

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 133**

51 Int. Cl.:

**H04R 17/00** (2006.01)

**H04B 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2017 PCT/GB2017/050859**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.10.2017 WO17178787**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2017 E 17713416 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 3443758**

54 Título: **Transductor electroacústico**

30 Prioridad:

**12.04.2016 GB 201606278**

**12.04.2016 EP 16275052**

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

**16.07.2020**

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)**

**6 Carlton Gardens**

**London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**KENT, LIONEL, WILLIAM, JOHN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 774 133 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**

Transductor electroacústico

5 La presente invención se refiere, en general, a un transductor electroacústico, y a un sistema transceptor de energía y/o datos que comprende tal transductor, y un procedimiento relacionado.

10 Los transductores electroacústicos se usan a menudo para transmitir o recibir una señal acústica. Tal transductor o un sistema que comprende tal transductor puede usarse, por ejemplo, en un escáner, sistema de tomografía o transmisión de datos o energía.

15 El documento US 2012/127833 A1 muestra un transductor electroacústico, que comprende dos electrodos y un material piezoeléctrico al menos parcialmente intercalado entre los electrodos, que se usa para transmitir y recibir energía y datos a través de un medio sólido, tal como el casco de un barco o un reactor nuclear.

20 Por supuesto, es necesario conectar eléctricamente un transductor electroacústico a un controlador que se usa para procesar o similar, las señales que se transmiten o reciben por el transductor. Si la conexión entre el controlador y el transductor no se tiene debidamente en cuenta, entonces la conexión en sí misma puede afectar el rendimiento del transductor.

25 Como ya se describió brevemente antes, los transductores electroacústicos pueden usarse para transmitir o recibir datos a través de una señal acústica generada o recibida. La velocidad de transferencia de datos puede lograrse satisfactoriamente mediante el uso de las señales acústicas típicamente de alta frecuencia generadas o recibidas por el transductor. Sin embargo, un enfoque puramente acústico para la transmisión o recepción de datos podría no resultar en velocidades de transferencia de datos suficientemente altas para ciertas aplicaciones.

30 Un objetivo ilustrativo de las realizaciones ilustrativas de la presente invención es resolver o evitar al menos parcialmente uno o más problemas o desventajas con los transductores de la técnica anterior o sistemas relacionados, ya sea identificados en la presente memoria o en otro lugar, o al menos proporcionar una alternativa viable a los transductores existentes o sistemas relacionados.

35 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un transductor electroacústico, que comprende: un primer electrodo; un segundo electrodo; un material piezoeléctrico al menos parcialmente intercalado entre el primer electrodo y el segundo electrodo; y un conector eléctrico flexible en conexión eléctrica con el primer o segundo electrodo en puntos discretos alrededor de una periferia de ese electrodo, los puntos discretos que se distribuyen alrededor de una porción sustancial de esa periferia.

El conector eléctrico flexible puede tener una geometría de alivio de tensión en y/o entre los puntos discretos.

40 El conector eléctrico flexible generalmente puede extenderse alrededor de y está separado del electrodo, excepto en los puntos discretos, donde el conector flexible se extiende hacia dentro hacia el electrodo.

45 El conector eléctrico flexible puede conformarse para tener una estructura o geometría similar a un resorte o similar a un resorte plano, en y/o entre los puntos discretos.

El conector eléctrico flexible puede comprender una o más bisagras cinemáticas.

50 El conector flexible podría comprender una primera porción que se extiende alrededor de una porción sustancial de la periferia del electrodo. El conector flexible puede comprender una o más segundas porciones que se encuentran y se extienden lejos de la primera porción y se disponen para facilitar el suministro de energía eléctrica a/desde la primera porción. La primera porción podría tener un área de sección transversal más pequeña, o podría ser más delgada, o podría ser más estrecha, más lejos de la localización o localizaciones de encuentro de lo que lo está en o más adyacente a la localización o localizaciones de encuentros.

55 El primer o segundo electrodo podría envolverse al menos parcialmente alrededor del material piezoeléctrico, de manera que una porción del segundo electrodo y del primer electrodo se localicen en el mismo lado del material piezoeléctrico.

60 El transductor electroacústico podría comprender además una abertura óptica que se extiende a través del transductor electroacústico, para permitir que tenga lugar una comunicación óptica a través del transductor electroacústico.

65 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema transceptor de energía y/o datos, que comprende un primer transductor electroacústico del primer aspecto, en el que el transductor electroacústico se usa como un transmisor de energía, un transmisor de datos, un receptor de energía o un receptor de datos.

El primer o segundo electrodo del primer transductor electroacústico podría unirse a un medio de transmisión sólido, a través del cual el primer transductor electroacústico puede transmitir y/o recibir energía media y/o datos.

5 También podría proporcionarse un segundo transductor electroacústico del primer aspecto. El primer o segundo electrodo de cada uno del primer y segundo transductores electroacústicos podría unirse a los extremos o lados sustancialmente opuestos del medio de transmisión sólido, para permitir la transmisión acústica de energía y/o datos entre el primer y segundo transductores electroacústicos a través del medio de transmisión sólido.

10 El sistema transceptor de energía y/o datos podría comprender el primer y segundo controladores electroacústicos asociados, respectivamente, con el primer y segundo transductores electroacústicos, para: controlar el primer o segundo transductor electroacústico para generar una señal acústica, para transmitir energía y/o datos al segundo o primer transductor electroacústico, a través del medio de transmisión sólido, mediante el uso de esa señal; y/o recibir energía y/o datos del primer o segundo transductor electroacústico como resultado de que el primer o segundo transductor electroacústico reciba esa señal.

15 El sistema transceptor de energía y/o datos podría comprender un primer y un segundo controlador óptico asociados, respectivamente, con el primer y segundo transductores electroacústicos, para transmitir/recibir datos ópticamente entre el primer y segundo controladores ópticos, la transmisión/recepción es a través del medio de transmisión sólido que también es sustancialmente transparente a la transmisión de señales ópticas, y a través de una abertura o de la abertura óptica que se extiende a través de cada uno del primer y segundo transductores electroacústicos.

20 El medio de transmisión sólido podría extenderse a través de una barrera, de un lado a otro. La barrera puede ser un aislante eléctrico y/o ser ópticamente opaca.

25 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para transmitir o recibir datos y/o energía mediante el uso de un transductor electroacústico, el procedimiento que comprende generar o recibir una señal acústica mediante el uso del transductor, para transmitir o recibir datos y/o energía mediante el uso de esa señal acústica, en el que el transductor comprende un conector eléctrico flexible en conexión eléctrica con un electrodo del transductor, alrededor de una porción sustancial de una periferia de ese electrodo, en el que el conector eléctrico flexible está en conexión eléctrica con el electrodo en puntos discretos alrededor de una porción sustancial de la periferia de ese electrodo.

30 De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un transductor electroacústico, que comprende: un primer electrodo; un segundo electrodo; un material piezoeléctrico al menos parcialmente intercalado entre el primer electrodo y el segundo electrodo; y una abertura óptica que se extiende a través del transductor electroacústico, para permitir que tenga lugar la comunicación óptica a través del transductor electroacústico.

35 Cada uno del primer electrodo, segundo electrodo y material piezoeléctrico podría extenderse sustancialmente alrededor de la abertura óptica.

Uno o más del primer electrodo, segundo electrodo y material piezoeléctrico se extienden sustancialmente alrededor de la abertura óptica de manera sustancialmente circular, anular, de arco o en forma de C.

40 La abertura óptica podría extenderse a través de un centro del transductor.

La abertura óptica podría extenderse a través del transductor, desplazada desde un centro del transductor.

45 El primer o segundo electrodo podría envolverse al menos parcialmente alrededor del material piezoeléctrico, de manera que una porción del segundo electrodo y del primer electrodo se localicen en el mismo lado del material piezoeléctrico.

50 El transductor electroacústico podría comprender un conector eléctrico flexible en conexión eléctrica con el primer o segundo electrodo alrededor de una porción sustancial de una periferia de ese electrodo. El transductor electroacústico podría comprender un conector eléctrico flexible en conexión eléctrica con el primer o segundo electrodo en puntos discretos alrededor de una periferia de ese electrodo, los puntos discretos se distribuyen alrededor de una porción sustancial de esa periferia

55 De acuerdo con un quinto aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema transceptor de energía y/o datos, que comprende un primer transductor electroacústico del cuarto aspecto, en el que el transductor electroacústico se usa como un transmisor de energía, un transmisor de datos, un receptor de energía o un receptor de datos.

60 El primer o segundo electrodo del primer transductor electroacústico podría unirse a un medio de transmisión sólido, a través del cual el primer transductor electroacústico puede transmitir y/o recibir energía media y/o datos.

65

También podría proporcionarse un segundo transductor electroacústico del primer aspecto. El primer o segundo electrodo de cada uno del primer y segundo transductores electroacústicos podría unirse a los extremos o lados sustancialmente opuestos del medio de transmisión sólido, para permitir la transmisión acústica de energía y/o datos entre el primer y segundo transductores electroacústicos a través del medio de transmisión sólido.

