
- 15 10. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que la primera (20) y la segunda (21) fuentes eléctricas están conectadas a los electrodos de los primer (1, 2) y segundo (3, 4) pares, respectivamente, de manera que dichas primera (20) y segunda (21) fuentes eléctricas tengan polaridades respectivas que son idénticas con relación a los electrodos situados enfrentados, en ciertos instantes al menos del funcionamiento del sistema.
- 20 11. Dispositivo según la reivindicación 10 y la reivindicación 5 ó 6, con un puente iónico (14) entre celdas (13) contiguas alimentadas respectivamente por electrodos diferentes de cada par de electrodos.
12. Dispositivo según la reivindicación 10 y la reivindicación 6.
- 25 13. Dispositivo según la reivindicación 2, y en el que la primera (20) y segunda (21) fuentes eléctricas están conectadas a los electrodos del primer (1, 2) y segundo (3, 4) par de manera que dicha primera (20) y segunda (21) fuentes eléctricas tengan polaridades respectivas que están invertidas con relación a los electrodos situados enfrentados, en algunos instantes al menos del funcionamiento del sistema, y en el que el líquido o gel contenido en cada celda (13) contiene a la vez primeras y segundas sustancias electroactivas.
- 30 14. Dispositivo según la reivindicación 13 y la reivindicación 4 ó 5, en el que las paredes internas (12) forman un aislamiento eléctrico entre celdas (13) contiguas.
15. Dispositivo según la reivindicación 13 ó 14, en el que el sistema electrocrómico (100) comprende además una película de separación (5) dispuesta paralelamente a las dos paredes (10, 11), que definen el volumen cerrado (V), y entre dichas dos paredes de manera que divida dicho volumen cerrado en un primer subvolumen (V_1) en contacto con los electrodos (1, 2) del primer par, y un segundo subvolumen (V_2) en contacto con los electrodos (3, 4) del segundo par.
- 35 16. Dispositivo según la reivindicación 15, en el que la película de separación (5) forma un puente iónico entre el primer (V_1) y el segundo (V_2) subvolúmenes.

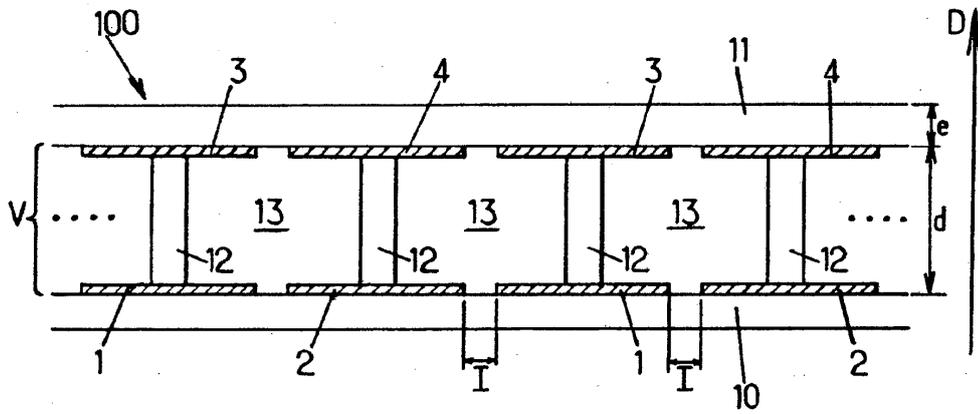


FIG.1a.

