

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 595**

51 Int. Cl.:

G02F 1/167 (2009.01)

G02F 1/16761 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2022 PCT/EP2022/056315**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.09.2022 WO22189617**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2022 E 22713651 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2024 EP 4288833**

54 Título: **Acrilamiento dinámico que comprende un sustrato con electrodos de malla entrelazados**

30 Prioridad:

12.03.2021 NL 2027746

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

02.01.2025

73 Titular/es:

**ELSTAR DYNAMICS PATENTS B.V. (100.00%)
Duinzoom 5
3235 CD Rockanje, NL**

72 Inventor/es:

**MASSARD, ROMARIC MATHIEU;
MITIOGLU, ANATOLIE;
THOMAS, DAVID RICHARD y
SLACK, ANTHONY JOHN**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 993 595 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

Acristalamiento dinámico que comprende un sustrato con electrodos de malla entrelazados

5

CAMPO

La materia que se divulga en este documento se refiere a acristalamiento dinámico, un modulador de luz, un sustrato, un procedimiento de fabricación de un sustrato, un procedimiento de fabricación de un modulador de luz, un procedimiento de acristalamiento dinámico, un medio legible por ordenador.

10

ANTECEDENTES

Solicitud de patente de EEUU 11/041579, " Optically active glazing ", cuyo número de publicación es US20050185104 A1, divulga un acristalamiento ópticamente activo conocido que se basa en el efecto dielectroforético.

15

El sistema conocido comprende dos placas paralelas, hechas de un material dieléctrico transparente tal como vidrio o un material plástico. El volumen interno definido entre las placas se subdivide en una pluralidad de pequeños volúmenes independientes o celdas individuales que se llenan con un líquido dieléctrico. El líquido contiene una suspensión de partículas de un material dieléctrico. Las caras enfrentadas de las dos placas presentan electrodos enfrentados entre sí. Los electrodos están conectados a una fuente de alimentación eléctrica asociada a un medio de control.

20

Los electrodos de cada placa están formados por unas crestas intercaladas de dos en dos. Los electrodos de dos crestas intercaladas son capaces de recibir voltajes eléctricos de polaridades idénticas u opuestas. Con un voltaje adecuado en los electrodos, las partículas se pueden concentrar en distintos puntos entre los electrodos para dar al sistema un aspecto transparente u opaco.

25

Existen varios inconvenientes asociados al sistema conocido. Por ejemplo, es deseable que el campo eléctrico a través de los sustratos sea homogéneo. Otro inconveniente del sistema conocido es que, en la configuración opaca, se desea un aspecto uniforme del acristalamiento. Este aspecto también puede afectar a la seguridad. Por ejemplo, si el acristalamiento está configurado a medio camino entre opaco y transparente, la falta de uniformidad puede confundir o distraer. Otro inconveniente es que cuando el acristalamiento pasa de una configuración opaca a una transparente, se desea que la transición se produzca a una velocidad uniforme en todo el acristalamiento.

30

35

Además, también la vida útil prevista del dispositivo conocido es limitada. Tras repetidos ciclos de cambio de transparencia, un electrodo se puede romper. Si esto ocurre, parte del dispositivo conocido dejará de funcionar. Un problema de la rotura de líneas de electrodos es que también se puede producir durante la fabricación. Una rotura en las largas y estrechas líneas empleadas en el acristalamiento dinámico convencional repercute en el rendimiento de la fabricación.

40

Se hace referencia a la solicitud de patente de EEUU 2020/249538 con el título "OPTICAL MODULATOR" y al siguiente resumen:

45

La presente divulgación está en el campo de un dispositivo electroforético para conmutar entre un modo transparente y no transparente, que comprende un fluido y partículas, electrodos para mover dichas partículas, y que comprende varios elementos adicionales, así como usos del mismo, en particular como oscurecimiento de ventana.

50

Se hace referencia a la solicitud de patente de EEUU 2020/066924 A1 con el título "OPEN ELECTRODES FOR IN-PLANE FIELD GENERATION" y al siguiente resumen:

55

Una película de electrodos incluye un primer patrón de electrodos que tiene un primer conjunto de electrodos conductores paralelos y un segundo patrón de electrodos que tiene un segundo conjunto de electrodos conductores paralelos dispuestos sobre una superficie de una película transparente. Los electrodos conductores en el primer y segundo patrones de electrodos son patrones de malla conductores que incluyen un patrón de zonas abiertas y están dispuestos según un patrón entrelazado. El primer y segundo patrones de electrodos están configurados para su conexión a respectivas fuentes de energía eléctrica que suministran respectivas formas de onda para generar un patrón de campo eléctrico variable en el tiempo por encima de una superficie de la película de electrodos.

60

RESUMEN

Sería ventajoso disponer de un acristalamiento dinámico mejorado que aborde estos y otros problemas. La presente invención proporciona un sustrato para uso en un modulador de luz electroforético según se define en la reivindicación 1. El acristalamiento dinámico se proporciona comprendiendo el modulador de luz que comprende un primer sustrato y un segundo sustrato según se define en la reivindicación 1 cuyo segundo sustrato comprende al menos dos electrodos de malla. Los electrodos de malla sobre el sustrato están entrelazados, que también se denomina interdigitados, de modo que se puede crear un campo eléctrico entre los electrodos de malla sobre el sustrato aplicando un potencial eléctrico o corriente eléctrica a los

65

electrodos de malla. En un patrón entrelazado, una línea principal se encuentra directamente entre otras dos líneas principales de un electrodo o electrodos de malla diferentes (o si se encuentra en el borde, junto a una única línea principal de un electrodo de malla diferente). Estos campos eléctricos se utilizan para controlar el movimiento electroforético de las partículas cargadas entre los sustratos por el movimiento electroforético. Esto, a su vez, hace que cambien las propiedades ópticas del acristalamiento dinámico. Algunos ejemplos de propiedades ópticas que pueden modificarse de este modo, con una elección adecuada de partículas, conducción y similares son: transparencia, translucidez, reflexividad, entre otras.

En la presente invención, los múltiples electrodos de malla entrelazados se cruzan en una pluralidad de puntos de cruce. En el punto de cruce, dos líneas principales del mismo electrodo de malla se conectan a través de una línea de interconexión, por ejemplo, un puente de conexión, por ejemplo, para igualar el potencial en los electrodos de malla, incluso a través de una gran superficie del sustrato. El puente de conexión puede estar aislado de los otros electrodos de malla.

El acristalamiento dinámico según una forma de realización mejora el rendimiento y la vida útil a causa del posible desvío o reconducción en un electrodo de malla. Por ejemplo, una línea de corte en un electrodo puede ser causada por un defecto en la producción. Si la corriente y/o el potencial son redireccionados alrededor del corte, el defecto no causará un defecto, con lo que se mejora el rendimiento. Por ejemplo, una línea de corte en un electrodo puede estar causada por una degradación electroquímica durante el uso del producto. El desvío o reconducción alrededor de este corte evita la sustitución del producto, lo que mejora su vida útil.

Las interconexiones permiten que el punto en el que los electrodos de malla del sustrato se conectan a un controlador se encuentre más cerca entre sí. Como resultado, un electrodo de malla tiene un potencial más homogéneo a través del electrodo de malla. Esto permite un mejor control de la diferencia de potencial entre dos puntos opuestos en dos electrodos de malla opuestos. Como resultado, se reducen las líneas de campo no deseadas. Por ejemplo, al abrir el acristalamiento dinámico (también denominado accionamiento vertical), los electrodos de malla en el mismo sustrato pueden ser controlados al mismo potencial; el uso de electrodos de malla hace que el potencial de los electrodos de malla se encuentre más próximo entre sí a través del sustrato. De este modo se mejora la transición de un estado cerrado a un estado abierto. La mayor homogeneidad del potencial también disminuye los procesos electroquímicos no deseados a causa de diferencias de potencial no deseadas entre dos electrodos.

El uso de electrodos de malla entrelazados hace que el modulador de luz sea localmente más homogéneo en potencial. Los electrodos de malla entrelazados también mejoran la homogeneidad a gran escala; esto mejora aún más si el material del electrodo es altamente conductor.

Los electrodos de malla se cruzan en el sustrato en múltiples puntos de cruce. En dichos puntos de cruce existe la posibilidad de que fluya corriente de un electrodo de malla a otro. Es deseable controlar dichos flujos de corriente. Por ejemplo, se puede disponer un dieléctrico entre los dos electrodos de malla para bloquear totalmente dicho flujo de corriente. En una forma de realización, no siempre se bloquea la corriente, sino que se puede permitir cuando se cumple un criterio predeterminado. Por ejemplo, la corriente se puede controlar para que fluya sólo si la diferencia de potencial entre los dos electrodos de malla se encuentra por encima un umbral. Por ejemplo, un componente de control de corriente se puede obtener mediante deposición de semiconductores y/o patrones en el punto o puntos de cruce. Por ejemplo, se puede instalar un diodo, tal como un diodo Zenner, en un punto de cruce entre los dos electrodos de malla. El diodo Zenner puede comprender dos uniones opuestas; alternatively, algunos espaciadores pueden comprender una unión Zenner con una orientación diferente.

Cuando los sustratos se utilizan en un modulador de luz, a menudo se desea mantener los dos sustratos a una distancia constante entre sí. Dicha distancia constante se puede conseguir disponiendo múltiples espaciadores entre los dos sustratos. De manera ventajosa, se puede instalar un espaciador en un punto de cruce, por ejemplo, por encima o por debajo de una interconexión en el punto de cruce. Esto reduce el impacto óptico de los espaciadores. Un espaciador puede comprender un material aislante eléctricamente. Un espaciador puede comprender un material semiconductor. Los espaciadores son preferiblemente transparentes.

Puede haber espaciadores adicionales que no estén dispuestos en un punto de cruce. Dichos espaciadores pueden ser aislantes y ayudar a mantener los sustratos en un modulador de luz a una distancia fija. De manera ventajosa, un espaciador adicional, en particular que no se encuentra en un punto de cruce, puede ser conductor, y estar configurado para conectar un electrodo de malla a un punto de conexión en el sustrato opuesto. También es preferible que dicho espaciador sea transparente.

El material espaciador es por lo general un dieléctrico para bloquear el flujo de corriente de un sustrato a otro. Sin embargo, el espaciador puede estar configurado para permitir la corriente si se cumple alguna condición predeterminada, por ejemplo, si una diferencia de potencial entre un electrodo de malla en un sustrato y un electrodo de malla en otro sustrato se encuentra por encima de un umbral.

5 Un sustrato según una forma de realización se puede utilizar en un modulador de luz, también conocido como modulador óptico. El acristalamiento dinámico es una aplicación importante de los moduladores de luz. Un sustrato transparente o reflectante para aplicaciones como estas, por ejemplo, acristalamiento dinámico, puede tener dos electrodos de malla que tienen cada uno múltiples líneas principales. Las líneas principales están dispuestas en el sustrato de forma alterna, de modo que se puede establecer un campo eléctrico entre líneas subsiguientes o adyacentes proporcionando una diferencia de potencial a los electrodos.

10 Por ejemplo, dos de estos sustratos se pueden disponer opuestos entre sí, de modo que las partículas cargadas suspendidas en un fluido entre los sustratos puedan moverse aplicando voltajes a los electrodos. Por lo general, los diseños de electrodos para los sustratos inferior y superior son idénticos, pero esto no es necesario. Del mismo modo, los dos diseños suelen estar alineados entre sí, pero esto tampoco es necesario. Las partículas pueden absorber o reflejar la luz. La reflexión puede ser especular o difusiva, o intermedia. Las partículas pueden emitir luz, por ejemplo, fosforescencia o fluorescencia.

20 Un modulador de luz proporciona un panel cuya transparencia o reflectividad, etc., se puede modificar. En una forma de realización, se puede modificar el color o la intensidad del color, etc. Un modulador de luz puede ser utilizado como cubierta, por ejemplo, una cubierta de un contenedor, por ejemplo, un cerrado, armario, y similares. Una aplicación especialmente ventajosa es el acristalamiento dinámico. Los acristalamientos dinámicos también se denominan ventanas inteligentes o acristalamientos activos ópticamente.

25 En una forma de realización, un controlador está configurado para aplicar un potencial eléctrico a los electrodos en los sustratos de un modulador de luz para obtener un campo eléctrico entre los electrodos. El campo electro magnético proporciona un movimiento electroforético de las partículas hacia o desde un electrodo. A medida que las partículas cambian de posición, cambian las propiedades ópticas del panel, por ejemplo, su transparencia o reflectividad. Si las partículas son de color, también puede cambiar el color del panel. Cambiando los pares de electrodos entre los que se establece un campo, las partículas se pueden mover en la dirección deseada. Los inventores descubrieron que el control de un modulador de luz no tiene por qué limitarse únicamente a cambiar entre qué electrodos se aplica o no un campo, sino que también puede comprender el cambio de la amplitud máxima. Téngase en cuenta que, de manera ventajosa, se utiliza corriente alterna. Por ejemplo, controlando con una amplitud máxima más baja se cambia la velocidad de cambio en el modulador de luz. Esto es ventajoso, por ejemplo, cuando se controla hacia una transparencia o reflectividad deseada, se puede reducir la amplitud máxima para evitar un rebasamiento. La amplitud máxima se puede aumentar también o como alternativa cuando se inicia el control hacia una transparencia o reflectividad deseada. Por ejemplo, el controlador puede estar configurado para obtener uno de entre múltiples niveles de transparencia o reflectividad en el modulador de luz utilizando una corriente alterna de una de entre múltiples amplitudes máximas. La relación puede ser indicada por un algoritmo, etc. La relación entre niveles de transparencia o reflectividad y amplitudes máximas puede ser controlada por una tabla de consulta, por ejemplo, indicando una secuencia de amplitudes máximas para controlar hacia una transparencia o reflectividad. Téngase en cuenta que también es posible un voltaje alterno. El controlador puede estar configurado para actuar de interfaz entre los electrodos de malla y una fuente de alimentación.

45 El controlador se puede implementar como un único dispositivo integrado, por ejemplo, un microchip, pero también puede estar distribuido en múltiples sub controladores. Los múltiples sub controladores pueden, por ejemplo, controlar diferentes partes del dispositivo. Por ejemplo, puede haber un sub controlador asignado a cada sustrato. Los controladores pueden estar integrados en el sustrato, por ejemplo, en un espaciador, en la capa óptica, en el sustrato fuera de la capa óptica, etc., pero también pueden ser externos al modulador de luz. Los múltiples controladores se pueden comunicar de forma inalámbrica o por cable. El controlador puede comprender uno o más microchips que implementen la funcionalidad de controlador.

55 Otro aspecto de la invención es un edificio que comprende un modulador de luz según una forma de realización para proporcionar un acristalamiento dinámico. El modulador de luz puede, por ejemplo, modular las propiedades ópticas de una ventana. Otro aspecto de la invención es un coche que comprende un modulador de luz según una forma de realización. Por ejemplo, el coche y/o el edificio pueden comprender el modulador de luz y un controlador configurado para controlar la transparencia o la reflectividad del modulador de luz mediante el control del voltaje en los electrodos del modulador de luz, estando el controlador conectado eléctricamente o siendo conectable eléctricamente al modulador de luz.

60 Otro aspecto de la invención es un modulador de luz que se podría aplicar en otras aplicaciones distintas del acristalamiento dinámico. La presente invención proporciona un sustrato para uso en un modulador de luz.

65 La presente invención también proporciona un procedimiento de fabricación de un sustrato para uso en un modulador de luz electroforético, por ejemplo, para acristalamiento dinámico, según se define en la

reivindicación 18. De manera interesante, el sustrato se puede fabricar primero con una forma por defecto, por ejemplo, una forma rectangular, después de lo cual el sustrato es cortado con una forma deseada, por ejemplo, no rectangular. Un electrodo de malla mantiene su interconectividad aunque haya sido cortado con una forma. El corte también se puede realizar después de que los sustratos fabricados, por ejemplo, con sus formas por defecto, se hayan ensamblado en o para formar un modulador de luz, incluida una capa óptica. En ese caso, se puede aplicar un sellado a los bordes del modulador de luz cortado.

La fabricación de un sustrato con múltiples electrodos de malla entrelazados se puede realizar de diversas maneras. Algunas de las mismas tienen ventajas adicionales, por ejemplo, tener todas las líneas principales en el mismo plano, tener todas las líneas principales configuradas para un contacto fluídico, por ejemplo, expuestas en una superficie del sustrato, evitar el uso de vías, etc.

El acristalamiento dinámico es un dispositivo electrónico que puede ser controlado por una fuente de energía, por ejemplo, bajo el control de un controlador. Por ejemplo, el controlador puede ordenar a la fuente de energía que aplique una forma de onda particular a electrodos particulares para lograr diversos efectos de transparencia o reflectividad o la ausencia de los mismos. El controlador puede incluir un microprocesador.

Una forma de realización del procedimiento se puede implementar en un ordenador como procedimiento implementado por ordenador, o en hardware dedicado, o en una combinación de ambos. Un código ejecutable para una forma de realización del procedimiento se puede almacenar en un producto de programa informático. Ejemplos de productos de programas informáticos incluyen dispositivos de memoria, dispositivos de almacenamiento óptico, circuitos integrados, servidores, software en línea, etc. Preferiblemente, el producto de programa informático comprende código de programa no transitorio almacenado en un medio legible por ordenador para realizar una forma de realización del procedimiento cuando dicho producto de programa es ejecutado en un ordenador.

En una forma de realización, el programa informático comprende código de programa informático adaptado para realizar todas o parte de las etapas de una forma de realización del procedimiento cuando el programa informático es ejecutado en un ordenador. Preferiblemente, el programa informático es o está incorporado en un medio legible por ordenador.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Otros detalles, aspectos y formas de realización se describirán, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los dibujos. Los elementos de las figuras se ilustran por motivos de simplicidad y claridad y no se han dibujado necesariamente a escala. En las figuras, los elementos que corresponden a elementos ya descritos pueden tener los mismos números de referencia. En los dibujos,

La figura 1 muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

La figura 2a muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

La figura 2b muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

La figura 2c muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un punto de cruce,

La figura 3 muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

La figura 4 muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

Las figuras 5a – 5e muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de fabricación de un sustrato,

Las figuras 6a – 6g muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de fabricación de un sustrato,

Las figuras 7a – 7c muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de fabricación de un sustrato,

La figura 8a muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un punto de cruce,

La figura 8b muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un punto de cruce,

Las figuras 8c – 8e muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de fabricación de un punto de cruce,

La figura 9a muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un electrodo,

La figura 9b muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un electrodo,

La figura 9c muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

Las figuras 9d – 9h muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de fabricación de un sustrato,

Las figuras 10a – 10b muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

Las figuras 10c – 10d muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de recorte de un sustrato,

La figura 11a muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

La figura 11b muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

La figura 11c muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

La figura 11d muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

La figura 11e muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,

- La figura 11f muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato,
 La figura 12a muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un modulador de luz,
 La figura 12b muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un modulador de luz,
 La figura 12c muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un coche,
 Las figuras 13a – 13c muestran de forma esquemática una forma de realización de un modulador de luz,
 La figura 14a muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un procedimiento de fabricación de un sustrato,
 La figura 14b muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización que construye un electrodo de malla a partir de líneas principales y líneas de interconexión,
 La figura 14c muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización que construye un modulador de luz a partir de sustratos,
 La figura 14d muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de acristalamiento dinámico operativo,
 La figura 15a muestra de forma esquemática un medio legible por ordenador que tiene una parte escribible que comprende un programa informático según una forma de realización,
 La figura 15b muestra de forma esquemática una representación de un sistema procesador según una forma de realización.

Lista de números de referencia

La siguiente lista de referencias y abreviaturas se proporciona para facilitar la interpretación de los dibujos y no se debe interpretar como limitativa de las reivindicaciones.

- | | |
|--------------|---|
| 10 | un modulador de luz |
| 11 | un primer sustrato |
| 12 | un segundo sustrato |
| 13, 13a, 13b | electrodos |
| 14, 14a, 14b | electrodos |
| 15 | un fluido |
| 16 | un controlador |
| 30 | partículas |
| 20 | un coche |
| 21 | un modulador de luz |
| 40 | un modulador de luz |
| 41 | un primer sustrato |
| 42 | un segundo sustrato |
| 43 | un tercer sustrato |
| 46 | un controlador |
| 40 | 100 un sustrato |
| | 101 una primera dirección |
| | 102 una segunda dirección |
| | 110 un primer electrodo de malla |
| | 120 un segundo electrodo de malla |
| 45 | 111 – 113 una línea principal |
| | 121 – 123 una línea principal |
| | 151 una interconexión |
| | 200 – 205 un sustrato |
| | 210 un primer electrodo de malla |
| 50 | 211 – 215 una línea principal |
| | 221 – 223 una línea de interconexión |
| | 230 un segundo electrodo de malla |
| | 231 – 235 una línea principal |
| | 231' una línea principal que pasa por debajo de |
| 55 | 241 – 243 una línea de interconexión |
| | 251 – 253 un punto de cruce |
| | 254 un componente de control de corriente |
| | 261 – 266 una línea principal |
| | 271 – 273 una línea de interconexión |
| 60 | 281 un primer electrodo de malla |
| | 282 un segundo electrodo de malla |
| | 283 un dieléctrico |
| | 284.1, 284.2 una vía |
| | 285.1, 285.2 una vía |
| 65 | 286 una línea de interconexión |
| | 287 una línea de corte |
| | 288 una distancia entre vías sucesivas |

	291 – 293	un electrodo de malla
	294	una distancia menor
	295	una distancia mayor
5	296	líneas de interconexión
	297	un grupo de vías
	301	un primer electrodo de malla
	302	un segundo electrodo de malla
	351	una línea de interconexión
10	352	un aislante
	400	un sustrato
	411	una conexión eléctrica
	412	una línea de corte
	421	un primer borde
	422	un segundo borde
15	431	un primer electrodo de malla
	432	un segundo electrodo de malla
	811	un segundo patrón conductor
	812	un primer patrón conductor
20	821 – 823	una línea principal
	831	una línea de interconexión
	842 – 844	una línea principal
	851	un dieléctrico
	852	una línea de interconexión
25	853	un espaciador
	901	un electrodo de malla
	902,903	una línea principal
	904	una línea de interconexión
	905, 906	un electrodo de malla
	907	un dieléctrico
30	1210	un primer electrodo de malla
	1211	un segundo electrodo de malla
	1212	un dieléctrico
	1213	lámina de conexión eléctrica
	1214	una línea de corte
35		
	1000, 1001	un medio legible por ordenador
	1010	una parte escribible
	1020	un programa informático
40	1110	circuito(s) integrado(s)
	1120	una unidad de procesamiento
	1122	una memoria
	1124	un circuito integrado dedicado
	1126	un elemento de comunicación
45	1130	una interconexión
	1140	un sistema procesador

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE FORMAS DE REALIZACIÓN

50 Si bien la materia que se divulga en este documento es susceptible de realización en muchas formas diferentes, se muestran en los dibujos y se describirán en detalle en este documento una o más formas de realización específicas, con el entendimiento de que la presente divulgación se debe considerar como ejemplo de los principios de la materia que se divulga en este documento y no pretende limitarla a las formas de realización específicas que se muestran y se describen.

55 A continuación, para facilitar la comprensión, los elementos de las formas de realización se describen en funcionamiento. Sin embargo, será evidente que los respectivos elementos están dispuestos para realizar las funciones que se describen como realizadas por los mismos. Además, la materia que se divulga en este documento no se limita a las formas de realización solamente, sino que también incluye cualquier otra combinación de características descritas en el presente documento o recitadas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí.

60

La figura 1 muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato 100. Hay al menos dos electrodos de malla dispuestos según un patrón a través de la superficie del sustrato 100. En la figura 1 se muestran dos electrodos en la misma superficie: un primer electrodo 110 y un segundo electrodo 120.

65

ES 2 993 595 T3

Los electrodos 110 y 120 que se muestran en la figura 1 son electrodos de malla. Las ramas de un electrodo de malla están interconectadas a través de múltiples interconexiones. Se muestra una de estas interconexiones: la interconexión 151.

- 5 El primer electrodo de malla 110 y el segundo electrodo de malla 120 comprenden cada uno múltiples líneas principales. Según se muestra en la figura 1, el primer electrodo de malla 110 comprende líneas principales 111, 112 y 113, y el segundo electrodo de malla 120 comprende líneas principales 121, 122 y 123. Por lo general, cada electrodo de malla comprenderá más de tres líneas. Las líneas principales se extienden por el sustrato. Los electrodos de malla están aislados eléctricamente o son aislables eléctricamente entre sí.
- 10 Las múltiples líneas principales del primer electrodo y segundo electrodo se disponen de forma alterna entre sí sobre el sustrato. Las líneas principales se extienden por el sustrato en una primera dirección 101. Vistas en una segunda dirección 102, las líneas principales se encuentran dispuestas de forma alterna de diferentes pluralidades, por ejemplo, de la primera y segunda pluralidad de líneas principales del primer electrodo y segundo electrodo de malla, respectivamente. La primera y segunda direcciones forman un ángulo entre sí; el ángulo puede ser sustancialmente perpendicular, pero esto no es necesario. La primera y segunda direcciones pueden ser paralelas a un lado del sustrato, pero esto no es necesario.

- 15 Los electrodos de malla intercalados según se muestra en la figura 1 son crestas que se intercalan entre sí de dos en dos (por pares). Cada electrodo de malla de esta figura tiene una línea de conexión que discurre, en este caso, a lo largo de la izquierda y la derecha del sustrato, sin cruzar las líneas principales. Se debe tener en cuenta que, teniendo interconexiones, dichas líneas de conexión no son necesarias, y de hecho es preferible evitarlas.

- 20 Los dos electrodos de malla están entrelazados; por ejemplo, cada uno de los electrodos de malla comprende múltiples líneas principales que se disponen de forma alterna en el sustrato. Dicha disposición alternada también se denomina entrelazada. Los electrodos de malla tienen una mayor conexión interna a través de las interconexiones. Por ejemplo, hay múltiples rutas eléctricas desde la mayoría o incluso sustancialmente todas las partes de las líneas principales a un conector eléctrico.

- 25 Podría haber más de dos electrodos en el mismo lado del sustrato, por ejemplo, para facilitar un control más fino. Por ejemplo, cuando se utilizan tres o más electrodos de malla en un único sustrato, se pueden colocar diferentes voltajes en los electrodos de malla que causan efectos en las partículas que no se pueden conseguir con dos electrodos de malla. Por ejemplo, se pueden utilizar múltiples electrodos para facilitar un sustrato segmentado, por ejemplo, para un modulador de luz segmentado. Por ejemplo, en un modulador de luz segmentado algunas zonas pueden tener propiedades ópticas diferentes, por ejemplo, una transparencia o reflectividad diferentes. A continuación se muestra una forma de realización con dos electrodos, pero se podrían añadir electrodos adicionales, por ejemplo, replicando estructuras similares una al lado de la otra.

- 30 Al menos parte del primer electrodo de malla 110 y del segundo electrodo de malla 120 se aplican a un mismo lado del sustrato. Por ejemplo, las líneas principales pueden estar en contacto fluido con un fluido en una capa óptica. En ese caso, las interconexiones tal como la interconexión 151 se pueden aplicar en una capa o plano diferente al de las líneas principales. Aunque esto no es necesario, en una disposición diferente, parte de las líneas principales pueden no estar en contacto fluido, por ejemplo, para aislar eléctricamente los electrodos de malla 120 y 110 de una manera diferente.

- 35 Los dos electrodos están dispuestos según un patrón a través del sustrato. También podría haber uno, dos o más electrodos en la otra superficie del sustrato 100, por ejemplo, para facilitar el apilamiento de tres o más sustratos. La aplicación de electrodos a un sustrato se puede realizar mediante fotolitografía, por ejemplo, utilizando una máscara que represente el patrón de electrodos. Los electrodos también se pueden aplicar incrustándolos en el sustrato.

- 40 Dos o más sustratos, tal como el sustrato 100, se pueden combinar en un modulador de luz. Una aplicación motivadora para un modulador de luz es el acristalamiento dinámico, también conocido como acristalamiento inteligente, por ejemplo, un modulador de luz, que se puede aplicar en viviendas domésticas, oficinas, invernaderos, coches y similares. Propiedades ópticas, tales como el nivel de transparencia o reflectividad del acristalamiento dinámico, pueden ser adaptadas eléctricamente. Por ejemplo, en un acristalamiento dinámico se pueden apilar dos sustratos, tal como el sustrato 100, de modo que los lados en los que se aplican los dos electrodos queden enfrentados. Entre los dos sustratos se incluye un fluido con partículas, lo que se conoce como capa óptica. Las partículas están cargadas o son cargables. Las propiedades ópticas que cambian pueden depender de varios factores, incluido el tipo de partículas. Por ejemplo, si las partículas absorben luz, se puede obtener entonces un cambio en la transparencia. Por ejemplo, si las partículas reflejan luz, se puede obtener un cambio en la reflexión.

- 45 Al generar un campo eléctrico entre diferentes electrodos de malla, por ejemplo, entre electrodos de malla en el mismo sustrato, o entre electrodos de malla en un sustrato opuesto, las partículas se pueden mover

ES 2 993 595 T3

hacia o desde uno de los múltiples electrodos de malla por movimiento electroforético, causando una modulación de las propiedades ópticas del modulador de luz.

5 Por ejemplo, se puede conmutar al estado no transparente o al estado no reflectante creando un voltaje alterno en al menos uno del primer sustrato y segundo sustrato, aplicando una corriente alterna entre al menos un primer electrodo de malla y un segundo electrodo de malla en el primer sustrato y/o entre un primer electrodo de malla y un segundo electrodo de malla en el segundo sustrato.

10 Por ejemplo, se puede conmutar al estado transparente o al estado reflectante creando un voltaje alterno entre el primer sustrato y el segundo sustrato, aplicando una corriente alterna entre un primer electrodo de malla en el primer sustrato y un primer electrodo de malla en el segundo sustrato, y/o entre un segundo electrodo de malla en el primer sustrato y un segundo electrodo de malla en el segundo sustrato.

15 Cuando los electrodos de malla se cruzan entre sí, hay un punto de cruce. La figura 1 muestra una interconexión 151, que tiene un punto de cruce con la línea principal 112. Por lo general, hay muchos puntos de cruce. Pueden estar distribuidos por el sustrato según un patrón regular. Pueden estar distribuidos por el sustrato según un patrón aleatorio.

20 En una forma de realización, las múltiples interconexiones discurren en una segunda dirección. En el ejemplo que se muestra, la interconexión 151 discurre en una segunda dirección 102 que es ortogonal a la primera dirección 101 en la que discurren las líneas principales. Un ángulo ortogonal, o sustancialmente ortogonal, es conveniente pero no necesario. Los ángulos entre las interconexiones y las líneas principales influyen en la difracción del modulador de luz. Por ejemplo, en una forma de realización, los ángulos son variados, por ejemplo, según un patrón o al azar, por el sustrato para reducir la difracción.

