

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 807 609**

51 Int. Cl.:

**G02F 1/153** (2006.01)

**B32B 17/10** (2006.01)

**C03C 17/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2014 PCT/SE2014/050731**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014 WO14204387**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2014 E 14813780 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3011388**

54 Título: **Dispositivos electrocrómicos y sus procedimientos de fabricación**

30 Prioridad:

**20.06.2013 SE 1350755**

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

**23.02.2021**

73 Titular/es:

**CHROMOGENICS AB (100.0%)  
Ullforsgatan 15  
752 28 Uppsala, SE**

72 Inventor/es:

**GREGARD, GREGER y  
VOGT, ROGER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 807 609 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

Dispositivos electrocrómicos y sus procedimientos de fabricación

### Campo técnico

5 La presente invención se refiere en general a dispositivos electrocrómicos y en particular a dispositivos electrocrómicos en capas y sus procedimientos de fabricación.

### Antecedentes

10 Los dispositivos electrocrómicos se usan actualmente para muchas aplicaciones diferentes, donde se solicita una transmitancia selectiva. Los ejemplos típicos son, por ejemplo, paneles de vidrio de ventanas, visores y espejos para vehículos. Un dispositivo electrocrómico se compone típicamente de varias capas finas que comprenden material electrocrómico, capas de electrodos y electrolitos. Mediante la aplicación de un voltaje entre las diferentes capas de dicho dispositivo, se puede alterar una transmitancia a través del dispositivo

15 Uno de los tipos de dispositivos electrocrómicos más exitosos se basa en el uso de capa electrocrómica sólidas. El material electrocrómico aquí es típicamente un óxido metálico, por ejemplo, TiO o NiO. Mediante el cambio de la condición de carga de una capa fina de un material electrocrómico sólido, se puede alterar la transmitancia de la capa. El material electrocrómico sólido está típicamente comprendido en una estructura en capas, como se indicó anteriormente.

20 En un enfoque para fabricar dispositivos electrocrómicos unidos a paneles de vidrio de área grande, las capas del dispositivo electrocrómico se depositan directamente sobre el panel de vidrio. Un ejemplo de este enfoque se encuentra en la patente de EE.UU. 5,985,486 A1. Allí, se describe un dispositivo electroquímico, que incluye al menos un sustrato, típicamente de vidrio, una capa electrónicamente conductora, una capa electroquímicamente activa y un electrolito. El electrolito comprende una capa de material esencialmente inorgánico, del tipo de óxido. En otras palabras, el panel de vidrio mismo se usa como sustrato para la deposición de capas. Una desventaja de este enfoque es que, debido a que los paneles de vidrio son relativamente pesados, la construcción de los paneles de vidrio se hace preferentemente más o menos localmente con respecto al sitio final de uso. Por lo tanto, el costoso equipo de deposición también se debe proporcionar localmente, es decir, en muchos sitios, lo que se vuelve muy costoso. Además, la superficie externa del dispositivo electrocrómico se debe proteger contra el desgaste y los daños, lo que significa que se deben proporcionar capas de cobertura adicionales.

30 En otro enfoque, por ejemplo, descrito en la solicitud de patente internacional publicada WO 2008/013501, se produce un dispositivo electrocrómico como una estructura de película sándwich entre dos sustratos de lámina de polímero. Un dispositivo electrocrómico se puede denominar una estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida. Dicha estructura es de bajo peso y aún es suficientemente robusta como para ser transportada. Sin embargo, si dicho dispositivo electrocrómico se aplicará a un panel de vidrio, existen preocupaciones adicionales sobre cómo unir la película a la superficie del panel de vidrio. Las sustancias de adhesión, por ejemplo, pueden introducir encapsulación de burbujas entre el panel de vidrio y el dispositivo electrocrómico.

35 La solicitud de patente de EE.UU. publicada US 2009/0323159 A1 describe un elemento electrocrómico de control de luz de reflexión de tipo completamente sólido que emplea una aleación de magnesio/titanio y un miembro de control de luz. Se forma una película fina multicapa sobre un sustrato transparente.

### Técnica relacionada

40 La memoria descriptiva de patente publicada GB 1 315 489 describe laminados de vidrio. En el proceso para la producción de vidrio de seguridad, dos láminas de vidrio se unen a una lámina de película plástica intercalada entre ellas por un copolímero de etileno que tiene un punto de fusión por debajo de la película.

La solicitud de patente de EE.UU. publicada US 2009/0279004 A1 describe un acristalamiento laminado que incorpora una película de cristal líquido.

### Sumario

45 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es encontrar una forma económicamente favorable y de calidad que asegure la fabricación de paneles de vidrios cubiertos con dispositivos electrocrómicos de la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólidas.

50 El objetivo anterior se logra mediante dispositivos y procedimientos de acuerdo con las reivindicaciones de patente independientes adjuntas. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes. En términos generales, en un primer aspecto, un procedimiento para la fabricación de dispositivos electrocrómicos laminados comprende proporcionar una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida. La estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida se ubica entre un primer panel de vidrio y un segundo panel de vidrio, con una respectiva película de intercapa entre cada lado de la estructura a base de polímero en capas de la

capa electrocrómica sólida y el primer panel de vidrio y el segundo panel de vidrio, respectivamente, lo que forma una pila. La pila se expone a una temperatura de laminación, que preferentemente es como máximo 120 °C, durante un período de tiempo de laminación en caliente. La pila se enfría a presión atmosférica después del período de tiempo de laminación en caliente. La etapa de provisión de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida comprende las etapas parciales de provisión de una primera lámina de sustrato de polímero, que cubre, al menos parcialmente, un lado de la primera lámina de sustrato de polímero con una primera capa conductora de electrones, deposición de una primera capa electrocrómica sólida para cubrir al menos parcialmente dicha primera capa conductora de electrones, proporcionar una segunda lámina de sustrato de polímero, que cubre, al menos parcialmente, un lado de la segunda lámina de sustrato de polímero con una segunda capa conductora de electrones, depositar una capa de contraelectrodo sólida para cubrir al menos parcialmente la segunda capa conductora de electrones, y proporcionar una capa de electrolitos entre y al menos cubrir parcialmente, la primera capa electrocrómica y la capa de contraelectrodo. La capa de electrolitos es una película de intercapa conductora de iones.

En un segundo aspecto, un dispositivo electrocrómico laminado comprende una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida, un primer panel de vidrio y un segundo panel de vidrio. La estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida se lamina entre el primer panel de vidrio y el segundo panel de vidrio, con una respectiva película de intercapa entre cada lado de la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida y el primer panel de vidrio y el segundo panel de vidrio, respectivamente. La estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida comprende una primera lámina de sustrato de polímero, una primera capa conductora de electrones que cubre al menos parcialmente un lado de la primera lámina de sustrato de polímero, una primera capa electrocrómica sólida depositada para cubrir al menos parcialmente la primera capa conductora de electrones, una segunda lámina de sustrato de polímero, una segunda capa conductora de electrones que cubre al menos parcialmente un lado de la segunda lámina de sustrato de polímero, una capa de contraelectrodo sólida depositada para cubrir al menos parcialmente la segunda capa conductora de electrones, y una capa de electrolitos proporcionada en la presente entre, y que cubre al menos parcialmente, la primera capa electrocrómica y la capa de contraelectrodo. La capa de electrolitos es una película de intercapa conductora de iones.

Una ventaja de las ideas actuales es que los paneles de vidrio provistos de dispositivos electrocrómicos que comprenden una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida se pueden fabricar por medios relativamente simples, lo que permite la fabricación local a bajos costos. Se discuten adicionalmente otras ventajas generales así como las ventajas de realizaciones particulares en relación con la descripción detallada.

### Breve descripción de los dibujos

La invención, junto con otros objetos y ventajas de la misma, se puede entender mejor haciendo referencia a la siguiente descripción tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La FIG. 1 es un diagrama de flujo de las etapas de una realización de un procedimiento para la fabricación de dispositivos electrocrómicos laminados;

La FIG. 2 es un diagrama de flujo de etapas parciales de una realización de la etapa 210 de la FIG. 1;

La FIG. 3 es una vista transversal esquemática de una realización de una pila de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida entre los paneles de vidrio listos para la laminación;

La FIG. 4 ilustra aspectos de tiempo y temperatura durante una realización de un proceso de laminación;

La FIG. 5 es una vista transversal esquemática de otra realización de una pila de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida entre los paneles de vidrio listos para la laminación;

La FIG. 6 ilustra aspectos de tiempo y temperatura durante otra realización de un proceso de laminación;

La FIG. 7 es una vista transversal esquemática de aún otra realización de una pila de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida entre los paneles de vidrio listos para la laminación;

Las FIGS. 8-9 ilustran aspectos de tiempo y temperatura durante aún otras realizaciones de los procesos de laminación;

Las FIGS. 10A-C ilustran el efecto de la flexión del borde y abordajes para mitigar tales efectos;

Las FIGS. 11A-B son vistas esquemáticas transversales parciales de realizaciones de pilas de la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólidas entre los paneles de vidrio;

La FIG. 12 es un diagrama de flujo de las etapas de otra realización de un procedimiento para la fabricación de dispositivos electrocrómicos laminados;

Las FIGS. 13A-C son vistas esquemáticas transversales de realizaciones de pilas de estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólidas entre los paneles de vidrio listos para la laminación y después de la laminación,

respectivamente;

Las FIGS. 14A-B son ilustraciones esquemáticas de la penetración de contactos en superficies de semiceldas durante la laminación;

5 La FIG. 15 es una vista transversal esquemática de otra realización de una pila de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida entre los paneles de vidrio listos para la laminación;

La FIG. 16 es una vista esquemática transversal parcial de aún otra realización de una pila de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida entre los paneles de vidrio listos para la laminación; y

La FIG. 17 es un diagrama de flujo de las etapas de aún otra realización de un procedimiento para la fabricación de dispositivos electrocrómicos laminados.

## 10 Descripción detallada

A lo largo de los dibujos, se utilizan los mismos números de referencia para elementos similares o correspondientes.

15 Una ventaja es disponer de un dispositivo electrocrómico que comprende una estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida laminada entre dos paneles de vidrio. Los paneles de vidrio sirven como protección contra daños y desgaste al mismo tiempo que la pila laminada entera se proporciona como una unidad individual. La pila laminada proporciona una muy buena protección contra daños, tales como arañazos, en el dispositivo electrocrómico. Además, se ha descubierto que el proceso de laminación también proporciona soluciones de adhesión de alta calidad. Además de estas propiedades de desgaste mecánico, se ha encontrado que los productos laminados presentan una calidad óptica mejorada. Por ejemplo, se elimina la tendencia de las películas electrocrómicas a base de polímeros a adaptar un aspecto superficial ligeramente ondulado. Además, la laminación de las películas electrocrómicas también proporciona paneles de vidrio con propiedades de vidrio de seguridad. La película laminada electrocrómica y la estructura del panel de vidrio también proporcionan propiedades de reducción de ruido.

25 Sin embargo, no era obvio a partir de la tecnología descrita en la técnica anterior si la laminación de una estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida es posible en absoluto. El electrolito y/o la interfaz entre el electrolito y las capas electrocrómicas sólidas son, como tales, relativamente inestables químicamente, y la exposición a altas temperaturas típicamente alterará las propiedades electrocrómicas. Se dice que las películas de intercapa usadas en otros tipos de laminación de vidrio necesitan temperaturas relativamente altas para proporcionar una laminación adecuada, temperaturas que no son adecuadas para la exposición a la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida. Se sabe que el electrolito que se usa tradicionalmente en estructuras a base de polímeros en capas de capa electrocrómica sólida presenta una alta tasa de gasificación, en particular al vacío y a altas temperaturas. Por lo tanto, se descarta la laminación de acuerdo con los esquemas estándares de laminación de vidrio en general.

