

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 416 360**

51 Int. Cl.:

B81B 7/00 (2006.01)

G02B 26/08 (2006.01)

G02B 26/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2005 E 05255641 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 1640322**

54 Título: **Sistema y procedimiento para proteger la microestructura de una matriz de visualización usando separadores en un hueco dentro del dispositivo de visualización**

30 Prioridad:

27.09.2004 US 613406 P

27.09.2004 US 613682 P

15.04.2005 US 108026

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

31.07.2013

73 Titular/es:

QUALCOMM MEMS TECHNOLOGIES, INC.

(100.0%)

**5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

CUMMINGS, WILLIAM J.;

GALLY, BRIAN J.;

PALMATEER, LAUREN y

CHUI, CLARENCE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 416 360 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento para proteger la microestructura de una matriz de visualización usando separadores en un hueco dentro del dispositivo de visualización

Antecedentes

5 Campo de la invención

La invención se refiere a dispositivos electrónicos. Más particularmente, la invención se refiere a un sistema de envasado y a un procedimiento para proteger un dispositivo microelectromecánico de daños físicos.

Descripción de la tecnología relacionada

10 Los sistemas microelectromecánicos (MEMS) incluyen elementos micromecánicos, accionadores y dispositivos electrónicos. Los elementos micromecánicos pueden crearse usando deposición, ataque químico y/o otros procedimientos de micromaquinado que retiran por ataque químico partes de sustratos y/o capas de material depositado o que añaden capas para formar dispositivos eléctricos y electromecánicos. Un tipo de dispositivo MEMS se denomina un modulador interferométrico. Un modulador interferométrico puede comprender una par de placas conductoras, una o ambas de las cuales pueden ser transparentes y/o reflectantes en todo o en parte y capaces de un movimiento relativo durante la aplicación de una señal eléctrica apropiada. Una placa puede comprender una capa estacionaria depositada sobre un sustrato, la otra placa puede comprender una membrana metálica separada de la capa estacionaria por un hueco de aire. Dichos dispositivos tienen una amplia gama de aplicaciones, y sería beneficioso en la técnica utilizar y/o modificar las características de estos tipos de dispositivos de modo que sus elementos puedan ser explotados en mejorar productos existentes y crear nuevos productos que aún no han sido desarrollados.

20 El documento US-A-2003/152872 se refiere a un procedimiento de fabricación de una estructura para un dispositivo de sistemas microelectromecánicos. Una capa separadora de óxido se modeló en tiras que se extienden transversalmente sobre una capa estructural formada sobre un sustrato, y una película de sellado se aplica sobre toda la estructura para protegerla del daño debido a carga de choque mecánica.

25 El documento US-B-6 195 196 se refiere a un dispositivo de exposición de tipo matriz y pantalla de tipo plano que incorpora un modulador de luz. En una realización, un dispositivo de exposición está formado con una máscara negra modelada sobre la superficie de un filtro, situada en regiones limítrofes entre píxeles adyacentes del dispositivo para apantallar la fuga de luz desde el límite de los píxeles para aumentar el efecto de contraste.

30 El documento US-A-2004/051929 se refiere a una arquitectura de modulador separable que comprende un modulador que tiene un espejo suspendido desde una capa flexible sobre una cavidad. La capa flexible también puede formar soportes y postes de soporte para el espejo. Una capa de vía de transferencia de información conductora modelada puede estar formada en la capa flexible dispuesta sobre los soportes.

35 Una realización de la invención es un procedimiento para fabricar un dispositivo de visualización tal como se describe en la reivindicación 1. Esta realización incluye proporcionar una matriz de moduladores interferométricos sobre un sustrato y disponer uno o más separadores sobre el sustrato. El procedimiento también proporciona sellar una placa posterior sobre el sustrato para formar un dispositivo de visualización, en el que los uno o más separadores impiden que la placa posterior entre en contacto con la matriz.

40 Otra realización de la invención es un dispositivo de visualización tal como se describe en la reivindicación 11. En esta realización, el dispositivo de visualización incluye un medio de transmisión para transmitir luz a su través y un medio de modulación para modular la luz transmitida a través del medio de transmisión. El dispositivo de visualización también comprende un medio de cobertura para cubrir el medio de modulación y un medio de sellado dispuesto entre el medio de transmisión y el medio de cobertura para formar un envase. Además, el dispositivo de visualización incluye un medio de separación para impedir que el medio de modulación y el medio de cobertura entren en contacto entre sí dentro del dispositivo de visualización.

45 Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos de la invención serán fácilmente evidentes a partir de la siguiente descripción y de los dibujos adjuntos (no a escala), que pretenden ilustrar y no limitar la invención.

50 La **figura 1** es una vista isométrica que representa una parte de una realización de una pantalla de modulador interferométrico en la que una capa reflectante móvil de un primer modulador interferométrico está en una posición liberada y una capa reflectante móvil de un segundo modulador interferométrico está en una posición accionada.

La **figura 2** es un diagrama de bloques del sistema que ilustra una realización de un dispositivo electrónico que incorpora una pantalla de modulador interferométrico 3 x 3.

La **figura 3** es un diagrama de posición del espejo móvil frente a voltaje aplicado para una realización ejemplar

de un modulador interferométrico de la **figura 1**.

La **figura 4** es una ilustración de ajustes de voltajes de fila y columna que pueden usarse para accionar una pantalla de modulador interferométrico.

La **figura 5A** ilustra una trama ejemplar de datos de visualización en la pantalla de modulador interferométrico 3 x 3 de la **figura 2**.

La **figura 5B** ilustra un diagrama de temporización ejemplar para señales de fila y columna que puede usarse para escribir la trama de la **figura 5A**.

La **figura 6A** es una sección transversal del dispositivo de la **figura 1**. La **figura 6B** es una sección transversal de una realización alternativa de un modulador interferométrico. La **figura 6C** es una sección transversal de una realización alternativa de un modulador interferométrico.

La **figura 7A** y la **figura 7B** ilustran una vista en despiece ordenado y una sección transversal de una realización de un envase de visualización que comprende un separador. La **figura 7C** ilustra una realización de un envase de visualización que comprende una tapa ahuecada. La **figura 7D** ilustra una realización de un envase de visualización que comprende una placa posterior curva.

La **figura 8A** ilustra una sección transversal de una realización de una tapa ahuecada. La **figura 8B** ilustra una sección transversal de una realización de una placa posterior que comprende nervaduras de refuerzo. La **figura 8C** ilustra una sección transversal de una realización de una tapa ahuecada que comprende nervaduras de refuerzo. La **figura 8D** y la **figura 8E** ilustran en sección transversal placas posteriores que comprenden cavidades en las que se dispone un desecante.

La **figura 9** ilustra una sección transversal de un dispositivo de matriz doble, que comprende dos matrices de moduladores interferométricos.

La **figura 10** ilustra una sección transversal de una realización de un envase de visualización que comprende un desecante.

La **figura 11A** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo en el que los separadores se disponen en un patrón sustancialmente regular. La **figura 11B** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo en el que los separadores se disponen en un patrón aleatorio. La **figura 11C** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo en el que los separadores se disponen alrededor del centro de la matriz. La **figura 11D** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo en el que los separadores son más densos alrededor del centro de la matriz y menos densos alrededor de la periferia. La **figura 11E** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo que comprende tres zonas concéntricas de separadores.

La **figura 12A** - la **figura 12T** ilustran realizaciones de separadores.

La **figura 13A** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo que comprende separadores que abarcan al menos dos postes en la matriz. La **figura 13B** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo que comprende separadores en forma de disco que abarcan al menos dos postes en la matriz.

La **figura 14** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo que comprende separadores al menos tan grandes como un elemento modulador interferométrico en una matriz.

La **figura 15A** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo que comprende separadores sustancialmente centrados sobre los postes. La **figura 15B** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo en el que una parte de cada separador está situada sobre un poste. La **figura 15C** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo en el que ninguna parte de ningún separador está situada sobre un poste.

La **figura 16** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo que comprende separadores de diferentes tamaños.

La **figura 17A** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo que comprende un separador de malla. La **figura 17B** ilustra una vista superior de una realización de un dispositivo que comprende un separador de malla que es más denso en el centro que en la periferia. La **figura 17C** ilustra una vista superior de un separador rectangular integrado. La **figura 17D** ilustra una vista superior de un separador diagonal integrado.

La **figura 18A** ilustra una sección transversal de una realización de un dispositivo que comprende un separador de película. La **figura 18B** ilustra una sección transversal de una realización de un dispositivo que comprende un separador de película con una sección transversal no plana. La **figura 18C** ilustra una sección transversal de una realización de un dispositivo que comprende un separador de película en forma de una bolsa.

La **figura 19** ilustra una sección transversal de una realización de un dispositivo que comprende una pluralidad de separadores de película.

La **figura 20A** - la **figura 20D** ilustran en sección transversal la respuesta de una realización de un separador con una sección transversal triangular a una fuerza aplicada. La **figura 20E** ilustra una realización de un separador con una parte superior más fina y una parte superior más gruesa. La **figura 20F** ilustra una sección transversal de una realización de un separador con dos regiones que responden de forma diferente a una fuerza aplicada.

La **figura 21A** ilustra una sección transversal de una realización de un dispositivo en el que el separador se extiende entre la matriz y la placa posterior. La **figura 21B** ilustra una sección transversal de una realización de un dispositivo en el que el separador está en contacto con la matriz pero no con la placa posterior. La **figura 21C** ilustra una sección transversal de una realización de un dispositivo en el que el separador está en contacto con la placa posterior pero no con la matriz.

La **figura 22A** ilustra una sección transversal de una realización de un dispositivo que comprende separadores integrados formados sobre los postes de los moduladores interferométricos. La **figura 22B** ilustra una sección

transversal de una realización de un dispositivo que comprende separadores integrados formados sobre los postes de moduladores interferométricos de diferentes alturas y un segundo separador dispuesto sobre los separadores integrados. La **figura 22C** ilustra una sección transversal de una realización de un dispositivo que comprende separadores integrados formados sobre los postes de moduladores interferométricos y un segundo separador que se acopla a los separadores integrados.

La **figura 23** es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un procedimiento para fabricar un dispositivo electrónico envasado que resiste al daño físico.

La **figura 24** es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un procedimiento para proteger a un dispositivo electrónico del daño físico.

Las **figuras 25A** y **25B** son diagramas de bloques del sistema que ilustran una realización de un dispositivo de visualización visual que comprende una pluralidad de moduladores interferométricos.

Descripción detallada de ciertas realizaciones

Los dispositivos electrónicos son susceptibles a daño por agresiones físicas, por ejemplo, caídas, torsión, impactos, presión y similares. Algunos dispositivos son más sensibles al daño que otros. Por ejemplo, dispositivos con partes móviles son susceptibles al desplazamiento o la rotura de una o más de las partes móviles. Algunos dispositivos de sistema microelectromecánico (MEMS) son particularmente sensibles a las agresiones físicas debido a las pequeñas dimensiones de sus componentes. A la inversa, dichos dispositivos están típicamente envasados para reducir o prevenir contactos no deseados, que pueden dañar el dispositivo.

En algunos casos, el propio envase se distorsiona o se deforma por fuerzas externas, que hacen que los componentes del envase entren en contacto y, en algunos casos, dañen o alteren el funcionamiento del dispositivo envasado en su interior. Por consiguiente, en el presente documento se desvela un sistema de envasado para dispositivos electrónicos, incluyendo dispositivos MEMS, que incluye separadores configurados para impedir o reducir contactos de componentes en el dispositivo envasado que es probable que dañen al dispositivo electrónico. En algunas realizaciones, los separadores están configurados para prevenir o reducir el daño consecuencia de contactos entre la matriz de moduladores interferométricos y la placa posterior de un sistema de envasado para la misma. Por consiguiente, en algunas realizaciones, una pantalla del envase que comprende uno o más separadores es más fina que una pantalla del envase equivalente fabricada sin separadores, dado que los separadores permiten disponer la placa posterior más cerca de la matriz de moduladores interferométricos, tal como se describe a continuación.

Los dispositivos MEMS de modulador interferométrico desvelados en el presente documento son útiles en la fabricación de dispositivos de visualización. En algunas realizaciones, la pantalla comprende una matriz de moduladores interferométricos formada sobre un sustrato, produciendo de este modo un dispositivo que es relativamente fino comparado con su longitud y/o anchura. Algunas realizaciones de dichas estructuras son susceptibles a desvío o deformación por una fuerza con un componente que es normal a la superficie del dispositivo. Algunas realizaciones de dichas estructuras son susceptibles a deformación por torsión. Los expertos en la materia entenderán que, siendo todo lo demás igual, la desviación o deformación aumentará al aumentar la longitud y/o anchura del dispositivo.

Las fuerzas proclives a inducir dichas desviaciones y/o deformaciones no son inhabituales en dispositivos eléctricos portátiles. Dichas fuerzas surgen en aplicaciones de pantalla táctil, por ejemplo, o en interfaces basadas en lápices ópticos. Además, es habitual que los usuarios toquen o presionen la superficie de una pantalla, por ejemplo, cuando señalan a una imagen en una pantalla de ordenador. El contacto involuntario de la pantalla también se produce, por ejemplo, en la pantalla de un teléfono móvil en el bolsillo o el bolso de un usuario.

La siguiente descripción detallada se refiere a ciertas realizaciones específicas de la invención. Sin embargo, la invención puede realizarse de múltiples maneras diferentes. En la presente descripción, se hace referencia a los dibujos en los que partes similares están designadas con números similares en toda ella. Tal como será evidente a partir de la siguiente descripción, la invención puede implementarse en cualquier dispositivo que esté configurado para mostrar una imagen, ya sea en movimiento (por ejemplo, video) o estacionaria (por ejemplo, imagen fija), y ya sea de texto o pictórica. Más particularmente, se contempla que la invención pueda implementarse en o asociarse con diversos dispositivos electrónicos tales como, aunque sin limitarse a, teléfonos móviles, dispositivos inalámbricos, asistentes de datos personales (PDA), ordenadores de mano o portátiles, receptores/navegadores GPS, cámaras, reproductores de MP3, videocámaras, consolas de videojuegos, relojes de pulsera, relojes, calculadoras, monitores de televisión, pantallas planas, monitores de ordenador, pantallas del coche (por ejemplo, pantalla del cuentakilómetros, etc.), controles y/o pantallas de cabina de mando, pantalla de vistas de cámara (por ejemplo, pantalla de una cámara de vista posterior en un vehículo), fotografías electrónicas, carteles o señales electrónicas, proyectores, estructuras arquitectónicas, envases, y estructuras ornamentales (por ejemplo, visualización de imágenes en una pieza de joyería). Dispositivos MEMS de estructura similar a las descritas en el presente documento también pueden usarse en aplicaciones no de visualización, tales como en dispositivos de conmutación electrónicos.

Una realización de pantalla de modulador interferométrico que comprende un elemento de visualización MEMS interferométrico se ilustra en la **figura 1**. En estos dispositivos, los píxeles están en un estado iluminado u oscuro.

En el estado iluminado (“encendido” o “abierto”), el elemento de visualización refleja una gran parte de la luz visible incidente a un usuario. Cuando está en estado oscuro (“apagado” o “cerrado”), el elemento de visualización refleja poca luz visible incidente al usuario. Dependiendo de la realización, las propiedades de reflectancia de la luz de los estados “encendido” y “apagado” pueden invertirse. Los píxeles de MEMS pueden configurarse para reflejar principalmente a colores seleccionados, permitiendo una visualización en color además de en blanco y negro.

La **figura 1** es una vista isométrica que representa dos píxeles adyacentes en una serie de píxeles de una representación visual, en la que cada píxel comprende un modulador interferométrico MEMS. En algunas realizaciones, una pantalla de modulador interferométrico comprende una matriz de filas/columnas de estos moduladores interferométricos. Cada modulador interferométrico incluye un par de capas reflectantes situadas a una distancia variable y controlable entre sí para formar una cavidad óptica resonante con al menos una dimensión variable. En una realización, una de las capas reflectantes puede moverse entre dos posiciones. En la primera posición, denominada en el presente documento como el estado liberado, la capa móvil está situada a una distancia relativamente grande de una capa fija parcialmente reflectante. En la segunda posición, la capa móvil está situada más estrechamente adyacente a la capa parcialmente reflectante. La luz incidente que se refleja desde las dos capas interfiere de forma constructiva o destructiva dependiendo de la posición de la capa reflectante móvil, produciendo un estado global reflectante o no reflectante para cada píxel.

La parte representada de la matriz de píxeles en la **figura 1** incluye dos moduladores **12a** y **12b** interferométricos adyacentes. En el modulador **12a** interferométrico a la izquierda, una capa **14a** móvil y altamente reflectante se ilustra en una posición liberada a una distancia predeterminada de una capa **16a** fija parcialmente reflectante. En el modulador **12b** interferométrico a la derecha, la capa **14b** móvil altamente reflectante se ilustra en una posición accionada adyacente a la capa **16b** fija parcialmente reflectante.

Las capas **16a**, **16b** fijas son conductoras de la electricidad, parcialmente transparentes y parcialmente reflectantes, y pueden estar fabricadas, por ejemplo, depositando una o más capas cada una de cromo y óxido de indio y estaño sobre un sustrato **20** transparente. Las capas están modeladas en tiras paralelas, y pueden formar electrodos en fila en un dispositivo de visualización tal como se describe adicionalmente a continuación. Las capas **14a**, **14b** móviles pueden estar formadas como una serie de tiras paralelas de una capa o capas metálicas depositadas (ortogonales a los electrodos **16a**, **16b** en fila) depositadas encima de los postes **18** y un material protector interpuesto depositado entre los postes **18**. Cuando el material protector es retirado por ataque químico, las capas metálicas deformables están separadas de las capas metálicas fijas mediante un espacio **19** intermedio de aire definido. Un material altamente conductor y reflectante, tal como aluminio, puede usarse para las capas deformables, y estas tiras pueden formar electrodos de columna en un dispositivo de visualización.

Sin ningún voltaje aplicado, la cavidad **19** permanece entre las capas **14a**, **16a** y la capa deformable está en un estado mecánicamente relajado tal como se ilustra mediante el píxel **12a** en la **figura 1**. Sin embargo, cuando se aplica una diferencia de potencial a una fila y columna seleccionada, el condensador formado en la intersección de los electrodos de fila y de columna en el píxel correspondiente se vuelve cargado, y fuerzas electrostáticas tiran de los electrodos conjuntamente. Si el voltaje es lo suficientemente alto, la capa móvil se deforma y es empujada contra la capa fija (un material dieléctrico que no se ilustra en esta figura puede depositarse sobre la capa fija para impedir cortocircuitos y controlar la distancia de separación) tal como se ilustra mediante el píxel **12b** a la derecha en la **figura 1**. El comportamiento es el mismo independientemente de la polaridad de la diferencia de potencial aplicada. De esta manera, el accionamiento de fila/columna que puede controlar los estados reflectante frente a no reflectante es análogo de muchas maneras al usado en LCD convencionales y otras tecnologías de pantalla.

Las **figura 2** a **figura 5B** ilustran un procedimiento y sistema ejemplares para usar una matriz de moduladores interferométricos en una aplicación de visualización. La **figura 2** es un diagrama de bloques del sistema que ilustra una realización de un dispositivo electrónico que puede incorporar aspectos de la invención. En la realización ejemplar, el dispositivo electrónico incluye un procesador **21** que puede ser cualquier microprocesador de uso general de único o múltiples chips tal como un ARM, Pentium®, Pentium II®, Pentium III®, Pentium IV®, Pentium® Pro, un 8051, un MIPS®, un Power PC®, un ALPHA®, cualquier microprocesador de uso especial tal como un procesador de señales digitales, microcontrolador o una matriz de puertas programable. Tal como es convencional en la técnica, el procesador **21** puede estar configurado para ejecutar uno o más módulos informáticos. Además de ejecutar un sistema operativo, el procesador puede estar configurado para ejecutar una o más aplicaciones informáticas, incluyendo un navegador Web, una aplicación telefónica, un programa de gestión de e-mails o cualquier otra aplicación informática.

En una realización, el procesador **21** también está configurado para comunicarse con un controlador **22** de la matriz. En una realización, el controlador **22** de la matriz un circuito **24** de excitación de fila y un circuito **26** de excitación de columna que proporcionan señales a una matriz **30** de píxeles. La sección transversal de la matriz ilustrada en la **figura 1** se muestra mediante las líneas 1-1 en la **figura 2**. Para moduladores interferométricos MEMS, el protocolo de accionamiento de fila/columna puede aprovecharse de una propiedad de histéresis de estos dispositivos ilustrada en la **figura 3**. Puede requerir, por ejemplo, una diferencia de potencial de 10 voltios para hacer que una capa móvil se deforme desde el estado liberado al estado accionado. Sin embargo, cuando el voltaje se reduce desde ese valor, la capa móvil conserva su estado a medida que el voltaje vuelve a caer por debajo de los 10 voltios. En la realización ejemplar de la **figura 3**, la capa móvil no se libera completamente hasta que el voltaje cae por debajo de los 2

voltios. Por lo tanto, existe un intervalo de voltaje, aproximadamente de 3 a 7 V en el ejemplo ilustrado en la **figura 3**, donde existe una ventana de voltaje aplicado dentro de la cual el dispositivo es estable en el estado liberado o accionado. Esto se denomina en el presente documento como la "ventana de histéresis" o "ventana de estabilidad". Para una matriz de visualización que tiene las características de histéresis de la **figura 3**, el protocolo de accionamiento de fila/columna puede diseñarse de modo que durante la selección estroboscópica de filas, los píxeles en la fila seleccionada de forma estroboscópica que se van a accionar son expuestos a una diferencia de voltaje de aproximadamente 10 voltios, y los píxeles que se van a liberar son expuestos a una diferencia de voltaje cercana a cero voltios. Después de la selección estroboscópica, los píxeles son expuestos a una diferencia de voltaje estable de aproximadamente 5 voltios, de modo que permanecen en cualquier estado en el que la selección estroboscópica de la fila les pusiera. Después de haber sido escritos, cada píxel ve una diferencia de potencial dentro de la "ventana de estabilidad" de 3-7 voltios en este ejemplo. Esta característica hace al diseño del píxel ilustrado en la **figura 1** estable en las mismas condiciones de voltaje aplicado en un estado accionado o liberado pre-existente. Dado que cada píxel del modulador interferométrico, ya esté en estado accionado o liberado, es esencialmente un condensador formado por las capas reflectantes fija y móvil, este estado estable puede mantenerse a un voltaje dentro de la ventana de histéresis casi sin disipación de energía. Esencialmente no fluye ninguna corriente al interior del píxel si el potencial aplicado está fijado.

