

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 760**

51 Int. Cl.:

B08B 7/02 (2006.01)

B23Q 11/08 (2006.01)

B60S 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.07.2014 PCT/EP2014/065691**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015 WO15011123**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2014 E 14753023 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3024600**

54 Título: **Un aparato y método para limpiar agua de una ventana**

30 Prioridad:
22.07.2013 GB 201313061

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.08.2020

73 Titular/es:
**ECHOVISTA GMBH (100.0%)
Am Klinggraben 2
63500 Seligenstadt, DE**

72 Inventor/es:
**TREVETT, DAVID;
TREVETT, PATRICK y
FAUSTMANN, HENDRIK**

74 Agente/Representante:
SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 779 760 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

Un aparato y método para limpiar agua de una ventana

5 La presente invención se refiere a un método y aparato para limpiar el agua de una ventana.

Antecedentes

10 Una ventana puede limpiarse manualmente para mantener una vista clara a través de la ventana. En los vehículos, se utilizan limpiaparabrisas para limpiar las gotas de agua y limpiar la ventana. Los limpiaparabrisas tienen escobillas limpiaparabrisas que generalmente están fabricadas de caucho o plástico y dispuestas para contactar con la superficie de la ventana. Las escobillas del limpiaparabrisas son accionadas por un mecanismo propulsado por un motor que funciona para hacer que los limpiaparabrisas barran a través de la superficie de la ventana. Las escobillas se desgastan y deben reemplazarse periódicamente. El mecanismo del limpiaparabrisas es pesado, costoso y también está sujeto a desgaste.

15 Los productos disponibles comercialmente, tales como RainX (RTM), se pueden aplicar a la superficie de una ventana para facilitar la limpieza de la ventana. Sin embargo, los métodos de limpieza de la ventana que entran en contacto con la superficie de la ventana también eliminan los productos aplicados a la superficie de la ventana cuando están en uso y luego es necesaria una aplicación adicional del producto.

20 El documento WO 2012/095643 A1 divulga un aparato para limpiar las gotas de agua de una ventana de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

25 Declaración de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un aparato para limpiar las gotas de agua de una ventana, el aparato comprende: uno o más transductores, para acoplar a una ventana, cada uno de los uno o más transductores operables para generar ondas ultrasónicas en cualquier seleccionada de una pluralidad de frecuencias y tipos de onda diferentes; un generador, para proporcionar señales de accionamiento ultrasónico al transductor para la pluralidad de frecuencias diferentes; y un controlador de modo, para configurar el generador y el transductor para generar ondas ultrasónicas de cualquier frecuencia y tipo de onda seleccionados a partir de la pluralidad de diferentes frecuencias y tipos de onda, por lo que el controlador de modo comprende un selector de modo configurado para seleccionar dinámicamente, durante la operación del aparato, al menos un modo de operación de una pluralidad de modos de operación disponibles para el uno o más transductores, cada modo de operación corresponde a una combinación particular diferente de una frecuencia y un tipo de onda.

30 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para limpiar gotas de agua de una ventana usando el aparato de cualquiera de dichos un aspecto, comprendiendo el método: seleccionar un modo de operación de la pluralidad de modos de operación disponibles para uno o más transductores, lo que hace que el generador genere una señal de activación de la frecuencia correspondiente al modo de operación seleccionado, y calcular cada uno de los transductores para operar a la frecuencia correspondiente al modo de operación seleccionado, y producir el tipo de onda correspondiente al modo de operación seleccionado.

45 A partir de la siguiente descripción ilustrativa se apreciará que la invención es capaz de limpiar no solo gotas de agua, por ejemplo, lluvia y otras precipitaciones, sino también gotas de agua contaminada con impurezas, por ejemplo, suciedad, y agua que contiene aditivos tales como detergente tal como se usa en el líquido de lavado de parabrisas.