5 El sistema transceptor de energía y/o datos podría comprender el primer y segundo controladores electroacústicos asociados, respectivamente, con el primer y segundo transductores electroacústicos, para: controlar el primer o segundo transductor electroacústico para generar una señal acústica, para transmitir energía y/o datos al segundo o primer transductor electroacústico, a través del medio de transmisión sólido, mediante el uso de esa señal; y/o recibir energía y/o datos del primer o segundo transductor electroacústico como resultado de que el primer o segundo transductor electroacústico reciba esa señal.

15 El sistema transceptor de energía y/o datos podría comprender un primer y un segundo controlador óptico asociados, respectivamente, con el primer y segundo transductores electroacústicos, para transmitir/recibir datos ópticamente entre el primer y segundo controladores ópticos, la transmisión/recepción es a través del medio de transmisión sólido que también es sustancialmente transparente a la transmisión de señales ópticas, y a través de una abertura o de la abertura óptica que se extiende a través de cada uno del primer y segundo transductores electroacústicos.

20 El primer y segundo controladores ópticos podrían disponerse para transmitir datos mediante el uso de diferentes longitudes de onda ópticas.

El medio de transmisión sólido podría extenderse a través de una barrera, de un lado a otro. La barrera puede ser un aislante eléctrico y/o ser ópticamente opaca.

25 De acuerdo con un sexto aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para transmitir o recibir datos y/o energía a través de un transductor electroacústico, el procedimiento que comprende: generar o recibir una señal acústica mediante el uso del transductor, para transmitir o recibir datos y/o energía mediante el uso de esa señal acústica, y transmitir o recibir una señal óptica a través de una abertura óptica que se extiende a través del transductor.

35 El experto apreciará, a partir de una lectura de la divulgación en combinación con el conocimiento inherente de experto, que una o más características descritas en relación con cualquier aspecto de la presente invención pueden combinarse y/o reemplazarse con una o más características de otros aspectos de la invención descrita, y como tal combinación y/o reemplazo se entendería por ese experto como mutuamente excluyente. Por ejemplo, una o más características descritas en relación con el transductor que tiene un conector eléctrico flexible pueden usarse en combinación con o reemplazar cualquiera de las características del transductor que tiene el concepto de una abertura óptica, y así sucesivamente.

40 Para un mejor entendimiento de la invención, y para mostrar cómo las realizaciones de la misma pueden llevarse a la práctica, se hará referencia ahora, a manera de ejemplo figuras esquemáticas adjuntas en las que:

La Figura 1 representa esquemáticamente un sistema transceptor de energía y/o datos, de acuerdo con una realización ilustrativa;

45 La Figura 2 representa esquemáticamente un transductor electroacústico, de acuerdo con una realización ilustrativa; La Figura 3 representa esquemáticamente características adicionales de un transductor electroacústico, de acuerdo con una realización ilustrativa;

La Figura 4 representa esquemáticamente detalles adicionales de la realización ilustrativa de la Figura 3; La Figura 5 representa esquemáticamente un procedimiento para usar un transductor electroacústico, de acuerdo con una realización ilustrativa; y

50 La Figura 6 representa esquemáticamente otro procedimiento para usar un transductor electroacústico diferente, de acuerdo con la realización ilustrativa.

55 Típicamente, un conector eléctrico a un electrodo de un transductor electroacústico se extiende hacia y entra en contacto con un único punto de ese electrodo, por ejemplo, en forma de un cable que se extiende hasta un punto de contacto o similar. Esto podría ser satisfactorio en ciertas aplicaciones, por ejemplo, en términos de la conexión eléctrica y del rendimiento resultante del transductor. Sin embargo, de acuerdo con una realización ilustrativa, una construcción más sofisticada y más robusta se basa en que el conector eléctrico sea flexible y se extienda alrededor de una porción sustancial de una periferia del electrodo y entre en contacto con ese electrodo en puntos discretos alrededor de esa periferia. En resumen, esto podría permitir un mejor rendimiento del transductor, o un rendimiento en términos reales más parecido al esperado del transductor.

65 Ya se ha descrito cómo las velocidades de transferencia de datos que usan solo señales acústicas pueden ser satisfactorias en algunas aplicaciones, pero no suficientes en otras. Un enfoque existente para resolver este problema podría ser usar la transmisión óptica de datos. Sin embargo, la transmisión óptica de datos podría no ser posible a través de algunos medios o barreras. Al mismo tiempo, un grado de transmisión de señal acústica podría

ser conveniente o necesario, para un segundo canal de comunicación, para redundancia u otros fines, tal como la transmisión de energía a través de un medio o barrera. En el pasado, se han propuesto sistemas transceptores ópticos y acústicos, que se basan en un sistema de comunicación óptica de lado a lado y un sistema transceptor electroacústico. Si bien este enfoque podría resolver algunos de los problemas descritos anteriormente, tal sistema de lado a lado da como resultado una huella bastante mayor en comparación con cada componente de manera aislada. No es conveniente aumentar la huella en muchas aplicaciones, donde las aplicaciones requieran la penetración física de un objeto a través de una barrera para poder instalar el sistema. Una huella más grande podría significar un agujero más sustancial en la barrera, lo que podría comprometer la barrera. De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, estos problemas pueden superarse o evitarse en gran medida al proporcionar una abertura óptica que realmente se extienda a través del transductor electroacústico. Esto permite que la comunicación óptica se realice a través de ese transductor, al tiempo que permite que el transductor realice la transmisión/recepción de energía/datos de una manera acústica. Al mismo tiempo, este enfoque mantiene la huella general del aparato más pequeña que si los componentes individuales se implementaran de manera paralela.

Estos principios inventivos se describirán ahora con más detalle en ejemplos prácticos, con referencia a las Figuras 1 a 6.

La Figura 1 representa esquemáticamente una barrera 2. La barrera podría adoptar una de una gran cantidad de formas diferentes, que varían desde la pared de un edificio, o el recubrimiento o el casco de un vehículo o un barco, hasta la pared de un reactor nuclear u otro entorno que requiera separación desde otro espacio. Un tema común de todas estas barreras es que, en general, no es conveniente hacer penetraciones innecesarias de la barrera, por ejemplo, de un lado 4 de la barrera 2 al otro lado 6 de la barrera 2. Esto podría ser para prevenir el daño general o la reducción de la integridad estructural de la barrera 2, y/o para asegurar que los entornos en un lado 4 de la barrera 2 se mantengan bastante separados del entorno en el segundo lado 6 de la barrera 2. En un ejemplo más particular, bien podría ser que un lado de la barrera 4 contenga una zona segura o controlada, mientras que el otro lado 6 es una zona más remota o no controlada. Entonces, la zona de control 4 podría comprender, por ejemplo, un interior de un barco o vehículo, o una sala de control, mientras que el otro lado 6 podría comprender una zona no controlada en forma de un entorno externo al barco o vehículo, o un entorno peligroso adyacente a la sala de control.

Por supuesto, en algunas aplicaciones puede no ser necesario comprometer la barrera 2 de ninguna manera, por ejemplo, si se van a llevar a cabo los datos puramente acústicos o transmisión de energía a través de la barrera. Esto se debe a que la barrera 2 puede transmitir fácilmente las señales acústicas. Sin embargo, en algunos casos, como ya se describió anteriormente, la transmisión de la señal acústica puede no ser suficiente para las necesidades de la aplicación. Entonces, podría ser necesario penetrar la barrera 2 de alguna manera para proporcionar un enlace para comunicaciones ópticas, por ejemplo, mediante uno o más cables o similares. Sin embargo, los cables o similares pueden ser difíciles de sellarse suficientemente con respecto a la barrera, y/o pueden no ser lo suficientemente robustos como para mantener la integridad estructural de la barrera en su conjunto. Además, el uso de cables o similares puede hacer que sea muy difícil, si no imposible, enviar datos/energía a través de la barrera mediante el uso de señales acústicas, lo que podría ser útil en ciertas circunstancias.

Además de los problemas mencionados anteriormente, simplemente podría no ser posible garantizar que la barrera 2 sea transmisiva con respecto a las comunicaciones ópticas. En cualquier caso, también podría ser necesario transferir energía a través de la barrera, lo que podría ser difícil si la barrera no es eléctricamente conductora, y una conexión por cable directo no es factible ni se permite.

Por lo tanto, se apreciará que por una o más de las razones anteriores, no es sencillo diseñar e implementar un sistema transceptor de energía y datos que se comunique (es decir, que pueda transmitir datos/energía) a través de una barrera.

De acuerdo con una realización ilustrativa, la barrera 2 es penetrada por un medio de transmisión sólido 8 elegido específicamente. En este ejemplo particular, el medio de transmisión sólido 8 es ópticamente transparente al esquema de comunicación óptica usado, pero al mismo tiempo, al ser de naturaleza sólida, puede soportar la transmisión de señales acústicas. Como se describirá con más detalle a continuación, esto significa que la transmisión de señal óptica y acústica puede ocurrir a través de la barrera 2, pero debido a que el medio de transmisión 8 es sólido, la barrera 2 al menos no está comprometida en la medida en que sería el caso si uno o más cables se extendieran a través de la barrera 2 (es decir, en lugar de un medio sólido 8).