En aplicaciones típicas, puede crearse una trama de visualización haciendo visible el ajuste de los electrodos de columna de acuerdo con el ajuste deseado de píxeles accionados en la primera fila. Un pulso de fila se aplica a continuación al electrodo de la fila 1, accionando los píxeles correspondientes a las líneas de columna hechas visibles. El ajuste hecho visible de electrodos de columna se cambia a continuación para corresponder con el ajuste deseado de píxeles accionados en la segunda fila. A continuación se aplica un pulso al electrodo de la fila 2, accionando los píxeles apropiados en la fila 2 de acuerdo con los electrodos de columna hechos visibles. Los píxeles de la fila 1 no resultan afectados por el pulso de la fila 2, y permanecen en el estado en el que se ajustaron durante el pulso de la fila 1. Esto puede repetirse para toda la serie de filas de manera secuencial para producir la trama. Generalmente, las tramas se renuevan y/o actualizan con nuevos datos de visualización repitiendo de forma continua este procedimiento en cierto número deseado de tramas por segundo. Una amplia variedad de protocolos para excitar electrodos de fila y de columna de matrices de píxeles para producir tramas de visualización también son bien conocidos y pueden usarse junto con la presente invención.

La **figura 4**, la **figura 5A** y la **figura 5B** ilustran un posible protocolo de accionamiento para crear una trama de visualización en la matriz de 3 x 3 de la **figura 2**. La **figura 4** ilustra un posible ajuste de niveles de voltaje de columna y de fila que puede usarse para píxeles que muestran las curvas de histéresis de la **figura 3**. En la realización de **figura 4**, accionar un píxel implica ajustar la columna apropiada a $-V_{\text{polarización}}$, y la fila apropiada a $+\Delta V$, que puede corresponder a -5 voltios y +5 voltios respectivamente. La liberación del píxel se realiza ajustando la columna apropiada a $+V_{\text{polarización}}$, y la fila apropiada al mismo $+\Delta V$, produciendo una diferencia de potencial de cero voltios a través del píxel. En aquellas filas en las que el voltaje de la fila se mantuvo a cero voltios, los píxeles son estables en cualquier estado en el que estuvieran originalmente, independientemente de si la columna está en $+V_{\text{polarización}}$ o $-V_{\text{polarización}}$.

La **figura 5B** es un diagrama de temporización que muestra una serie de señales de fila y de columna aplicadas a la matriz de 3 x 3 de la **figura 2** que darán como resultado la disposición de visualización ilustrada en la **figura 5A**, donde píxeles accionados son no reflectantes. Antes de escribir la trama ilustrada en la **figura 5A**, los píxeles pueden estar en cualquier estado y, en este ejemplo, todas las filas están a 0 voltios, y todas las columnas están a +5 voltios. Con estos voltajes aplicados, todos los píxeles son estables en sus estados accionados o liberados existentes.

En la trama de la **figura 5A**, los píxeles (1,1), (1,2), (2,2), (3,2) y (3,3) están accionados. Para conseguir esto, durante un "tiempo en línea" para la fila 1, las columnas 1 y 2 se ajustan a -5 voltios, y la columna 3 se ajusta a +5 voltios. Esto no cambia el estado de ningún píxel, dado que todos los píxeles permanecen en la ventana de estabilidad de 3-7 voltios. La fila 1 es seleccionada de forma estroboscópica a continuación con un pulso que va de 0, hasta 5 voltios, y de vuelta a cero. Esto acciona los píxeles (1,1) y (1,2) y libera el píxel (1,3). Ningún otro píxel en la matriz resulta afectado. Para ajustar la fila 2 según se desea, la columna 2 es ajustada a -5 voltios, y las columnas 1 y 3 se ajustan a +5 voltios. La misma selección estroboscópica aplicada a la fila 2 accionará entonces el píxel (2,2) y liberará los píxeles (2,1) y (2,3). De nuevo, ningún otro píxel en la matriz resulta afectado. La fila 3 es ajustada de forma similar ajustando las columnas 2 y 3 a -5 voltios, y la columna 1 a +5 voltios. La selección estroboscópica de la fila 3 ajusta los píxeles de la fila 3 tal como se muestra en la **figura 5A**. Después de escribir la trama, los potenciales de fila son cero, y los potenciales de columna pueden permanecer en +5 ó -5 voltios, y la visualización es entonces estable en la disposición de la **figura 5A**. Se apreciará que el mismo procedimiento puede emplearse para matrices de docenas o cientos de filas y columnas. Se apreciará también que la temporización, trama y niveles de voltajes usados para realizar el accionamiento de filas y columnas pueden variar ampliamente dentro de los principios generales resumidos anteriormente, y el ejemplo anterior es solamente ejemplar, y puede usarse cualquier procedimiento de voltaje de accionamiento con la presente invención.

Los detalles de la estructura de moduladores interferométricos que funcionan de acuerdo con los principios descritos anteriormente pueden variar ampliamente. Por ejemplo, la **figura 6A** - la **figura 6C** ilustran tres realizaciones diferentes de la estructura de espejo móvil. La **figura 6A** es una sección transversal de la realización de la **figura 1**,

donde una tira de material 14 metálico se deposita sobre soportes 18 que se extienden de forma ortogonal. En la **figura 6B**, el material 14 reflectante móvil está unido a soportes en las esquinas solamente, en ataduras 32. En la **figura 6C**, el material 14 reflectante móvil está suspendido de una capa 34 deformable. Esta realización presenta beneficios de que el diseño estructural y los materiales usados para el material 14 reflectante pueden optimizarse con respecto a las propiedades ópticas, y el diseño estructural y los materiales usados para la capa 34 deformable pueden optimizarse con respecto a propiedades mecánicas deseadas. La producción de diversos tipos de dispositivos interferométricos se describe en diversos documentos publicados, incluyendo, por ejemplo, la solicitud publicada de Estados Unidos 2004/0051929. Una amplia diversidad de técnicas bien conocidas pueden usarse para producir las estructuras descritas anteriormente, que implican una serie de etapas de deposición de material, modelado y ataque químico.

La **figura 7A** y la **figura 7B** ilustran una vista en despiece ordenado y sección transversal de una realización de un dispositivo **700** electrónico envasado que comprende un sustrato **710**, una matriz **720** de moduladores **722** interferométricos, uno o más separadores **730**, una junta **740**, y una placa **750** posterior. Tal como se ve de la mejor manera en la **figura 7B**, el dispositivo **700** comprende un primer lado **702** y un segundo lado **704**. El sustrato **710** comprende una primera superficie **712** y una segunda superficie **714**. En la segunda superficie **714** del sustrato está formada la matriz **720** de moduladores interferométricos. En la realización ilustrada, la placa **750** posterior está fijada al sustrato **710** mediante la junta **740**. Dispuesto entre la matriz **720** y la placa **750** posterior hay uno o más separadores **730**. También se ilustran en la **figura 7A** los ejes x, y y z, y en la **figura 7B**, los ejes y y z a los que se hace referencia en la descripción en el presente documento.

El sustrato **710** y los moduladores **722** interferométricos se han descrito con más detalle anteriormente. En resumen, el sustrato **710** es cualquier sustrato sobre el cual puede formarse un modulador **722** interferométrico. En algunas realizaciones, el dispositivo **700** presenta una imagen visible desde el primer lado **702** y, por consiguiente, el sustrato **710** es sustancialmente transparente y/o translúcido. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sustrato es vidrio, sílice y/o alúmina. En otras realizaciones, el sustrato **710** no es sustancialmente transparente y/o translúcido, por ejemplo, en un dispositivo **700** que presenta una imagen visible desde el segundo lado **704**, o en un dispositivo **700** que no presenta una imagen visible. En algunas realizaciones, la primera superficie **712** del sustrato comprende además una o más estructuras adicionales, por ejemplo, una o más películas estructurales, protectoras y/o ópticas.

Los moduladores **722** interferométricos son de cualquier tipo. En algunas realizaciones, el modulador **722** interferométrico comprende una capa **724** mecánica distal desde el sustrato **710** y proximal a la placa **750** posterior. Tal como se describe en más detalle a continuación, en algunas realizaciones, la capa **724** mecánica es susceptible al daño físico.

En las realizaciones ilustradas, la junta **740** fija la placa **750** posterior al sustrato **710**. La expresión "soporte del perímetro" también se usa en el presente documento para referirse a la junta **740**. En la realización ilustrada en la **figura 7B**, la junta **740** también actúa para mantener una separación predeterminada entre la placa **750** posterior y el sustrato **710**. En la realización ilustrada en la **figura 7C**, la junta **740** no tiene una función de separación. En algunas realizaciones, la junta no produce o emite un compuesto volátil, por ejemplo, hidrocarburos, ácidos, aminas y similares. En algunas realizaciones, la junta es parcial o sustancialmente impermeable a agua líquida y/o vapor de agua. En algunas realizaciones, la junta es parcial o sustancialmente impermeable a aire y/o otros gases. En algunas realizaciones, la junta es rígida. En otras realizaciones, la junta es elástica o elastomérica. En otras realizaciones, la junta comprende componentes tanto rígidos como elásticos o elastoméricos. En algunas realizaciones, la junta comprende uno o más adhesivos compatibles con el sustrato y/o la placa posterior. El adhesivo o adhesivos son de cualquier tipo conocido en la técnica adecuada. En algunas realizaciones, uno o más de los adhesivos son sensibles a la presión. En algunas realizaciones, uno o más de los adhesivos son curados térmicamente. En algunas realizaciones, uno o más de los adhesivos son curados con UV. En algunas realizaciones, la junta está unida térmicamente al sustrato y/o a la placa posterior. En algunas realizaciones, la junta está fijada al sustrato y/o la placa posterior mecánicamente. Algunas realizaciones usan una combinación de procedimientos para fijar la junta al sustrato y/o la placa posterior. Algunas realizaciones no comprenden una junta, por ejemplo, donde el sustrato está fijado directamente a la placa posterior, por ejemplo, mediante soldadura térmica.

La junta comprende cualquier material adecuado, por ejemplo, metales, acero, acero inoxidable, latón, titanio, magnesio, aluminio, cobre, estaño, plomo, zinc, soldadura, resinas poliméricas, epoxis, poliamidas, polialquenos, poliésteres, polisulfonas, poliestireno, poliuretanos, poliacrilatos, cianoacrilatos, epoxis acrílicas, siliconas, cauchos, poliisobutileno, neopreno, poliisopreno, estireno-butadieno, parileno, adhesivos curables por U.V., cerámicas, vidrio, sílice, alúmina, y mezclas, copolímeros, aleaciones y/o compuestos de los mismos. En algunas realizaciones, la junta comprende además un refuerzo, por ejemplo, fibras, una malla y/o un tejido, por ejemplo, vidrio, metal, carbono, boro, nanotubos de carbono y similares. En algunas realizaciones, el material de junta seleccionado es parcial o sustancialmente impermeable al agua. Por consiguiente, en algunas realizaciones, la junta es una junta semi-hermética o hermética. En algunas realizaciones, la junta tiene menos de aproximadamente 50 μm de grosor, por ejemplo, de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 30 μm de grosor. En algunas realizaciones, la junta tiene de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 5 mm de ancho, por ejemplo, de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 2 mm.

Volviendo a la **figura 7A** y la **figura 7B**, una realización de un procedimiento para fabricar la junta **740** ilustrada, usando una epoxi curable por UV se describe a continuación. La epoxi se aplica a la placa **750** posterior y/o al sustrato **710** usando medios conocidos en la técnica, por ejemplo, mediante impresión. El tipo y la cantidad de epoxi se preseleccionan para proporcionar a una junta **740** la anchura, grosor y propiedades de permeación a la humedad deseadas. La placa **750** posterior y el sustrato **710** se juntan, y la epoxi se cura mediante irradiación con una fuente adecuada de radiación UV. Una epoxi típica se cura usando aproximadamente 6000 mJ/cm² de radiación UV. Algunas realizaciones también incluyen un horneado posterior al curado a aproximadamente 80°C.

La placa **750** posterior también se denomina en el presente documento como una "tapa" o "plano posterior". Estas expresiones no pretenden limitar la posición de la placa **750** posterior dentro del dispositivo **700**, o la orientación del propio dispositivo **700**. En algunas realizaciones, la placa **750** posterior protege a la matriz **720** del daño. Tal como se ha descrito anteriormente, algunas realizaciones de un modulador **722** interferométrico son potencialmente dañadas por agresiones físicas. Por consiguiente, en algunas realizaciones, la placa **750** posterior protege a la matriz **720** del contacto con objetos extraños y/o otros componentes en un aparato que comprende la matriz **720**, por ejemplo. Además, en algunas realizaciones, la placa **750** posterior protege a la matriz **720** de otras condiciones medioambientales, por ejemplo, humedad, condensación, polvo, cambios de la presión ambiente, y similares.

En realizaciones en las que el dispositivo **700** presenta una imagen visible desde el segundo lado **704**, la placa **750** posterior es sustancialmente transparente y/o translúcida. En otras realizaciones, la placa **750** posterior no es sustancialmente transparente y/o translúcida. En algunas realizaciones, la placa **750** posterior está hecha de un material que no produce o emite un compuesto volátil, por ejemplo, hidrocarburos, ácidos, aminas, y similares. En algunas realizaciones, la placa **750** posterior es sustancialmente impermeable al agua líquida y/o el vapor de agua. En algunas realizaciones, la placa **750** posterior es sustancialmente impermeable al aire y/o otros gases. Los materiales adecuados para la placa **750** posterior incluyen, por ejemplo, metales, acero, acero inoxidable, latón, titanio, magnesio, aluminio, resinas poliméricas, epoxis, poliamidas, polialquenos, poliésteres, polisulfonas, poliestireno, poliuretanos, poliacrilatos, parileno, cerámica, vidrio, sílice, alúmina, y mezclas, copolímeros, aleaciones, compuestos, y/o combinaciones de los mismos. Los ejemplos de materiales compuestos adecuados incluyen películas compuestas disponibles de Vitex Systems (San Jose, CA). En algunas realizaciones, la placa **750** posterior comprende además un refuerzo, por ejemplo, fibras y/o un tejido, por ejemplo, vidrio, metal, carbono, boro, nanotubos de carbono, y similares.

En algunas realizaciones, la placa **750** posterior es sustancialmente rígida. En otras realizaciones, la placa **750** posterior es flexible, por ejemplo, laminilla o película. En algunas realizaciones, la placa **750** posterior se deforma en una configuración predeterminada antes y/o durante el ensamblaje de la estructura **700** del envase. Tal como se describirá con más detalle a continuación, en algunas realizaciones, la placa **750** posterior es un elemento en un sistema para prevenir daños a la matriz **710**.

La placa **750** posterior comprende una superficie **752** interna y una superficie **753** externa. En algunas realizaciones, la superficie interna y/o la superficie externa de la placa posterior comprenden, además, una o más estructuras adicionales, por ejemplo, una película o películas estructurales, protectoras, mecánicas y/o ópticas.

En la realización ilustrada en la **figura 7B**, la placa **750** posterior es sustancialmente plana. La **figura 7C** ilustra una realización de un dispositivo **700'** en el que la superficie **752'** interna de la placa posterior está ahuecada, formando de este modo una brida **754'** en el perímetro de la placa **750'** posterior. Una placa posterior con esta configuración se denomina como una "tapa ahuecada" en el presente documento.

La **figura 7D** ilustra en sección transversal una realización de un dispositivo **700''** de envase que comprende una placa **750''** posterior curva o doblada. En la realización ilustrada, separadores **730''** se disponen cerca de la periferia de una matriz **720''**, que está relativamente más cerca de la placa **750''** posterior y, por consiguiente, es más probable que contacte con la placa **750''** posterior y sufra daño. Otras realizaciones comprenden una configuración diferente de uno o más separadores. Los separadores se describen con más detalle a continuación. En algunas realizaciones, la placa **750''** posterior está preformada en la configuración curvada. En otras realizaciones, la forma curva de la placa **750''** posterior se forma doblando o deformando un precursor sustancialmente plano durante el ensamblaje del dispositivo **700''** de envase. Por ejemplo, en algunas realizaciones, una matriz **720''** de moduladores interferométricos está formada sobre un sustrato **710''** tal como se ha descrito anteriormente. Un material de junta, por ejemplo, una epoxi curable por UV, se aplica a la periferia de una placa **750''** posterior sustancialmente plana, que es más ancha y/o más larga que el sustrato **710''**. La placa **750''** posterior se deforma, por ejemplo, mediante compresión, al tamaño deseado, y se sitúa sobre el sustrato **710''**. La epoxi se cura, por ejemplo, usando radiación UV para formar la junta **740''**.

Otras realizaciones para la placa posterior se ilustran en la **figura 8A** - la **figura 8C**. La **figura 8A** ilustra una tapa **850** ahuecada en la que la superficie **852** interna es cóncava. En la realización ilustrada, la superficie **852** interna y la superficie **853** externa no son paralelas. Por consiguiente, la tapa **850** ahuecada es más fina en el centro **858** que en el borde **859**. Los expertos en la materia entenderán que otras disposiciones son posibles. La realización ilustrada comprende una brida **854** periférica, que fija la separación mínima entre el sustrato y la superficie **852** interna de la placa posterior de tapa ahuecada. En algunas realizaciones, la brida **854** periférica forma una estructura sustancialmente continua alrededor de la periferia de la tapa **850** ahuecada. En otras realizaciones, la brida **854**

periférica no es continua. Otras realizaciones no comprenden una brida periférica. En la **figura 8B**, la placa **850** posterior comprende nervaduras **856** de refuerzo sobre la superficie **853** externa. En otras realizaciones, las nervaduras de refuerzo están sobre la superficie **852** interna o en ambas superficies de la placa posterior. En algunas realizaciones, la estructura de refuerzo tiene otra forma, por ejemplo, una rejilla, o panel. Algunas realizaciones comprenden una combinación de estos elementos. Por ejemplo, la **figura 8C** ilustra una realización de una tapa **850** ahuecada con una superficie **852** interna cóncava y nervaduras **856** de refuerzo sobre la superficie **853** externa. Algunas realizaciones de las placas posteriores desveladas muestran propiedades mejoradas, por ejemplo, resistencia, peso, coste, rigidez, transparencia, facilidad de fabricación y similares.

La **figura 8D** y la **figura 8E** ilustran en sección transversal placas posteriores que comprenden una o más cavidades configuradas para contener un desecante. La **figura 8D** ilustra una realización de una placa **850** posterior que comprende un cavidad **857** formada sobre la superficie **852** interna de la placa posterior, es decir entre la placa posterior y la matriz. Un desecante **855** se dispone en la cavidad **857**. La **figura 8E** ilustra una realización de una placa **850** posterior de tapa ahuecada que comprende dos cavidades **857** en las que se dispone el desecante **855**. En las realizaciones ilustradas en la **figura 8D** y la **figura 8E**, el desecante **855** sustancialmente no se extiende más allá de la superficie **852** interna de la placa posterior. Por consiguiente, los mismos separadores que se describen a continuación son utilizables en cualquier lugar entre la matriz y la placa posterior. Las dimensiones de las cavidades **857** se seleccionan de acuerdo con factores conocidos en la técnica, por ejemplo, las propiedades del desecante, la cantidad de desecante a usar, la cantidad de humedad a absorber, el volumen del dispositivo, las propiedades mecánicas de la placa posterior, y similares. Desecantes adecuados y procedimientos para fijar un desecante a una placa posterior se describen a continuación. Los expertos en la materia apreciarán que, en otras realizaciones, las cavidades **857** tienen una configuración diferente, por ejemplo, longitud, anchura, grosor y/o forma. Las cavidades **857** se fabrican mediante cualquier procedimiento conocido en la técnica, por ejemplo, ataque químico, engofrado, troquelado, grabado, maquinado, trituración, molienda, granallado, moldeo, precipitado, y similares. En algunas realizaciones, se crean huecos acumulando las partes no ahuecadas de la placa **859** posterior, por ejemplo, usando un adhesivo, soldadura, fusión, sinterización, y similares. Por ejemplo, en algunas realizaciones, una suspensión de vidrio se pulveriza sobre o se moldea sobre la placa posterior y la suspensión se fusiona o sinteriza para formar una cavidad. Los expertos en la materia entenderán que combinaciones de estos procedimientos también son adecuadas para fabricar placas posteriores con cualquiera de los elementos descritos en el presente documento, por ejemplo, las placas posteriores ilustradas en la **figura 7A** - la **figura 7D** y la **figura 8A** - la **figura 8E**.

Con referencia de nuevo a la **figura 7B**, la junta **740** se extiende entre el sustrato **710** y la placa **750** posterior. En algunas realizaciones, el sustrato **710**, la placa **750** posterior, y la junta **740** juntas encierran sustancialmente de forma completa a la matriz **720**. En algunas realizaciones, el recinto **706** formado a partir de esto es sustancialmente impermeable al agua líquida, vapor de agua y/o partículas, por ejemplo, suciedad o polvo. En algunas realizaciones, el recinto **706** está sustancialmente sellado hermética y/o semi-herméticamente.

En algunas realizaciones, la superficie **752** interna de la placa posterior está en contacto con la matriz **720**. En algunas realizaciones, la superficie **752** interna no está en contacto con la matriz **720**. En algunas realizaciones, el huelgo o espacio libre superior entre la superficie **752** interna de la placa posterior y la matriz **720** es de al menos aproximadamente 10 μm . En algunas realizaciones preferidas, el espacio intermedio es de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm , por ejemplo, aproximadamente 40 μm , 50 μm , 60 μm , 70 μm , 80 μm , o 90 μm . En algunas realizaciones, el espacio intermedio es mayor de 100 μm , por ejemplo 0,5 mm, 1 mm o mayor. En algunas realizaciones, el huelgo o espacio libre superior entre la superficie **752** interna de la placa posterior y la matriz **720** no es constante.