50 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un circuito de activación para configurar uno o más transductores ultrasónicos, el circuito de activación comprende un generador, para proporcionar señales de activación ultrasónica al transductor para la pluralidad de frecuencias diferentes; y un controlador de modo, para configurar el generador y el transductor para generar ondas ultrasónicas de cualquier frecuencia y tipo de onda seleccionados de la pluralidad de frecuencias diferentes y tipos de onda.

55 Una realización del circuito de accionamiento para usar con un transductor ultrasónico que tiene una pluralidad de electrodos, comprende una matriz de interruptores para conectar selectivamente el generador a los electrodos, y un selector de modo para controlar la frecuencia de funcionamiento del generador y para producir señales de control de interruptor para seleccionar los estados de conmutación de los interruptores.

60 En una realización del circuito de accionamiento, el generador de frecuencia está configurado para generar señales en fase de diferentes frecuencias y señales de las mismas frecuencias desplazadas en fase 180 grados, y el controlador de modo es operable para configurar el generador para producir una señal de una frecuencia seleccionada y la misma señal desplazada en fase 180 grados y es operable para configurar los electrodos del transductor de manera que un conjunto de electrodos reciba la señal desplazada en fase 180 grados y otro conjunto reciba la señal en fase.

65

Breve descripción de los dibujos

Diversas características y ventajas de ciertos ejemplos serán evidentes a partir de la descripción que sigue, tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, que juntos ilustran, a modo de ejemplo solamente, una serie de características, y en los que:

La Figura 1 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un método para limpiar una ventana;

La figura 2A es un diagrama esquemático de un ejemplo de un transductor;

La figura 2B es una vista lateral esquemática del transductor de la figura 2A;

Las Figuras 3A-C son ilustraciones esquemáticas de un transductor que emite ondas ultrasónicas hacia una gota de agua en una ventana;

La figura 4A es un diagrama esquemático de una vista lateral de un transductor que muestra un ejemplo de una configuración de electrodos;

La figura 4B es una vista lateral esquemática de un transductor que muestra otro ejemplo de una configuración de los electrodos del transductor;

La Figura 4C es una ilustración esquemática que muestra, a modo de ejemplo, un transductor que emite ondas ultrasónicas a lo largo de una superficie de una ventana hacia una gota de agua en la ventana para la conversión de modo;

La figura 4D es una ilustración esquemática que muestra, a modo de ejemplo, un transductor que emite ondas ultrasónicas a lo largo de la superficie de una ventana para limpiar una gota de agua de la superficie de la ventana mediante atomización de la gota;

La Figura 4E es una ilustración esquemática que muestra, a modo de ejemplo, un transductor que emite ondas ultrasónicas a lo largo de la superficie de una ventana laminada en la que las ondas ultrasónicas pasan a través de una gota de agua en la superficie de la ventana para limpiar la gota de la superficie de la ventana mediante conversión de modo y atomización;

La Figura 4F es una ilustración esquemática que muestra, a modo de ejemplo, un transductor que emite ondas ultrasónicas a lo largo de la superficie de una ventana que tiene elementos calefactores en los que las ondas ultrasónicas pasan a través de una gota en la superficie de la ventana para limpiar la gota de la superficie de la ventana a través de la conversión de modo y atomización;

Las figuras 5A-B son diagramas esquemáticos de una vista lateral de un transductor que muestra otros ejemplos de configuraciones de los electrodos del transductor;

La figura 5C es una ilustración esquemática que muestra a modo de ejemplo un transductor que emite ondas ultrasónicas a través de una gota de agua en una ventana para la conversión de modo;

La figura 5D es una ilustración esquemática que muestra, a modo de ejemplo, un transductor que emite ondas ultrasónicas a través de una gota de agua en una ventana para que la conversión de modo provoque la propulsión de la gota a lo largo de la superficie de la ventana;

Las Figuras 6A-B son diagramas esquemáticos de una vista lateral de un transductor que muestra ejemplos adicionales de configuraciones de los electrodos del transductor;