25 Un controlador puede estar conectado eléctricamente a los múltiples electrodos. El controlador puede controlar los campos eléctricos entre los electrodos. Por ejemplo, un controlador puede comprender un procesador y una memoria conectada. La memoria comprende instrucciones de procesador para su ejecución por parte del procesador. Las instrucciones de procesador hacen que el procesador controle los campos eléctricos. En una forma de realización, el controlador comprende un sub controlador para cada sustrato.

30 En la figura 1, las líneas principales están conectadas a una línea de conexión que conecta las líneas principales del electrodo de malla entre sí sin cruzar otro electrodo de malla sobre el sustrato – en la figura 1, una línea de conexión discurre a la izquierda para el electrodo 120 y a la derecha para el electrodo 110. De manera interesante, los electrodos de malla no necesitan dichas líneas de conexión. Si se eliminan las líneas de conexión de la figura 1, entonces se puede aplicar un voltaje o corriente a ambos electrodos de malla desde cualquier punto a lo largo del borde izquierdo y borde derecho del sustrato 1. Esto es ventajoso, por ejemplo, cuando se instala el sustrato 100, por ejemplo, en un modulador de luz, en particular un acristalamiento dinámico. Formas de realización de acristalamiento dinámico se comentan con más detalle en otra parte de este documento.

35 En una forma de realización, los electrodos, por ejemplo, dos o más electrodos son aplicados a una superficie de cada sustrato. También podría haber uno, dos o más electrodos en la otra superficie del sustrato 100, por ejemplo, para facilitar el apilamiento de tres o más sustratos.

40 Algunas formas de realización a continuación muestran ejemplos de modulación de un nivel de transparencia o reflectividad. Los moduladores de luz pueden estar adaptados para otros efectos ópticos. Por ejemplo, si se desea, se podrían modificar formas de realización para diferentes niveles de translucidez en lugar de para diferentes niveles de transparencia. Si se desea, se puede variar el tipo de partícula que se utiliza en una forma de realización, por ejemplo, a partículas que difieren en qué longitudes de onda absorben o reflejan, y cómo de especular o difusa es la reflexión. Por ejemplo, en una forma de realización, un modulador de luz puede modular diferentes niveles de reflexión. Las partículas también pueden emitir luz. El apilamiento de varias capas ópticas aumenta aún más las posibilidades.

45 Tener dos conjuntos de líneas principales alternas es suficiente para proporcionar un acristalamiento adaptable eléctricamente; a causa de la alternancia de dos conjuntos, se puede controlar el campo eléctrico en cualquier parte del sustrato ya que dos electrodos opuestos bordean la parte desde dos lados opuestos. En lugar de líneas rectas según se muestra en la figura 1, las líneas pueden ser variadas de diversas maneras. Por ejemplo, se puede variar la forma de una línea, por ejemplo, una línea principal o una línea de interconexión, por ejemplo, haciéndolas onduladas en lugar de rectas. Por ejemplo, se pueden añadir ramas cortas que se extienden desde una línea principal o de interconexión. Dichos adornos cambian la difracción de una pantalla y, en particular, la pueden reducir. Aunque estos adornos no se muestran en las figuras, se pueden añadir si se desea.

50 55 60 65 La figura 2a muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato 200. El sustrato 200 se puede utilizar en acristalamiento dinámico. Se aplican múltiples electrodos de malla al

sustrato 200: en la figura 2a se muestran dos electrodos de malla: el electrodo de malla 210 y el electrodo de malla 230. Los dos electrodos de malla se pueden utilizar para crear un campo eléctrico entre los electrodos de malla. Cuando se utiliza un fluido óptico, dicho campo eléctrico se puede utilizar para proporcionar un movimiento electroforético de partículas hacia o desde un electrodo. Dos electrodos de malla son suficientes para crear un modulador de luz, por ejemplo, un acristalamiento dinámico, sin embargo, cuando hay más de dos electrodos de malla es posible un mejor control del eléctrico.

En esta forma de realización, cada uno de los múltiples electrodos de malla comprende múltiples líneas principales que se extienden en una primera dirección. Por ejemplo, el electrodo de malla 210 comprende múltiples líneas principales: se muestran las líneas principales 211, 212, 213, 214 y 215. Por ejemplo, el electrodo de malla 230 comprende múltiples líneas principales: se muestran las líneas principales 231, 232, 233, 234 y 235.

La creación de líneas de electrodos largas y delgadas, tal como estas líneas principales, puede estar sujeta a defectos de producción. Si una línea principal está conectada al controlador a través de un único camino, entonces un corte en esa línea principal aislaría eléctricamente la línea principal después del corte. En el acristalamiento dinámico, esto se vería como una pérdida de zona controlable, por ejemplo, un fallo de línea. Por ejemplo, un fallo de línea se puede ver en un panel de escala de grises como una línea negra. Añadir interconexiones, por ejemplo, interconectar líneas alivia este problema.

En la forma de realización que se muestra, las líneas principales de los múltiples electrodos de malla, por ejemplo, los electrodos de malla 210 y 230, se extienden en una misma dirección, por ejemplo, en la primera dirección 101, por ejemplo, son paralelas. Las líneas principales se pueden utilizar para controlar las propiedades ópticas de un modulador de luz. Téngase en cuenta que las líneas principales de los múltiples electrodos de malla están dispuestas sobre el sustrato según un patrón alterno, es decir, intercaladas. Dicho patrón también se denomina entrelazado. Por ejemplo, las líneas principales de los electrodos de malla 210 y 230 están dispuestas por turnos (intercaladas); las dos pluralidades se turnan (intercalan) sobre el sustrato.

Las líneas principales de los electrodos de malla están conectadas entre sí a través de múltiples líneas de interconexión. Las múltiples líneas de interconexión conectan eléctricamente entre sí las líneas principales de un electrodo de malla. En particular, múltiples líneas principales del electrodo de malla están conectadas a otras líneas principales del electrodo de malla a través de múltiples líneas de interconexión.

Por ejemplo, las líneas principales del electrodo de malla 210 están conectadas a otras líneas principales del mismo electrodo de malla a través de múltiples líneas de interconexión: se muestran las líneas de interconexión 221, 222 y 223. Por ejemplo, las líneas principales 211 y 212 están conectadas a través de la línea de interconexión 221; las líneas principales 213 y 214 están conectadas a través de la línea de interconexión 222, y así sucesivamente. Del mismo modo, las líneas principales del electrodo de malla 230 están interconectadas a través de líneas de interconexión: se muestran las líneas de interconexión 241, 242 y 243. En la práctica puede haber muchas más líneas principales que las cinco líneas principales que se muestran para estos dos electrodos de malla; puede haber muchas más líneas de interconexión que las tres que se muestran para cada electrodo de malla.

Una línea de interconexión se cruza con otro electrodo de malla formando un punto de cruce. Por ejemplo, la línea de interconexión 221 conecta dos líneas principales del electrodo de malla 210, pero cruza las líneas principales 231 del electrodo de malla 230. En la figura 2a se muestran seis puntos de cruce, uno por cada línea de interconexión. Un punto de cruce se ha marcado con un círculo discontinuo y el número de referencia 251. En la práctica puede haber muchos más puntos de cruce.

Las líneas de interconexión están conectadas a electrodos de malla que tendrán el mismo potencial cuando se utiliza el sustrato en un modulador de luz. En una forma de realización, las líneas de diferente potencial están aisladas entre sí por un dieléctrico intermedio en el punto de cruce, o sección de cruce.

Además de aumentar la vida útil de un sustrato protegiendo los electrodos de cortes no deseados, por ejemplo, cortes debidos a pequeños defectos durante la fabricación o cortes debidos al envejecimiento del dispositivo, las interconexiones tienen un beneficio adicional sorprendente. Las líneas largas y delgadas imponen una limitación a la escala del modulador de luz, ya que su resistencia aumenta con su longitud. En consecuencia, el campo eléctrico no es homogéneo. Al añadir líneas de interconexión, se mejora la homogeneidad del campo eléctrico, lo que da lugar a unos niveles de transparencia o reflexión más homogéneos, especialmente si los electrodos de malla en un sustrato son alimentados desde el mismo borde, o incluso desde el mismo punto del borde del sustrato.

La pluralidad de puntos de cruce se pueden distribuir de diversas maneras por el sustrato. Por ejemplo, se pueden distribuir aleatoriamente por el sustrato. Por ejemplo, se pueden distribuir según un patrón regular. Por ejemplo, la distribución se puede obtener como resultado de un proceso de optimización, por ejemplo, una optimización para difracción, homogeneidad y posiblemente otras propiedades deseables.

Conectar una línea principal con una o más líneas principales del mismo electrodo de malla es ventajoso, por ejemplo, protege esa línea principal particular de cortes. Es ventajoso que todas las líneas principales estén provistas de líneas de interconexión, pero esto no es necesario. Por ejemplo, en una forma de realización, el número de líneas principales en el electrodo o electrodos de malla que comprende al menos dos líneas de interconexión es al menos dos, al menos 10, al menos la mitad del número de líneas principales, al menos el 90% de las líneas principales, o sustancialmente todas las líneas principales. Por ejemplo, en una forma de realización, una línea principal está conectada a al menos 2, al menos 4, al menos 8, o al menos 16 líneas de interconexión. Por ejemplo, una línea principal está conectada a una línea de interconexión dentro de una distancia del borde del sustrato, siendo la distancia inferior al 10% de la longitud de la línea principal, inferior a 10 cm, o inferior a 5 cm, etc.

En una forma de realización, una parte considerable de los electrodos de malla sobre el sustrato está expuesta en la superficie del sustrato, de modo que el electrodo de malla cuando el sustrato se utiliza en un modulador de luz está en contacto fluido con la capa óptica. No es necesario que todo el electrodo de malla esté expuesto de esta manera. Por ejemplo, en un punto de cruce, un primero de los dos electrodos de malla que se cruzan puede pasar por debajo de un segundo de los dos electrodos de malla que se cruzan, de modo que parte del primer electrodo de malla puede no estar expuesto, y puede no estar en contacto fluido. Sin embargo, esta parte no expuesta no afecta significativamente a las propiedades ópticas del modulador de luz. Por ejemplo, se puede disponer que una gran parte de un electrodo de malla esté en contacto fluido, dígase al menos el 80%, 90%, etc. Por ejemplo, en una forma de realización, todas las líneas principales pueden estar en contacto fluido.

El sustrato que se muestra en la figura 2a se puede fabricar, por ejemplo, realizando las siguientes operaciones

- Estampar un primer electrodo de malla sobre el sustrato. El electrodo de malla puede comprender múltiples líneas principales y múltiples líneas de interconexión. En una forma de realización, las líneas principales pueden ser distribuidas regularmente por el sustrato, mientras que las múltiples líneas de interconexión pueden ser distribuidas aleatoriamente,

- Estampar encima de las líneas de interconexión unas zonas aislantes eléctricamente (también denominadas islas o parches), en particular en puntos sobre líneas de interconexión donde se cruzará el segundo electrodo de malla, y encima de las líneas principales del primer electrodo de malla donde se cruzarán posteriormente líneas de interconexión del segundo electrodo de malla.

- Estampar el segundo electrodo de malla sobre el sustrato. El segundo electrodo de malla también puede comprender múltiples líneas principales y múltiples líneas de interconexión. Las múltiples líneas principales del segundo electrodo de malla se pueden entrelazar con las líneas principales de la primera pluralidad de líneas principales. Las líneas principales del segundo electrodo de malla cruzan las líneas de interconexión del primer electrodo de malla en los puntos donde se han formado las islas aislantes. Las líneas de interconexión del segundo electrodo de malla cruzan las líneas principales del primer electrodo de malla en los puntos donde se han formado islas aislantes en las líneas principales del primer electrodo de malla.

El uso de un patrón regular para las líneas principales, por ejemplo, una distancia igual entre las líneas principales del primer electrodo y segundo electrodo de malla provoca un campo eléctrico homogéneo. Una distribución aleatoria de las líneas de interconexión reduce la contribución a la difracción. La fabricación anterior se puede ampliar a más de dos electrodos de malla.

En la fabricación anterior, las líneas de electrodos pueden no estar al mismo nivel. También es posible colocar las líneas principales al mismo nivel por encima de toda una superficie de dieléctrico. Por ejemplo, se pueden estampar las líneas principales de todos los electrodos de malla, y colocar las interconexiones debajo de un dieléctrico, por ejemplo, que cubra toda la superficie. La conexión eléctrica entre las interconexiones y las líneas de electrodos se puede realizar utilizando una vía, por ejemplo, un orificio en el dieléctrico en el punto específico de la intersección y se cubre con metal. Normalmente, el propio sustrato es dieléctrico.

Con independencia de cómo se coloquen las líneas de interconexión, evitan la pérdida de conexión eléctrica, por ejemplo, a causa de la interrupción de la línea, tal como durante la producción, o a causa de la electro corrosión de la línea. Esta construcción aumentará el rendimiento de la producción y también la vida útil del producto.

De manera interesante, las interconexiones mejoran la reducción de la resistencia a mayores distancias con respecto del conector del sustrato. En líneas entrelazadas convencionales, el electrodo muy largo y delgado tendrá una resistencia significativa, especialmente para pantallas muy grandes. Teniendo la interconexión entre las líneas entrelazadas, el electrodo pasa a ser un electrodo de malla desde el punto de vista eléctrico. Esto provoca una disminución de la resistencia de las pistas eléctricas y una mejor distribución del campo eléctrico, lo que da lugar a una mayor homogeneidad del funcionamiento del dispositivo.

Las interconexiones permiten alimentar los electrodos de malla desde puntos cercanos entre sí, por ejemplo, desde el mismo borde, desde el mismo conector, desde el mismo punto, lo que tiene varias ventajas. Sin líneas de interconexión, por ejemplo, cuando se realiza la alimentación desde bordes opuestos del sustrato, habría un potencial localmente diferente entre líneas principales aunque el voltaje de entrada fuera el mismo. En una zona fija del dispositivo, esta diferencia es creada por la distancia respecto al conector que crea una resistencia específica de línea de electrodo. Esta distancia, y por tanto la resistencia, es diferente entre los dos electrodos entrelazados y varía por el sustrato a medida que la zona considerada está más cerca de un conector o del otro. Según se muestra en la figura 2a, el extremo de la línea de electrodo 215 tiene una longitud significativamente mayor en comparación con el punto de la línea de electrodo 235 o 234 que está cerca del extremo de la línea de electrodo 215. Dicha diferencia de potencial creará un desplazamiento de corriente continua y, por lo tanto, mantendrá una tasa baja fija de electrodo corrosión. Por ejemplo, a menudo se desea que las líneas principales vecinas en un sustrato tengan el mismo potencial; por ejemplo, esto se puede utilizar cuando la pantalla está abierta (lo que también se denomina accionamiento vertical). Sin embargo, sin líneas de interconexión, por ejemplo, sin un electrodo de malla, se seguirá generando un pequeño campo eléctrico horizontal a causa del hecho de que dos puntos opuestos entre sí tienen una distancia diferente respecto al conector, por ejemplo, según se mide a lo largo de sus líneas principales. Esta pequeña diferencia de potencial no deseada en un sustrato perturbará la dirección del campo eléctrico y el rendimiento de la pantalla. Por lo tanto, el uso de líneas de interconexión se puede utilizar para garantizar que puntos opuestos entre sí en las líneas principales vecinas tengan un potencial más cercano cuando los correspondientes electrodos de malla tienen un mismo voltaje de entrada.

La figura 2b muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato 201. Si se desea un control más fino del movimiento de partículas en un modulador de luz tal como un modulador de luz utilizado en acristalamiento dinámico, se pueden añadir más electrodos en el sustrato. Por ejemplo, en un modulador de luz hay al menos dos electrodos en cada sustrato, pero puede haber más de dos electrodos. Por ejemplo, se pueden aplicar al menos tres electrodos a al menos uno del primer sustrato y segundo sustrato. Por ejemplo, en una forma de realización se pueden aplicar dos electrodos a un primer sustrato y tres electrodos a un segundo sustrato. Véase, por ejemplo, la solicitud de patente de EEUU 16/994918, publicada como US2021342235A1, para muchos ejemplos de configuraciones con un número diferente de electrodos, que se pueden implementar como electrodos de malla.

Un sistema en el que un sustrato tiene al menos dos electrodos y el otro tiene al menos tres electrodos tiene varias ventajas. Por ejemplo, dicho modulador de luz puede ser controlado de forma que se reduce el denominado efecto cortina. El efecto cortina se produce durante el cierre de la ventana, en el que parece que se dibuja una cortina entre los electrodos. El efecto cortina es una desventaja, distrae visiblemente por sí mismo, pero también aumenta la difracción. En un lado con 3 electrodos, los electrodos pueden estar más juntos que en el de 2 electrodos, por ejemplo, por debajo de 50 micrómetros, más preferiblemente por debajo de 40 micrómetros, por ejemplo, 35 micrómetros. Esto significa que el campo eléctrico es más fuerte. En consecuencia, el cierre es más rápido y se reduce el efecto cortina. En el caso de un panel 2 + 2, si se mueven los electrodos más cerca entre sí, se reduciría la transparencia o reflectividad máxima. Pero esto se evita cuando se dispone de un electrodo adicional. Cuando se abre, algunos de los electrodos adicionales pueden no utilizarse, por lo que la pérdida de transparencia o reflectividad máxima es pequeña. Electrodos adicionales en un sustrato, por ejemplo, electrodos por encima de dos, pueden estar configurados para no atraer partículas al abrir el panel, pero sí al cerrar el panel. Por ejemplo, un panel en el que cada sustrato tiene al menos 2 electrodos puede tener en conjunto al menos 4 electrodos. Los sustratos de un panel pueden tener al menos 5 electrodos, por ejemplo, en un diseño 2 + 3; o, al menos 6 electrodos, por ejemplo, en un diseño 2 + 4, o 3 + 3; o al menos 8 electrodos, por ejemplo, en un diseño 4 + 4, o como un diseño de dos 2 + 2 apilados entre sí que utiliza 3 sustratos, teniendo el del medio dos electrodos en cada lado.

Sustratos que tienen más de dos electrodos también se pueden beneficiar del uso de electrodos de malla. Por ejemplo, se pueden aplicar al menos tres electrodos de malla a un sustrato. Las mismas técnicas que para dos electrodos se pueden extender a tres electrodos. Por ejemplo, la figura 2b muestra un sustrato 201 que tiene tres electrodos de malla: un primer electrodo de malla para el que se muestran las líneas principales 261 y 264 y la línea de interconexión 271; un segundo electrodo de malla para el que se muestran las líneas principales 262 y 265 y la línea de interconexión 272; un tercer electrodo de malla para el que se muestran las líneas principales 263 y 266 y la línea de interconexión 273. Una línea de interconexión de un electrodo de malla cruza una o más líneas principales de los otros electrodos de malla sobre el sustrato. Por ejemplo, en este caso, la línea de interconexión 271 tiene dos puntos de cruce: los puntos de cruce 252 y 253. Los puntos de cruce se pueden realizar como en las formas de realización con dos electrodos de malla. Por ejemplo, se puede disponer un dieléctrico entre la línea de interconexión, por ejemplo, la línea de interconexión 271 y la línea principal del otro electrodo de malla. Dependiendo del procedimiento de fabricación, una línea de interconexión puede estar en un plano diferente al de los electrodos de malla; los electrodos de malla pueden estar en el mismo plano o en un plano diferente.

El sustrato 201 tiene aplicados tres electrodos de malla, se pueden utilizar más electrodos de malla, por ejemplo, cuatro o más, etc. Cuando el sustrato se utiliza en un modulador de luz, el sustrato opuesto también

puede tener al menos tres electrodos de malla, o cuatro o más, etcétera. Los sustratos opuestos pueden tener un número diferente de electrodos.

5 La figura 2c muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un punto de cruce. La figura 2c muestra dos líneas principales 211 y 212 pertenecientes al mismo primer electrodo de malla. Por ejemplo, las dos líneas principales pueden ser líneas principales del electrodo de malla 210. La figura 2c muestra una línea de interconexión 221 entre las líneas principales 211 y 212. La línea de interconexión 221 cruza una línea principal 231 de un segundo electrodo de malla diferente creando un punto de cruce. Dado que diferentes electrodos de malla a veces necesitan tener un potencial diferente y a veces un mismo potencial, es importante que el potencial del primer electrodo y del segundo electrodo de malla se puedan controlar independientemente uno del otro.

10 Esto se puede conseguir disponiendo el componente de control de corriente 254 entre la línea de interconexión 221 y la línea principal 231. Una parte de la línea de interconexión 221 discurre por debajo del componente de control de corriente 254, mientras que la línea de interconexión 221 discurre por encima. La parte de la línea principal 231 que discurre por debajo del componente de control de corriente 254 se indica con una línea discontinua y el número de referencia 231'. También podría ser al revés, por ejemplo, con la línea de interconexión 221 que discurre en parte por debajo del componente de control de corriente 254 mientras que la línea principal 231 discurre por encima. Esto último tiene la ventaja de que toda la línea principal puede estar en contacto fluido en un modulador de luz.

15 Por lo general, el componente de control de corriente 254 estará hecho de un material transparente. El componente 254 puede comprender material semiconductor o sólo material aislante. Por ejemplo, el componente 254 puede comprender materiales inorgánicos, por ejemplo, sílice, o materiales orgánicos, por ejemplo, poliamida, fotorresistencia, resistencia acrílica y similares.

20 El componente de control de corriente controla la corriente que puede fluir entre la línea principal 231 y la línea de interconexión 221, es decir, entre los dos electrodos de malla. Una opción a menudo utilizada para el componente de control de corriente es utilizar un dieléctrico; en este caso la corriente se controla bloqueándola.

25 Otra opción para el componente controlador de corriente es configurarlo para que deje pasar corriente si el potencial entre la línea de interconexión 221 y la línea principal 231 satisface un criterio. Por ejemplo, si la diferencia de voltaje entre la línea de interconexión 221 y la línea principal 231 es alta, entonces se puede permitir que la corriente pase a través del componente de control de corriente 254, por ejemplo, si la diferencia de voltaje se encuentra por encima un umbral. Por ejemplo, si la diferencia de voltaje entre la línea de interconexión 221 y la línea principal 231 es baja, entonces se puede bloquear la corriente y no permitir que pase a través del componente de control de corriente 254, por ejemplo, si la diferencia de voltaje se encuentra por debajo de un umbral. Téngase en cuenta que la línea de interconexión 221 forma parte del mismo electrodo de malla que la línea principal 211. De modo que se permite que la corriente fluya entre el primer y el segundo electrodo de malla si su diferencia de potencial es alta, por ejemplo, es alta en el punto de cruce, por ejemplo, se encuentra por encima del umbral del componente de control de corriente. Existen varios componentes semiconductores que controlan la corriente, por ejemplo, el componente controlador de corriente puede ser un diodo Zenner.

30 En una forma de realización, los diodos Zenner comprenden dos uniones Zenner espalda con espalda en serie con polaridad opuesta. Si la diferencia de voltaje se encuentra por encima del umbral T o se encuentra por debajo del umbral -T, la corriente puede fluir; de lo contrario, no. Un diodo Zenner de este tipo evita una gran diferencia de voltaje que, de lo contrario, podría dañar el sistema, por ejemplo, lo que se denomina sobrevoltaje. Un diodo Zenner también es beneficioso si los puntos de conexión de los electrodos de malla se encuentran muy separados.

35 Por ejemplo, un patrón entrelazado en el que las líneas de interconexión comprenden un componente de control de corriente tal como un diodo Zenner tiene varias ventajas. Por ejemplo, al abrir la pantalla (también conocido como accionamiento vertical). El control se puede realizar a un voltaje alto. El diodo dejará pasar corriente tanto para voltajes elevados positivos como negativos. A mayor voltaje, la densidad de malla aumenta, ya que los componentes de control de corriente conectan los dos electrodos de malla. En la fase de apertura, es preferible que los electrodos de malla del mismo sustrato estén al mismo potencial. Esto también es beneficioso para la vida útil del producto.

40 En un ejemplo, el accionamiento de apertura es de 24V de corriente alterna tanto en la malla 1 como en la malla 2 de un sustrato. Un diodo Zenner está configurado para que pase corriente cuando la diferencia de potencial es superior a 23V. Por tanto, si una parte de la malla 1 se rompiera y quedara aislada, la malla 1 estaría a 0V, pero la malla 2 estaría a 24V. En ese momento, el diodo Zenner pasaría electricidad y así el potencial de la malla 1 sería igual al de la malla 2, en este caso 24V. En el cierre, la malla 1 puede estar a un potencial de 10V, como ejemplo, y la malla 2 podría estar entonces a un potencial de -10V. La diferencia

de potencial para el diodo Zenner es entonces de 20V, que está por debajo de 23V, por lo que el diodo Zenner bloquea la corriente, lo que significa que se crea un campo eléctrico horizontal.

5 Cuando se cierra el dispositivo (también conocido como accionamiento horizontal) es una ventaja aislar cada uno de los electrodos de malla. Como resultado, el accionamiento horizontal se producirá sólo a voltajes bajos para evitar la conducción a través de los diodos Zenner.

10 Puede ocurrir que una parte de malla de electrodo 1 quede aislada. Esto puede ocurrir, por ejemplo, si hay dos cortes entre dos interconexiones. En ese caso, se tiene una línea flotante. El uso de un enfoque de diodo Zenner para la interconexión dieléctrica de la segunda malla ayudará a descargar esta parte aislada. El accionamiento a alto voltaje habría cargado la parte de malla de electrodo 1. Al cerrar el dispositivo, el diodo Zenner de la interconexión de la malla 2 descargará la rama aislada hasta que el potencial esté por debajo del que activa el diodo Zenner. Por lo tanto, esta parte de malla de electrodo 1 no permanecerá transparente al pasar el dispositivo a estado opaco.

15 La figura 3 muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato. En la figura 3 se muestra una parte de dos electrodos de malla 301 y 302. Las líneas principales de los dos electrodos de malla se indican a la izquierda con el número de referencia de los dos electrodos de malla 301 y 302, respectivamente. En la figura 3 se muestran las líneas de interconexión 351 y los aisladores 352. Los aislantes aíslan los dos electrodos de malla 301 y 302 entre sí. Téngase en cuenta que algunas de las líneas de interconexión que se muestran en la figura 3 conectan dos líneas principales de electrodos de malla 301, y algunas de las líneas de interconexión conectan dos líneas principales de electrodos de malla 302.

25 En la forma de realización de la figura 3, las líneas principales no son rectas sino onduladas, mientras que las líneas de interconexión son rectas. También o en su lugar, las líneas de interconexión podrían ser onduladas. El uso de líneas no rectas tiene un menor impacto en la difracción, además de que hay muchas posibles líneas no rectas, esto tiene la ventaja de que pueden ser optimizadas para su impacto en la difracción. Cuánto contribuye una línea de electrodo a la difracción depende de su forma, cambiando la forma se puede cambiar esta contribución. Por ejemplo, la línea ondulada se puede construir conectando formas tales como segmentos de línea, medios círculos, formas sinusoidales y similares. En la figura 3 se muestran dos electrodos de malla, pero se pueden combinar más electrodos de malla no rectos.

35 La figura 4 muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato 400. En la figura 4 se muestran múltiples electrodos de malla, en este ejemplo, dos electrodos de malla 431 y 432. Cada uno de los electrodos de malla comprende múltiples líneas principales y múltiples líneas de interconexión. El sustrato tiene cuatro bordes. Dos bordes opuestos tienen un número de referencia: borde 421 y borde 422. Los bordes 421 y 422 están dispuestos de modo que inciden con las líneas principales de todos los electrodos de malla. Por ejemplo, las líneas principales del electrodo de malla 431 y del electrodo de malla 432 llegan al borde 421 y al borde 422.

40 En el borde 421 se dispone un conector 411 que conecta eléctricamente con una o más líneas principales de todos los electrodos de malla, por ejemplo, de los electrodos de malla 431 y 432. Un controlador puede controlar de forma conveniente todos los electrodos de malla conectando el controlador al conector 411. Por ejemplo, el conector 411 puede tener una interfaz para conectar un cable al conector 411. El otro extremo del cable se puede conectar al controlador. Debido a las interconexiones, el conector 411 puede estar dispuesto en un borde del sustrato, incluso en un punto de un borde del sustrato.

45 Preferiblemente, los puntos de conexión en el sustrato (ya sea o no después del corte) donde los electrodos de malla conectan con un cable o similar conectado a una fuente de energía, por ejemplo, el controlador, están cerca entre sí. Por ejemplo, los puntos de conexión pueden estar en el mismo borde del sustrato. Los puntos de conexión no tienen que estar necesariamente en un borde. Un punto de conexión también puede estar en el sustrato, por ejemplo, en la parte posterior de un sustrato opuesta a los electrodos de malla. No obstante, se prefiere que los puntos de conexión estén cercanos entre sí. Por ejemplo, los puntos de conexión pueden estar en un único conector. Por ejemplo, los puntos de conexión pueden estar a 10 cm o menos, o a 5 cm o menos, entre sí.

50 El uso de electrodos de malla tiene otra ventaja importante, y es que el sustrato puede ser cortado de varias formas. Por ejemplo, el sustrato 400 se puede fabricar en forma de rectángulo. Pero una vez fabricado en forma rectangular puede ser cortado con otra forma. La figura 4 muestra una línea de corte 412 en forma de línea discontinua gruesa, a lo largo de la cual se puede cortar el sustrato 400. El sustrato 400 puede ser cortado en una variedad interminable de formas sin cambiar la fabricación del propio sustrato. Incluso después de haber cortado el sustrato, el conector 411 se conecta a todos los electrodos de malla. En diseños convencionales sin líneas de interconexión, no es posible cortar el diseño, ya que las líneas principales son sensibles a la interrupción de línea.

El sustrato puede ser cortado antes de combinar dos sustratos para formar un modulador de luz, pero también después de haberlos combinado. Por ejemplo, un conjunto que comprende al menos dos sustratos una capa óptica con un fluido y partículas entre dos sustratos puede formar un modulador de luz. El conjunto puede ser cortado después del ensamblaje, con lo que se obtiene un modulador de luz con una forma determinada.

Fabricando primero un sustrato rectangular y cortándolo después, se puede proporcionar un sustrato que no sea un rectángulo. Se pueden asignar puntos de conexión en el sustrato o sustratos. Por ejemplo, se puede proporcionar un conector eléctrico a los electrodos de malla en un sustrato en un único punto.

Un conector tal como el conector 411 puede ser montado en el modulador de luz antes o después del corte. Por ejemplo, se puede montar un conector en un borde de un sustrato, el conector se puede conectar a todos los múltiples electrodos de malla en un sustrato, o incluso a todos los electrodos de malla de ambos sustratos. Por otra parte, el conector puede ser conectable a un controlador.

Es posible obtener un corte libre del dispositivo sin interrupción eléctrica. El corte puede incluso incluir agujeros. Durante el corte, los bordes cortados del sustrato pueden ser cerrados, por ejemplo, mediante fusión, por ejemplo, mediante pegado. El cierre mantiene el fluido entre los sustratos.