La **figura 9** ilustra una realización del dispositivo **900** de envase que comprende un primer sustrato **910a**, sobre el que se forma una primera matriz **920a** de moduladores **922a** interferométricos, y un segundo sustrato **910b**, sobre el que se forma una segunda matriz **920b** de moduladores **922b** interferométricos. Un dispositivo con esta configuración también se denomina en el presente documento como un "dispositivo de matriz doble". Dicho dispositivo puede verse como uno en el que la placa posterior es sustituida por una segunda matriz de moduladores interferométricos. Por consiguiente, el dispositivo **900** de envase es capaz de presentar simultáneamente una primera imagen en la primera matriz **920a** y una segunda imagen en la segunda matriz **920b**. El dispositivo **900** de envase también comprende una junta **940** tal como se ha descrito anteriormente. Dispuestos entre la primera matriz **920a** y la segunda matriz **920b** hay uno o más separadores **930** de cualquier tipo adecuado desvelado en el presente documento.

Una realización **1000** ilustrada en la **figura 10** comprende una matriz **1020** de moduladores interferométricos formada sobre un sustrato **1010**. Una placa **1050** posterior de tapa ahuecada y una junta **1040** junto con el sustrato **1010** forman una cavidad o espacio **1006** cerrado en el que se disponen uno o más separadores **1030**. En la realización ilustrada, la placa **1050** posterior comprende una o más unidades de un desecante **1055**. El desecante mantiene una humedad reducida dentro del espacio **1006** cerrado. En algunas realizaciones, un envase de desecante **1055** está fijado a la superficie **1052** interna de la placa posterior, por ejemplo, usando un adhesivo, térmica y/o mecánicamente. Envases adecuados en los que un desecante está contenido de forma adecuada se conocen en la técnica, incluyendo, por ejemplo, un recipiente con una superficie de malla, un recipiente perforado, una bolsa hecha de un tejido permeable o papel fuerte para portadas, y similares. En otras realizaciones, el envase

es una lámina de un material adecuado fijada a la placa posterior, por ejemplo, usando un adhesivo sensible a la presión. En algunas realizaciones, en envase es anti-polvo, es decir, resiste a la liberación de polvo. En algunas realizaciones, el desecante está embebido en un vehículo inerte, por ejemplo, una resina polimérica, y el conjunto está fijado a la superficie **1052** interna. En algunas realizaciones, el desecante **1055** está fijado directamente a la superficie **1052** interna de la placa posterior. En algunas realizaciones, el material a partir del cual se fabrica la placa **1050** posterior comprende un desecante. En algunas realizaciones, la placa posterior comprende una capa de desecante aplicado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un desecante líquido o un desecante disuelto o suspendido en un líquido adecuado se aplican a la placa **1050** posterior y se hornea, formando de este modo una capa de desecante sobre la placa **1050** posterior. En otras realizaciones, un desecante se mezcla con una resina polimérica no curada y la mezcla se aplica a la placa **1050** posterior y se cura.

El desecante es cualquier desecante adecuado conocido en la técnica, por ejemplo, óxidos metálicos, óxido de calcio, óxido de bario, anhídrido bórico, peróxido de fósforo, sulfatos metálicos, sulfato de calcio, sulfato de magnesio, sulfato de sodio, metales, sodio, aleación de plomo/sodio, hidruros metálicos, borohidruro sódico, hidruro sódico, hidruro de litio aluminio, gel de sílice, alúmina activada, zeolitas, tamices moleculares, fósforo, sales metálicas, perclorato de magnesio, cloruro de zinc, nanotubos de carbono y combinaciones de los mismos.

Volviendo a la **figura 7A** y la **figura 7B**, y tal como se ha descrito anteriormente, en algunas realizaciones, el dispositivo **700** se deforma al aplicarse una fuerza externa. Los expertos en la materia reconocerán que, en algunas realizaciones, la deformación dará como resultado un movimiento relativo o diferencial entre la matriz **720** y la placa **750** posterior. En algunas realizaciones, las fuerzas que es probable que se encuentren en el uso normal del dispositivo **700**, por ejemplo, en la construcción del dispositivo **700**, en la instalación del dispositivo **700** en un aparato, o en el uso normal del dispositivo **700**, son insuficientes para hacer que la matriz **720** entre en contacto con la placa **750** posterior. Tal como se ha descrito anteriormente, algunos componentes de un modulador **722** interferométrico, por ejemplo, la capa **724** mecánica, son susceptibles al daño durante el contacto físico. Por consiguiente, en estas realizaciones, no es probable que la placa **750** posterior dañe a la matriz **720** y/o los moduladores **722** interferométricos en la matriz en uso normal.

En otras realizaciones, las fuerzas que es probable que se encuentren en el uso normal del dispositivo **700** son suficientes para hacer que la matriz **720** entre en contacto con la placa **750** posterior, típicamente, en o cerca del centro de la placa **750** posterior y la matriz **720**. Por ejemplo, los expertos en la materia entenderán que, mientras todas las demás cosas sigan siendo iguales, a medida que la longitud y/o la anchura del dispositivo **700** aumentan (a lo largo de los ejes x y/o y tal como se ilustra en la **figura 7A**), el movimiento relativo entre la matriz **720** y la placa **750** posterior también aumentará. La longitud y/o la anchura de un dispositivo **700** aumentarán, por ejemplo, al aumentar el tamaño y/o el número de los moduladores **722** interferométricos en la matriz **720**. En algún punto, una fuerza que es probable que se encuentre en el uso normal del dispositivo **700** inducirá un movimiento relativo que hará que alguna parte de la matriz **720** entre en contacto con la placa **750** posterior, dañando de este modo potencialmente uno o más de los moduladores **722** interferométricos en el dispositivo. En algunas realizaciones, la probabilidad aumentada de contacto entre la matriz **720** y la placa **750** posterior es contrarrestada aumentando la distancia entre la matriz **720** y la placa **750** posterior. En algunas realizaciones, la probabilidad aumentada de contacto entre la matriz **720** y la placa **750** posterior es contrarrestada aumentando la rigidez del dispositivo **700**, por ejemplo, el sustrato **710**, la placa **750** posterior, y/o la junta **740**. En la técnica se conocen procedimientos para aumentar la rigidez, e incluyen, por ejemplo, aumentar la rigidez de un componente, modificar las dimensiones de un componente, cambiar la forma o el perfil de un componente, añadir un refuerzo, y similares.

En algunas realizaciones, la probabilidad aumentada de contacto entre la matriz **720** y la placa **750** posterior es contrarrestada aumentando la distancia entre la matriz **720** y la superficie **752** interna de la placa posterior. Algunas realizaciones del dispositivo usan una placa **850** posterior tal como se ilustra en la **figura 8A** en la que la superficie **852** interna es cóncava, aumentando de este modo la distancia entre el centro **858** de la placa posterior y la matriz **820**. Con referencia a la **figura 7B**, el aumento de la distancia entre la superficie interna de la placa **752** posterior y la matriz **720** tenderá a aumentar el grosor del dispositivo **700**, particularmente si los componentes en el dispositivo también se hacen más gruesos para aumentar la rigidez. En algunas aplicaciones, un dispositivo **700** más grueso es no deseable.

Por consiguiente, algunas realizaciones del dispositivo **700** comprenden uno o más separadores **730** dispuestos entre la matriz **720** y la placa **750** posterior. El separador o separadores **730** están configurados para impedir y/o reducir el contacto entre la matriz **720** y la placa **750** posterior cuando el dispositivo **700** está sometido a una fuerza de deformación, eliminando y/o reduciendo de este modo el daño a los moduladores **722** interferométricos. En algunas realizaciones, la placa **750** posterior comprende irregularidades o elementos, por ejemplo, nervaduras de refuerzo y/o envases de desecante, tal como se ha descrito anteriormente. Los separadores **730** impiden que una irregularidad o elemento entre en contacto con la capa **724** mecánica de la matriz, directa (por ejemplo, el elemento entra en contacto con el separador) o indirectamente (por ejemplo, alguna otra parte de la placa posterior que entra en contacto con el separador, impidiendo que el elemento entre en contacto con la capa **724** mecánica). En algunas de estas realizaciones, la superficie del separador **730** proximal a la matriz **720** es sustancialmente lisa. En algunas realizaciones, los separadores **730** distribuyen una fuerza aplicada, reduciendo de este modo la probabilidad de que la fuerza dañe cualquier modulador **722** interferométrico particular. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un separador **730** distribuye una fuerza aplicada a los postes **726** de los moduladores interferométricos, protegiendo de

este modo a la capa **724** mecánica. En algunas realizaciones, un separador **730** reduce o impide el daño que surge del movimiento lateral o tangencial relativo entre la matriz **720** y la placa **750** posterior, por ejemplo, mediante deslizamiento y/o rodando. Por ejemplo, en algunas de estas realizaciones, el separador **730** comprende una o más superficies de baja fricción. En algunas realizaciones, el separador tiene una sección transversal circular, por ejemplo, una esfera o barra. Tal como se describe en más detalle a continuación, en algunas realizaciones, el separador o separadores **730** son resilientes, absorbiendo y/o distribuyendo de este modo una fuerza aplicada. Además, incluso si la fuerza fuera a dañar una pluralidad de moduladores **722** interferométricos en la matriz **720**, en algunas realizaciones, el daño distribuido sobre la matriz **720** es menos perceptible para un usuario que el daño concentrado en una región particular de la matriz **720**. En otras realizaciones, un separador **730** está diseñado para concentrar el daño en un pequeño número de moduladores interferométricos, por ejemplo, usando uno o más separadores **730** de un tamaño y/o forma particulares. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la matriz **720** comprende píxeles redundantes, de modo que la desactivación de un píxel aislado no resulta perceptible para un usuario final. Por consiguiente, en estas realizaciones, el separador **730** concentra el daño en un único píxel en lugar de en un grupo de píxeles adyacentes, lo que podría resultar perceptible para el usuario final.

La **figura 11A** es una vista superior del dispositivo **1100** que ilustra la situación relativa de los separadores y la matriz. Tal como se ha descrito anteriormente, en algunas realizaciones, los separadores están en contacto con la matriz, en otras realizaciones los separadores están en contacto con la placa posterior, y en otras realizaciones, los separadores están en contacto con la matriz y la placa posterior. El dispositivo **1100** comprende una pluralidad de separadores **1130** dispuestos en un patrón sustancialmente regular sobre una matriz **1120** de moduladores interferométricos formada sobre un sustrato **1110**. En la realización ilustrada, los separadores **1130** están situados sustancialmente por encima de los postes **1126** de los moduladores interferométricos. Tal como se muestra tanto el **figura 11A** en la que los postes **1126** se ilustran en línea discontinua, en la realización ilustrada, un separador **1130** no está situado por encima de cada poste **1126**. En algunas realizaciones, los separadores **1130** están situados por encima de la matriz **1120**. En algunas realizaciones, los separadores **1130** están situados en el espacio **1110** entre la matriz **1120** y una junta **1140**. En algunas realizaciones, los separadores **1130** están situados tanto por encima de la matriz **1120** como en el espacio **1110** entre la matriz **1120** y la junta **1140**. Los expertos en la materia entenderán que otras separaciones y/o patrones para los separadores **1130** son posibles.

La **figura 11B** ilustra una vista superior de otra realización de un dispositivo **1100** en el que los separadores **1130** están dispuestos de forma sustancialmente aleatoria sobre la matriz **1120**. En la realización del dispositivo **1100** ilustrada en la **figura 11C**, los separadores **1130** están provistos alrededor del centro de la matriz **1120**, pero no alrededor de la periferia. La realización del dispositivo **1100** ilustrada en la **figura 11D** comprende una disposición más densa de separadores **1130** alrededor del centro de la matriz **1120** y una disposición más dispersa alrededor de la periferia. La realización del dispositivo **1100** ilustrada en la **figura 11E** comprende tres zonas concéntricas de separadores **1130** con densidad creciente hacia el centro de la matriz **1120**. Los expertos en la materia entenderán que otras disposiciones son posibles.

Los separadores son de cualquier tamaño, forma y material adecuado. En algunas realizaciones, todos los separadores son del mismo tipo. Otras realizaciones comprenden separadores de diferentes tipos, por ejemplo, diferentes tamaños, formas y/o materiales. Las dimensiones particulares para un separador dependerán de factores conocidos en la técnica que incluyen el material del que está fabricado el separador, el espacio libre superior entre la matriz y la placa posterior, la aplicación pretendida para el envase de visualización, y similares. En algunas realizaciones, el grosor del separador es similar al espacio libre superior entre la matriz y la placa posterior. En otras realizaciones, el grosor del separador es menor que el espacio libre superior entre la matriz y la placa posterior. Las dimensiones del espacio libre superior se han descrito anteriormente.

Los materiales adecuados para los separadores incluyen materiales rígidos y/o materiales elastoméricos. En algunas realizaciones, los separadores comprenden un material capaz de absorber al menos una parte de una fuerza aplicada a ellos, por ejemplo, mediante deformación. En algunas realizaciones, el separador es elástico y vuelve sustancialmente a la forma original después de que la fuerza de deformación se retira. En otras realizaciones, el separador se deforma permanentemente al absorber la fuerza que se le aplica. Los ejemplos de materiales adecuados incluyen metales, acero, acero inoxidable, latón, titanio, magnesio, aluminio, resinas poliméricas, epoxis, poliamidas, polialquenos, polifluoroalquenos, poliésteres, polisulfonas, poliestireno, poliuretanos, poliácridatos, cerámica, vidrio, sílice, alúmina, y mezclas, copolímeros, aleaciones, y/o compuestos de los mismos. En algunas realizaciones, el separador es un compuesto, por ejemplo, que comprende un núcleo de un material y un revestimiento de otro. En algunas realizaciones, el separador comprende un núcleo de un material rígido, por ejemplo un metal, y un revestimiento de un material elastomérico, por ejemplo, una resina polimérica. En algunas realizaciones en las que una imagen es visible a través de la placa posterior, los separadores son transparentes o translúcidos. En algunas realizaciones, los separadores son conductores de la electricidad.

En algunas realizaciones, los separadores comprenden un desecante de cualquier tipo conocido en la técnica, por ejemplo, óxidos metálicos, óxido de calcio, óxido de bario, anhídrido bórico, pentóxido de fósforo, sulfatos metálicos, sulfato de calcio, sulfato de magnesio, sulfato de sodio, metales, sodio, aleación de plomo/sodio, hidruro metálicos, borohidruro sódico, hidruro sódico, hidruro de litio aluminio, gel de sílice, alúmina activada, zeolitas, tamices moleculares, fósforo, sales metálicas, perclorato de magnesio, cloruro de zinc, nanotubos de carbono, y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, el separador sustancialmente comprende un desecante.

En otras realizaciones, el separador comprende un compuesto en el que el desecante es un componente. En algunas realizaciones, el desecante se distribuye por todo el compuesto. En otras realizaciones, el desecante está concentrado en una parte del separador, por ejemplo en un núcleo. El otro componente o componentes en el compuesto son cualquier material adecuado, por ejemplo, los materiales desvelados anteriormente como adecuados para un separador. En algunas realizaciones, por ejemplo, en realizaciones en las que el separador comprende un núcleo de desecante, otro material, por ejemplo, un revestimiento sobre el desecante, es un material que es permeable al agua y/o al vapor de agua, facilitando de este modo la absorción de agua por el desecante. En algunas realizaciones, el revestimiento comprende una o más aberturas, por ejemplo, realizadas raspando el revestimiento o mediante el procedimiento de fabricación del separador, para permitir el contacto entre el desecante en el núcleo y la atmósfera ambiente.

Los separadores se fabrican usando procedimientos conocidos en la técnica, lo que dependerá de factores conocidos en la técnica, incluyendo el material o materiales de los que están fabricados los separadores, el tamaño y la forma de los separadores, las tolerancias para los separadores. En algunas realizaciones, los separadores se aplican como un fluido, por ejemplo, un líquido, un gel, y/o una pasta, que a continuación se cura para formar los separadores. Los ejemplos de materiales fluidos adecuados incluyen, por ejemplo, adhesivos y fotoendurecibles. Los expertos en la materia entenderán que las condiciones de curado dependen del material particular, e incluyen curado térmico, fotocurado, curado por UV y/o curado por radiación.

En otras realizaciones, los separadores están prefabricados. Realizaciones de separadores prefabricados se ilustran en la **figura 12E** - la **figura 12T**. Los expertos en la materia entenderán que las formas ilustradas son ejemplares y que otras formas son posibles. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los separadores tienen forma irregular. En algunas realizaciones, los separadores son sustancialmente macizos. En otras realizaciones, los separadores comprenden uno o más vacíos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el separador comprende una o más regiones huecas. En algunas realizaciones, el separador comprende una pluralidad de vacíos, por ejemplo, una forma de espuma de celda abierta o celda cerrada. Los separadores esféricos y en forma de barra ilustrados en la **figura 12D** y la **figura 12I**, respectivamente, están disponibles en el mercado en vidrio, sílice, y/o poliestireno. Por ejemplo, separadores en forma de barra de vidrio están disponibles en el mercado de Nippon Electric Glass Co. (Otsu, Shiga, Japón) en diámetros de aproximadamente 1,5 μm a aproximadamente 60 μm . Separadores esféricos de plástico están disponibles en el mercado, por ejemplo, de Sekisui Chemical Co. (Osaka, Japón) en diámetros de aproximadamente 5 μm a aproximadamente 350 μm . Algunas realizaciones usan estos separadores por razones de disponibilidad, uniformidad, y/o coste. Otras formas, por ejemplo, cuadrados y círculos, también se fabrican fácilmente, y se usan en otras realizaciones.

En algunas realizaciones, el separador comprende una o más proyecciones y/o hendiduras, por ejemplo, tal como se ilustra en la **figura 12N** - la **figura 12T**. En algunas realizaciones, las proyecciones y/o hendiduras se acoplan a una estructura o elemento en la matriz y/o la placa posterior, tal como se describe en más detalle a continuación. En algunas realizaciones, las proyecciones y/o hendiduras están diseñadas para absorber al menos parte de la fuerza aplicada al dispositivo. Por ejemplo, algunas realizaciones comprenden muelles, tal como se ilustra en la **figura 12P** - la **figura 12S**. Algunas realizaciones comprenden proyecciones, tal como se ilustra en la **figura 12N**, la **figura 12O**, y la **figura 12T**, que se describen en más detalle a continuación. La realización ilustrada en la **figura 12T** comprende tanto proyecciones **1232** como hendiduras **1234**.

En una realización ilustrada en una vista superior en la **figura 13A**, el separador **1330** abarca al menos dos postes **1326** de la matriz **1320** de moduladores interferométricos. En la realización ilustrada, el diámetro más corto D del separador **1330** es al menos aproximadamente dos veces la separación d entre los postes **1326**, lo que garantiza que el separador siempre abarca al menos dos postes **1326**. En algunas realizaciones, la separación d es de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 80 μm , por ejemplo, aproximadamente 30 μm , 40 μm , 50 μm , 60 μm , o 30 μm . En otras realizaciones, la separación d es mayor, por ejemplo, hasta 1 mm, o hasta 5 mm. Tal como se ha descrito anteriormente, en algunas realizaciones, la matriz **1320** comprende moduladores **1322** interferométricos con diferentes dimensiones, por ejemplo, anchuras y, por consiguiente, la separación entre postes **1326** para moduladores **1322** interferométricos adyacentes no es uniforme. Por consiguiente, en algunas realizaciones, la dimensión D es al menos la mayor distancia entre los postes **1326** externos de moduladores **1322** interferométricos adyacentes. Una realización de dicha disposición se ilustra en la **figura 13B**, en la que los postes **1326'** tienen un diseño diferente a los ilustrados en la **figura 13A** y los separadores **1330'** tienen forma de disco.

En una realización ilustrada en la **figura 14**, el separador **1430** es al menos tan grande como un modulador **1422** interferométrico y, por consiguiente, está situado al menos sobre un poste **1426**. En la realización ilustrada, el separador **1430** es un cuadrado perforado. Los tamaños del modulador interferométrico se han descrito anteriormente.

En la realización ilustrada en la **figura 15A**, cada separador **1530** está sustancialmente centrado sobre un poste **1526**. En la realización ilustrada en la **figura 15B**, al menos una parte de cada separador **1530** está situada sobre un poste **1526**. En las realizaciones ilustradas en la **figura 15C**, ninguna parte de cada separador **1530** está situada sobre un poste **1526**. Otras realizaciones, no ilustradas, incluyen cualquier combinación de estas disposiciones.

La realización del dispositivo **1600** ilustrado en la **figura 16** comprende separadores **1630** de diferentes tamaños situados sustancialmente sobre la matriz **1620**.

Algunas realizaciones comprenden uno o más separadores integrados, usados en solitario o en combinación con otros separadores desvelados en el presente documento. La **figura 17A** ilustra una realización de un dispositivo **1700** que comprende un separador **1730** en forma de una malla situada sobre la parte central de la matriz **1720**. La **figura 17B** ilustra una realización de un dispositivo **1700** que comprende un separador **1730** de malla que es más denso alrededor del centro que alrededor de la parte periférica. La **figura 17C** ilustra una realización de un dispositivo **1700** en el que el separador **1730** es aproximadamente un rectángulo abierto sustancialmente centrado sobre la matriz **1720**. La **figura 17D** ilustra una realización de un dispositivo **1700** en el que el separador **1730** está sustancialmente definido por las diagonales de la matriz **1720**. En algunas realizaciones, el separador es más grueso en una o más regiones y más fino en una o más regiones. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el separador es más grueso en la región central y más fino alrededor de la periferia. En algunas realizaciones, el separador **1730** comprende un desecante, tal como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el separador **1730** comprende un núcleo de un desecante rodeado por una capa externa, por ejemplo, una resina polimérica. En otras realizaciones, un desecante está embebido en el material del separador.

