

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 401**

51 Int. Cl.:

**H04R 17/00** (2006.01)

**H04R 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2014 PCT/IL2014/050307**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14147625**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2014 E 14717876 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2976895**

54 Título: **Sistema de transductor**

30 Prioridad:

**21.03.2013 IL 22537413**

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

**08.10.2018**

73 Titular/es:

**NOVETO SYSTEMS LTD. (100.0%)**

**25 Neviot Street  
7567033 Rishon Lezion, IL**

72 Inventor/es:

**BABAYOFF, NOAM y  
SHANI, TOMER**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 685 401 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 de transductor

### Campo tecnológico

5 La invención se refiere a sistemas de generación de señales. En particular, la invención es útil en el campo de los sistemas de transductores acústicos.

### Antecedentes

10 Las señales acústicas se generan típicamente moviendo membranas que provocan variaciones de presión que dan como resultado la propagación de ondas acústicas. Los altavoces y los sistemas de altavoces a menudo se integran en varios dispositivos electrónicos y pueden construirse en diferentes configuraciones para producir ondas acústicas de intervalos de frecuencia de banda de audio.

15 Algunos tipos de elementos de altavoz (transductores acústicos) utilizan materiales piezoeléctricos para generar movimiento mecánico en respuesta a campo eléctrico aplicado en el material. Muchos materiales piezoeléctricos pueden proporcionar movimiento mecánico a frecuencias correspondientes a frecuencias acústicas (así como a otros intervalos de frecuencia) y pueden usarse para generar señales acústicas en la banda de audio y/o en intervalos de ultrasonido.

20 El documento US 6.427.017 divulga un diafragma piezoeléctrico con un elemento piezoeléctrico transparente y un electrodo transparente. También se divulga un dispositivo electrónico portátil que tiene un medio de visualización para visualizar una imagen y un altavoz piezoeléctrico que tiene un elemento piezoeléctrico transparente y un electrodo transparente. En este dispositivo electrónico portátil, el altavoz piezoeléctrico está dispuesto delante del medio de visualización.

25 El documento US 2011/033 074 proporciona un altavoz transparente que es adecuado para colocarse en un panel de visualización. El altavoz transparente incluye una membrana transparente, una placa de electrodo transparente y espaciadores. Cada placa de electrodo transparente tiene una pluralidad de aberturas. El panel de visualización incluye una pluralidad de píxeles. Los píxeles emiten señales ópticas. Un período espacial de Moire de las señales ópticas es inferior a 600 µm después de que las señales ópticas pasen a través del altavoz transparente. Cuando el altavoz transparente está dispuesto en el panel de visualización, el usuario puede ver una imagen en el panel de visualización a través del altavoz transparente sin ser interferido por un Moire.

30 El documento US 2011/261.021 describe un dispositivo háptico que incluye una célula piezoeléctrica compuesta sustancialmente transparente configurada para medir una deformación de una superficie de la célula y para proporcionar un efecto de retroalimentación háptica como resultado de la deformación. Más específicamente, el documento US 2011/261.021 divulga un dispositivo háptico que comprende: un sustrato; y una célula piezoeléctrica compuesta sustancialmente transparente superpuesta al sustrato, comprendiendo la célula piezoeléctrica una capa piezoeléctrica de sensor configurada para generar una primera señal cuando se deforma la capa piezoeléctrica del sensor, y una capa piezoeléctrica de actuador configurada para proporcionar un efecto háptico al recibir una segunda señal que se basa en la primera señal. El documento US 2007/0081681 divulga un transductor acústico de película delgada formado con una película delgada transparente accionable eléctricamente.

### Descripción general

40 Existe una necesidad en la técnica de un nuevo sistema de transductor capaz de integrarse en dispositivos electrónicos y otros con un uso mínimo de la superficie exterior vacante del dispositivo. La superficie exterior delantera de muchos dispositivos electrónicos actuales (por ejemplo, dispositivos portátiles) está ocupada en gran medida por una pantalla. En consecuencia, el espacio/área superficial para alojar transductores acústicos en tales dispositivos es escaso y en muchos casos los transductores acústicos están ubicados en la parte posterior de los dispositivos, lo que puede dar como resultado un sonido de baja calidad cuando el dispositivo se coloca sobre su parte trasera. Además, debido a las limitaciones de tamaño en tales dispositivos, los diseñadores de tales dispositivos a menudo comprometen pequeños transductores acústicos que en muchos casos están asociados con una calidad de sonido deteriorada en comparación con transductores de mayores dimensiones. La presente invención proporciona un sistema (panel) transductor plano, transparente y continuo que se puede integrar/ubicar sobre la pantalla de dispositivos electrónicos para generar y/o detectar campos acústicos/de presión. El sistema de transductor de la presente invención se define en la reivindicación 1. El sistema de transductor de la presente invención está configurado para producir señales acústicas de uno o más intervalos de frecuencia y posiblemente también para permitir la generación de sonido controlable con respecto a una ubicación de un oyente. Además, el sistema de transductor de la presente invención también puede ser capaz de generar vibración mecánica y/o también puede utilizarse como sistema de entrada para detectar variaciones de presión externas (acústicas/hápticas) aplicadas a la superficie del sistema de transductor.

55 El sistema de transductor de la presente invención está típicamente diseñado como un panel (por ejemplo, panel plano y/o sustancialmente delgado) y comprende una pluralidad de transductores operables por separado dispuestos en la geometría predeterminada a lo largo de una superficie del panel. Esta configuración del sistema de

transductor permite la integración del sistema de transductor en otros dispositivos (por ejemplo, dispositivos electrónicos) de modo que el sistema de transductor puede estar ubicado en (o integrado en) una superficie exterior del dispositivo. Adicionalmente, el sistema de transductor de la presente invención puede ser ópticamente transparente con respecto a la luz visible, para permitir de ese modo la integración del sistema de transductor con/sobre una superficie de visualización de un dispositivo electrónico, que de otro modo habría sido útil, sino diferente de la superficie de visualización del dispositivo. Con este fin, el sistema de transductor transparente puede unirse o integrarse en dispositivos y ubicarse sobre la superficie de visualización del dispositivo mientras permite que las imágenes visualizadas se vean a través del sistema de transductor.

El sistema de transductor de la presente invención puede ser operado para generar vibraciones mecánicas de uno o más intervalos de frecuencia. De forma similar a los sistemas de altavoces, estas vibraciones mecánicas pueden generar ondas de presión que se propagan en el aire y proporcionan señales acústicas. Por lo tanto, el sistema de transductor puede operar como un sistema de altavoces que proporciona señales acústicas en respuesta a señales eléctricas proporcionadas a las mismas.

Para proporcionar el factor de forma relativamente plana y fina, los sistemas de transductores emplean una matriz/disposición de la pluralidad de transductores más pequeños (por ejemplo, regiones de transductores en el panel). Las características de los transductores (por ejemplo, tamaño del transductor y/o su estructura) pueden configurarse de acuerdo con el tipo/longitud de onda de las señales acústicas que se generarán/percibirán y de acuerdo con el ancho deseado del haz acústico generado/recibido de ese modo. Por ejemplo, para un tamaño de transductor dado, las señales acústicas de baja frecuencia (longitud de onda larga) se propagarán en un intervalo de ángulos más amplio en relación con las señales de alta frecuencia (longitud de onda corta).

Cuando el sistema de transductor se opera para generar señales acústicas de frecuencias relativamente altas (por ejemplo, frecuencias de ultrasonidos) la pluralidad de transductores puede ser capaz de generar una señal acústica baja divergente, es decir, una señal que se propaga con la divergencia de menos de 15°, o a veces menos de 10°, y en algunas configuraciones incluso menos de 5°. Cuando se generan señales acústicas de tales altas frecuencias, el uso de una pluralidad de transductores activados por separado permite que el sistema de transductor sea operable basándose en ciertos algoritmos de generación de sonido para proporcionar la distribución espacial seleccionada de un campo de sonido generado a partir de los mismos, transmitiendo diferentes señales acústicas usando diferentes transductores del sistema. Por ejemplo, el sistema de transductor de la presente invención se puede operar para generar un campo de sonido espacialmente localizado de acuerdo con la técnica descrita en la solicitud de patente PCT n.º PCT/IL2013/050952 cedida al cesionario de la presente solicitud.

Como se ha indicado anteriormente, el sistema de transductor de la presente invención comprende una pluralidad de transductores operables por separado, que son capaces de generar vibraciones en uno o más intervalos de frecuencia. Preferiblemente, los transductores operables por separado están configurados de manera tal que las vibraciones de los transductores generan ondas de presión que se propagan en el aire alejándose del sistema de transductor. Estas ondas de presión pueden ser de uno o más intervalos de frecuencia. Por ejemplo, los transductores operables por separado pueden generar ondas acústicas de frecuencia de banda de audio, y/o generar ondas acústicas de frecuencias de ultrasonidos (US). Dichas frecuencias US típicamente pueden incluir ondas acústicas que tienen una frecuencia de 40 KHz a 100 KHz. Además, las vibraciones de los transductores operables por separado pueden ser de frecuencias más bajas y proporcionar una vibración mecánica que puede ser detectada por un ser humano que toca una superficie del sistema. Adicionalmente, los transductores pueden doblarse y/o sobresalir para proporcionar estructuras tipo cúpula en respuesta a la tensión de CC proporcionada para crear salientes en la superficie del sistema. Esto se puede usar en diversas aplicaciones, por ejemplo, para aumentar la eficiencia en la generación de señales acústicas y/o para proporcionar una forma física (por ejemplo, patrón de relieve) a un teclado virtual.

El sistema de transductor de la invención puede comprender uno o más transductores, que comprende cada uno al menos una región de un panel ópticamente transparente y contactos eléctricos que están acoplados eléctricamente a dicho panel en regiones asociadas con el uno o más transductores. Los transductores (acústicos) son operables individualmente, de manera que cada uno de la pluralidad de transductores puede generar independientemente cierta señal debido a la vibración mecánica (que puede generar señal acústica) que puede ser similar o no a las señales generadas por otros transductores. Con este fin, el sistema de transductor también incluye una disposición de transmisión de señal (por ejemplo, red/conjunto de cableado) que incluye una pluralidad de líneas de transmisión de señal eléctrica (por ejemplo, cables eléctricos) que están acopladas eléctricamente a la pluralidad de transductores acústicos (a respectivos contactos eléctricos de los mismos). Las líneas de transmisión de señal de la disposición de transmisión de señal están configuradas para transmitir señales eléctricas a transductores individuales de la pluralidad de transductores, permitiendo así la operación independiente de los mismos.

El panel ópticamente transparente comprende típicamente un material piezoeléctrico configurado para ampliar o reducir/contraerse en respuesta a campos eléctricos aplicados al mismo. Debe observarse que el panel ópticamente transparente puede ser preferiblemente un panel continuo que se extiende a lo largo del sistema de transductor; el panel puede segmentarse en transductores separados (que corresponden a regiones del panel) mediante los contactos eléctricos que están acoplados a diferentes regiones del mismo. El sistema de transductor también comprende una disposición de transmisión de señal (por ejemplo, un conjunto de cableado eléctrico) acoplado a los

contactos eléctricos y configurado para proporcionar señales eléctricas o para aplicar tensión eléctrica sobre dichos transductores. Por lo tanto, cuando los contactos eléctricos aplican tensión (o variaciones de tensión) de su región asociada del panel transparente, el material piezoeléctrico del panel se expande o se contrae. Al proporcionar tensión alterna de cierta frecuencia a los contactos eléctricos, el material piezoeléctrico del transductor puede vibrar en dicha frecuencia determinada y, por lo tanto, puede generar señales acústicas.

En general, el sistema de transductor de la invención puede ser un sistema independiente o integrado en un dispositivo/sistema relacionado y configurado para proporcionar una o más de las siguientes funcionalidades: generar vibraciones mecánicas de frecuencia relativamente baja, por ejemplo, para proporcionar sensación de vibración para un usuario; generar señales acústicas de banda de audio en el modo de auricular y/o en el modo de altavoz, como se describirá más adelante; y generar señales acústicas ultrasónicas, preferiblemente de alto nivel de presión acústica (SPL), por ejemplo, de frecuencias superiores a 20 kHz, utilizando técnicas de formación y dirección de haces. Adicionalmente, el material piezoeléctrico del panel transparente puede utilizarse para generar una señal eléctrica en respuesta a la presión externa aplicada a la misma. Estas señales eléctricas pueden ser recogidas por los contactos eléctricos asociados con transductores del sistema de transductor y transmitidas por la disposición de transmisión de señal para uso/procesamiento adicional. Por lo tanto, el sistema de transductor también puede proporcionar una o más de las siguientes funcionalidades: generar señales eléctricas en respuesta a la presión localizada externa, por ejemplo, en forma de almohadilla háptica; generar señales eléctricas en respuesta a ondas acústicas que inciden sobre la superficie de dicho sistema de transductor, es decir, operan como un micrófono; generar señales eléctricas en respuesta a ondas acústicas de frecuencias ultrasónicas (US) que se describirán con más detalle más adelante.

Así, de acuerdo con un aspecto amplio de la presente invención, se proporciona un sistema de transductor que comprende un panel que comprende una o más láminas piezoeléctricas y una disposición de contactos eléctricos acoplados a dicho panel y configurados para definir una pluralidad de transductores en dicho panel. En el que uno o más de los transductores está asociado con una región del panel y con al menos dos contactos eléctricos acoplados a al menos dos zonas de dicha región y configurados para permitir la provisión de campo eléctrico en dichas al menos dos zonas para causar simultáneamente diferentes grados de la deformación del material piezoeléctrico en dichas zonas, para deformar de ese modo dicha región del panel en una dirección perpendicular a una superficie de dicha región, permitiendo así al menos uno de los siguientes en dicha región: conversión de señales eléctricas a vibraciones mecánicas y conversión de vibraciones mecánicas a señales eléctricas. Los contactos eléctricos pueden estar eléctricamente acoplados a al menos una región a lo largo de al menos una superficie superior y una superficie inferior de dicha una o más capas activas. El material piezoeléctrico utilizado puede configurarse como material piezoeléctrico mono orientado o biorientado.

Debe observarse que la frase *diferentes grados de deformación* (por ejemplo, de deformación piezoeléctrica del material en diferentes zonas de una región de transductor) pueden referirse a diferentes extensiones de la deformación (por ejemplo, medidas por números adimensionales que representan el cambio en por unidad de longitud/área de superficie/volumen respectivamente) y/o a diferentes tasas de deformación (por ejemplo, extensión de la deformación por unidad de tiempo). De acuerdo con algunas realizaciones, tales zonas diferentes están dispuestas lateralmente a través del panel y/o verticalmente en la profundidad del panel.

Los diferentes grados de deformación del material piezoeléctrico pueden estar asociados con la expansión del material piezoeléctrico en al menos una de dichas zonas y la contracción material piezoeléctrico en al menos otra de dichas zonas.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la pluralidad de transductores están dispuestos en una geometría predeterminada y separación a lo largo del panel. El sistema de transductor puede comprender una disposición de transmisión de señal acoplada a los contactos eléctricos y configurada para proporcionar conexión eléctrica a la misma para operar independientemente dichos transductores para generar vibraciones mecánicas en uno o más intervalos de frecuencia en respuesta a señales eléctricas proporcionadas por la disposición de transmisión de señal.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el sistema de transductor (por ejemplo, el panel del mismo) es ópticamente transparente a la luz visible. Por ejemplo, la una o más láminas piezoeléctricas y posiblemente láminas de polímero pasivas del panel pueden ser sustancialmente ópticamente transparentes a la luz visible, y pueden formarse utilizando materiales piezoeléctricos sustancialmente transparentes (por ejemplo, polímeros piezoeléctricos transparentes). Además, los contactos eléctricos conectados eléctricamente a la pluralidad de elementos transductores del panel pueden configurarse como contactos eléctricos ópticamente transparentes. Los contactos eléctricos se pueden formar, por ejemplo, utilizando materiales conductores sustancialmente transparentes y/o utilizando una malla conductora sustancialmente transparente formada con elementos/cables conductores delgados.

Los transductores pueden ser operables para generar vibraciones mecánicas en una o más intervalos de frecuencias acústicas para generar con ello las señales acústicas de dichos uno o más intervalos de frecuencia acústica. Dicho uno o más intervalos de frecuencia acústica pueden comprender al menos uno de los intervalos de frecuencia de banda de audio e intervalo de frecuencia de ultrasonidos.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el panel puede comprender una o más capas que comprenden una o más capas activas formadas con material piezoeléctrico capaz de deformarse en respuesta a señales eléctricas aplicadas al mismo, para generar de este modo dichas vibraciones mecánicas. El panel también puede comprender al menos una capa pasiva acoplada mecánicamente a dicha una o más capas activas en ubicaciones predeterminadas definidas por dicha geometría predeterminada, de manera que la expansión y contracción de las zonas respectivas en dicha región del panel proporciona la deformación de dicha región en una dirección predeterminada perpendicular a dicha superficie.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, dicha una o más capas activas pueden comprender al menos dos capas activas. Cada una de dichas al menos dos capas activas se puede formar con material piezoeléctrico capaz de deformarse en respuesta a las señales eléctricas aplicadas a las mismas. Una región de dicho al menos un transductor puede comprender dos o más contactos eléctricos acoplados eléctricamente a dichas al menos dos capas activas en dicha región; dichos dos o más contactos eléctricos están configurados para aplicar un campo eléctrico en dicha región para expandir una zona de una de dichas al menos dos capas activas en dicha región y contraer una zona de otra de dichas al menos dos capas en dicha región, para de ese modo deformar dicha región en una dirección predeterminada perpendicular a dicha superficie.