Típicamente, el medio de transmisión sólido 8 tendrá una forma unitaria, formado a partir de una pieza única de material o incluso un cristal único. La sílice fundida o el cuarzo, por ejemplo, en forma de varilla, pueden ser un buen compromiso de las propiedades de transmisión óptica y acústica y el costo, pero pueden usarse otros medios, por ejemplo, un cristal de zafiro, particularmente una varilla orientada al eje C, o similares.

Puede verse que el medio de transmisión sólido 8 se extiende de un lado a la barrera 2 al otro lado 6 de la barrera 2, como ya se describió brevemente antes. Localizado en un lado 4 de la barrera 2 y en contacto con un primer extremo del medio de transmisión 8 hay un primer transductor electroacústico 10. En un extremo opuesto del medio

de transmisión 8 se localiza un segundo transductor 12 similar o idéntico. Cada transductor 10, 12 puede controlarse para transmitir/recibir señales acústicas 14 a través del medio de transmisión 8, y las señales pueden usarse para transmisión y recepción de datos y/o energía, como se conoce en la técnica.

5 Es importante destacar que cada transductor 10, 12 se proporciona con una abertura óptica 16, 18. La abertura óptica 16, 18 se extiende a través del transductor respectivo 10, 12, para permitir que la comunicación óptica 20, 22 tenga lugar a través de o mediante el transductor respectivo 10, 12, y por lo tanto para que la comunicación óptica 20, 22 tenga lugar desde un lado 4, 6 de la barrera 2 al otro lado 6, 4 de la barrera 2.

10 Al localizar la abertura óptica 16, 18 dentro de la huella del transductor 10, 12, la huella global y la complejidad de la instalación podrían reducirse en comparación con la localización de un elemento óptico adyacente a un transductor (es decir, en una relación de lado a lado). En términos de huella, solo podría ser necesario un aumento relativamente pequeño en el diámetro o el tamaño de la sección transversal del transductor para tener en cuenta el área 'perdida' de la abertura óptica. Al mismo tiempo, localizar la abertura dentro del transductor podría evitar cualquier huella excesiva que podría ocurrir de cualquier otra manera debido a las carcasas del transductor o la  
15 abertura óptica, si la abertura y el transductor se localizan lado a lado. La complejidad de la instalación podría reducirse simplemente por el hecho de que solo un componente necesita localizarse al final y unirse al medio de transmisión 8, al contrario de los dos. Esto también podría reducir la cantidad de componentes necesarios, las etapas de instalación, mantenimiento, reemplazos, etc., y sucesivamente.

20 La Figura 1 muestra que una primera parte 24 generalmente definida de un sistema transceptor general de energía y/o datos podría localizarse en el primer lado 4 de la barrera 2. Ese primer lado 4 podría ser un entorno más controlado donde la energía 26 podría suministrarse fácilmente y/o generarse por esa primera parte 24 del sistema. Una segunda parte 28 del sistema general se localiza en el segundo u otro lado 6 de la barrera 2, que podría localizarse en un entorno donde el suministro de energía no es práctico ni posible.  
25

La primera parte 24 del sistema comprende un primer controlador del transductor electroacústico 30 para controlar la señal 32 aplicada al primer transductor 10. El primer controlador 30 controlará la señal 32 aplicada al transductor 10 para luego transmitir una señal acústica 20 a través de la barrera 2, a través del medio 8, al segundo transductor 12. La señal puede formar o comprender datos. Sin embargo, tal transmisión de datos podría no ser conveniente o  
30 requerida, ya que ya existe la posibilidad de proporcionar comunicación óptica, como se describirá con más detalle a continuación. Por lo tanto, el controlador 30 podría controlar 32 el transductor 10 para transmitir una señal acústica 14 a través del medio de transmisión 8, que es recibido por el transductor 12 y usado para generar energía en el segundo lado 6 de la barrera 2. Por lo tanto, la energía podría transmitirse a través de la barrera 2, sin el uso de una conexión eléctrica directa a través de esa barrera 2. La energía podría usarse para alimentar uno o más componentes de la segunda parte 28 del sistema general, como se describe con más detalle a continuación.  
35

La primera parte 24 del sistema comprende además un primer controlador óptico 34, para comunicarse ópticamente 20, 22 a través de la barrera. El primer controlador óptico 34 podría comprender una fuente óptica 36, que podría comprender o estar en conexión con una fuente de datos similar. La fuente óptica 36 podría elegirse para la aplicación específica, y más particularmente para la velocidad de transferencia de datos deseada 20 de esa aplicación. Por ejemplo, la fuente óptica 36 podría comprender uno o más LED, que podrían soportar la transmisión de datos de hasta alrededor de 300 Mbps. En aplicaciones más intensivas en datos, la fuente óptica 36 podría comprender uno o más diodos láser o láseres. Un diodo láser controlado mediante el uso de modulación de corriente  
40 podría soportar velocidades de transferencia de datos de hasta 1 Gbps. Con la combinación de un láser o diodo láser polarizado bien definido y un modulador externo a la cavidad láser, podrían soportarse velocidades de transferencia de datos en la región de decenas de Gbps.  
45

El controlador óptico 34 comprende además un receptor óptico 38 para recibir 22 señales ópticas en el primer lado 4 de la barrera 2. El receptor óptico 38 será, por supuesto, sensible a la recepción de señales ópticas transmitidas desde el otro lado 6 de la barrera. Puede ser conveniente asegurarse de que los datos transmitidos en una dirección se comprometen a usar comunicaciones ópticas a una determinada longitud/frecuencia de onda óptica, y la comunicación óptica en la otra dirección se realiza mediante el uso de una longitud/frecuencia de onda diferente, simplemente para facilitar el procesamiento/diferenciación de la señal. Alternativamente, las polarizaciones ópticas ortogonales para cada señal óptica 22, 24 podrían usarse junto con el filtrado de polarización.  
50  
55

El controlador óptico 34 podría comprender adicionalmente un divisor de haz 40, u otro modulador óptico o manipulador que permita que las señales ópticas transmitidas y recibidas se manejen y procesen de una manera conveniente, a través/mediante la abertura única 16 en el transductor 10. Por ejemplo, en la Figura 1, se muestra que la señal óptica transmitida 20 generalmente pasa a través del divisor de haz 40, mientras que la señal óptica recibida 22 generalmente se refleja por ese divisor de haz 40. Nuevamente, el uso de diferentes longitudes/frecuencias de onda de transmisión/recepción, o alternativamente polarizaciones ópticas ortogonales, podría ayudar en este manejo óptico, ya que el manipulador óptico o modulador 40 puede transmitir/reflejar selectivamente señales ópticas de ciertas longitudes/frecuencias de onda, o alternativamente polarizaciones ópticas ortogonales.  
60  
65

La transmisión de energía a través de la barrera 2 a través del medio 8 mediante el uso de una señal acústica puede tener lugar antes, al mismo tiempo o posiblemente incluso después de la transmisión de datos de manera óptica. Aunque la segunda parte 28 del sistema general en el segundo lado 6 de la barrera 2 podría no recibir energía por ningún otro medio que no sea la recepción de una señal acústica del primer transductor 10, la segunda parte 28  
5 podría no obstante (en algunas realizaciones) tener un almacenamiento temporal de energía en forma de batería o condensador que podría recibir y almacenar energía derivada de una señal acústica recibida 14. Esta cantidad de energía podría no ser significativa, pero podría permitir el funcionamiento de uno o más componentes de la segunda parte 28 del sistema sin que la parte 28 reciba energía del primer transductor 10 en ese preciso momento.

10 Ahora se describirá una operación típica ilustrativa del sistema de la Figura 1.

El primer controlador electroacústico 30 generará una señal 32, por ejemplo, una señal de alta frecuencia 32, para accionar el transductor 10. En este ejemplo, la señal 32 no comprenderá ningún dato significativo, sino que simplemente se usará para accionar el transductor 10 para transmitir una señal acústica 14 a través del medio 8 al  
15 segundo transductor 12, de manera que la energía pueda derivarse a través del segundo transductor. El segundo transductor 12 recibe la señal acústica 14 y convierte la señal acústica 14 en una señal eléctrica 42, que se pasa a un (segundo) controlador 44 del segundo transductor acústico 12.

La energía derivada de la recepción y el procesamiento de la señal acústica 14 puede usarse para controlar 46, por  
20 ejemplo, un segundo controlador óptico 48 de la segunda parte 28 del sistema general. Aunque no se muestra, el controlador 44 puede usarse para suministrar energía a un sensor, actuador o algún otro componente localizado en el segundo lado 6 de la barrera 2, y/o el segundo controlador óptico 48 que puede ser o comprender tal sensor, actuador u otro componente.

El segundo controlador óptico 48 puede comprender el mismo tipo de fuente óptica 50 y receptor 52 que ya se muestra y describe con referencia a la primera parte 24 del sistema, localizada en el primer lado 4 de la barrera 2. Por supuesto, y como ya se describió, la transmisión/recepción podría funcionar a una longitud/frecuencia de onda óptica diferente o, polarización óptica alternativamente ortogonal. Nuevamente, un divisor de haz 54 u otro  
25 modulador óptico similar 54 también puede incorporarse dentro del controlador óptico 48, por las mismas razones que ya se describieron anteriormente con el modulador óptico 40 de la primera parte 24 del sistema.