Una realización **1800** ilustrada en la **figura 18A** comprende un separador **1830** en forma de una película dispuesta entre la matriz **1820** y la placa **1850** posterior. En la realización ilustrada, el separador **1830** se extiende más allá de la matriz **1820**. En otras realizaciones, el separador **1830** no se extiende más allá de la matriz **1820**. En algunas realizaciones, el separador **1830** es sustancialmente coextensivo con la matriz **1820**. En otras realizaciones, el separador **1830** no cubre toda la matriz **1820**.

En algunas realizaciones, la película es sustancialmente una película plana. En algunas realizaciones, la película es de aproximadamente 5 μm a aproximadamente 50 μm de grosor, por ejemplo, de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 20 μm de grosor. En otras realizaciones, la película es más gruesa. En algunas realizaciones, la película es lo suficientemente gruesa para llenar sustancialmente el espacio entre la matriz y la placa posterior. En algunas realizaciones, la película comprende un material resiliente, por ejemplo, una espuma. En algunas realizaciones, la espuma tiene una cubierta, por ejemplo, un polímero no permeable, que en algunas realizaciones, comprende perforaciones. En otras realizaciones, la película tiene una forma diferente. La **figura 18B** ilustra un separador **1830'** en forma de una película con una sección transversal no plana, por ejemplo, corrugada o una forma de "cartón de huevos", que absorbe al menos parte de la fuerza de deformación cuando es comprimida entre la matriz **1820'** y la placa **1850'** posterior. Los expertos en la materia entenderán que una película no plana es más gruesa que la película plana correspondiente. En algunas realizaciones, el separador de película comprende áreas de propiedades variables, por ejemplo, grosor, composiciones (por ejemplo, compuestos), proyecciones, hendiduras, y similares. En otras realizaciones, una o ambas caras de la película comprenden además separadores adicionales tal como se ha descrito anteriormente, por ejemplo, los separadores ilustrados en la **figura 12A** - la **figura 12T**. En algunas realizaciones, la película y los separadores están formados como una unidad integrada. En otras realizaciones, los separadores y la película se fabrican por separado y se unen en una etapa diferente. En algunas realizaciones, la película está perforada. Por ejemplo, algunas realizaciones de los separadores ilustrados en la **figura 17A** y la **figura 17B** son películas perforadas. La **figura 18C** ilustra una realización en la que el separador **1830''** es una bolsa sellada que encierra un volumen de gas dispuesta entre la matriz **1820''** y la placa **1850''** posterior. Los expertos en la materia entenderán que la película particular seleccionada para una aplicación dependerá de factores que incluyen el grosor de la película, sus propiedades mecánicas, su forma y configuración, el espacio libre superior entre la matriz y la placa posterior, y el uso previsto del envase de visualización.

En algunas realizaciones, la película comprende un desecante. En algunas realizaciones, la película es un desecante. En otras realizaciones, la película, por ejemplo, una película de resina polimérica, está impregnada con un desecante. En otras realizaciones más, la película comprende una capa fina de desecante que está encapsulada, por ejemplo, usando una resina polimérica.

Algunas realizaciones comprenden un separador de película plana en contacto con la matriz o una parte de la misma para distribuir fuerzas sobre un área más grande. En algunas realizaciones, uno o más separadores más, tal como se desvelan en el presente documento están situados entre la película y la placa posterior, y/o entre la película y la matriz, por ejemplo cualquiera de los separadores descritos anteriormente.

La **figura 19** ilustra una realización **1900** que comprende una pluralidad de separadores **1930** de película dispuestos entre la matriz **1920** y la placa **1950** posterior. Los separadores de película son tal como se han descrito anteriormente. Algunas realizaciones comprenden una combinación de un separador de película plana y un separador de película no plana, por ejemplo, con el separador de película plana en contacto con la matriz **1920**, tal como se ha descrito anteriormente. Algunas realizaciones comprenden al menos dos separadores de película no plana dispuestos de modo que los separadores no encajen uno sobre otro, por ejemplo, un par de películas corrugadas dispuestas con las corrugaciones en ángulos rectos. Algunas realizaciones comprenden al menos dos separadores de película no plana con un separador de película plana dispuesto entre ellas impidiendo de este modo que los separadores no planos se encajen uno sobre otro.

En algunas realizaciones, el separador o alguna parte del mismo tiene una forma diseñada para proporcionar una respuesta gradual a una fuerza aplicada, por ejemplo, un separador o parte del mismo con una sección transversal triangular. Un ejemplo de una parte de un separador se proporciona en la **figura 12T** como la proyección **1232**. Una parte triangular de un separador se ilustra en la **figura 20A**. La parte triangular es relativamente susceptible a pequeñas deformaciones, tal como se ilustra en la **figura 20B**, pero se vuelve cada vez más difícil de deformar tal como se ilustra en la **figura 20C** y la **figura 20D**. La **figura 20E** ilustra otra realización en la que el separador **2032** tiene dos regiones, cada una de las cuales tiene una respuesta diferente a una fuerza aplicada: una parte superior más fina **2032a** y una parte superior más gruesa **2034b**. En la realización ilustrada en la **figura 20F**, el separador **2030'** tiene también dos regiones de respuesta, una región superior **2032'** que tiene relativamente más espacio vacío, y una región inferior **2034'** que tiene relativamente menos espacio vacío. En algunas realizaciones, el separador comprende un compuesto que proporciona una respuesta gradual.

En algunas realizaciones, uno o más de los separadores está fijado a la matriz. En otras realizaciones, uno o más de los separadores está fijado a la placa posterior. En otras realizaciones, uno o más de los separadores está fijado tanto a la matriz como a la placa posterior. En otras realizaciones, un primer conjunto de uno o más separadores se fija a la matriz, y un segundo conjunto de uno o más separadores se fija a la placa posterior. En otras realizaciones, uno o más de los separadores no están fijados a la matriz o la placa posterior. En realizaciones en las que un separador está fijado a la matriz y/o la placa posterior, el separador se fija usando cualquier procedimiento conocido en la técnica, por ejemplo, usando un adhesivo, mecánicamente y/o mediante soldadura.

En realizaciones que usan un adhesivo, uno o más adhesivos se aplican a la matriz y/o la placa posterior usando cualquier procedimiento conocido en la técnica, por ejemplo, de forma litográfica, impresión por inyección de tinta, impresión por contacto, y similares. Un separador o separadores se aplican a continuación al adhesivo. En algunas realizaciones, el adhesivo se aplica al separador, que a continuación se aplica a la matriz y/o la placa posterior, por ejemplo, mediante pulverización, con rodillos, aplicación individual, y similares. En otras realizaciones, los separadores están suspendidos en un líquido que comprende el adhesivo. La suspensión de separadores se aplica a la matriz y el líquido se retira, por ejemplo, mediante evaporación. Los ejemplos de líquidos adecuados incluyen alcoholes inferiores, por ejemplo, metanol, etanol e isopropanol, así como otros líquidos volátiles, por ejemplo, acetona, éter metil t-butílico, y acetato de etilo. Tal como se ha descrito anteriormente, en algunas realizaciones, los separadores se aplican a una película, que a continuación se aplica a la matriz y/o la placa posterior. En algunas realizaciones, el separador forma una pieza con la matriz o la placa posterior, tal como se describe en más detalle a continuación. Los separadores están fijados a la placa posterior usando procedimientos sustancialmente similares.

En algunas realizaciones, uno o más separadores no están fijados a la matriz o la placa posterior. Por ejemplo, en algunas realizaciones que usan separadores grandes, por ejemplo, los separadores de malla ilustrados en la **figura 17A** y la **figura 17B**, los separadores ilustrados en la **figura 17C** y la **figura 17D**, y/o los separadores de película ilustrados en la **figura 18A** - la **figura 18C**, y la **figura 19**, los separadores están situados simplemente sobre la matriz y/o la placa posterior en el conjunto del dispositivo de envase.

En realizaciones en las que los separadores son más pequeños, por ejemplo, con tamaños en el intervalo del micrómetro a cientos de micrómetros, los separadores están situados convenientemente suspendiéndolos en un vehículo fluido y aplicando los separadores suspendidos a la matriz y/o la placa posterior, por ejemplo, mediante pulverización y/o revestimiento por rotación. En algunas realizaciones, el vehículo fluido es un líquido que se retira fácilmente, por ejemplo, al vacío y/o mediante calentamiento. Los ejemplos de líquidos adecuados se conocen en la técnica e incluyen alcoholes inferiores (por ejemplo, metanol, etanol, isopropanol), hidrocarburos (por ejemplo, propano, butano, pentano), compuestos halogenados (por ejemplo, fluorocarburos, clorofluorocarburos, hidroclofluorocarburos, clorocarburos, hidroclorocarburos), éteres (por ejemplo, éter metil terc-butílico, éter dietílico, tetrahidrofurano), ésteres (por ejemplo, acetato de etilo), cetonas (por ejemplo, acetona), y combinaciones de los mismos. En otras realizaciones, el fluido es un gas, por ejemplo, aire o nitrógeno. En algunas realizaciones, los separadores tienden a quedarse en posición después de que se haya retirado el disolvente, incluso aunque falte un adhesivo añadido.

En algunas realizaciones, los separadores se aplican sustancialmente solamente sobre la matriz, por ejemplo, enmascarando el área sobre la cual se forma la junta durante la aplicación de los separadores. En otras realizaciones, los separadores se aplican sobre la matriz así como otras partes del dispositivo, por ejemplo, sobre el área sobre la cual se forma la junta. En algunas de estas realizaciones, los separadores también definen el grosor de la junta, proporcionando de este modo un grosor de junta uniforme. Por ejemplo, disponer separadores de 20 µm dentro de la junta y poner en contacto el sustrato y la placa posterior con los separadores proporciona un grosor de junta de 20 µm.

Tal como se ilustra en la **figura 21A** en algunas realizaciones, uno o más de los separadores **2130** se extiende entre la matriz **2120** y placa **2150** posterior. En la realización ilustrada en la **figura 21B**, el separador **2130'** está en contacto con la matriz **2120'**, pero no está en contacto con la placa **2150'** posterior. En la realización ilustrada en la **figura 21C**, el separador **2130''** está en contacto con la placa **2150''** posterior, pero no está en contacto con la matriz **2120''**. Algunas realizaciones comprenden una combinación de estas configuraciones.

La realización ilustrada en la **figura 22A** es similar al dispositivo ilustrado en la **figura 6C**. En la realización **2200**, los separadores **2230** están integrados con la matriz **2220** de moduladores interferométricos. En la realización ilustrada, los separadores **2230** están formados sobre los postes **2226** de los moduladores **2222** interferométricos. En algunas realizaciones, el procedimiento de formar los separadores **2230** es un procedimiento de película fina, y está integrado con el procedimiento para formar los moduladores **2222** interferométricos, por ejemplo, tal como se ha desvelado anteriormente y en la Patente de Estados Unidos N° 5.835.255. En algunas realizaciones, un material del separador se deposita sobre la capa **2224** mecánica antes de la retirada del material protector (no ilustrado) en el procedimiento para fabricar los moduladores **2222** interferométricos. Los separadores **2230** están modelados o atacados químicamente a partir del material del separador usando procedimientos conocidos en la técnica. Los expertos en la materia entenderán que el procedimiento particular dependerá de factores que incluyen el material del separador particular usado, los otros materiales usados en la fabricación de los moduladores **2222** interferométricos, las geometrías de los moduladores **2222** interferométricos, y similares.

En algunas realizaciones, la formación de los separadores **2230** está integrada en el flujo del procedimiento para formar moduladores interferométricos, por ejemplo, el procedimiento desvelado en la Patente de Estados Unidos N° 5.835.255. Por ejemplo, una capa (no se muestra) del separador material se deposita sobre la capa **2224** mecánica antes de la retirada de un material protector (no mostrado) que ocupa la cavidad entre los espejos. La capa de separador se somete a continuación a ataque químico para formar los separadores **2230** individuales. En algunas realizaciones, la capa de separador está modelada y sometida a ataque químico de modo que se forma un pasaje que permite la comunicación de gas a cada cavidad en una matriz **2220** de moduladores interferométricos. La cavidad se forma a continuación retirando el material protector a través del pasaje.

En algunas realizaciones, los separadores integrados están fabricados a partir de un material sólido con buena retención de forma que no se comprime fácilmente. En algunas realizaciones, el material se selecciona entre el grupo constituido por metales, óxidos, nitruros, fotoendurecibles, otros materiales orgánicos, "giro sobre vidrio" (*spin-on glass*), y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, los separadores son conductores de la electricidad. Los expertos en la materia entenderán que procedimientos similares son útiles en la fabricación de separadores integrados sobre la superficie interna de la placa posterior.

Tal como se ilustra en la **figura 22B**, en algunas realizaciones, la matriz **2220'** comprende moduladores **2222'** interferométricos de diferentes alturas. En la realización ilustrada, los primeros separadores **2230'** compensan las diferencias de altura, proporcionando de este modo una plataforma uniforme que soporta los segundos separadores **2260'** de cualquier tipo desvelado anteriormente. En algunas realizaciones, los segundos separadores **2260'** están fijados a los primeros separadores. En otras realizaciones, los segundos separadores **2260'** no están fijados a los primeros separadores. En la realización ilustrada en la **figura 22C**, los segundos separadores **2260''** comprenden hendiduras **2234''** que se acoplan a los primeros separadores **2230''**.

La **figura 23** es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para fabricar un dispositivo electrónico envasado con referencia a la estructura ilustrada en la **figura 7A** y la **figura 7B**. En la etapa **2310**, se obtiene un sustrato **710** sobre el cual se ha formado un modulador **722** interferométrico. En algunas realizaciones, el modulador **722** interferométrico es parte de una matriz **720** de moduladores **722** interferométricos. En la etapa **2220**, se obtiene una placa **750** posterior. En la etapa **2230** uno o más separadores **730** se disponen entre el modulador **722** interferométrico y la placa **750** posterior. En la etapa **2240**, se forma una junta **740** entre el sustrato **710** y la placa **750** posterior.

En algunas realizaciones, el producto del procedimiento de fabricación es un panel que comprende una pluralidad de pantallas de envase. Las pantallas de envase individuales se cortan a continuación del panel. En el procedimiento de fabricación, una pluralidad de matrices de moduladores interferométricos se forma sobre un único sustrato (vidrio madre), tal como se ha descrito anteriormente. Se obtiene una lámina que comprende una pluralidad de placas posteriores (típicamente igual en número a las matrices de moduladores interferométricos) dimensionadas y separadas para coincidir con la matriz interferométrica. Los separadores se disponen entre el sustrato y la placa posterior tal como se ha descrito anteriormente. Se forman juntas entre cada matriz y placa posterior tal como se ha descrito anteriormente, formando de este modo un panel que comprende una pluralidad de matrices de moduladores interferométricos. Las pantallas de envase individuales se cortan del panel usando cualquier procedimiento conocido en la técnica, por ejemplo, mediante raspado.

La **figura 24** es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para proteger un dispositivo electrónico con referencia a la estructura ilustrada en la **figura 7A** y la **figura 7B**. En la etapa **2410**, se obtiene un dispositivo que comprende un modulador **722** interferométrico formado sobre un sustrato **710** y una placa **750** posterior. En la etapa **2420**, uno o más separadores se disponen entre el modulador **722** interferométrico y la placa **750** posterior.

Ejemplo 1

El ejemplo 1 es con fines de ilustración solamente y no refleja la invención.

Seis matrices de moduladores interferométricos de 250 mm x 300 mm se fabrican sobre un sustrato de vidrio de 680 mm x 880 mm. Una lámina de vidrio de tapas ahuecadas, 7 mm de grosor, 252 mm x 302 mm, 0,3 mm de hueco, se

limpia y se seca. Una película DINA de un desecante de CaO (Hi Cap 2800, Cookson, Londres, Reino Unido) se aplica a los huecos, se cura completamente y se prepara. Una suspensión al 1% en volumen de separadores en barra de poliestireno de 10 µm de diámetro (Sekisui Chemical Co., Osaka, Japón) en isopropanol se pulveriza uniformemente sobre la placa posterior para proporcionar una cobertura al 2% de separadores sobre la superficie. Las áreas de junta entre los huecos no están enmascaradas. El isopropanol se retira calentando a 100°C durante 5 segundos. Una perla de una epoxi de curado por UV (H5516, Nagase, Tokio, Japón) se aplica a las periferias de las placas posteriores de tapa ahuecada y la lámina se alinea sobre el sustrato. Se aplica presión a la lámina para proporcionar una capa de epoxi con un grosor promedio de 15 µm. La epoxi se cura irradiando a 6000 mJ/cm² 350 nm (durante 2 minutos), a continuación horneando a 80°C durante 30 minutos. Seis envases de modulador interferométrico se recortan del panel resultante.

Las **figuras 25A** y **25B** son diagramas de bloques del sistema que ilustran una realización de un dispositivo **2040** de visualización. El dispositivo **2040** de visualización puede ser, por ejemplo, un teléfono celular o móvil. Sin embargo, los mismos componentes del dispositivo **2040** de visualización o ligeras variaciones de los mismos son también ilustrativos de diversos tipos de dispositivos de visualización tales como televisiones y reproductores de medios portátiles.

El dispositivo **2040** de visualización incluye una carcasa **2041**, una pantalla **2030**, una antena **2043**, un altavoz **2045**, un dispositivo **2048** de entrada, y un micrófono **2046**. La carcasa **2041** está formada generalmente a partir de cualquiera de diversos procedimientos de fabricación tal como son bien conocidos por los expertos en la materia, incluyendo moldeo por inyección, y formación al vacío. Además, la carcasa **2041** puede estar fabricada a partir de cualquiera de diversos materiales incluyendo, aunque sin limitarse a, plástico, metal, vidrio, caucho y cerámica, o una combinación de los mismos. En una realización, la carcasa **2041** incluye partes desmontables (no mostradas) que pueden intercambiarse con otras partes desmontables de diferente color, o que contienen diferentes logos, fotos, o símbolos.

La pantalla **2030** del dispositivo **2040** de visualización ejemplar puede ser cualquiera de diversas pantallas, incluyendo una pantalla bi-estable, tal como se describe en el presente documento. En otras realizaciones, la pantalla **2030** incluye una pantalla de panel plano, tal como plasma, EL, OLED, STN LCD o TFT LCD tal como se ha descrito anteriormente, o una pantalla de panel no plano, tal como una CRT u otro dispositivo de tubo, tal como es bien conocido por los expertos en la materia. Sin embargo, para propósito de describir la presente realización, la pantalla **2030** incluye una pantalla de modulador interferométrico, tal como se describe en el presente documento.

Los componentes de una realización del dispositivo **2040** de visualización ejemplar se ilustran esquemáticamente en la **figura 25B**. El dispositivo de visualización ejemplar ilustrado **2040** incluye una carcasa **2041** y puede incluir componentes adicionales encerrados al menos parcialmente en su interior. Por ejemplo, en una realización, el dispositivo **2040** de visualización ejemplar incluye una interfaz **2027** de red que incluye una antena **2043** que está acoplada a un transceptor **2047**. El transceptor **2047** está conectado al procesador **2021**, que está conectado a hardware **2052** de acondicionamiento. El hardware **2052** de acondicionamiento puede estar configurado para acondicionar una señal (por ejemplo filtrar una señal). El hardware **2052** de acondicionamiento está conectado a un altavoz **2045** y un micrófono **2046**. El procesador **2021** también está conectado a un dispositivo **2048** de entrada y un controlador **2029** del excitador. El controlador **2029** del excitador está acoplado a una memoria **2028** intermedia de trama y al excitador **2022** de la matriz, que a su vez está acoplado a una matriz **2030** de visualización. Una fuente **2050** de energía suministra energía a todos los componentes según lo requiera el diseño del dispositivo **2040** de visualización ejemplar particular.

La interfaz **2027** de red incluye la antena **2043** y el transceptor **2047** de modo que el dispositivo **2040** de visualización ejemplar pueda comunicar con uno o más dispositivos sobre una red. En una realización, la interfaz **2027** de red también puede tener algunas capacidades de procesamiento para aliviar requisitos del procesador **2021**. La antena **2043** es cualquier antena conocida por los expertos en la materia para transmitir y recibir señales. En una realización, la antena transmite y recibe señales de RF de acuerdo con el estándar IEEE 802.11, incluyendo IEEE 802.11(a), (b), o (g). En otra realización, la antena transmite y recibe señales de RF de acuerdo con el estándar BLUETOOTH. En el caso de un teléfono celular, la antena está diseñada para recibir CDMA, GSM, AMPS u otras señales conocidas que se usan para comunicarse dentro de una red inalámbrica de telefonía móvil. El transceptor **2047** pre-procesa las señales recibidas desde la antena **2043** de modo que puedan ser recibidas por y manipuladas adicionalmente por el procesador **2021**. El transceptor **2047** también procesa señales recibidas del procesador **2021** de modo que puedan ser transmitidas desde el dispositivo **2040** de visualización ejemplar mediante la antena **2043**.

En una realización alternativa, el transceptor **2047** puede sustituirse por un receptor. En otra realización alternativa más, la interfaz **2027** de red puede sustituirse por una fuente de imágenes, que puede almacenar o generar datos de imagen para enviarlos al procesador **2021**. Por ejemplo, la fuente de imágenes puede ser un disco de video digital (DVD) o un disco duro que contiene datos de imagen, o un módulo informático que genera datos de imagen.

El procesador **2021** generalmente controla el funcionamiento global del dispositivo **2040** de visualización ejemplar. El procesador **2021** recibe datos, tales como datos de imagen comprimidos procedentes de la interfaz **2027** de red o una fuente de imágenes, y procesa los datos en datos de imágenes sin procesar o en un formato que es fácilmente

5 procesado a datos de imágenes sin procesar. El procesador **2021** envía a continuación los datos procesados al controlador **2029** del excitador o a la memoria **2028** intermedia de trama para almacenamiento. Los datos sin procesar típicamente se refieren a la información que identifica las características de imagen en cada ubicación dentro de una imagen. Por ejemplo, dichas características de imagen pueden incluir color, saturación y nivel de escala de grises.