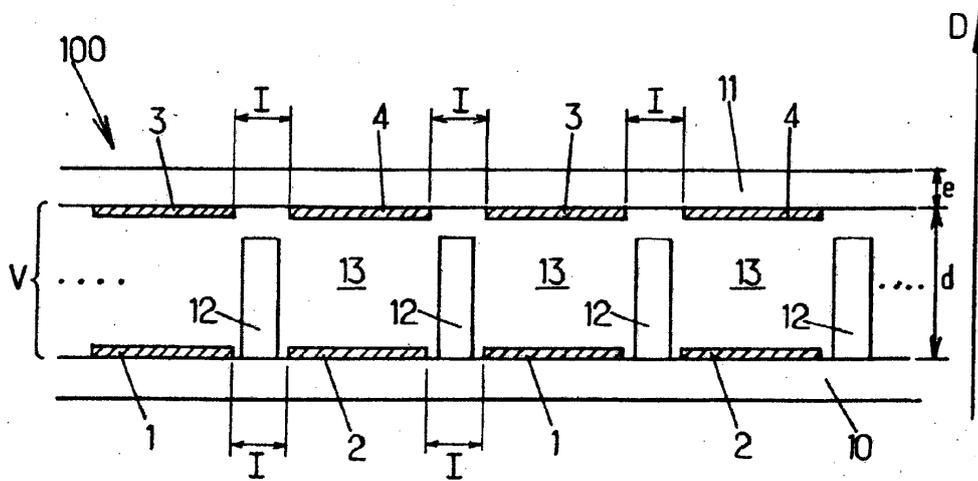
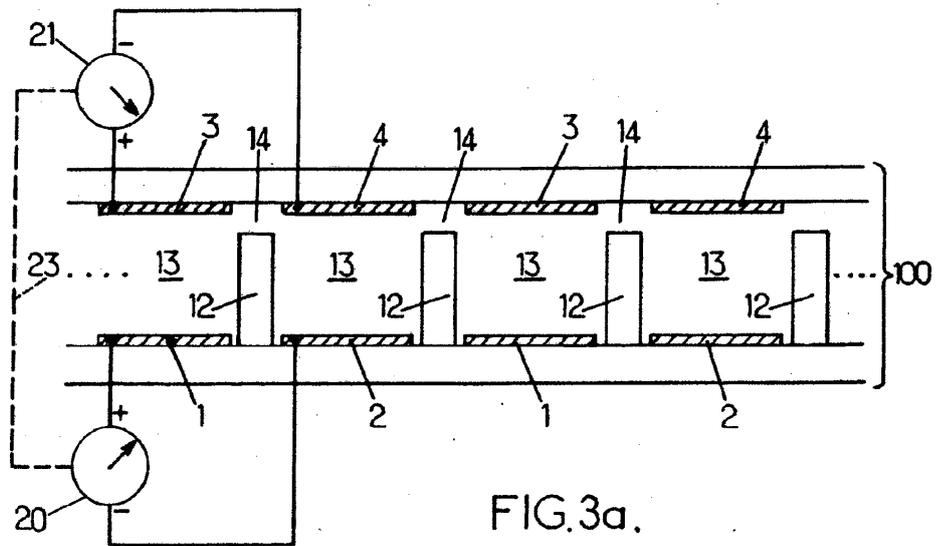
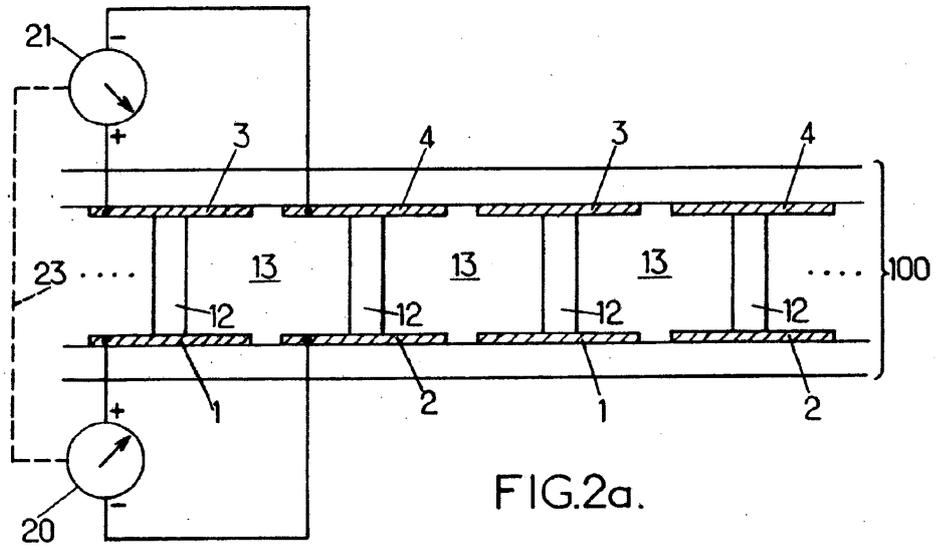


FIG.1b.