Los datos en forma óptica pueden transmitirse convenientemente entre los diferentes lados 4, 6 de la barrera 2 a través del control apropiado de los transmisores 36, 50 y los receptores 38, 52 de las diferentes partes 24, 28 del sistema localizado, respectivamente, en diferentes lados 4, 6 de la barrera 2.  
35

Como era de esperar, los datos pueden tomar cualquier forma conveniente según sea necesario para cumplir con los requisitos de la aplicación en cuestión. Por ejemplo, los datos pueden transmitirse desde la primera parte 24 del sistema a la segunda parte 28 del sistema para controlar, o para su uso por, un sensor o actuador u otro componente en ese segundo lado 28 del sistema. Los datos pueden transmitirse en la otra dirección por las mismas razones o similares o, alternativa y/o adicionalmente, los datos pueden ser representativos o incluir información de sensores localizados en el segundo lado 6 de la barrera 2.  
40

Los datos transmitidos entre las diferentes partes 24, 28 del sistema pueden no estar necesariamente relacionados con la detección o el accionamiento de componentes o similares, o asociados con las partes 24, 28. Por ejemplo, los datos que se transfieren pueden usarse para monitorear salidas o entradas de potencia con respecto a los diferentes transductores, fuentes, receptores y controladores relacionados, o transmisión de datos o energía. Los datos pueden ser útiles para optimizar o monitorear el rendimiento del sistema en su conjunto. Por ejemplo, los datos podrían usarse para garantizar que la señal acústica que se usa para alimentar la segunda parte 28 del sistema se transmite y/o recibe de manera eficiente para maximizar la transferencia de energía o de nuevo, mediante la correspondencia de impedancia adecuada o el ajuste fino de las propiedades de transmisión acústica, por ejemplo, frecuencia central, amplitud, etc.  
45  
50

En un ejemplo más específico de optimización mediante el uso de retroalimentación, dado que los extremos del medio de transmisión sólido 8 son paralelos, la transmisión acústica de energía entre los transductores 10 y 12 se caracterizará por variaciones rápidas de energía transmitida con frecuencia debido a efectos de interferencia acústica. La información sobre la energía acústica entregada en el segundo controlador 44 podría retroalimentarse al primer controlador 30 a través de los datos transportados por el haz de comunicación óptica 22, y usarse como base de un lazo de retroalimentación para optimizar la entrega de energía en el segundo controlador 44.  
55

La Figura 1 ha mostrado la transmisión de energía 14 a través de la barrera 2 en una dirección y la transmisión/recepción óptica bidireccional 20, 22 de datos a través de la barrera 2. La energía se transmite acústicamente 14. Puede haber poca o ninguna necesidad de transmitir datos significativos a través de la barrera mediante el uso de una señal acústica debido a la presencia del enlace de comunicaciones ópticas. Sin embargo, la transmisión/recepción unidireccional o bidireccional de datos de manera acústica también se puede implementar mediante el uso de la disposición de la Figura 1. Los datos podrían transmitirse como parte de una transmisión de energía, en períodos intermedios donde se transmite energía, o en lugar de la transmisión de energía. Nuevamente,  
60  
65

el uso de un medio de transmisión sólido que admita la propagación de la señal acústica permite que este ejemplo se lleve a la práctica, si es necesario y cuando sea necesario. Por ejemplo, la transmisión acústica podría usarse como redundancia, por ejemplo, si la transmisión óptica falla de manera permanente o temporal. Una velocidad de datos más lenta podría ser mejor que ninguna transferencia de datos.

5 Como se entendería a partir de la descripción de la Figura 1, el sistema permite que una parte de un sistema localizado en un lado o barrera se alimente por una parte de un sistema en otro lado opuesto de la barrera, para que tenga lugar en combinación con altas velocidades de transferencia de datos. Todo esto se logra sin ningún compromiso, o al menos significativo, de las propiedades clave (ya sean eléctricas o mecánicas, etc.) de la propia barrera 2.

15 Se observará que se ha omitido la descripción detallada de la transmisión/recepción de señales ópticas/acústicas, ya que la invención no se refiere a dichos detalles específicos de la aplicación, sino a la provisión de una abertura en el transductor y conexiones flexibles como se describe más abajo. Un experto en el campo podrá, con una lectura de esta divulgación, ser capaz de implementar la transmisión/recepción óptica/acústica, a partir de su propio conocimiento inherente en ese campo, y de los campos vecinos con los que la invención podría relacionarse.

20 De manera similar, los controladores se han descrito de manera bastante general, ya que sus construcciones no son fundamentales para comprensión de la invención. En un ejemplo práctico, un controlador podría comprender más componentes, por ejemplo, amplificadores, rectificadores, diodos, monitores de potencia, etc., como lo entendería un experto.

25 La Figura 2 representa esquemáticamente una vista en sección transversal del primer transductor 10, y una parte del medio de transmisión sólido 8 al que se une el transductor 10. Aunque no se muestra, los mismos principios que se describirán se aplicarán igualmente al segundo transductor localizado en un extremo opuesto del medio de transmisión sólido 8.

30 El transductor 10 comprende un material piezoeléctrico 60, que se extiende alrededor de la abertura óptica 16. El material piezoeléctrico o capa 60 se intercala sustancialmente entre un primer electrodo 62 y un segundo electrodo 64.

35 Al menos una parte del segundo electrodo 64 se envuelve parcialmente alrededor del material piezoeléctrico 60 de manera que una porción del segundo electrodo 64 y del primer electrodo 62 se localizan en el mismo lado del material piezoeléctrico 60 y sustancialmente en el mismo plano. Esto podría permitir una conexión eléctrica más fácil para uno o ambos electrodos 62, 64, por ejemplo, al controlador descrito anteriormente. Sin tal envoltura, podría ser difícil hacer una buena conexión eléctrica al segundo electrodo 64, debido a la necesidad de unir ese electrodo al medio 8, particularmente si se usa un material de unión conductor no eléctrico entre el medio 8 y el segundo electrodo 64.

40 Los primer y segundo electrodos 62, 64 se separan eléctricamente entre sí por medio de uno o más elementos aislantes o aislantes 66, que podrían formarse a partir de un componente independiente, o una extensión del material piezoeléctrico 60 que no es/ no está metalizado.

45 El primer transductor 10 se une a un extremo del medio de transmisión 8 al unir el segundo electrodo 64 al extremo de ese medio 8. Antes de tal unión, el medio de transmisión 8 podría limpiarse y pulirse adecuadamente. Esto podría ayudar no solo en el procedimiento de unión, sino también en términos del acoplamiento acústico y/u óptico de señales en ese medio 8 desde o a través del transductor 10.

50 El enlace podría comprender cualquier adhesivo o agente de unión adecuado o similar 68. También podrían incluirse separadores 70, para mantener una separación constante y/o deseada entre el medio 8 y el transductor 10, nuevamente para optimizar el acoplamiento de señales en el medio 8. Los separadores también podrían evitar la contaminación en el procedimiento de unión al colocar o cargar de manera no uniforme el transductor 10, o la presencia de cuerpos extraños de menor diámetro que de otro modo podrían dar como resultado un grosor de unión no uniforme. Los separadores 70 pueden tomar la forma de varillas, esferas o similares.

55 El electrodo o parte del mismo 64 que se une al medio 8 tiene una forma sustancialmente plana, para ayudar a la unión uniforme del transductor 10 sobre el medio 8 y, por lo tanto, a la colocación/carga uniforme del transductor 10. El lado opuesto del transductor 10, que incluye, sustancialmente, el primer electrodo 62 y una parte del segundo electrodo 64 también, juntos, tendrán una forma plana. Esto asegura que la presión de carga mediante una herramienta o similar se pueda aplicar de manera más fácil y uniforme a las superficies de esos electrodos/partes 62, 64 para unir con precisión y seguridad el transductor 10 al medio 8 con un grosor de unión uniforme. Típicamente, esta herramienta incluirá una almohadilla elástica delgada en la superficie que se colocará directamente contra el transductor 10 o una superficie del mismo. Esta almohadilla elástica está diseñada para deformarse alrededor de cualquier punto alto en el transductor o cualquier partícula de diámetro pequeño en la superficie del transductor. Al mismo tiempo, esto también ayuda a asegurar que tenga lugar una carga uniforme de los electrodos 62, 64, el material piezoeléctrico 60 y el transductor 10 en general, para garantizar que el rendimiento

final del transductor 10 no se vea afectado negativamente por la unión debido a un grosor de la capa de unión no controlada a través de su superficie unida.

Se muestra la abertura óptica 16. La abertura óptica 16 se extiende a través del primer electrodo 62, material piezoeléctrico 60 y segundo electrodo 64. Esto podría describirse o definirse alternativamente o tradicionalmente como el uno o más del primer electrodo 62, material piezoeléctrico 60 y segundo electrodo 64, según corresponda, extendiéndose alrededor de esa abertura óptica 16, por ejemplo, en forma circular o más específicamente anular, en forma de C o de forma de arco. El diámetro de esta abertura óptica será típicamente menor que el diámetro del orificio en la capa piezoeléctrica 60 debido a la formación de un perfil del material de la capa de unión que se acumulará en la pared lateral del orificio a través de la capa piezoeléctrica 60.