30 A pesar del desalentador conocimiento de la técnica anterior, se han encontrado procedimientos en los que se han laminado con éxito estructuras a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida entre dos paneles de vidrio. La FIG. 1 ilustra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento para la fabricación de dispositivos electrocrómicos laminados. El proceso comienza en la etapa 200. En la etapa 210, se proporciona una estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida. En la etapa 240, la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida se ubica entre un primer panel de vidrio y un segundo panel de vidrio, con una película de intercapa respectiva entre cada lado de la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida y el primer panel de vidrio y el segundo panel de vidrio, respectivamente, formando una pila. En otras palabras, la pila consiste, en primer lugar, en el primer panel de vidrio, una película de intercapa, la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida, otra película de intercapa y el segundo panel de vidrio. En la etapa 250, la pila se expone a una temperatura de laminación, en esta realización es como máximo 120 °C, durante un período de tiempo de laminación en caliente. En una realización preferida, la temperatura más alta durante el período de tiempo de laminación en caliente es como máximo de 110 °C. En una realización preferida, el período de tiempo de laminación en caliente corresponde al período de tiempo en que la pila se expone a una temperatura superior a 85 °C, y la duración del período de tiempo de laminación en caliente en esta realización es preferentemente como máximo 60 minutos, más preferentemente como máximo 45 minutos, con máxima preferencia como máximo 30 minutos. Preferentemente, el período de tiempo de laminación en caliente es al menos 15 minutos. En la etapa 252, la pila se enfría a presión atmosférica después del período de tiempo de laminación en caliente. El proceso termina en la etapa 299.

50 En una realización alternativa, la etapa 252 comprende el enfriamiento de la pila a una presión mayor que la presión atmosférica.

55 La FIG. 2 ilustra un diagrama de flujo parcial de una realización de etapas parciales de la etapa 210 de provisión de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida. En la primera etapa parcial, la etapa 212, se proporciona una primera lámina de sustrato de polímero. En la etapa 214, un lado de la primera lámina de sustrato de polímero está cubierto, al menos parcialmente, con una primera capa conductora de electrones. En la etapa 216, una primera capa electrocrómica sólida se deposita para cubrir al menos parcialmente la primera capa conductora de

5 electrones. En la etapa 222, se proporciona una segunda lámina de sustrato de polímero. En la etapa 224 un lado de la segunda lámina de sustrato de polímero está cubierto, al menos parcialmente con una segunda capa conductora de electrones. En la etapa 226, una capa de contraelectrodo sólida se deposita para cubrir al menos parcialmente la segunda capa conductora de electrones. En la etapa 230, una capa de electrolitos se proporciona entre, y cubriendo al menos parcialmente, la primera capa electrocrómica y la capa de contraelectrodo.

10 Las realizaciones del procedimiento descrito anteriormente en consecuencia proporcionan dispositivos electrocrómicos laminados que comprenden una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida un primer panel de vidrio y un segundo panel de vidrio. La estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida de este modo se lamina entre el primer panel de vidrio y el segundo panel de vidrio, con una respectiva película de intercapa entre cada lado de la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida y el primer panel de vidrio y el segundo panel de vidrio, respectivamente.

15 Una realización preferida de un dispositivo electrocrómico laminado tiene una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida que comprende una primera lámina de sustrato de polímero, una primera capa conductora de electrones, una primera capa electrocrómica sólida, una segunda lámina de sustrato de polímero, una segunda capa conductora de electrones, una capa de contraelectrodo sólida y una capa de electrolitos. La primera capa conductora de electrones cubre al menos parcialmente un lado de la primera lámina de sustrato de polímero. La primera capa electrocrómica sólida se deposita para cubrir al menos parcialmente la primera capa conductora de electrones. La segunda capa conductora de electrones cubre al menos parcialmente un lado de la segunda lámina de sustrato de polímero. La capa de contraelectrodo sólida se deposita para cubrir al menos parcialmente la segunda capa conductora de electrones. La capa de electrolitos es proporcionada entre, y cubriendo al menos parcialmente, la primera capa electrocrómica y la capa de contraelectrodo.

20 En una realización, una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida 10, preferentemente proporcionada de acuerdo con el diagrama de flujo de la FIG. 2, se ubicó en una pila 1 de acuerdo con una vista transversal esquemática de la FIG. 3. Cabe señalar que los espesores de las diferentes capas no están dibujados en la misma escala. La pila 1 comprende un primer panel de vidrio 21, en el que se proporciona una primera película de intercapa 31. En esta realización, la primera película de intercapa 31 es una película de etileno acetato de vinilo (EVA) 33 o al menos una película de intercapa a base de EVA. La estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida 10 se coloca encima de la primera película de intercapa 31, y se cubre con una segunda película de intercapa 32. En esta realización, la segunda película de intercapa 32 también es una película de EVA film 33. La segunda película de intercapa 32 está finalmente cubierta por un segundo panel de vidrio 22. En la presente realización, no existe sellado del borde de la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10 antes de la laminación. Se ha encontrado que la laminación funciona bien también sin sellado del borde, al menos si los tiempos de desgasificación y los tiempos de laminación son relativamente limitados. Debido a que el sellado del borde introduce etapas de procedimiento adicionales, se prefiere no proporcionar dichos sellados. Sin embargo, en realizaciones alternativas, se puede proporcionar el sellado del borde de la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10.

35 La pila se coloca en una bolsa de vacío, que luego se sella, y se reduce la presión. También se pueden utilizar enfoques alternativos para sellar el espacio alrededor de la pila. Los ejemplos no limitantes son anillos de vacío, esterillas de vacío o láminas de vacío colocadas alrededor de la pila. En tales disposiciones, los bordes se pueden sellar, por ejemplo, mediante la aplicación de dispositivos de sujeción o las esterillas de vacío simplemente se pueden plegar en los bordes, por lo que el vacío mismo puede proporcionar las fuerzas de sellado. La presión dentro de la bolsa se reduce a un nivel por debajo de al menos 600 mbar, más preferentemente por debajo de 100 mbar y con máxima preferencia por debajo de 20 mbar. En esta realización particular, se usó una presión típica de 10-20 mbar. El bombeo continúa a temperatura ambiente RT durante aproximadamente 60 minutos para eliminar al menos partes de cualquier aire atrapado. El tiempo de bombeo requerido depende de la cantidad de material colocado dentro del sellado al vacío y se debe ajustar en consecuencia. A partir de ese momento, comienza el tratamiento de temperatura de laminación real. El tratamiento de temperatura se ilustra mediante el diagrama de la FIG. 4. En el tiempo  $t_0$ , la pila se selló dentro de la bolsa de vacío. En el tiempo  $t_1$ , la bolsa de vacío con la pila se colocó en un horno y comenzó una rampa de temperatura. En una realización alternativa, la eliminación del aire atrapado también se puede realizar dentro del horno, pero sin calentamiento. La temperatura se incrementó ligeramente por encima de 85 °C durante un tiempo de aproximadamente 30 minutos, hasta el tiempo  $t_2$ . La temperatura se mantuvo a 85 °C entre los tiempos  $t_2$  y  $t_3$ . Después del período de tiempo de laminación en caliente, la pila se retiró del horno y de la bolsa de vacío. La pila se enfrió activamente mediante el soplado de aire frío a ambos lados de la pila. Sin el enfriamiento forzado, en algunas ocasiones el EVA puede asumir un aspecto no completamente transparente. En particular, el valor de opacidad en tales casos puede alcanzar niveles no preferidos. La pila se mantuvo así a una temperatura por encima de 85 °C durante un período de tiempo de laminación en caliente, indicado por T en la figura, que es ligeramente mayor que 30 minutos, pero al menos claramente menor de 45 minutos.

40 En otra realización, una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida 10, preferentemente proporcionada de acuerdo con el diagrama de flujo de la FIG. 2, se ubicó en una pila 1 de acuerdo con una vista transversal esquemática de la FIG. 5. Cabe señalar que los espesores de las diferentes capas no están dibujados en la misma escala. La pila 1 es similar a la de la FIG. 3, y solo se analizarán las diferencias. En la realización de la FIG. 5, tanto la primera película de intercapa 31 y la segunda película de intercapa 32 comprenden polivinil butiral (PVB) 34. La estructura a base

de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida 10 también está rodeada en sus bordes por un reborde de compensación de material 35, en esta realización también hecho de PVB 34.

5 La pila se coloca en una bolsa de vacío o dispositivo de sellado correspondiente, que luego se sella y la presión se reduce. Preferentemente, la presión dentro de la bolsa se reduce a un nivel por debajo de 600 mbar, más preferentemente por  
 10 debajo de 100 mbar, y con máxima preferencia por debajo de 20 mbar. El bombeo continúa a temperatura ambiente RT durante aproximadamente 60 minutos. Además, este tiempo depende de la cantidad de material colocado en la bolsa de vacío y, en principio, es específico del lote. A partir de entonces, comienza el tratamiento de temperatura de laminación real. El tratamiento de temperatura se ilustra mediante el diagrama de la FIG. 6. En el tiempo  $t_0$ , la pila se selló dentro de  
 15 la bolsa de vacío. En el tiempo  $t_1$ , la bolsa de vacío con la pila se colocó en un horno y comenzó una rampa de la temperatura. La temperatura aumentó rápidamente hasta aproximadamente 60 °C, hasta el tiempo  $t_4$ . La temperatura se mantuvo luego a 60 °C entre los tiempos  $t_4$  y  $t_5$ , aproximadamente 30 minutos. Este precalentamiento pretendía proporcionar a la pila entera una temperatura relativamente homogénea muy por debajo de cualquier temperatura de riesgo de los materiales electrocrómicos sólidos, y por debajo de la temperatura necesaria para la laminación con PVB, pero aún considerablemente más cerca que la temperatura ambiente. Después de que el período de ecalización de temperatura finalizó en el tiempo  $t_5$ , la temperatura se incrementó relativamente rápido hasta aproximadamente 110 °C, en el tiempo  $t_6$ . La temperatura se mantuvo a 110 °C durante aproximadamente 15 minutos, hasta el tiempo  $t_7$ . Después de esto, la pila se retiró opcionalmente del horno y se dejó enfriar. La pila se mantuvo así a una temperatura superior a 85 °C durante un período de tiempo de laminación en caliente, indicado por T en la figura, que es mayor que 15 minutos, pero al menos claramente menos de 30 minutos. Al menos algunas pilas con películas de intercapa a base de PVB son  
 20 posibles para procesar a temperaturas de laminación superiores a 120 °C, sin embargo, todavía se prefiere mantener la temperatura de laminación por debajo de este límite, ya que se considera que las propiedades de envejecimiento del ECD se pueden conservar mejor.