Dichas al menos dos capas activas pueden estar formadas por láminas de material piezoeléctrico con polaridades opuestas, dichos dos o más contactos eléctricos comprenden dos contactos eléctricos situados en lados opuestos de dichas al menos dos capas activas y configurados para generar un campo eléctrico entre los mismos, de manera que en respuesta al campo eléctrico de una cierta dirección proporcionado por dichos dos contactos eléctricos, al menos una de dichas capas activas se expande y al menos otra se contrae. Alternativamente, dichas dos o más capas activas formadas por láminas de material piezoeléctrico pueden configurarse con polaridades similares, dichos dos o más contactos eléctricos comprenden dos contactos eléctricos situados en lados opuestos de dichas al menos dos capas activas y un tercer contacto eléctrico situado entre dichas dos o más capas activas, de modo que la provisión de campo eléctrico en direcciones opuestas entre dicho tercer contacto eléctrico y cualquiera de dichos dos contactos eléctricos provoca que al menos una de dichas capas activas se expanda y al menos otra se contraiga.

De acuerdo con algunas realizaciones, el panel puede comprender al menos una capa activa y en el que dichos al menos dos contactos eléctricos comprenden: al menos un primer y un segundo eléctrico contactos acoplados eléctricamente a, respectivamente, una periferia y una zona central de dicha región del panel sobre una superficie de dicha al menos una capa activa; y al menos un tercer contacto eléctrico acoplado eléctricamente a una superficie opuesta de dicha al menos una capa activa; permitiendo de ese modo la expansión y la contracción opuesta de dicha periferia y zonas centrales de dicha región del panel.

De acuerdo con algunas realizaciones, la región del panel asociada con un transductor puede estar configurada con una curvatura predeterminada a lo largo de al menos un eje paralelo a dicho panel, de manera que la expansión y contracción de las zonas respectivas de dicha región proporcionan deformación del panel en dicha región en una dirección predeterminada perpendicular a dicho panel.

Generalmente, al menos algunos de dichos transductores activados por separado pueden ser capaces de convertir la presión externa en una señal eléctrica. Además, al menos uno o más transductores de dicha pluralidad de transductores activados por separado pueden generar señales eléctricas apropiadas en respuesta a la presión externa aplicada al mismo y proporcionar dicha señal eléctrica apropiada a través de sus respectivos contactos eléctricos para ser transmitida por dicha disposición de transmisión de señal. Dichos al menos uno o más transductores son preferiblemente capaces de generar dicha señal eléctrica apropiada de acuerdo con la frecuencia de dicha presión externa. Más específicamente, dicha pluralidad de transductores activados separadamente puede ser capaz de generar señales eléctricas en respuesta a ondas acústicas de ciertos intervalos de frecuencia que llegan al mismo, y dichos intervalos de frecuencia pueden comprender uno o más de los siguientes: frecuencias audibles y frecuencias de ultrasonido, por lo tanto, habilitar la operación de dicho sistema de transductor como un micrófono.

Cabe señalar que, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el panel incluye al menos una capa activa de la lámina piezoeléctrica que comprende una lámina piezoeléctrica de polímero. Dicha lámina piezoeléctrica de polímero puede extenderse a lo largo de la superficie del sistema de transductor cubriendo regiones de al menos dos transductores, y puede extenderse a lo largo de toda la superficie del sistema de transductor. La lámina polimérica piezoeléctrica puede comprender material basado en fluoruro de polivinilideno (PVDF), por ejemplo, como PVDF-trifluoroetileno (P (VDF-TrFE)), PVDF-trifluoroetileno-clorotrifluoroetileno (P (VDF-TrFE-CTFE)).

De acuerdo con algunas realizaciones, los contactos eléctricos del sistema de transductor acústico pueden comprender una malla metálica fina. Adicional o alternativamente, los contactos eléctricos en dicho panel ópticamente transparente pueden comprender al menos uno de los siguientes: (i) recubrimiento delgado de nanotubos de carbono (CNT); (ii) recubrimiento de grafeno; (iii) recubrimiento de nanopartículas de plata (Ag); (iv) recubrimiento ultra delgado de óxido de estaño-indio (ITO); (v) recubrimiento transparente de polianilina; (vi) recubrimiento transparente de politiofeno; y (vii) recubrimiento transparente de poli (3,4-etilendioxitiofeno)-poli (trimesulfonato) (PEDOT/PSS).

Los transductores activados por separado del sistema de transductor pueden estar dispuestos en una geometría predeterminada y separación entre los mismos. El sistema de transductor puede comprender transductores dispuestos en al menos una de las siguientes geometrías: (i) matriz cartesiana; (ii) anillos esféricos anulares; y (iii) matriz hexagonal.

5 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el sistema de transductor puede estar asociado con una unidad de control que se puede conectar a dicha pluralidad de transductores activados por separado por medio de dicha disposición de transmisión de señal, y configurado y operable para operar selectivamente cada uno de dicha pluralidad de transductores activados por separado. La unidad de control puede configurarse y operar para recibir señales eléctricas de dicha pluralidad de transductores activados separadamente, y para identificar la ubicación de  
10 una fuente de dichas señales eléctricas en dicho sistema de transductor.

De acuerdo con otro aspecto amplio de la presente invención, se proporciona un dispositivo electrónico que comprende el sistema de transductor como se describe anteriormente y una unidad de control. La unidad de control se puede conectar a dicha disposición de transmisión de señal y configurada para proporcionar selectivamente  
15 señales eléctricas a través de dicha disposición de transmisión de señal a contactos eléctricos seleccionados de transductores seleccionados, para generar así señales acústicas de acuerdo con los datos indicativos de los mismos recibidos por dicha unidad de control. El dispositivo electrónico puede configurarse como un dispositivo electrónico manual.

El dispositivo electrónico puede incluir una unidad de visualización. El sistema de transductor puede estar configurado para ser transparente a la luz visible y localizado en la parte superior de dicha unidad de visualización.  
20 Alternativa o adicionalmente, el dispositivo electrónico puede incluir una unidad de visualización, y el panel del sistema de transductor está provisto en una o más regiones que rodean la unidad de visualización, por ejemplo, ubicada en una o más regiones del dispositivo en el marco de la unidad de visualización, o rodeando otro elemento existente, tal como un dispositivo de teléfono inteligente en una configuración de estación de acoplamiento, o alternativamente en un plano totalmente diferente, como en el plano del teclado como en un dispositivo portátil.

25 La disposición de transmisión de señales puede estar configurada de tal manera que los cables que transmiten señales eléctricas hacia y desde los contactos eléctricos de los transductores seleccionados se alinean a lo largo de una superficie por encima de dicha unidad de visualización, de manera que dicho cableado está alineado para pasar entre los píxeles de dicha unidad de visualización para dejar de este modo el área de píxeles libre de obstáculos.

El sistema de transductor puede ser operable como al menos uno de una almohadilla de contacto y un micrófono y  
30 la unidad de control puede estar configurada para recibir señales eléctricas indicativas de la presión externa aplicada a uno o más de dichos transductores activados por separado.

Según algunas realizaciones señales eléctricas recibidas desde dicho conjunto de electrodo pueden ser indicativas de al menos uno de lo siguiente: una interacción del usuario que aplica presión externa a uno o más de dichos transductores, y las ondas acústicas recibidas por uno o más de dichos transductores.

35 De acuerdo con otro aspecto amplio de la presente invención, se proporciona un dispositivo electrónico que comprende un sistema de transductor y una unidad de control asociada. El sistema de transductor comprende una pluralidad de transductores dispuestos con una geometría predeterminada a lo largo de una superficie exterior de dicho dispositivo electrónico y una disposición de transmisión de señal que conecta dicha pluralidad de transductores a dicha unidad de control y permite la operación separada de diferentes transductores de dicha pluralidad de transductores, en el que dicha pluralidad de transductores están configurados para generar vibraciones mecánicas de uno o más intervalos de frecuencia predeterminados en respuesta a señales eléctricas proporcionadas por la unidad de control.

El dispositivo electrónico puede incluir una unidad de visualización conectable a dicha unidad de control, y el sistema de transductor puede estar configurado para ser transparente a la luz del espectro visible y está ubicado en la parte superior de dicha unidad de visualización. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo electrónico puede incluir una  
40 unidad de visualización, y el panel del sistema de transductor está provisto en una o más regiones que rodean la unidad de visualización, por ejemplo, ubicada en una o más regiones del dispositivo en el marco de la unidad de visualización, o rodeando otro elemento existente, tal como un dispositivo de teléfono inteligente en una configuración de estación de acoplamiento, o alternativamente en un plano totalmente diferente, como en el plano del teclado como en un dispositivo portátil.  
50

De acuerdo con otro aspecto amplio, la presente invención proporciona un sistema de transductor que comprende una pluralidad de transductores activados por separado dispuestos en una geometría predeterminada y la separación en las regiones respectivas en una superficie de un panel, y una disposición de transmisión de señal acoplada a dicha pluralidad de transductores activados por separado y configurados para proporcionar una conexión eléctrica a dichos transductores. Dicho panel comprende: al menos una capa activa de material piezoeléctrico y al menos una capa adicional acoplada a dicha al menos una capa de material piezoeléctrico para formar una lámina piezoeléctrica bimórfica en al menos una región de dichas regiones que están asociadas con un transductor; y dicha disposición de transmisión de señal comprende uno o más contactos eléctricos acoplados eléctricamente a dicha capa activa en dicha región y en el que la configuración de dicha lámina piezoeléctrica bimórfica y dichos contactos eléctricos es operable para deformar dicha región hacia una dirección predeterminada sustancialmente perpendicular a dicha superficie en respuesta a la aplicación de campo eléctrico predeterminado en dicha región por  
60

dichos contactos eléctricos. La capa adicional puede ser al menos una de las siguientes: una segunda capa activa que comprende material piezoeléctrico y una capa pasiva.

Hay que señalar que el término bimórfico (por ejemplo, configuración bimórfico de una región del transductor y/o panel) se refiere a una configuración de dos o más capas en la región del panel/transductor que se acoplan/unen entre sí de tal forma que cada una de las capas en la región se puede deformar en un grado diferente en respuesta a la señal eléctrica aplicada a la misma. La configuración bimórfica puede incluir, por ejemplo, una capa activa (piezoeléctrica) y una capa adicional unida a la misma que puede ser una capa activa o una capa pasiva (por ejemplo, sin propiedades piezoeléctricas).

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, en un estado inoperativo, dicha superficie del panel puede tener una geometría sustancialmente plana y en el que la operación de dicho transductor está asociada con la provisión de un potencial de polarización a los uno o más contactos eléctricos para deformar dicha región del transductor para formar una superficie curvada que sobresale en dicha dirección predeterminada.

La operación de dicho transductor para generar vibraciones mecánicas en una cierta frecuencia puede estar asociada con proporcionar al menos uno de dichos contactos eléctricos con potencial alterno que oscila con dicha frecuencia.

El sistema de transductor puede estar configurado y ser operable para convertir la presión mecánica aplicada a la superficie curvada en el correspondiente potencial eléctrico en al menos uno de dichos contactos eléctricos.

### **Breve descripción de los dibujos**

Para comprender mejor la materia objeto que se divulga en el presente documento y para ejemplificar cómo se puede llevar a cabo en la práctica, se describirán ahora realizaciones, a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

Las **figuras 1A y 1B** ilustran esquemáticamente un sistema de transductor de acuerdo con la presente invención, la **figura 1A** ilustra un sistema de transductor y la **figura 1B** ejemplifica una región del panel asociada con un transductor;

Las **figuras 2A-2C** ejemplifican varias configuraciones de un transductor adecuado para uso en un sistema de transductor de la presente invención, la **figura 2A** ilustra una configuración, la **figura 2B** ilustra una configuración de transductor configurada con una capa activa anclada a un sustrato; la **figura 2C** ilustra una configuración de transductor bimórfico que utiliza capas activas y pasivas acopladas entre sí.

Las **figuras 3A-3B** ejemplifican dos configuraciones bimórficas de un transductor formado con dos capas activas acopladas juntas que permiten el control independiente de la deformación de diferentes zonas en las capas del panel del transductor.

Las **figuras 4A-4B** ejemplifican configuraciones de transductor configuradas con disposición lateral de electrodos concéntricos que permiten el control independiente de la deformación de la periferia y las zonas centrales de los transductores.

Las **figuras 5A-5B** ilustran posibles configuraciones adicionales de transductores de acuerdo con dos realizaciones de la presente invención que están diseñadas para mejorar la eficacia acústica del transductor;

Las **figuras 6A-6B** ejemplifican configuraciones de contactos eléctricos colocados en la parte superior del panel y que son adecuados para la operación de los transductores; y

Las **figuras 7A-7B** ilustran cómo el sistema de transductor de la presente invención puede integrarse en un dispositivo electrónico de acuerdo con una realización de la presente invención;

Las **figuras 8A-8B** ilustran cómo el sistema de transductor de la presente invención se puede incrustar en un dispositivo electrónico de acuerdo con otra realización de la presente invención.

### **Descripción detallada de realizaciones**

La presente invención proporciona un sistema de transductor, capaz de integrarse en varios dispositivos, y configurado para proporcionar señales de salida en forma de vibraciones mecánicas y/o señales acústicas, de acuerdo con la operación del dispositivo. Se hace referencia a la **figura 1A**, que ilustra un sistema **100** de transductor de acuerdo con la invención. El sistema **100** de transductor incluye una pluralidad de transductores **10** dispuestos en una geometría y separación predeterminadas. Los transductores **10** son generalmente transductores piezoeléctricos configurados y operables para convertir presiones/deformaciones mecánicas (por ejemplo, asociadas con ondas acústicas y/o hápticas) en señales eléctricas y/o viceversa. El sistema **100** de transductor también incluye una disposición **20** de transmisión de señal conectada a los transductores **10** y configurada para permitir la operación individual de cada transductor **10**.

El sistema **100** de transductor incluye un panel **14** que incluye una o más láminas piezoeléctricas (por ejemplo, capas de composición de material piezoeléctrico). Además, el sistema **100** de transductor incluye una disposición de contactos **12** eléctricos (por ejemplo, electrodos) acoplados al panel **14**.

En algunas realizaciones, la(s) lámina(s) piezoeléctrica(s) del panel **14**, y posiblemente también otras capas pasivas del panel (por ejemplo, láminas pasivas de polímero (no piezoeléctricas) y/o capas de adhesivo), son

sustancialmente ópticamente transparentes para la luz visible. En tales realizaciones, los contactos eléctricos están configurados preferiblemente para ser contactos eléctricos ópticamente transparentes.

Las formas y la disposición de los contactos **12** eléctricos están configurados para definir una pluralidad de transductores **10** en el panel **14**, es decir, los contactos eléctricos pueden definir las unidades de transductor en el sentido de que un área cubierta por un contacto eléctrico es el área de su transductor asociado. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, uno o más transductores **10** están dispuestos lateralmente en el mismo/único panel **14**, mientras que las ubicaciones/disposición de los contactos **12** eléctricos en el panel **14** definen prácticamente las ubicaciones/formas de los transductores. Por ejemplo, los contactos **12** eléctricos pueden estar dispuestos para definir la región **R** de cada transductor **10**.

La **figura 1B** ilustra una región **R** del transductor **10** en más detalle para mostrar la región activa **RA** del transductor **10** y la región periférica **RP** de la misma. La región activa **RA** del transductor **10** opera como la región de membrana principal del transductor para generar y/o detectar señales acústicas/de presión (por ejemplo, la región activa **RA** sobresale sustancialmente de la superficie **S** y/o vibra durante la operación del transductor **10**). La región periférica **RP** encierra típicamente la región activa **RA** y opera como la región de excitación principal para accionar la región activa **RA** para generar señales acústicas y/o señales eléctricas en la operación de detección háptica (por ejemplo, durante la operación del transductor **10**, la región periférica **RP** se deforma para empujar/tirar la región activa **RA** con respecto a la superficie **S**). Para este fin, la región **R** del transductor **10** está definida por la disposición de los electrodos **12** en el panel **14**. Cabe señalar que, dado que el panel se forma típicamente como una lámina continua, también debe observarse que puede haber o no un límite claro/distintivo entre las regiones activa y periférica **RA** y **RP**. Sin embargo, en algunas realizaciones de la presente invención, estas regiones están asociadas con/definidas por una disposición lateral específica de los electrodos **12** en la región **R** del transductor **10** que está destinada a mejorar la eficiencia y/o el intervalo dinámico del transductor **10** (ver, por ejemplo, las **figuras 4A** y **4B** a continuación). Alternativa o adicionalmente, estas regiones pueden asociarse con discontinuidades/cortes espaciales que están situados en una o ambas de estas regiones en una o más capas del panel **14** (véanse, por ejemplo, las **figuras 3B** y **5B** a continuación).