10 En una realización, el procesador **2021** incluye un microcontrolador, CPU, o unidad lógica para controlar el funcionamiento del dispositivo **2040** de visualización ejemplar. El hardware **2052** de acondicionamiento generalmente incluye amplificadores y filtros para transmitir señales al altavoz **2045**, y para recibir señales del micrófono **2046**. El hardware **2052** de acondicionamiento pueden ser componentes discretos dentro del dispositivo **2040** de visualización ejemplar, o puede estar incorporado dentro del procesador **2021** u otros componentes.

15 El controlador **2029** del excitador toma los datos de imagen sin procesar generados por el procesador **2021** directamente desde el procesador **2021** o desde la memoria **2028** intermedia de trama y reformatea los datos de imagen sin procesar apropiadamente para transmisión a alta velocidad al excitador **2022** de la matriz. Específicamente, el controlador **2029** del excitador reformatea los datos de imagen sin procesar en un flujo de datos que tiene un formato similar a una cuadrícula, de modo que tiene un orden temporal adecuado para barrido por toda la matriz **2030** de visualización. A continuación, el controlador **2029** del excitador envía la información formateada al excitador **2022** de la matriz. Aunque un controlador **2029** del excitador, tal como un controlador de LCD, a menudo está asociado con el procesador **2021** del sistema como un circuito integrado (CI) independiente, dichos controladores pueden implementarse de muchas maneras. Pueden estar incluidos en el procesador **2021** como hardware, embebido en el procesador **2021** como software, o integrado completamente en hardware con el excitador **2022** de la matriz.

Típicamente, el excitador **2022** de la matriz recibe la información formateada del controlador **2029** del excitador y reformatea los datos de video a un conjunto paralelo de formas de onda que se aplican muchas veces por segundo a los cientos y algunas veces miles de cables procedentes de la matriz de píxeles x-y de la pantalla.

25 En una realización, el controlador **2029** del excitador, el excitador **2022** de la matriz y la matriz **2030** de visualización son apropiadas para cualquiera de los tipos de pantallas descritos en el presente documento. Por ejemplo, en una realización, el controlador **2029** del excitador es un controlador de pantalla convencional o un controlador de pantalla bi-estable (por ejemplo, un controlador de modulador interferométrico). En otra realización, el excitador **2022** de la matriz es un excitador convencional o un excitador de pantalla bi-estable (por ejemplo, una pantalla de modulador interferométrico). En una realización, un controlador **2029** del excitador está integrado con el excitador **2022** de la matriz. Dicha realización es habitual en sistemas altamente integrados tales como teléfonos celulares, relojes digitales y otras pantallas de área pequeña. En otra realización más, la matriz **2030** de visualización es una matriz de visualización típica o una matriz de visualización bi-estable (por ejemplo, una pantalla que incluye una matriz de moduladores interferométricos).

35 El dispositivo **2048** de entrada permite a un usuario controlar el funcionamiento del dispositivo **2040** de visualización ejemplar. En una realización, el dispositivo **2048** de entrada incluye un teclado, tal como un teclado QWERTY o el teclado de un teléfono, un botón, un interruptor, una pantalla táctil, una membrana sensible a la presión o al calor. En una realización, el micrófono **2046** es un dispositivo de entrada para el dispositivo **2040** de visualización ejemplar. Cuando el micrófono **2046** se usa para introducir datos en el dispositivo, comandos de voz pueden ser proporcionados por un usuario para controlar operaciones del dispositivo **2040** de visualización ejemplar.

40 La fuente **2050** de energía puede incluir diversos dispositivos de almacenamiento de energía tales como se conocen bien en la técnica. Por ejemplo, en una realización, la fuente **2050** de energía es una batería recargable, tal como una batería de níquel-cadmio o una batería de iones de litio. En otra realización, la fuente **2050** de energía es una fuente de energía renovable, un condensador o una célula solar, incluyendo una célula solar de plástico, y pintura de célula solar. En otra realización, la fuente **2050** de energía está configurada para recibir energía de una toma mural.

45 En algunas implementaciones la programabilidad de control reside, tal como se ha descrito anteriormente, en un controlador del excitador que puede estar ubicado en varios lugares en el sistema de visualización electrónico. En algunos casos la programabilidad de control reside en el excitador **2022** de la matriz. Los expertos en la materia reconocerán que la optimización descrita anteriormente puede implementarse en cualquier número de componentes de hardware y/o software y en diversas configuraciones.

Las realizaciones ilustradas y descritas anteriormente se proporcionan como ejemplos solamente.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de fabricación de un dispositivo de visualización que comprende:
 - 5 proporcionar una matriz (720) de moduladores interferométricos sobre un sustrato (710), teniendo los moduladores interferométricos de la matriz postes (726);
 - disponer uno o más separadores (730) entre la matriz (720) y una placa (750) posterior: y
 - sellar la placa (750) posterior sobre el sustrato (710) para formar un dispositivo de visualización, en el que
 - 10 dichos uno o más separadores están situados por encima de los postes (726),
 - dichos uno o más separadores no están en contacto con la placa posterior, y
 - dichos uno o más separadores (730) impiden que la placa (750) posterior entre en contacto con la matriz (720).
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicho sustrato (710) es al menos parcialmente transparente y/o translúcido, y los moduladores (720) interferométricos están configurados para reflejar luz a través de la parte transparente y/o translúcida del sustrato (710).
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la placa (750) posterior comprende una tapa (850) ahuecada.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la placa (750) posterior comprende una placa posterior de vidrio.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la placa (750) posterior comprende un desecante (855).
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el sellado de una placa (750) posterior sobre el sustrato (710) forma una junta hermética.
- 20 7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el al menos uno de los separadores (730) comprende un desecante.
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dichos uno o más separadores (730) comprenden una pluralidad de separadores separados regularmente.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que disponer comprende formar los separadores en un procedimiento integrado con un procedimiento para formar los moduladores interferométricos.
- 25 10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dichos uno o más separadores (730) incluyen al menos un separador diseñado para proporcionar una respuesta gradual a una fuerza aplicada.
11. Un dispositivo (700) de visualización que comprende:
 - 30 un medio (710) de transmisión para transmitir luz a su través;
 - un medio (720) de modulación para modular luz a través de dicho medio (710) de transmisión, teniendo el medio (720) de modulación uno o más postes (726);
 - un medio (750) de cobertura para cubrir dicho medio (720) de modulación;
 - un medio (740) de sellado dispuestos entre el medio (710) de transmisión y el medio (750) de cobertura para formar un envase; y
 - 35 un medio (730) de separación para impedir que el medio (720) de modulación y el medio (750) de cobertura contacten entre sí dentro del dispositivo (700) de visualización, en el que el medio de separación no está en contacto con el medio de cobertura, y en el que el medio (730) de separación está situado por encima de los uno o más postes (726).
- 40 12. El dispositivo de visualización de la reivindicación 11, en el que dicho medio de transmisión comprende un sustrato (710) transparente.
13. El dispositivo de visualización de la reivindicación 11 o 12, en el que dicho medio de modulación comprende una matriz de moduladores (720) interferométricos.
14. El dispositivo de visualización de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que dicho medio de cobertura comprende una placa (750) posterior.
- 45 15. El dispositivo de visualización de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en el que dicho medio (740) de sellado comprende una junta adhesiva.
16. El dispositivo de visualización de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, en el que dicho medio de separación comprende un separador (730) fabricado sobre dicho medio de transmisión.
- 50 17. El dispositivo de visualización de la reivindicación 16, en el que los separadores están integrados con la matriz de moduladores interferométricos.

18. El dispositivo de visualización de la reivindicación 11, en el que el medio (750) de cobertura comprende una tapa (850) ahuecada.
19. El dispositivo de visualización de la reivindicación 11, en el que el medio (750) de cobertura comprende un desecante (855).
- 5 20. El dispositivo de visualización de la reivindicación 11, en el que el medio (740) de sellado comprende una pluralidad de separadores separados de forma uniforme.
21. El dispositivo de visualización de la reivindicación 11, que comprende además:
- 10 un procesador (21) que está en comunicación eléctrica con dicho medio (720) de modulación, estando dicho procesador (21) configurado para procesar datos de imagen; y
un dispositivo de memoria en comunicación eléctrica con dicho procesador (21).
22. El dispositivo de visualización de la reivindicación 21, que comprende además un circuito (24, 26) de excitación configurado para enviar al menos una señal a dicho medio (720) de modulación.
23. El dispositivo de visualización de la reivindicación 22, que comprende además un controlador configurado para enviar al menos una parte de dichos datos de imagen a dicho circuito (24,26) de excitación.
- 15 24. El dispositivo de visualización de la reivindicación 21, que comprende además un módulo fuente de imágenes configurado para enviar dichos datos de imagen a dicho procesador (21).
25. El dispositivo de visualización de la reivindicación 24, en el que dicho módulo fuente de imágenes comprende al menos uno de entre un receptor, transceptor y transmisor.
- 20 26. El dispositivo de visualización de la reivindicación 21, que comprende además un dispositivo de entrada configurado para recibir datos de entrada y para comunicar dichos datos de entrada a dicho procesador (21).
27. El dispositivo de visualización de la reivindicación 11, en el que el medio (730) de separación está diseñado para proporcionar una respuesta gradual a una fuerza aplicada.

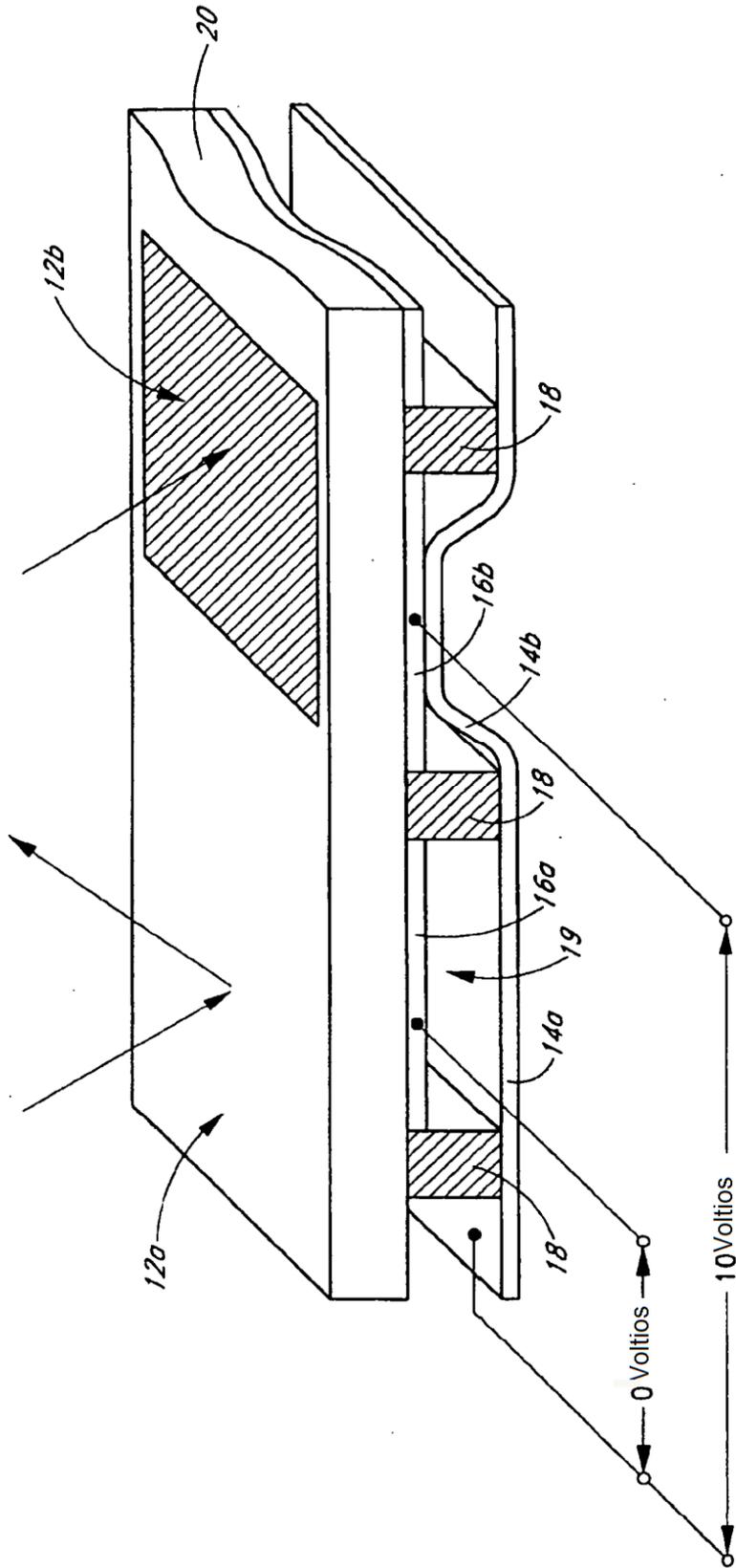


FIG. 1

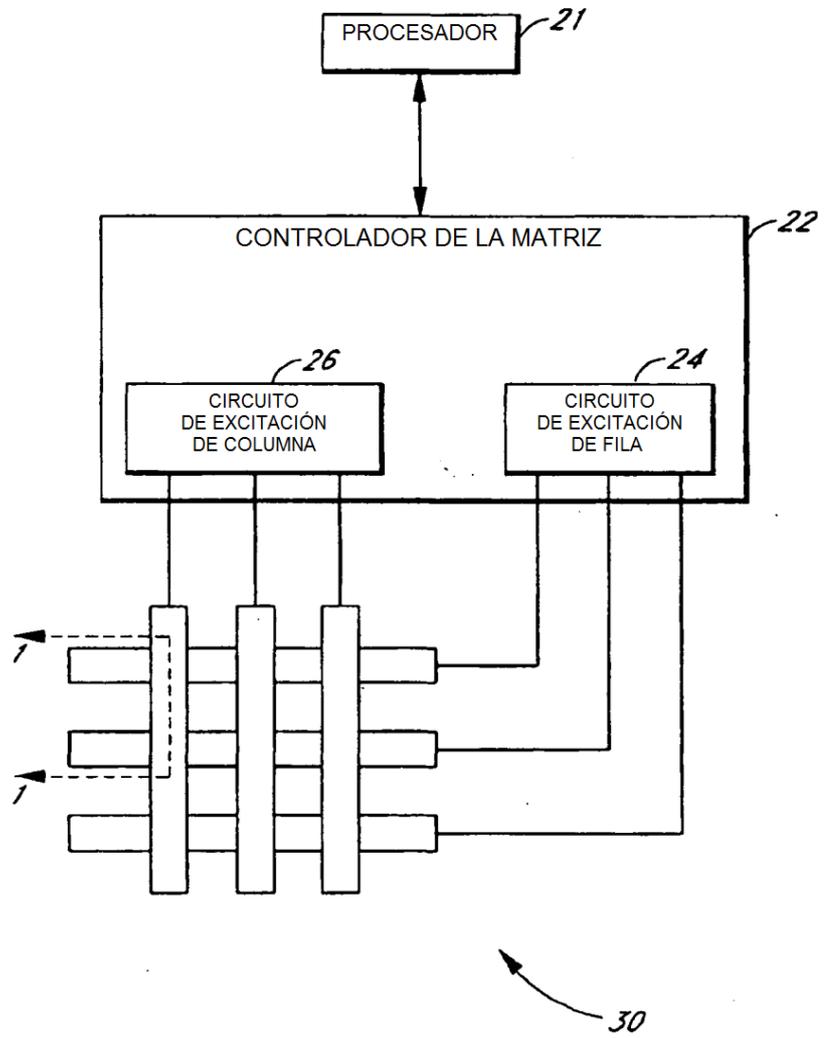


FIG. 2

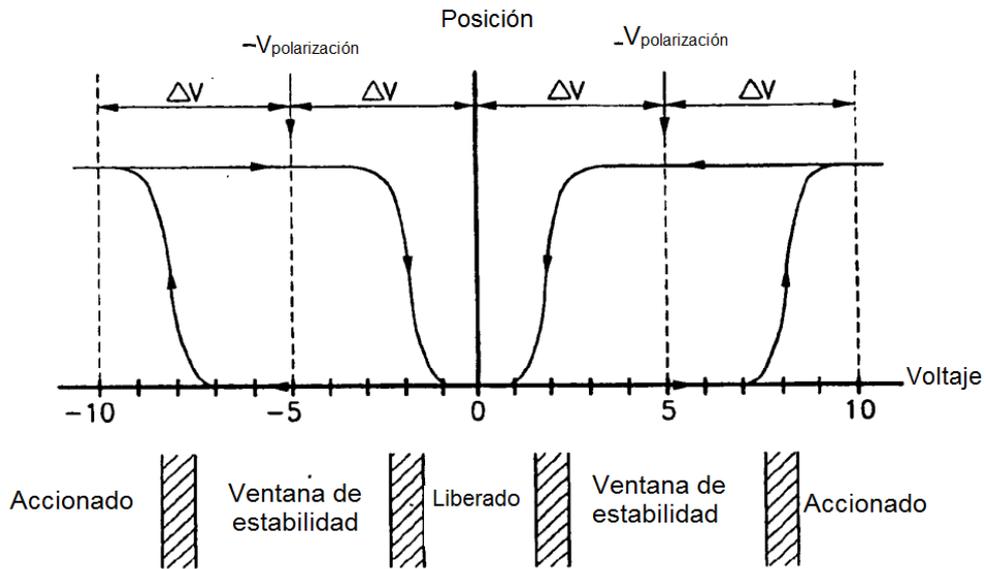


FIG. 3

Señales de salida de columna

	$+V_{polarización}$	$-V_{polarización}$
0	Estable	Estable
$+\Delta V$	Liberar	Accionar
$-\Delta V$	Accionar	Liberar