La abertura óptica 16 podría comprender uno o más de: un espacio o hueco; un elemento óptico tal como una lente; o una pieza sólida de material ópticamente transparente como sílice fundida o cuarzo. La elección puede depender del sistema de comunicaciones ópticas que se implemente.

La abertura óptica 16 se muestra como circular en sección transversal. Sin embargo, la abertura podría ser rectangular o cuadrada. Los perfiles para aliviar la tensión pueden proporcionarse en aberturas más angulares, por ejemplo, aberturas rectangulares o cuadradas.

En todas las figuras mostradas y descritas en el presente documento, la abertura óptica 16 se muestra como localizada sustancialmente en el centro del transductor respectivo. En algunos ejemplos, esto podría ser ventajoso, en términos de la fabricación y el empaquetado general del transductor, pero también en términos de alinear la abertura óptica con respecto a otra a través de la barrera a través del medio 8. Sin embargo, localizar la abertura óptica descentrada también podría tener beneficios. Esto se debe a que habrá un impacto en la transmisión de la señal acústica por la presencia misma de la abertura óptica. Por lo tanto, localizar la abertura óptica descentrada podría producir una reducción superior de la energía acústica que se acopla en órdenes de difracción más altas de los lóbulos laterales de difracción del círculo de Airy; en comparación con el aumento de la energía acústica acoplada a los órdenes de difracción más altos cuando se coloca una obstrucción circular frente a una abertura circular que de otro modo emitiría de manera uniforme. Es decir, localizar la abertura óptica 16 descentrada podría conducir a una transmisión de energía acústica mejor o más eficiente a través de la barrera y, por lo tanto, a una entrega de energía más eficiente a las partes del sistema en el otro lado de la barrera.

Ahora que el transductor 10 se ha descrito con más detalle, se puede proporcionar otro ejemplo específico de optimización del sistema general mediante el uso de la retroalimentación a través de la barrera. Los transductores piezoeléctricos fabricados con titanato de circonio y plomo (PZT) en particular tienen una constante dieléctrica relativa que es una función importante de la temperatura ambiental que a su vez afecta la capacitancia "muerta" de/a través de la capa piezoeléctrica 60 del transductor 10. La capacitancia muerta del transductor 10 es la capacitancia de los electrodos del transductor a la frecuencia de operación, en ausencia de modificaciones piezoeléctricas inducidas a la reactancia efectiva del transductor 10. Como consecuencia, la frecuencia óptima de funcionamiento para el enlace de transmisión de energía acústica será una función de la temperatura y, por lo tanto, como parte de cualquier lazo de control para la frecuencia exacta de funcionamiento, la temperatura de los dos transductores en el sistema podría ser monitoreada para que la frecuencia óptima de operación se seleccione para los dos transductores de temperatura no necesariamente idénticos. En consecuencia, como parte del lazo de retroalimentación eléctrica con respecto al control de la frecuencia de funcionamiento del enlace de alimentación, la temperatura del transductor remoto debe retroalimentarse (por ejemplo, a través de la parte óptica del sistema) para permitir la selección óptima de una frecuencia de arranque aproximada desde una tabla de búsqueda (en la práctica, esta podría ser una segunda frecuencia de inicio, ya que no se pueden recuperar datos sobre la temperatura hasta que se envíe algo de energía al control remoto/otro extremo/lado). La frecuencia de operación se optimiza para producir un máximo en la vecindad de la segunda frecuencia de inicio aproximado mediante el uso de un lazo de retroalimentación para ubicar la frecuencia en un pico local para la transmisión de señal.

La Figura 3 es una vista en planta del transductor 10 y el medio de transmisión 8 de la Figura 2, pero también muestra detalles y elementos adicionales en forma de conexiones eléctricas hacia/desde el transductor 10.

Para aplicar una diferencia de potencial a través de la capa piezoeléctrica 60, por supuesto es necesario suministrar energía eléctrica al transductor 10. Por el contrario, puede ser necesario extraer una señal eléctrica del transductor 10. Se requerirán conectores eléctricos para facilitar dicha conexión. En una realización ilustrativa, al menos uno de esos conectores eléctricos es de naturaleza flexible. Más particularmente, el conector flexible podría tener una configuración ventajosa aún más específica.

Con referencia de nuevo a la Figura 3, se muestra un conector eléctrico flexible 80. El conector eléctrico flexible 80 se extiende alrededor de una porción principal de la periferia del segundo electrodo 64 al que está conectado/acoplado eléctricamente el conector 80. El conector flexible 80 se une y conectado eléctricamente al segundo electrodo 64 en puntos discretos 82 alrededor de la periferia del segundo electrodo 64. Los puntos discretos 82 pueden tomar la forma de una soldadura u otro acoplamiento o enlace de conexión eléctrica. Los puntos discretos 82 se distribuyen alrededor de una porción sustancial de la periferia.

- 5 El transductor 10 podría funcionar bastante bien si solo se hiciera un único punto de contacto eléctrico con, por ejemplo, el segundo electrodo 64. Sin embargo, distribuir los contactos eléctricos 82 podría proporcionar un contacto eléctrico más distribuido al electrodo 64. Este contacto eléctrico distribuido reducirá la densidad de corriente de la lámina, especialmente cuando el electrodo 64 es una capa delgada de metalización o similar, típica de los transductores. La reducción de la densidad de corriente de la lámina podría mejorar el funcionamiento eléctrico y físico general del transductor en términos de una conducción eléctrica más uniforme y extracción de energía, y permitir una operación de mayor energía antes del inicio de la fusión de la capa de metalización debido a densidades de corriente excesivas.
- 10 La naturaleza distribuida de los contactos eléctricos y físicos 82 con el electrodo 64 también podría tener beneficios físicos, por ejemplo, al permitir que un área más grande del transductor se cargue de manera uniforme durante la unión con la herramienta de unión, en lugar de verse limitada por la presencia de una interconexión eléctrica simple en forma de anillo al segundo electrodo 64 para cargar solo el primer electrodo 62. Otro beneficio físico es que las conexiones flexibles 80 entre contactos adyacentes 82 reducirán el impacto del desajuste del coeficiente de expansión térmica entre el material de interconexión usado en la construcción de los elementos 112, 80 y el coeficiente lateral de expansión térmica de la capa piezoeléctrica 60. Las conexiones flexibles 80, en particular, reducirán cualquier esfuerzo de compresión aplicado cerca del perímetro exterior del transductor 60, dando como resultado una inclinación física del transductor desde su perfil plano ideal antes de la unión.
- 15
- 20 Cualquier fuerza o peso o similar que pueda resultar debido a la presencia del conector 80 o la interacción entre el conector 80 y el electrodo 64/capa piezoeléctrica 60 por medio de los contactos 82 también podría distribuirse de manera más uniforme.
- De hecho, se puede ver que el conector eléctrico flexible 80 se proporciona con una geometría de alivio de tensión 84 en y/o entre los puntos de contacto 82. El objetivo de esto es evitar la acumulación de tensión en el conector 80 que de otro modo podría impartirse sobre o dentro del electrodo 64/capa piezoeléctrica 60, o simplemente absorber dentro del conector 80 algunas de las fuerzas que de otro modo podrían impartirse sobre el electrodo 64/capa piezoeléctrica 60.
- 25
- 30 La geometría de alivio de tensión, o una geometría que al menos ayuda a una distribución más uniforme de las cargas o similares en el electrodo 64/capa piezoeléctrica 60, se puede lograr de una de varias maneras. Por ejemplo, el conector eléctrico flexible 80 generalmente se extiende alrededor y está separado del electrodo 62, pero en los puntos discretos 82 el conector flexible 80 se extiende hacia dentro y en contacto 82 con el electrodo 64. Esta geometría o conformación que se proyecta o extiende hacia dentro podría ayudar a aliviar la tensión y a una distribución más uniforme de la fuerza, por ejemplo, actuando de manera similar a un resorte o similar.
- 35
- La Figura muestra una geometría bastante inclinada del conector 80, pero esta geometría podría ser más curva o redondeada para reducir los puntos de tensión de carga.
- 40 También se podría usar un conector flexible 86 para conectar eléctricamente el primer electrodo 62 a otros componentes, por ejemplo, el controlador mencionado anteriormente. El conector flexible 86 podría tener al menos algunos de los beneficios del conector 80. Se puede permitir que este conector flexible 86 se flexione de alguna manera, por ejemplo, al estar ligeramente flojo, flexible o doblado, flexible o generalmente no recto, para permitir cierto movimiento entre el transductor 10/primer electrodo 62 y los componentes conectados a esto (por ejemplo, un controlador).
- 45
- La Figura 4 muestra otra geometría que podría usarse en combinación con, o en lugar de la geometría del conector eléctrico flexible de la Figura 3. En la Figura 4, se muestra un conector eléctrico flexible diferente 90. El propósito y la función del conector eléctrico 90 podrían ser muy similares a los descritos en relación con la Figura 3. La geometría y las propiedades exhibidas por este conector eléctrico flexible particular 90 son (más) de resorte y más particularmente de resorte plano. El plano del resorte está en paralelo al plano de los electrodos/capas piezoeléctricas del transductor. Esto significa que el movimiento relativo o la expansión, etc., entre diferentes partes del conector flexible 90, o entre el conector 90 y el electrodo al que se une, o el electrodo, pueden acomodarse más fácil y repetidamente, como se describirá con más detalle a continuación. La inclusión de bisagras cinemáticas 92 (que podrían describirse como juntas o acoplamientos), en forma de recortes o rebajes, en o adyacentes a los puntos donde podría tener lugar el movimiento o la flexión, también ayuda a aislar mecánicamente el electrodo/capa piezoeléctrica de la tensión (externa).
- 50
- 55
- La geometría del resorte puede adoptar cualquiera de varias formas diferentes, pero la geometría del resorte plano puede ser ventajosa para tener en cuenta la expansión esperada o el movimiento relativo en el plano. La geometría plana tipo resorte podría comprender un diamante o rombo o una estructura de marco cuadrilátero o paralelogramo 94. Dos esquinas de tal disposición pueden estar en conexión con las partes del conector 90 que están en contacto 82 con el electrodo. Otras esquinas o vértices de la estructura 94 podrían moverse fácilmente, sujetos a restricciones por una varilla de enlace opcional, o puntal, o brazo 96. La fuerza total o las propiedades de resorte de la estructura 94, 96 estarán determinadas por el material usado para la construcción general y las dimensiones involucradas y
- 60
- 65