Cortar el dispositivo después de la producción del módulo puede eliminar el sellado del dispositivo. Se pueden utilizar procesos de soldadura con el fin de recrear el aislamiento/sellado del módulo después del corte. La fusión es especialmente eficaz para sustratos de plástico. La fusión se puede realizar, por ejemplo, mediante un láser, que también se puede utilizar para el propio corte. También se puede cortar y cerrar un sustrato de vidrio. También es posible cortar sin dejar un borde accesible, si el corte se realiza antes del montaje a nivel del sustrato.

Se puede colocar una tira de borde de lámina de contacto en el borde de un módulo. Si el corte asegura dejar un pequeño borde correspondiente a la distancia entre 2 líneas de electrodos entrelazados, entonces el dispositivo estará funcionando.

Otra ventaja de utilizar las líneas de interconexión es que el modulador de luz es mucho menos sensible a daños. Por ejemplo, si parte del modulador de luz se corta por accidente, por ejemplo, debido a una colisión con un objeto, el modulador de luz seguirá funcionando. Si se produjera una fuga de fluido a causa de la colisión, ésta podría ser detenida pegando, fundiendo o cerrando de otro modo la parte cortada del modulador de luz.

En una forma de realización, el controlador está conectado eléctricamente a los múltiples electrodos de malla en un sustrato en una zona de conexión en el sustrato. La conexión a través de dicha zona de conexión iguala las distancias respecto a una fuente de alimentación, y por lo tanto minimiza la diferencia de potencial entre dos puntos opuestos entre sí en dos líneas principales sucesivas de dos electrodos de malla. Por ejemplo, una zona de conexión puede estar formada por un conector que está conectado a uno o más sustratos. Por ejemplo, los puntos de conexión en el sustrato en una zona de conexión pueden estar cercanos entre sí, por ejemplo, a como máximo 10 cm, a como máximo 5 cm, a como máximo 1 cm, o incluso más juntos. Conectando con los electrodos de malla cercanos entre sí hace que la resistencia se ubique en el sustrato, por ejemplo, dos puntos opuestos en líneas principales opuestas, cercanos entre sí. En una forma de realización, la resistencia de puntos en líneas principales opuestas en relación a una fuente de alimentación se encuentra dentro del 10%, 5%, 1% y por debajo. (por ejemplo, medida como la resistencia mayor menos la resistencia menor como un porcentaje de la resistencia menor).

Una zona de conexión puede estar en un borde del sustrato o en la parte posterior de un sustrato, etc.

Hay diversas maneras de fabricar un sustrato según una forma de realización. Por ejemplo, un procedimiento de fabricación de un sustrato para uso en un modulador de luz, por ejemplo, para acristalamiento dinámico puede comprender

- proporcionar un sustrato. Por ejemplo, un sustrato dieléctrico. Por ejemplo, un sustrato de plástico o de vidrio, etc.; y

- aplicar múltiples electrodos de malla entrelazados sobre el sustrato, extendiéndose los múltiples electrodos de malla entrelazados según un patrón bidimensional por el sustrato, en el que dos electrodos de malla de los múltiples electrodos de malla sobre un sustrato se cruzan en una pluralidad de puntos de cruce repartidos por el sustrato.

Por ejemplo, la aplicación de un electrodo de malla puede comprender la aplicación de múltiples líneas principales y la aplicación de múltiples líneas de interconexión. La aplicación de electrodos, por ejemplo, líneas principales y/o líneas de interconexión, se puede realizar mediante estampado, por ejemplo, utilizando fotolitografía con proceso de grabado, estampado LASER, después de una deposición de material conductor, por ejemplo, utilizando técnicas de película fina como recubrimiento por rotación, flexografía, recubrimiento por hendidura, etc. Por ejemplo, los electrodos se pueden aplicar mediante recubrimiento con

una capa de un material conductor, por ejemplo, un metal, y retirando parcialmente el recubrimiento para que queden los electrodos. La aplicación se puede realizar mediante impresión directa. También es posible crear un electrodo de malla mediante estampado directo de un fotorresistente conductor a través de un proceso de fotolitografía convencional, o escritura directa con LASER, etc.

5

El procedimiento de fabricación también puede comprender la alineación de un componente de control de corriente en puntos de cruce entre los dos electrodos de malla, por ejemplo, en un cruce entre una línea principal y una línea de interconexión. Por ejemplo, mediante estampado de parches o islas aislantes en líneas principales y/o en líneas de interconexión. Las líneas de interconexión conductoras se pueden obtener siguiendo técnicas de producción similares a las utilizadas para el estampado de malla de electrodo.

10

El procedimiento de fabricación puede variar o se puede modificar de muchas maneras. En el presente documento se proporcionan ejemplos de ello.

15

Las figuras 5a – 5e muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de fabricación de un sustrato.

La figura 5a muestra la provisión de un sustrato. Por ejemplo, el sustrato puede ser de plástico o de vidrio. En las figuras 5b y 5c, se modelan múltiples líneas de interconexión sobre el sustrato. La figura 5b muestra la deposición de una capa conductora para el estampado sobre el sustrato y la figura 5c muestra el resultado después del estampado. En este ejemplo, las líneas de interconexión se aplican al sustrato antes que las líneas principales. En este ejemplo, las líneas de interconexión son aisladas entre sí después de la etapa de estampado. En este ejemplo, las líneas de interconexión son estampadas mediante un proceso de fotolitografía y/o grabado. Las líneas de interconexión se pueden aplicar imprimiéndolas directamente según el patrón previsto, por ejemplo, mediante técnicas tales como la impresión por chorro de tinta, la serigrafía, etc. Para mejorar la resolución del proceso de impresión, se puede realizar fotolitografía local o grabado en seco adicional después de la impresión para adelgazar las líneas.

20

25

30

En la figura 5d, el sustrato se recubre con una capa dieléctrica. Se crean agujeros en el dieléctrico para crear vías. En este ejemplo, las interconexiones se crean debajo del patrón entrelazado y son separadas de los electrodos de malla por la capa dieléctrica. La figura 5e muestra la aplicación de múltiples líneas principales de múltiples electrodos de malla, en este caso de dos electrodos de malla. Las múltiples líneas principales de los múltiples electrodos se disponen de forma alterna entre sí en el sustrato. Téngase en cuenta que las líneas principales se conectan a las líneas de interconexión aplicadas en la figura 5c a través de las vías. Las vías conectan las líneas principales aplicadas en múltiples electrodos de malla. En un proceso como este, todas las líneas principales están en un mismo plano paralelo al sustrato, mientras que las líneas de interconexión están en un plano diferente.

35

40

De manera ventajosa, cuando el sustrato se utiliza en un modulador de luz, todas las líneas principales estarán en contacto fluido con la capa óptica, mientras que ninguna de las interconexiones lo están. Un inconveniente de los procesos que se ilustran con las figuras 5a – 5e es que una capa de dieléctrico permanece por todas partes de la superficie. Una capa de dieléctrico tan omnipresente puede alterar las prestaciones ópticas de los dispositivos. La desventaja de que quede una capa de dieléctrico se puede resolver mediante un patrón adicional de dicha capa, aunque esto aumenta la complejidad.

45

Esto se puede evitar utilizando un proceso de fabricación alternativo, que puede seguir utilizando un proceso fotolitográfico pero que no deja la capa dieléctrica por todas partes, y que no necesita vías para conexiones. Las figuras 6a – 6g muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de fabricación de un sustrato.

50

La figura 6a muestra la provisión de un sustrato. La figura 6b muestra el recubrimiento del sustrato con una primera capa conductora. La figura 6c muestra el resultado después del estampado de la primera capa conductora para formar interconexiones. En este ejemplo, las líneas de interconexión son aplicadas al sustrato antes que las líneas principales. A diferencia de la figura 5c, las líneas de interconexión no son aisladas entre sí después de este proceso de estampado. Las líneas de interconexión son estampadas eliminando material conductor por encima y por debajo de las mismas. Sin embargo, en los extremos de las líneas de interconexión no se retira el material conductor de la figura 6b. Este último material se utilizará posteriormente para conectar con el electrodo de malla en lugar de utilizar una vía. En este ejemplo, las líneas de interconexión son estampadas mediante un proceso de fotolitografía y/o grabado.

55

60

La figura 6d muestra el recubrimiento, por ejemplo, deposición, con una capa dieléctrica. La capa dieléctrica es modelada para obtener parches aislantes sobre las líneas de interconexión que se muestran en la figura 6c. El resultado se muestra en la figura 6e. Alternativamente, la capa dieléctrica puede ser depositada localmente. El dieléctrico permanece sólo para cubrir la zona de interconexión.

65

La figura 6f muestra la deposición de una segunda capa metálica que cubre todo el sustrato. El sustrato es estampado en la figura 6g para revelar las líneas principales entrelazadas. Téngase en cuenta que este

último estampado elimina parte del recubrimiento que se muestra en la figura 6f y del recubrimiento que se muestra en la figura 6b. La figura 6g muestra el resultado del estampado. Las líneas principales están formadas en su mayor parte por dos capas de metal: una capa depositada en la figura 6b y otra depositada en la figura 6f. Sólo cuando una línea principal pasa por encima de un parche aislante se utiliza una sola capa.

Las figuras 7a – 7c muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de fabricación de un sustrato. En la figura 7a, se imprimen o modelan múltiples líneas principales de al menos dos electrodos de malla sobre un sustrato.

En la figura 7b, se imprime material dieléctrico sobre las líneas principales. La figura 7c muestra la impresión de material conductor sobre el dieléctrico y la unión de dos líneas principales de los mismos electrodos de malla. En una forma de realización, el estampado de líneas principales se combina con la impresión directa de parches dieléctricos y líneas de interconexión.

En una forma de realización, el dieléctrico puede ser impreso en negro, que puede ser utilizado como una máscara óptica para estampar vía fotolitografía una resistencia gruesa en la parte superior. Este patrón de resistencia se puede utilizar como un espaciador cuando el sustrato se combina con un segundo sustrato en un modulador de luz.

El dieléctrico también se podría utilizar como espaciador en sí mismo, por ejemplo, haciéndolo lo suficientemente grueso. Esto podría hacerse asegurando que los electrodos del otro sustrato en el modulador de luz no estén en la misma posición. Sin embargo, esto último podría permitirse, por ejemplo, si se dispusiera aislamiento entre los mismos.

Téngase en cuenta que en las formas de realización de las figuras 7a – 7c las múltiples líneas principales de los electrodos de malla están en un mismo plano paralelo al sustrato.

La figura 8a muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un punto de cruce. Por ejemplo, el punto de cruce de la figura 8a se puede crear utilizando un proceso tal como el ilustrado en las figuras 6a – 6g. El nivel inferior de la figura 8a se muestra de forma esquemática en la figura 8b.

En las figuras 8a y 8b se muestran tres líneas principales: líneas principales 821, 822 y 823. Las líneas principales 821 y 823 pertenecen al mismo primer electrodo de malla. La línea principal 822 pertenece a un segundo electrodo de malla diferente. Las líneas principales 821 y 823 están conectadas a través de una línea de interconexión 831. La línea de interconexión 831 discurre por debajo de un dieléctrico 851, como es visible en la vista en planta de la figura 8b. El dieléctrico 851 se indica con una línea discontinua en la figura 8b. La línea principal 822 discurre por encima del dieléctrico 851. Preferiblemente, el dieléctrico 851 es transparente. Téngase en cuenta que las líneas principales 821 – 823 comprenden metal en dos niveles: un nivel inferior 812 y un nivel superior 811, excepto cuando la línea principal pasa por encima del dieléctrico, en cuyo caso sólo se utiliza el nivel superior 811, o cuando una línea principal pasa por debajo del dieléctrico, en cuyo caso sólo se utiliza el nivel inferior 812. Esta construcción evita el uso de vías para conectar las líneas principales a las líneas de interconexión. El nivel inferior 812 también se muestra de forma esquemática en la figura 8b.

Las figuras 8c – 8e muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de fabricación de un punto de cruce. En la figura 8c se muestran tres líneas principales: líneas principales 842, 843 y 844. En la línea principal 843 se aplica un parche aislante 851, por ejemplo, mediante estampado o impresión directa. En la figura 8d, se aplica un puente de conexión 852 sobre el parche aislante. El puente de conexión 852 es un ejemplo de línea de interconexión.

El puente de conexión conecta eléctricamente dos líneas principales del mismo electrodo de malla, que es un puente de conexión. El puente de conexión está aislado de las otras mallas de este u otro sustrato. Si se conectara un puente de conexión a otro electrodo de malla, podría producirse un cortocircuito. Los puentes conductores están hechos preferentemente de un material conductor, en particular, trazas metálicas, pero también podrían estar hechos de otros materiales, por ejemplo, materiales semiconductores.

Opcionalmente, en la figura 8e, se pueden disponer otros componentes encima del puente de conexión. Por ejemplo, se puede aplicar un espaciador 853. El espaciador hace que se mantenga una distancia con respecto a otro sustrato en un modulador de luz. Por ejemplo, los dos sustratos se pueden disponer en un modulador de luz de modo que el espaciador toque ambos sustratos.

El espaciador puede comprender un componente de control de corriente configurado para controlar una corriente entre un primer electrodo de malla en un primer sustrato y un segundo electrodo de malla en el segundo sustrato. El espaciador puede ser un dieléctrico para bloquear la corriente. Por ejemplo, el componente de control de corriente puede estar dispuesto para permitir el paso de corriente si la diferencia

de voltaje supera un umbral y para bloquear la corriente en caso contrario. Por ejemplo, el espaciador puede ser un diodo Zenner. El número de espaciadores con funcionalidad de control de corriente puede limitarse a uno, varios o todos los espaciadores.

5 El espaciador 853 que se muestra en la figura 8e está dispuesto en un punto de cruce; está dispuesto en una ubicación en la que dos electrodos de malla se cruzan entre sí; en este caso en el que una interconexión entre las líneas principales 842 y 844 del mismo electrodo de malla cruzan la principal 843 de un electrodo diferente. Además, o en su lugar, se pueden disponer espaciadores en un sustrato en diferentes ubicaciones, por ejemplo, no en puntos de cruce.

10 En una forma de realización, se disponen uno o más espaciadores entre un primer sustrato y un segundo sustrato de un modulador de luz, en el que el espaciador se conecta eléctricamente a un electrodo de malla en el primer sustrato, pero no se conecta eléctricamente a un electrodo de malla en el segundo sustrato. En el segundo sustrato, el espaciador puede estar conectado al controlador. En particular, se podría tener al menos un espaciador conductor de este tipo para cada electrodo de malla en el primer sustrato. De este modo, todos los electrodos de malla pueden conectarse desde un lado del modulador de luz, por ejemplo, desde un lado del modulador de luz. El espaciador conductor es conductor y preferiblemente transparente. Se puede construir como un pilar conductor.

20 Por ejemplo, en una forma de realización, un primer electrodo de malla en el primer sustrato se puede conectar eléctricamente a un espaciador conductor, por ejemplo, colocando el espaciador encima del primer electrodo de malla, o conectando el espaciador conductor y el electrodo de malla, por ejemplo, mediante una traza metálica. El espaciador conductor puede entonces conectarse a un punto de conexión en el segundo sustrato. Por ejemplo, el espaciador conductor se puede conectar a una vía dispuesta en la segunda malla, por ejemplo, la vía puede ser opuesta al espaciador conductor. Por ejemplo, el espaciador conductor se puede conectar a otro electrodo, por ejemplo, un metal. El punto de conexión se conecta entonces a un controlador, por ejemplo, para controlar el potencial en el electrodo de malla en el primer sustrato. Esto permite alimentar las mallas de electrodos de ambos sustratos desde un lado del modulador de luz.

30 Si hay más de dos sustratos apilados uno encima del otro, por ejemplo, tres o más. Entonces los electrodos de malla en un primer sustrato pueden conectarse a un segundo sustrato a través de espaciadores conductores, que a su vez están conectados al tercer sustrato a través de espaciadores conductores, y así sucesivamente, hasta un sustrato final. De este modo, los electrodos de malla en un sustrato pueden conectarse a través de uno o más espaciadores conductores dispuestos entre el sustrato hasta un punto de conexión en el sustrato final. Esto permite controlar todos los electrodos de malla de la pila desde un lado del modulador de luz.

40 Proporcionar espaciadores entre los sustratos en un modulador de luz, tal como un modulador de luz utilizado en acristalamiento dinámico es ventajoso también con electrodos entrelazados que no son electrodos de malla. Un ejemplo de dicho acristalamiento dinámico es un acristalamiento dinámico que comprende un modulador de luz, en el que el modulador de luz comprende: un primer sustrato y un segundo sustrato enfrentados entre sí, múltiples electrodos entrelazados que se extienden según un patrón bidimensional por el primer sustrato y a través del segundo sustrato, una capa óptica entre el primer sustrato y el segundo sustrato, comprendiendo la capa óptica un fluido que comprende partículas, en el que las partículas están cargadas o son cargables eléctricamente. Como en el caso de los electrodos de malla, un controlador puede estar conectado o ser conectable a los electrodos de los sustratos. Se pueden disponer espaciadores en el primer sustrato y/o segundo sustrato para espaciar el sustrato entre sí. Un espaciador conductor puede estar conectado a un electrodo en un sustrato y aislado de los electrodos en el sustrato opuesto, en el que el espaciador puede estar conectado al controlador a través de un punto de conexión, por ejemplo, a través de otro electrodo, una vía, etc., en el sustrato opuesto, incluyendo la parte posterior del sustrato opuesto. En una forma de realización, los puntos de conexión con los electrodos en un sustrato pueden estar dispuestos en la parte posterior de un sustrato, por ejemplo, puntos de conexión con electrodos en el sustrato. Los puntos de conexión pueden estar dispuestos cerca de un borde del modulador de luz. También se pueden proporcionar puntos de conexión con electrodos en sustratos opuestos, por ejemplo, conectados a través de espaciadores. En una forma de realización, todos los electrodos de un modulador de luz pueden controlarse desde el mismo lado del sustrato.

60 También es posible utilizar espaciadores semiconductores con electrodos que no son de malla, por ejemplo, un espaciador puede estar conectado a un electrodo del primer sustrato y a un electrodo del segundo sustrato, en el que el espaciador comprende material semiconductor, por ejemplo, un diodo Zenner, por ejemplo, un diodo Zenner unidireccional o bidireccional.

65 La figura 9a muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un electrodo de malla 901. El patrón bidimensional del electrodo de malla a través del sustrato comprende un patrón hexagonal regular. De manera ventajosa, el patrón llena el sustrato. Un sustrato de este tipo también se denomina en mosaico, en el sentido de que una baldosa se repite regularmente sobre el sustrato. En lugar

de un mosaico hexagonal como el que se muestra, se puede utilizar, por ejemplo, un mosaico triangular, un mosaico cuadrangular, etcétera. Téngase en cuenta que el electrodo de malla que se muestra en la figura 9a está completamente en un plano, aunque otros electrodos de malla que se combinan con éste en el mismo sustrato pueden estar en un plano diferente. Un patrón hexagonal como el que se muestra en la figura 9a puede considerarse como una combinación de líneas principales y líneas de interconexión. Por ejemplo, según se muestra en la figura 9b, el patrón puede ser considerado como múltiples líneas principales, en la forma de un patrón de diente de sierra regular; en la figura 9b se muestran líneas principales 902 y 903. Entre las líneas principales, se aplican líneas de interconexión, formando las líneas principales un electrodo de malla. En la figura 9b se muestran tres líneas de interconexión, una de las cuales tiene el número de referencia 904.

La figura 9c muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato. Dos electrodos de malla: electrodo de malla 905 y electrodo de malla 906 con un patrón hexagonal se aplican sobre el sustrato. Por ejemplo, para fabricar el sustrato de la figura 9c, se puede aplicar un primer electrodo de malla sobre el sustrato, luego aplicar componentes de control de corriente 907 sobre el primer electrodo de malla, por ejemplo, un dieléctrico y/o un diodo, finalmente, aplicar un segundo electrodo de malla sobre el sustrato, estando el segundo electrodo de malla aislado del primer electrodo de malla a través de los componentes de control de corriente. Los electrodos de malla y/o los dieléctricos se pueden aplicar mediante estampado y/o impresión directa. Téngase en cuenta que se necesita relativamente poco dieléctrico en comparación con la zona del electrodo de malla.

Electrodos de malla pueden tener un periodo tras el cual se repite el patrón. Por ejemplo, el periodo puede ser un vector que indica una repetición de una celda de los electrodos de malla. El segundo electrodo de malla puede estar desplazado con respecto al primer electrodo de malla más de la mitad de un periodo. Si hay más de dos electrodos de malla, por ejemplo, n , en el que n puede ser mayor que 2, entonces el electrodo de malla k puede estar desplazado sobre $(k - 1)/n$ período con respecto al primer electrodo de malla; en este caso los electrodos de malla están numerados de 1 a n .

Se pueden aplicar más de dos electrodos de malla cuando se utilizan electrodos de malla no rectos, incluyendo del tipo regular que se muestra en la figura 9a. Por ejemplo, las figuras 9d – 9h muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de fabricación de un sustrato.

Por ejemplo, para fabricar el sustrato de la figura 9h, se puede aplicar un primer electrodo de malla sobre el sustrato, según se muestra en la figura 9d, y luego aplicar componentes de control de corriente sobre el primer electrodo de malla, por ejemplo, un dieléctrico y/o un diodo, según se muestra en la figura 9e. A continuación, se aplica un segundo electrodo de malla, según se muestra en la figura 9f. El segundo electrodo de malla está aislado del primer electrodo de malla a través de los componentes de control de corriente. A continuación, se aplica un segundo conjunto de componentes de control de corriente, según se muestra en la figura 9g, sobre el que se aplica el tercer electrodo de malla. Los electrodos de malla y/o los dieléctricos se pueden aplicar mediante estampado y/o impresión directa.

Los tres electrodos de malla están desplazados entre sí para que puedan establecer un campo eléctrico sobre el sustrato según sea necesario para controlar, por ejemplo, un modulador de luz. Como ejemplo, el electrodo de malla de la figura 9f puede estar desplazado con respecto al electrodo de malla de la figura 9d en 12,5 micrómetros en la dirección horizontal y 25 micrómetros en la dirección vertical.

Los sustratos con 3 o más electrodos de malla se pueden utilizar en un modulador de luz, por ejemplo, para acristalamiento dinámico en una configuración $2 + 3$ o en una configuración $3 + 3$, etcétera. Es decir, un sustrato con 2 electrodos de malla se puede disponer opuesto a un sustrato con 3 electrodos de malla ($2 + 3$), un sustrato con 3 electrodos de malla se puede disponer opuesto a un sustrato con 3 electrodos de malla ($3 + 3$), y así sucesivamente.

Puede fijarse una tira de lámina de conexión eléctrica a al menos un borde del sustrato. La tira comprende conductores que se conectan a los electrodos de malla del sustrato. La tira puede ser cortada, posiblemente junto con el sustrato. Se puede aplicar un conector a una parte restante de la tira para conectar los electrodos de malla a través de conductores de la lámina, a través del conector y al controlador. En una forma de realización, una tira de lámina se puede aplicar al menos a dos bordes. Por ejemplo, los dos bordes pueden compartir una esquina común del sustrato. Por ejemplo, los dos bordes pueden ser bordes opuestos del sustrato. Por ejemplo, los dos bordes opuestos pueden ser ortogonales con respecto a las líneas principales. Por ejemplo, los dos bordes opuestos pueden ser paralelos con respecto a las líneas principales. En una forma de realización, la tira de lámina se aplica a todos los bordes del sustrato.

Las figuras 10a – 10b muestran de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato. Se muestra un primer electrodo de malla 1210, un segundo electrodo de malla 1211, y un dieléctrico 1212, rodeando los electrodos de malla hay una lámina de conexión eléctrica 1213. Hay diversas maneras de conectar los electrodos de malla sobre el sustrato o sustratos a un controlador, por ejemplo, en una PCB. Por ejemplo, los electrodos de malla pueden conectarse a través de un conjunto de cables, un

conector de montaje en una PCB, etc., aunque el uso de la lámina 1213 tiene la ventaja añadida de que puede ser cortada para admitir diferentes puntos de conexión.

5 Por ejemplo, la lámina 1213 puede comprender conductores que se conectan a los electrodos de malla. La propia lámina 1213 es por lo general un aislante. Por ejemplo, los conductores pueden ser conductores de cobre grabados. La lámina 1213 puede estar hecha de un material de poliimida. La lámina 1213 puede comprender un circuito impreso flexible (FPC). Por ejemplo, la lámina puede ser una lámina de interconexión de poliimida, para conectar el sustrato, por ejemplo, vidrio, a una placa de circuito. Téngase en cuenta que la lámina 1213 no se encuentra presente detrás de los electrodos de malla. Por lo general, 10 sólo el extremo de la lámina está pegado al sustrato y alineado con el patrón de electrodos. La lámina 1213 conecta el sustrato a una placa de circuito impreso (PCB). Por ejemplo, una lámina de plástico flotante.

15 La lámina 1213 puede estar presente sólo para permitir la instalación del sustrato. El sustrato puede ser de vidrio o de plástico. Este último puede o no ser el mismo tipo de plástico que la lámina 1213. La lámina que no se utiliza para conectar los electrodos de malla puede ser cortada de alguna manera.

20 Para aplicar la lámina a los electrodos de malla y al sustrato se puede utilizar un adhesivo. Por lo general, el adhesivo está configurado para conducir la electricidad sólo en una dirección, por ejemplo, verticalmente pero no lateralmente; por ejemplo, el adhesivo puede estar dopado con partículas de oro. El adhesivo se puede aplicar entre el patrón de electrodos del sustrato y la lámina.

25 La figura 10a muestra una imagen ampliada y la figura 10b muestra un detalle ampliado. Los electrodos de malla 1210 y 1211 comprenden cada uno múltiples líneas principales conectadas entre sí con múltiples líneas de interconexión. Cuando una línea de interconexión cruza una línea principal, se aplica un dieléctrico 1212 entre las mismas. Téngase en cuenta que la lámina admite las líneas de interconexión. En el lado izquierdo y derecho las líneas de interconexión se conectan a las dos primeras principales desde el borde del sustrato, mientras que en la parte superior e inferior las líneas de interconexión se conectan a todas las líneas principales. Los números de referencia 1210 y 1211 de la figura 10b indican una línea de conexión de cada electrodo de malla. Las líneas de conexión a la izquierda o a la derecha, o arriba o abajo son 30 opcionales, siempre que ambos electrodos de malla permanezcan conectables desde el exterior del sustrato.

35 Una ventaja de esta forma de realización es que se puede cortar. En la Figura 10c se indica una línea de corte 1214 de una forma. La forma real es arbitraria siempre que quede un punto de conexión para el sustrato con acceso a al menos una línea principal de cada electrodo de malla. Incluso se pueden cortar agujeros en la forma. En este ejemplo, se corta toda la lámina, con todas las líneas de conexión, excepto una tira en la parte inferior. La tira contiene líneas de conexión para cada uno de los electrodos de malla. Por ejemplo, se puede aplicar un conector a la tira. La figura 10d muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de corte de un sustrato. Téngase en cuenta que de este modo se puede obtener 40 cualquier forma no rectangular. El procedimiento de corte es ventajoso ya que puede admitir ventanas de forma arbitraria. Por ejemplo, el procedimiento de corte se puede utilizar para cortar acristalamientos dinámicos para coches. Si el sustrato es flexible, el procedimiento también puede admitir cualquier curva en el acristalamiento dinámico.

45 En el ejemplo que se muestra en las figuras 10a – 10d, el corte se realiza en el sustrato antes de ensamblarlo en el acristalamiento dinámico. Sin embargo, esto no es necesario. El sustrato puede combinarse con otro u otros sustratos para formar un modulador de luz, por ejemplo, para acristalamiento dinámico. Los dos sustratos pueden cortarse de forma conjunta. Por ejemplo, pueden cortarse con láser o similares. La capa óptica del modulador de luz ensamblado puede sellarse durante o después del corte, por ejemplo, fundiéndola o pegándola. 50

55 El sustrato de las figuras 10a – c permite cortar un subsegmento de un sustrato. Si el panel recortado comparte una parte con un borde del sustrato original, los electrodos del panel pueden conectarse fácilmente a un controlador. También es posible una segmentación arbitraria del sustrato con fácil conectividad, por ejemplo, utilizando contactos transparentes colocados en las superficies exteriores de los dos (o más) sustratos. Estos contactos transparentes se pueden aplicar durante o después de la fabricación de un sustrato madre y pueden conectarse a los electrodos con vías pasantes conductoras en el sustrato. Si los contactos se realizan durante la fabricación del sustrato madre, pueden colocarse con un desplazamiento regular de una parte del electrodo de malla a la siguiente. Esto permite un número más o 60 menos infinito de tamaños para el modulador final.

65 Pueden crearse vías adicionales que conecten cada uno de los electrodos de malla entre el electrodo de malla y el otro lado del sustrato. De este modo, es posible cortar el sustrato/producto donde sea y seguir siendo capaz de interconectarlo. La densidad de las vías indicará el paso mínimo de corte posible.

La figura 11a muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato 202. El sustrato 202, por ejemplo, un sustrato de vidrio o plástico o similar, está provisto de un primer electrodo

de malla 281 y un segundo electrodo de malla 282. En este caso, las líneas principales de los electrodos de malla 281 y 282 se proporcionan en el mismo lado del sustrato. Los dos electrodos de malla están entrelazados. Entre las líneas principales del mismo sustrato se proporcionan líneas de interconexión. Una de las líneas de interconexión está provista de un número de referencia: línea de interconexión 286. Cuando una línea principal y una línea de interconexión se cruzan entre sí, se dispone un dieléctrico 283 entre las mismas. El dieléctrico 283 puede sustituirse por otro tipo de componente diferente de control de corriente, tal como se explica en el presente documento. Aunque se muestran dos electrodos de malla, podría haber más electrodos de malla. La superficie sobre la que se aplican las líneas principales estará posteriormente en contacto fluido si el sustrato se integra en un modulador de luz. Por ejemplo, dos sustratos como los que se muestran en la figura 11a se pueden disponer enfrentados entre sí, con sus electrodos de malla enfrentados entre sí. En este ejemplo, todos los electrodos de malla, incluidas las líneas de interconexión, se aplican al mismo lado del sustrato; esto no es necesario, por ejemplo, algunas o todas las líneas de interconexión pueden discurrir también por el lado posterior.

Cada uno de los electrodos de malla de la figura 11a está provisto de múltiples vías que conectan el electrodo de malla con el otro lado del sustrato. Si se corta el sustrato 202, el controlador se puede conectar a una vía de cada uno de los electrodos de malla. Este enfoque tiene la ventaja, de que incluso una parte del sustrato cortado en el medio, que puede no compartir parte de un borde del sustrato 202 puede ser conectado. En el ejemplo que se muestra, algunas vías se conectan a una línea de interconexión, algunas otras vías no.