La Figura 6C es una ilustración esquemática que muestra un transductor que emite ondas ultrasónicas hacia una gota en una ventana para hacer que la gota supere la tensión superficial con la superficie de la ventana y salga de la superficie de la ventana de acuerdo con un ejemplo;

La figura 6D es una ilustración esquemática que muestra, a modo de ejemplo, un transductor que emite ondas ultrasónicas hacia una gota de agua en una ventana para hacer que la gota salga de la superficie de la ventana y sea eliminada por el aire que pasa entre la gota y la superficie de la ventana;

La Figura 7 es un diagrama de flujo de un método ilustrativo de detección y limpieza de precipitación;

La Figura 8 es un gráfico que muestra las propiedades de dispersión para diferentes velocidades de fase de ondas ultrasónicas en un sustrato de vidrio de acuerdo con un ejemplo;

La figura 9A es un diagrama esquemático de un ejemplo de un transductor y circuitos asociados para controlar y operar el transductor;

5 La figura 9B es un diagrama esquemático de otro ejemplo de un transductor y circuitos asociados para controlar y operar el transductor; y

Las figuras 10A y 10B son diagramas esquemáticos de un vehículo que tiene un parabrisas al que están unidos los transductores.

10 Descripción detallada

Ciertos ejemplos descritos en este documento se refieren a un método y un aparato para limpiar una ventana. El aparato incluye un transductor que está dispuesto para emitir ondas ultrasónicas que se propagan a lo largo de la superficie o a través de la ventana. Ciertos ejemplos descritos en este documento se refieren a la limpieza de la precipitación por ultrasonidos de una ventana. El término "precipitación" pretende incluir: lluvia, aguanieve, nieve, hielo, llovizna, niebla, bruma, granizo u otros tipos de precipitación. Las ondas ultrasónicas limpian la precipitación de la ventana. El transductor puede estar unido a una superficie de la ventana.

20 Para facilitar la explicación, la siguiente descripción se refiere a las gotas de agua. La limpieza de las gotas de agua puede involucrar una o más de vibración, propulsión, y/o atomización de las gotas de agua desde la superficie de la ventana utilizando ondas ultrasónicas. Sin embargo, se pueden usar ejemplos de la invención para limpiar otros líquidos de una ventana, por ejemplo: depósitos líquidos tales como mezclas o soluciones de agua y otras sustancias o aceites. Los depósitos sólidos pueden limpiarse de una ventana al rociar o lavar con agua, o una mezcla o solución de agua y aditivos, por ejemplo, detergente, y luego limpiar ultrasónicamente la ventana.

25 La ventana puede comprender opcionalmente elementos calefactores. En ciertos casos, la ventana puede ser la ventana de un edificio o la ventana de un vehículo. Por ejemplo, cuando la ventana es una ventana para un vehículo, la ventana puede fabricarse con vidrio automotriz. La ventana puede ser una ventana para un vehículo, como un parabrisas delantero, una ventana trasera, un techo corredizo o una ventana lateral de un vehículo. La ventana puede comprender una capa laminada en la que la capa laminada se intercala entre una capa de vidrio superior e inferior. Por ejemplo, la capa laminada puede ser una laminación de polivinil butiral (PVB) que se comprime entre dos capas de vidrio recocido.

30 Ciertos ejemplos descritos en este documento se refieren a la limpieza de agua de un parabrisas laminado o de la ventana trasera de un vehículo. El agua se elimina por ultrasonidos del parabrisas laminado o de la ventana trasera.

35 El término "ultrasónico" o "ultrasónicamente" se usa para referirse a ondas que tienen una frecuencia ultrasónica. Se considera que una frecuencia ultrasónica tiene una frecuencia aproximadamente dentro del rango de 100 kilohercios (kHz) a 50 megahercios (MHz) o más. Las ondas ultrasónicas se emiten desde un transductor acoplado a un generador de señal. El generador puede ser un generador de señal configurado para proporcionar una señal eléctrica de frecuencia ultrasónica al transductor. El transductor está dispuesto para ser activado para generar ondas ultrasónicas basadas en las señales ultrasónicas del generador.