Como se mencionó anteriormente, en esta realización particular, se introduce un reborde de compensación de material 35. Se ha descubierto que, durante el proceso de laminación, la primera película de intercapa 31 y la segunda película de intercapa 32 típicamente se fusionan juntas en los bordes, de este modo proporcionan un sellado de la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10. Este es un comportamiento beneficioso que mejora la protección contra el aire y la humedad en el producto final. En otras palabras, el proceso de laminación de vidrio presentado aquí constituye al mismo tiempo un procedimiento de sellado, en el que la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida 10 se sella contra el aire y la humedad. Sin embargo, al mismo tiempo, en algunos experimentos se ha visto que la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10 misma puede ser afectada mecánica y/o geoméricamente. El resultado puede ser en algunos casos que las propiedades electrocrómicas no sean uniformes totalmente hasta el borde. La introducción del reborde de compensación de material 35 proporciona una fuente adicional de material que reduce los riesgos de alterar las propiedades de la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10 durante la laminación. Típicamente, como se ilustra en la presente realización, el espesor del reborde de compensación del material 35 es similar al espesor de la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10.  
 25  
 30  
 35

En una realización alternativa, el reborde de compensación del material 35 se puede omitir, en particular para aplicaciones en que la ausencia de distorsiones del borde no es de crucial importancia.

40 En otra realización, una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida 10, preferentemente provista de acuerdo con el diagrama de flujo de la FIG. 2, se ubicó en una pila 1 de acuerdo con una vista transversal esquemática de la FIG. 7. Cabe señalar que los espesores de las diferentes capas no están dibujados en la misma escala, La pila 1 es similar a la de la FIG. 3. La principal diferencia de la pila 1 es que tanto la primera película de intercapa 31 como la segunda película de intercapa 32 comprenden PVB 34. En la presente realización, no existe reborde de compensación del material alrededor de la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10. En una realización alternativas, sin embargo, se pueden usar los rebordes de compensación del material. En la presente realización, no existe sellado del borde de la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida 10 antes de la laminación.  
 45

En esta realización, el pretratamiento mediante bombeo al vacío como se usa en las realizaciones anteriores se reemplaza por un tratamiento con rodillo. La pila en consecuencia es empujada entre un par de rodillos de presión que se empujan uno hacia el otro. La presión entre los rodillos de presión está adaptada para no destruir las propiedades estructurales de la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida, pero lo suficientemente alta como para reducir la cantidad de bolsas de aire remanentes. Posteriormente, la pila se coloca en un equipo de autoclave, que luego se sella y aumenta la presión. Preferentemente, la presión dentro del autoclave se mantiene a un nivel superior a 8 bares, y más preferentemente superior a 10 bares, y típicamente a 12 bares. A partir de ese momento, comienza el tratamiento de temperatura de laminación real. El tratamiento de temperatura se ilustra mediante el diagrama de la FIG. 8. En el tiempo  $t_8$ , la pila se introdujo en el autoclave y comenzó un aumento gradual de la temperatura. La temperatura se incrementó rápidamente en forma directa hasta aproximadamente 120 °C, hasta el tiempo  $t_9$ . La temperatura se mantuvo a 120 °C entre los tiempos  $t_9$  y  $t_{10}$ , aproximadamente 20 minutos. Después de esto, la pila se retiró opcionalmente del autoclave y se dejó enfriar. El enfriamiento, por lo tanto, se realiza en diferentes formas de realización, ya sea a presión atmosférica o a una presión mayor que la presión atmosférica. La pila se mantuvo así a una temperatura mayor de 85 °C durante un  
 50  
 55  
 60

período de tiempo de laminación en caliente, indicado por T en la figura, que es más de 30 minutos, pero al menos claramente menos de 40 minutos.

5 En otra realización, el pretratamiento al vacío se puede combinar con un proceso de autoclave. En tal realización, la pila de PVB se introdujo en un recinto de vacío, por ejemplo, esterillas de vacío, y se elimina el aire. El recinto de vacío entero se coloca en un autoclave y se deja que el vacío funcione durante 30-60 minutos a temperatura ambiente. Luego se aumenta la presión en el autoclave, en una realización particular, a 12 bar, y la temperatura se aumenta hasta 110 °C. El vacío todavía está presente dentro del recinto de vacío durante este calentamiento. Opcionalmente, el vacío también puede estar presente durante un tiempo adicional de por ejemplo, 10 minutos. Luego se libera el vacío y la pila se mantiene a 110 °C a 12 bar de distancia un tiempo adicional, en una realización particular, 15-45 minutos. Como se analizará más adelante, esto permitirá que el vidrio se relaje. La presión finalmente se elimina y la pila se deja enfriar. Alternativamente, el enfriamiento puede tener lugar a una presión mayor que la presión atmosférica, por ejemplo, en la presente realización a 12 bar.

10 En aún otra realización, una estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10, preferentemente proporcionada de acuerdo con el diagrama de flujo de la FIG. 2, se ubicó en una pila 1 nuevamente de acuerdo con la vista transversal esquemática de la FIG. 7.

15 La pila de procedimientos es algo similar al procedimiento de la FIG. 4. El pretratamiento en una bolsa de vacío se realiza básicamente de la misma manera, excepto que el bombeo solo continúa durante aproximadamente 45 minutos. Posteriormente, comenzó el tratamiento de temperatura de laminación real. El tratamiento de temperatura se ilustra mediante el diagrama de la FIG. 9. En el tiempo t0, la pila se selló dentro de la bolsa de vacío. En el tiempo t11, la bolsa de vacío con la pila se colocó en un horno, si no se había ya colocado allí, y comenzó una rampa de la temperatura. La temperatura se incrementó en forma relativamente lenta hasta aproximadamente 110 °C durante un tiempo de aproximadamente 45 minutos, hasta el tiempo t12. La temperatura se mantuvo luego a 110 °C entre los tiempos t12 y t13. Después del período de tiempo de laminación en caliente, la pila se retiró opcionalmente del horno y de la bolsa de vacío y la pila se dejó enfriar. La pila se mantuvo así a una temperatura superior a 85 °C durante un período de tiempo de laminación en caliente, indicado por T en la figura, que es relativamente mayor de 30 minutos, pero claramente al menos menor de 40 minutos.

20 En algunos casos, cuando partes del recinto de vacío se proporcionan en contacto directo con la pila y, en particular, cuando las partes del recinto de vacío aplican una fuerza en los bordes de la pila durante el calentamiento de laminación, se puede producir una ligera deformación del dispositivo en el bordes. Por lo tanto, los paneles de vidrio se doblan un poco hacia adentro, lo que causa una deformación de las películas de intercapa y, en algunos casos, también de la propia estructura 10 a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida. Esto se ilustra esquemáticamente en la FIG. 10A, donde la parte izquierda es la situación anterior al tratamiento térmico y la parte derecha es la situación posterior. Se ilustra una parte de un recinto de vacío 50, aplicando una alta fuerza F en los bordes 51 cuando se aplica vacío. Cabe señalar que las diferencias de flexión y espesor son extremadamente exageradas en la figura para visualizar el efecto. Tal deformación de la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10 puede dar como resultado cambios en el aspecto directo, tales como distorsión o variaciones en la velocidad de cambio de transmitancia, pero también puede influir, por ejemplo, propiedades de envejecimiento. En algunas aplicaciones, tal falta de homogeneidad que aparece en los bordes del ECD puede no ser muy desventajosa. Sin embargo, en otras aplicaciones, tales no homogeneidades pueden ser muy perturbadoras.

30 Existen algunos enfoques para mitigar estos efectos. En una realización, el vacío, o más bien la presión reducida, alrededor de la pila se elimina antes de que la pila se enfríe por debajo de la temperatura de laminación o al menos a una temperatura elevada ligeramente inferior a la temperatura de laminación. Debido a que la presión en los bordes se elimina, esto le proporciona a la pila una posibilidad de relajarse antes de que las películas de laminación alcancen una temperatura a la que se reducen sus propiedades plásticas. Las tensiones en los paneles de vidrio tenderán a enderezar los bordes. En una realización, usando una película de intercapa a base de EVA, el tratamiento térmico se realizó a 110 °C durante menos de 45 minutos. Se eliminó el vacío y se dejó que la pila disminuyera su temperatura a aproximadamente 85 °C durante un período menor de 30 minutos. Este calentamiento pos-vacío permitió relajar los bordes del panel de vidrio para que sean paralelos.

35 Otra realización, que opcionalmente se puede combinar con la primera, es utilizar el reborde de compensación del material mencionado anteriormente. Esto se ilustra esquemáticamente en la FIG. 10B. Debido a que la presión en los bordes es algo mayor que en las partes internas de los paneles de vidrio, durante el proceso de laminación, las partes del borde de las capas internas generalmente se comprimen más. Al comenzar, como se ilustra en la parte izquierda de 10B con un reborde de compensación de material 35 que es algo más grueso D que el espesor d de la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida 10, una compresión más alta finalmente puede terminar con un espesor del borde después de la laminación que es uniforme, como se ilustra en la parte derecha de la FIG. 10B. Cabe señalar que las diferencias de espesor son extremadamente exageradas en la figura, para ilustrar el principio. Generalmente, esto requiere algunos experimentos de prueba y error para alcanzar el espesor óptimo del reborde de compensación del material 35.

Otra realización, para mitigar la deformación del borde, se basa en la eliminación del exceso de fuerza de presión. Para

este fin, se puede proporcionar una estructura rígida alrededor de los bordes de la pila durante la laminación por calor. Esto se ilustra esquemáticamente en 10C. Se proporciona un marco 64 sobre el borde 52 de la pila 1. El marco 64 tiene una primera porción de plano 61 y una segunda porción de plano 62 dispuestas paralelas entre sí a una distancia  $s$ , que excede ligeramente el espesor total de la pila 1. La primera porción de plano 61 y la segunda porción de plano 62 están dispuestas paralelas a un plano principal de la pila 1 en cada lado sobre el borde 51 de la pila 1. Esto asegura que el marco 64 se pueda montar fácilmente sin dañar la pila. Por lo tanto, típicamente, cuando se monta, hay un pequeño espacio 63 entre al menos una de las porciones planas y la pila 1. El recinto de vacío 50 se proporciona alrededor de la pila y el marco 64. Las porciones planas se fijan mecánicamente entre sí, de modo que la distancia  $s$  no cambiará considerablemente cuando se aplica un vacío. Posiblemente, se pueden proporcionar algunas porciones anti-arañazos entre las porciones planas y la pila 1, provistas ya sea en las superficies internas de las porciones planas 61, 62 o como una parte separada. Cuando se aplica vacío al ensamblaje, el recinto de vacío 50 aplicará las fuerzas  $F$  en las esquinas del marco 64. Sin embargo, estas fuerzas no alcanzan los bordes de la pila 1. Preferentemente, la longitud  $L$ , por la cual las porciones planas 61, 62 del marco 64 cubren la pila, es mayor que la distancia 1 entre el borde de la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10 y el borde principal 51 de la pila. En otras palabras, el marco 64 cubre al menos una parte de la pila que tiene la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida 10 en el medio. Un tamaño típico de la superposición puede ser del orden de 1 cm. El resultado, que se muestra en la parte derecha de la figura, es un borde no distorsionado de la pila 1.

En las realizaciones anteriores, EVA y PVB se usaron como películas de intercapa. También es posible en realizaciones alternativas usar poliuretano y/o SENTRYGLAS®, un material termoformado de DuPont, como películas de intercapa. Actualmente se cree que los materiales preferidos son etileno acetato de vinilo, polivinil butiral o poliuretano

También es posible utilizar diferentes materiales como películas de intercapa contra los dos paneles de vidrio diferentes. En una aplicación, donde se asume que la radiación UV es alta en las ventanas de un edificio, la película de intercapa que se debe proporcionar en el lado exterior del producto laminado se puede seleccionar por ser una película de intercapa absorbente de UV o reflectante de UV. Esto puede proteger las capas electrocrómicas y la película interna de la intercapa contra el daño UV. Debido a que tales películas son típicamente más costosas que otros tipos de películas de intercapa, la película de intercapa que se desea proporcionar en el lado interior del producto laminado se puede seleccionar de manera diferente. Se han probado dos ejemplos particulares, uno en el que se usó una película de intercapa cortada PVB Super UV de Trosifol como película para exteriores y otra donde se usó una película de PVB de control solar de Sekisui como película para exteriores.