Con este fin, en el panel **14** hay uno o más transductores **10** (típicamente una pluralidad de transductores) en los que cada transductor **10** está asociado con una respectiva región **R** del panel **14**. Además, cada transductor **10** está asociado con al menos dos contactos **12** eléctricos que están acoplados a al menos dos ubicaciones/zonas de la región de panel **R** respectiva asociada con el transductor **10**, generalmente, cada transductor está asociado con al menos un contacto eléctrico dedicado y al menos otro contacto eléctrico que puede estar dedicado a este transductor o no. La **figura 1A** muestra la superficie superior del panel **14** con uno de tales contactos **12** eléctricos situado sobre el mismo (generalmente contactos **12** eléctricos adicionales pueden estar en las superficies superior y/o inferior del panel y/o dispuestas en capas intermedias en el panel **14**). Como se sabe generalmente, los materiales piezoeléctricos deforman/varían sus dimensiones físicas en respuesta a las variaciones del campo eléctrico. Los transductores **10** en el presente ejemplo están definidos por la región **R** de una lámina piezoeléctrica asociada con el panel **14** y acoplada a los contactos **12** eléctricos. Las ubicaciones y las formas de los contactos eléctricos asociados con cada transductor definen región(es) donde las variaciones del campo eléctrico hacen que la lámina piezoeléctrica se expanda/contraiga y segmentan en consecuencia el panel a transductores operados individualmente. Generalmente, cada transductor está asociado con al menos un contacto **12** eléctrico dedicado y con al menos un contacto eléctrico adicional que puede o no ser común a otros transductores también. En algunas realizaciones, un transductor **10** puede incluir más de dos contactos **12** eléctricos, como se describirá más adelante. Alternativa o adicionalmente, en algunas configuraciones, varios transductores **10** pueden compartir un contacto **12** eléctrico, que opera como contacto con tierra.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, las formas y/o las ubicaciones de los al menos dos contactos **12** eléctricos están configuradas para permitir la expansión/contracción simultánea de material piezoeléctrico (generalmente deformación) con diferentes grados de material de deformación en diferentes zonas de la región **R** del panel asociada con el transductor **10**. Por ejemplo, los al menos dos contactos **12** eléctricos permiten la expansión simultánea del material piezoeléctrico en al menos una zona de la región del panel asociada con el transductor **10** y la contracción del material piezoeléctrico en al menos otra zona de la región del panel asociada con el transductor **10**. En este sentido, los términos *diferente expansión/contracción* de diferentes zonas deben entenderse en el sentido más amplio como relativos generalmente a diferentes grados de deformación del material (con diferentes magnitudes del mismo y/o diferentes signos/direcciones de la deformación del material). Esta característica de la invención proporciona la deformación de la región del panel de modo que al menos una parte de la región **R** sobresalga hacia fuera (por ejemplo, en una dirección sustancialmente perpendicular a la superficie **S** del panel). Por consiguiente, la región del panel asociada con el transductor **10** (o al menos una parte "activa" **RA** de la misma que está asociada con el saliente) puede operar como una membrana acústica para convertir señales eléctricas en vibraciones mecánicas/acústicas y/o conversión de vibraciones mecánicas/acústicas en señales eléctricas. La deformación simultánea del material en diferentes grados (por ejemplo, expansión y contracción) en diferentes zonas en la región **R** del panel (lograda por la disposición espacial y las formas de al menos dos electrodos en esa región) da como resultado una conversión eficiente entre señales mecánicas y eléctricas y/o viceversa (estas conversiones se denominan comúnmente y/o alternativamente aquí como conversión eléctrica-mecánica). La eficiencia de la conversión eléctrica mecánica se obtiene permitiendo el control de la curvatura de la región **R** al mismo tiempo que se reducen o eliminan las tensiones en la región **R** del panel mientras se forma la



curvatura deseada. Específicamente, esta conversión eléctrica-mecánica eficiente proporciona al menos uno de los siguientes: generación eficiente de ondas de presión/acústicas (por ejemplo, altas relaciones de conversión eléctrica a mecánica/acústica que permiten al transductor generar ondas acústicas con suficiente nivel de presión sonora (SPL) (por ejemplo, de aproximadamente 65-85 dB en intervalos de frecuencia predeterminados), y/o con conversión eficiente entre ondas de presión/acústicas a señales eléctricas, por ejemplo, asociado con baja señal a ruido (SNR) y/o alta sensibilidad.

En algunas realizaciones que se describen en más detalle a continuación (ver las **figuras 3A y 3B** y la descripción relacionada, por ejemplo), se ejemplifica una configuración de panel bimórfico en el que el panel **14** incluye al menos dos capas/láminas piezoeléctricas acopladas coplanariamente para formar una lámina piezoeléctrica bimórfica. Los al menos dos electrodos (contactos eléctricos) **12** incluyen al menos dos electrodos dispuestos en una región de transductor **R** del panel **14** al menos desde ambos lados de la lámina piezoeléctrica bimórfica. Los electrodos **12** están configurados para permitir la expansión y contracción simultáneas de las capas respectivas del bimorfo (qué capas forman/constituyen las diferentes zonas de contracción y expansión de cada región de transductor **R**). La expansión de una capa piezoeléctrica simultáneamente con la contracción de otra capa piezoeléctrica acoplada a la misma proporciona un accionamiento eficiente de al menos una parte central de la región de transductor **R** (que funciona como la membrana del transductor) a lo largo de un eje/dirección general sustancialmente perpendicular a la superficie **S** del panel. Para este fin, las diferentes zonas de contracción y expansión simultáneas están asociadas en este ejemplo con capas apiladas verticalmente de la lámina bimórfica.

En algunas realizaciones que también se describen en más detalle a continuación (ver las **figuras 4A y 4B** y la descripción relacionada), cada (o al menos algunas) región de transductor está asociada con disposición lateral de al menos dos zonas y está configurada y es operable para permitir la expansión de al menos una de las zonas laterales simultáneamente con la contracción de al menos otra zona lateral. Específicamente, de acuerdo con algunas realizaciones, el panel **14** incluye al menos una lámina/capa piezoeléctrica (opcionalmente una capa bimórfica o única) y la disposición de contactos eléctricos incluye al menos dos contactos eléctricos dispuestos lateralmente acoplados a la región de transductor **R** del panel **14** desde un lado de la capa piezoeléctrica, y al menos un tercer contacto eléctrico acoplado desde el otro lado de la capa piezoeléctrica. Los al menos dos contactos eléctricos incluyen uno o más contactos eléctricos centrales asociados con una zona central de la región de transductor **R** y uno o más contactos eléctricos periféricos asociados con una zona periférica de la región de transductor. Los contactos **12** eléctricos están dispuestos para permitir la provisión de campos eléctricos respectivos en estas zonas central y periférica para deformar las zonas respectivas en diversos grados, y de ese modo accionar eficientemente al menos la zona central en una dirección general perpendicular a la superficie del panel.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el sistema **100** de transductor tiene un panel **14** que, en su estado operativo, tiene una geometría sustancialmente plana. El panel **14** incluye una pluralidad de transductores **10** activados separadamente que se disponen en una geometría y separación predeterminadas en regiones respectivas de los mismos. En una región **R** de al menos uno de los transductores, el panel **14** incluye al menos una parte de una capa activa de material piezoeléctrico (por ejemplo, composición de material con propiedades piezoeléctricas) y al menos una capa adicional acoplada a la capa activa para formar una lámina bimórfica piezoeléctrica. Uno o más contactos **12** eléctricos están acoplados eléctricamente a la lámina bimórfica piezoeléctrica en la región **R** del transductor y están configurados y son operables para aplicar un campo eléctrico en esa región **R** para provocar la deformación/saliente de la región **R** hacia una dirección predeterminada sustancialmente perpendicular a la superficie **S** del panel **14**. En otras palabras, la configuración bimórfica del panel está asociada con una dirección preferida hacia la cual las regiones de transductor **R** se deforman cuando se aplican campos eléctricos apropiados a las mismas. A este respecto, el panel **14** puede incluir un bimorfo de dos o más capas activas (por ejemplo, la capa adicional también es una capa activa formada con material piezoeléctrico), o el panel **14** puede incluir un bimorfo de una capa activa y una capa pasiva (por ejemplo, la capa adicional que es la capa pasiva formada, por ejemplo, de polímero no piezoeléctrico/sustrato duro).

La configuración del sistema de transductor **100** de acuerdo con estas realizaciones de la presente invención está asociado con un panel sustancialmente plano (que puede ser sustancialmente transparente) operable de generar y/o detectar campos/señales de presión/acústicos. Estas características del sistema **100** de transductor y el panel **14** lo hacen adecuado para su uso como una superposición de un panel/pantalla de visualización (por ejemplo, para usar con pantallas de cristal líquido (LCD) de dispositivos manuales portátiles) para proporcionar funciones tales como detección háptica y/o retroalimentación háptica y/o generación/recepción de sonido. La geometría plana del panel **14** está asociada con pocas aberraciones ópticas o nulas que no distorsionan la visualización óptica a través del panel **14**. También una pluralidad de transductores **10** están definidos por la disposición de los electrodos **12** (que pueden ser sustancialmente transparentes) en el panel **14** y el único panel "continuo" puede servir para disponer la pluralidad de transductores **10** sin separación/corte/división física entre los transductores.

Como se señaló anteriormente, en un estado no operativo, la superficie del panel **14** es sustancialmente plana. De acuerdo con algunas realizaciones, la operación de un transductor está asociada con la provisión de un potencial de polarización a uno o más contactos **12** eléctricos acoplados a la región **R** del transductor **10**, para deformar esa región **R** y formar una superficie curvada que sobresale en una dirección predeterminada. En caso de que el transductor **10** opere para generar vibraciones mecánicas (por ejemplo, ondas acústicas) en una cierta frecuencia, además del potencial de polarización, los contactos **12** eléctricos (o uno de ellos) están provistos de un potencial

5 alterno que oscila a la frecuencia deseada, haciendo así que la superficie curvada oscile en esa frecuencia (por ejemplo, para comportarse como una cúpula/membrana oscilante). En los casos en que el transductor **12** es operable para convertir presión mecánica (por ejemplo, háptica/acústica) en señales eléctricas, la presión aplicada a la superficie curvada se convierte debido a las propiedades piezoeléctricas del panel **14**, en potencial eléctrico correspondiente al menos uno de los contactos **12** eléctricos.

10 Hay que señalar que, aunque los transductores **10** se muestran en la **figura 1A** como transductores rectangulares, el sistema **100** de transductor de la presente invención puede utilizar transductores **10** de diversas formas geométricas. También debería observarse que pueden usarse transductores de forma similar o de forma diferente en general. Los transductores **10** pueden ser transductores circulares (como se ejemplifica en la figura 1B), rectangulares o hexagonales, o configurarse en cualquier otra forma geométrica. Adicionalmente, los transductores **10** están dispuestos típicamente a lo largo de la superficie del sistema en una matriz que tiene cualquier geometría deseada, por ejemplo, los transductores **10** pueden disponerse en una matriz cartesiana, matriz hexagonal, anillos concéntricos circulares/anulares o en cualquier otra geometría de matriz adecuada.

15 Como se señaló anteriormente, cada transductor **10** incluye al menos una región **R** de un panel **14**, y contactos **12** eléctricos acoplados eléctricamente a la región **R** del panel (típicamente desde los lados superior e inferior de esa región **R**). El panel **14** puede estar formado con láminas piezoeléctricas que incluyen una o más capas de materiales piezoeléctricos. De acuerdo con algunas realizaciones, el panel **14** puede incluir una lámina/capa piezoeléctrica polimérica que se extiende a lo largo de la superficie **S** del sistema **100** de transductor y en el que los transductores **10** separados están definidos por los contactos **12** eléctricos acoplados a las regiones (por ejemplo, **R**) del panel **14**. Debe observarse que típicamente, el material piezoeléctrico del panel (lámina piezoeléctrica) se deforma al aplicar un campo eléctrico sobre el mismo. Esta característica del material piezoeléctrico da como resultado que los transductores **10** del sistema **100** están típicamente definidos por la región **R** acoplada a los contactos **12** eléctricos. De acuerdo con algunas realizaciones, la forma y el área de un contacto **12** eléctrico que están asociados con un transductor **10** seleccionado, realmente define la forma y el tamaño del área activa del transductor **10**.

20 Los contactos **12** eléctricos de cada uno de los transductores **10**, son conectables o están conectados a correspondientes líneas **22** de transmisión conductoras (por ejemplo, cables) de la disposición **20** de transmisión de señal para permitir el suministro/recepción de señales eléctricas a y/o desde los transductores **10** para operar independientemente los transductores **10**. De acuerdo con algunas realizaciones, el panel **14** y los contactos **12** eléctricos están configurados para ser una luz transparente a visible. Con este fin, los contactos **12** eléctricos pueden formarse con material eléctricamente conductor transparente y o formarse utilizando una malla sustancialmente transparente de cables finos, como se describirá adicionalmente a continuación. Adicionalmente, la disposición **20** de transmisión de señal (que incluye líneas **22** de transmisión conductoras) está hecha de material eléctricamente conductor transparente y/o utiliza cables delgados (por ejemplo, con un espesor de 2-3 µm, 5-10 µm o 10-25 µm). Alternativa o adicionalmente, las líneas **22** de transmisión conductoras (o algunas de ellas) están enrutadas en regiones del sistema **100** de transductor en las que no se requiere transparencia (por ejemplo, a lo largo de los bordes de los píxeles de un sistema de visualización predeterminado para unirse debajo del panel **14**). De acuerdo con ello, el panel **14** está configurado para transmitir sustancialmente a través de la luz, sin obscurecer, para proporcionar de ese modo un sistema **100** de transductor prácticamente transparente.

30 Hay que señalar, que, para mayor claridad, el término cables eléctricos se utiliza en el presente documento a continuación para referirse a las líneas **22** de transmisión conductoras y, en general, debe interpretarse en sentido amplio para incluir cualquier tipo de líneas de transmisión conductoras que incluyen cables eléctricos, circuitos impresos conductores y/o cualquier otra tecnología de transmisión eléctrica adecuada.

40 Los cables **22** de la disposición **20** de transmisión de señales, así como los contactos **12** eléctricos pueden estar configurados con la impedancia apropiada para permitir la transmisión de señales eléctricas de alta frecuencia sin ninguna interferencia significativa debido a la libre o mutua inductancia y capacitancia. Adicionalmente, la disposición **20** de transmisión de señal puede incluir uno o más filtros de radiofrecuencia (RF) (no mostrados específicamente aquí) configurados para proporcionar blindaje de RF a las señales eléctricas transmitidas hacia y desde los transductores **10** del sistema **100**.

45 Como se muestra en la **figura 1**, el sistema **100** de transductor puede estar asociado con una unidad **30** de control que puede conectarse a los cables **22** de la disposición **20** de transmisión de señal. La unidad **30** de control puede incluir un sistema informatizado y/o un sistema analógico y puede estar adaptado para procesar señales que se recibirán desde/transmitirán al sistema **100** de transductor. En el presente ejemplo, se usa un procesador **34** de señal (por ejemplo, que incluye una unidad de procesamiento digital y/o un convertidor de digital a analógico (DAC)) para procesar las señales recibidas/transmitidas a los diferentes transductores **10** del sistema **100**. También se puede incluir una unidad **32** de accionamiento/filtración (por ejemplo, un amplificador de señal analógica) en la unidad **30** de control para transmitir/recibir señales eléctricas analógicas a los diferentes transductores **10** del sistema **100**. Además, la unidad de control puede incluir, o estar asociada a, varias utilidades/módulos adicionales tales como: cables de conexión/arnés, circuitos integrados frontales combinados analógicos y digitales, DSP y chips de procesador, una banda de audio y/o micrófono sensible a ultrasonidos, uno o más altavoces, cámara de lente gran angular, cámara sensible a los rayos infrarrojos y otras utilidades/módulos necesarios para la operación de la unidad de control y/o un dispositivo electrónico asociado. La unidad **30** de control puede operar el sistema **100** de

transductor para producir vibraciones mecánicas y/o señales acústicas y/o responder a señales eléctricas correspondientes generadas por diferentes transductores **10** en variaciones de presión de respuesta (por ejemplo, campos acústicos y/o contacto físico) detectadas. Debe observarse que, en ciertas realizaciones de la presente invención, la unidad **30** de control puede configurarse y ser operable para proporcionar tensiones de polarización a los transductores **10** (por ejemplo, individualmente y/o comúnmente a los mismos) para deformar las regiones **R** de los transductores para formar una estructura tipo cúpula/membrana operativa para recibir y/o generar señales mecánicas/acústicas.