40 En ciertos ejemplos descritos en este documento, un transductor está configurado de manera que sea capaz de emitir frecuencias dentro del rango de frecuencias de 100 kHz a 4 MHz, o frecuencias más altas. La limpieza de una ventana se puede lograr usando uno o más transductores.

45 Cada uno de los uno o más transductores descritos en este documento comprende una pluralidad de electrodos. Los electrodos de cada transductor están configurados de modo que cada electrodo pueda funcionar individualmente desde los otros electrodos. Como tal, el transductor puede configurarse para funcionar a una frecuencia dentro del rango de posibles frecuencias ultrasónicas. La selección de una frecuencia se logra generando una señal eléctrica de esa frecuencia en el generador de señal y aplicando esa señal a un "conjunto" de electrodos que tienen un espaciamiento correspondiente a esa frecuencia natural. El término "un", "una" o "única" frecuencia utilizada a lo largo de esta descripción debe interpretarse como relacionada con una frecuencia central o frecuencia principal emitida desde el transductor, ya que se emitirá una banda de frecuencias que tiene un ancho de banda alrededor de una frecuencia central.

50 La frecuencia y/o un tipo de onda de las ondas ultrasónicas pueden seleccionarse dinámicamente. Una combinación de una frecuencia y un tipo de onda se denomina en este documento como un modo de operación. Ejemplos de diferentes tipos de ondas acústicas de superficie incluyen ondas Rayleigh, ondas Lamb y ondas de placa. Ciertos rangos de frecuencias pueden tener un tipo de onda preferido, y viceversa. Por ejemplo, las ondas de Rayleigh pueden generarse a frecuencias más altas por encima de aproximadamente 2.5 MHz; las ondas lamb pueden generarse a frecuencias medias de aproximadamente 1 MHz a 2.5 MHz; y las ondas de placa pueden generarse a frecuencias más bajas por debajo de aproximadamente 1 MHz.

65

El uno o más transductores descritos en este documento proporcionan la capacidad de seleccionar la frecuencia y/o el tipo de onda de las ondas ultrasónicas emitidas por uno o más transductores. El modo de funcionamiento de cada transductor es, por lo tanto, dinámico, ya que las condiciones de funcionamiento de cada transductor pueden seleccionarse dinámicamente. Por lo tanto, cada transductor es un transductor "multimodo", ya que hay múltiples modos de funcionamiento disponibles para cada transductor.

Ciertos ejemplos se describirán ahora con referencia a las figuras. El uso del mismo número de referencia en un conjunto de figuras para una característica particular se relaciona con la misma característica.

Un método de ejemplo para limpiar una ventana se muestra en el diagrama de flujo de la figura 1. En el bloque 100, se selecciona el modo de operación. El modo de operación se relaciona con la operación del transductor y el modo puede seleccionarse en base a la operación de conjuntos particulares de electrodos del transductor. Cada electrodo del transductor puede estar conectado individualmente al generador de señal para el funcionamiento independiente de cada electrodo. La selección independiente de los electrodos que se conectarán al generador de señal brinda la capacidad de controlar dinámicamente frecuencia de funcionamiento seleccionada del transductor. Por ejemplo, los electrodos pueden conectarse individualmente, o en grupos consecutivos, o algunos electrodos pueden no estar conectados en absoluto. Por ejemplo, se puede conectar cada tercer electrodo a lo largo del transductor en el que se operen electrodos alternativos y, por lo tanto, estén activos y los electrodos restantes no se operen y, por lo tanto, estén inactivos. Por lo tanto, se puede lograr una frecuencia operativa deseada del transductor en base a la selección del modo de operación del transductor, es decir, en base a los conjuntos de electrodos seleccionados para la operación y la frecuencia de señal del generador. En el bloque 150, la ventana se limpia en función del modo de operación elegido. La ventana se limpia por las ondas ultrasónicas emitidas desde el transductor para el modo de operación seleccionado, es decir, con la frecuencia o frecuencias deseadas y/o tipos de onda en ese modo de operación.