En ciertas realizaciones, el proceso de laminación se realiza con una etapa adicional. En lugar de usar solo las películas de intercapa para proporcionar adhesión entre la estructura basada en polímero de capa de capa electro electrocrómica sólida y los paneles de vidrio, las películas de intercapa también se pueden usar también dentro de la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida y los paneles de vidrios, también se pueden usar películas de intercapas dentro de la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida.

La FIG. 11A ilustra esquemáticamente en una vista transversal una realización de un dispositivo electrocrómico laminado 2. Cabe señalar que los espesores de las diferentes capas no están dibujados en la misma escala. En este dispositivo electrocrómico laminado 2, las películas de intercapa 31, 32 son como se describieron anteriormente en cada lado de la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10 entre dos paneles de vidrio 21, 22. En esta realización, sin embargo, la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida 10 comprende una semicelda superior 12 y una semicelda inferior 11, entre las cuales se proporciona una capa de electrolitos 13. En realizaciones preferidas, las semiceldas 11, 12 comprenden una lámina polimérica cubierta con una capa conductora de electrones y una capa electrocrómica sólida o capa de contraelectrodo sólida, respectivamente. En la presente realización, la capa de electrolitos 13 es una película de intercapa conductora de iones 14. En esta realización particular, la capa de electrolitos 13 comprende una película de intercapa PVB iónica 15.

Una ventaja de este tipo de configuración es que las semiceldas 11, 12 se pueden proporcionar como láminas o rollos grandes, que se pueden cortar en piezas apropiadas para la aplicación del panel de vidrio y disponer en una pila 1, con una película de intercapa conductora de iones 14 en el medio. Esto tiene la ventaja de que se puede realizar en la mayoría de los equipos estándar de laminación de vidrio, por ejemplo, mediante empresas de la industria tradicional de laminación de vidrio. La acción electrolítica de la película de intercapa 14 puede estar algo menos optimizada que otros tipos de capas de electrolitos. Sin embargo, en muchas aplicaciones, la acción electrolítica de la película de intercapa 14 es al menos suficiente. La facilidad de producción en consecuencia puede reducir significativamente los costos totales de producción.

En muchas aplicaciones, el material electrocrómico sólido y el material del contraelectrodo prefieren un pH en el ambiente que sea ácido o básico para funcionar de manera óptima. En un caso típico, por ejemplo, el uso de óxido de tungsteno como capa electrocrómica y óxido de níquel como capa de contraelectrodo, el óxido de tungsteno funciona muy bien en contacto con electrolitos ácidos, mientras que el óxido de níquel funciona muy bien en contacto con electrolitos básicos. En una realización adicional, ilustrada esquemáticamente en la FIG. 11B, se proporcionan dos películas de intercapa 14A y 14B entre las semiceldas 11, 12. Cabe señalar que los espesores de las diferentes capas no están dibujados en la misma escala. La semicelda superior 12 en esta realización es una semicelda que comprende óxido de tungsteno 16 como material electrocrómico. Se proporciona una película de intercapa ligeramente ácida 14A contra la superficie del



óxido de tungsteno 16. La semicelda inferior 11 en esta realización es una semicelda que comprende óxido de níquel 17 como material de contraelectrodo. Se proporciona una película de intercapa ligeramente básica 14B contra la superficie del óxido de níquel 17. De esta manera, se puede optimizar el rendimiento de los óxidos, lo que hace posible utilizar el potencial pleno de ambos materiales de óxido.

5 En la interfaz entre las películas de intercapa 14A y 14B, probablemente habrá algunas reacciones de neutralización menor. Sin embargo, debido a que las reacciones no alterarán las propiedades electrocrómicas de las semiceldas y probablemente solo influyan marginalmente en las propiedades electrofíticas, se mejorará el rendimiento total del dispositivo electrocrómico. Las mejoras adicionales pueden comprender la inclusión de una tercera película de intercapa neutra entre la película de intercapa básica 14A y la película de intercapa ácida 14B, que funciona como una barrera  
10 adicional.

Una realización del procedimiento de fabricación a de tales dispositivos electrocrómicos con una película de intercapa conductora de iones como capa de electrodo, ilustrada como un diagrama de flujo en la FIG. 12, sigue las líneas principales, por ejemplo, de acuerdo con las FIGS. 1 y 2. Sin embargo, la etapa 230 comprende la etapa parcial 231 de colocar al menos una película de intercapa conductora de iones 14 entre la primera capa electrocrómica y la capa de  
15 contraelectrodo, como una capa de electrolitos.

En realizaciones adicionales, también el contacto se puede realizar como parte del proceso de laminación. El contacto se ha realizado previamente mediante la unión de electrodos a las capas conductoras de electrones, típicamente mediante la soldadura de los electrodos en las áreas desnudas de las capas conductoras de electrones. Estas áreas desnudas, libres de material electrocrómico, material de contraelectrodo o electrolito, se proporcionan directamente en el proceso de  
20 provisión de la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida o se crean posteriormente en la estructura final. En muchas aplicaciones, es difícil saber exactamente dónde se colocarán estas áreas desnudas, lo que vuelve problemático la estrategia de proporcionarlas al mismo tiempo que la estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida. Los procesos de creación de superficies desnudas de las capas conductoras de electrones después también tienen grandes dificultades, ya que las capas activas en el medio de la estructura a base de polímero  
25 en capas de la capa electrocrómica sólida son muy finas. La remoción del material electrocrómico, material de contraelectrodo o electrolito sin dañar las capas conductoras de electrones es una tarea delicada, que requiere un manejo muy cuidadoso.

En ciertas realizaciones, se aplica una nueva estrategia de provisión de contactos, integrada en el proceso de laminación. La FIG. 13A ilustra esquemáticamente, en una vista transversal, una pila 1 lista para el proceso de laminación. Como  
30 antes, la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida 10 se proporciona entre dos paneles de vidrio 21, 22 con las películas de intercapa 31, 32 provista entre ellas. Cabe señalar que los espesores de las diferentes capas no se dibujan en la misma escala. La estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida 10 comprende una primera semicelda 11 y una segunda semicelda 12 conectadas por una capa de electrolitos 18. En algunas áreas, ilustradas, por ejemplo, por la superficie desnuda 41 en la porción ampliada de la FIG. 13A, las medias celdas y/o la capa de electrolitos no se cubren completamente entre sí. En la porción ampliada de la FIG. 13A, por ejemplo, se puede  
35 ver que la primera semicelda 11 sobresale lateralmente fuera de la capa de electrolito 18 y la segunda semicelda 12. La superficie de la primera semicelda 11 expone típicamente una capa electrocrómica sólida. La superficie desnuda 41 también puede estar dispuesta de manera que exponga directamente una capa conductora de electrones, sin embargo, esto típicamente requiere etapas de fabricación adicionales cuidadosas.

40 Un primer electrodo 40A se proporciona y se ubica contra la capa conductora de electrones o la primera capa electrocrómica sólida de la superficie desnuda 41 de la primera semicelda 11. Asimismo, se proporciona un segundo electrodo 40B y se ubica contra la segunda capa conductora de electrones o la capa de contraelectrodo de una superficie desnuda de la segunda semicelda 12. En una realización preferida, los electrodos 40A, 40B se proporcionan contra la primera capa electrocrómica sólida y la capa de contraelectrodo, respectivamente, de este modo se evitan los procesos  
45 de proporcionar una superficie de la capa conductora de electrones desnuda. En una realización adicional, el primer electrodo 40A tiene una superficie rugosa. La superficie rugosa del primer electrodo 40A se ubica contra la primera capa electrocrómica sólida de la primera semicelda 11. Análogamente, el segundo electrodo 40B también tiene una superficie rugosa y esta superficie rugosa del segundo electrodo 40B se ubica contra la capa de contraelectrodo de la segunda semicelda 12. Las superficies rugosas se ilustran en la FIG. 13A como una superficie dentada

50 La vista en sección transversal a lo largo de la línea A - A en la FIG. 13A se representa en la FIG. 13B. Aquí se puede ver que el primer electrodo 40A está provisto en un borde de la pila 1 y el segundo electrodo 40B está provisto en el borde opuesto de la pila 1, sin embargo, en otro plano lateral.

Durante el tratamiento de laminación, las películas de intercapa 31, 32, 35 se funden parcialmente o al menos se deforman y se aplica una presión a través de la pila 1. Esto hace que los electrodos penetren en las superficies desnudas, contra  
55 las cuales originalmente estaban soportados. Al mismo tiempo, el material de las películas de intercapa tiende a rellenar los espacios alrededor de los electrodos. La FIG. 13C ilustra una situación idealizada después del procedimiento de laminación. El electrodo 40A aquí penetra en la superficie de la primera semicelda 11 y los volúmenes alrededor del electrodo 40A están rellenos de material. Debido a la penetración del electrodo 40A en la superficie de la primera semicelda 11, se establece un contacto eléctrico entre ellos. Además, el relleno de material al mismo tiempo actúa para

prohibir que se retire el electrodo 40A, es decir, proporciona una fijación mecánica. Cabe señalar que esta ilustración es una situación fuertemente idealizada.

En la FIG. 14A, se ilustra la situación de una superficie de electrodo rugosa idealizada antes de la laminación. La superficie de un sustrato polimérico 42 de la primera semicelda 11 está cubierta con una capa conductora de electrones 43 y una capa electrocrómica sólida 44. Después de la laminación, como se ilustra en la FIG. 14B, el electrodo 40 ha penetrado en la superficie de la primera semicelda 11. El material de la capa conductora de electrones 43 y una capa electrocrómica sólida 44 es mecánicamente afectado. Al mismo tiempo, se establece un contacto eléctrico entre el electrodo 40 y la parte de la capa conductora de electrones 43 que todavía está intacta. Las ilustraciones están extremadamente idealizadas. Por ejemplo, en un caso real, también la superficie del electrodo 40 sufrirá cambios mecánicos de forma. En una realización preferida, para establecer de manera segura el contacto eléctrico, las superficies rugosas del primer y segundo electrodo, respectivamente, tienen una rugosidad de la superficie que es al menos 10 veces mayor que el espesor de la primera capa electrocrómica sólida y la capa de contraelectrodo, respectivamente. Incluso más preferentemente, la rugosidad de la superficie es 100 veces mayor. La rugosidad de la superficie se define en la presente como una diferencia de profundidad entre una porción de superficie más alta y más baja.

En una realización, donde se usa una película de intercapa 14 como capa de electrolito, la provisión de contactos se puede realizar como se ilustra esquemáticamente en la FIG. 15. Debido a que la estructura 10 a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida se proporciona en la presente como dos semiceldas separadas 11, 12 y la película de intercapa 14 se coloca entre ellas en relación con la laminación, los electrodos 40 se pueden proporcionar entre las semiceldas 11, 12. Las semiceldas 11, 12 por lo tanto, no se deben conformar con respecto a las posiciones deseadas de los electrodos 40. Solo se adapta el tamaño de la película de intercapa 14. Sin embargo, para no arriesgarse a un cortocircuito entre las capas conductoras de electrones en las semiceldas 11, 12, los electrodos 40 están provistos preferentemente de una cubierta aislante eléctricamente 45 en el lado opuesto a la superficie rugosa del electrodo.