Por ejemplo, supóngase que el sustrato 202 se corta a lo largo de la línea de corte 287, de modo que en este caso, el sustrato 202 se corta en una parte izquierda y una parte derecha. La parte izquierda también se puede conectar a través del lado opuesto a los electrodos de malla, por ejemplo, en las vías 284.1 para el primer electrodo de malla y la vía 285.1 para el segundo electrodo de malla. La parte derecha puede estar conectada al lado opuesto de los electrodos de malla, por ejemplo, en las vías 284.2 para el primer electrodo de malla y la vía 285.2 para el segundo electrodo de malla.

En una forma de realización, las vías se extienden por el sustrato según un patrón aleatorio, un patrón regular y/o un patrón predeterminado. Por ejemplo, una densidad de las vías de cada electrodo de malla se encuentra por encima de un umbral mínimo. La densidad de vías indicará el paso mínimo de corte que puede considerarse. Por ejemplo, si hay una vía de media cada cm a lo largo de las líneas principales, entonces se podrían cortar paneles bastante pequeños del sustrato, de aproximadamente un cm más el doble de la pérdida de corte. Otra posibilidad alternativa es colocar las vías en ubicaciones determinadas, por ejemplo, en función de los paneles que se vayan a cortar del sustrato. Esto tiene la ventaja de que se necesitarán muchas menos vías, aunque puede requerir una mayor precisión en el corte.

La figura 11a muestra una distancia 288 entre vías sucesivas del electrodo de malla 281. La distancia máxima entre vías sucesivas de los electrodos de malla está relacionada con el tamaño de los sustratos más pequeños que pueden cortarse de un sustrato madre, por ejemplo, el sustrato 202. En una forma de realización, las vías se colocan en las líneas principales, y la distancia máxima es la distancia máxima medida a lo largo de una línea principal. Por ejemplo, la distancia máxima puede ser como máximo de 10 cm, como máximo de 1 cm, como máximo de 1 mm, etc.

Se pueden crear vías, por ejemplo, taladrando agujeros en sustratos y rellenando el agujero con un material conductor. El sustrato también puede estar hecho de líneas de material conductor separadas con un dieléctrico, de modo que las líneas de electrodo de un electrodo de malla sean tan gruesas como el sustrato. Otro enfoque consiste en dispersar partículas conductoras en un polímero. La puesta en contacto se puede realizar con unión ACF, por ejemplo, presionando el sustrato/polímero dopado para garantizar las conexiones de un lado del sustrato con las mallas de electrodos estampadas en el otro lado. Por ejemplo, la conexión se puede realizar con soldadura láser. Por ejemplo, la soldadura láser se puede utilizar para crear una pista desde una vía que termina en la parte posterior del sustrato hasta un borde del sustrato.

Los sustratos con múltiples vías se pueden combinar con conexiones de lámina en los bordes del sustrato como en las figuras 10a – 10d; aunque esto no es necesario.

Por ejemplo, en una forma de realización el sustrato madre puede ser mucho más grande que los paneles utilizados en los productos finales. Por ejemplo, el sustrato madre puede medir, dígame 6m por 6m, o incluso más grande, por ejemplo, 6m por 30m, o similar. Los paneles cortados a partir de un sustrato madre pueden ser mucho más pequeños, por ejemplo, de 30 cm por 30 cm, dependiendo de la aplicación. En este procedimiento de fabricación, es probable que algunos paneles no compartan un borde con el sustrato madre. De manera ventajosa, los electrodos de malla en una parte cortada de un sustrato se conectan desde dos puntos que están cercanos entre sí, por ejemplo, en un mismo punto del mismo borde del panel cortado. En una forma de realización, las vías pueden estar espaciadas tan finamente como una vía por mm. Las vías pueden estar dispuestas en un conjunto amplio, pero también pueden estar dispuestas exactamente donde se necesiten.

Las figuras 11b y 11c muestran de forma esquemática una representación 3d de un ejemplo de una forma de realización de un sustrato. Los sustratos que se muestran en la figura 11b y 11c son del tipo que se muestra en la figura 11a. En la figura 11c, los electrodos de malla están en la superficie superior del sustrato. En la figura 11b, los electrodos de malla están en la superficie inferior del sustrato. En un modulador de luz, se puede insertar una capa activa ópticamente entre las dos capas. Las partículas de un fluido del óptico pueden ser controladas poniendo un voltaje en los sustratos de malla, conectados a través de un lado del sustrato que no está en contacto con el fluido.

La Figura 11d muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato 203. La figura 11d muestra un ejemplo de sustrato que tiene múltiples electrodos de malla. En este ejemplo, se utilizan tres electrodos de malla: electrodos de malla 291, 292 y 293. Los electrodos de malla pueden tener múltiples líneas principales y múltiples líneas de interconexión. De cada electrodo de malla se muestra una línea principal. Las líneas de interconexión se indican de forma esquemática en 296. Como en la figura 11a – 11c, los electrodos de malla están provistos de vías que conectan el electrodo de malla desde el lado del sustrato sobre el que se aplican los electrodos de malla hasta el otro lado. Los electrodos de malla pueden conectarse a través de una de estas vías. Las vías se indican con pequeños círculos sólidos.

Las vías están dispuestas en múltiples grupos de vías a través del sustrato. Cada uno de los electrodos de malla está conectado a una de las vías de cada grupo. En la figura 11d se muestran dos de estos grupos, demarcados con líneas discontinuas. Dentro de un grupo, la distancia entre dos vías es inferior a una distancia de separación inferior 294. Los propios grupos están espaciados a una distancia de al menos una mayor distancia de espaciado 295. En una forma de realización, la distancia se mide a lo largo de una proyección en la dirección de las líneas principales. En una forma de realización, se utiliza la distancia euclidiana sobre el sustrato.

Puede haber vías adicionales para otros propósitos en un sustrato.

La figura 11e muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato 204. En la figura 11e se muestra el lado trasero de un sustrato opuesta al lado con los electrodos de malla. Se muestran los grupos 297. Cada grupo tiene una vía para cada uno de los electrodos de malla. Dentro de un grupo las vías están cercanas entre sí. La distancia entre grupos es mucho mayor. Por ejemplo, los grupos pueden estar espaciados regularmente a través del sustrato. En la figura 11e, se utiliza un espaciado regular hexagonal, pero también son posibles otros espaciados regulares.

Por ejemplo, el límite inferior de espaciado puede ser de 1 mm. Se puede realizar una conexión a todos los sustratos dentro de una distancia de 1 mm. Es conveniente para la conexión si las vías utilizadas están cercanas entre sí. Por ejemplo, se puede utilizar un único conector. Por otra parte, el mayor espaciado de los grupos significa que se necesitan menos vías en total. Esto reduce el impacto óptico de los espaciadores y disminuye la complejidad de fabricación.

La distancia entre un grupo 297 y el siguiente puede ser como mínimo el límite superior, mientras que la distancia entre dos vías dentro de un grupo 297 puede ser como máximo el límite inferior. El límite inferior de espaciado se encuentra por debajo del límite superior de espaciado. Por ejemplo, el límite superior de espaciado puede ser al menos 10 veces el límite inferior de espaciado.

El número de electrodos de malla en las figuras 11d y 11e puede ser superior o inferior a tres. Por ejemplo, puede haber dos electrodos de malla, en cuyo caso, los pares de vías se extienden por el sustrato.

La figura 11f muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un sustrato 205. En la figura 11f se muestra el lado posterior de un sustrato opuesto al lado con el electrodo de malla y opuesto a un segundo sustrato. Se muestran grupos de vías de conexión. En la figura 11f, las vías indicadas con pequeños círculos negros se conectan a un electrodo de malla sobre el sustrato que se muestra. En este caso hay tres electrodos de malla sobre el sustrato 205, pero puede haber dos. En la figura 11f, las vías indicadas con pequeñas cruces negras se conectan a un electrodo de malla sobre el sustrato opuesto al sustrato que se muestra a través de un sustrato de conexión, por ejemplo, como se comenta en el presente documento. En este caso hay tres electrodos de malla sobre el sustrato opuesto al sustrato 205, pero puede haber dos. En este modulador de luz hay dos sustratos, pero podría haber más.

Cada grupo tiene una vía para cada uno de los electrodos de malla del modulador de luz. Dentro de un grupo las vías están cercanas entre sí. La distancia entre grupos es mucho mayor. Por ejemplo, los grupos pueden estar espaciados regularmente a través del sustrato. En la figura 11f, se utiliza un espaciado cuadrado regular, pero también son posibles otros espaciados regulares.

Las vías en un grupo, por ejemplo, según se muestra en las figuras 11d, 11e y 11f forman una zona de conexión en el sustrato. La conexión a través de dicha zona de conexión iguala las distancias respecto a una fuente de alimentación, y por lo tanto minimiza la diferencia de potencial entre dos puntos opuestos entre sí en dos líneas principales sucesivas de dos electrodos de malla. La distancia entre las vías puede

- ser pequeña, por ejemplo, dentro de 10 cm, 5 cm, 1 cm, o incluso menor. Como resultado, las diferencias de potencial entre dos puntos opuestos en dos líneas principales se pueden minimizar, ya que la resistencia para los puntos opuestos es aproximadamente igual, por ejemplo, dentro de un 10%, 5%, 1% e inferior. Si hay zonas de conexión en los múltiples sustratos, entonces son preferiblemente opuestas entre sí. Los electrodos de malla pueden alimentarse desde múltiples zonas de conexión. También en ese caso, las zonas de conexión son preferiblemente pequeñas, y están preferiblemente alineadas con zonas de conexión en el sustrato opuesto. Una forma de alinear las zonas de conexión es utilizar espaciadores de conexión.
- La figura 12a muestra de forma esquemática una forma de realización de un modulador de luz 10, que se puede aplicar en acristalamiento dinámico.
- Se hace referencia a la solicitud de patente PCT/EP2020/052379, publicada como WO2020161005A1; esta solicitud comprende diseños ventajosos para moduladores de luz, que pueden mejorarse aún más, por ejemplo, incluyendo electrodos de malla según se explica en el presente documento.
- El modulador de luz 10 puede conmutarse electrónicamente entre un estado transparente y un estado no transparente y vice versa, o entre un estado reflectante y un estado no reflectante y vice versa. El modulador de luz 10 comprende un primer sustrato 11 y un segundo sustrato 12 dispuestos enfrentados entre sí. En un lado interno del primer sustrato 11 se aplican al menos dos electrodos: se muestran los electrodos 14a, 14b. Estos al menos dos electrodos se denominan conjuntamente electrodos 13. En un lado interno del segundo sustrato 12 se aplican al menos dos electrodos: se muestran los electrodos 15a, 15b. Estos al menos dos electrodos se denominan conjuntamente electrodos 14.
- De manera ventajosa, los electrodos 14a, 14b y los electrodos 15a, 15b son electrodos de malla según una forma de realización. En la figura 12a se muestran dos interconexiones, aunque en la práctica puede haber muchas más.
- Se proporciona un fluido 15 entre dicho sustrato. El fluido comprende partículas 30, por ejemplo, nanopartículas y/o micropartículas, en las que las partículas están cargadas o son cargables eléctricamente. Por ejemplo, las partículas pueden llevar una carga en su superficie de forma intrínseca. Por ejemplo, la partícula puede estar rodeada por una molécula cargada.
- Los electrodos están dispuestos de modo que las partículas 30 se muevan hacia o alejándose de los electrodos, en función del campo eléctrico aplicado. Las propiedades ópticas, en particular la transparencia o la reflectividad del modulador de luz, dependen de la ubicación de las partículas 30 en el fluido. Por ejemplo, se puede proporcionar una conexión para aplicar un campo eléctrico a los electrodos.
- Un controlador 16 está configurado para aplicar un potencial eléctrico a los electrodos de malla 13a, 13b, 14a y 14b para obtener un campo eléctrico entre los múltiples electrodos de malla. De este modo se proporciona un movimiento electroforético de las partículas hacia o desde uno de los múltiples electrodos de malla. Esto, a su vez, provoca la modulación de las propiedades ópticas del modulador de luz. El controlador puede comprender, por ejemplo, un microprocesador o una máquina de estados, y puede estar configurado para generar una forma de onda para aplicarla en los electrodos de malla. Por ejemplo, el controlador puede comprender un amplificador conectable o conectado a una fuente de alimentación para amplificar la forma de onda. Un controlador se puede implementar como un único dispositivo integrado, por ejemplo, un microchip, o puede estar distribuido en múltiples sub controladores, por ejemplo, implementados como múltiples microchips. Los múltiples sub controladores se pueden comunicar entre sí, por ejemplo, mediante comunicación por cable o inalámbrica. Por ejemplo, un sub controlador puede estar configurado para controlar uno de los múltiples sustratos, o una de las múltiples mallas, o un segmento en el modulador de luz, y así sucesivamente.
- El controlador 16 puede estar situado en varios lugares. Por ejemplo, el controlador 16, y/o los sub-controladores si los hay, pueden estar situados fuera del modulador de luz. Por ejemplo, el controlador se puede conectar a los electrodos de malla a través de un hilo conductor, por ejemplo, un cable. El controlador 16 también puede estar integrado, total o parcialmente, en el modulador de luz. Por ejemplo, un controlador puede estar instalado entre los dos sustratos, sobre el vidrio, o como un circuito impreso, etc. Por ejemplo, cada uno de los sustratos puede incluir un controlador para controlar los electrodos de malla del sustrato. Opcionalmente, los sub controladores pueden estar conectados a un controlador principal situado fuera del modulador de luz.
- En un ejemplo, el sustrato 11 y el sustrato 12 pueden ser ópticamente transparentes fuera de los electrodos, por lo general > 95% transparentes a longitudes de onda relevantes, tal como >99% transparentes. Teniendo en cuenta los electrodos, la transparencia puede ser mucho menor, por ejemplo, 70%. El término "óptico" puede referirse a longitudes de onda visibles para el ojo humano (aproximadamente 380 nm – aproximadamente 750 nm), en los casos que sean aplicables, y puede referirse a un rango más amplio de longitudes de onda, incluyendo infrarrojos (aproximadamente 750 nm – 1 μ m) y ultravioleta

ES 2 993 595 T3

(aproximadamente 10 nm – 380 nm), y sub selecciones de las mismas, en los casos que sean aplicables. En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, el material del sustrato se selecciona entre vidrio y polímero.

- 5 En otro ejemplo, un sustrato, tal como el sustrato inferior 12, puede ser reflectante o parcialmente reflectante, mientras que el sustrato superior 11 es transparente. Las propiedades ópticas, en particular la reflectividad del modulador de luz, dependen de la ubicación de las partículas 30 en el fluido. Cuando el panel está en estado abierto (accionamiento vertical), las partículas estarán situadas mayoritariamente entre electrodos opuestos de los dos sustratos, de modo que la luz incidente puede atravesar el sustrato superior transparente y la capa óptica relativamente sin obstáculos, y se refleja o refleja parcialmente en el sustrato inferior.

- 10 La distancia entre el primer sustrato y el segundo sustrato es por lo general inferior a 30 μm , tal como 15 μm . En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, una distancia entre el primer sustrato y el segundo sustrato es inferior a 500 μm , preferiblemente inferior a 200 μm , preferiblemente inferior a 100 μm , incluso más preferiblemente inferior a 50 μm , tal como inferior a 30 μm .

- 15 En un ejemplo, el modulador puede estar provisto de un polímero flexible, y el resto del dispositivo puede estar provisto de vidrio. El vidrio puede ser rígido o flexible. Si es necesario, se puede proporcionar una capa de protección sobre el sustrato. Si se proporciona más de un color, se puede proporcionar más de una capa de polímero flexible. El polímero puede ser naftalato de polietileno (PEN), tereftalato de polietileno (PET) (opcionalmente con una capa de SiN), polietileno (PE), etc. En otro ejemplo, el dispositivo puede estar provisto de al menos un polímero flexible. Como tal, el modulador se puede unir/adherir a cualquier superficie, por ejemplo mediante un adhesivo.

- 20 Las partículas 30 pueden estar adaptadas para absorber la luz y con ello impedir el paso de ciertas longitudes de onda. Las partículas 30 pueden reflejar la luz; por ejemplo, el reflejo puede ser especular, difusivo o intermedio. Una partícula puede absorber algunas longitudes de onda y reflejar otras. Las partículas también o en su lugar pueden emitir luz, por ejemplo, mediante fosforescencia, fluorescencia o similares. Incluso el fluido puede emitir luz, cuya emitancia se modula cambiando la ubicación de las partículas.

- 25 En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, el tamaño de las nanopartículas es de 20 – 1000 nm, preferiblemente de 20 – 300 nm, más preferiblemente inferior a 200 nm. En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, las nanopartículas/micropartículas pueden comprender un recubrimiento sobre un pigmento, y preferiblemente comprender un núcleo. En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, el recubrimiento de las partículas está hecho de un material seleccionado entre materiales conductores y semiconductores.

- 30 En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, las partículas están adaptadas para absorber luz con una longitud de onda de 10 nm – 1 mm, tal como 400 – 800 nm, 700 nm – 1 μm , y 10 – 400 nm, y/o están adaptadas para absorber una parte de la luz con un rango de longitud de onda que cae dentro de 10 nm – 1 mm (filtro), y combinaciones de las mismas.

- 35 En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, las partículas están cargadas o son cargables eléctricamente. Por ejemplo, la carga de las partículas puede ser de 0,1e a 10e por partícula ($5 \cdot 10^{-7} - 0,1 \text{ C/m}^2$).

- 40 En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, el fluido se encuentra presente en una cantidad de 1 – 1000 g/m², preferiblemente 2 – 75 g/m², más preferiblemente 20 – 50 g/m², tal como 30 – 40 g/m². Es una gran ventaja que con la presente disposición se puede utilizar mucho menos fluido, y así como partículas.

- 45 En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, las partículas están presentes en una cantidad de 0,01 – 70 g/m², preferiblemente 0,02 – 10 g/m², tal como 0,1 – 3 g/m².

En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, las partículas tienen un color seleccionado de entre cian, magenta y amarillo, y entre blanco y negro, y combinaciones de los mismos.

- 50 En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, el fluido comprende uno o más de entre un surfactante, un emulsionante, un compuesto polar y un compuesto capaz de formar un enlace de hidrógeno.

- 55 El fluido 15 puede ser un fluido apolar con una constante dieléctrica inferior a 15. Por ejemplo, la constante dieléctrica puede ser medida a una frecuencia. Por ejemplo, la constante dieléctrica menor que 15 a una frecuencia de 1kHz. Alternativamente, la constante dieléctrica se puede medir a una frecuencia diferente, por ejemplo, a 60Hz o superior. Téngase en cuenta que el agua tiene una constante dieléctrica de 80 para cada frecuencia por debajo de 10GHz. Una ventaja de una constante dieléctrica más baja, tal como 15 o

menos, es que aumenta la capacidad del líquido para mantener un campo eléctrico alto sin romperse, al tiempo que disminuye la conductividad del líquido a bajas frecuencias, en particular a frecuencias en las que puede funcionar el modulador de luz.

5 En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, el fluido tiene una permitividad relativa ϵ_r inferior a 100, preferiblemente inferior a 10, tal como inferior a 5. En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, el fluido tiene una viscosidad dinámica superior a 10 mPa.s.

10 Los electrodos 14a, 14b y los electrodos 15a, 15b están en contacto fluídico con el fluido. El fluido puede estar en contacto directo con los electrodos, o indirectamente, por ejemplo, el fluido puede entrar en contacto con un segundo medio con el electrodo, tal como a través de una capa porosa. En una forma de realización, los electrodos cubren aproximadamente el 1 – 30% de la superficie del sustrato. En una forma de realización, los electrodos comprenden un material conductor eléctrico con una resistividad de menos de 100 nΩm (a 273K; a modo de comparación, el normalmente utilizado ITO tiene 105 nΩm), que es similar a una conductividad eléctrica $> 1 \cdot 10^7$ S/m a 20°C). En una forma de realización de los electrodos del modulador de luz comprenden cobre, plata, oro, aluminio, grafeno, titanio, indio, y combinaciones de los mismos, preferiblemente cobre. Los electrodos pueden ser en forma de micro hilos incrustados en un sustrato a base de polímero; por ejemplo, micro hilos de cobre.

20 Una conexión para aplicar un campo eléctrico a los electrodos, en la que el campo eléctrico aplicado a los electrodos proporciona el movimiento de las nanopartículas y micropartículas desde un primer electrodo a un segundo electrodo y vice versa. Se puede proporcionar una conexión para aplicar un campo eléctrico a los electrodos. Por ejemplo, en una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, una corriente eléctrica se encuentra entre -100 -+ 100μA, preferiblemente -30 -+ 30 μA, más preferiblemente -25 -+ 25 μA. Por ejemplo, un proveedor de energía puede estar en conexión eléctrica con los al menos dos electrodos. El proveedor de energía puede estar adaptado para proporcionar una energía en forma de onda. Al menos una de entre la amplitud, frecuencia y fase puede ser adaptable para proporcionar diferentes estados en el modulador de luz. Por ejemplo, los aspectos de la potencia pueden ser adaptados por un controlador.

30 El modulador de luz 10 puede comprender uno o más segmentos, siendo un segmento una única entidad ópticamente conmutable, que puede variar en tamaño. Los sustratos encierran un volumen, que puede ser un segmento, al menos parcialmente.

35 El presente dispositivo puede comprender un circuito controlador para cambiar la apariencia de segmentos (individuales) aplicando un campo eléctrico. Como tal, también puede cambiarse la apariencia del modulador de luz, o de una o más partes del mismo. Por ejemplo, un segmento puede tener una superficie de al menos 1 mm². El presente diseño permite un apilamiento para obtener más colores; por ejemplo, para aplicaciones a todo color, una pila de dos o tres moduladores podría proporcionar la mayoría o todos los colores, respectivamente.

40 Tener uno o más segmentos permite controlar localmente el modulador de luz; esto es ventajoso para algunas aplicaciones, pero no necesario. Para el acristalamiento dinámico, se puede utilizar un modulador de luz con o sin segmentos. Por ejemplo, aplicados en acristalamiento dinámico, la transparencia o la reflectividad pueden controlarse localmente, por ejemplo, para bloquear un parche solar sin reducir la transparencia o la reflectividad en toda la ventana. Los segmentos pueden ser relativamente grandes, por ejemplo, tener un diámetro de al menos 1 mm, o al menos 1 cm, etc.

45 En una forma de realización de ejemplo del modulador de luz, los sustratos (11,12) están alineados y/o los electrodos (13,14) están alineados. Por ejemplo, los electrodos 14a, 14b y los electrodos 15a, 15b pueden estar alineados para que encuentren opuestos entre sí. En los sustratos alineados, los electrodos situados en sustratos diferentes quedan uno detrás del otro cuando se observan en una dirección ortogonal a los sustratos. Cuando el modulador de luz está desmontado, y los sustratos están ambos dispuestos con los electrodos boca arriba, entonces los patrones de electrodos son la imagen especular de cada uno.

50 La alineación de los sustratos puede aumentar la máxima transparencia o reflectividad del modulador de luz, por otro lado cuando se selecciona un modulador de luz por más criterios que el rango de transparencia o reflectividad, etc., puede ser mejor no alinear o no alinear completamente los dos sustratos. Los moduladores de luz pueden ser apilados. Por ejemplo, dos moduladores de luz apilados pueden estar hechos de tres sustratos, en los que el del medio tiene electrodos en sus dos superficies. En una forma de realización del modulador de luz, opcionalmente al menos un sustrato 11, 12 de un primer modulador de luz es el mismo que un sustrato 11, 12 de al menos un segundo modulador de luz. En el caso de moduladores apilados, la alineación puede aumentar igualmente la transparencia o la reflectividad máximas, pero puede ser perjudicial para otras consideraciones, por ejemplo, las difracciones.

65 La figura 12b muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un modulador de luz 40. El modulador de luz 40 es similar al modulador de luz 10, excepto que comprende múltiples capas

ópticas; en el ejemplo que se muestra, dos capas ópticas. Puede haber más de dos capas ópticas. Cada capa óptica está dispuesta entre dos sustratos. El modulador de luz 40 puede considerarse como una pila de moduladores de luz de dos sustratos, como en la figura 12a. Según se muestra, el modulador de luz 40 comprende tres sustratos: primer sustrato 41, segundo sustrato 42 y tercer sustrato 43. Entre los sustratos 41 y 42 hay una capa óptica, y entre los sustratos 42 y 43 hay una capa óptica. Las capas ópticas pueden ser similares a las del modulador de luz 10. Un controlador 46 puede ser similar al controlador 16. Por ejemplo, el controlador 46 puede estar configurado para controlar el potencial eléctrico y/o la corriente eléctrica en los electrodos de los sustratos. Por ejemplo, en la figura 12b, el controlador 46 puede estar conectado eléctricamente a al menos 4 veces 2 igual a 8 electrodos. Al igual que el controlador 16, también el controlador 46 puede estar incorporado en múltiples sub controladores.

De manera interesante, las partículas en las múltiples capas ópticas pueden ser diferentes de modo que las múltiples capas pueden ser usadas para controlar más propiedades ópticas del modulador de luz. Por ejemplo, las partículas en diferentes capas ópticas pueden absorber o reflejar a diferentes longitudes de onda, por ejemplo, pueden tener un color diferente. Esto puede ser usado para crear diferentes colores y/o diferentes intensidades de color en el panel por el controlador 46. Por ejemplo, un panel de cuatro sustratos puede tener tres capas ópticas con diferentes partículas de color, por ejemplo, cian, amarillo y magenta, respectivamente. Controlando la transparencia o reflectividad de los diferentes colores se puede crear un amplio espectro de colores.

Las superficies de los sustratos que se enfrentan a otro sustrato pueden recibir dos o más patrones, por ejemplo, como en una forma de realización. Por ejemplo, los sustratos exteriores 41 y 43 pueden recibir electrodos sólo en un lado interior, mientras que el sustrato interior, por ejemplo, el sustrato 42, puede tener electrodos en ambos lados.

Los sustratos 41 y 42 pueden considerarse conjuntamente como una forma de realización de un modulador de luz. Del mismo modo, los sustratos 42 y 43 pueden considerarse conjuntamente como una forma de realización de un modulador de luz.

La figura 12c muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un coche 20 que tiene acristalamiento dinámico para las ventanas 21. Se trata de una forma de realización particularmente ventajosa, ya que durante la conducción el nivel de iluminación incidente puede cambiar con frecuencia y rapidez. El uso de acristalamiento dinámico en un coche tiene la ventaja de que los niveles de luz pueden mantenerse constantes ajustando la transparencia de las ventanillas. Además, el reducido efecto de difracción mejora la seguridad, ya que reduce la distracción del conductor. El coche 20 puede incluir un controlador configurado para controlar la transparencia o reflectividad de las ventanillas 21.

El acristalamiento dinámico también se puede utilizar en otras aplicaciones de acristalamiento, especialmente, cuando la cantidad de luz incidente es variable, por ejemplo, en edificios, oficinas, casas, invernaderos, claraboyas. Las claraboyas son ventanas dispuestas en el techo para permitir la entrada de luz solar en la habitación.

Las figuras 13a – 13b muestran de forma esquemática una vista lateral de una forma de realización de un modulador de luz en uso. La aplicación de un campo eléctrico a los electrodos de los sustratos provoca una fuerza eléctrica sobre las partículas. Utilizando este efecto, las partículas se pueden mover y, de este modo, se pueden provocar diferentes estados de transparencia o reflectividad en el modulador de luz. Un controlador puede controlar el campo eléctrico, por ejemplo, su amplitud, frecuencia y fase. En una forma de realización, el controlador está conectado a al menos cuatro electrodos: dos para cada sustrato. Pero se pueden utilizar más electrodos y conectarlos al controlador; por ejemplo, se pueden utilizar más de 2 electrodos para un sustrato para ajustar mejor las escalas de grises, y conmutar al estado no transparente o no reflectante. También se pueden utilizar varios electrodos para admitir varios segmentos en el sustrato.

La figura 13a muestra el modulador de luz sin que se aplique un campo eléctrico. En la figura 13a todavía no se aplica ninguna fuerza eléctrica sobre las partículas 30 suspendidas en el fluido 15.

En la configuración que se muestra en la figura 13a, un patrón de electrodo conductor, dispuesto en el sustrato superior está completa o sustancialmente alineado con un patrón de electrodo conductor en el sustrato inferior. El patrón de electrodos conductores puede depositarse sobre un sustrato de vidrio transparente o (parcialmente) reflectante o puede incrustarse en un sustrato de plástico, etc.

La alineación entre el patrón de electrodos superior y el patrón de electrodos inferior contribuye a un rango más amplio de niveles alcanzables de transparencia o reflectividad. Sin embargo, la alineación no es necesaria, ya que se pueden obtener efectos similares sin alineación. Sin alineación, se obtiene igualmente un rango de transparencia o reflectividad.

Téngase en cuenta que en estos ejemplos, se hace referencia al sustrato superior y al sustrato inferior para referirse al sustrato que está más arriba o más abajo en la página. También podría hacerse referencia a los

mismos sustratos, por ejemplo, como el sustrato frontal y el sustrato posterior, ya que en una aplicación de acristalamiento, los sustratos se alinearían verticalmente en lugar de horizontalmente.

La figura 13b muestra el modulador de luz en el que, dígame en una instancia P1, se aplica un potencial +V1 a cada microelectrodo de cable del sustrato superior, mientras que se aplica un voltaje negativo, dígame -V1, a cada microelectrodo de cable del sustrato inferior. Esto está indicado en la figura 13b mediante el primer '+' o el primer '-' dibujado en un electrodo. Así, en este caso, se aplica el mismo potencial positivo a todos los electrodos 13, y el mismo potencial negativo a los electrodos 14. La diferencia de potencial hace que las partículas cargadas negativamente fluyan hacia las proximidades de los electrodos del sustrato superior, en el que las partículas se alinearán sustancialmente con los electrodos superiores. Como resultado, si tanto el sustrato superior como el inferior son transparentes, la transparencia del modulador de luz 10 aumentará. Del mismo modo, si, por ejemplo, el sustrato superior es transparente y el sustrato inferior es reflectante, la reflectividad del modulador de luz 10 aumentará. Si la solución contiene partículas cargadas positivamente, éstas fluirán hacia las proximidades de los electrodos del sustrato inferior, en el que dichas partículas se alinearán sustancialmente con los electrodos inferiores.

Se puede conseguir una transparencia o reflectividad similar cuando, en un segundo caso, P2, del estado activado, los voltajes de los electrodos superiores y de los electrodos inferiores se invierten en contraste con el caso P1. En el caso P2, el voltaje de cada electrodo del sustrato superior se suministra ahora con un potencial negativo -V1 mientras que los voltajes de los electrodos alineados del sustrato inferior se suministran con un potencial positivo. Esto está indicado en la figura 13b por el segundo '+' o el segundo '-' dibujado en un electrodo. Este estado es similar al que se muestra en la figura 13b, pero con los sustratos superior e inferior invertidos. También en esta configuración la transparencia o reflectividad del modulador de luz 10 es alta.