La unidad **30** de control puede estar configurada y ser operable para operar los diferentes transductores **10** del sistema mediante la transferencia/recepción de señales a través de cables **22** correspondientes de la disposición **20** de transmisión de señal para operar los transductores **10** individuales. Con este fin, los modos operativos de la unidad **30** de control no se describirán en detalle en el presente documento, sino que se debe tener en cuenta que la unidad **30** de control puede operar diferentes transductores **10** del sistema **100** individualmente y proporcionar/recoger señales eléctricas de uno o más intervalos de frecuencia (por ejemplo, intervalos de frecuencia de audio y/o ultrasonidos). Además, en algún caso, la unidad **30** de control puede operar para utilizar la pluralidad de transductores **10** para señales de formación de haz para recibir/transmitir desde ciertas una o más direcciones (por ejemplo, controlar/gestionar las fases relativas asociadas con diferentes transductores). La unidad **30** de control puede ser una parte de un dispositivo electrónico asociado con el sistema **100** de transductor.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el sistema de transductor **100** puede estar basado en una lámina de material piezoeléctrico y una pluralidad de contactos eléctricos **12** unidos a la lámina para definir la pluralidad de regiones correspondientes a los transductores **10**. Aplicando potencial eléctrico en los contactos **12** asociados con (acoplados a) una región seleccionada, el material piezoeléctrico en la región se expande y/o contrae (según la dirección del potencial con respecto a la polaridad del material piezoeléctrico y a la configuración de los contactos eléctricos). Para operar el transductor **10** seleccionado, la unidad **30** de control asociada puede proporcionar un potencial eléctrico alterno de una frecuencia y forma seleccionadas (por ejemplo, además de la tensión de polarización de CC). Cuando la unidad **30** de control proporciona un potencial alterno a los contactos **12** eléctricos de un transductor **10** seleccionado (a través de los cables correspondientes), la porción del material piezoeléctrico en la región de los contactos **12** se contrae y se expande de acuerdo con el potencial eléctrico para generar vibraciones mecánicas y/u ondas de presión, por ejemplo, formando señales acústicas, de la frecuencia correspondiente.

Adicionalmente, el material piezoeléctrico del panel puede ser sensible a la presión externa y generar potencial eléctrico correspondiente entre los contactos **12** eléctricos de uno o más de los transductores **10**. Este efecto proporciona al sistema de transductor la capacidad de operar como utilidad de entrada que responde a señales hápticas o acústicas y genera señales eléctricas apropiadas para ser recogidas por la disposición **20** de transmisión de señales. La unidad **30** de control puede configurarse para recoger estas señales eléctricas apropiadas del conjunto **20** de cableado eléctrico y analizar estas señales como indicativas del contacto físico en una región del sistema **100** de transductor o como indicativas de señales acústicas en las proximidades del sistema **100** de transductor.

Como se señaló anteriormente, el panel **14** incluye una o más capas/láminas piezoeléctricas de polímero tratadas que tienen propiedades piezoeléctricas. Las capas/láminas pueden formarse de composiciones de material piezoeléctrico, tales como polímeros piezoeléctricos. Por ejemplo, para proporcionar un panel transparente, pueden utilizarse materiales como el fluoruro de poli(fluoruro de vinilo) (PVDF) y/o variación de copolímero de PVDF (por ejemplo, PVDF-trifluoroetileno (P(VDF-TrFE)); PVDF-trifluoroetileno-clorotrifluoroetileno (P(VDF)-TrFE-CTFE)). Sin embargo, cualquier material/polímero piezoeléctrico puede ser adecuado para los fines de la presente invención.

En algunas realizaciones, la lámina piezoeléctrica es ópticamente transparente. Por simplicidad, el término PVDF se usa a continuación en la presente memoria haciendo referencia a todos los tipos de polímero piezoeléctrico basados en PVDF y también a otros polímeros piezoeléctricos transparentes. Dichas láminas de polímero típicamente se estiran, templan y experimentan polarización de campo para proporcionar propiedades piezoeléctricas de la lámina de polímero. Las láminas de PVDF (y similares) son en su mayoría de tipo biorientado, es decir, proporcionan conversión de campo eléctrico a expansión mecánica en las direcciones longitudinal (X) y transversal (Y) a lo largo de la lámina por igual, aunque en algunas realizaciones es posible que sean monoorientadas, es decir, que se expanden principalmente a lo largo de un eje. Los materiales basados en PVDF son típicamente transparentes en el espectro visible y tienen alta resistencia mecánica, estabilidad e inmunidad a la luz UV. Estas características permiten el uso de láminas de PVDF como láminas laminadas en la pantalla del dispositivo según las realizaciones de la presente invención.

Como se ha señalado anteriormente, para proporcionar la transparencia del sistema **100** de transductor (panel **14**), los contactos **12** eléctricos de la pluralidad de transductores **10** se hacen preferiblemente de material eléctricamente conductor transparente y/o como una malla de líneas eléctricas conductoras delgadas (que son transparentes o no). Los contactos **12** eléctricos pueden estar situados en uno o ambos lados del panel **14**, y/o entre capas/láminas del panel **14** para acoplarse a una capa piezoeléctrica del panel. Generalmente, los contactos eléctricos están configurados como un recubrimiento de capa delgada en regiones del panel **14** de acuerdo con la disposición de los transductores **10**. Los contactos eléctricos pueden incluir el recubrimiento de uno o más de los siguientes materiales:

5 malla metálica delgada; nanotubos de carbono (CNT) o recubrimiento de grafeno, siendo el recubrimiento de carbono plano o recubierto con cobre (Cu); recubrimiento de nanopartículas de plata (Ag); recubrimiento de indio con óxido de estaño (ITO) (que preferiblemente puede tener la forma de una pluralidad de capas delgadas para preservar la flexibilidad del material piezoeléctrico); recubrimiento de polianilina; recubrimiento de politiofeno; y  
 5 recubrimiento de poli(3,4-etilendioxitiofeno) poli(estirenosulfonato) (PEDOT/PSS). Debe observarse que el recubrimiento que proporciona los contactos eléctricos debería permitir preferiblemente al menos cierta elasticidad de los contactos. Esto es para permitir el movimiento del material piezoeléctrico del panel en una frecuencia seleccionada.

10 Se hace ahora referencia a **las figuras 2A-2C**, que ilustran esquemáticamente varios ejemplos de estructuras individuales de transductor **10** de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención en las que una multiplicidad de dicho elemento puede disponerse en un único panel **14** para formar una disposición continua de transductores, que también están configurados como transductores transparentes en ciertas realizaciones de la invención. **La figura 2A** muestra una configuración de un elemento transductor plano y **las figuras 2B-2C** ilustran dos modificaciones diseñadas para mejorar la eficiencia de generación de señal acústica.

15 **La figura 2A** muestra una vista lateral parcial del panel **14** que incluye un transductor **10** configurado de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. El transductor **10** se basa en una región de un panel **14** definida por la ubicación de al menos un contacto **12** eléctrico (por ejemplo, el contacto de fase en un caso de esquema eléctrico fase-tierra en el que el contacto con tierra puede ser común a varios transductores). El panel **14** puede ser  
 20 una capa única formada a partir de una lámina de material **13** piezoeléctrico (por ejemplo, lámina de PVDF), o puede ser una estructura de múltiples capas que incluye una o más capas activas que tienen propiedades piezoeléctricas **13**. Las propiedades piezoeléctricas de la(s) lámina(s) **13** (que son al menos una parte del panel) permiten la conversión de señales eléctricas proporcionadas a través de los contactos **12** eléctricos en un movimiento mecánico de la región correspondiente del panel **14**.

25 Como es generalmente conocido, las láminas piezoeléctricas típicamente se expanden/contraen de conformidad con el campo eléctrico aplicado a las mismas en proporción a la longitud de la lámina. La expansión del material piezoeléctrico del panel es, por lo tanto, mayor a lo largo de la superficie del panel en relación con la expansión en la dimensión del espesor del panel, es decir, mayor a lo largo de los ejes **X** (e **Y**) con respecto al **Z**. Esto puede dar como resultado vibraciones mecánicas del transductor **10** a lo largo del plano lateral (**X-Y**) pero con malas vibraciones mecánicas en la dirección **Z** y, por lo tanto, una generación/detección limitada de ondas acústicas.

30 Para proporcionar una conversión eficiente de señales eléctricas en señales acústicas, los transductores **10** están configurados preferiblemente de tal manera que la región del panel **14** asociado con el transductor **10** está configurado para deformarse/sobresalir en una dirección predeterminada (**Z**) sustancialmente perpendicular a la superficie **S** del panel **14** en respuesta a la señal eléctrica proporcionada por los contactos **12** eléctricos. Dos de  
 35 tales configuraciones se ilustran, por ejemplo, en **las figuras 2B-2C**. Estas configuraciones de un transductor **10** están diseñadas para generar señales acústicas que se propagan sustancialmente perpendiculares a la superficie del sistema de transductor. Esto se consigue mediante una configuración apropiada de las capas del panel **14**, de manera que, al expandirse el material piezoeléctrico en una región de un transductor específico, el panel **14**, o algunas de sus capas, forman una estructura en forma de cúpula. Esta estructura de tipo de cúpula se puede mantener a lo largo del tiempo aplicando una tensión de CC apropiada en una región de uno o más transductores **10**  
 40 y/o se puede utilizar para generar señales acústicas que se propagan fuera de la superficie del sistema de transductor proporcionando tensión de CA apropiada a los transductores deseados. Debe observarse que una señal eléctrica alterna puede combinarse o no con una tensión de CC constante. Por ejemplo, en la operación de detección, la señal de polarización de CC puede ser proporcionada por la unidad **30** de control para formar la estructura de tipo cúpula, y el transductor puede generar una señal adicional (por ejemplo, señal modulada/de CA)  
 45 en respuesta a la presión o señal acústica de una cierta frecuencia aplicada/detectada por el transductor. La unidad de control puede recibir la señal adicional y analizarla posteriormente para determinar la acústica/presión detectada por el transductor.

50 La **figura 2A** muestra una vista lateral parcial de un panel **14** que incluye una región de un transductor **10**, configurado de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. En este ejemplo, la región del panel **14** de uno o más transductores **10** seleccionados está unida a un panel base (por ejemplo, capa/panel de sustrato rígido) **50** uniendo material **15** en los bordes de la región. Adicionalmente, la capa **13** activa del panel **14** puede estar configurada a priori con una curvatura con respecto a uno o dos de los ejes laterales (**X**, **Y**) y/o puede configurarse para curvarse con respecto a estos ejes tras la aplicación de potencial apropiado para los contactos **12** eléctricos (en esta figura, el panel se muestra curvado a lo largo del eje **X**) para formar un arco o una estructura en forma de  
 55 cúpula de los transductores **10**. Esta curvatura del panel **14** en la región del transductor proporciona que la expansión del material piezoeléctrico en uno o más ejes laterales aumenta la curvatura y empuja el aire a lo largo del eje transversal (lejos de la superficie del panel, eje **Z**). Cuando el material piezoeléctrico se contrae, la curvatura se reduce y la superficie del panel se desplaza/retrae en la dirección opuesta al eje **Z**. En esta configuración de los transductores **10**, la tensión alterna a una frecuencia apropiada generará ondas acústicas que se propagan lejos de la superficie del sistema de transductor de una manera similar a un altavoz.  
 60

Debe observarse que, en diversas realizaciones de la presente invención, el panel **14** y/o una o más de sus capas

(por ejemplo, capas activas/láminas de PVDF) están predeformadas, teniendo una inclinación para expandirse en una dirección específica sustancialmente perpendicular a la superficie del panel. Esta característica de la invención, que se ilustra específicamente en la **figura 2B**, puede ser implementos en todas las configuraciones del sistema de transductor de la invención descrita en el presente documento.

- 5 En realizaciones en las que el transductor está configurado para ser transparente y para reducir y/o eliminar las aberraciones/distorsiones ópticas, el material **15** de unión utilizado puede ser un material transparente que tiene un índice de refracción sustancialmente similar al del panel, y/o puede estar ubicado en regiones del panel en las que no se requiere transmisión de luz, por ejemplo, entre píxeles. También en los casos en que la capa activa está curvada *a priori*, el panel **14** puede sumergirse en una solución eléctricamente aislante que tiene un índice de refracción sustancialmente similar para reducir la refracción de la luz debido a la curvatura del panel **14**.

10 **La figura 2C** ejemplifica una parte del panel **14** que incluye un transductor **10** configurado según otra realización de la invención. En este ejemplo, el panel **14** es una estructura multicapa que incluye al menos una capa **13** activa que tiene propiedades piezoeléctricas y una capa **16** pasiva (no piezoeléctrica) que es una capa flexible. En este ejemplo, el panel **14** se conjura como un bimorfo de capas pasivas y activas, en el que la capa **13** activa se une a la capa **16** pasiva a lo largo de una interfaz **18** entre las capas, por ejemplo, mediante una capa/material de unión **18**. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, las capas activa **13** y pasiva **16**, y, así como la capa de unión en la interfaz **18** son sustancialmente transparentes a la luz visible y se extienden continuamente a través de múltiples regiones del transductor en el panel **14**.

20 Tras la aplicación de tensión eléctrica adecuada a una región de la capa **13** activa, la región tiende a deformarse (expandirse/contraerse) de acuerdo con las propiedades piezoeléctricas de la capa **13**. Sin embargo, la deformación de la superficie de la capa activa frente a la interfaz **18** está restringida debido a su acoplamiento a la capa **16** pasiva. Esto hace que el panel (por ejemplo, la capa activa **13** y la capa pasiva acoplada al mismo) se doble/curve y se deforme en la región de la tensión aplicada y, por lo tanto, sobresalga en una dirección predeterminada/preferida. Por ejemplo, una tensión que expande la capa activa afectará a una forma convexa de la región del transductor **10**, mientras que una tensión que contrae la capa activa afectará a una forma cóncava de la región de transductor **10**.

25 Como se ha indicado anteriormente de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, en el estado operativo, el transductor **10** es plano. En esta configuración, el transductor puede operarse utilizando una tensión de polarización de CC predeterminada para elevar/curvar la capa **13** activa desde su posición plana, mientras que la capa **16** pasiva rígida impone tensión sobre el lado inferior de la capa **13** activa a través de la interfaz **18** entre las mismas. Esta deformación crea una estructura en forma de cúpula de la capa **13** activa, permitiendo así que la capa **13** activa proporcione vibraciones (bajo señales eléctricas de CA) en la dirección transversal a lo largo del eje Z.

30 Se hace referencia a las **figuras 3A** y **3B**, que muestran dos ejemplos de panel **14** formados de acuerdo con la presente invención utilizando una configuración bimórfica de dos capas activas (piezoeléctricas) **13A** y **13B**. Estas figuras ilustran una vista lateral parcial del panel **14** que incluye un transductor **10**. De manera similar a la configuración bimórfica de las capas pasiva y activa ilustrada en la **figura 2C**, también en estos ejemplos la región del transductor **10** puede ser plana en su estado operativo y operar con una tensión predeterminada para deformarse hacia una forma curva predeterminada que sobresalga fuera de la superficie del panel **14**. Con este fin, el panel **14** incluye al menos dos capas **13A** y **13B** activas que están unidas entre sí mediante una capa de unión en la interfaz **18**. Los contactos **12** eléctricos acoplados a las capas **13A** y **13B** activas están dispuestos y configurados para permitir la deformación de estas capas **13A** y **13B** en direcciones opuestas tras la aplicación de señales eléctricas adecuadas proporcionadas a través de los contactos **12**.

35 En el ejemplo de la **figura 3A**, las capas **13A** y **13B** activas son dos capas/láminas piezoeléctricas orientadas con polaridades similares o diferentes entre sí. El transductor **10** está asociado con al menos tres contactos eléctricos **12**, en el que al menos un contacto eléctrico está ubicado entre las capas activas (por ejemplo, en la interfaz **18** y dos o más contactos **12** eléctricos están situados/conectados por encima y por debajo de las respectivas capas **13A** y **13B** activas del panel **14**. Los contactos eléctricos están conectados a la disposición de transmisión de señal, de manera que las líneas **22** de transmisión puedan usarse para aplicar tensiones opuestas/diferentes a las diferentes capas **13A** y **13B** activas, para deformar esas capas con diferentes grados de expansión/contracción (por ejemplo, hacer que una de las capas **13A** activas se expanda mientras que la otra capa **13B** activa se contrae).

40 En este respecto, debe señalarse que el(los) contacto(s) eléctrico(s) situado(s) en la interfaz **18** de la región de transductor **10** puede(n) incluir un único contacto **12I** eléctrico (por ejemplo, tierra) acoplado eléctricamente tanto a las dos capas **13A** y **13B**. En este caso, los contactos **12A** y **12B** eléctricos conectados respectivamente a las capas **13A** y **13B** desde arriba y desde abajo pueden estar provistos de diferentes potenciales/tensiones para controlar independientemente la deformación piezoeléctrica de las capas **13A** y **13B** en la región del transductor **10**. Esto permite deformar diferentes zonas (en este caso capas) asociadas con el transductor **10** en diferentes grados y, por lo tanto, proporciona un mejor control sobre la deformación de forma dinámica de la región del transductor **10** durante su operación y una eficiencia de conversión electromecánica mejorada. Específicamente, el control independiente sobre el grado de deformación de cada una de las zonas (capas) puede usarse para reducir la tensión entre las zonas/capas durante la operación del transductor **10**, y así permitir que el transductor opere de manera más eficiente y precisa, lo que en algunos casos mejora el intervalo dinámico y/o la relación señal/ruido (SNR) asociada con el transductor.