también, lo más importante, por el grosor de la sección transversal del brazo de unión 96. Este brazo de unión 96 podría estar configurado particularmente para asegurar que el resorte tenga una rigidez particular.

La presencia del conector flexible descrito anteriormente es ventajosa, por ejemplo, para minimizar la tensión en los electrodos a los que se une el conector y, por lo tanto, la capa piezoeléctrica. La tensión puede imponerse debido a fuerzas diferenciales que actúan sobre uno o ambos conectores o el electrodo, por ejemplo, como resultado del calentamiento diferencial del conector y el electrodo/capa piezoeléctrica, o diferentes coeficientes de expansión térmica del conector y el electrodo. Además, y/o alternativamente, el aislamiento entre el conector y el electrodo/capa piezoeléctrica (es decir, la estructura general del transductor) podría tener beneficios más generales en términos de aislar mecánicamente el electrodo/piezoeléctrico del conector y de lo que esté conectado al conector, lo que podría mejorar el rendimiento del transductor o la generación o recepción de la señal. También o alternativamente, las mejoras podrían estar relacionadas con la reducción de tensiones en las películas metálicas de la estructura del transductor. Por ejemplo, si la interconexión no es flexible y se calienta debido al flujo de corriente, esto estresará la unión de la superficie de las películas metálicas adheridas a la capa piezoeléctrica, y potencialmente hará que pierda la llave y se despegue. Además de aislar mecánicamente el electrodo/piezoeléctrico del conector, la construcción también podría ayudar en la fabricación del transductor/sistema en su conjunto. Por ejemplo, la geometría o funcionalidad similar a un resorte podría evitar que los contactos 82 se caigan durante el procedimiento de construcción, haciendo que sea más fácil unirlos al electrodo de una manera rápida y eficiente.

Las flechas en la Figura 4 representan con más detalle un ejemplo de la funcionalidad descrita anteriormente. La flecha 100 representa esquemáticamente una separación entre contactos adyacentes 82. La capa piezoeléctrica del transductor típicamente tiene un coeficiente de expansión térmica más bajo que el conector eléctrico flexible 90. El calor generado durante la soldadura/aplicación/unión inducida por calor de los contactos 92 provocará la expansión diferencial de la capa piezoeléctrica y el conector flexible 90, lo que podría hacer que la capa piezoeléctrica se doble. Sin embargo, la geometría y construcción tipo resorte 94, 96 sirve para evitar o al menos reducir parcialmente la inclinación.

La Figura 4 muestra que a medida que se reduce la separación 100, hay una contracción diferencial del conector flexible 90 como se indica mediante las flechas 102. Sin embargo, a diferencia de esto, que causa una acumulación de tensión significativa en el conector 90, que podría tener un efecto adverso en el rendimiento general del transductor/integridad estructural/configuración, las flechas 104 muestran que la estructura 94, 96 en forma de resorte puede flexionarse respuesta a la contracción 102 para aliviar la tensión. El brazo de unión 92 proporciona la fuerza de polarización o retorno 105.

Principalmente, los beneficios estructurales físicos del conector eléctrico flexible se han descrito anteriormente. Sin embargo, las propiedades físicas del conector flexible pueden ser diferentes alrededor de su circunferencia, ya que esa circunferencia se extiende alrededor del electrodo, para afectar las propiedades eléctricas. Por ejemplo, volviendo a la Figura 3, el conector flexible 80 podría comprender una primera porción 110 que se extiende alrededor de una porción sustancial de la periferia del segundo electrodo 64, y una o más segundas porciones 112 que se extienden lejos de la primera porción 110 y que generalmente están dispuestos para llevar el suministro de energía eléctrica a/desde esta porción 110. La primera porción 110 podría tener un área de sección transversal más pequeña, o es más delgada, o es más estrecha, más lejos de donde las segundas porciones 112 se encuentran con la primera porción 110 que en, o más adyacente a, los lugares de reunión. La cantidad de corriente que alcanza la porción 110 más lejos de las porciones 112 recibe menos corriente. Por lo tanto, reducir el área de sección transversal o similar en estos lugares podría ayudar a garantizar una entrega de corriente más uniforme y uniforme alrededor y alrededor del electrodo, mejorando por lo tanto la conducción uniforme del transductor 10 en su conjunto.

Los conectores flexibles pueden estar formados enteramente de material conductor, o de material conductor localizado, incrustado dentro de un portador flexible, por ejemplo, un portador flexible de polímero/plástico.

El uso de un conector flexible como se describió anteriormente podría ser ventajoso en el uso combinado con la abertura óptica. Por ejemplo, evitar la inclinación del transductor o la capa piezoeléctrica para ello podría evitar cambios en la forma de la abertura óptica. Esto podría mejorar el rendimiento óptico. También hay problemas potenciales con el adhesivo u otro material de unión que se exprime en la abertura óptica, como resultado de la inclinación, y por lo tanto bloquea la abertura. Por lo tanto, limitar o prevenir tales inclinaciones puede limitar o prevenir dicho bloqueo. El adhesivo u otro material de unión se puede aplicar como pequeños puntos controlados, lejos de la abertura óptica, para limitar o prevenir dicho bloqueo. La acción capilar transportará el material adhesivo/adhesivo sobre toda la superficie que necesita unirse, por ejemplo, al medio de transmisión.

En un enfoque alternativo y/o adicional para abordar el riesgo potencial de que el material adhesivo/de unión se filtre sobre/dentro de la abertura óptica en el extremo del medio de transmisión sólido, un disco de diámetro pequeño (o forma que coincida con la abertura) del material óptico correspondiente (por ejemplo, al menos con coincidencia de índice) cerca o idéntico al medio de transmisión se podría unir al extremo del medio de transmisión sólido, por ejemplo, mediante el uso de un adhesivo óptico que también se ajusta con índice al medio. Esto eliminaría el riesgo de que el material adhesivo/de unión oscurezca la abertura óptica. Un disco óptico previamente adherido también

5 permitiría que el transductor se mueva suavemente de manera ligera hacia adelante y hacia atrás durante el procedimiento de unión, para ayudar a que la capa adhesiva se exuda hasta que caiga en los separadores (por ejemplo, varillas o esferas de microperlas) usadas para controlar el grosor de la unión del transductor. Los discos unidos previamente podrían usarse para alinear convenientemente los dos transductores con mayor precisión, lo que podría ayudar en términos de transmisión/recepción óptica y acústica.

10 En un entorno operativo sujeto a altos niveles de choque o vibración, es probable que sea importante que la varilla del medio de transmisión sólido esté firmemente sujeta dentro del orificio en la barrera en la que se inserta el medio de transmisión. Esto se puede lograr con abrazaderas de bloqueo fijadas en la barrera a cada lado de la barrera, para evitar el movimiento longitudinal de la varilla del medio de transmisión sólido. El acoplamiento de la energía acústica en las abrazaderas aplicadas directamente sobre la superficie del transductor piezoeléctrico se puede suprimir en gran medida mediante el uso de, por ejemplo, un plástico de ingeniería cuya impedancia acústica es muy inferior a la del transductor. El movimiento rotacional del conjunto general bajo vibración puede evitarse mediante pasadores no eléctricamente conductores que se insertan en/a través de aberturas coincidentes en la capa piezoeléctrica. Un alto nivel de simetría rotacional (en términos de masa) del conjunto general significa que las fuerzas de giro sobre el conjunto serán pequeñas.