La FIG. 16 ilustra una realización alternativa a la realización de la FIG. 15. Aquí, la película de intercapa 14 se usa para prohibir un contacto directo entre el electrodo 40 y la semicelda opuesta. La ilustración pretende ilustrar la situación antes de la laminación. Durante la laminación, la película 14 de intercapa se deformará y llenará la mayoría de las cavidades alrededor del electrodo.

La FIG. 17 es un diagrama de flujo de las etapas de una realización de un procedimiento de laminación que incorpora el contacto. La realización se asemeja a la realización de la FIG. 1. Sin embargo, como etapas parciales de la etapa 240 de la ubicación de la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida entre los paneles de vidrio, se presentan dos etapas adicionales 241 y 242. En la etapa 241, un primer electrodo se proporciona y ubica contra una primera capa conductora de electrones o primera capa electrocrómica sólida de una primera semicelda. En la etapa 242, un segundo electrodo se proporciona y ubica contra una segunda capa conductora de electrones o capa de contraelectrodo sólida de una segunda semicelda.

Los principios de fabricación anteriores también se pueden usar para producir dispositivos electrocrómicos laminados con más de una estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida. En una realización de un procedimiento para producir un dispositivo de doble capa electrocrómica, la etapa de posicionamiento 240 (FIG. 1) comprende además el posicionamiento de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida adicional entre los paneles de vidrio. Esto se hace mediante la ubicación de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida adicional por encima de una de las películas de intercapa y la adición de una película de intercapa entre la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida adicional y el panel de vidrio. En otras palabras, una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida se une a la primera, dentro de los paneles de vidrio. Esto proporciona una pila total que comprende más de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida.

Una realización de tal dispositivo electrocrómico laminado en consecuencia comprende una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida adicional y un tercer panel de vidrio. La estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida adicional se lamina entre el segundo panel de vidrio y el tercer panel de vidrio, con una respectiva película de intercapa entre cada lado de la estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida adicional y el segundo panel de vidrio y el tercer panel de vidrio, respectivamente.

Como cualquier experto en la materia se da cuenta, se pueden lograr más de dos capas electrocrómicas en un mismo dispositivo de manera análoga mediante la adición de más estructuras a base de polímeros en capas de capa electrocrómica sólidas adicionales y paneles de vidrio antes de la laminación.

Las realizaciones descritas anteriormente se deben entender como unos pocos ejemplos ilustrativos de la presente invención. Los expertos en la materia entenderán que se pueden realizar diversas modificaciones, combinaciones y cambios en las realizaciones sin apartarse del alcance de la presente invención. En particular, se pueden combinar diferentes soluciones parciales en las diferentes realizaciones en otras configuraciones, cuando sea técnicamente posible. Sin embargo, el alcance de la presente invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para la fabricación de dispositivos electrocrómicos laminados, que comprende las etapas de:  
proporcionar (210) una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida,  
5 ubicar (240) dicha estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida entre un primer panel de vidrio y un segundo panel de vidrio, con una respectiva película de intercapa entre cada lado de dicha estructura a base de polímero en capas de capa electrocrómica sólida y dicho primer panel de vidrio y dicho segundo panel de vidrio, respectivamente, formando una pila;  
exponer (250) dicha pila a una temperatura de laminación preferentemente es como máximo 120 °C, durante un período de tiempo de laminación en caliente; y  
10 enfriar (252) dicha pila a al menos presión atmosférica después de dicho período de tiempo de laminación en caliente;  
caracterizado porque dicha etapa de provisión de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida comprende las etapas de parte de:  
proporcionar (212) una primera lámina de sustrato de polímero;  
15 cubrir (214), al menos parcialmente, un lado de dicha primera lámina de sustrato de polímero con una primera capa conductora de electrones;  
depositar (216) una primera capa electrocrómica sólida para al menos cubrir al menos parcialmente dicha primera capa conductora de electrones;  
proporcionar (222) una segunda lámina de sustrato de polímero;  
20 cubrir (224), al menos parcialmente, un lado de dicha segunda lámina de sustrato de polímero con una segunda capa conductora de electrones;  
depositar (226) una capa de contraelectrodo sólida para al menos parcialmente cubrir dicha segunda capa conductora de electrones; y  
proporcionar (230) una capa de electrolitos entre, y al menos parcialmente cubrir, dicha primera capa electrónica y dicha capa de contraelectrodo;  
25 y en que dicha capa de electrolitos es una película de intercapa conductora de iones.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha capa de electrolitos es una película de intercapa conductora de iones a base de polivinil butiral.
3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque dicha etapa de provisión (210) de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida comprende las etapas parciales adicionales de:  
30 Proporcionar (241) un primer electrodo y ubicar dicho primer electrodo contra al menos una de dicha primera capa conductora de electrones y dicha primera capa electrocrómica sólida; y  
Proporcionar (242) un segundo electrodo y ubicar dicho segundo electrodo contra al menos uno de dicha segunda capa conductora de electrones y dicha capa de contraelectrodo.
4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque dicho primer electrodo se ubica contra dicha primera capa electrocrómica sólida y dicho segundo electrodo se ubica contra dicha capa de contraelectrodo, dicho primer electrodo tiene una superficie rugosa y ya que dicha superficie rugosa de dicho primer electrodo se ubica contra dicha primera capa electrocrómica sólida y dicho segundo electrodo tiene una superficie rugosa y que dicha superficie rugosa de dicho segundo electrodo se ubica contra dicha capa de contraelectrodo.
5. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque dicha respectiva película de intercapa entre cada lado de dicha estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida y dicho primer panel de vidrio y dicho segundo panel de vidrio, respectivamente, se basa en al menos un material seleccionado de la lista de etileno acetato de vinilo, polivinil butiral, SENTRYGLAS® y poliuretano, y dicha etapa de exposición de dicha pila a una temperatura de laminación se realiza a una presión reducida, preferentemente por debajo de 600 mbar, más preferentemente por debajo de 100 mbar y más preferentemente por debajo de 20 mbar.
- 45 6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque dicha etapa de provisión (210) de dicha estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida comprende la provisión de un material que comprende el borde entre dicho primer panel de vidrio y dicho segundo panel de vidrio, que abarca dicha estructura a

base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida, en el que un espesor de dicho material 35 que comprende el borde es más espeso que un espesor de dicha estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida.

5 7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque la etapa adicional de provisión de una primera porción de plano y una segunda porción de plano paralela a un plano principal de dicha pila en cada lado sobre el borde de dicha pila antes de dicha etapa de exposición (250) de dicha pila a una temperatura de laminación, dicha primera porción de plano y dicha segunda porción de plano está fijada mecánicamente entre sí

8. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque dicha película de intercapa se basa en polivinil butiral, y dicha etapa de exposición de dicha pila a una temperatura de laminación se realiza a una presión aumentada, preferentemente por encima de 8 bar, más preferentemente por encima de 10 bar.

10 9. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque dicha etapa de ubicación (240) además comprende la ubicación de una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida adicional sobre una de las películas de intercapa y otra película de intercapa entre dicha estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida adicional y dicho segundo panel de vidrio o dicho tercer panel de vidrio, respectivamente, a través de cual dicha pila comprende más de una estructura a base de polímero en capas de  
15 capa electrocrómica sólida.

10. Un dispositivo electrocrómico laminado, que comprende:

una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida (10); un primer panel de vidrio (21); a segundo panel de vidrio (22);

20 en el que dicha estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida (10) está laminada entre dicho primer panel de vidrio (21) y dicho segundo panel de vidrio (22), con una respectiva película de intercapa (31, 32) entre cada lado de dicha estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida (10) y dicho primer panel de vidrio (21) y dicho segundo panel de vidrio (22), respectivamente, caracterizado porque dicha estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida (10) comprende:

una primera lámina de sustrato de polímero (42);

25 una primera capa conductora de electrones (43) al menos parcialmente que cubre un lado de dicha primera lámina de sustrato de polímero (42);

una primera capa electrocrómica sólida (44) depositada para que al menos cubra parcialmente dicha primera capa conductora de electrones (43);

una segunda lámina de sustrato de polímero;

30 una segunda capa conductora de electrones al menos parcialmente que cubre un lado de dicha segunda lámina de sustrato de polímero;

una capa de contraelectrodo sólida depositada para que al menos parcialmente cubra dicha segunda capa conductora de electrones; y

35 una capa de electrolitos (18, 13) proporcionada entre, y al menos que parcialmente cubre, dicha primera capa electrocrómica (43) y dicha capa de contraelectrodo;

y porque dicha capa de electrolitos (13) es una película de intercapa conductora de iones (15).

11. El dispositivo electrocrómico laminado de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque dicha capa de electrolitos (13) es una película de intercapa conductora de iones (15) basada en polivinil butiral.

40 12. El dispositivo electrocrómico laminado de acuerdo con la reivindicación 10 o 11, caracterizado por un primer electrodo (40A) ubicado contra dicha primera capa electrocrómica sólida (44) y un segundo electrodo (40B) ubicado contra dicha capa de contraelectrodo, dicho primer electrodo (40A) tiene una superficie rugosa y porque dicha superficie rugosa de dicho primer electrodo se ubica contra dicha primera capa electrocrómica sólida (44) y dicho segundo electrodo (40B) tiene una superficie rugosa y en que dicha superficie rugosa de dicho segundo electrodo se ubica contra dicha capa de contraelectrodo.

45 13. El dispositivo electrocrómico laminado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque además comprende una estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida adicional y un tercer panel de vidrio, en el que dicha estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida adicional que está laminada entre dicho segundo panel de vidrio (22) y dicho tercer panel de vidrio, con una respectiva película de intercapa entre cada lado de dicha estructura a base de polímero en capas de la capa electrocrómica sólida adicional y  
50 dicho segundo panel de vidrio (22) y dicho tercer panel de vidrio, respectivamente.