Hay que señalar que en algunas realizaciones el contacto **12I** eléctrico intermedio en la interfaz **18** puede ser sustituido por dos o más contactos eléctricos acoplados respectivamente a las capas **13A** y **13B**. Como apreciarán fácilmente los versados en la técnica, uno o más de los contactos **12A**, **12B** y **12I** eléctricos pueden ser comunes a múltiples transductores en el panel **14**, mientras que aún permitan la operación independiente de los transductores múltiples.

En el ejemplo de la **figura 3B**, las capas **13A** y **13B** activas están orientadas con polaridades opuestas de sus materiales/láminas piezoeléctricas. Los contactos **12** eléctricos, que incluyen los contactos **12A** y **12B**, están acoplados respectivamente a las capas **13A** y **13B** desde arriba y desde abajo del panel **14**. En consecuencia, la tensión aplicada entre los contactos **12A** y **12B** hace que una de las capas se expanda mientras que la otra se contrae. Debido al hecho de que las láminas son láminas flexibles unidas entre sí, tal deformación de las láminas hace que la región del panel se curve en una dirección apropiada/predeterminada en respuesta al campo/tensión eléctrica determinada aplicada entre los contactos **12A** y **12B**. Además, en este ejemplo, diferentes zonas (en este ejemplo, capas) asociadas con el transductor **10** pueden deformarse en diferentes grados (una se expande y otra se contrae) en respuesta a la tensión aplicada, haciendo que el panel se deforme en una dirección determinada mientras reduce tensión entre las zonas/capas para mejorar la eficiencia de conversión electromecánica del transductor **10** y, en algunos casos, también el intervalo dinámico y la SNR del transductor **10**. Sin embargo, debe observarse que, de acuerdo con algunas realizaciones, las láminas piezoeléctricas son láminas relativamente flexibles y la deformación del transductor al aplicar una tensión apropiada puede ser del orden de varios micrómetros (por ejemplo, 10-50  $\mu\text{m}$  o 100-500  $\mu\text{m}$ ), y por lo tanto la tensión causada por la deformación de las láminas es despreciable.

Como se señaló anteriormente, en algunas realizaciones de la presente invención que utiliza la configuración bimórfica del panel **14** con dos o más capas/láminas (por ejemplo, configuración de capa activa-activa como la de las figuras **3A** y **3B** y/o configuración activa-pasiva como la de la figura **2C**), se pueden definir discontinuidades/cortes en una de las capas de la región de periferia **RP** que encierra las regiones activas **RA** de los transductores **10**. Las discontinuidades/cortes mejoran la capacidad de las regiones activas del transductor **RA** para moverse y vibrar durante la operación, mejorando así la eficiencia, el intervalo dinámico y la sensibilidad de los transductores. Esto se muestra, por ejemplo, en la **figura 3B**. Aquí, una o más de las capas activas se pueden cortar **19** en ubicaciones seleccionadas en la periferia de la región **RP** que define un transductor **10**. Los cortes **19** o la discontinuidad de una o más capas activas permiten el movimiento perpendicular de la capa activa correspondiente (es decir, lejos de la superficie del sistema de transductor). Los cortes **19** pueden ser continuos o segmentados y pueden llenarse con material flexible de líquidos eléctricamente aislantes que tienen un índice de refracción similar, o al menos lo más similar posible al índice de refracción de la capa activa.

Se hace referencia a las **figuras 4A** y **4B**, que ilustran respectivamente las vistas superior y lateral de un panel **14** que incluye el transductor **10** configurado de acuerdo con otra realización de la presente invención. Aquí se disponen en una disposición lateral espacial y formas de los contactos eléctricos de al menos un lado de una capa activa (lámina piezoeléctrica) para permitir un control separado sobre el grado de deformación de las diferentes zonas laterales en la región del transductor **R**.

La **figura 4A** muestra una vista desde arriba del sistema de transductor **100**, que ilustra una parte del panel **14** que incluye material piezoeléctrico y está segmentada a una pluralidad de transductores activados por separado mediante contactos **12A** y **12B** eléctricos a las regiones del panel. La **figura 4B** es una vista lateral de un único transductor **10** de la **figura 4A**. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el panel **14** mostrado en las **figuras 4A** y **4B**, pueden configurarse para ser transparentes a la luz visible y pueden implementarse utilizando los materiales y las técnicas descritas anteriormente. Los contactos **12A** y **12B** eléctricos se acoplan a al menos una superficie del panel **14** (y a la al menos una lámina piezoeléctrica) y dividen cada transductor en las regiones periférica y central **RP** y **RA**. Las regiones periférica y central, **RP** y **RA**, constituyen en este caso diferentes zonas de la región del transductor **R** cuya deformación piezoeléctrica puede controlarse por separado mediante el contacto eléctrico. Los contactos **12A** y **12B** eléctricos permiten generar campos eléctricos de dirección opuesta y/o diferentes magnitudes en la periferia y las regiones centrales del transductor, para deformar de ese modo estas regiones en diferentes grados (por ejemplo, hacer que una de las regiones se expanda mientras la otra se contrae). En el ejemplo de las **figuras 4A** y **4B**, el panel **14** tiene una única capa **13** activa, sin embargo, debe observarse que se pueden usar capas activas adicionales como se describirá a continuación.

Como se muestra, la capa activa **13** (lámina piezoeléctrica) está acoplada a porciones **12A** y **12B** de dos contactos eléctricos a lo largo de su lado superior, y a uno o más contactos **12C** eléctricos a lo largo de su otro lado. Aquí los contactos **12A** y **12B** eléctricos están dispuestos lateralmente de manera concéntrica en una superficie de la capa **13** activa. Debe observarse que los contactos eléctricos acoplados al lado inferior del panel **14** o de la capa **13** activa pueden ser un único contacto eléctrico que tenga conexión a tierra o contactos eléctricos segmentados correspondientes a los contactos **12A** y **12B** y configurados para operar con los mismos para generar el correspondiente campo eléctrico. En el caso de un único contacto a tierra **12C**, la dirección del campo eléctrico está determinada por el signo de la tensión aplicada a los contactos **12A** y **12B**. La **figura 4B** ejemplifica los principios operativos de los transductores de acuerdo con esta realización de la invención. Para proporcionar una deformación direccional del transductor, el contacto **12A** eléctrico está configurado para proporcionar un campo eléctrico que provoca que la lámina piezoeléctrica **13** se contraiga/expandan en la periferia del transductor en cierto grado,

mientras que el contacto eléctrico **12B** proporciona un campo eléctrico para hacer que la región central del transductor se contraiga/expandan a otro grado. El potencial eléctrico aplicado puede configurarse para contraer la periferia mientras se expande la región central o *viceversa*, o para deformar tanto la periferia como la región central en la misma dirección, pero con diferentes grados/magnitudes de deformación. Esta deformación regional/bimórfica de la lámina **13** piezoeléctrica hace que la región central del transductor **10** se eleve fuera de la superficie, mientras que la región periférica se curva para formar una forma de bóveda del transductor. Debe observarse que tal deformación direccional se puede mantener proporcionando polarización de CC a los contactos eléctricos. Además, una señal eléctrica alterna puede acompañar a dicha polarización de CC para hacer que el transductor vibre a una frecuencia seleccionada alrededor de la forma de cúpula causada por la tensión de polarización.

Las **figuras 5A y 5B** ilustran vistas laterales de otras dos configuraciones de disposición de transductor bimórfico (opcionalmente transparente) utilizando dos capas **13A** y **13B** activas del panel **14** y la disposición lateral y vertical de contactos **12A-12E** eléctricos dispuestos en la región de transductor **R** del panel **14**. La configuración bimórfica permite deformar/curvar la región R del panel en la dirección deseada predeterminada.

Como se muestra en la **figura 5A**, la capa **13A** activa superior está asociada con contactos **12A** y **12B** eléctricos acoplados a la superficie superior de la capa **13A** que define la periferia y la región central del transductor, respectivamente. Adicionalmente, los contactos **12D** y **12E** eléctricos están acoplados a la superficie inferior de la capa **13B** inferior, que también define la periferia correspondiente y las regiones centrales. Un contacto **12C** eléctrico está ubicado entre las dos capas y puede ser un único contacto eléctrico conectado a tierra o varios contactos asociados con los contactos **12A-12B** y **12D-12E**. Las dos capas **13A** y **13B** activas se unen mediante una capa **18** de unión elástica para unir las capas activas, y la capa **13B** activa se une a una superficie de un sustrato (unidad de visualización u otra superficie de un dispositivo asociado) mediante puntos **15** de unión. Como se indicó anteriormente, los contactos eléctricos que dividen el transductor en las regiones periférica y central son capaces de proporcionar diferentes potenciales eléctricos para hacer que el panel en la región del transductor se deforme en una dirección predeterminada. Dicha configuración de contactos eléctricos, con un único contacto a tierra entre las capas activas o varios contactos correspondientes a los contactos **12A-12B** y **12D-12E**, puede operarse para proporcionar deformación direccional en varias técnicas operativas que proporcionan una polarización CC, como sigue: el contacto **12A** eléctrico de la capa **13A** proporciona un campo eléctrico que provoca que la región periférica del transductor se contraiga, el contacto **12B** con el campo eléctrico proporcionado que hace que la capa **13A** en la región central del transductor se expanda y los contactos eléctricos acoplados a la capa **13B** proporcionen campo eléctrico causando la expansión de la lámina piezoeléctrica en la región. Alternativamente, los contactos eléctricos pueden operarse para proporcionar una polarización de CC para expandir la región central y contraer la región periférica de la capa **13B**, mientras se expande la capa **13A**. Debe observarse que, de acuerdo con algunas realizaciones, los contactos **12D-12E** eléctricos acoplados a la capa **13B** pueden reemplazarse por un solo contacto eléctrico configurado para deformar (expandir y contraer) la región asociada con el transductor en conjunto, mientras que los contactos **12A-12B** eléctricos provocan la deformación de diferentes zonas de la capa **13A** activa. También debe observarse que dicha polarización de CC puede hacer que el panel en la región de un transductor se deforme en una dirección preferida perpendicular a la superficie del sistema de transductor. Adicionalmente, se puede proporcionar una señal alterna seleccionada a través de los contactos eléctricos para hacer que el transductor vibre mecánicamente alrededor de la deformación en forma de cúpula causada por la polarización de CC, como se describió anteriormente, para generar vibraciones o señales acústicas de un intervalo de frecuencia deseado.

La **figura 5B** ilustra una configuración adicional que utiliza una configuración de contactos eléctricos similar asociada con la capa **13A**, como se muestra en la figura **5A**. Sin embargo, en esta configuración, se introduce/graba una discontinuidad/corte en la región central **RA** de la capa **13B**. La región central **RA** está configurada para ser muy delgada en relación con el espesor de otras regiones de la capa **13B** activa. La región central **RA** más delgada de la capa **13B** permite que la región central de la capa **13A** se expanda fácilmente durante la operación del transductor y, de este modo, cree la estructura en forma de cúpula deseada. Adicionalmente, la región más delgada de la capa **13B** permite evitar aberraciones ópticas y reduce la resistencia en la capa **13A** superior.

Debe indicarse que las realizaciones de las **figuras 2B-5B** ilustran varios ejemplos configurados para proporcionar que el panel **14** del sistema **100** de transductor se deforme en la región que define uno o más transductores **10** en una dirección predeterminada perpendicular a la superficie del sistema **100** de transductor. Las técnicas descritas anteriormente pueden implementarse independientemente o en combinación para proporcionar una dirección de deformación deseada del panel **14**. También debe observarse que la deformación direccional del panel **14** está destinada a permitir que el sistema **100** de transductor proporcione señales acústicas sustancialmente direccionales en respuesta a señales eléctricas transmitidas a las mismas a través de la disposición de transmisión de señal. Sin embargo, la divergencia de las señales acústicas generadas por uno o más transductores **10** del sistema **100** está determinada por la frecuencia de la señal acústica y un área combinada efectiva de uno o más transductores que generan la señal.

Además de la estructura de los transductores descritos anteriormente, el sistema de transductor de la presente invención puede laminarse adicionalmente con una capa delgada configurada para proporcionar una protección mecánica y/o aislamiento eléctrico del panel **14** y los contactos **12** eléctricos aplicados sobre la misma. Dicha capa delgada puede formarse de un polímero flexible tal como politetrafluoroetileno (PTFE), poliéster u otros materiales adecuados. La capa de recubrimiento es preferiblemente delgada y flexible para permitir que las señales acústicas

se transfieran a través del recubrimiento sin pérdida significativa. Además, la superficie exterior del sistema de transductor puede estar recubierta con un recubrimiento antirreflectante para reducir el resplandor exterior y mejorar el acoplamiento de la luz desde una unidad de visualización que puede estar situada debajo del sistema.

5 Además, los contactos **12** eléctricos acoplados al material piezoeléctrico pueden estar configurados para cubrir toda la región de los transductores o solo partes de los mismos y pueden estar configurados como un recubrimiento de malla o superficie. Ahora se hace referencia a las **figuras 6A-6B**, que ilustran una vista superior de una parte del panel **14** y que muestra una región **R** de un transductor **10** de acuerdo con las realizaciones de la invención. En la **figura 6A**, una región del panel de un único transductor **10** está acoplada a un contacto **12** eléctrico configurado como un contacto eléctrico de elemento único que cubre la región completa asociada con el transductor **10**.  
 10 Alternativamente, como se muestra en la **figura 6B**, los contactos **12** eléctricos de los transductores pueden configurarse como varias porciones de contactos eléctricos, en este ejemplo no limitativo específico, se muestran cuatro de dichas porciones **12a-12d** de contacto. En general, los contactos **12** eléctricos pueden estar modelados con subcaracterísticas que se pueden separar o tocar entre sí. Por ejemplo, los contactos **12** eléctricos pueden estar formados por varias porciones de contacto, como se muestra en la **figura 4B**, formadas como una malla o rejilla o que tienen cualquier otro patrón dentro de la región de un transductor **10**. Cuando las porciones **12a-12d** de contacto se desconectan entre sí, cada porción de contacto puede asociarse con un cable **22a-22d** eléctrico dedicado, proporcionando así las señales eléctricas deseadas a cada una de las porciones de contacto. Tal configuración de los contactos eléctricos puede mejorar la resolución del panel sensible al tacto (por ejemplo, pantalla háptica), cuando se utiliza mediante la detección de presión externa mediante el sistema **100** de transductor de la invención, o cuando tales capacidades son proporcionadas por una capa separada, por ejemplo, la capa de capacitancia base sensible al tacto (o cualquier otra capa de pantalla háptica), ubicada en la parte superior o debajo del sistema de transductor.

Como se indicó anteriormente, y como se ilustra en la **figura 1A**, el sistema **100** de transductor de la presente invención puede estar asociado con una unidad **30** de control configurada para operar selectivamente los transductores **10** del sistema **100** de transductor para generar vibraciones mecánicas y/o señales acústicas de uno o más intervalos de frecuencia. Por lo tanto, el sistema de transductor puede operarse para usarlo como un sistema de altavoces y/o proporcionar retroalimentación de vibración en forma de retroalimentación háptica local, es decir, asociada con uno o unos pocos transductores del sistema ubicados en una determinada zona en la superficie del sistema, o global, es decir, asociada con varias zonas en la superficie o con toda la superficie del sistema.  
 25 Adicionalmente, los transductores **10** del sistema **100** de transductor pueden ser operables para generar señales eléctricas en respuesta a una presión externa, por ejemplo, ondas hápticas o acústicas que inciden en uno o más transductores, para proporcionar a la unidad de control datos indicativos de al menos uno de fuerza, tipo, frecuencia y ubicación en la superficie del sistema de la presión externa.

Se hace ahora referencia a **las figuras 7A-7B**, que ilustran dos ejemplos de dispositivos **200** que electrónicos utilizan un sistema **100** de transductor de acuerdo con la presente invención; la **figura 7A** ilustra un dispositivo electrónico manual, por ejemplo, un dispositivo de teléfono móvil, y la **figura 7B** ilustra un ejemplo de dispositivo electrónico no portátil, por ejemplo, sistema de visualización de TV o cualquier otro dispositivo no portátil. Estos dos ejemplos no limitativos ilustran cómo el sistema **100** de transductor de la presente invención se puede integrar en un dispositivo electrónico para proporcionar las utilidades de entrada/salida deseadas del dispositivo. El dispositivo **200** electrónico puede tener una unidad **210** de visualización configurada para proporcionar una pantalla de salida de acuerdo con la operación del dispositivo. El sistema **100** de transductor, cuando está integrado en un dispositivo **200** electrónico, puede utilizar una utilidad del procesador (no mostrada específicamente) del dispositivo como la unidad **30** de control asociada, como se ejemplifica en la **figura 1A**. La utilidad del procesador del dispositivo **200** puede configurarse para operar el sistema **100** de transductor en uno o más esquemas operativos adecuados para su uso con el dispositivo **200** específico. Debe observarse que en realizaciones en las que el sistema **100** de transductor de la invención está integrado en un dispositivo **200** electrónico que tiene una unidad **210** de visualización, el sistema **100** de transductor puede ser ópticamente transparente y puede estar ubicado encima de la unidad **210** de visualización. En tales realizaciones, la disposición de transmisión de señal (no mostrada específicamente aquí) del sistema de transductor puede incluir cables ópticamente transparentes eléctricamente conductores.  
 40 Alternativamente, los cables eléctricos de la disposición de transmisión de señal pueden encaminarse a lo largo de la superficie del sistema de transductor para pasar sustancialmente en regiones muertas entre los píxeles de la unidad **210** de visualización. El dispositivo **200** electrónico típicamente también incluye utilidades **220** de entrada/salida adicionales, tales como cámara(s) **230**, altavoz(es) **240** y micrófono(s) **250**, la **figura 7A** ilustra utilidades de entrada/salida individuales (**230**, **240** y **250**) y la **figura 7B** ilustra una caja **220** de utilidad de entrada/salida. Las utilidades de entrada/salida pueden usarse para entrada/salida acústica y óptica y pueden operar en combinación con la operación de la unidad **100** de transductor. Por ejemplo, el transductor puede operarse para detectar campos de sonido y utilizar dichos datos para reducir el ruido relativo a la entrada de sonido desde el micrófono **240**, o el sistema de transductor puede operarse como un sónar para localizar un usuario seleccionado en combinación con datos de imagen recibidos desde la cámara **230**.