20 Los principios y metodologías se han descrito en relación con las Figuras 1 a 4 de una manera bastante específica. Las Figuras 5 y 6 muestran una metodología más general que se relaciona con la estructura del transductor y los principios operativos descritos anteriormente. Por ejemplo, la Figura 5 es un diagrama de flujo que muestra el uso del transductor descrito anteriormente que tiene un conector eléctrico flexible 120. El uso comprende generar o recibir una señal acústica mediante el uso del transductor, para transmitir o recibir datos y/o energía mediante el uso de esa señal acústica 122. La Figura 6 es un diagrama de flujo que representa esquemáticamente un procedimiento que podría estar relacionado o usado en forma aislada del procedimiento de la Figura 5. El procedimiento comprende generar o recibir una señal acústica mediante el uso de un transductor, para transmitir o recibir datos y/o energía mediante el uso de la señal acústica 130. El procedimiento comprende además transmitir o recibir una señal óptica a través de una abertura óptica que se extiende a través del transductor 132. Como ya se describió anteriormente, las señales acústicas y ópticas pueden generarse, transmitirse o recibirse en cualquier orden particular, por ejemplo, la señal acústica que se genera antes de la señal óptica, al mismo tiempo que la señal óptica, o después de la señal óptica.

30 Los componentes localizados en un lado de una barrera podrían describirse como asociados entre sí, en términos de dar a esos componentes una etiqueta de localización colectiva, por ejemplo, en comparación con los componentes asociados con un lado opuesto de la barrera.

35 Los transductores electroacústicos descritos anteriormente, en general, se han descrito como parte del sistema transceptor de energía y/o datos. Sin embargo, por supuesto, será evidente que los transductores electroacústicos descritos exhiben muchas de las ventajas descritas en forma aislada o independiente de este sistema en su conjunto. Es decir, los transductores electroacústicos descritos pueden usarse de manera aislada en ciertas realizaciones, o en combinación con transductores similares, o incluso incorporarse a sistemas que comprende transductores similares para mejorar el rendimiento de tales sistemas en su conjunto.

40 Si bien se han ilustrado y descrito realizaciones preferidas, se apreciará por los expertos en la técnica que pueden hacerse otros cambios y modificaciones diversos sin apartarse del alcance de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

45 La atención del lector se dirige a todos los textos y documentos que se presentan de manera concurrente con o previos a esta memoria descriptiva junto con esta solicitud y que están abiertos a la inspección pública con esta memoria descriptiva, y los contenidos de todos estos textos y documentos se incorporan en la presente como referencia.

50 Todas las características descritas en esta memoria descriptiva (que incluyen cualquier reivindicación, resumen y figuras adjuntas), y/o todas las etapas de cualquier procedimiento o procedimiento de esta manera divulgado, pueden combinarse en cualquier combinación, excepto las combinaciones donde al menos algunas de tales características y/o etapas son mutuamente excluyentes.

55 Cada elemento divulgado en esta memoria descriptiva (que incluye cualquiera de las reivindicaciones acompañantes, resumen y dibujos), puede sustituirse por elementos alternativos que sirvan para el mismo propósito, equivalente o similar, salvo que se indique expresamente de cualquier otra manera. Por lo tanto, a menos que se indique expresamente de cualquier otra manera, cada elemento divulgado es solamente un ejemplo de una serie genérica de elementos similares.

60 La invención no se limita a los detalles de las realizaciones anteriores. La invención se extiende a cualquier característica novedosa, o a cualquier combinación novedosa de estas, descritas en esta memoria descriptiva (incluidas cualquiera de las reivindicaciones, resumen y figuras adjuntas), o a cualquier etapa novedosa, o combinación novedosa de estas, de cualquier procedimiento o procedimientos divulgados.

**REIVINDICACIONES**

1. Un transductor electroacústico (10) que comprende:  
 5 un primer electrodo (62);  
 un segundo electrodo (64);  
 un material piezoeléctrico (60) al menos parcialmente intercalado entre el primer electrodo y el segundo electrodo;  
 y  
 10 un conector eléctrico flexible (80) en conexión eléctrica con el primer o segundo electrodo en puntos discretos (82) alrededor de una periferia de ese electrodo, los puntos discretos que se distribuyen alrededor de una porción sustancial de esa periferia.
2. El transductor electroacústico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el conector eléctrico flexible tiene una geometría de alivio de tensión en y/o entre los puntos discretos.  
 15
3. El transductor electroacústico de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el conector eléctrico flexible generalmente se extiende alrededor de y está separado del electrodo, excepto en los puntos discretos, donde el conector flexible se extiende hacia dentro hacia el electrodo.
- 20 4. El transductor electroacústico de cualquier reivindicación anterior, en el que el conector eléctrico flexible está conformado para tener una estructura o geometría similar a un resorte o similar a un resorte plano, en y/o entre los puntos discretos.
- 25 5. El transductor electroacústico de cualquier reivindicación anterior, en el que el conector eléctrico flexible comprende una o más bisagras cinemáticas.
6. El transductor electroacústico de cualquier reivindicación anterior, en el que el conector flexible comprende una primera porción que se extiende alrededor de una porción sustancial de la periferia del electrodo, y una o más segundas porciones que se encuentran y se extienden lejos de la primera porción y se disponen para facilitar el suministro de energía eléctrica hacia/desde la primera porción, y en el que la primera porción tiene un área de sección transversal más pequeña, o es más delgada, o es más estrecha, más lejos de la localización o localizaciones de encuentro de lo que lo está en o más adyacente a la localización o localizaciones de encuentros.  
 30
7. El transductor electroacústico de cualquier reivindicación anterior, en el que el primer o segundo electrodo se envuelve al menos parcialmente alrededor del material piezoeléctrico, de manera que una porción del segundo electrodo y del primer electrodo se localizan en un mismo lado del material piezoeléctrico.  
 35
8. El transductor electroacústico de cualquier reivindicación anterior, que comprende además una abertura óptica que se extiende a través del transductor electroacústico, para permitir que tenga lugar la comunicación óptica a través del transductor electroacústico.  
 40
9. Un sistema transceptor de energía y/o datos, que comprende un primer transductor electroacústico de cualquier reivindicación anterior, en el que el transductor electroacústico se usa como un transmisor de energía, un transmisor de datos, un receptor de energía o un receptor de datos.  
 45
10. El sistema transceptor de energía y/o datos de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el primer o segundo electrodo del primer transductor electroacústico está unido a un medio de transmisión sólido, a través del cual la energía media y/o datos pueden transmitirse y/o recibirse por el primer transductor electroacústico.
- 50 11. El sistema transceptor de energía y/o datos de acuerdo con la reivindicación 10, en el que se proporciona un segundo transductor electroacústico como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, el primer o segundo electrodo de cada uno del primer y segundo transductores electroacústicos está unido a extremos o lados sustancialmente opuestos del medio de transmisión sólido, para permitir la transmisión acústica de energía y/o datos entre el primer y el segundo transductor electroacústico a través del medio de transmisión sólido.
- 55 12. El sistema transceptor de energía y/o datos de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende el primer y segundo controladores electroacústicos asociados, respectivamente, con el primer y segundo transductores electroacústicos, para:  
 controlar el primer o segundo transductor electroacústico para generar una señal acústica, para transmitir energía y/o datos al segundo o primer transductor electroacústico, a través del medio de transmisión sólido, mediante el uso de esa señal;  
 y/o  
 60 recibir energía y/o datos del primer o segundo transductor electroacústico como resultado de que el primer o segundo transductor electroacústico reciba esa señal.  
 65

- 5 13. El sistema transceptor de energía y/o datos de acuerdo con la reivindicación 11 que comprende un primer y segundo controladores ópticos asociados, respectivamente, con el primer y segundo transductores electroacústicos, para transmitir/recibir datos ópticamente entre el primer y segundo controladores ópticos, la transmisión/recepción que se realiza a través del medio de transmisión sólido que también es sustancialmente transparente a la transmisión de señales ópticas, y a través de una abertura o de la abertura óptica que se extiende a través de cada uno del primer y segundo transductores electroacústicos.
- 10 14. El sistema transceptor de energía y/o datos de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el medio de transmisión sólido se extiende a través de una barrera, de un lado a otro, y en el que la barrera es un aislante eléctrico y/o es ópticamente opaca.
- 15 15. Un procedimiento para transmitir o recibir datos y/o energía mediante el uso de un transductor electroacústico, comprendiendo el procedimiento generar o recibir una señal acústica mediante el uso del transductor, para transmitir o recibir datos y/o energía mediante el uso de esa señal acústica,  
en el que el transductor comprende un conector eléctrico flexible en conexión eléctrica con un electrodo del transductor, alrededor de una porción sustancial de una periferia de ese electrodo, en el que el conector eléctrico flexible está en conexión eléctrica con el electrodo en puntos discretos alrededor de una porción sustancial de la periferia de ese electrodo.