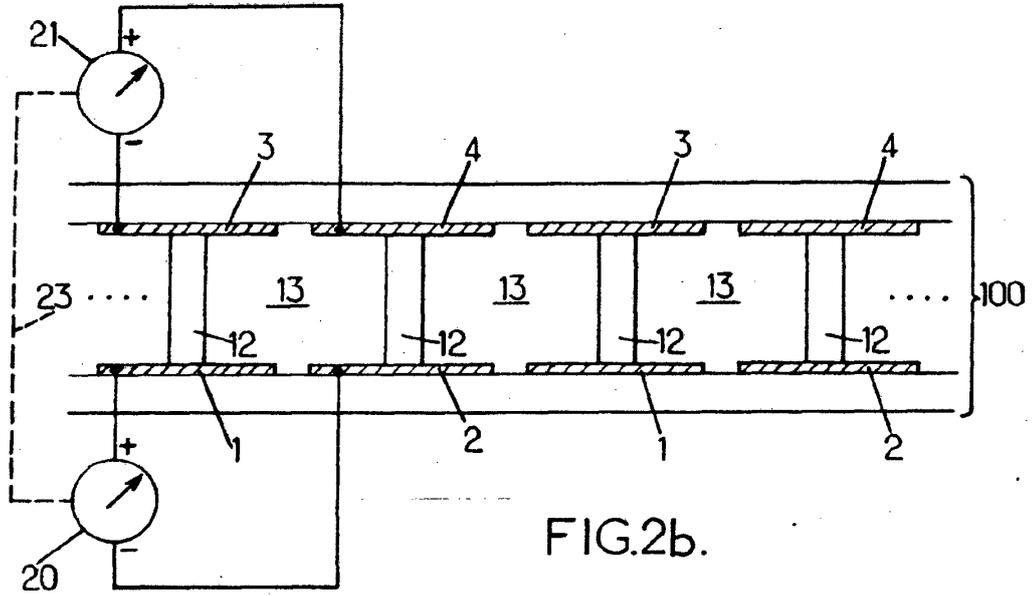


FIG.2b.

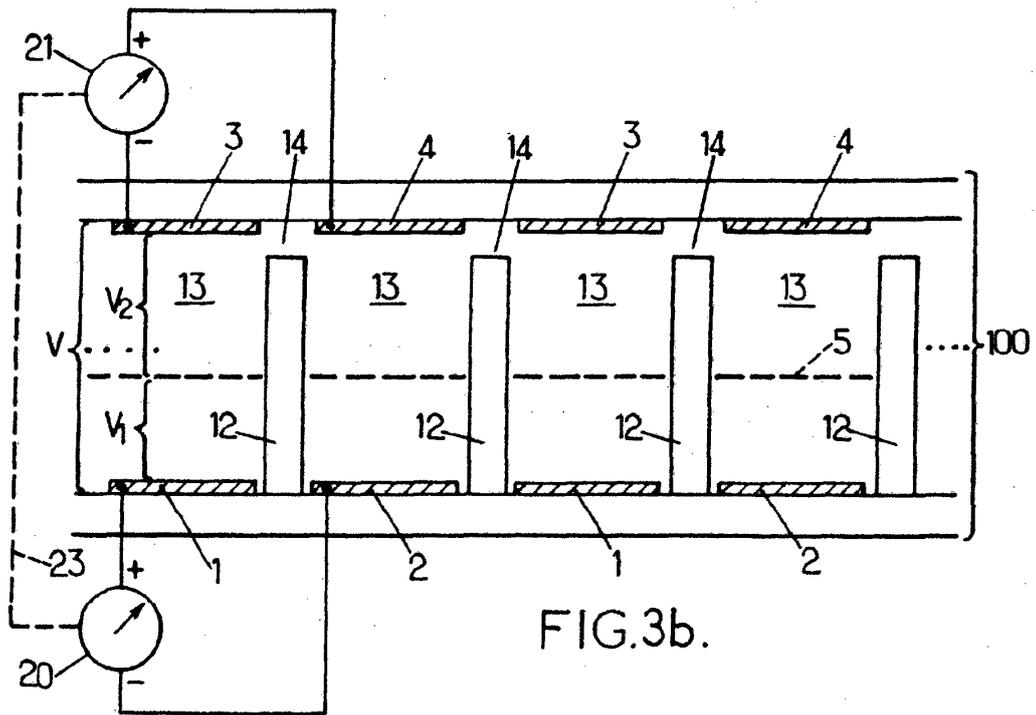


FIG.3b.