60 Por ejemplo, en realizaciones en las que el sistema **100** de transductor está integrado en un dispositivo electrónico como dispositivos portátiles, teléfonos móviles, tabletas, televisores, etc., el sistema de transductor puede estar configurado para ser ópticamente transparente y la utilidad de procesador del dispositivo puede operar el sistema de transductor en uno o más de los siguientes esquemas:



(i) Operación como altavoz de banda de audio. Durante las llamadas telefónicas, la unidad de control opera algunos transductores del sistema para generar señales acústicas de banda de audio correspondientes al sonido que se generará durante la llamada, es decir, algunos de los transductores operan como altavoz para proporcionar sonido a los oídos del usuario. Adicionalmente, algunos otros transductores pueden operarse para generar señales eléctricas en respuesta al sonido y de ese modo operar como micrófono del dispositivo **200**. Alternativamente, el dispositivo puede utilizar un micrófono convencional para conversaciones telefónicas.

(ii) Operación como altavoz de banda de audio. La unidad de control puede operar todos o algunos de los transductores **10** del sistema para generar señales acústicas de frecuencias de banda de audio de manera que el sistema de transductor puede operar como sistema de altavoz. Por ejemplo, la unidad de control puede operar por separado grupos de transductores ubicados en los dos lados del sistema para proporcionar sonido de banda de audio estéreo, o para operar un solo grupo de transductores para proporcionar señales de sonido de banda de audio mono. Además, la unidad de control puede operar uno o más de los transductores para que respondan a las señales acústicas en su proximidad para permitir una conversación telefónica manos libres. Para este fin, uno o dos grupos de transductores son operados para generar sonido de banda de audio, mientras que otro grupo de transductores es operado como un micrófono para grabar sonido, la unidad de control puede operar como una unidad de teléfono para transmitir el sonido grabado y recibir datos indicativos del sonido que se generará. Además, debe tenerse en cuenta que, como los transductores pueden operar como micrófonos o altavoces, cualquier funcionalidad que pueda ser proporcionada por un altavoz o micrófono estándar puede ser proporcionada por los transductores de correspondencia del sistema de transductor de acuerdo con la operación apropiada de la unidad de control.

(iii) Sistema de generación de sonido localizado. La unidad de control puede operar el sistema de transductor para proporcionar un campo de sonido localizado. Para este fin, la unidad de control opera transductores del sistema de transductor para generar señales acústicas de una o más frecuencias de ultrasonidos (US), las señales acústicas de US son mucho menos divergentes en relación con las señales de banda de audio, debido a la alta frecuencia, por lo tanto, la operación de la pluralidad de transductores para generar señal de US puede utilizar la técnica de formación de haz para dirigir la señal en una dirección deseada dirigiendo y enfocando el campo de sonido generado a las direcciones/ubicación deseadas. Con este fin, se debe tener en cuenta que el campo de sonido localizado se puede generar de manera más efectiva en el campo cercano (en el que tanto el enfoque como la dirección se pueden lograr mediante la formación del haz). Para este fin pueden utilizarse preferiblemente haces acústicos de longitud de onda corta (por ejemplo, haces de US), ya que están asociados con una distancia de Rayleigh más larga en comparación con la del sonido audible, resultando así con una región de campo cercano extendida en la que puede producirse un campo de sonido localizado. Generando un patrón específico de señales de US hacia una ubicación deseada, las ondas de presión causadas por las señales de US pueden causar interacción no lineal para permitir que solo un oyente ubicado en un punto específico oiga la señal de banda de audio resultante de la interacción no lineal. Tales funcionalidades del sistema de transductor de la presente invención se describen en la solicitud de patente PCT n.º PCT/IL2013/050952 cedida al cesionario de la presente solicitud. Utilizando los principios de formación de haz, el sistema de transductor puede ser operado por la unidad de control para dirigir el campo de sonido localizado a las ubicaciones deseadas. Además, la unidad de control puede, por ejemplo, operar varios (uno o más, o todos) transductores para generar señales de US con igual fase y amplitud, creando así una denominada "matriz paramétrica". Esto genera un haz de sonido similar al láser proporcionando un campo de sonido direccional que puede propagarse a lo largo de las distancias. Utilizando esta técnica, el sistema de transductor se puede usar con (o en) un dispositivo electrónico para proporcionar sonido a un usuario deseado mientras se evita que otros lo escuchen.

(iv) Modo de entrada de US. Algunos de los transductores pueden ser operados (por la unidad de control) para que respondan a las señales acústicas de US reflejadas desde el entorno para proporcionar datos indicativos de la ubicación de un usuario deseado. Dicho modo de entrada de US puede basarse en dos temas principales, modo Sónar y modo Doppler. El modo Sónar se basa en la generación y detección de señales de tipo sónar que ayudan a determinar la ubicación espacial de un usuario. Y el modo Doppler utiliza señales reflejadas que son el resultado de un haz de US enfocado en la cara del usuario que se devuelve al dispositivo con modulación Doppler. Esta modulación se puede hacer referencia cruzada al micrófono regular del dispositivo para filtrar los ruidos que no son del usuario. Por lo tanto, el sistema de transductor puede usarse en un dispositivo electrónico para permitir la entrada de sonido desde un usuario deseado mientras se monitoriza (detecta) la ubicación del usuario y se utilizan efectos Doppler para filtrar el ruido del campo de sonido de entrada. Cabe señalar que el sistema de transductor, junto con un dispositivo electrónico asociado, también puede utilizar un micrófono (capaz de detectar señales de US o no) como una utilidad de entrada de sonido principal, mientras que el sistema de transductor proporciona datos indicativos de la fuente de señales de sonido detectadas, para de ese modo proporcionar filtrado de ruidos no pertenecientes al usuario.

(v) El sistema de transductor puede operarse para proporcionar una superficie sensible al tacto del dispositivo, es decir, como una utilidad de entrada sensible al tacto. Esto puede proporcionarse utilizando varias técnicas: (a) Configuración de capacitancia propia: Los contactos eléctricos ubicados en la superficie exterior del panel pueden funcionar como electrodos de detección basados en capacitancia. Típicamente, la resolución proporcionada por la disposición de los transductores en el sistema puede ser insuficiente para proporcionar una superficie sensible al tacto de alta resolución; sin embargo, esto puede resolverse proporcionando contactos eléctricos segmentados, por ejemplo, como se ilustra en la figura 6B, para proporcionar características espaciales finas y habilitar la detección de resolución de subcaracterísticas. Cuando los transductores operan en modo de transmisor/receptor acústico, las características secundarias se pueden operar juntas para formar una

cobertura completa del transductor. (b) Sensor háptico de modo piezoeléctrico: El material o lámina piezoeléctrica del panel genera señales eléctricas en respuesta a la presión externa. A diferencia de la detección háptica basada en la capacitancia, la presión externa (de un dedo) puede detectarse incluso cuando se genera con dedos aislados (es decir, con guantes). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los materiales piezoeléctricos son sensibles a los impulsos y pueden tener una detección débil para el contacto continuo; el sistema, por lo tanto, puede configurarse para detectar y memorizar el impulso háptico inicial causado por un primer toque, y un impulso de separación cuando se levanta el dedo. Alternativamente, se detecta un barrido al electrodo vecino si los dedos se deslizan hacia los lados. Debido al hecho de que los transductores del sistema son operados individualmente, cada transductor puede responder al tacto de forma independiente de los otros transductores, proporcionando de este modo mayores capacidades multitáctiles. (c) Ondas acústicas de la superficie de la lámina: La unidad de control puede operar varios transductores, ubicados a un lado del panel (matriz) para emitir pulsos de sonido a alta frecuencia (preferiblemente más alta que cualquier frecuencia acústica utilizable, para proporcionar un aislamiento completo de otras tareas acústicas realizadas por los transductores). Cada transductor lateral genera un pulso ping corto de ráfaga de alta frecuencia, y estos pulsos son detectados por transductores en el otro lado extremo. Si un objeto o un dedo tocan el panel, el pulso de sonido se altera y se puede detectar la ubicación de la perturbación. Estas técnicas se pueden aplicar en los ejes horizontal y vertical del sistema de transductor a diferentes frecuencias al tacto detectado en ambos ejes. Además, esto puede implementarse en segmentos separados del sistema de transductor, donde los transductores extremos de cada segmento generan señales ping que son detectadas por otros transductores extremos del mismo segmento. Esta técnica puede implementarse simultáneamente o escaneando la superficie del sistema de transductor por pares de transductores de transmisor y receptor.

(vi) Teclado virtual/físico. En algunas realizaciones, si los transductores están configurados para deformarse a una estructura de tipo cúpula, la unidad de control puede proporcionar cierta tensión de CC a los transductores seleccionados para hacer que los transductores sobresalgan de la superficie del sistema de transductor. Esto puede proporcionar la funcionalidad del teclado de la siguiente manera: el dispositivo muestra un teclado virtual en la unidad de visualización donde la ubicación de las diferentes teclas se correlaciona con la ubicación de los transductores en el sistema de transductor; la unidad de control proporciona tensión de CC a los transductores correspondientes y hace que se levanten de la superficie en forma de cúpula; de este modo, proporciona al usuario sensación de teclado en la superficie del dispositivo. Se debe tener en cuenta que, incluso cuando se proporciona tensión de CC, los transductores pueden responder a la presión externa y proporcionar una señal correspondiente, por lo tanto, el sistema de transductor se puede operar para proporcionar un teclado real basado en uno virtual.

(vii) El sistema de transductor también puede ser operado por la unidad de control para proporcionar retroalimentación háptica a dicha presión externa, proporcionando transductores en las proximidades de la presión externa con señales eléctricas que se convertirán en vibración mecánica de una frecuencia "baja" seleccionada (por ejemplo, 2-200 Hz). Esta retroalimentación háptica puede proporcionar al usuario retroalimentación suficiente de que la superficie fue tocada en una ubicación deseada. Tales vibraciones mecánicas localizadas pueden usarse para otras opciones de interfaz de usuario y como retroalimentación de vibración como una utilidad de salida del dispositivo. Dicha funcionalidad de retroalimentación háptica se puede utilizar cuando el propio transductor genera una indicación de presión externa, o cuando el sistema de transductor se usa en combinación con un panel sensible al tacto dedicado (por ejemplo, panel de pantalla háptica). Adicionalmente, la unidad de control también puede operar ciertos transductores para vibrar para proporcionar una sensación mediante el dedo de emulación de rugosidad superficial, es decir, varios transductores vibran en frecuencias y amplitudes correspondientes para variar la sensación de la superficie y emular la rugosidad en diversos grados.

(viii) El sistema de transductor puede operarse como un detector de proximidad de ultrasonidos (US) para proporcionar capacidades de detección háptica de alta resolución. Varios transductores, en un lado de la periferia del sistema de transductor pueden operarse para transmitir señales de US de alta frecuencia, y varios otros transductores, en otro lado de la periferia del sistema de transductor, pueden operarse para detectar esta señal. Cuando un objeto se acerca mucho a la superficie del sistema de transductor, estas señales de alta frecuencia de US son amortiguadas o reflejadas por el objeto y no son detectadas por los transductores de detección o son modificadas antes de la detección. Operar dos filas de transductores en un esquema de este tipo puede proporcionar detección de proximidad/toque con una resolución superior a la densidad del transductor a lo largo de la superficie.

(ix) El sistema de transductor puede operar para transmitir señales acústicas de US y responder a la señal acústica reflejada de US para operar como un SONAR para permitir que la unidad de control identifique las distancias y la dirección de los objetos que rodean el sistema.

En diversas realizaciones en las que el sistema de transductor se incorpora en los dispositivos electrónicos, algunos de los esquemas operativos anteriores pueden utilizarse de acuerdo con las características deseadas a ser proporcionadas por el dispositivo electrónico.

Por ejemplo, las **figuras 8A y 8B** respectivamente ilustran un ejemplo de un dispositivo **200** electrónico configurado de acuerdo con otra realización de la presente invención, y un panel **14** de un sistema de transductor configurado de acuerdo con una realización de la presente invención, para integrarse en el dispositivo electrónico de la **figura 8A**. Aquí, el dispositivo **200** electrónico incluye una unidad de visualización (pantalla) **210** y un sistema **100** de transductor de acuerdo con la presente invención. El dispositivo electrónico puede ser, por ejemplo, un dispositivo

electrónico manual, por ejemplo, un teléfono móvil o tableta, y/o un dispositivo electrónico no portátil, por ejemplo, un sistema de visualización de TV, una estación de conexión de teléfono inteligente o cualquier otro dispositivo no portátil. En este ejemplo, el sistema **100** de transductor está integrado en un dispositivo electrónico y está dispuesto en regiones periféricas fuera del área de visualización del dispositivo. Por ejemplo, el panel **14** del sistema **100** de transductor puede estar dispuesto en el lado frontal del dispositivo y/o en uno o más de los lados del dispositivo (por ejemplo, en una o más paredes laterales), y/o como se ilustra en el presente ejemplo, el panel **14** del sistema **100** de transductor puede proporcionarse en una o más regiones en el marco de la unidad **210** de visualización. Con este fin, el sistema **200** de transductor (por ejemplo, el panel **14** del mismo) puede o no ser ópticamente transparente a la luz visible, y en algunos casos puede ser opaco.

Como en el ejemplo de las **figuras 7A y 7B**, también el sistema **100** de transductor de las **figuras 8A y 8B** puede estar asociado con una utilidad de procesador (no mostrada específicamente) que puede ser la del propio dispositivo **200** electrónico, o una utilidad de procesamiento separada. La utilidad del procesador puede configurarse para operar el sistema **100** de transductor en uno o más esquemas operativos adecuados para su uso con el dispositivo **200** específico. El dispositivo **200** electrónico también puede incluir utilidades de entrada/salida adicionales (por ejemplo, cámara(s), altavoz(es), micrófono(s)) para proporcionar entrada/salida acústica y/u óptica, y el sistema **100** de transductor puede operar en combinación con la operación de las utilidades de entrada/salida del dispositivo **200** electrónico.

En diversas realizaciones de la presente invención, el sistema de transductor puede estar configurado y ser operable para realizar el uno o más de los esquemas operativos (i) a (ix) que se indican anteriormente. A este respecto, debe tenerse en cuenta lo siguiente. En los casos en que el sistema **100** de transductor debe operar como un altavoz de banda de audio (esquema (i) anterior), el panel y/o al menos ciertas partes del mismo deberían proporcionarse preferiblemente en una región del dispositivo electrónico asociada con la ubicación de la oreja del usuario cuando se usa el dispositivo. En los casos en que el sistema **100** de transductor deba ser operado de acuerdo con los esquemas (iii), (iv) y (ix) anteriores para generar campos de sonido localizados, y/u operar en un modo de entrada de US o en un modo de sónar, los elementos transductores del sistema **100** de transductor preferiblemente deberían estar dispuestos espacialmente para disponerse y extenderse sobre un área relativamente grande, para permitir la generación y/o recepción de haces de ondas de audio localizadas/enfocadas (por ejemplo, para permitir la formación precisa de haces espaciales). Con este fin, en tales casos, el panel **14** del sistema **100** de transductor puede proporcionarse preferiblemente en la parte frontal del dispositivo electrónico (que típicamente está asociado con áreas más grandes que las paredes laterales del dispositivo electrónico). Además, como la recepción y/o transmisión de señales de audio desde la dirección del usuario (por ejemplo, desde la cabeza del usuario) son más importantes, es más preferible en algunos casos proporcionar el panel **14** del sistema **100** de transductor en la parte frontal del dispositivo electrónico (el lado frente al usuario cuando se usa el dispositivo). Con este fin, como típicamente el lado frontal del dispositivo **200** electrónico está ocupado principalmente por una unidad **210** de visualización, el sistema **100** de transductor (panel **14**) puede estar ubicado en regiones asociadas con el marco de la pantalla. Esto puede permitir que los elementos transductores se extiendan sobre un área lo suficientemente grande como para permitir la formación del haz lo suficientemente precisa y la localización del sonido, mientras que, por otro lado, también genere y/o reciba señales de audio hacia/desde la dirección del usuario utilizando el dispositivo **200** electrónico. A este respecto, disponer el sistema **100** de transductor (o panel **14** del mismo) en las regiones de marco de la unidad de visualización, también puede servir para las operaciones del transductor de acuerdo con los esquemas (v) a (viii) descritos anteriormente, es decir, para operar como una superficie sensible al tacto que sirve como tecla/almohadilla de control, y/o para proporcionar retroalimentación háptica al usuario.