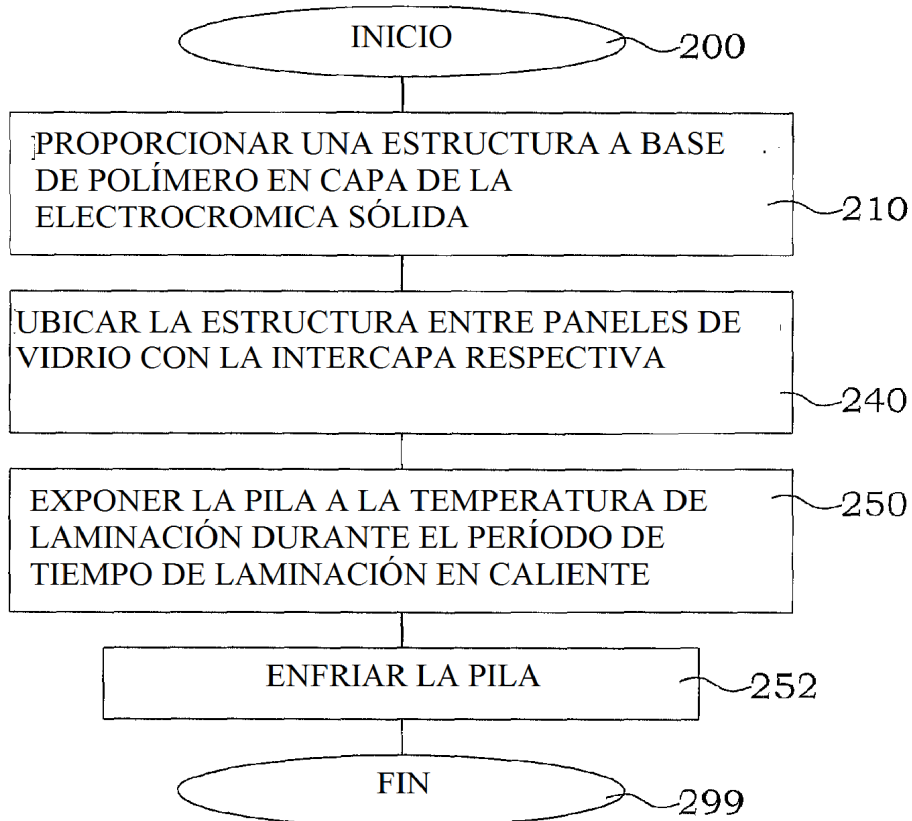


Fig. 1

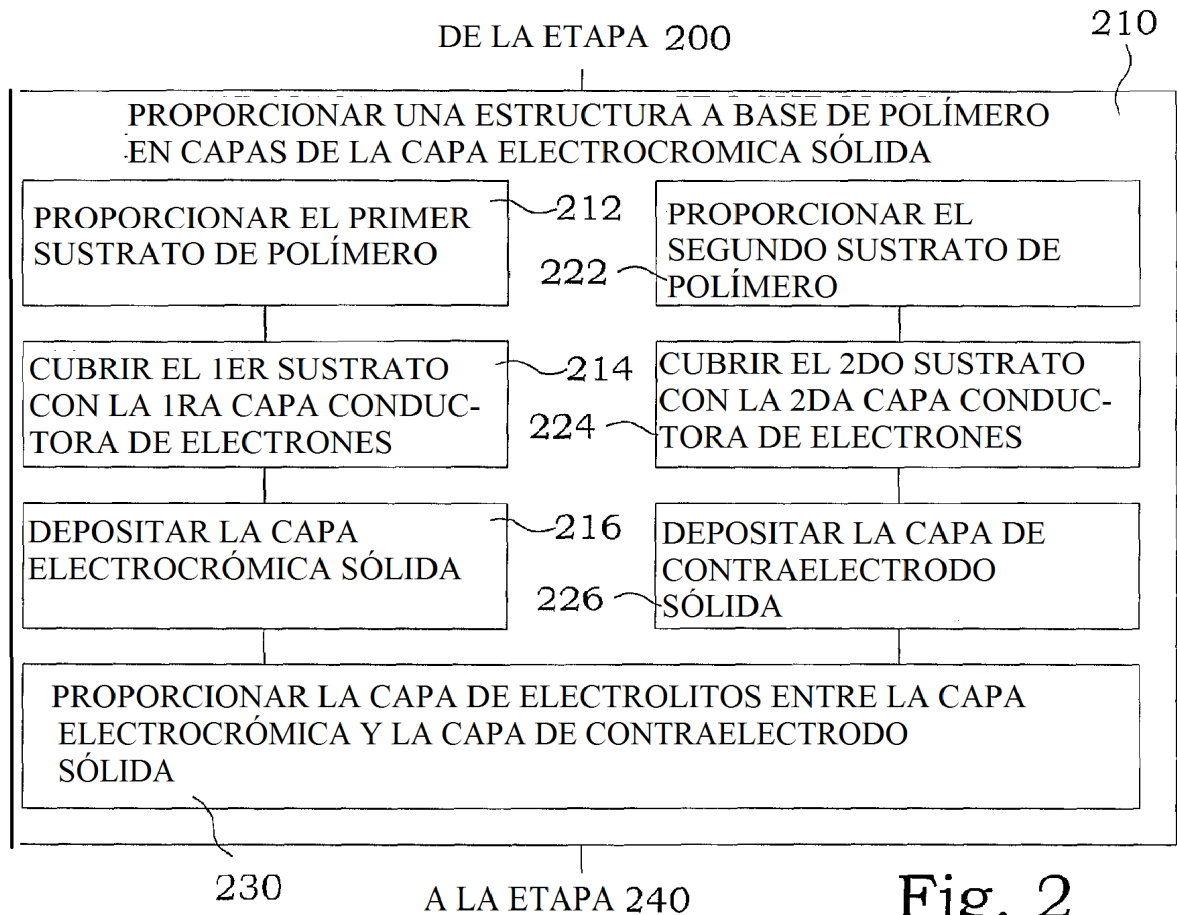


Fig. 2

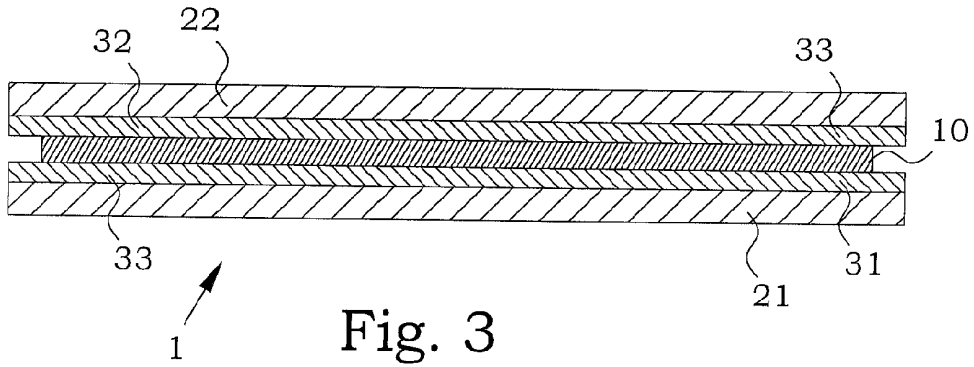


Fig. 3

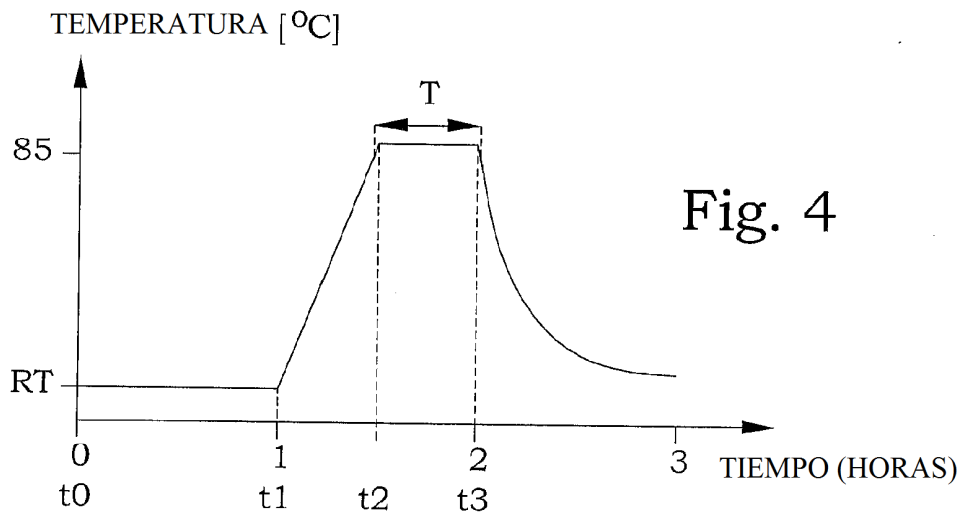


Fig. 4

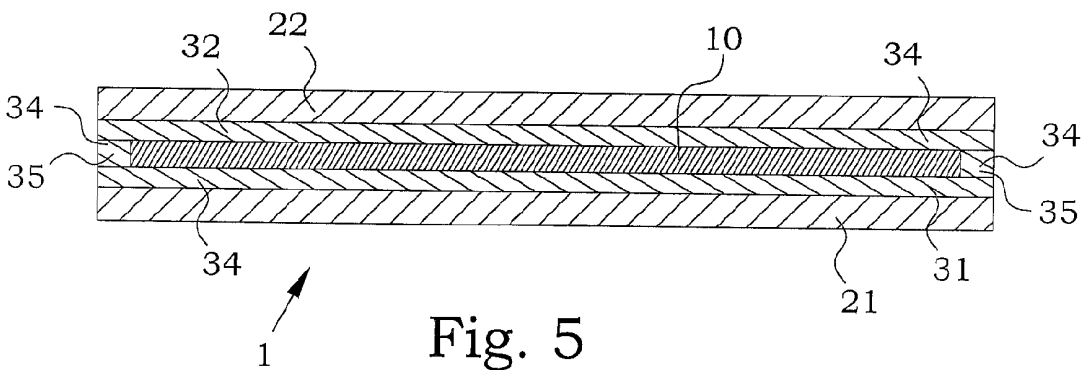


Fig. 5

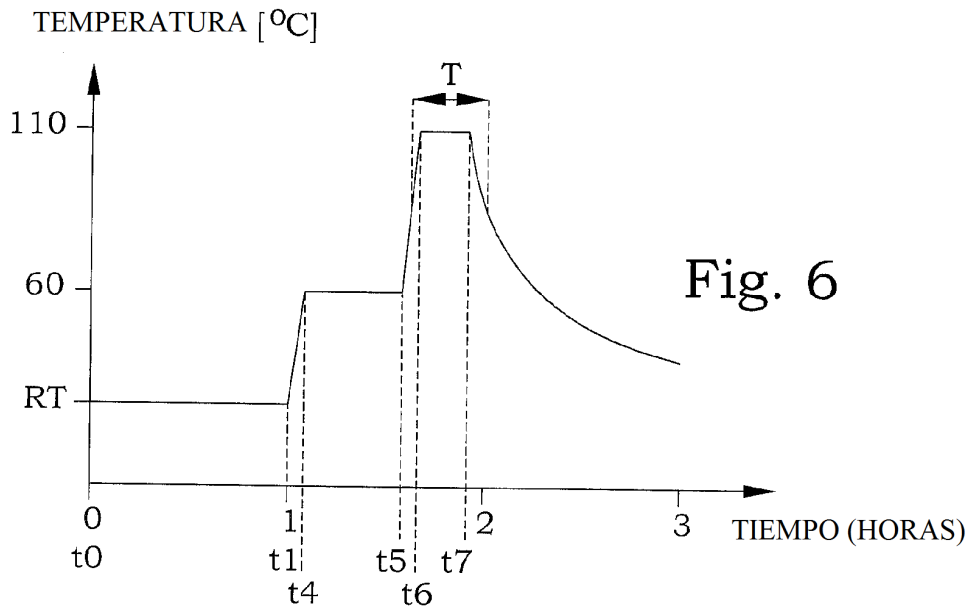


Fig. 6