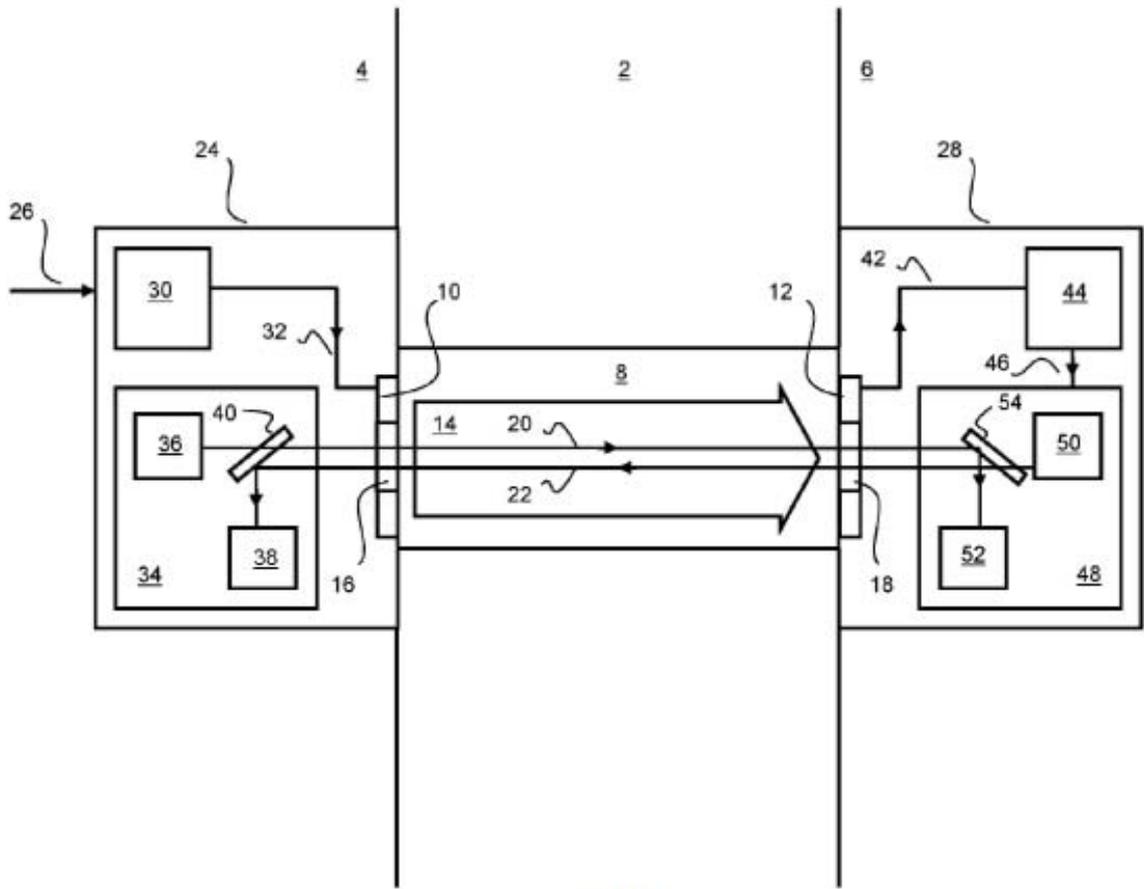


FIGURA 1

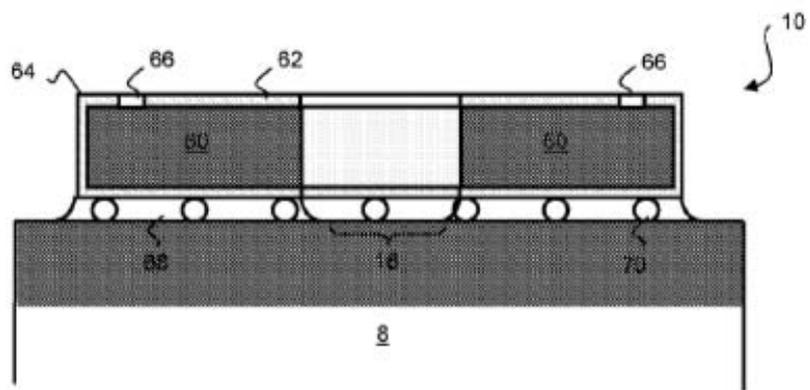


FIGURA 2

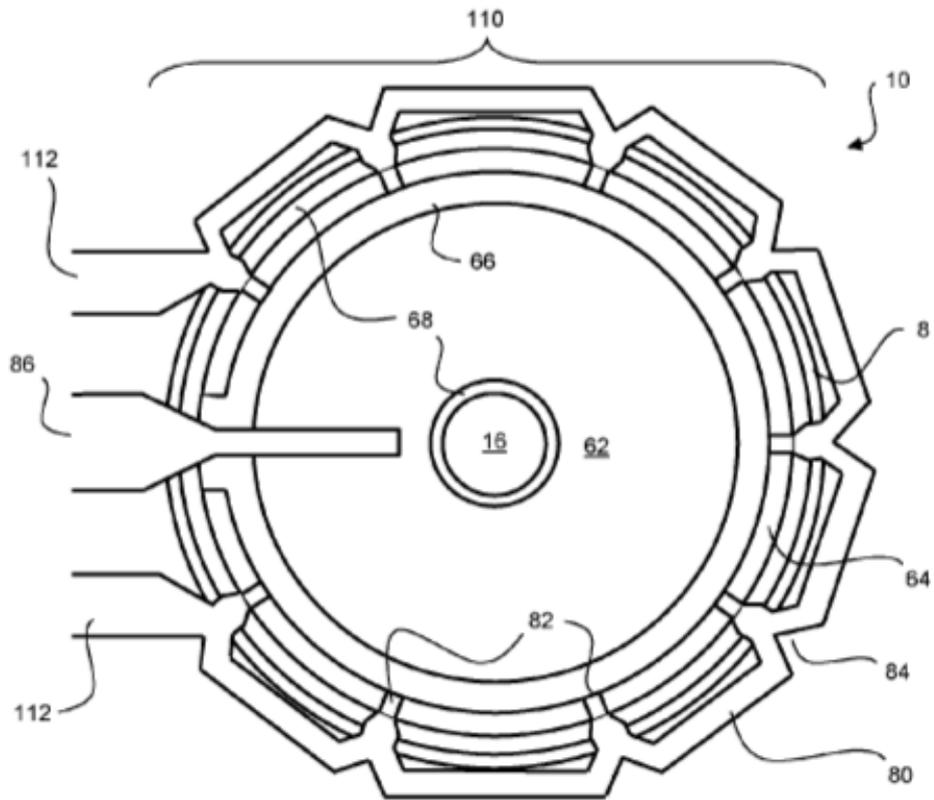


FIGURA 3

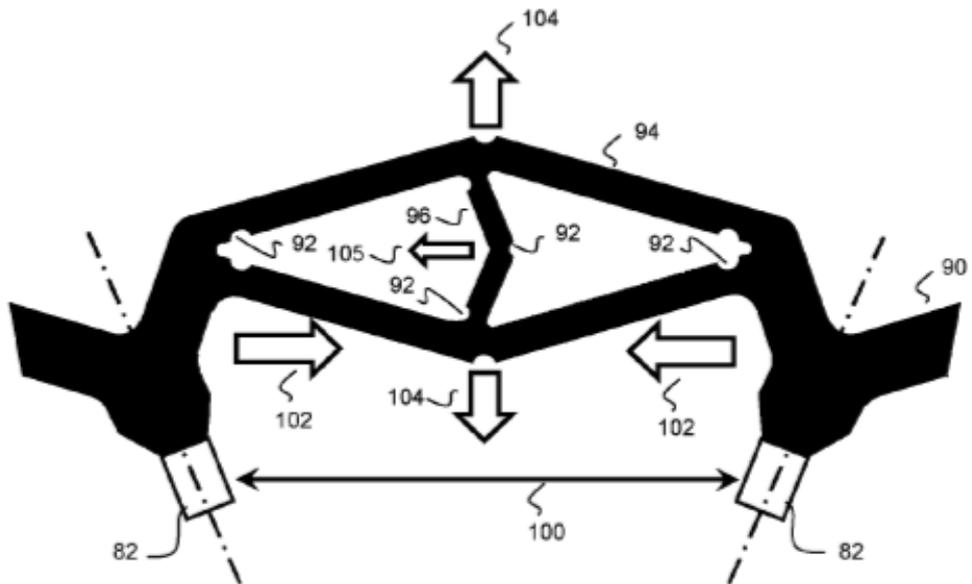


FIGURA 4

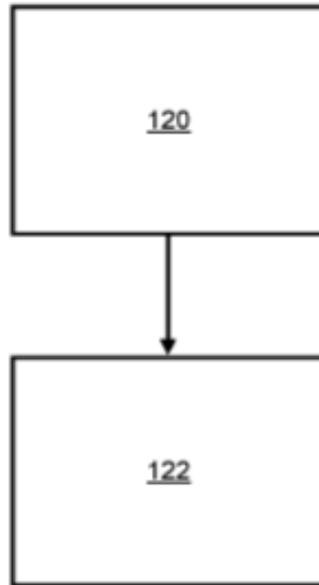


FIGURA 5

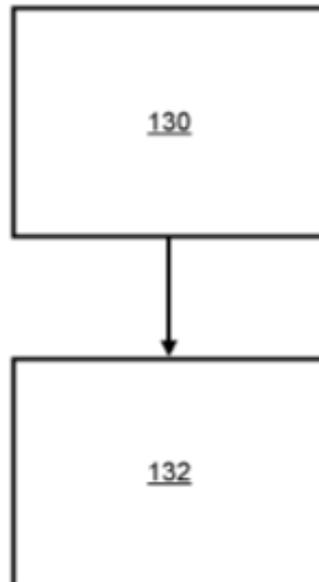


FIGURA 6