Así, la presente invención proporciona una novedosa configuración de sistema transductor adecuada para su uso con diversos dispositivos electrónicos. El sistema de transductor puede configurarse con un factor de forma sustancialmente plano y puede estar realizado de forma compacta en/sobre la carcasa del dispositivo electrónico. Opcionalmente, el panel del sistema de transductor puede configurarse para ser transparente y puede colocarse sobre una unidad de visualización del dispositivo electrónico. Alternativa o adicionalmente, el panel del sistema de transductor puede estar dispuesto en el marco de la unidad de visualización o en las paredes laterales del dispositivo electrónico. El sistema de transductor puede configurarse y operarse para realizar varias funciones/operaciones diversas, tales como generar ondas/sonidos acústicos audibles (como un altavoz y/o un auricular) para dirigir las ondas acústicas en varias direcciones (por ejemplo, controlando las operaciones de los elementos transductores individuales basados en tecnologías de formación de haz conocidas en la técnica); para generar ondas acústicas ultrasónicas, que pueden utilizarse para técnicas de generación de sonido por ultrasonidos (por ejemplo, para generar campos de sonido localizados como se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente PCT n.º PCT/IL2013/050952) y/o para aplicaciones de sónar y/o como una superficie sensible al tacto; y/o para proporcionar vibración mecánica y retroalimentación háptica. Una persona medianamente experta en la técnica considerará fácilmente las realizaciones descritas anteriormente de la presente invención, apreciará fácilmente diversas modificaciones que pueden aplicarse a las realizaciones anteriores, por ejemplo, para optimizarlas a una o más de las funciones enumeradas anteriormente, sin apartarse del alcance de la presente invención como se define en las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema [100] de transductor, que comprende:

un panel [14] que comprende una o más láminas [13; 13A; 13B] piezoeléctricas y una disposición de contactos [12] eléctricos acoplados a dicho panel [14] y configurados para definir uno o más transductores [10] en dicho panel [14];

en el que al menos un transductor [10] de dichos uno o más transductores, que están situados en el panel [14] en una región [R] respectiva, incluye una disposición lateral de al menos dos contactos [12A, 12B] eléctricos acoplados respectivamente a al menos dos zonas laterales de dicha región respectiva del transductor e incluyendo al menos un primer y un segundo contactos eléctricos acoplados respectivamente cerca de unas zonas periférica [RP] y central [RA] de dicha región respectiva; y en el que dicha disposición lateral de al menos dos contactos [12] eléctricos está configurada y es operable para permitir la provisión de diferentes campos eléctricos en dichas al menos dos zonas laterales para provocar simultáneamente diferentes grados de deformación del material piezoeléctrico de dichos al menos dos zonas laterales y, de ese modo, deformar eficientemente dicha región respectiva del panel para curvar una superficie de dicha región, para causar al menos uno de los siguientes: conversión de señales eléctricas en vibraciones mecánicas y conversión de vibraciones mecánicas en señales eléctricas.

2. El sistema de transductor de la reivindicación 1, en el que dichos transductores están dispuestos en una geometría y separación predeterminadas a lo largo de dicho panel, comprendiendo dicho sistema de transductor una disposición de transmisión de señal acoplada a dichos contactos eléctricos y configurada para proporcionar conexión eléctrica a la misma para operar independientemente dichos transductores para generar vibraciones en uno o más intervalos de frecuencia en respuesta a señales eléctricas proporcionadas a los mismos por dicha disposición de transmisión de señal.

3. El sistema de transductor de la reivindicación 1, en el que dichos transductores son operables para al menos uno de los siguientes: (i) generar vibraciones mecánicas en uno o más intervalos de frecuencia acústica que comprenden al menos uno de intervalo de frecuencia de banda de audio e intervalo de frecuencia de ultrasonidos; y (ii) al menos algunos de dichos transductores son capaces de convertir la presión externa en una señal eléctrica.

4. El sistema de transductor de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho panel comprende una o más capas que comprenden una o más capas activas formadas con material piezoeléctrico capaz de deformarse en respuesta a señales eléctricas aplicadas al mismo para generar de ese modo dichas vibraciones mecánicas.

5. El sistema de transductor de la reivindicación 4, en el que al menos uno de los siguientes: (i) dicho panel comprende al menos una capa pasiva acoplada mecánicamente a dicha una o más capas activas en ubicaciones predeterminadas definidas por dicha geometría predeterminada, de manera que la expansión y la contracción de las zonas respectivas en dicha región del panel proporciona la deformación de dicha región en una dirección predeterminada perpendicular a dicha superficie; y (ii) dicha una o más capas activas comprenden al menos dos capas activas, cada una formada con material piezoeléctrico capaz de deformarse en respuesta a las señales eléctricas aplicadas a la misma; una región de dicho al menos un transductor comprende dos o más contactos eléctricos acoplados eléctricamente a dichas al menos dos capas activas en dicha región; dichos dos o más contactos eléctricos están configurados para aplicar campo eléctrico en dicha región para expandir una zona de una de dichas al menos dos capas activas en dicha región y contraer una zona de otra de dichas al menos dos capas en dicha región, para de ese modo deformar dicha región en una dirección predeterminada perpendicular a dicha superficie.

6. El sistema de transductor de la reivindicación 4 o 5, en el que dichos contactos eléctricos están acoplados eléctricamente a al menos una región a lo largo de al menos una superficie superior y una superficie inferior de dicha una o más capas activas.

7. El sistema de transductor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicho panel comprende al menos una capa activa y en el que dichos primer y segundo contactos eléctricos están situados desde un lado de dicha al menos una capa activa; y dicho panel comprende al menos un tercer contacto eléctrico situado desde un lado opuesto de dicha al menos una capa activa.

8. El sistema de transductor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha región del panel asociada con un transductor está configurada con una curvatura predeterminada a lo largo de al menos un eje paralelo a dicho panel, de forma tal que la expansión y la contracción de zonas respectivas de dicha región proporcionan deformación del panel en dicha región en una dirección predeterminada perpendicular a dicho panel.

9. El sistema de transductor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho panel comprende al menos una capa activa de lámina piezoeléctrica que comprende una lámina piezoeléctrica de polímero.

10. El sistema de transductor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho panel es sustancialmente transparente a la luz visible y en el que al menos uno de los siguientes: (i) la una o más láminas piezoeléctricas de dicho panel son sustancial y ópticamente transparentes a la luz visible; y (ii) dichos contactos

eléctricos son contactos eléctricos ópticamente transparentes.

- 5 11. El sistema de transductor de la reivindicación 10, en el que al menos uno de los siguientes: (a) dicho panel comprende al menos una capa activa de lámina piezoeléctrica que comprende una lámina piezoeléctrica de polímero que comprende material basado en fluoruro de poli(vinilideno) (PVDF); y (b) dichos contactos eléctricos en dicho panel ópticamente transparente comprenden al menos uno de los siguientes: (i) malla sustancialmente transparente de conductores metálicos finos; (ii) recubrimiento delgado de nanotubos de carbono (CNT); (iii) recubrimiento de grafeno; (iv) recubrimiento de nanopartículas de plata (Ag); (v) recubrimiento ultra delgado de óxido de estaño - indio (ITO); (vi) recubrimiento transparente de polianilina; (vii) recubrimiento transparente de politiofeno; y (viii) recubrimiento transparente de poli (3,4-etilendioxitiofeno)-poli (trimeresulfonato) (PEDOT/PSS).
- 10 12. El sistema de transductor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos grados diferentes de deformación del material piezoeléctrico están asociados con la expansión del material piezoeléctrico en al menos una de dichas zonas y la contracción del material piezoeléctrico en al menos otra de dichas zonas.
- 15 13. Un dispositivo electrónico que comprende el sistema de transductor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores y una unidad de control, pudiéndose conectar dicha unidad de control a una disposición de transmisión de señal y configurarse y operar para la activación separada de dichos transductores proporcionando de manera selectiva señales eléctricas a través de dicha disposición de transmisión de señal a contactos eléctricos seleccionados de transductores seleccionados, para generar así señales acústicas de acuerdo con datos indicativos de los mismos recibidos por dicha unidad de control.
- 20 14. El dispositivo electrónico de la reivindicación 13, que comprende una unidad de visualización, y en el que al menos uno de los siguientes: (i) dicho panel del sistema de transductor está configurado para proporcionarse en una o más regiones que rodean a dicha unidad de visualización; y (ii) dicho panel del sistema de transductor está configurado para ser transparente a la luz visible y está ubicado en la parte superior de dicha unidad de visualización.
- 25 15. El dispositivo electrónico de la reivindicación 13 o 14, en el que dicho sistema de transductor puede operar como al menos uno de un panel háptico y un micrófono; dicha unidad de control está configurada para recibir señales eléctricas indicativas de la presión externa aplicada a uno o más de dichos transductores.
- 30 16. El sistema de transductor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una pluralidad de transductores activados separadamente dispuestos en una geometría y una separación predeterminadas en regiones respectivas en una superficie de un panel, y una disposición de transmisión de señal acoplada a dicha pluralidad de transductores activados separadamente y configurados para proporcionar una conexión eléctrica a dichos transductores;
- 35 en el que dicho panel comprende: al menos una capa activa de material piezoeléctrico y al menos una capa adicional acoplada a dicha al menos una capa de material piezoeléctrico para formar una lámina piezoeléctrica bimórfica en al menos una región de dichas regiones que están asociadas con el transductor respectivo de dichos transductores; y en el que dicha disposición de transmisión de señal comprende dicha disposición lateral de al menos dos contactos eléctricos acoplados eléctricamente a dicha capa activa en dicha región del transductor respectivo.
- 40 17. El sistema de transductor de la reivindicación 16, en el que dicha capa adicional es al menos una de las siguientes: una segunda capa activa que comprende material piezoeléctrico y una capa pasiva.
- 45 18. El sistema de transductor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en el que en un estado inoperativo una superficie del panel tiene una geometría sustancialmente plana y en el que la operación de dicho transductor está asociada con la provisión de un potencial de polarización a al menos uno de dichos contactos eléctricos para deformar dicha región del transductor para formar una superficie curvada que sobresale en dicha dirección predeterminada.
- 50 19. El sistema de transductor de la reivindicación 18, en el que dicho transductor es operable para al menos uno de los siguientes: (i) la generación de vibraciones mecánicas en una cierta frecuencia está asociada con proporcionar al menos uno de dichos contactos eléctricos con potencial alterno que oscila con dicha frecuencia, en el que dichas vibraciones mecánicas están asociadas con al menos uno de: señales acústicas y retroalimentación háptica; y (ii) convertir la presión mecánica aplicada a dicha superficie curva en potencial eléctrico correspondiente en al menos uno de dichos contactos eléctricos.