De manera interesante, conmutando entre un potencial positivo en los electrodos del sustrato superior, por ejemplo, según se muestra como electrodos 13 en la figura 13b (y un potencial negativo en los electrodos 14), y un potencial positivo en los electrodos del sustrato inferior, por ejemplo, según se muestra como electrodos 14 en la figura 13b, se puede mantener la transparencia o reflectividad, a la vez que se disminuye el daño por corrosión en los electrodos. Este campo eléctrico alterno se puede conseguir aplicando potenciales eléctricos alternos a los electrodos superiores e inferiores. El campo alterno está indicado en la figura 12 mediante '+/-' o '-/+' dibujados en un electrodo, mostrando cómo el potencial en un electrodo conmuta entre diferentes voltajes. El potencial alterno en un electrodo se puede obtener, por ejemplo, a partir de corriente alterna (CA).

La aplicación de una forma de onda es opcional, pero es una medida útil para aumentar la vida útil del modulador de luz reduciendo la corrosión. La corrosión puede formarse, por ejemplo, cuando se utilizan electrodos de cobre, ya que los iones de cobre se disuelven en un fluido iónico en un sustrato y fluyen hacia el electrodo en el sustrato opuesto, en el que se depositan. Al aplicar una forma de onda, se invierte frecuentemente la dirección de transporte de los iones de cobre, con lo que se reducen los daños por corrosión. Entre las dos instancias P1 y P2 la corriente de corrosión entre los dos sustratos está equilibrada o sustancialmente, por ejemplo > 95%, equilibrada, por ejemplo, a medida que se produce la corrosión de un electrodo de la placa superior hay una deposición equilibrante de cobre en el electrodo inferior entre cada instancia de tiempo, P1 y vice versa en la instancia P2. Por lo tanto, las partículas están en transición o migrando continuamente entre el electrodo superior y el inferior, y el modulador de luz o ventana inteligente está siempre en estado activada mientras que la corriente de electrólisis dinámica entre el electrodo superior y el inferior es constante, por lo que no hay pérdida neta de material de electrodo en los sustratos superior e inferior, o es insignificante.

La Figura 13c muestra cómo se puede obtener un estado de transparencia o reflectividad reducida. Se aplica un voltaje alterno sobre el mismo sustrato. Por ejemplo, en una forma de realización se aplica un potencial +V2 a un primer electrodo y el siguiente electrodo vecino inmediato tiene un potencial opuesto -V2 etc., según se muestra en la figura 13c. Esto está indicado en la figura 13c por el primer '+' o el primer '-' dibujado en un electrodo. Esto se puede obtener aplicando el potencial +V2 al electrodo 14a y el potencial opuesto -V2 al electrodo 14b. En el sustrato opuesto, el potencial +V2 se puede aplicar al electrodo 15a y el potencial opuesto -V2 al electrodo 15b. Por ejemplo, los electrodos se pueden disponer de modo que los electrodos de los sustratos estén alineados; un electrodo del sustrato superior tiene un electrodo opuesto en el sustrato inferior, y vice versa. Se puede conseguir una transparencia o reflectividad similar cuando, en un segundo caso, se invierten los voltajes de los electrodos superiores y los electrodos inferiores. Esto está indicado en la figura 13c mediante el segundo '+' o el segundo '-' dibujado en un electrodo. En la figura 2c, el potencial de los electrodos puede alternar entre positivo y negativo, como indican los símbolos '+/-' y '-/+' indicados en los electrodos.

Por ejemplo, para disminuir la transparencia o la reflectividad, el electrodo opuesto puede recibir el mismo potencial, mientras que los electrodos vecinos reciben un potencial opuesto. Una forma de realización se muestra en la figura 13c, en la que cuatro electrodos están indicados con los números de referencia 14a, 14b, 15a y 15b, y el resto de los electrodos continúan alternándose.

ES 2 993 595 T3

- 5 Utilizando este ciclo de control de corriente alterna entre los sustratos superior e inferior, se generan campos eléctricos diagonales y laterales entre los dos sustratos, lo que provoca una difusión fortuita de las partículas, creando así el estado cerrado del modulador de luz. Como resultado de esta configuración, las partículas migran en diagonal y lateralmente entre los sustratos superior e inferior y la difusión de las partículas en la abertura visible del modulador de luz contribuye al estado cerrado y opaco del modulador de luz.
- 10 En cuanto al estado transparente que se muestra en la figura 13b, se puede aplicar una forma de onda a los electrodos, por ejemplo, de modo que los electrodos que se muestran en la figura 13b con un potencial positivo pasan a negativos y vice versa. Como en la figura 13b, aplicando una forma de onda, por ejemplo, entre los electrodos 14a y 14b y entre 15a y 15b se reducen los daños por corrosión en los electrodos.
- 15 El ciclo de control de corriente alterna se puede implementar utilizando una configuración de líneas entrelazadas que combine la configuración de electrodos superiores e inferiores que se muestra en vista en planta en las figuras 5, 6a – 6d, etc.
- 20 La medida en que aumenta o disminuye la transparencia o la reflectividad en las figuras 13b y 13c depende de la diferencia de voltaje y frecuencias. Variando la diferencia de voltaje, se controla la cantidad en la que aumenta o disminuye la transparencia o la reflectividad, respectivamente. Por ejemplo, se puede determinar, por ejemplo, medir, una curva que represente la transmisión de luz versus el voltaje. Para obtener un nivel particular de transmisión de luz, por ejemplo, una transparencia particular, por ejemplo, un nivel particular de escala de grises, se puede aplicar el correspondiente voltaje, por ejemplo, voltaje de corriente alterna. Interpolando las señales para un estado transparente o para un estado no transparente, se pueden obtener niveles intermedios entre transparente y no transparente. Asimismo, se puede determinar, por ejemplo, medir una curva que represente la reflexión de la luz versus el voltaje. Para obtener un nivel de reflectividad en particular, se puede aplicar el correspondiente voltaje, por ejemplo, un voltaje de corriente alterna. Interpolando las señales para un estado reflectante o no reflectante, se pueden obtener niveles intermedios entre reflectante y no reflectante.
- 30 La figura 14a muestra de forma esquemática un ejemplo de una forma de realización de un procedimiento 1310 de fabricación de un sustrato. El sustrato es para uso en un modulador de luz, tal como el utilizado en el acristalamiento dinámico. El procedimiento 1310 comprende
- 35 - proporcionar (1311) un sustrato
- aplicar (1312) un primer electrodo de malla de múltiples electrodos de malla sobre el sustrato,
- aplicar (1313) un segundo electrodo de malla de los múltiples electrodos de malla entrelazado con el primer electrodo de malla, y
- crear (1314) una pluralidad de puntos de cruce repartidos por el sustrato en los que el primer electrodo de malla y el segundo electrodo de malla de los múltiples electrodos de malla se cruzan en el sustrato.
- 40 Los múltiples electrodos de malla entrelazados se extienden según un patrón bidimensional por el sustrato. La pluralidad de puntos de cruce se puede crear durante la aplicación de los electrodos de malla. En un punto de cruce se puede aplicar un dieléctrico u otro componente de control de corriente para controlar la corriente que fluye entre el primer y el segundo electrodo de malla.
- 45 Aunque en algunas formas de realización, un electrodo de malla se aplica sin interrupción. No es necesario que un electrodo de malla se aplique todo a la vez; un electrodo de malla se puede aplicar por partes. Por ejemplo, un electrodo de malla se puede construir a partir de múltiples líneas principales e interconexiones. Por ejemplo, la figura 14b muestra una forma de realización en la que un electrodo de malla se construye a partir de líneas principales y líneas de interconexión. El procedimiento 1320 comprende
- 50 - aplicar (1321) múltiples líneas principales de los múltiples electrodos de malla al sustrato, siendo las múltiples líneas principales de los múltiples electrodos dispuestas de forma alterna entre sí sobre el sustrato,
- aplicar (1322) múltiples líneas de interconexión sobre el sustrato que conectan eléctricamente las múltiples líneas principales, un electrodo de los múltiples electrodos comprende múltiples interconexiones que conectan eléctricamente entre sí las líneas principales de dicho electrodo de malla, en el que múltiples líneas principales del electrodo son conectadas a otras líneas principales a través de múltiples interconexiones.
- 55 La aplicación de los electrodos de malla, y/o de las líneas principales, y/o de las líneas de interconexión y/o de los componentes de control de corriente, se puede realizar mediante estampado. También se puede utilizar la impresión directa, especialmente para las líneas de interconexión y los componentes de control de corriente tales como dieléctricos.
- 60 Un modulador de luz se puede fabricar a partir de dos o más sustratos según una forma de realización. Por ejemplo, la figura 14c muestra una forma de realización en la que un modulador de luz se fabrica a partir de sustratos según una forma de realización. El procedimiento 1330 comprende:
- 65

- proporcionar (1331) un primer sustrato y un segundo sustrato enfrentados entre sí, múltiples electrodos de malla entrelazados que se extienden según un patrón bidimensional por el primer sustrato y a través del segundo sustrato, dos electrodos de malla de los múltiples electrodos de malla en un sustrato cruzándose en una pluralidad de puntos de cruce repartidos por el sustrato,

- disponer (1332) una capa óptica entre el primer sustrato y el segundo sustrato, comprendiendo la capa óptica un fluido que comprende partículas, en el que las partículas están cargadas o son cargables eléctricamente,

- cortar (1333) una forma del primer sustrato, segundo sustrato y capa óptica ensamblados, y

- cerrar (1334) los bordes de la forma cortada.

El corte de la forma es opcional. Por ejemplo, el modulador de luz se puede fabricar directamente con la forma deseada. Sin embargo, el corte permite construir el modulador de luz según una configuración predeterminada tras la cual se puede modificar su forma. Después o durante el corte del modulador de luz, sus bordes pueden cerrarse para mantener el fluido en la capa óptica.

Un modulador de luz que utiliza sustratos según una forma de realización se utiliza de manera ventajosa para acristalamiento dinámico. Por ejemplo, la figura 14d muestra una forma de realización en la que el acristalamiento dinámico es operado para producir propiedades ópticas dinámicas. El procedimiento 1340 comprende:

- proporcionar (1341) un modulador de luz según una forma de realización, y

- seleccionar (1342) una corriente alterna o voltaje alterno, y aplicar la corriente alterna o voltaje alterno a los electrodos para obtener un campo eléctrico entre los electrodos que proporcione un movimiento electroforético de las partículas hacia o desde un electrodo, provocando la modulación de las propiedades ópticas del modulador de luz.

Por ejemplo, se puede conectar un controlador a los múltiples electrodos de malla en los sustratos. El controlador puede estar configurado para seleccionar una corriente alterna o voltaje alterno en base a entradas de usuario, por ejemplo, una entrada que indica una propiedad óptica deseada, por ejemplo, una transparencia deseada, un programa que indica una propiedad óptica deseada dígase para una hora del día, entradas de sensor, por ejemplo, sensores en el modulador de luz, por ejemplo, sensor para la luz incidente, luz ambiental, etc., por ejemplo, luz solar incidente, por ejemplo, iluminación ambiental de habitación, etc., por ejemplo, sensor para la corriente en los electrodos de malla. Por ejemplo, un programa de software ejecutado por el controlador puede seleccionar, por ejemplo, buscar o calcular, una señal de control apropiada para llevar el modulador de luz más cerca de un nuevo estado y/o para mantener un estado actual. La señal de control seleccionada puede ser aplicada por un controlador de corriente o un controlador de voltaje, etc.

Son posibles muchas maneras diferentes de ejecutar el procedimiento, como será evidente para un experto en la materia. Por ejemplo, el orden de las etapas se puede realizar en el orden ilustrado, pero el orden de las etapas puede variarse o algunas etapas se pueden ejecutar en paralelo. Además, entre las etapas pueden insertarse otras etapas del procedimiento. Las etapas insertadas pueden representar mejoras del procedimiento, como las que se describen en el presente documento, o pueden no estar relacionadas con el procedimiento. Por ejemplo, algunas etapas se pueden ejecutar, al menos parcialmente, en paralelo. Además, una determinada etapa puede no haber terminado completamente antes de que se inicie la siguiente.

El control de los electrodos puede utilizar una señal con una amplitud máxima seleccionada, que corresponde a uno de los múltiples niveles de transparencia o reflectividad en el modulador de luz. La señal puede ser de corriente alterna o de voltaje alterno.

Formas de realización del procedimiento se pueden ejecutar mediante software, que comprende instrucciones para hacer que un sistema procesador ejecute un procedimiento de control, tal como el procedimiento 1340. El software puede incluir únicamente aquellas etapas realizadas por una subentidad particular del sistema. El software se puede almacenar en un medio de almacenamiento adecuado, tal como un disco duro, un disquete, una memoria, un disco óptico, etc. El software puede enviarse como una señal a lo largo de un cable, o de forma inalámbrica, o utilizando una red de datos, por ejemplo, Internet. El software puede estar disponible para su descarga y/o uso remoto en un servidor. Formas de realización del procedimiento se pueden ejecutar utilizando un flujo de bits dispuesto para configurar la lógica programable, por ejemplo, una matriz de puertas programables en campo (FPGA), para llevar a cabo el procedimiento.

Se apreciará que la materia que se divulga en este documento también se extiende a programas informáticos, particularmente programas informáticos en o en una portadora, adaptados para poner en práctica la materia que se divulga en este documento. El programa puede estar en la forma de código de fuente, código de objeto, un código intermedio entre fuente y objeto, tal como en una forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma conveniente para el uso en la implementación de una forma de realización del procedimiento. Una forma de realización relativa a un producto de programa informático comprende instrucciones ejecutables por ordenador correspondientes a cada una de las etapas de

procesamiento de al menos uno de los procedimientos que se han descrito. Estas instrucciones pueden subdividirse en subrutinas y/o almacenarse en uno o más archivos que pueden vincularse estática o dinámicamente. Otra forma de realización relativa a un producto de programa informático comprende instrucciones ejecutables por ordenador correspondientes a cada uno de los dispositivos, unidades y/o partes de al menos uno de los sistemas y/o productos que se han descrito.

La figura 15a muestra un medio legible por ordenador 1000 y 1001 que tiene una parte escribible 1010 que comprende un programa informático 1020, comprendiendo el programa informático 1020 instrucciones para hacer que un sistema procesador realice un procedimiento de modulador de luz, de acuerdo con una forma de realización. Por ejemplo, un sistema procesador puede estar conectado a un modulador de luz. El programa informático 1020 puede estar incluido en el medio legible por ordenador 1000 como marcas físicas o por magnetización del medio legible por ordenador 1000. Sin embargo, también es concebible cualquier otra forma de realización adecuada. Además, se apreciará que, aunque el medio legible por ordenador 1000 se muestra en este caso como un disco óptico, el medio legible por ordenador 1000 puede ser cualquier medio legible por ordenador adecuado, tal como un disco duro, una memoria de estado sólido, una memoria flash, etc., y puede ser no escribible o escribible. Por ejemplo, el medio legible por ordenador puede ser una memoria electrónica tal como un dispositivo de memoria electrónica, por ejemplo, una tarjeta de memoria electrónica según se muestra en 1001. El programa informático 1020 comprende instrucciones para hacer que un sistema procesador realice dicho procedimiento modulador de luz.

La figura 15b muestra en una representación esquemática de un sistema procesador 1140 según una forma de realización de un controlador para un modulador de luz. El sistema procesador comprende uno o más circuitos integrados 1110. La arquitectura de uno o más circuitos integrados 1110 se muestra de forma esquemática en la Figura 15b. El circuito 1110 comprende una unidad de procesamiento 1120, por ejemplo, una CPU, para ejecutar componentes de programa informático para ejecutar un procedimiento según una forma de realización y/o implementar sus módulos o unidades. El circuito 1110 comprende una memoria 1122 para almacenar código de programación, datos, etc. Parte de la memoria 1122 puede ser de sólo lectura. El circuito 1110 puede comprender un elemento de comunicación 1126, por ejemplo, una antena, conectores o ambos, y similares. El circuito 1110 puede comprender un circuito integrado dedicado 1124 para realizar parte del o todo el procesamiento definido en el procedimiento. El procesador 1120, la memoria 1122, el circuito integrado dedicado 1124 y el elemento de comunicación 1126 pueden estar conectados entre sí a través de una interconexión 1130, dígase un bus. El sistema procesador 1110 puede estar adaptado para la comunicación con contacto y/o sin contacto, utilizando una antena y/o conectores, respectivamente.

Por ejemplo, en una forma de realización, el sistema procesador 1140, por ejemplo, el dispositivo puede comprender un circuito procesador y un circuito de memoria, estando el procesador adaptado para ejecutar software almacenado en el circuito de memoria. Por ejemplo, el circuito procesador puede ser un procesador Intel Core i7, ARM Cortex-R8, etc. En una forma de realización, el circuito procesador puede ser ARM Cortex M0. El circuito de memoria puede ser un circuito ROM, o una memoria no volátil, por ejemplo, una memoria flash. El circuito de memoria puede ser una memoria volátil, por ejemplo, una memoria SRAM. En este último caso, el dispositivo puede incluir una interfaz de software no volátil, por ejemplo, un disco duro, una interfaz de red, etc., dispuesta para proporcionar el software.

Un controlador para un modulador de luz, por ejemplo, para controlar los voltajes aplicados a los electrodos puede comprender un circuito procesador, pero también o en su lugar puede comprender una máquina de estados.

Debe tenerse en cuenta que las formas de realización antes mencionadas ilustran más que limitan la materia que se divulga en este documento, y que los expertos en la materia serán capaces de diseñar muchas formas de realización alternativas.

En las reivindicaciones, los signos de referencia colocados entre paréntesis no se interpretarán como limitativos de la reivindicación. El uso del verbo "comprender" y sus conjugaciones no excluye la presencia de elementos distintos o etapas distintas de las que se indican en una reivindicación. El artículo "un" o "una" precediendo a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de dichos elementos. Expresiones como "al menos uno de" cuando preceden a una lista de elementos representan una selección de todos o de cualquier subconjunto de elementos de la lista. Por ejemplo, la expresión "al menos uno de A, B y C" debe entenderse que incluye sólo A, sólo B, sólo C, tanto A como B, tanto A como C, tanto B como C, o todos los elementos A, B y C. La materia que se divulga en este documento se puede implementar mediante un hardware que comprende varios elementos distintos, y mediante un ordenador programado adecuadamente. En la reivindicación de dispositivo que enumera varias partes, varias de estas partes pueden estar implementadas por un mismo elemento de hardware. El mero hecho de que ciertas medidas se definan en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse de forma ventajosa.

ES 2 993 595 T3

En las reivindicaciones, las referencias entre paréntesis se refieren a signos de referencia en dibujos de formas de realización de ejemplo o a fórmulas de formas de realización, aumentando de este modo la inteligibilidad de la reivindicación. Estas referencias no deben interpretarse como limitativas de la reivindicación.

5

Reivindicaciones

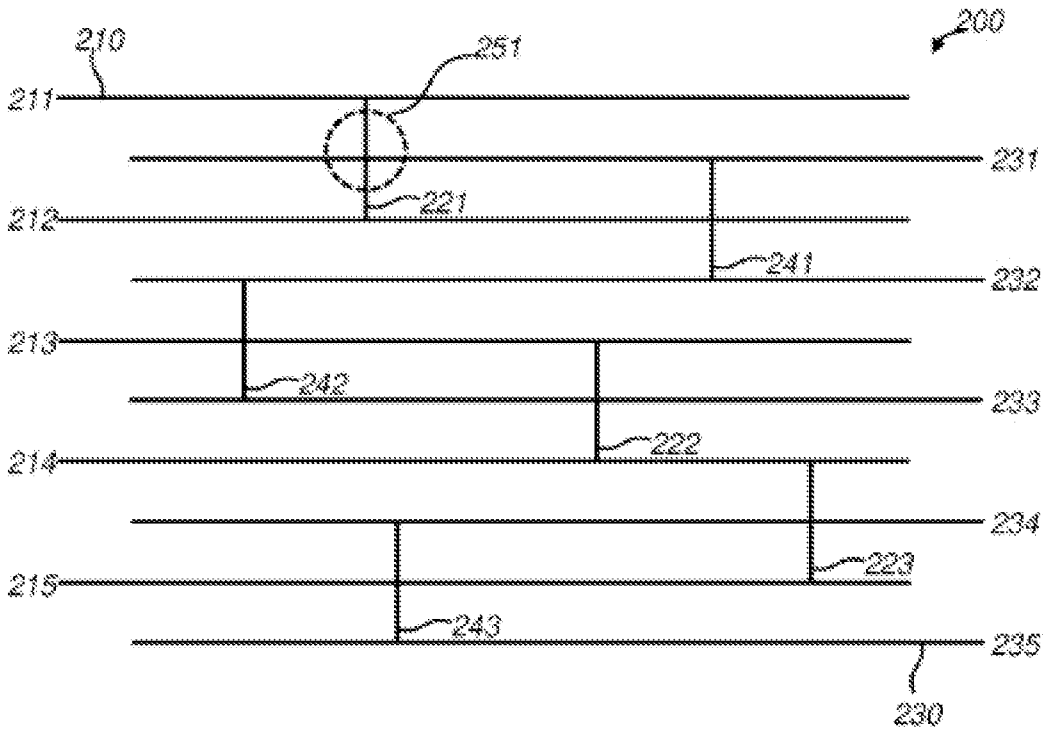
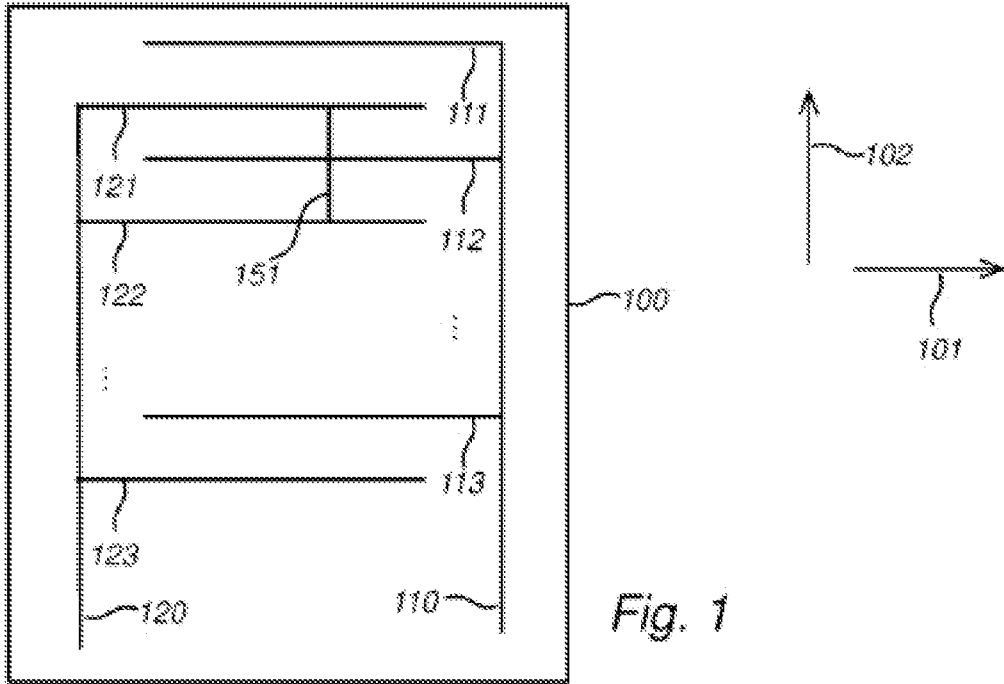
1. Un sustrato (200) para uso en un modulador de luz electroforético, comprendiendo el sustrato:
 - múltiples electrodos de malla entrelazados (210, 230) que se extienden según un patrón bidimensional por el sustrato, cruzándose al menos dos electrodos de malla de los múltiples electrodos de malla sobre el sustrato en una pluralidad de puntos de cruce (251) repartidos por el sustrato, en el que los al menos dos electrodos de malla sobre el sustrato comprenden cada uno múltiples líneas principales que se extienden en una primera dirección por el sustrato, estando las múltiples líneas principales de los al menos dos electrodos de malla dispuestas de forma alterna entre sí en el sustrato, comprendiendo cada uno de los al menos dos electrodos de malla
 - múltiples líneas de interconexión (221 – 223) que conectan eléctricamente las múltiples líneas principales del electrodo de malla entre sí, estando las múltiples líneas principales del electrodo de malla conectadas a través de las múltiples líneas de interconexión, cruzándose las múltiples líneas de interconexión del electrodo de malla con otro electrodo de malla sobre el sustrato formando la pluralidad de puntos de cruce, estando configurados los múltiples electrodos de malla para que un potencial eléctrico aplicado a los múltiples electrodos de malla obtenga un campo eléctrico entre los múltiples electrodos de malla para proporcionar un movimiento electroforético de partículas.
2. Un modulador de luz electroforético, comprendiendo el modulador de luz:
 - un primer sustrato y un segundo sustrato según la reivindicación 1, estando el primer sustrato y el segundo sustrato enfrentados entre sí,
 - una capa óptica entre el primer sustrato y el segundo sustrato, comprendiendo la capa óptica un fluido que comprende partículas, en el que las partículas están cargadas o son cargables eléctricamente;
 - un controlador configurado para aplicar un potencial eléctrico a los múltiples electrodos de malla para obtener un campo eléctrico entre los múltiples electrodos de malla que proporciona un movimiento electroforético de las partículas hacia o desde uno de los múltiples electrodos de malla que causa una modulación de las propiedades ópticas del modulador de luz.
3. El modulador de luz según la reivindicación 2, en el que el controlador está conectado eléctricamente a los múltiples electrodos de malla en uno o más del primer sustrato y segundo sustrato desde una zona de conexión en el sustrato para minimizar diferencias de potencial entre los múltiples electrodos de malla.
4. El modulador de luz según la reivindicación 2 o 3, en el que
 - al menos dos de las múltiples líneas principales comprenden al menos dos de las múltiples líneas de interconexión, y/o
 - una de las múltiples líneas principales está conectada a al menos 2 líneas de interconexión, y/o
 - una de las múltiples líneas principales está conectada a una línea de interconexión dentro de una distancia de un borde del respectivo sustrato, siendo la distancia inferior a un 10% de una longitud de línea principal.
5. El modulador de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 2 – 4, en el que la pluralidad de puntos de cruce se distribuye aleatoriamente por el primer sustrato y/o segundo sustrato.
6. El modulador de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 2 – 5, en el que una o más de las múltiples líneas principales y/o las múltiples líneas de interconexión son rectas, o son onduladas.
7. El modulador de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 2 – 6, en el que el patrón bidimensional de un electrodo de malla de los múltiples electrodos de malla por el primer sustrato y/o segundo sustrato comprende un mosaico triangular regular, un mosaico cuadrado o un mosaico hexagonal.
8. El modulador de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 2 – 7, en el que el primer sustrato y el segundo sustrato están cortados con una forma no rectangular.
9. El modulador de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 2 – 8, en el que el primer sustrato y/o segundo sustrato comprende un componente de control de corriente en un punto de cruce de la pluralidad de puntos de cruce, en el que
 - el componente de control de corriente comprende un dieléctrico en el punto de cruce, aislando eléctricamente los al menos dos electrodos de malla en el respectivo sustrato entre sí en el punto de cruce, o bien
 - el componente de control de corriente está configurado para dejar pasar corriente para un umbral alto de voltajes positivo y negativo entre los al menos dos electrodos de malla en el respectivo sustrato en el punto de cruce y, en caso contrario, para bloquear la corriente entre los al menos dos electrodos de malla.
10. El modulador de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 2 – 9, que comprende un componente de control de corriente entre un primer electrodo de malla de los al menos dos electrodos de malla en el primer sustrato y un segundo electrodo de malla de los al menos dos electrodos de malla en el segundo sustrato, en el que el componente de control de corriente controla una corriente entre el primer electrodo de malla y el segundo electrodo de malla.

11. El modulador de luz según la reivindicación 10, en el que el componente de control de corriente
 – es un espaciador, que separa el primer sustrato y el segundo sustrato entre sí, y/o
 – está ubicado encima de uno de entre la pluralidad de puntos de cruce.
- 5
12. El modulador de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 2 – 11, en el que
 – se aplican al menos tres electrodos de malla a al menos uno del primer sustrato y segundo sustrato, o
 – se aplican al menos tres electrodos de malla tanto al primer sustrato como al segundo sustrato.
- 10
13. El modulador de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 2 – 12, en el que los al menos dos
 electrodos de malla en el primer sustrato y/o en el segundo sustrato están dispuestos en un primer lado del
 respectivo sustrato y comprenden múltiples vías que conectan los al menos dos electrodos de malla a un
 segundo lado del respectivo sustrato, siendo las vías conectables al controlador.
- 15
14. El modulador de luz según la reivindicación 13, en el que las vías están dispuestas en múltiples grupos
 de vías por el respectivo sustrato, estando cada uno de los al menos dos electrodos de malla en el
 respectivo sustrato conectado a una vía en un grupo de vías, estando las vías en un grupo de vías a una
 distancia de como máximo un límite inferior de espaciado, estando los grupos de vías a una distancia de al
 menos un límite superior de espaciado.
- 20
15. El modulador de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 2 – 14, en el que uno o más electrodos
 de malla de los al menos dos electrodos de malla en el primer sustrato se conectan a un punto de conexión
 en el segundo sustrato a través de un espaciador conductor, y desde el punto de conexión al controlador.
- 25
16. El modulador de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 2 – 15, que tiene un estado
 transparente y un estado no transparente, o que tiene un estado reflectante y un estado no reflectante,
 estando el modulador de luz configurado para
 – conmutar al estado no transparente o al estado no reflectante creando un voltaje alterno en al menos uno
 del primer sustrato y segundo sustrato, aplicando una corriente alterna entre al menos un primer electrodo
 de malla y un segundo electrodo de malla de los múltiples electrodos de malla en el primer sustrato y/o
 30 entre un primer electrodo de malla y un segundo electrodo de malla de los múltiples electrodos de malla en
 el segundo sustrato,
 – conmutar al estado transparente o al estado reflectante creando un voltaje alterno entre el primer sustrato
 y el segundo sustrato, aplicando una corriente alterna entre un primer electrodo de malla de los múltiples
 35 electrodos de malla en el primer sustrato y un primer electrodo de malla de los múltiples electrodos de malla
 en el segundo sustrato, y/o entre un segundo electrodo de malla de los múltiples electrodos de malla en el
 primer sustrato y un segundo electrodo de malla de los múltiples electrodos de malla en el segundo sustrato.
- 40
17. Un acristalamiento dinámico que comprende el modulador de luz según una cualquiera de las
 reivindicaciones 2 – 16.
18. Un procedimiento de fabricación de un sustrato (200) para uso en un modulador de luz electroforético,
 comprendiendo el procedimiento
 – proporcionar un sustrato y aplicar múltiples electrodos de malla entrelazados (210, 230) sobre el sustrato,
 45 extendiéndose los múltiples electrodos de malla entrelazados según un patrón bidimensional por el sustrato,
 cruzándose al menos dos electrodos de malla de los múltiples electrodos de malla sobre el sustrato en una
 pluralidad de puntos de cruce (251) repartidos por el sustrato en el que al menos dos electrodos de malla
 sobre el sustrato comprenden cada uno múltiples líneas principales que se extienden en una primera
 50 dirección por el sustrato, estando las múltiples líneas principales de los al menos dos electrodos de malla
 dispuestas de forma alterna entre sí sobre el sustrato, comprendiendo cada uno de los al menos dos
 electrodos de malla
 – múltiples líneas de interconexión (221 – 223) que conectan eléctricamente las múltiples líneas principales
 del electrodo de malla entre sí, estando las múltiples líneas principales del electrodo de malla conectadas
 a través de las múltiples líneas de interconexión, cruzándose las múltiples líneas de interconexión del
 55 electrodo de malla con otro electrodo de malla sobre el sustrato formando la pluralidad de puntos de cruce,
 estando configurados los múltiples electrodos de malla para que un potencial eléctrico aplicado a los
 múltiples electrodos de malla obtenga un campo eléctrico entre los múltiples electrodos de malla para
 proporcionar un movimiento electroforético de partículas.
- 60
19. El procedimiento de fabricación de un sustrato según la reivindicación 18, que comprende
 – estampar múltiples líneas de interconexión conductoras sobre el sustrato, y recubrir el sustrato con un
 dieléctrico, antes de aplicar las múltiples líneas principales, y
 – conectar las múltiples líneas principales conductoras de un electrodo de malla a las líneas de
 interconexión conductoras.
- 65
20. El procedimiento de fabricación de un sustrato según la reivindicación 18, que comprende
 – aplicar componentes de control de corriente en las múltiples líneas principales conductoras,

ES 2 993 595 T3

– aplicar múltiples líneas de interconexión encima de los componentes de control de corriente, conectando las múltiples líneas principales conductoras en los múltiples electrodos de malla entrelazados sobre el sustrato.