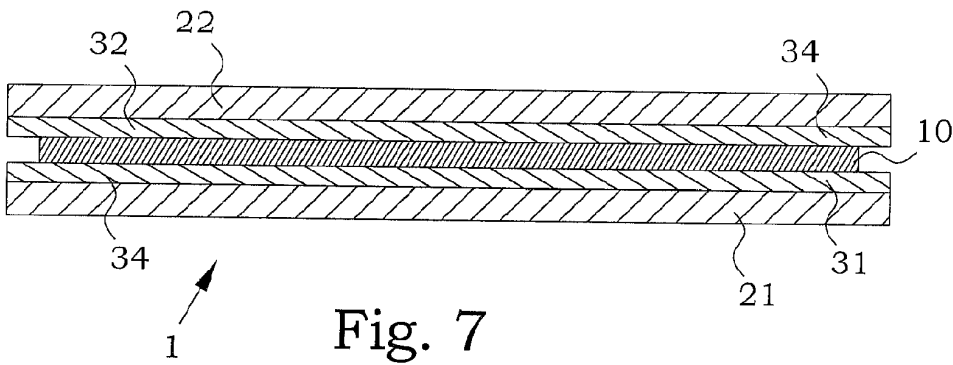


Fig. 7

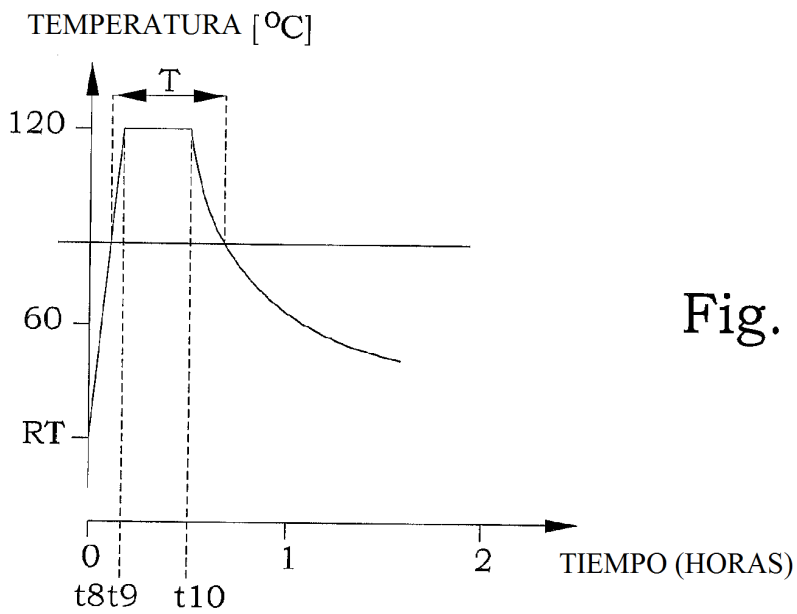
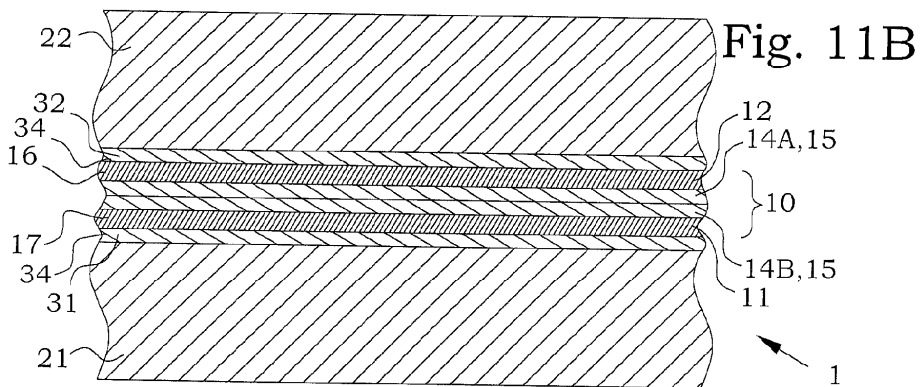
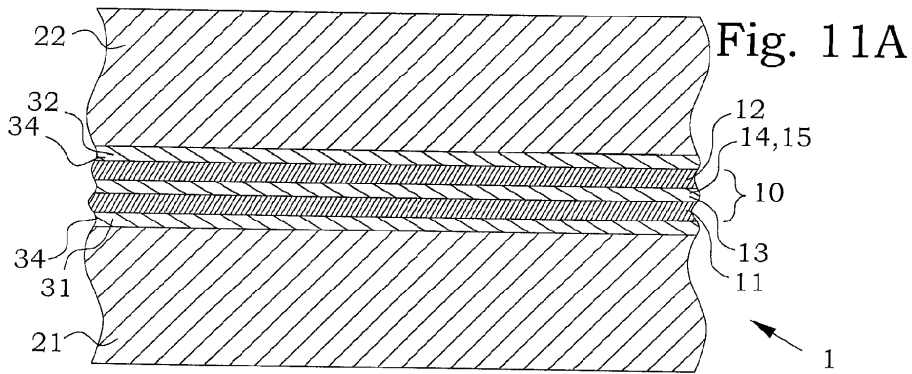
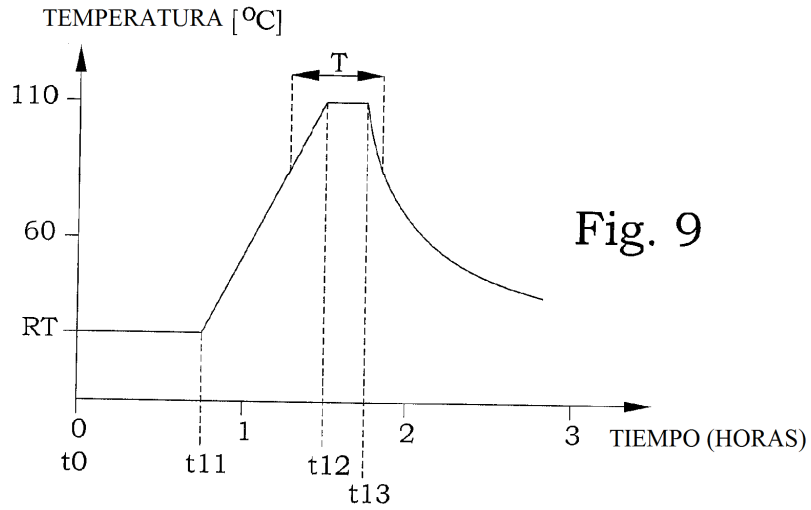
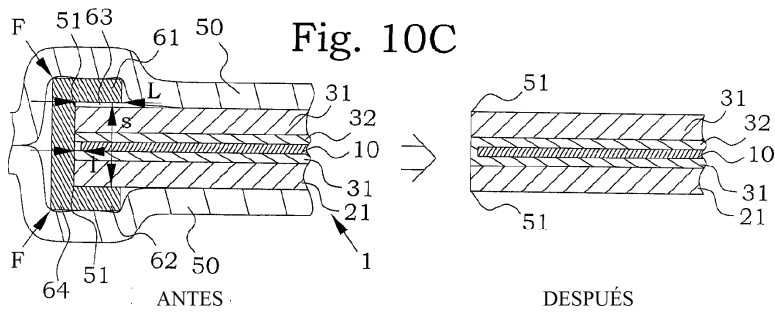
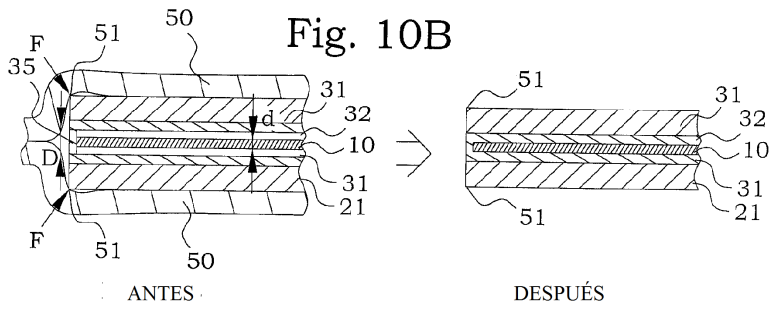
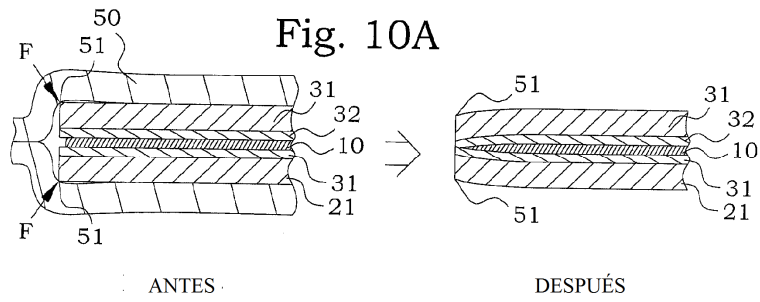