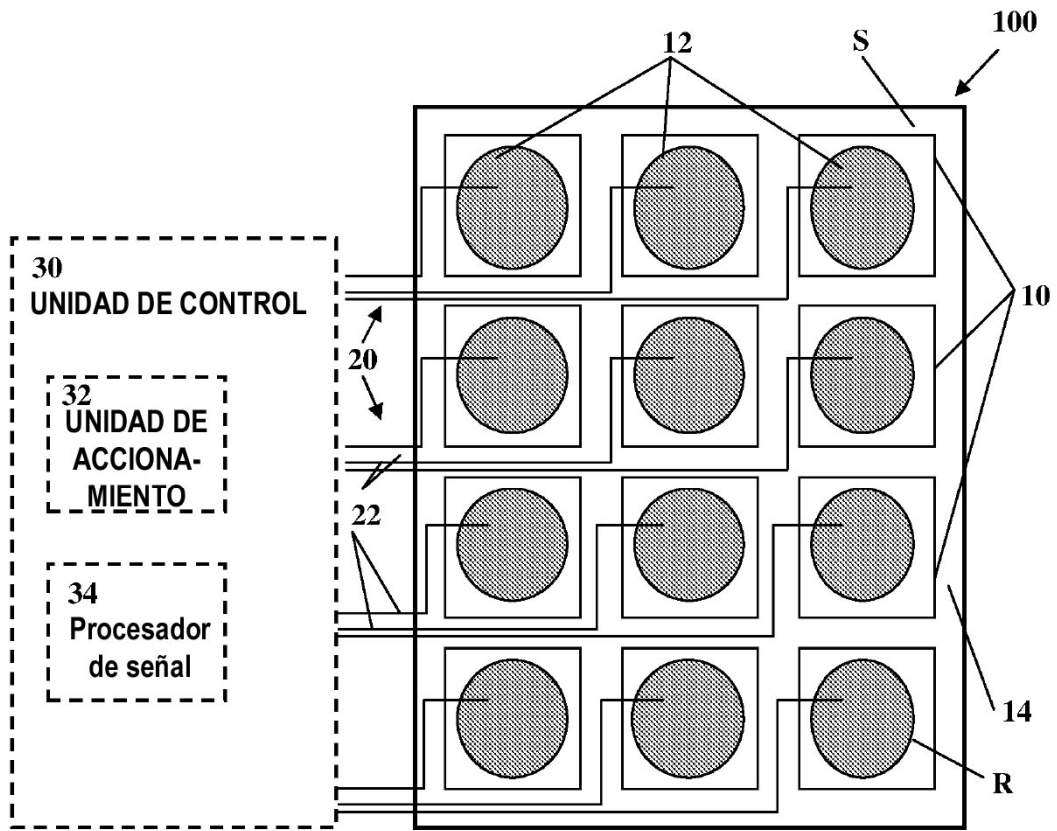


FIG. 1A

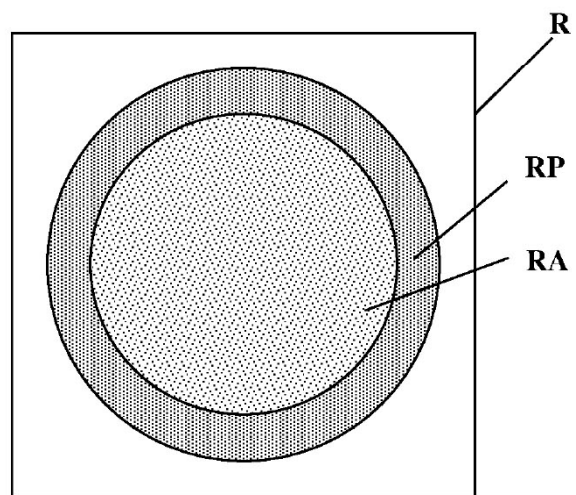


FIG. 1B

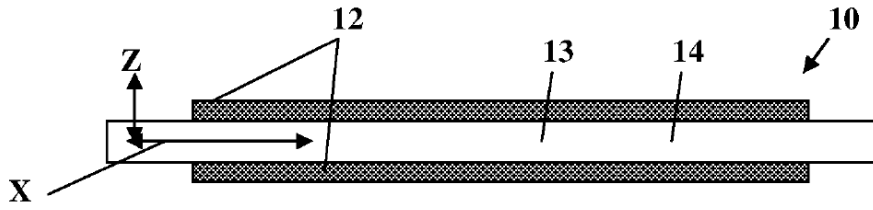


FIG. 2A

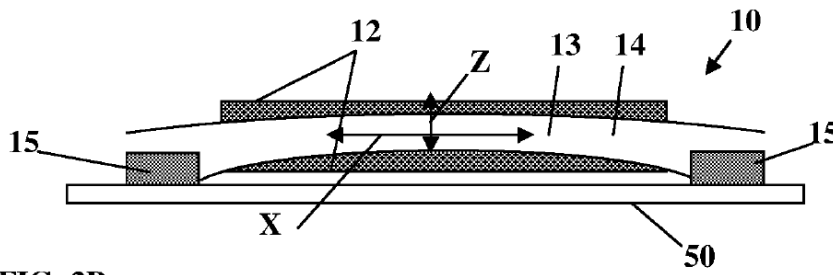


FIG. 2B

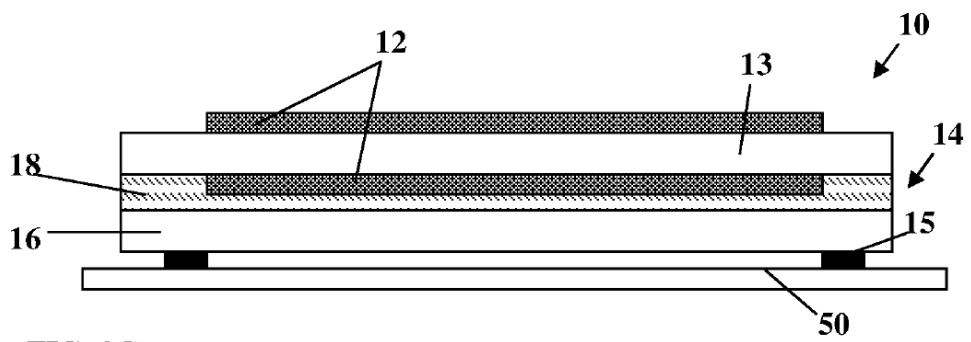


FIG. 2C

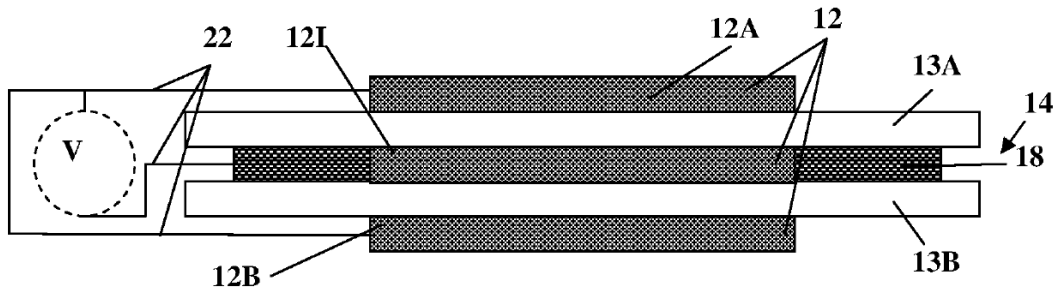


FIG. 3A

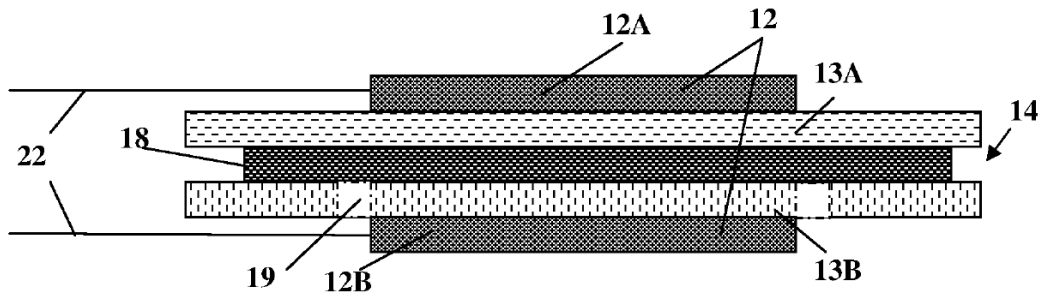


FIG. 3B



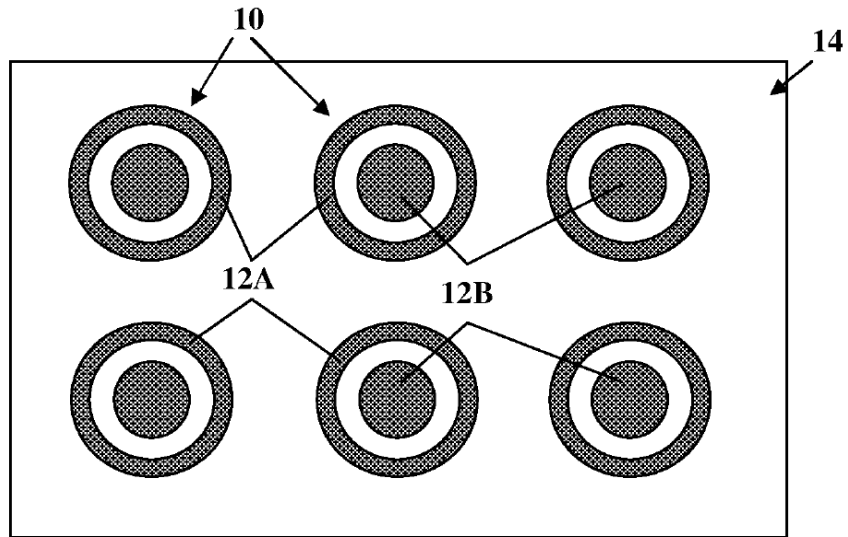


FIG. 4A

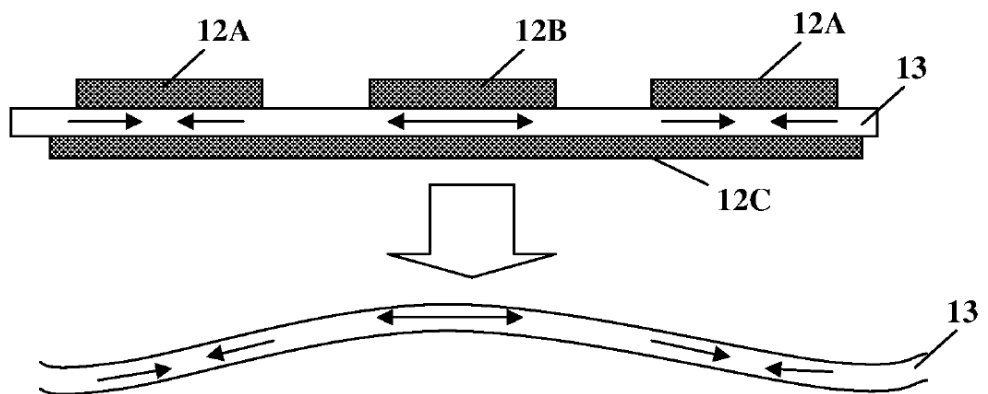


FIG. 4B

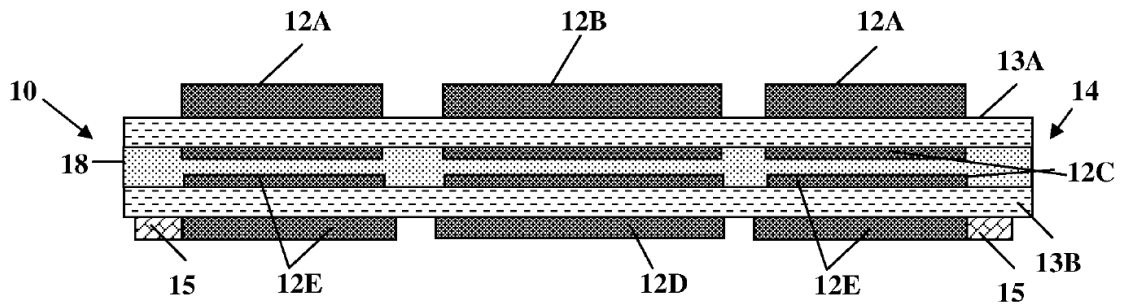


FIG. 5A

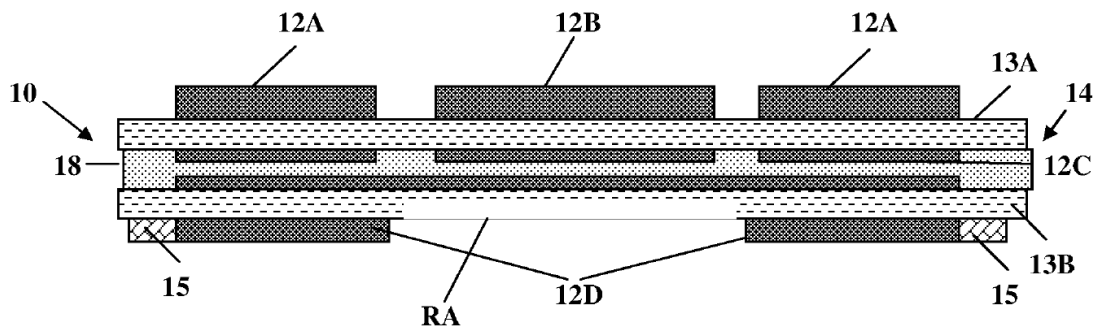


FIG. 5B

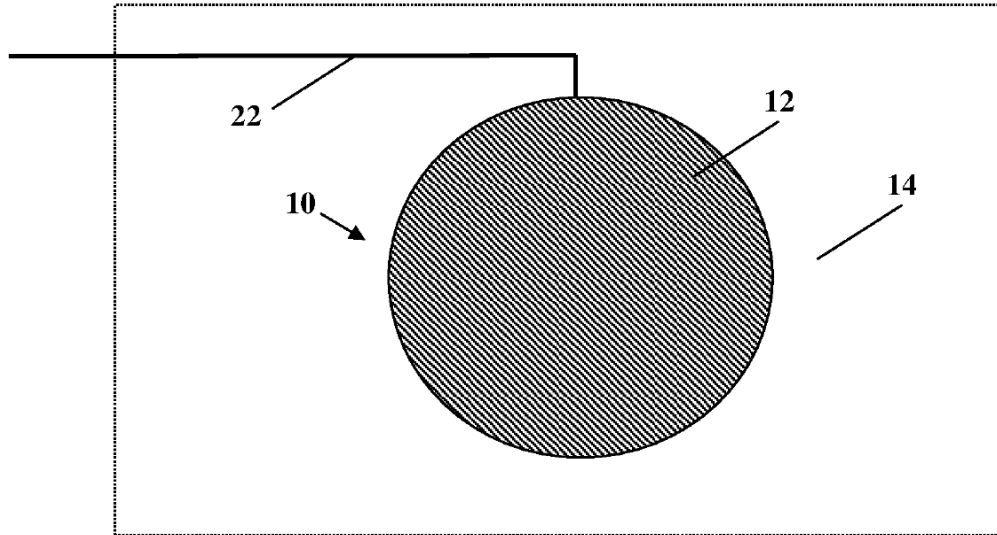


FIG. 6A

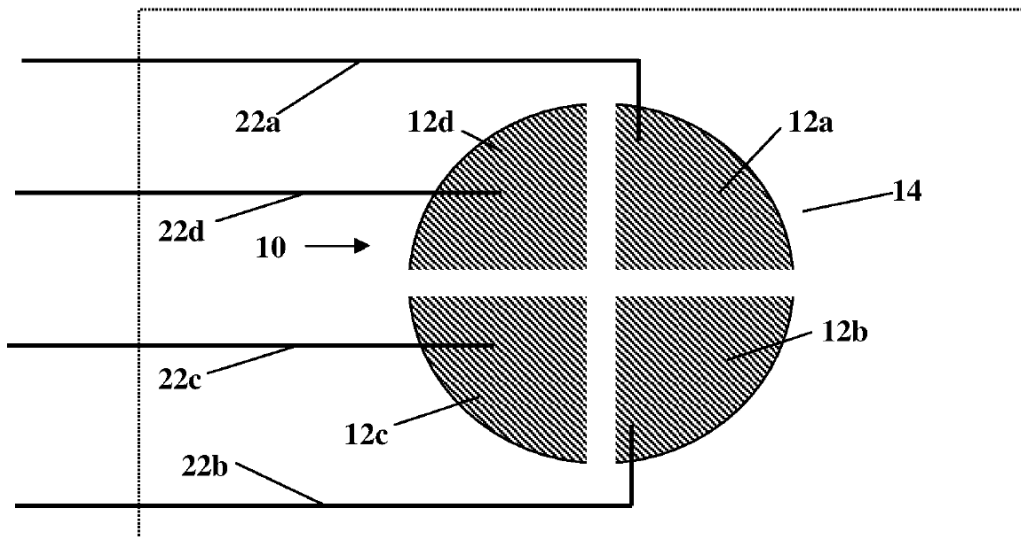


FIG. 6B

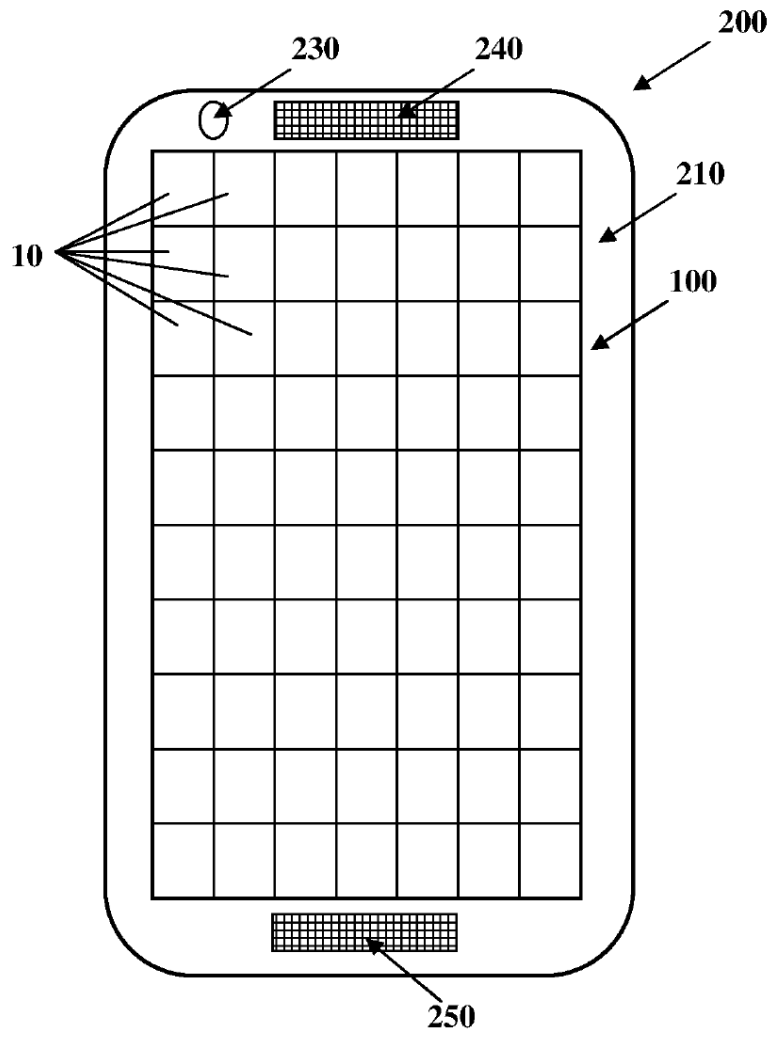


FIG. 7A

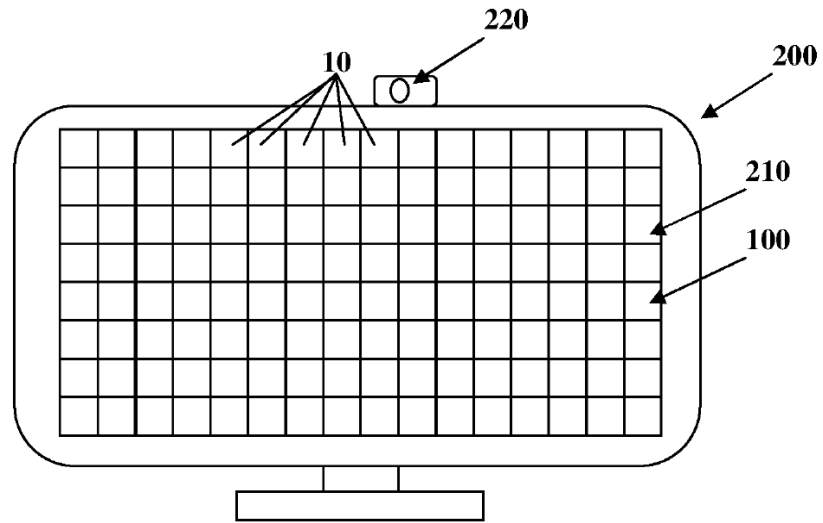


FIG. 7B

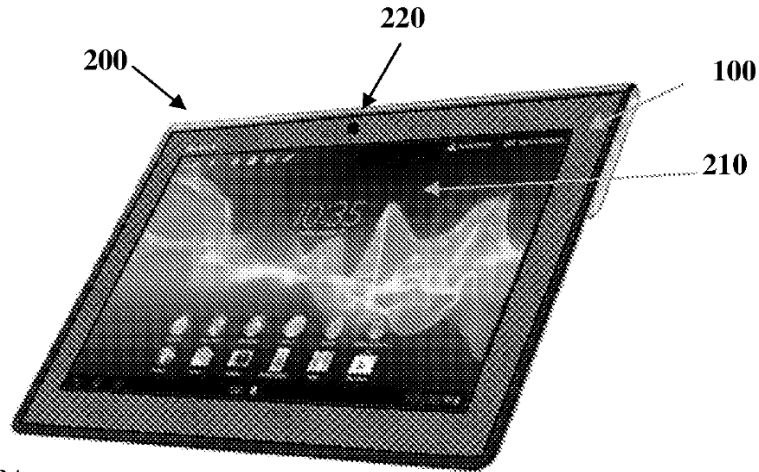


FIG. 8A

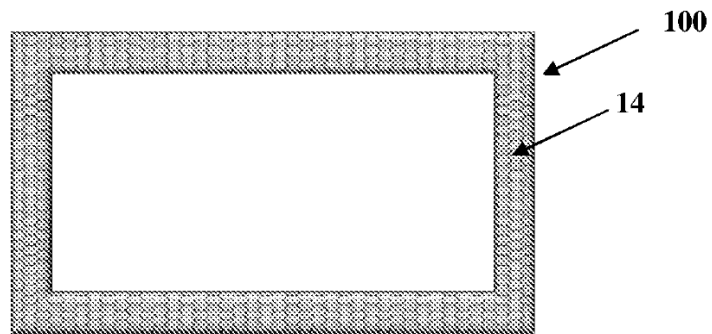


FIG. 8B