- 5 21. El procedimiento de fabricación de un sustrato según la reivindicación 18, que comprende
- aplicar un primer electrodo de malla sobre el sustrato
 - aplicar componentes de control de corriente en el primer electrodo de malla,
 - aplicar un segundo electrodo de malla sobre el sustrato, estando el segundo electrodo de malla aislado del primer electrodo de malla a través de los componentes de corriente.
- 10 22. El procedimiento de fabricación de un sustrato según la reivindicación 18, que comprende
- recubrir el sustrato con una primera capa conductora y estampar la primera capa conductora para formar las múltiples líneas de interconexión,
 - recubrir el sustrato con una deposición dieléctrica y su estampación para formar parches aislantes encima de las múltiples líneas de interconexión,
 - recubrir el sustrato con una segunda capa conductora, y
 - estampar la primera y la segunda capa conductora para formar los múltiples electrodos de malla.
- 15 23. El procedimiento de fabricación de un sustrato para uso en un modulador de luz según la reivindicación 18, que comprende
- cortar una forma del sustrato.
- 20 24. Un procedimiento de fabricación de un modulador de luz electroforético, que comprende
- proporcionar
 - un primer sustrato y un segundo sustrato según la reivindicación 1, estando el primer sustrato y el segundo sustrato enfrentados entre sí, y
 - una capa óptica entre el primer sustrato y el segundo sustrato, comprendiendo la capa óptica un fluido que comprende partículas, en el que las partículas están cargadas o son cargables eléctricamente.
- 25 25. El procedimiento de fabricación de un modulador de luz según la reivindicación 24, que comprende
- proporcionar un conector eléctrico a ambos de los al menos dos electrodos de malla en el primer sustrato y/o segundo sustrato en una zona de conexión.
- 30 26. El procedimiento de fabricación de un modulador de luz según la reivindicación 24 o 25, que comprende
- cortar una forma del primer sustrato, el segundo sustrato y la capa óptica ensamblados, en el que el corte de una forma comprende opcionalmente cortar un agujero en dicho ensamblaje, y
 - cerrar los bordes de la forma cortada.
- 35 27. Un procedimiento de acristalamiento dinámico que comprende:
- proporcionar un modulador de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 2 – 16
 - seleccionar una corriente alterna o voltaje alterno, y aplicar la corriente alterna o voltaje alterno a los múltiples electrodos de malla para obtener un campo eléctrico entre los múltiples electrodos de malla que proporcione un movimiento electroforético de las partículas hacia o desde un electrodo, provocando una modulación de las propiedades ópticas del modulador de luz.
- 40 28. Un medio transitorio o no transitorio legible por ordenador que comprende datos que representan instrucciones que, cuando son ejecutadas por un sistema procesador, hacen que el sistema procesador realice el procedimiento según la reivindicación 27.
- 45