Señales de salida de fila

FIG. 4

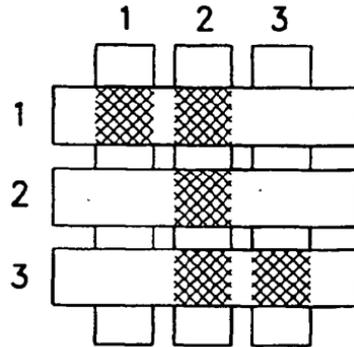


FIG. 5A

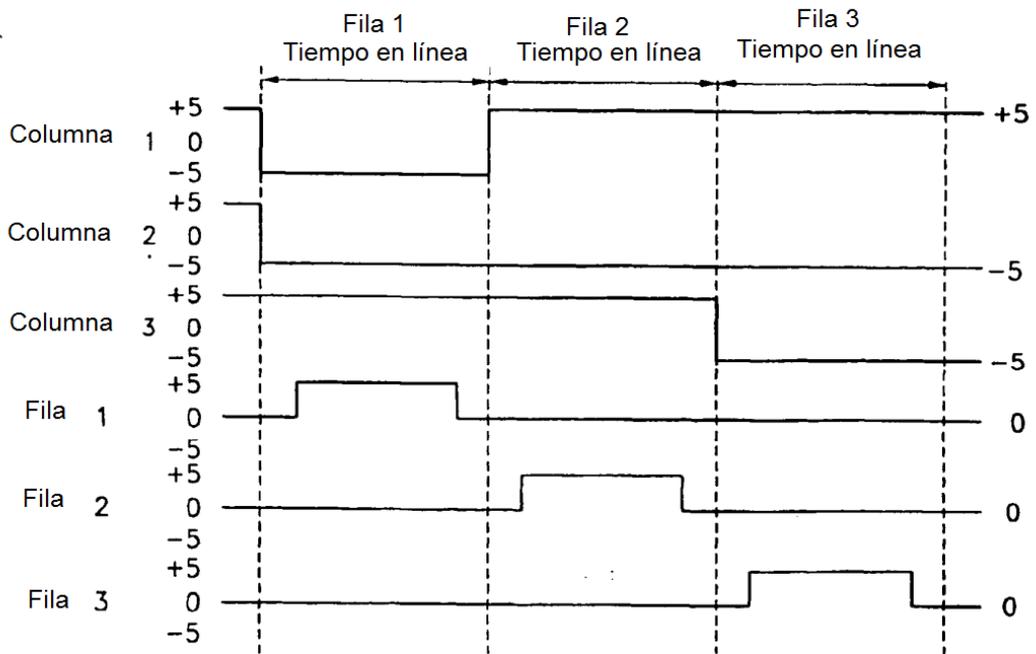


FIG. 5B

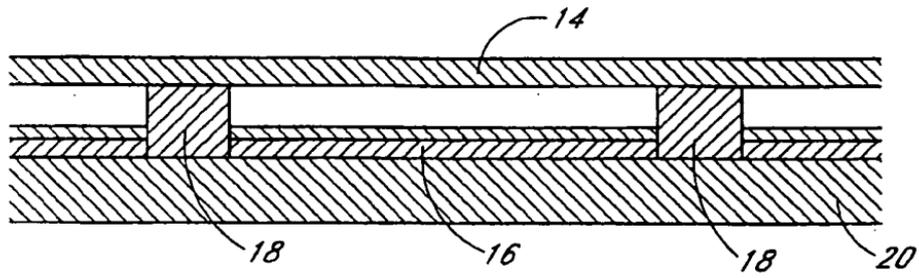


FIG. 6A

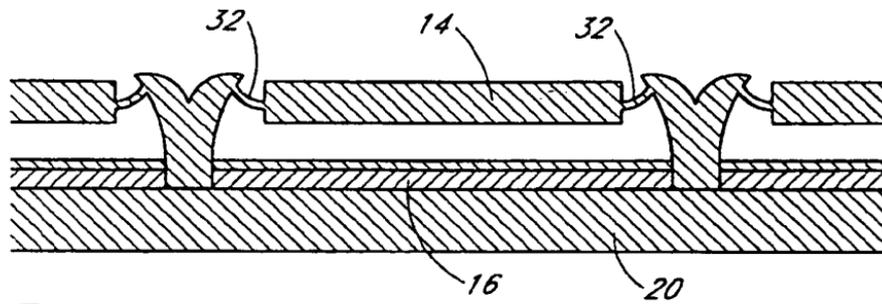


FIG. 6B

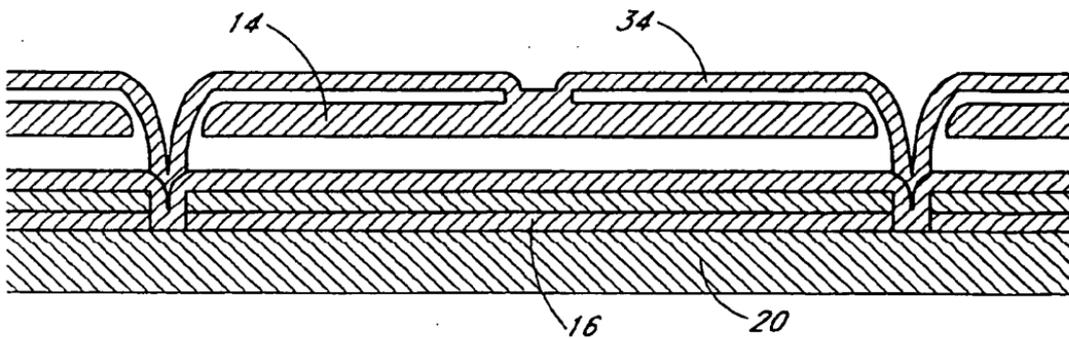
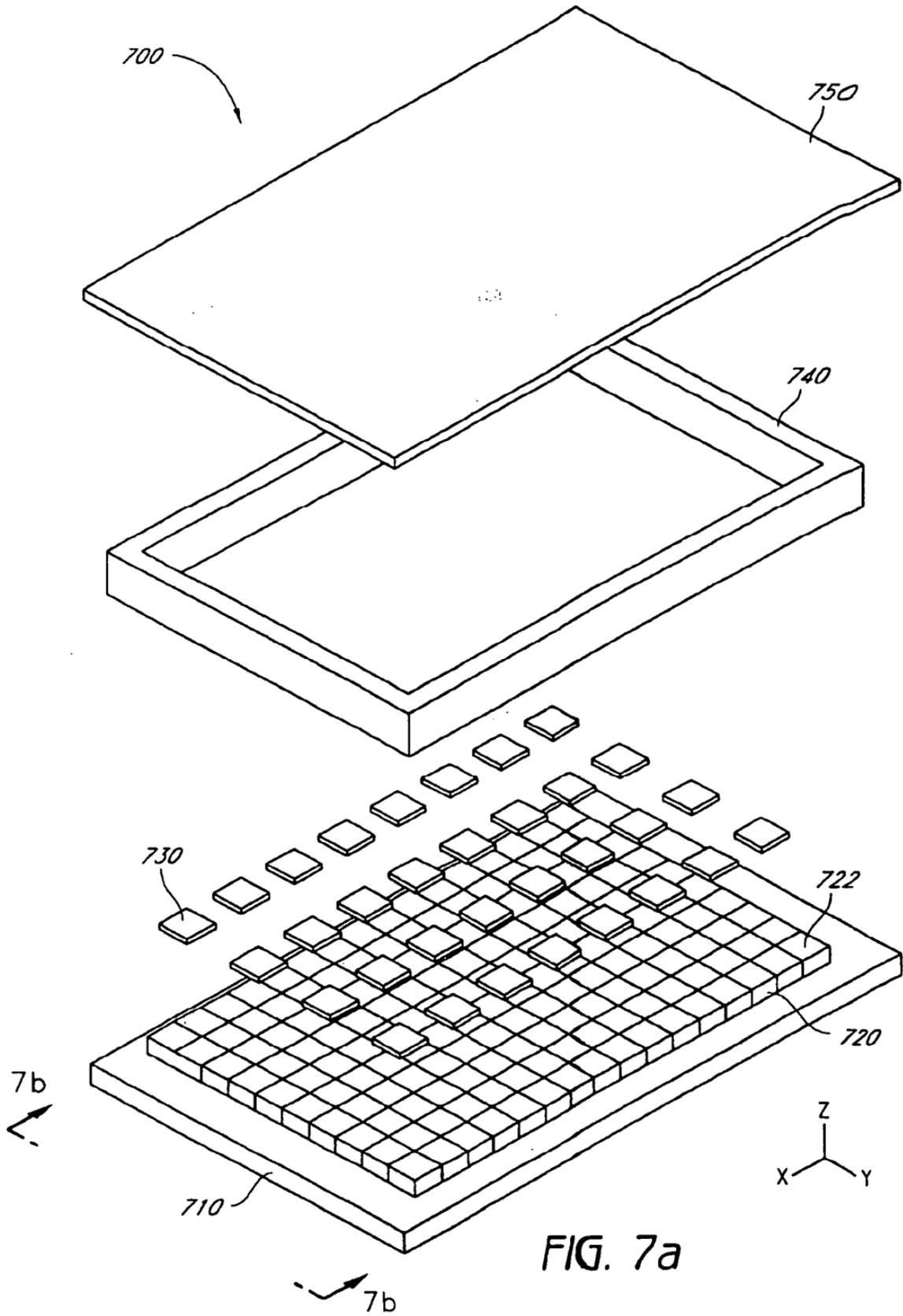
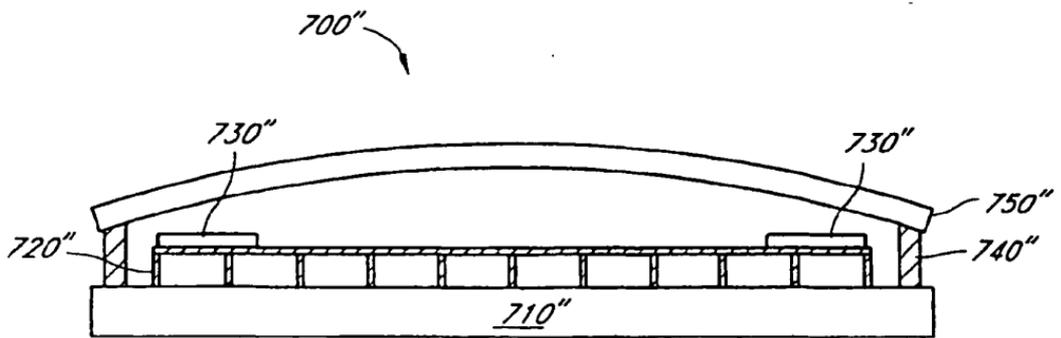
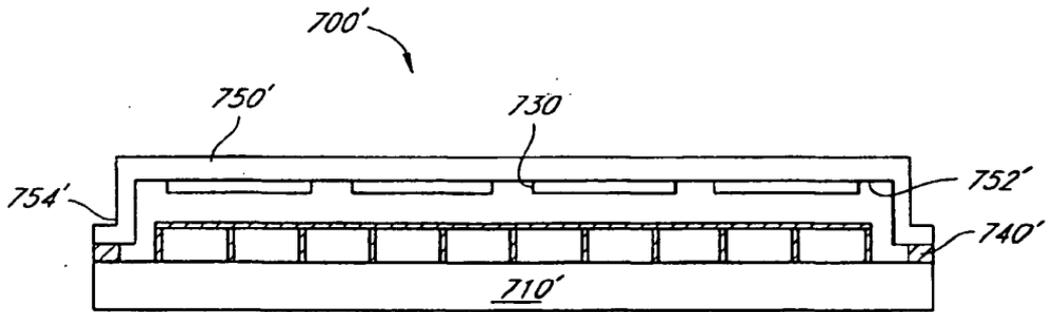
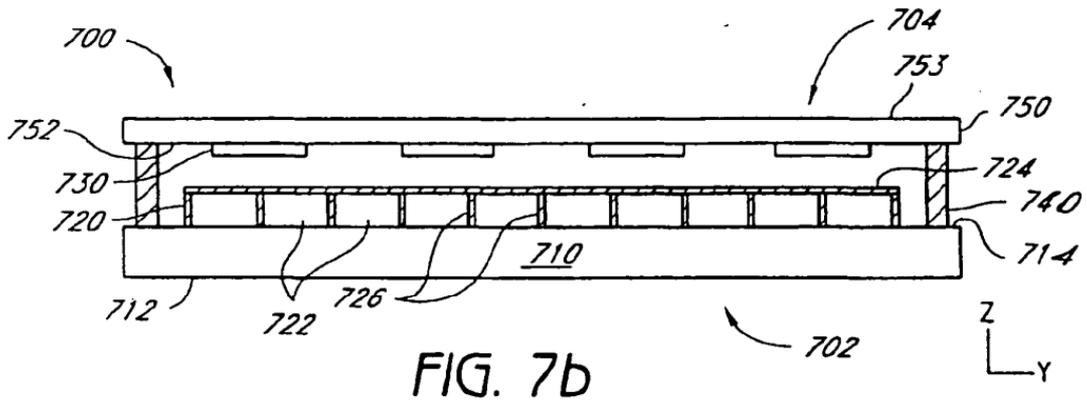