Fig. 8







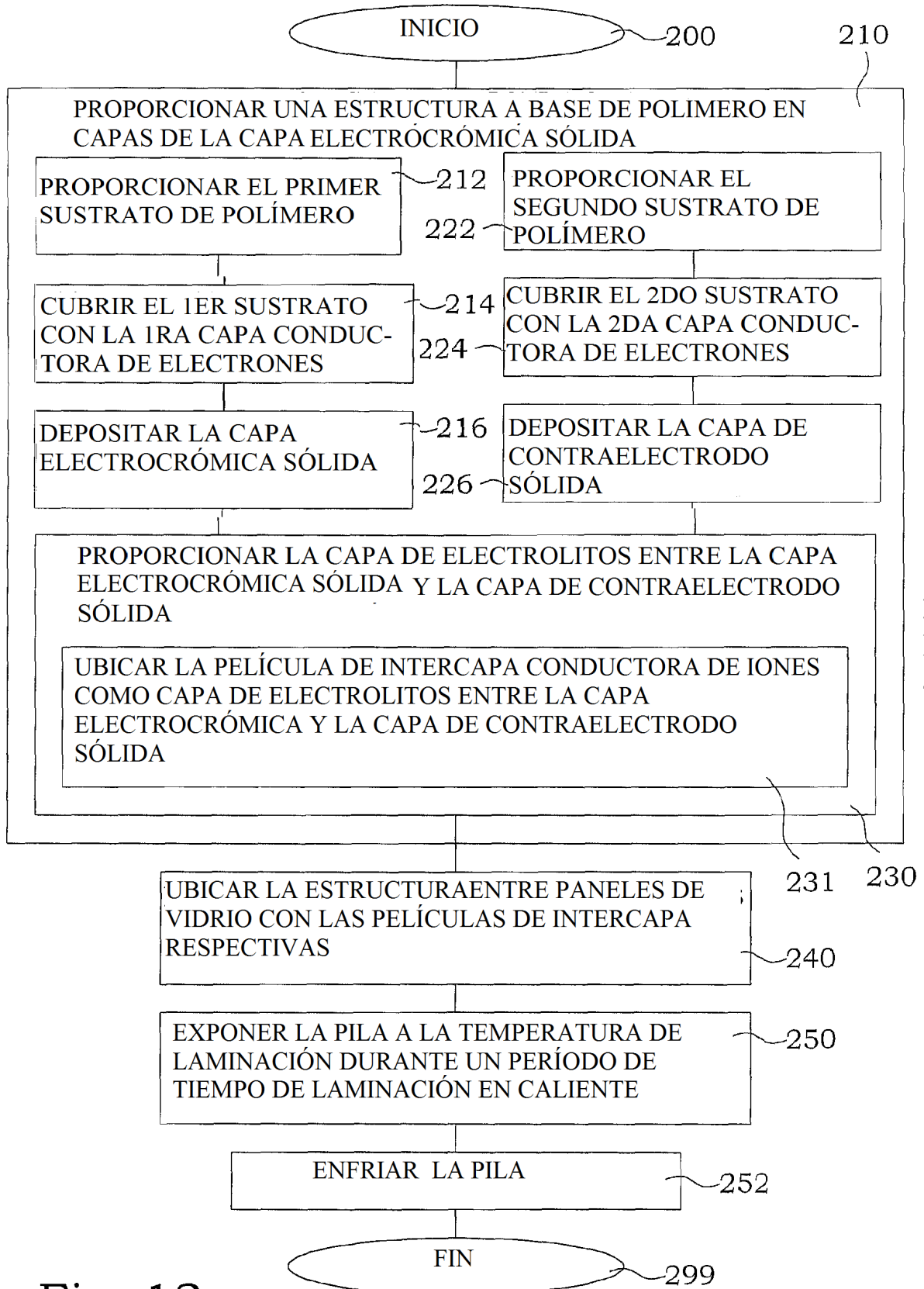


Fig. 12

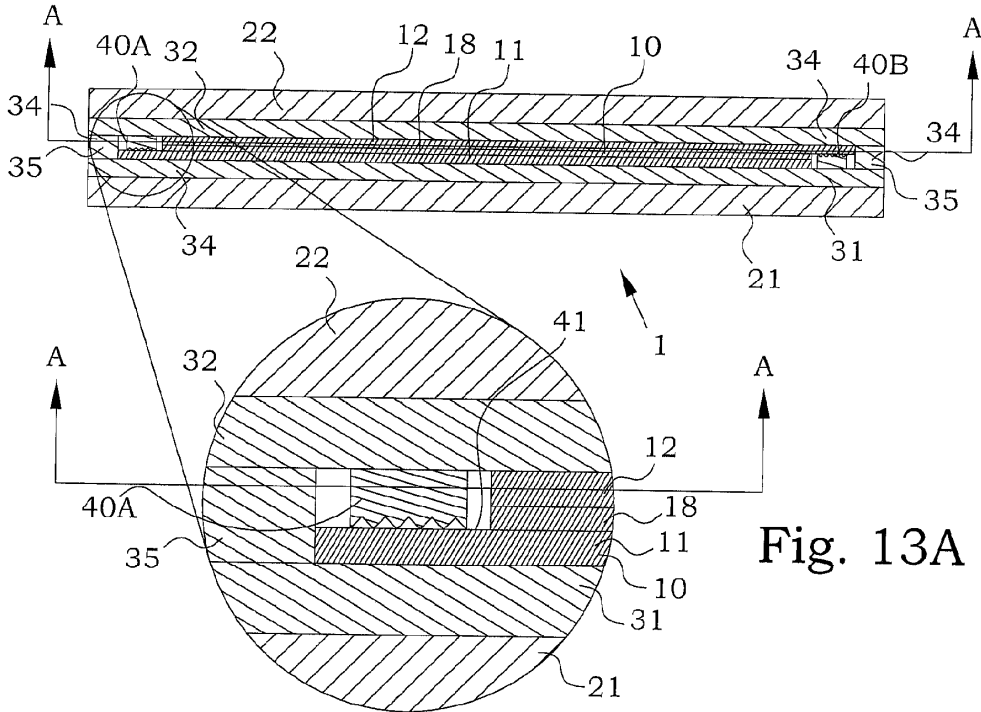


Fig. 13A

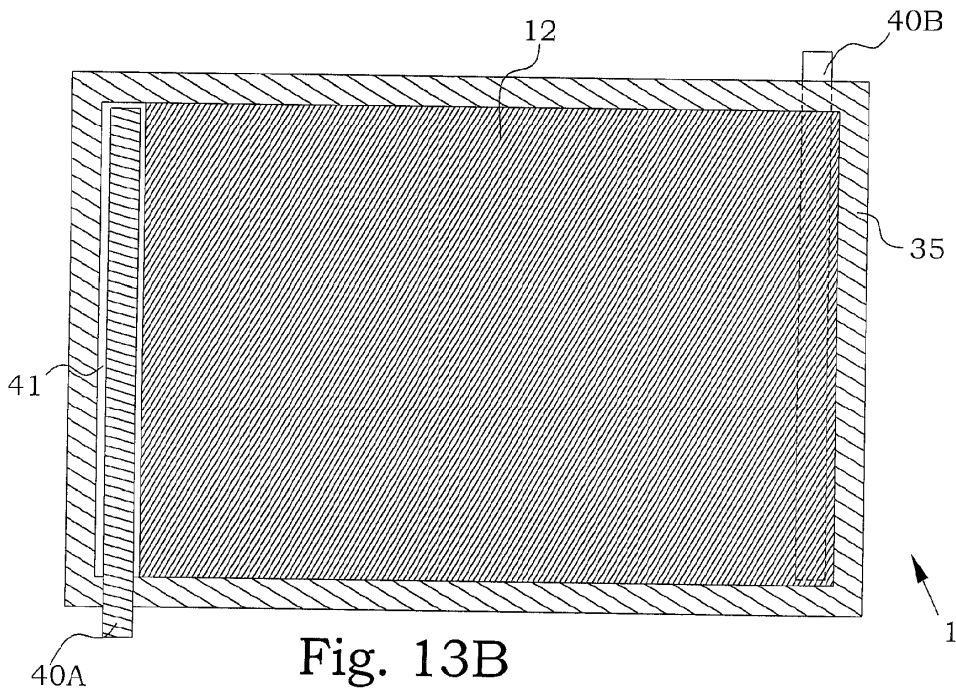
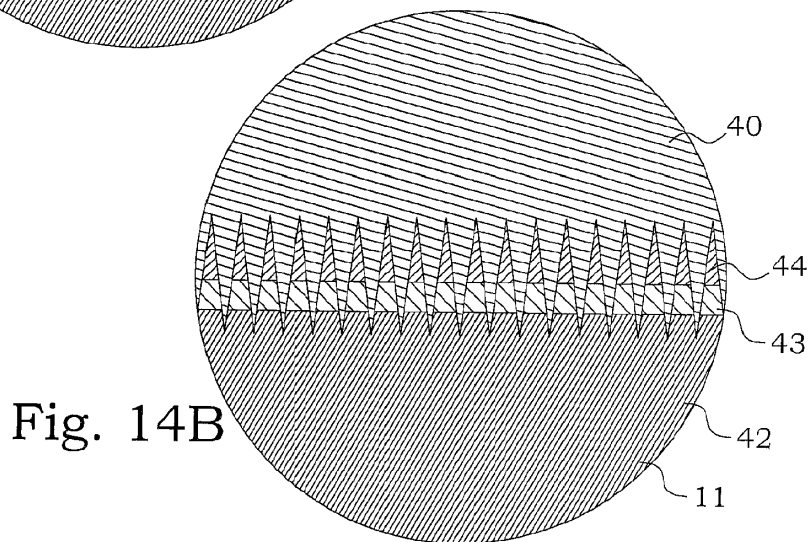
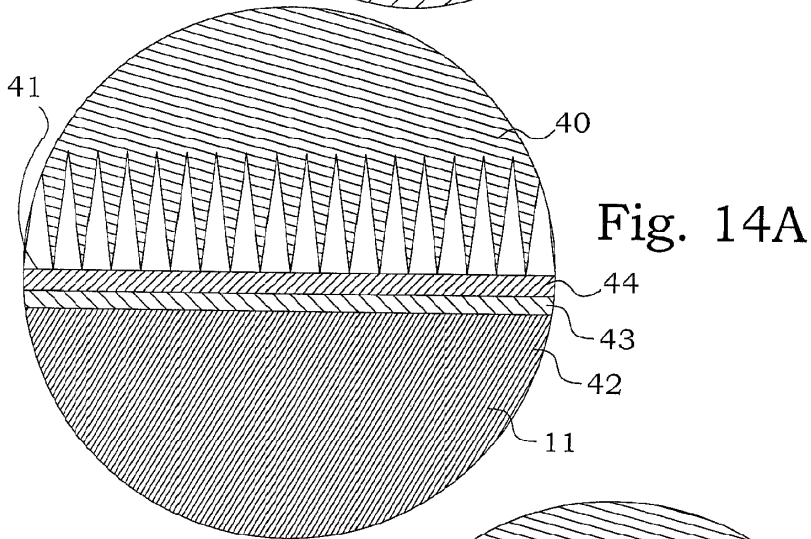
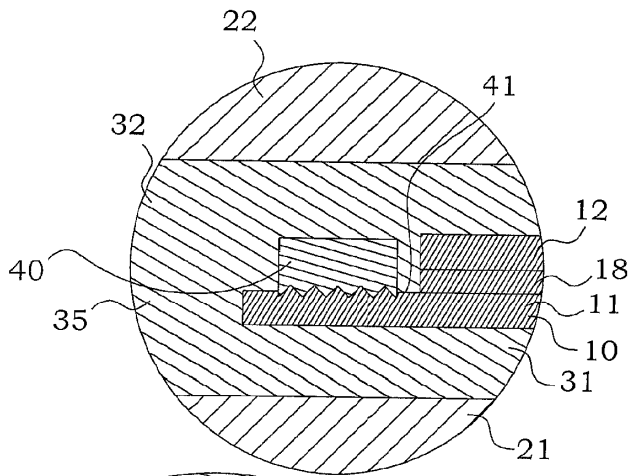


Fig. 13B



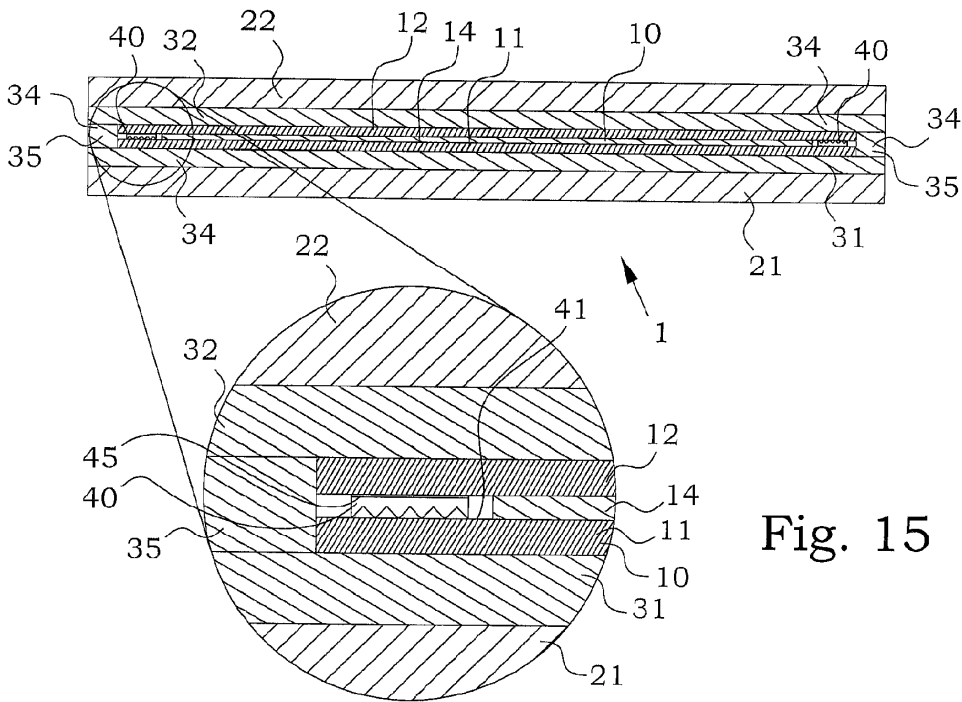


Fig. 15

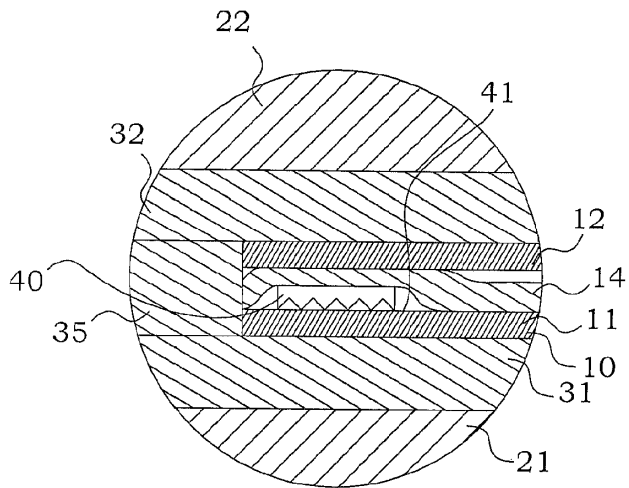


Fig. 16

Fig. 17