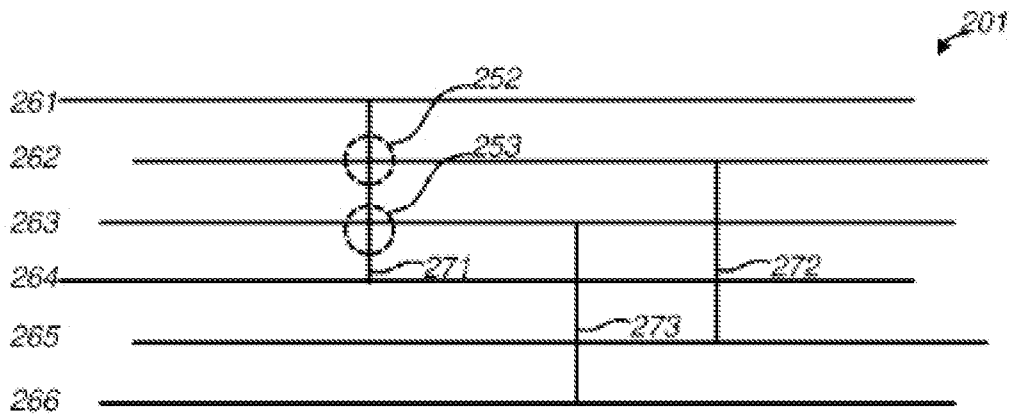


Fig. 2b

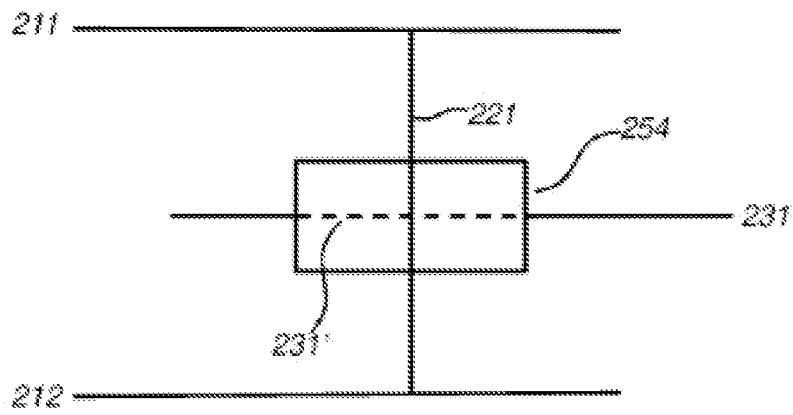


Fig. 2c

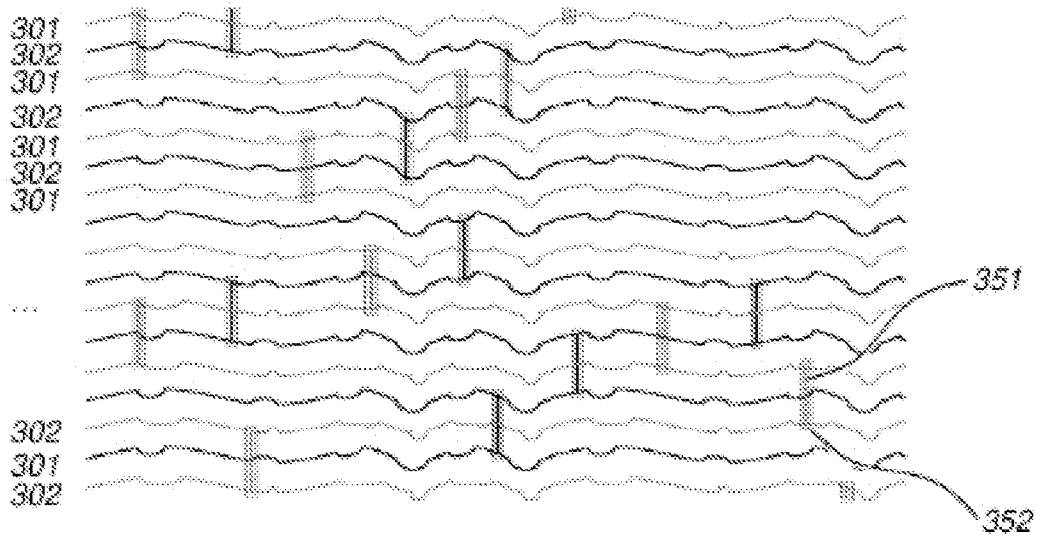


Fig. 3

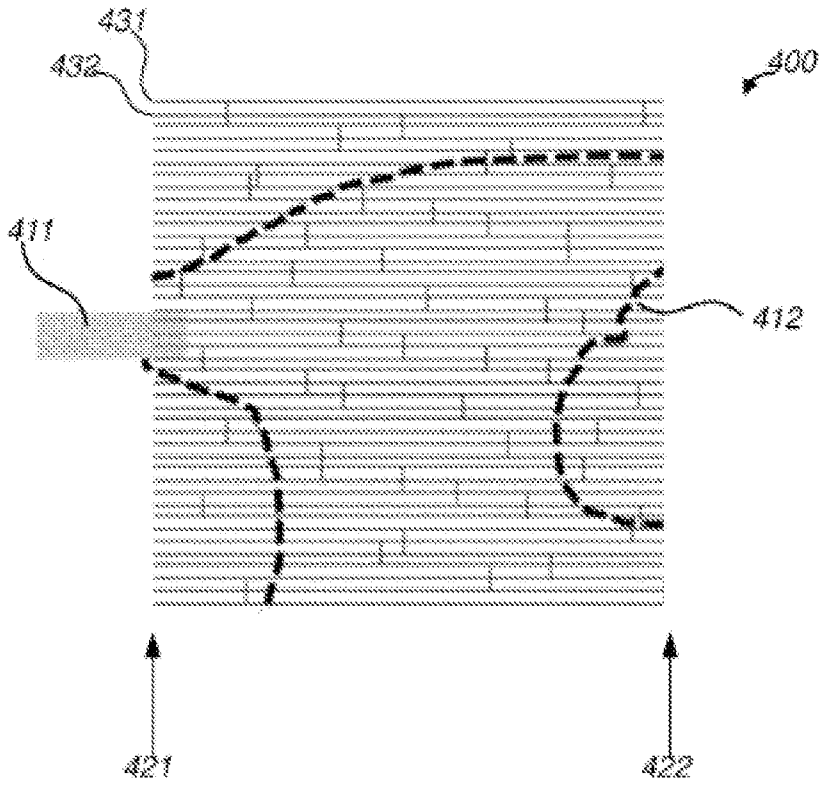


Fig. 4

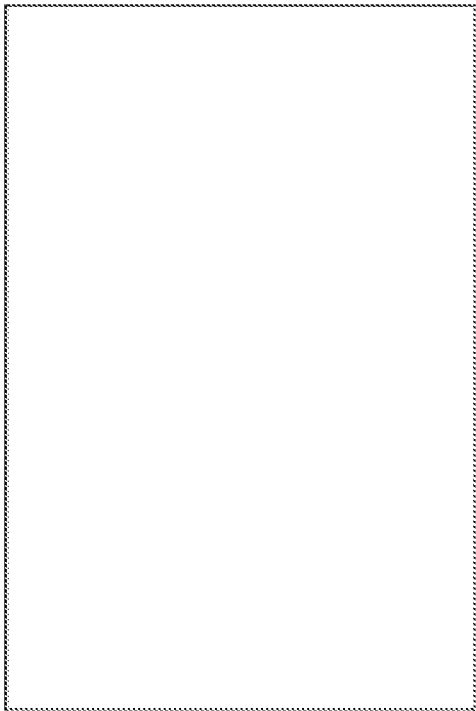


Fig. 5a

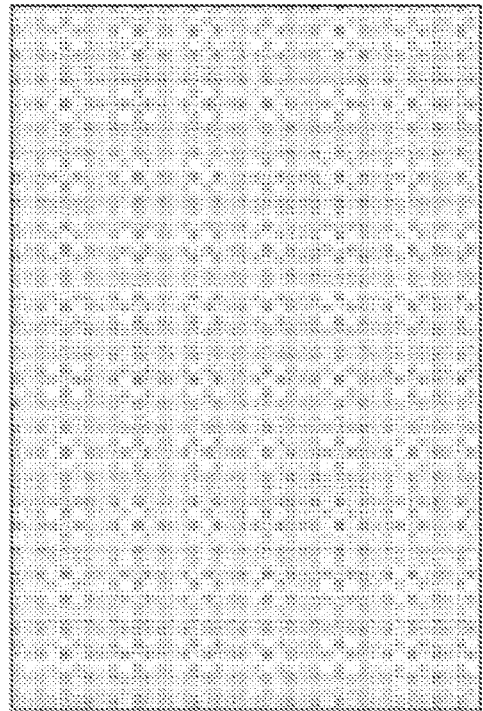


Fig. 5b

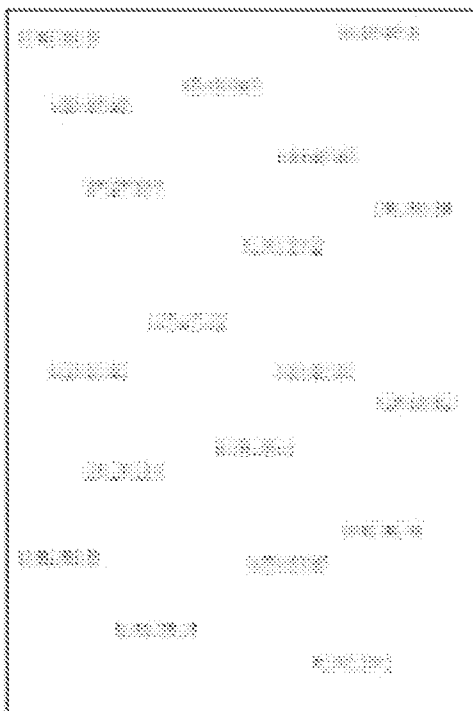


Fig. 5c

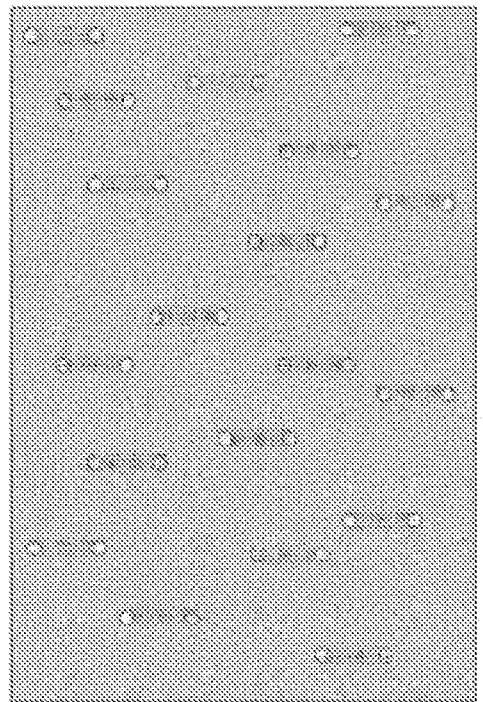


Fig. 5d

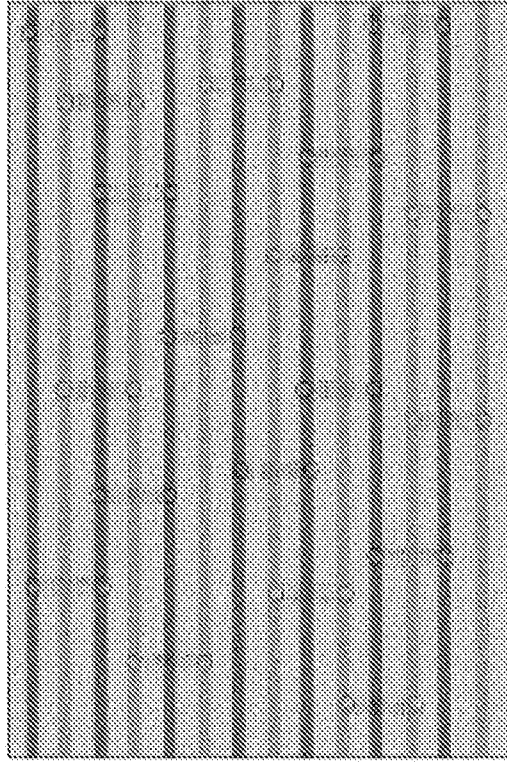


Fig. 5e

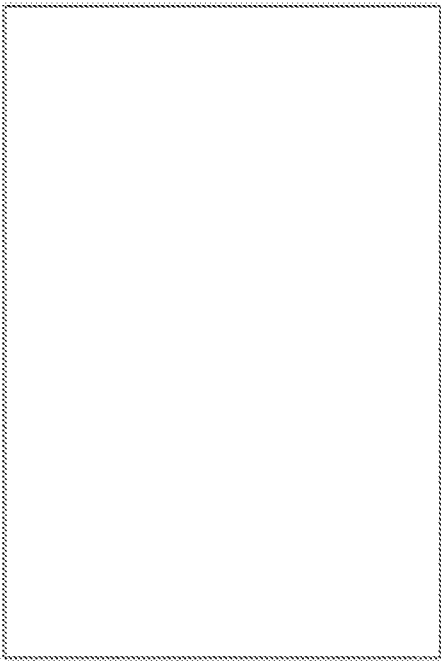


Fig. 6a

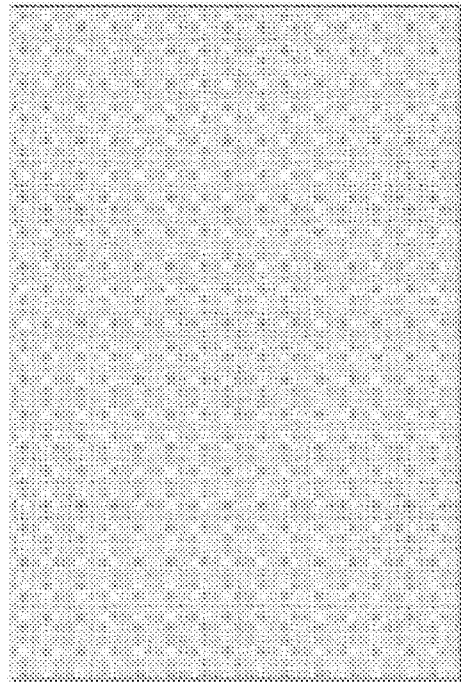


Fig. 6b

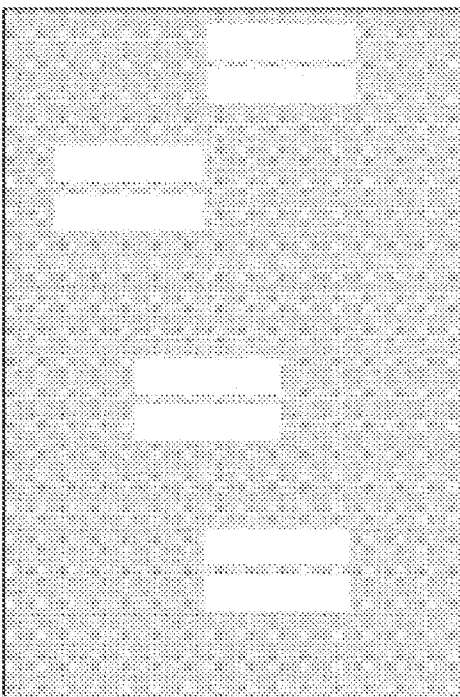


Fig. 6c

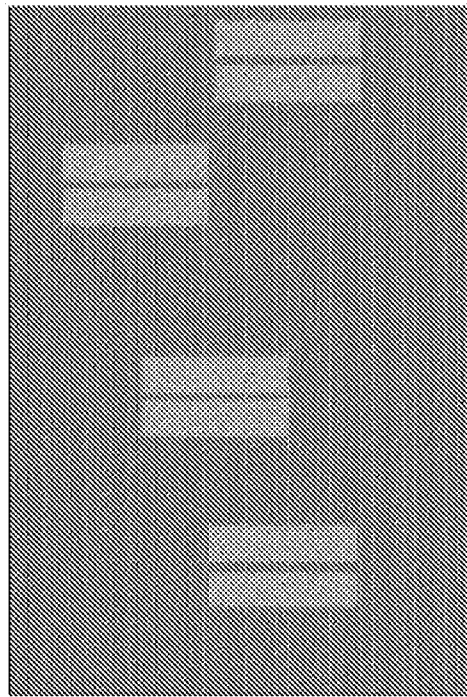


Fig. 6d

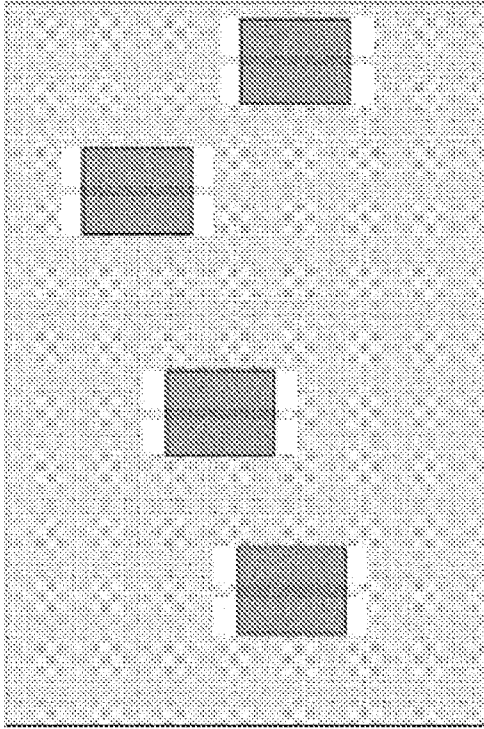


Fig. 6e

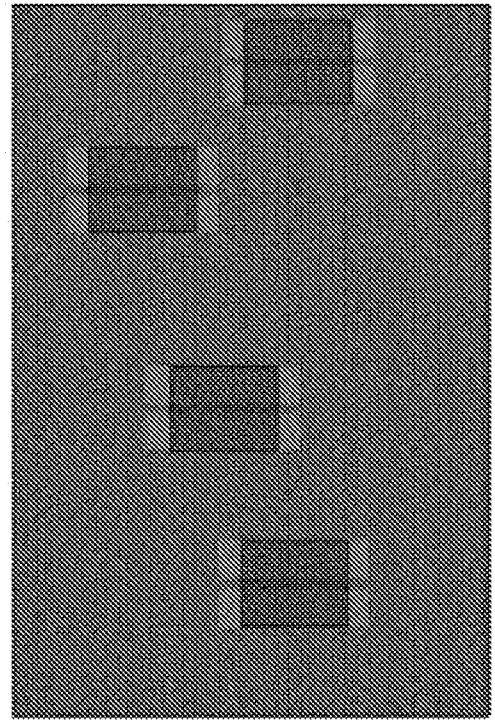


Fig. 6f

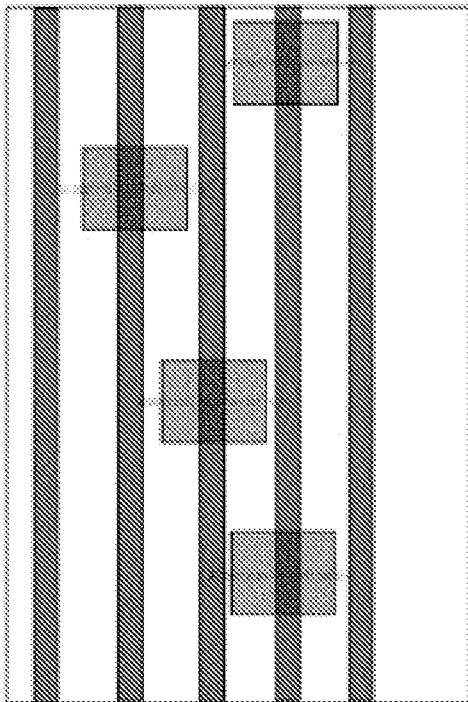


Fig. 6g

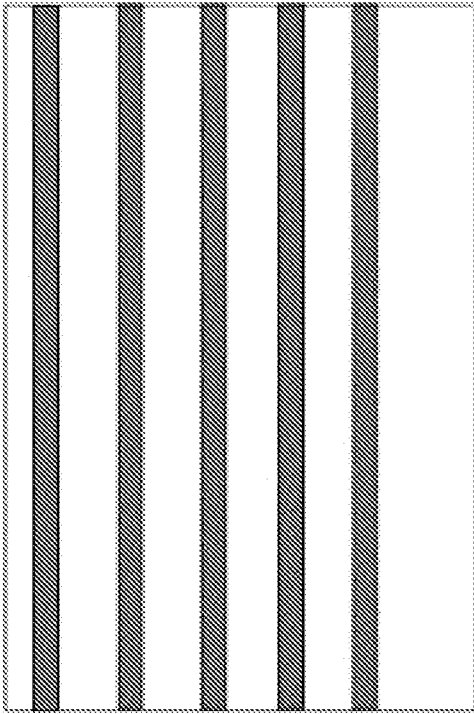


Fig. 7a

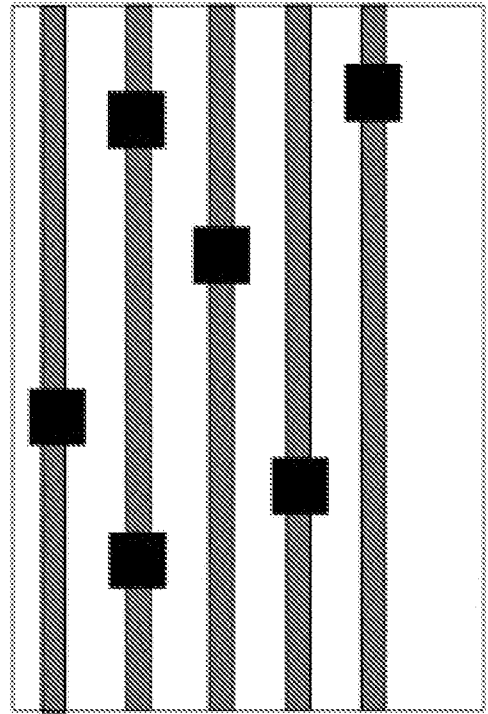


Fig. 7b

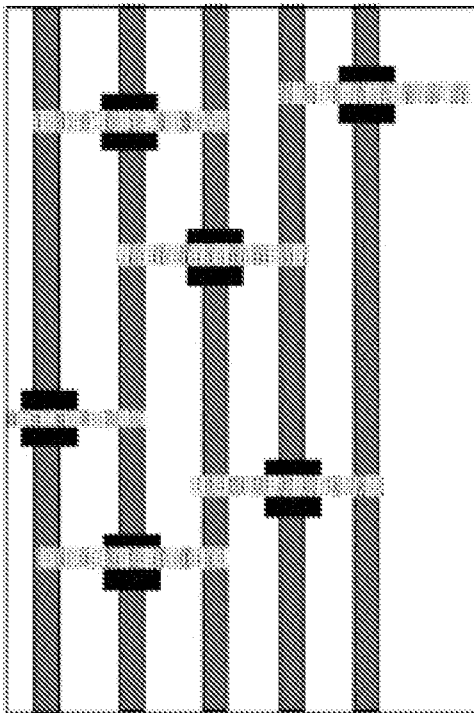


Fig. 7c

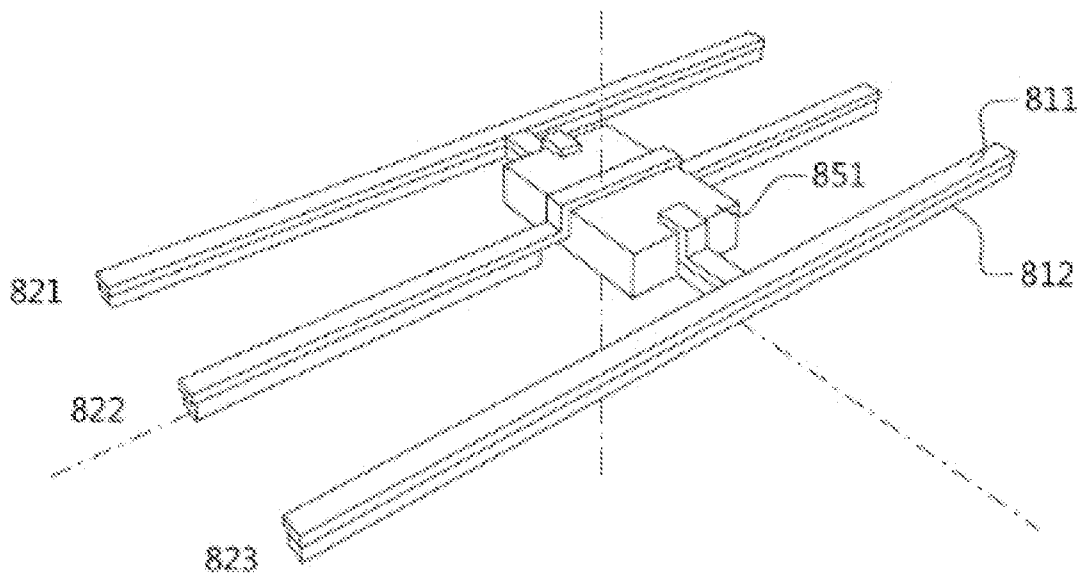


Fig. 8a

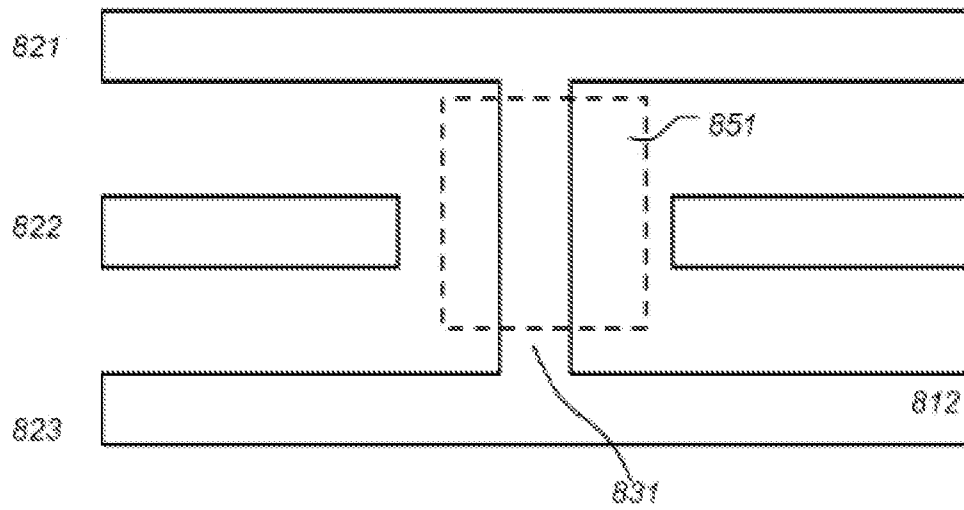


Fig. 8b

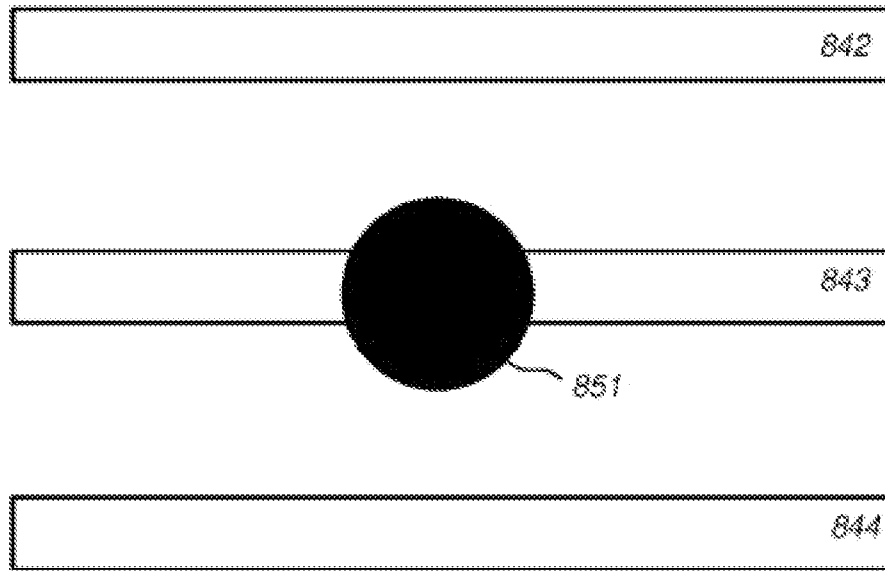


Fig. 8c

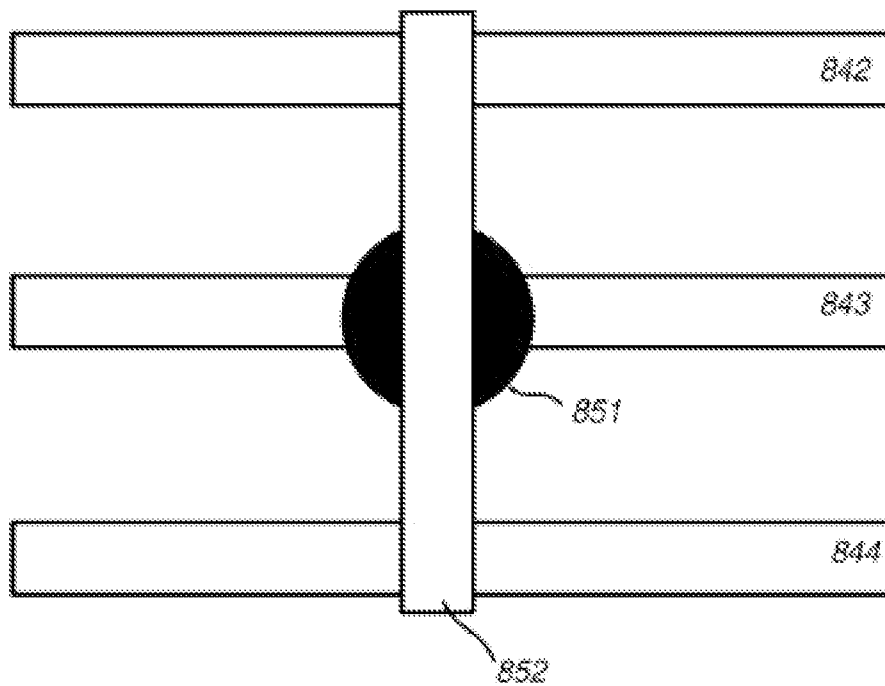


Fig. 8d

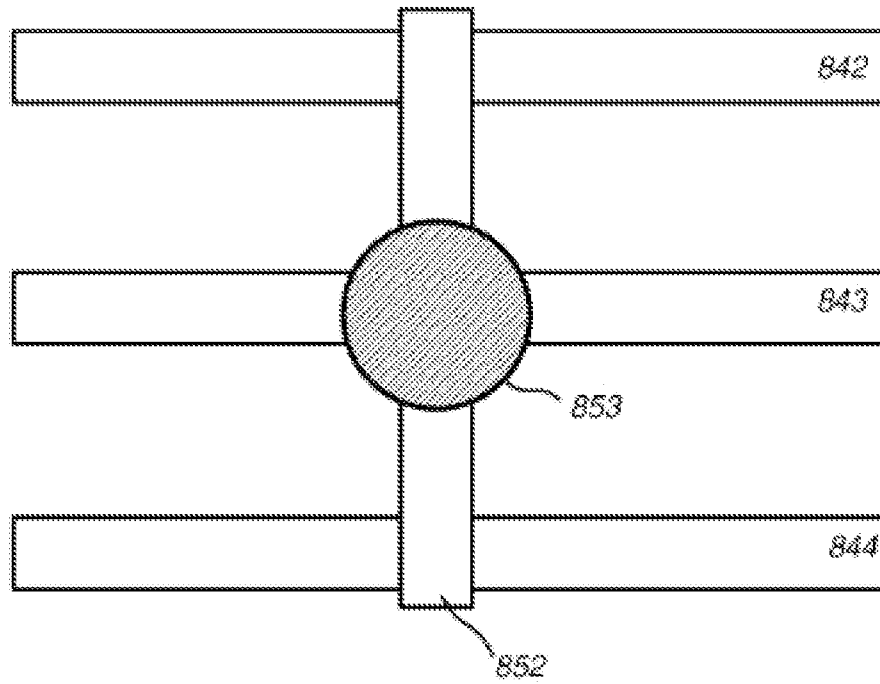


Fig. 8e

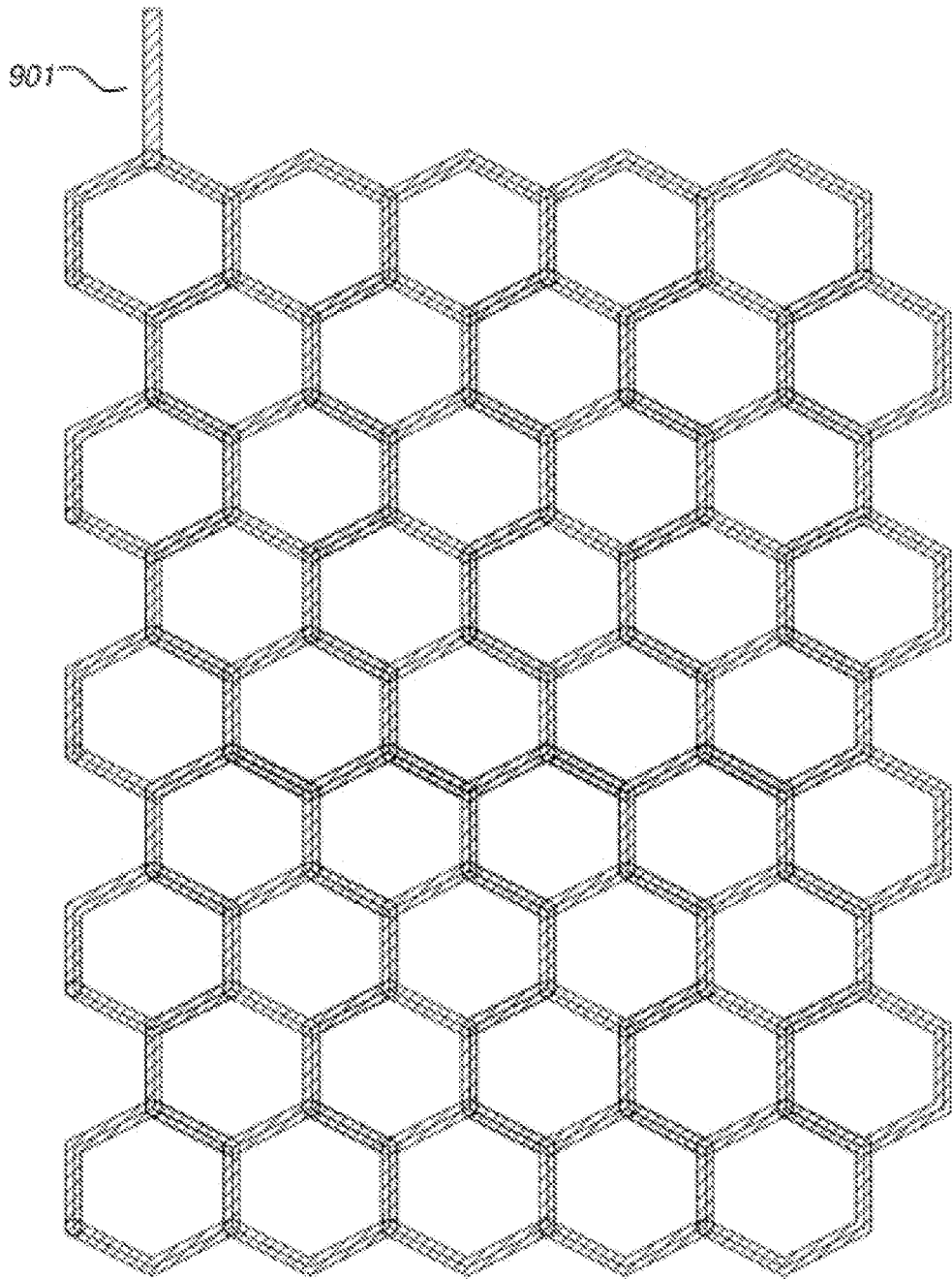


Fig. 9a



Fig. 9b

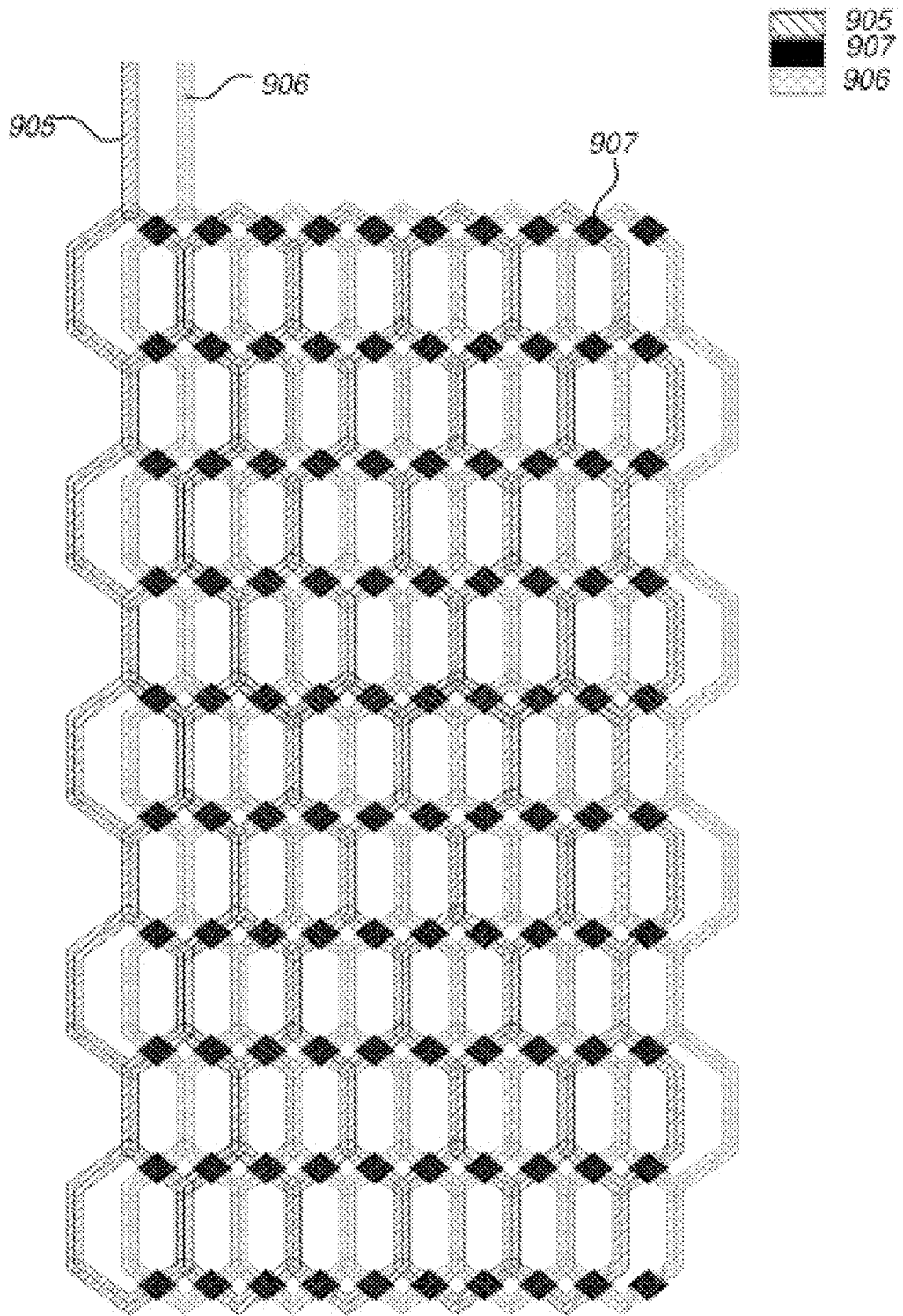


Fig. 9c

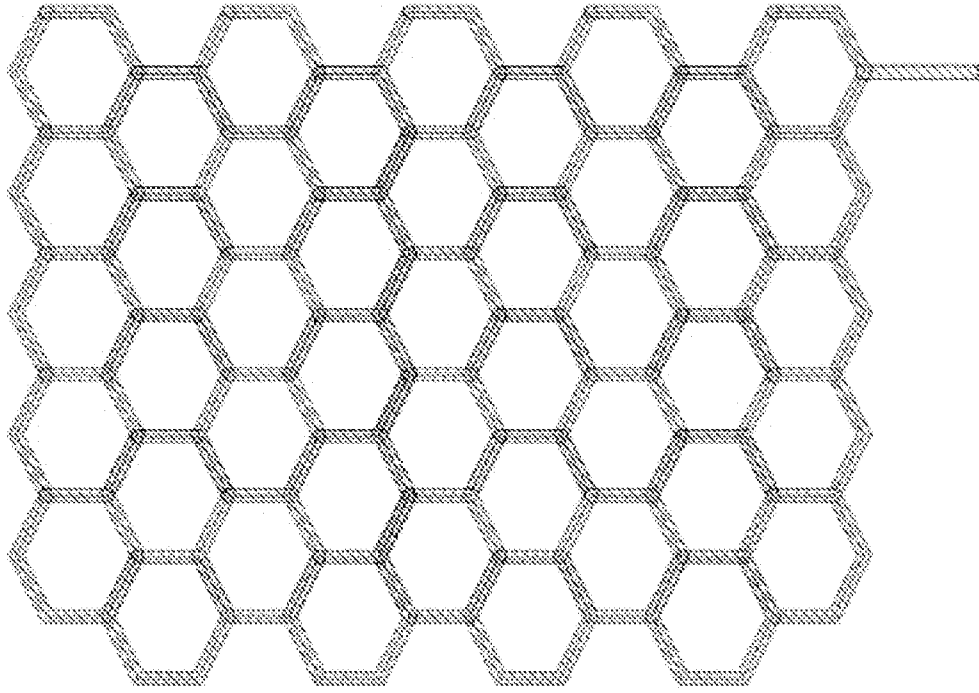