FIG. 6C





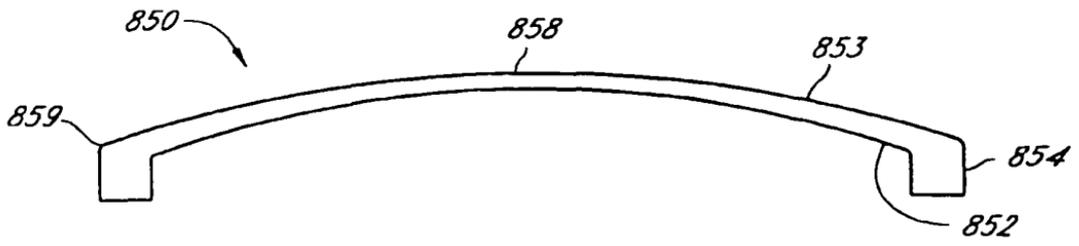


FIG. 8a

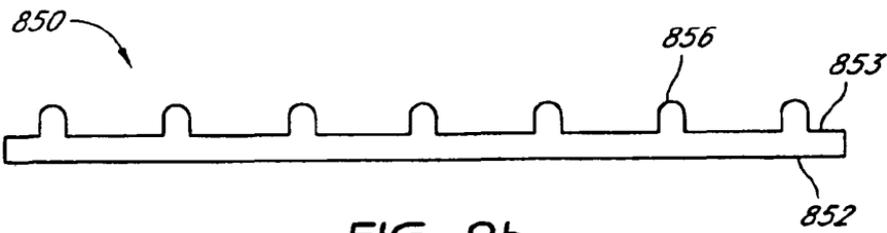


FIG. 8b

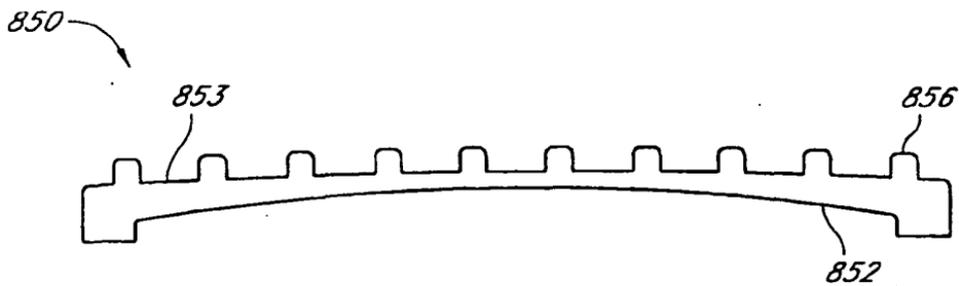


FIG. 8c

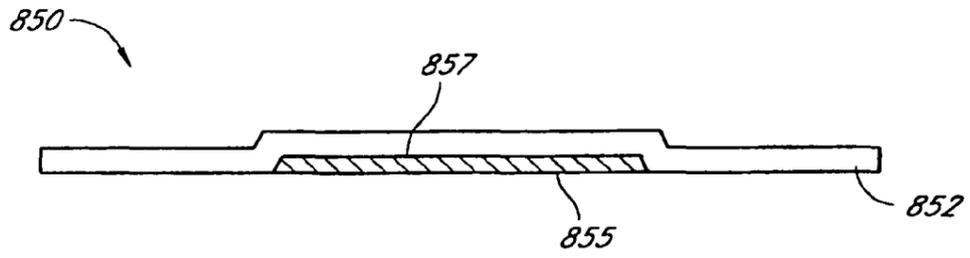


FIG. 8d

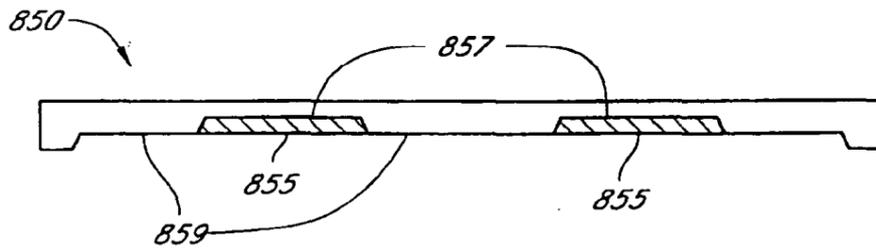


FIG. 8e

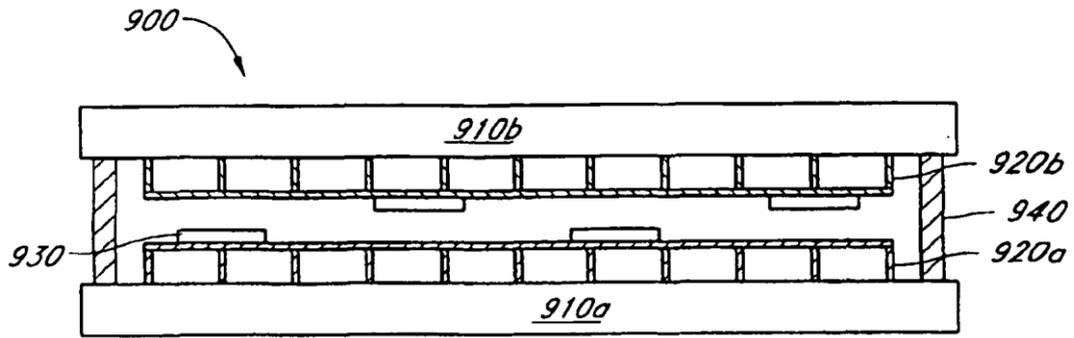


FIG. 9

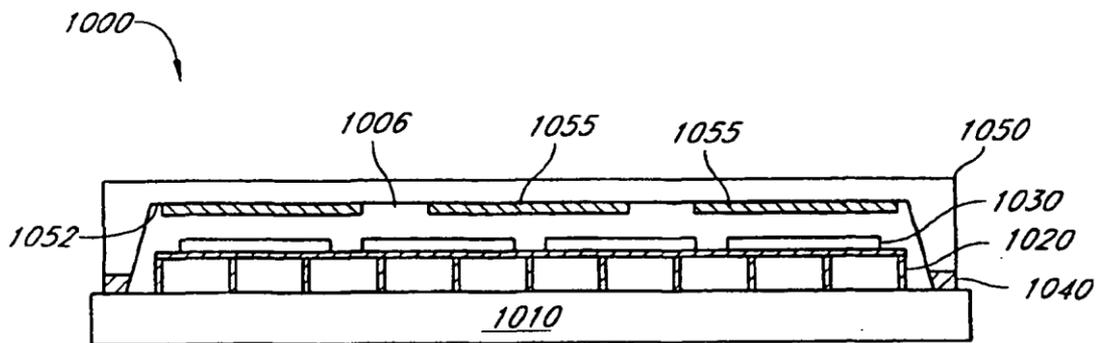


FIG. 10

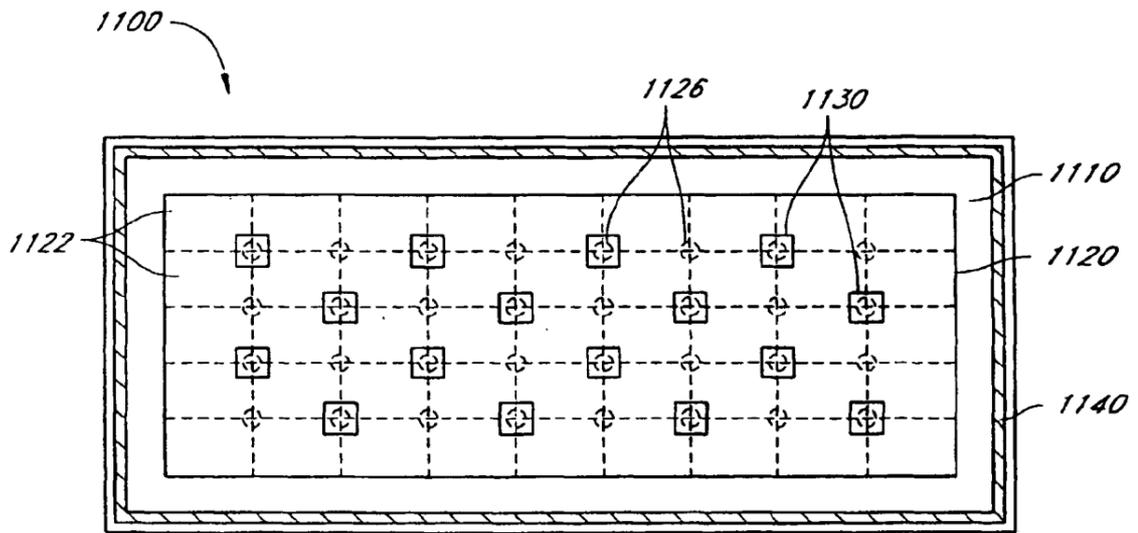


FIG. 11a

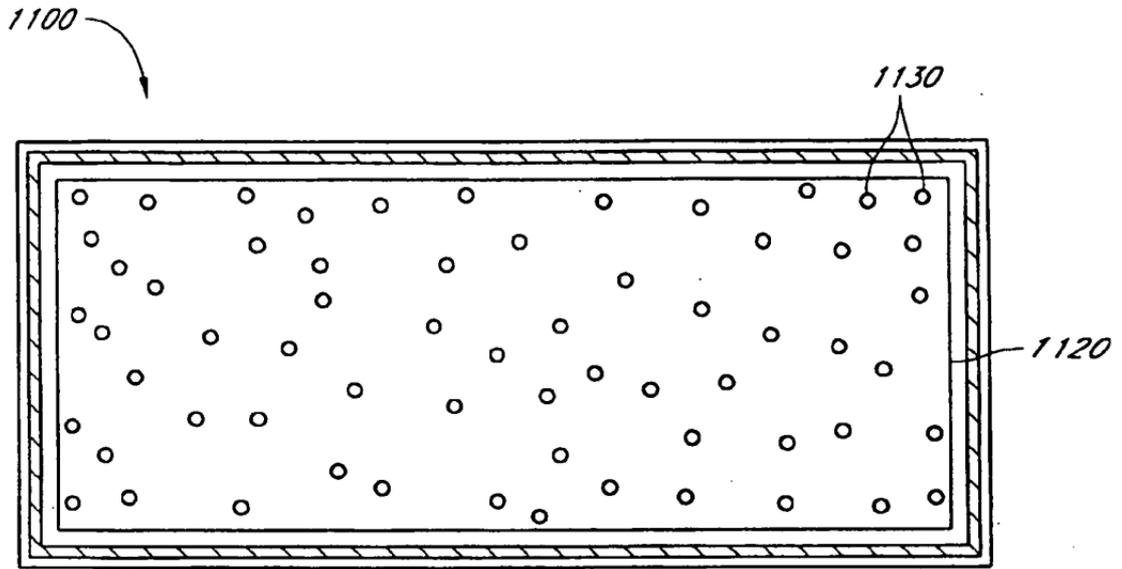


FIG. 11b

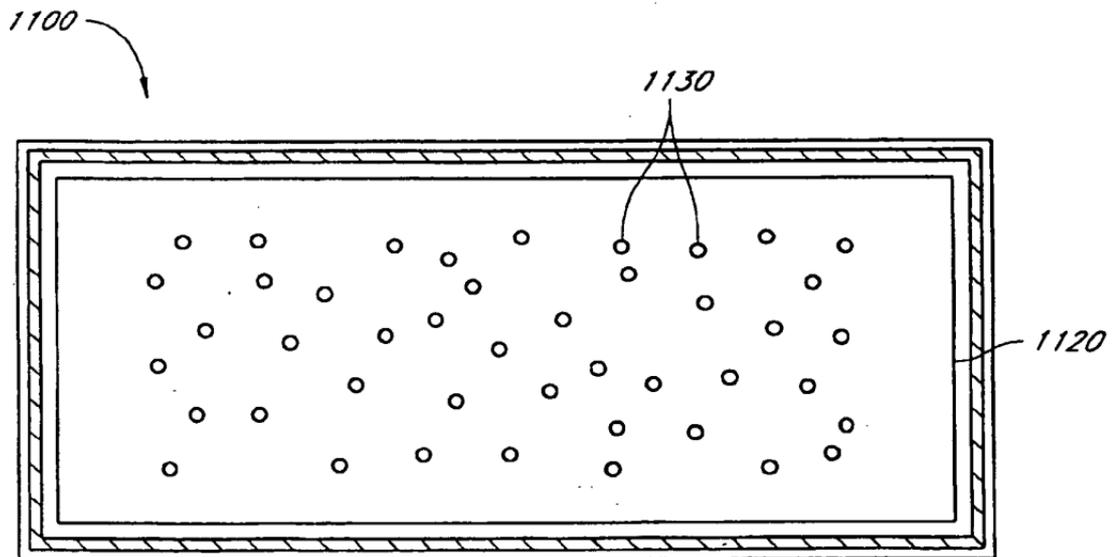


FIG. 11c

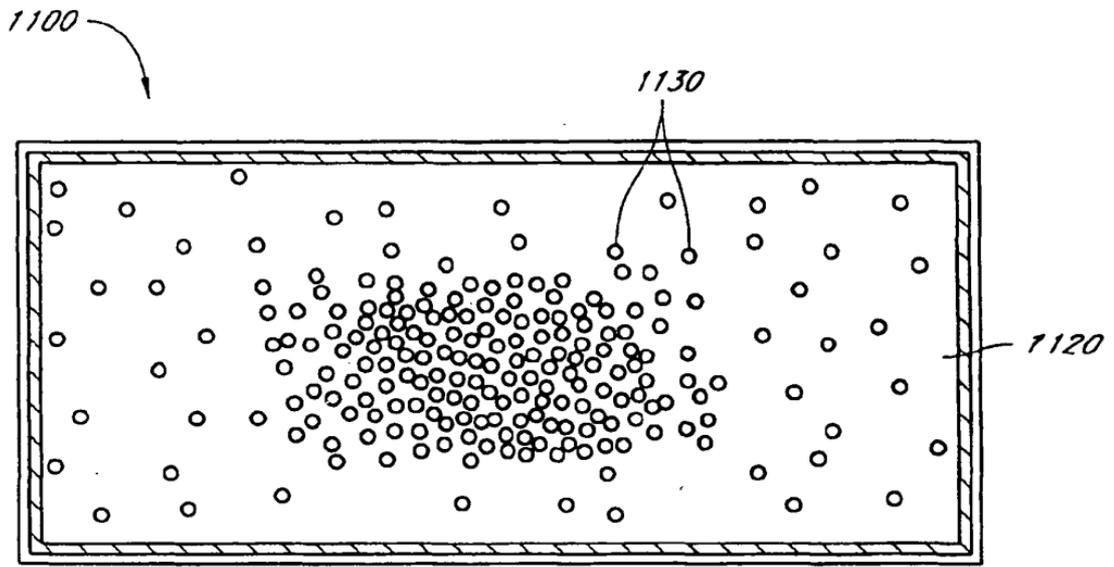


FIG. 11d

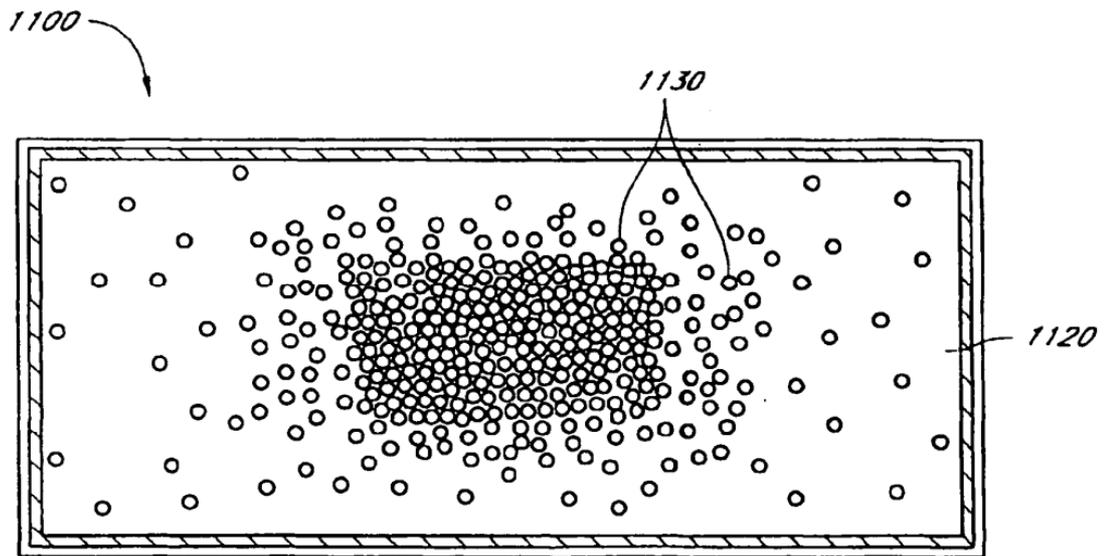


FIG. 11e

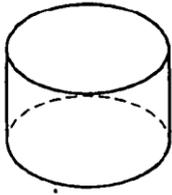


FIG. 12a

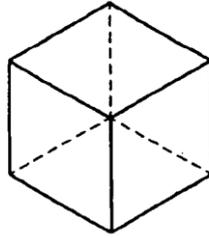


FIG. 12b

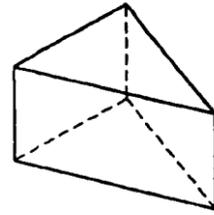


FIG. 12c

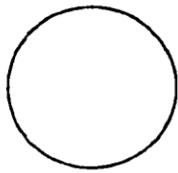


FIG. 12d

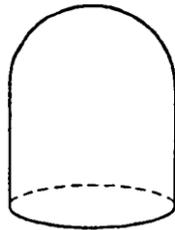


FIG. 12e

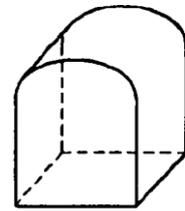


FIG. 12f

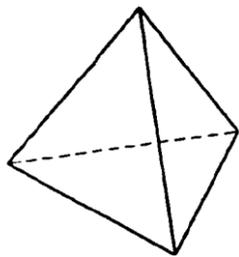


FIG. 12g

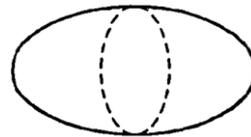


FIG. 12h

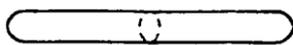


FIG. 12i

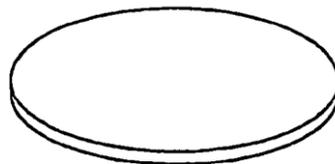


FIG. 12j



FIG. 12k

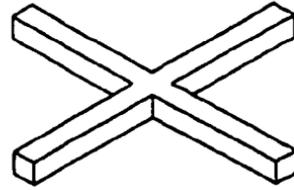


FIG. 12l

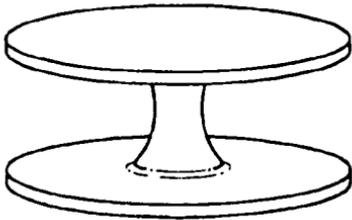


FIG. 12m



FIG. 12n

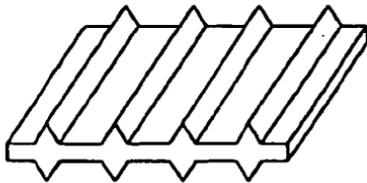


FIG. 12o

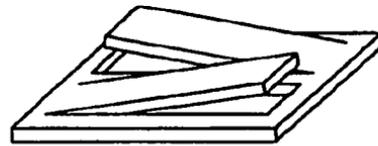


FIG. 12p



FIG. 12q

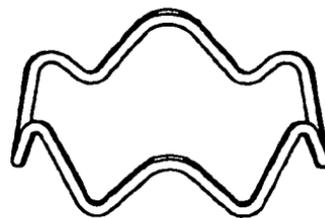


FIG. 12r

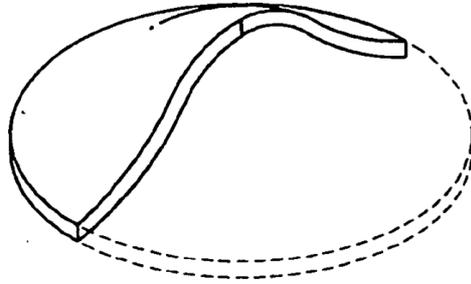


FIG. 12s