Fig. 9d

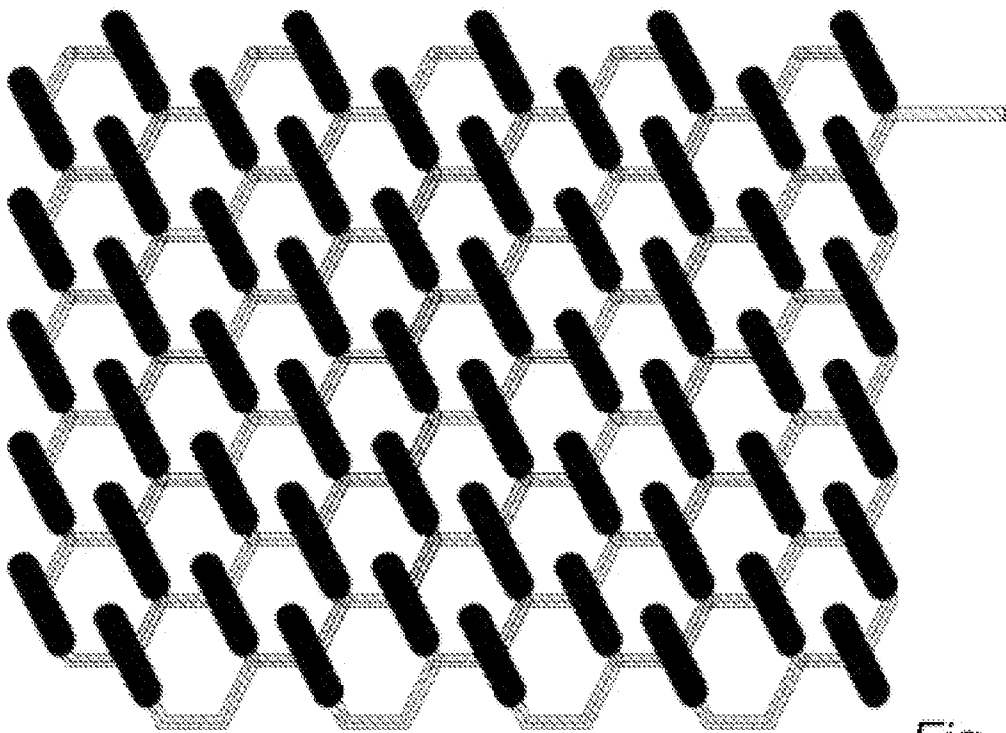


Fig. 9e

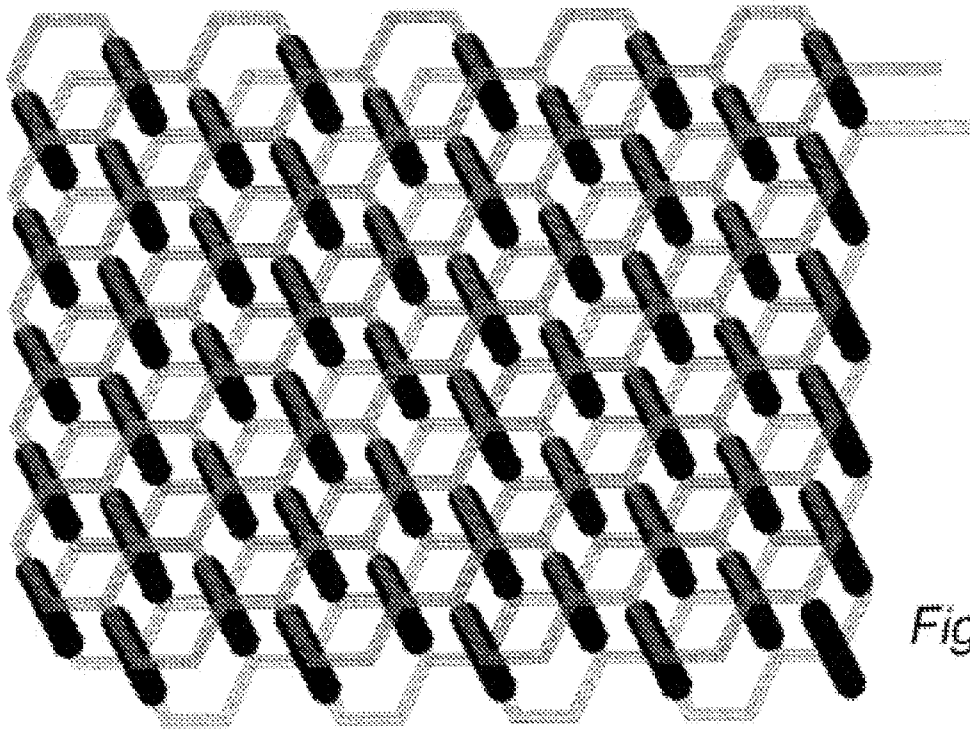


Fig. 9f

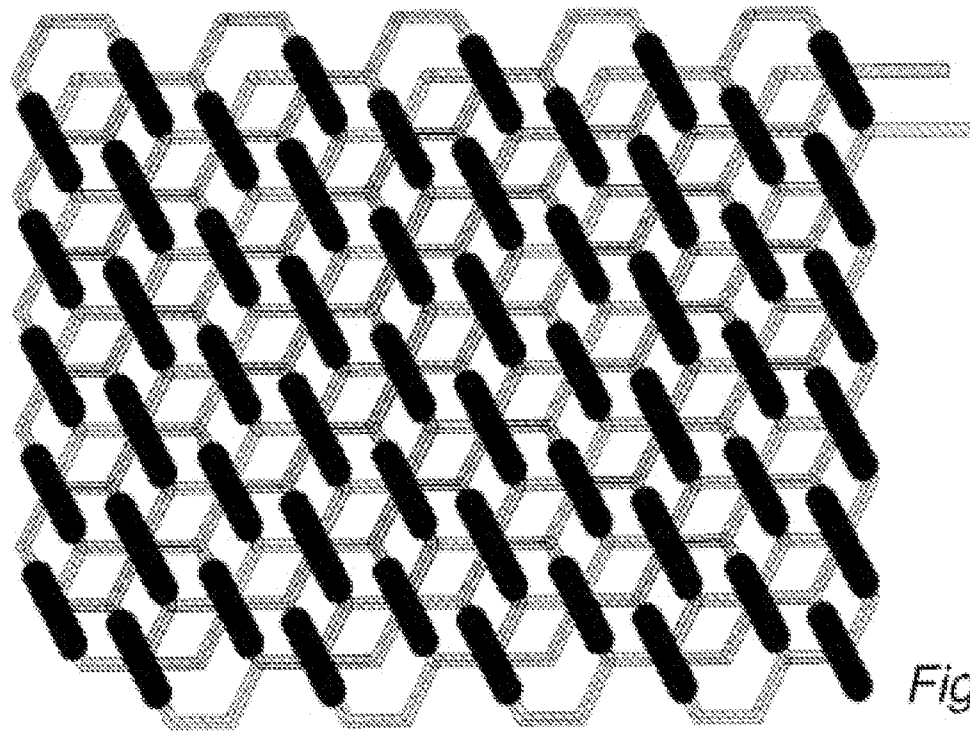


Fig. 9g

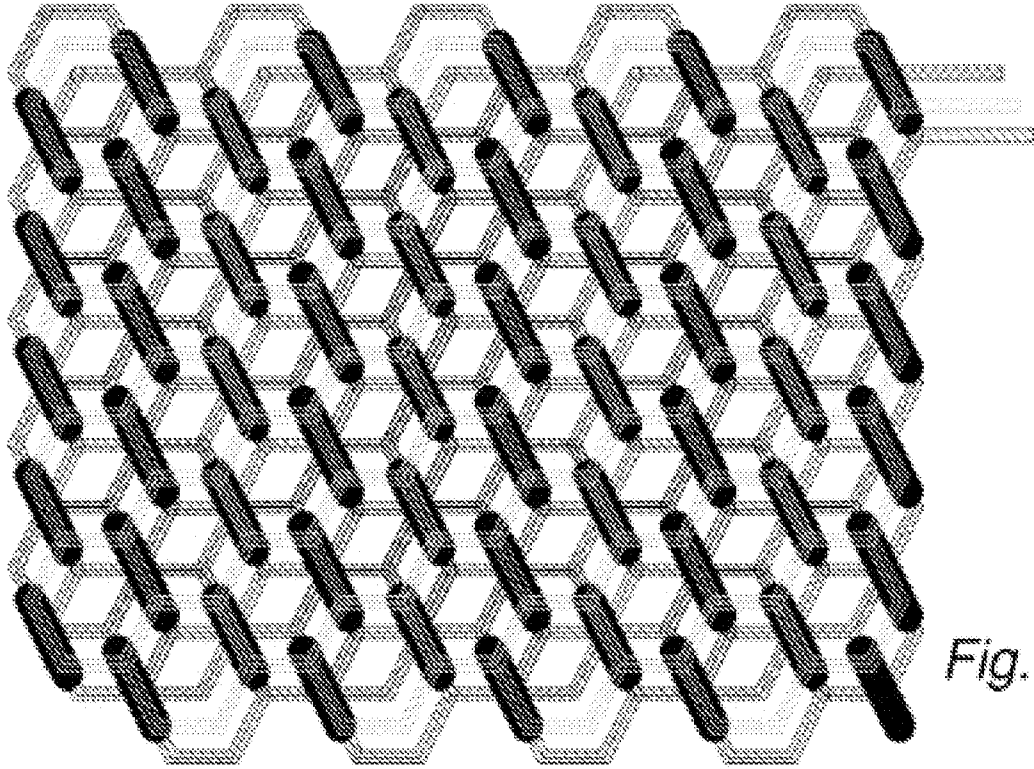


Fig. 9h

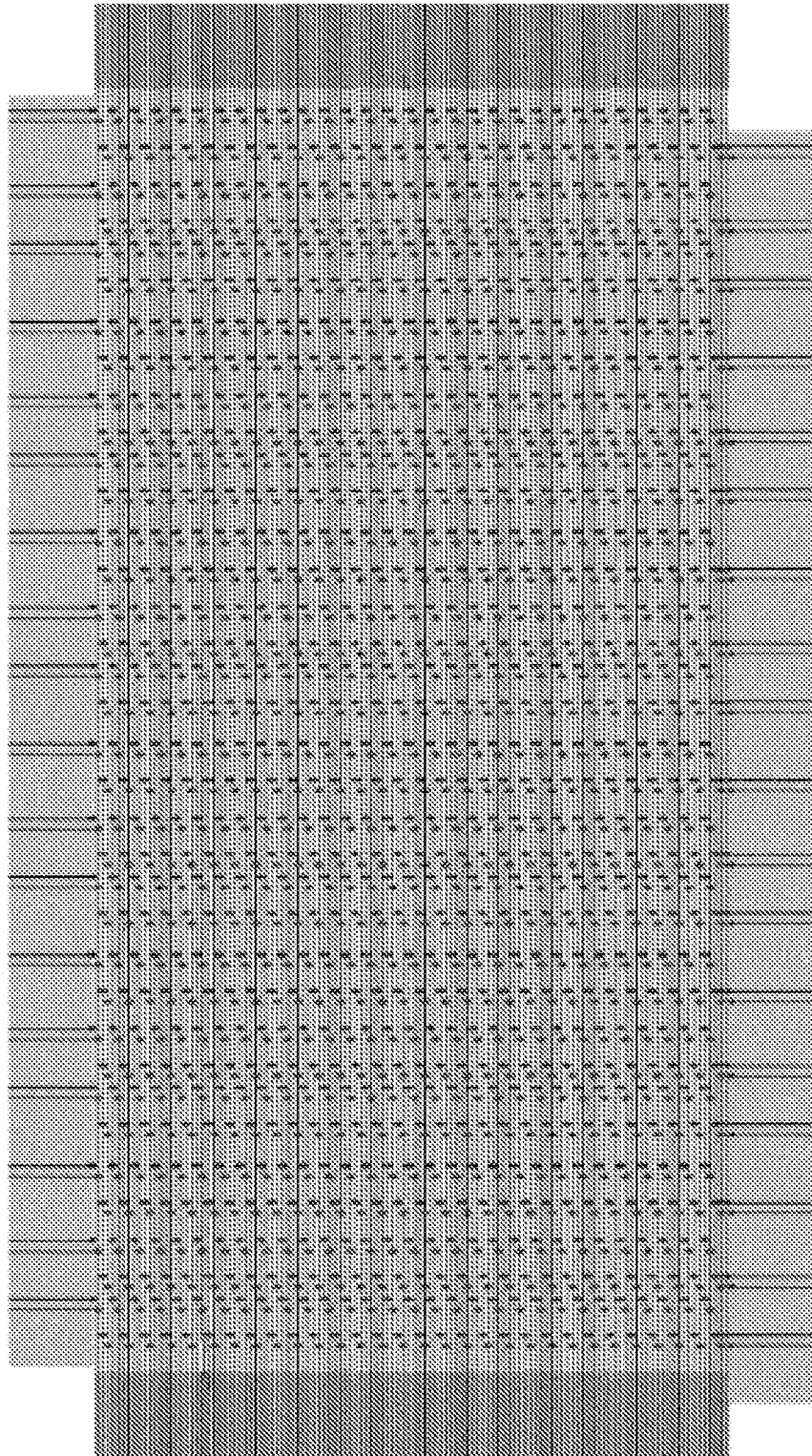


Fig. 10a

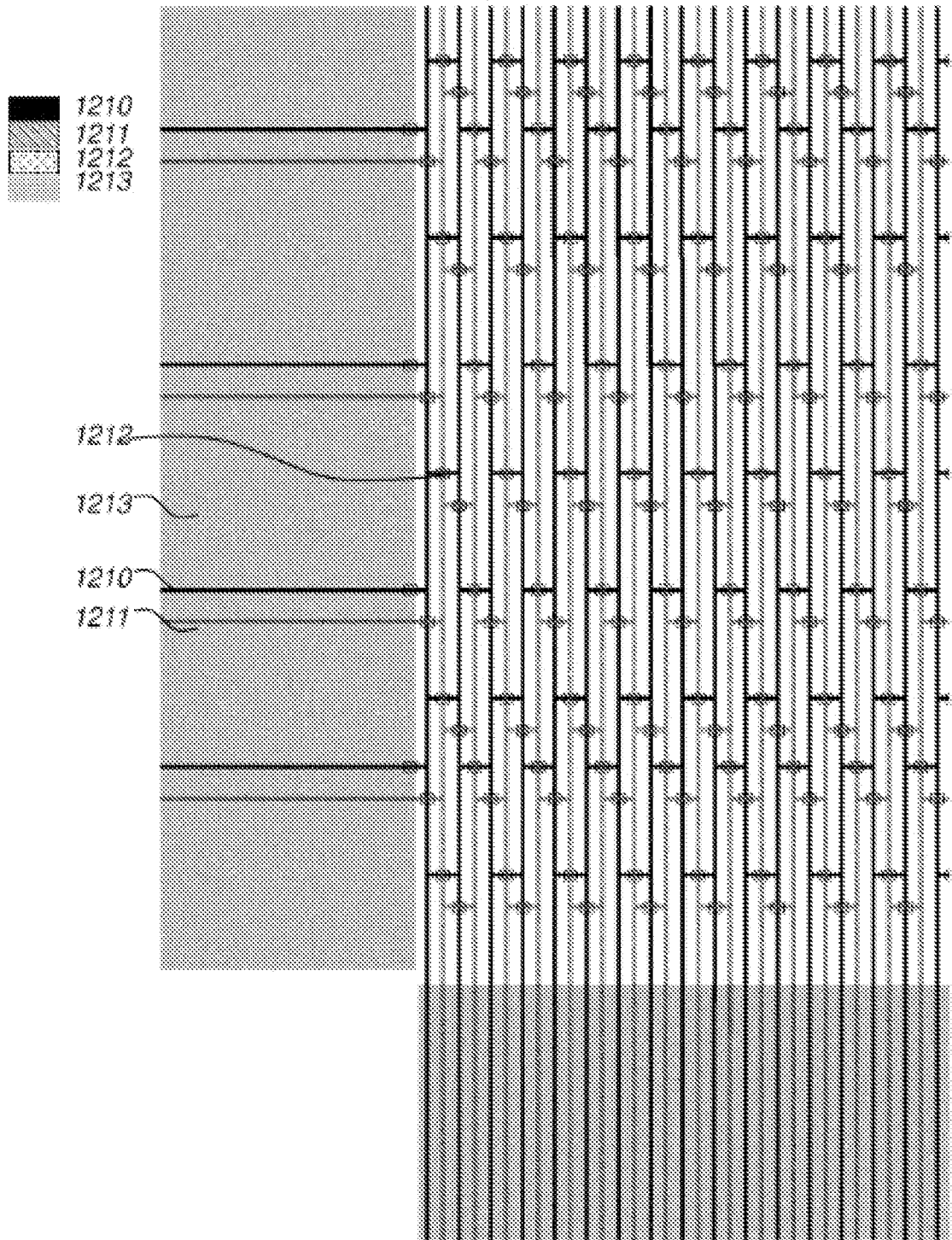


Fig. 10b

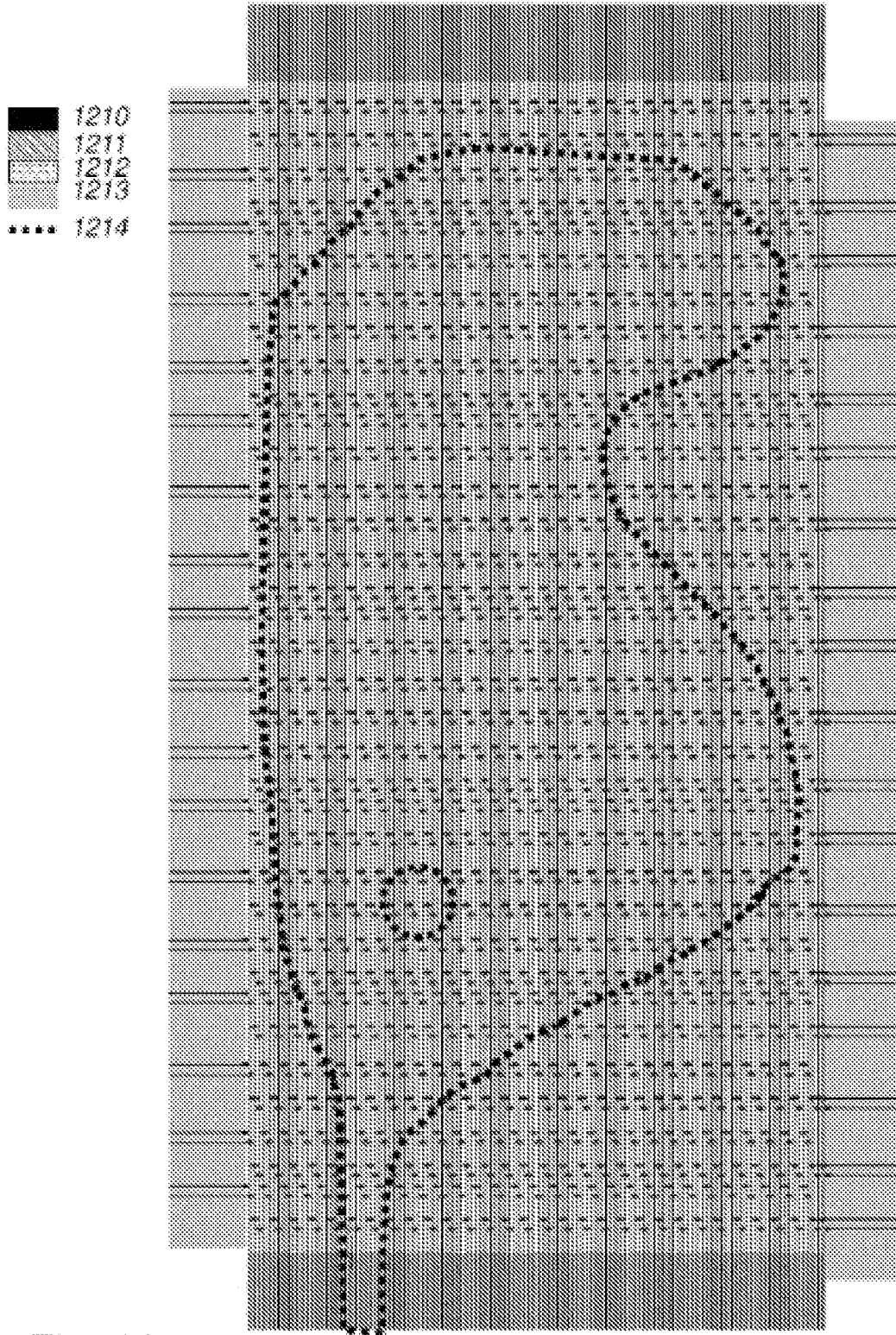


Fig. 10c

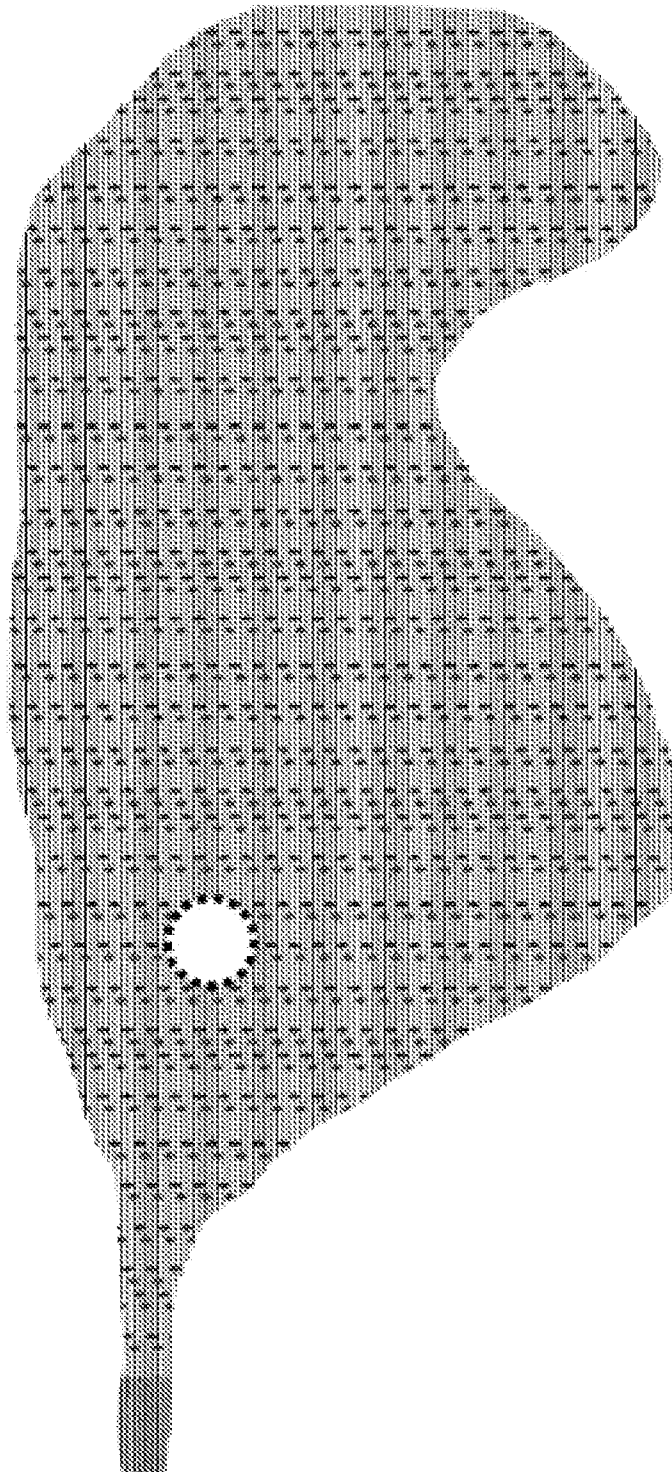


Fig. 10d

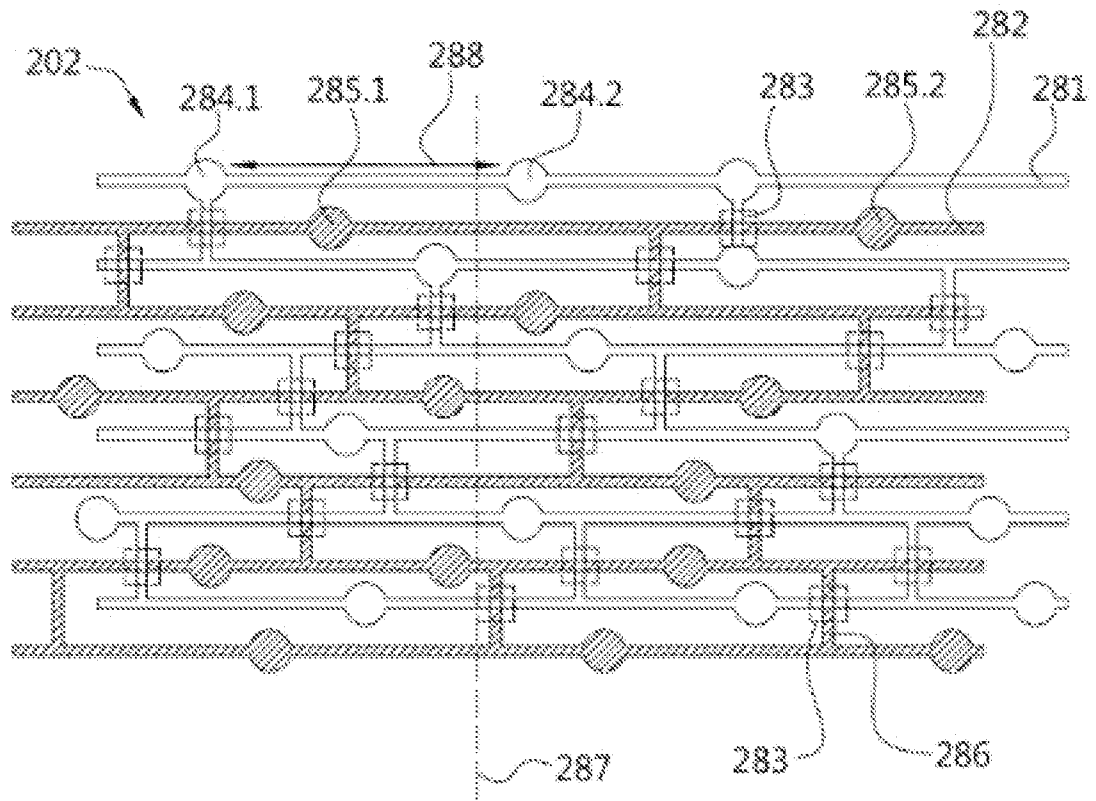


Fig. 11a

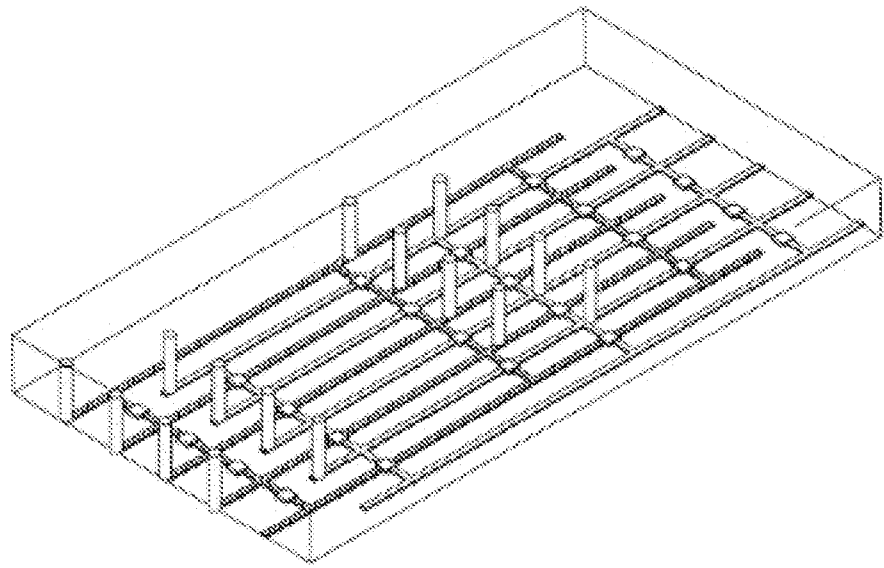


Fig. 11b

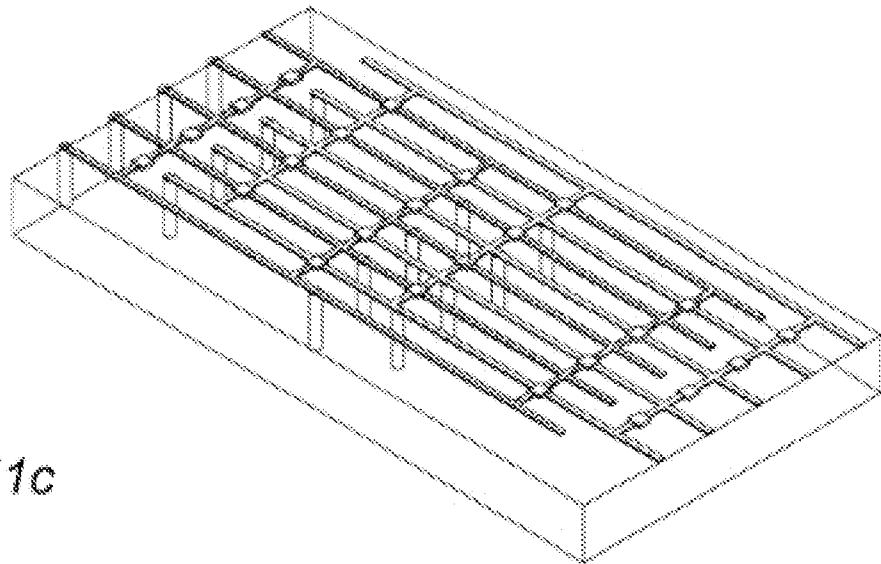


Fig. 11c

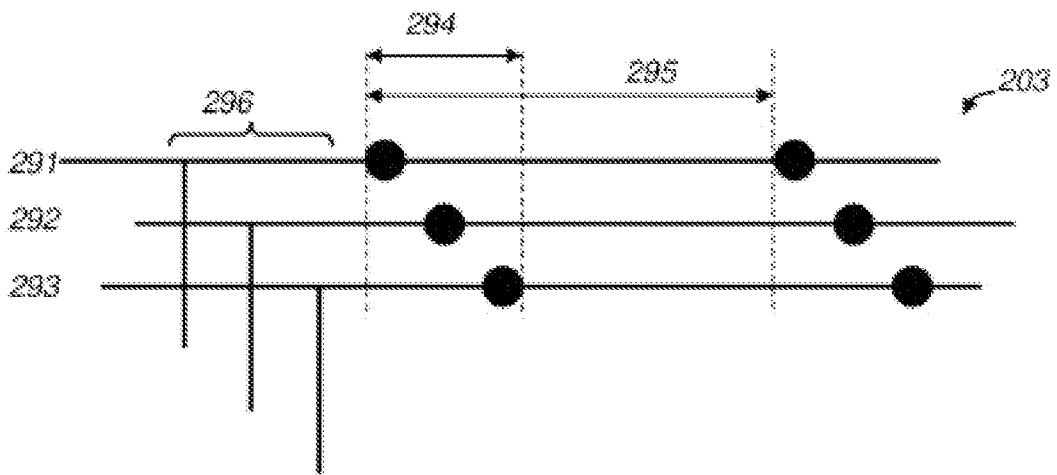


Fig. 11d

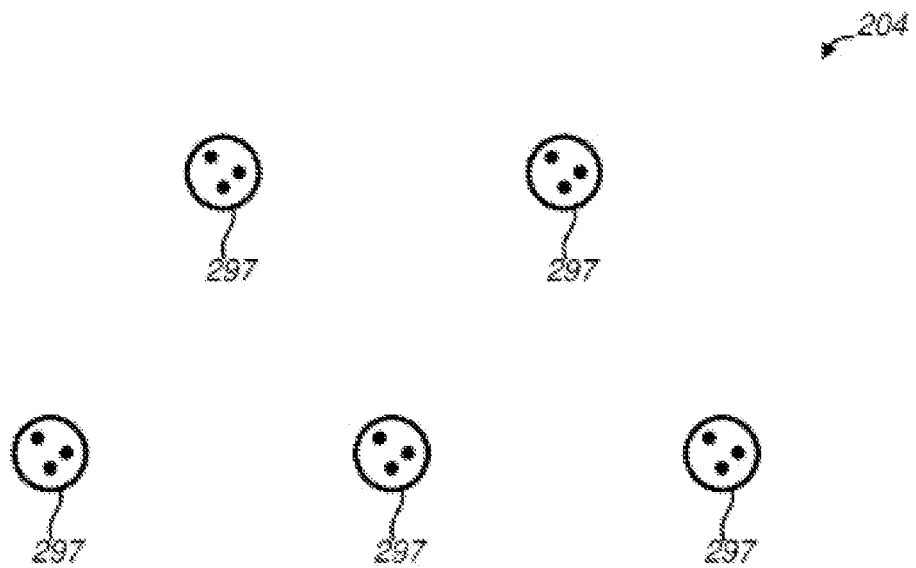


Fig. 11e

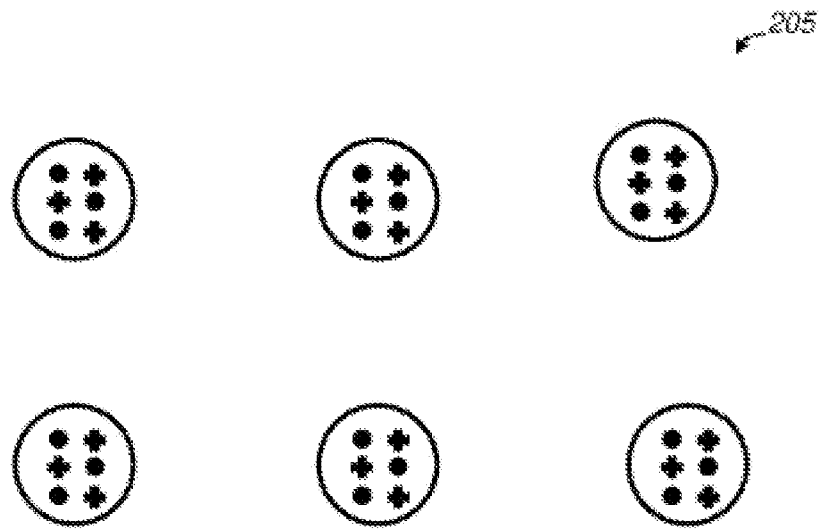
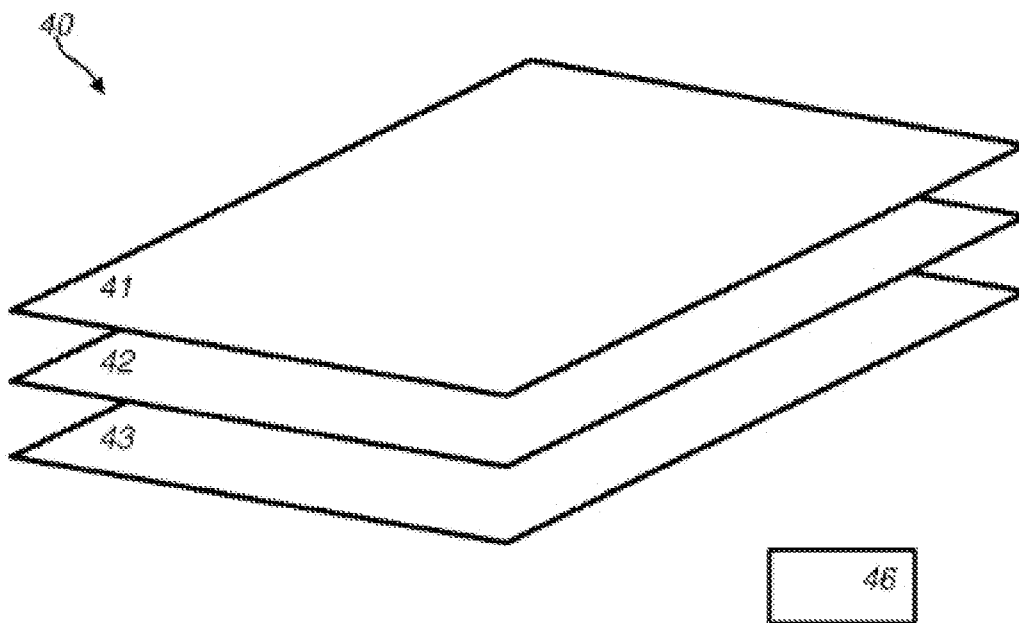
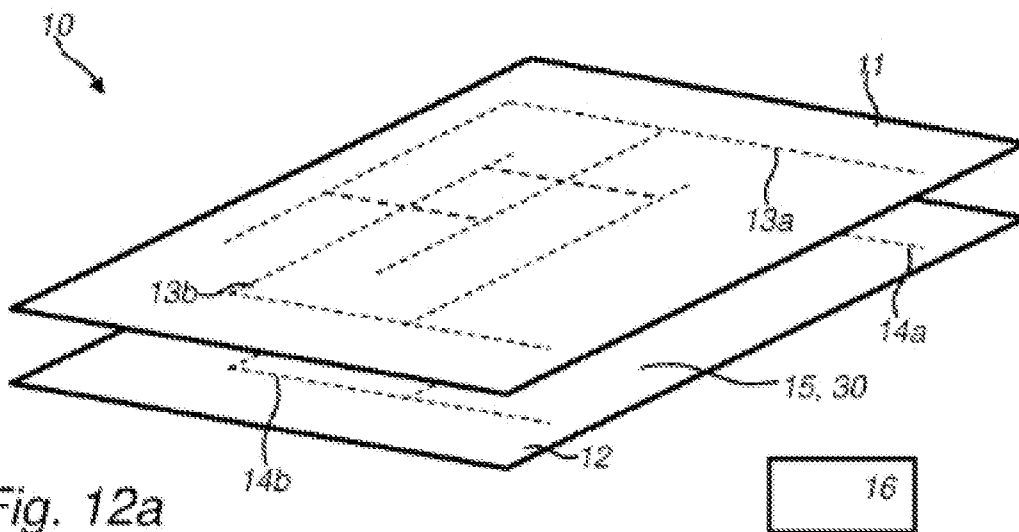


Fig. 11f



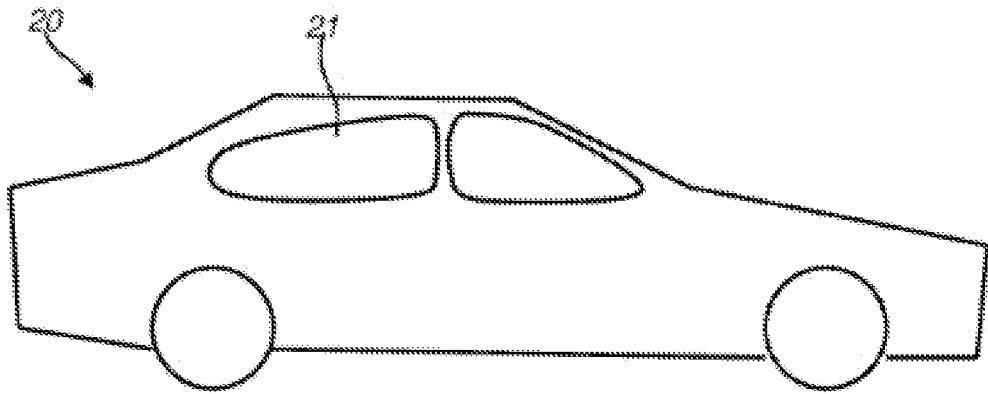


Fig. 12c

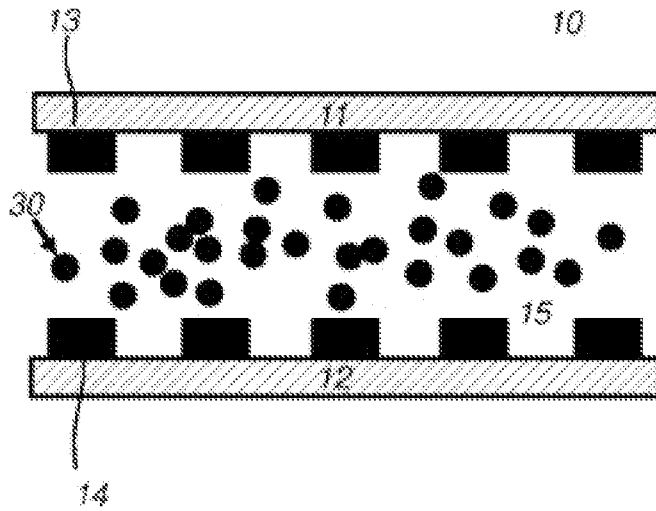


Fig. 13a

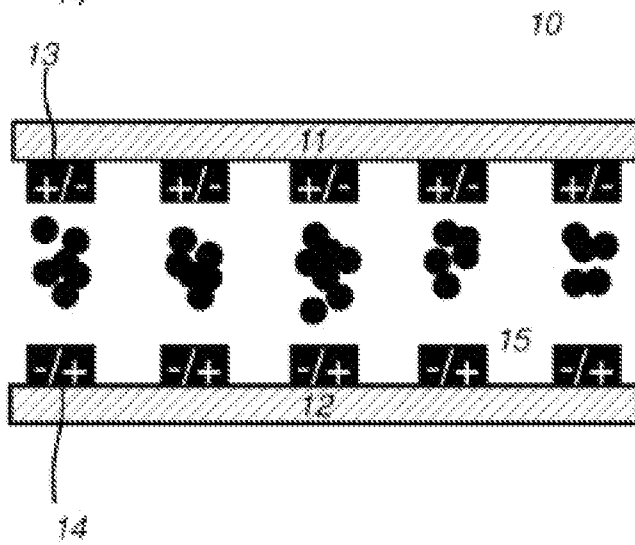


Fig. 13b

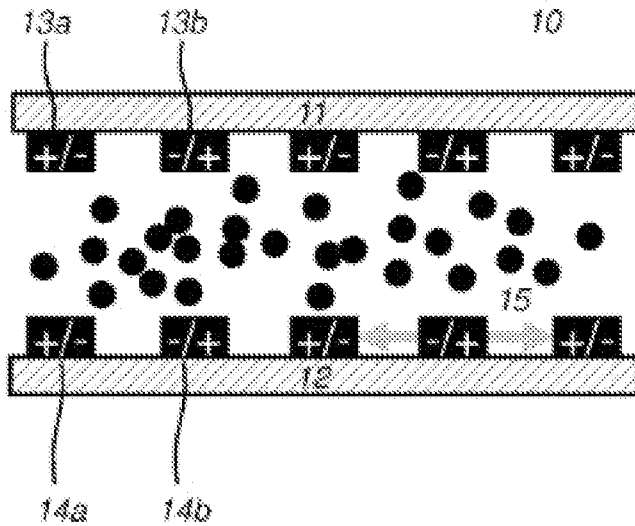


Fig. 13c

1310 ↘

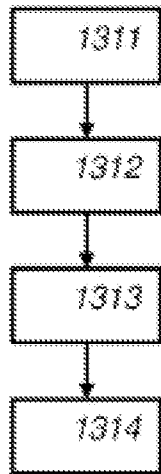


Fig. 14a

1320 ↘

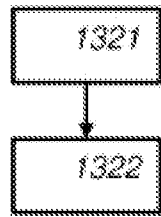


Fig. 14b

1330 ↘

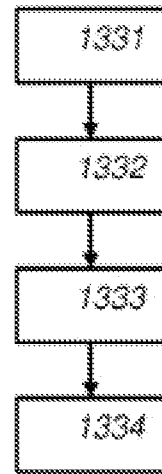


Fig. 14c

1340 ↘

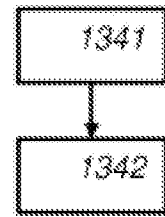


Fig. 14d

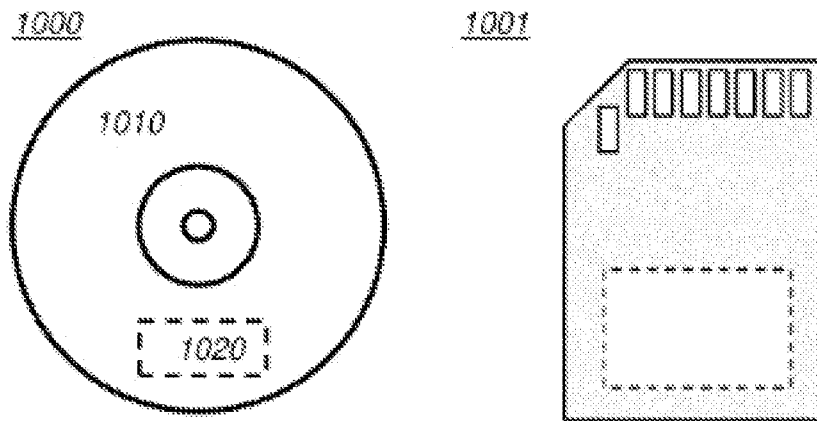


Fig. 15a

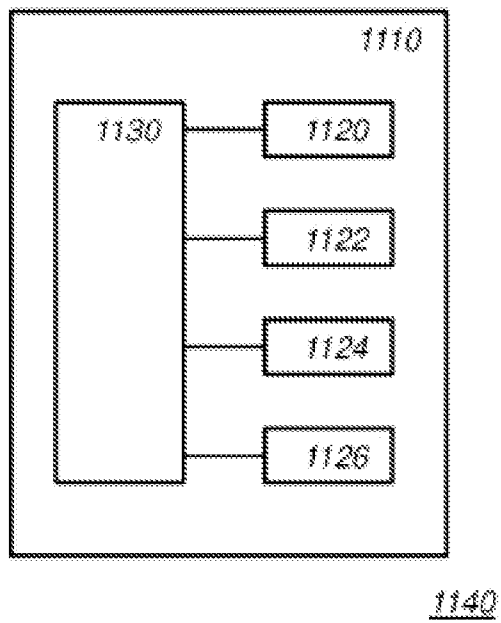


Fig. 15b