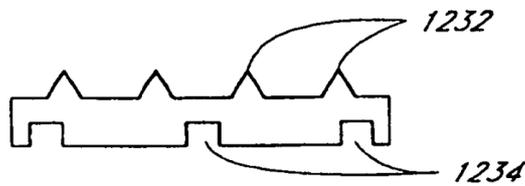


FIG. 12t

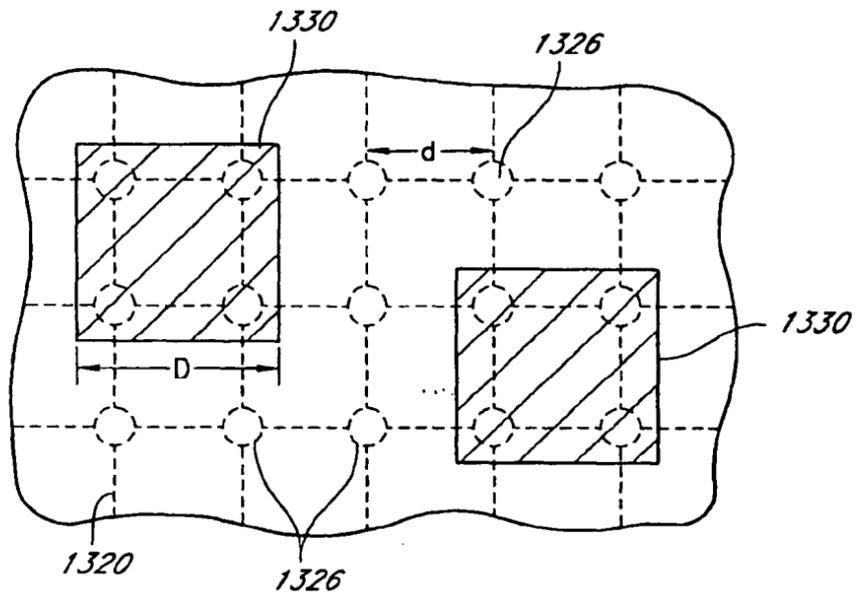


FIG. 13a

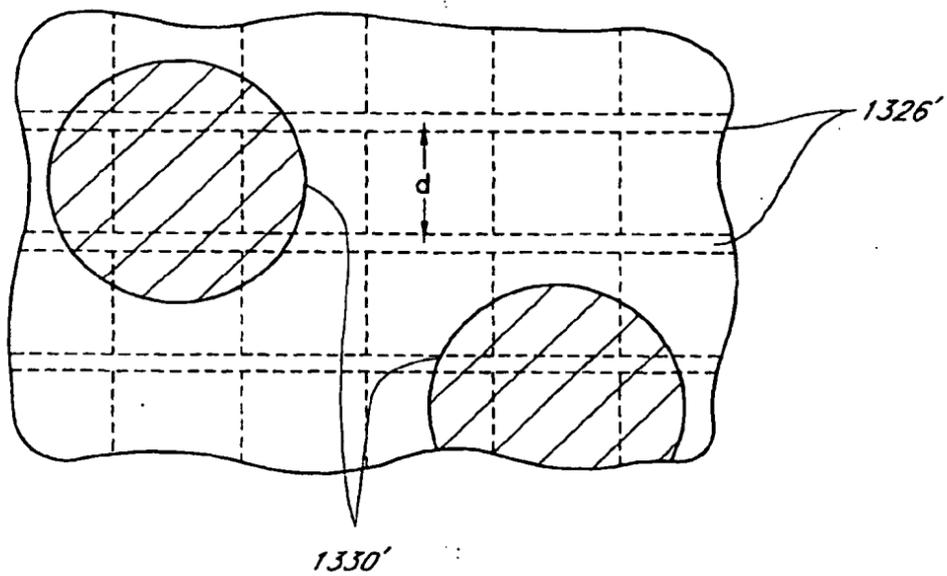


FIG. 13b

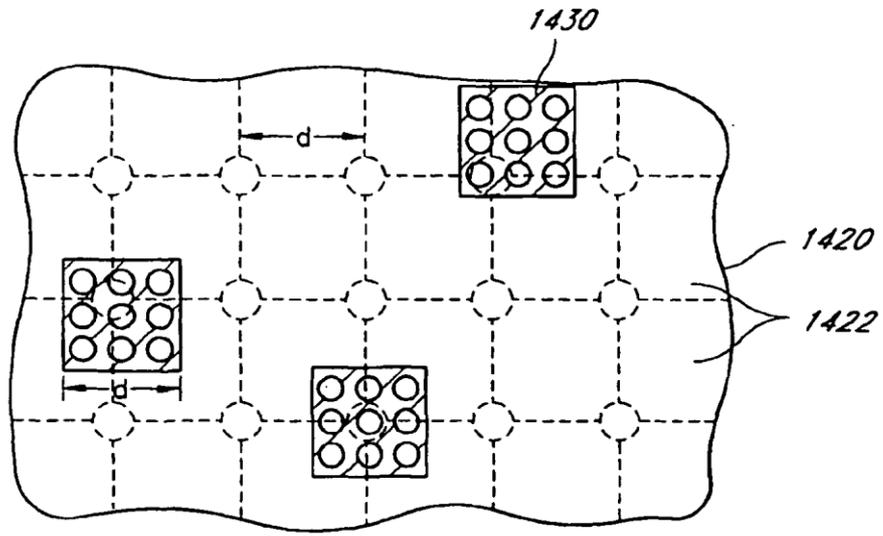


FIG. 14

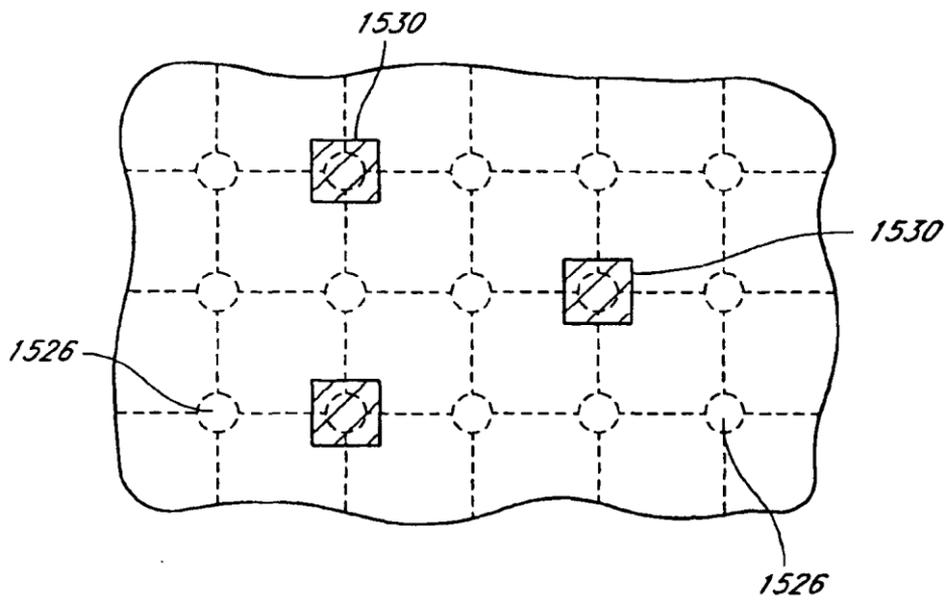


FIG. 15a

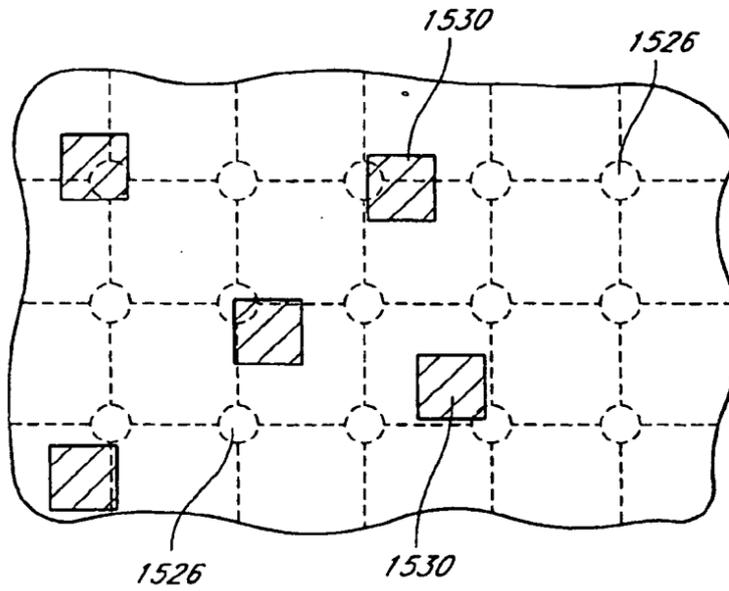


FIG. 15b

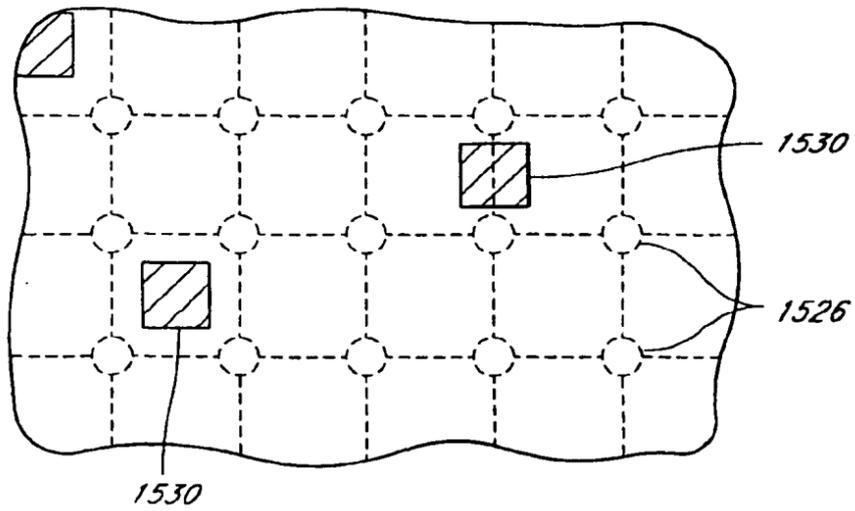


FIG. 15c

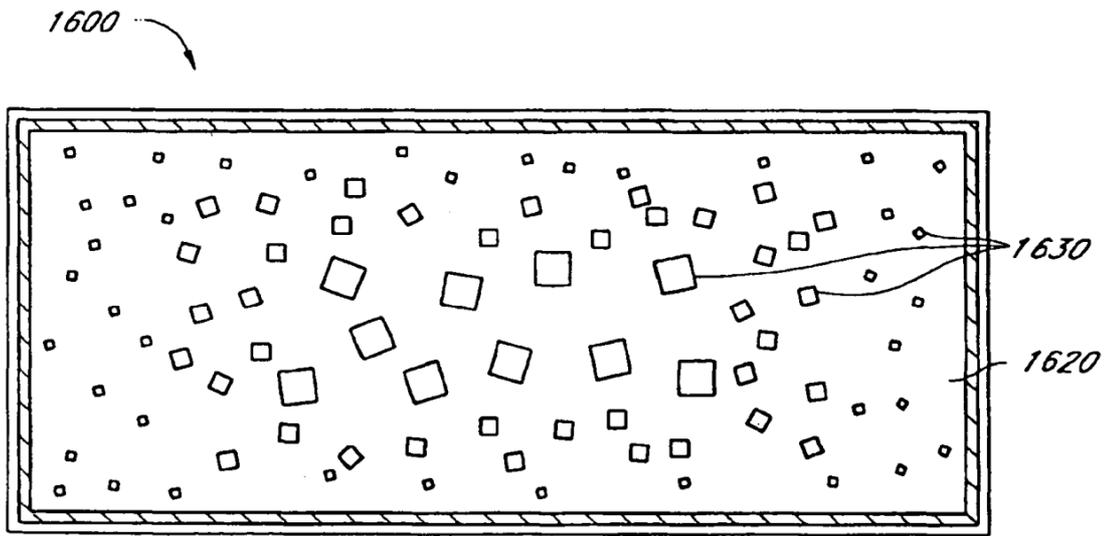


FIG. 16

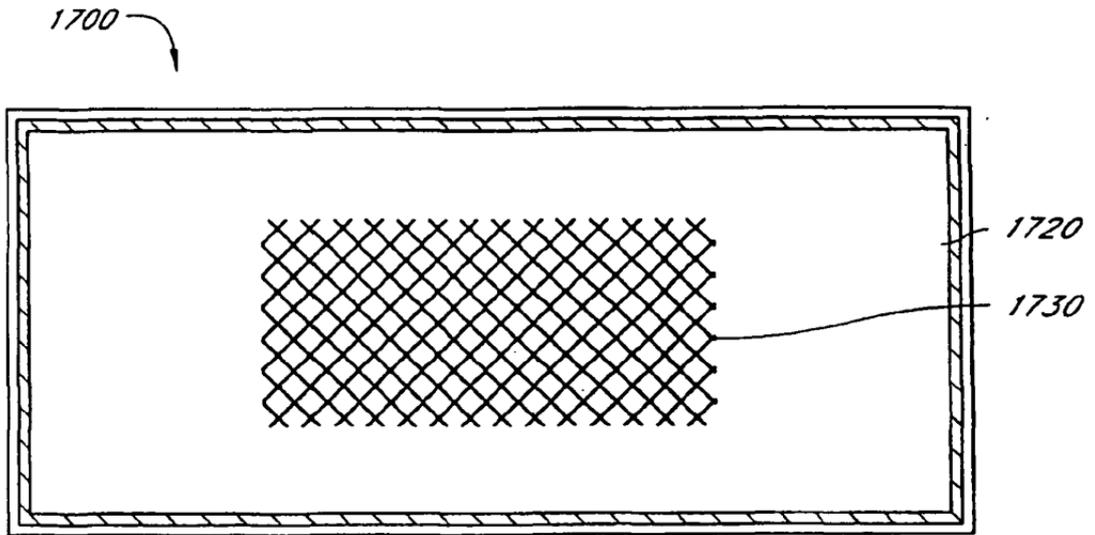


FIG. 17a

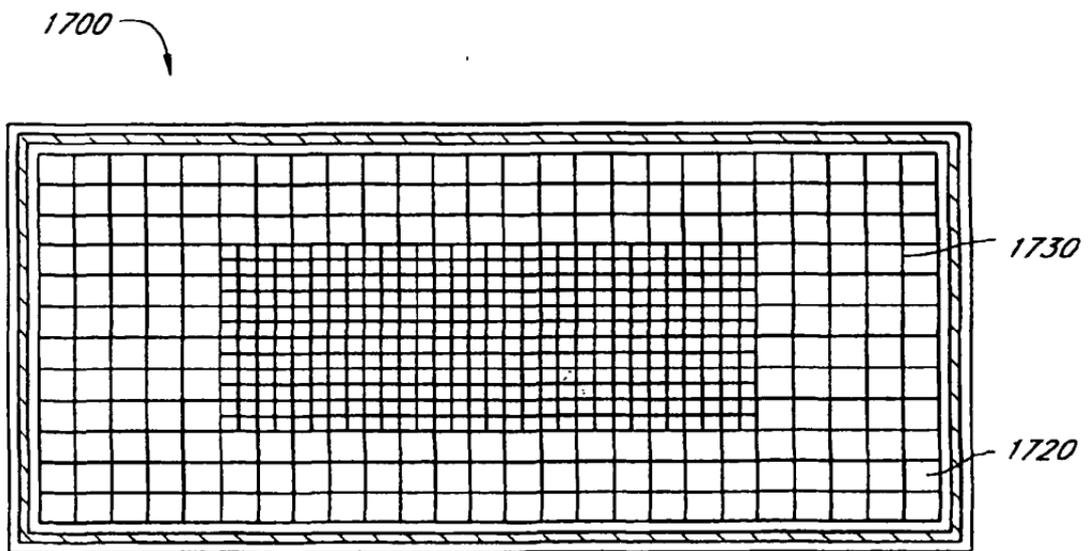


FIG. 17b

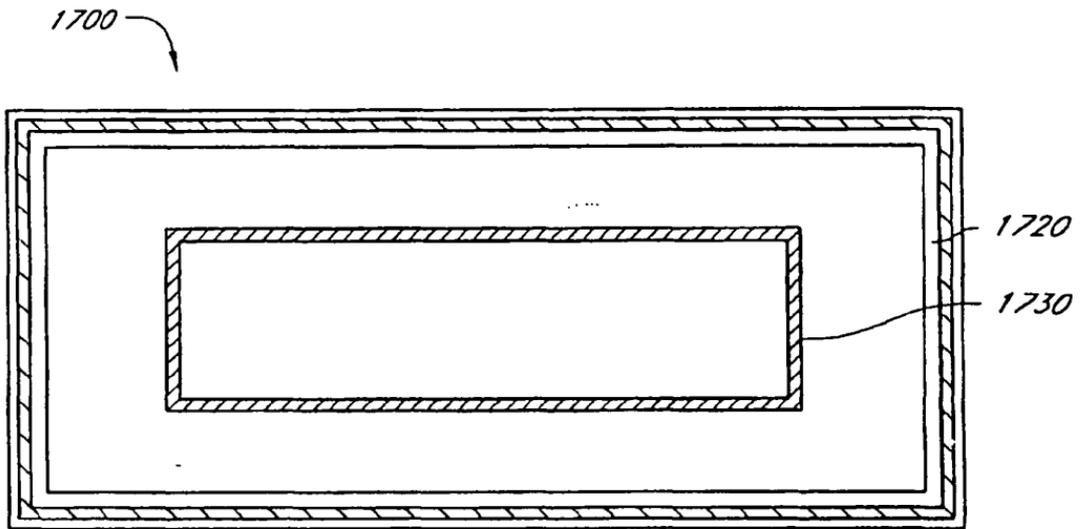


FIG. 17c

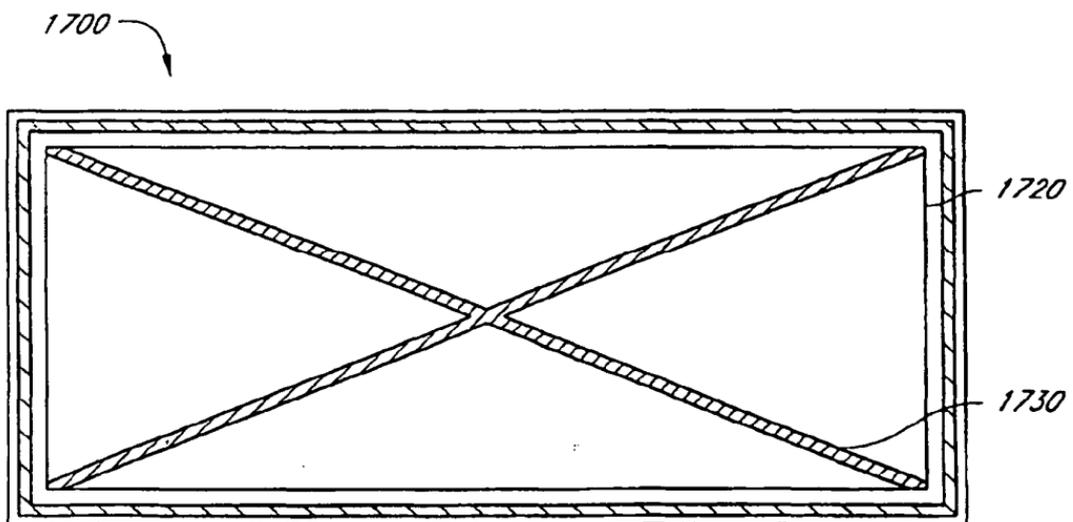


FIG. 17d

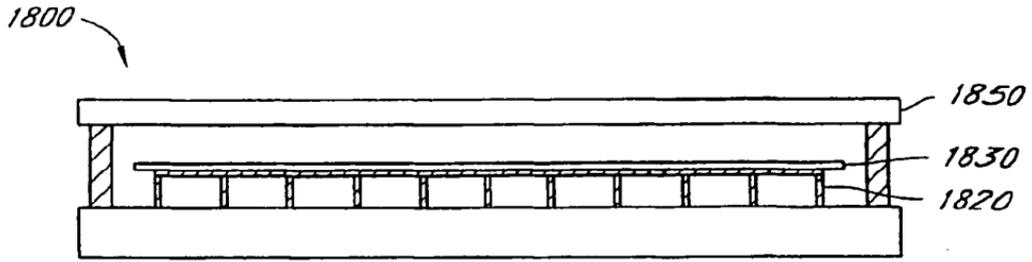


FIG. 18a

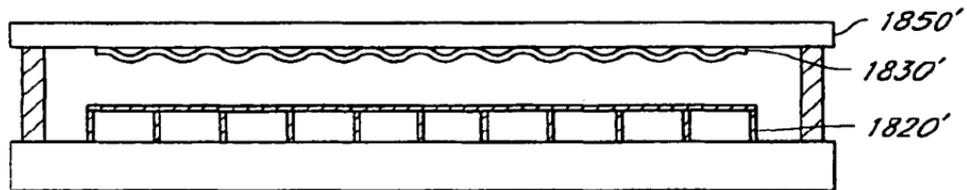


FIG. 18b

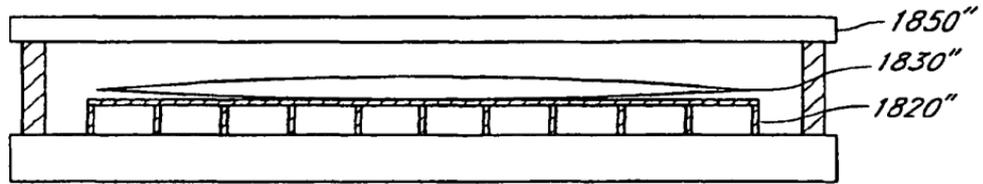


FIG. 18c

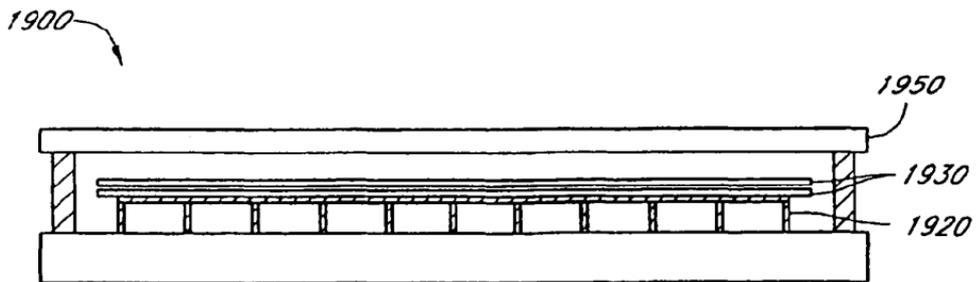


FIG. 19

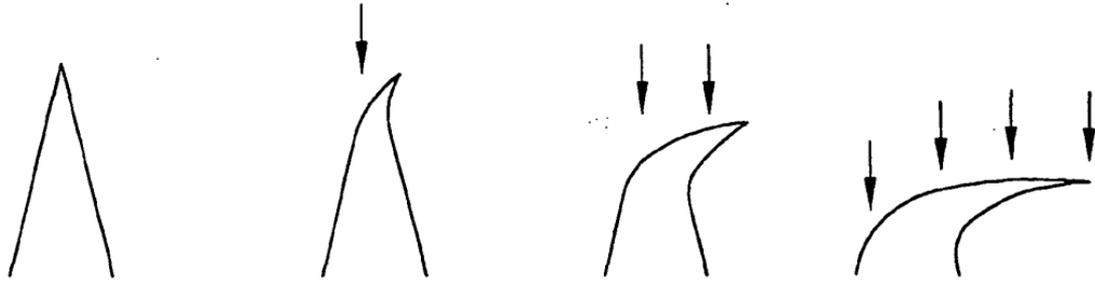


FIG. 20a

FIG. 20b

FIG. 20c

FIG. 20d

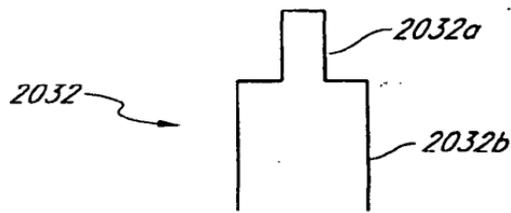


FIG. 20e

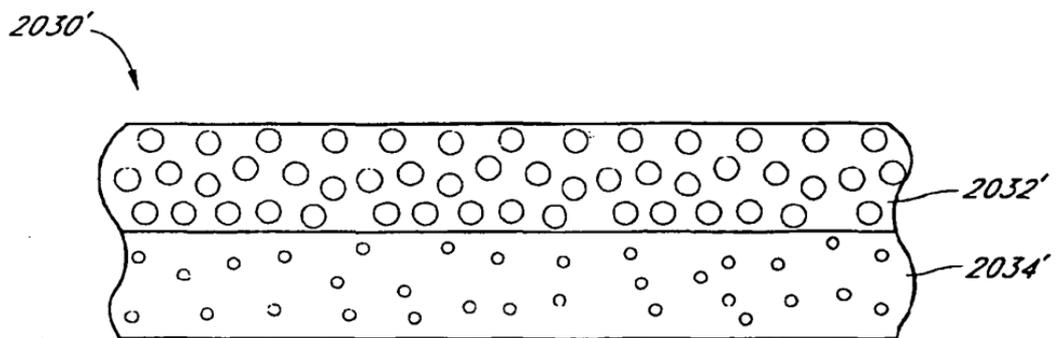


FIG. 20f

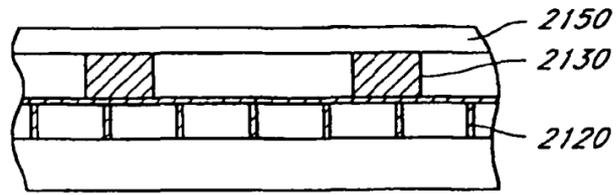


FIG. 21a

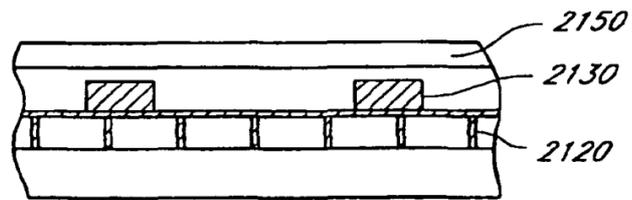


FIG. 21b

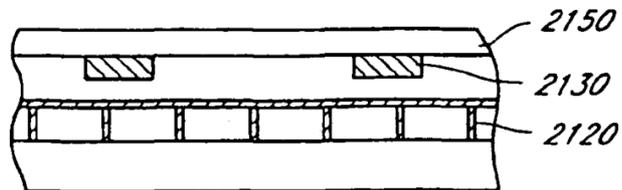


FIG. 21c

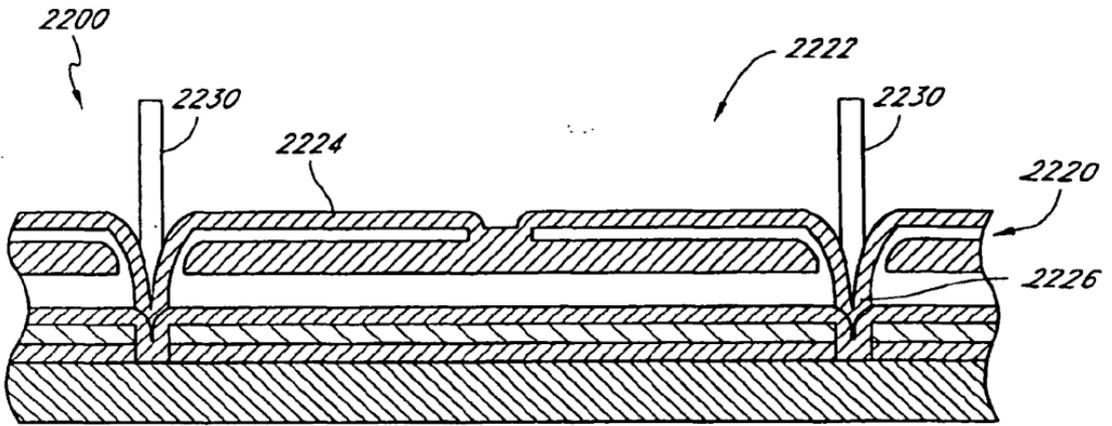


FIG. 22a

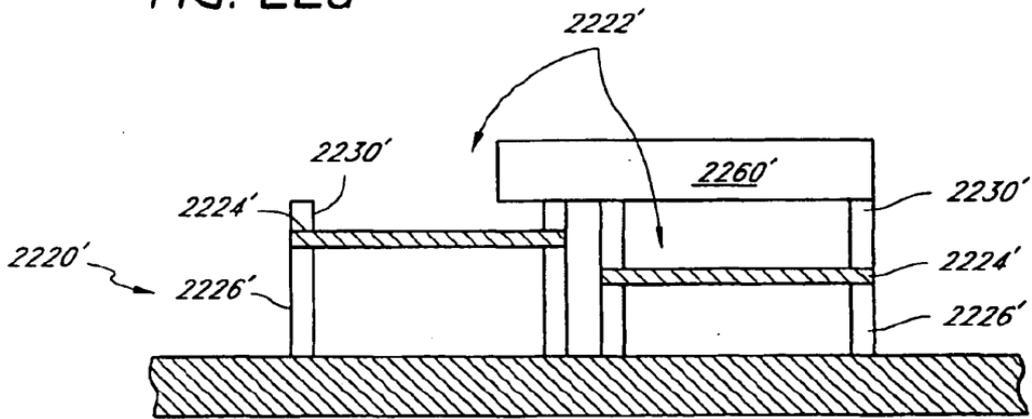


FIG. 22b

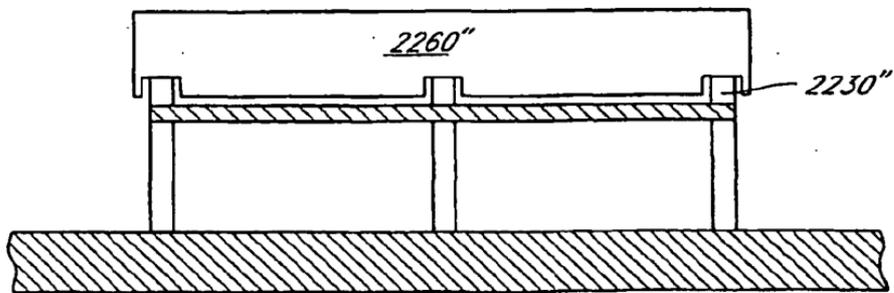


FIG. 22c

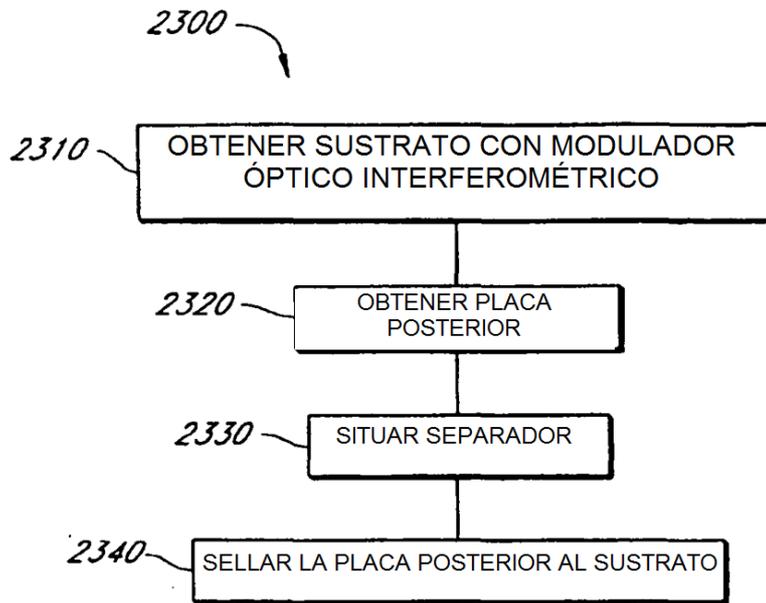


FIG. 23

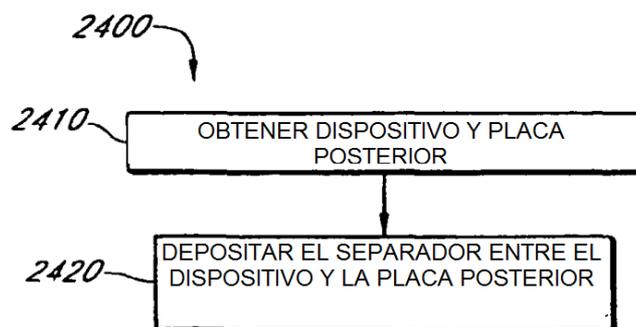


FIG. 24

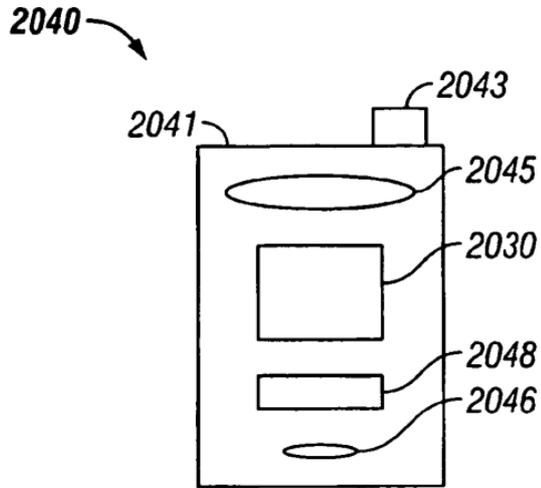


FIG. 25a

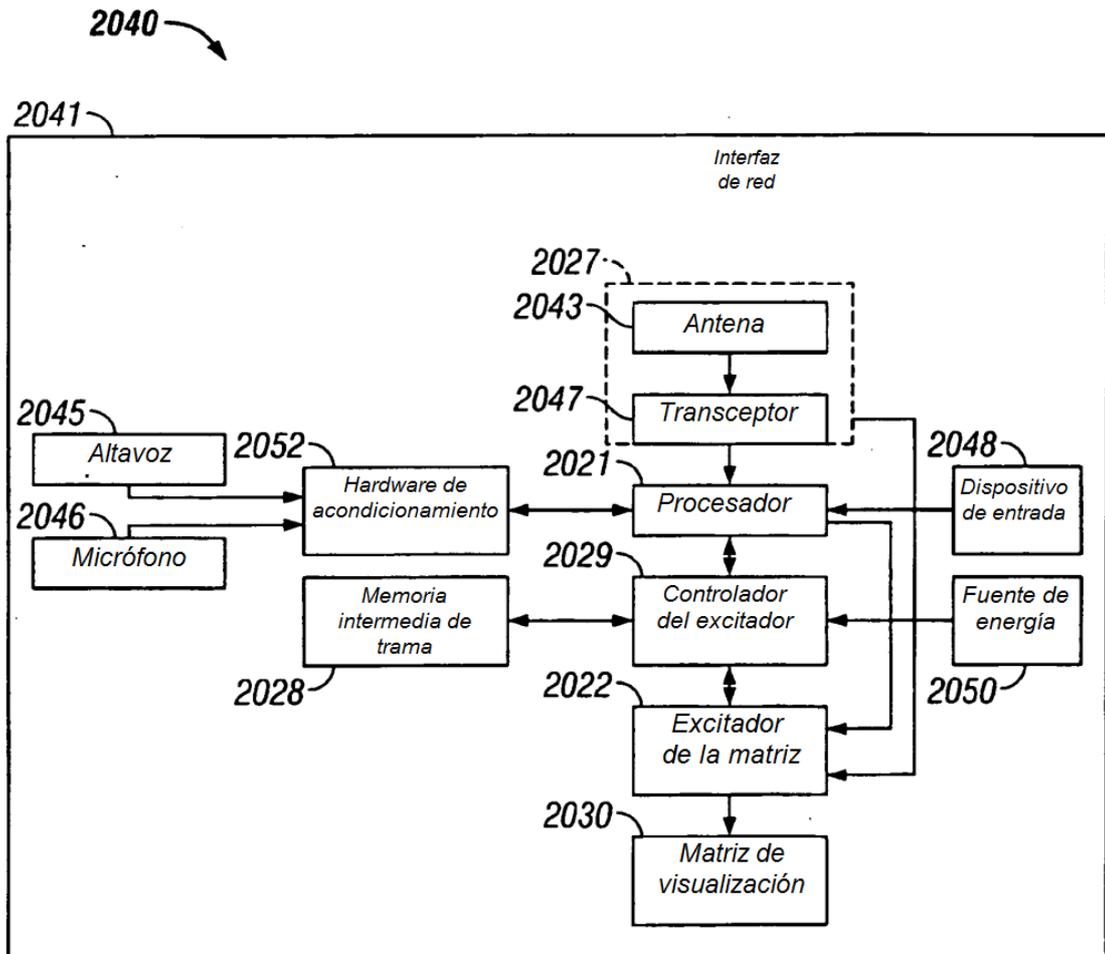


FIG. 25b