La figura 2A muestra un transductor 200 que tiene una pluralidad de electrodos 210. Cada electrodo tiene su propio conector que proporciona conexión eléctrica a un generador de frecuencia y circuito de conmutación como se describirá más adelante con referencia a las figuras 9A y 9B. Una tira 230 de blindaje aísla eléctricamente los electrodos 210 de un plano 250 de tierra. El material piezoeléctrico 240 del transductor puede ser de un material de circonato titanato de plomo (PZT) o cualquier otro material piezoeléctrico adecuado, por ejemplo, cristal de cuarzo. Los electrodos 210 pueden tener la apariencia física de "dedos" de electrodos que corren a lo largo de la capa piezoeléctrica. Un electrodo adicional en el lado opuesto de la capa piezoeléctrica, desde los dedos del electrodo, está conectado eléctricamente a tierra 250. El electrodo adicional puede tener o no la apariencia física de un "dedo" del electrodo, ya que en cambio puede ser un electrodo "hoja" en el material piezoeléctrico en el lado opuesto a los electrodos individuales.

La figura 2B muestra una vista lateral del transductor descrito con referencia a la figura 2A. El electrodo 260 adicional se muestra conectado eléctricamente a tierra 250. Cuando se opera el transductor, el generador de señal aplica una señal de la frecuencia requerida a un conjunto de electrodos elegidos para esa frecuencia y el acoplamiento de los electrodos a la capa piezoeléctrica hace que el transductor emita ondas ultrasónicas. Las ondas ultrasónicas se emiten en una dirección que es perpendicular a los dedos del electrodo, por ejemplo, en la dirección indicada por la flecha 270.

El transductor puede acoplarse a una ventana uniendo el transductor a una superficie de la ventana. La fijación del transductor a la superficie de la ventana se puede lograr mediante la unión química o la fijación física del transductor a la superficie de la ventana. Los agentes de unión adecuados pueden estar disponibles comercialmente, por ejemplo, esto puede incluir resina epoxídica. En uso, el agente de unión forma una capa de unión entre el transductor y la superficie de la ventana. Esta capa de unión puede ser delgada, tener un espesor uniforme y estar libre de burbujas de gas, por ejemplo, preparándose en condiciones de vacío. El transductor puede estar unido a una ventana con sus "dedos" 210 de electrodo mirando hacia la superficie de la ventana, o alternativamente unido de tal manera que sus "dedos" 210 de electrodo se alejan de la superficie de la ventana. Tener electrodos 210 frente a la ventana aumenta la energía de onda aplicada a la ventana, pero también aumenta la dificultad de proporcionar conexiones eléctricas a los electrodos, por ejemplo, a través de los conectores de electrodos.

A continuación, se describirán ejemplos del modo de funcionamiento del transductor. En los ejemplos descritos aquí, el transductor puede configurarse para funcionar a cualquier frecuencia seleccionada del rango de frecuencias de 100 kHz a 4 MHz o superior, adecuado para usar con vidrio de propiedades físicas específicas; en este ejemplo, el vidrio automotriz de un parabrisas. La frecuencia se puede seleccionar en función de la frecuencia seleccionada de la señal eléctrica producida por el generador de señal y la selección de conjuntos particulares de electrodos del transductor. Por ejemplo, en ciertos ejemplos, los conjuntos de electrodos pueden configurarse para una frecuencia que se seleccionará de cualquier frecuencia alrededor de 220 kHz, 570 kHz, 1.39 MHz, 2 MHz o 3.1 MHz.

Se pueden usar frecuencias alrededor de esos valores; por ejemplo 220 kHz más o menos 50 kHz, 570 kHz más o menos 50 kHz, 1.39 MHz más o menos 100 kHz, 2 Mhz más o menos 100 kHz y 3.1 MHz más o menos 100 kHz.

La selección de cada una de estas frecuencias de ejemplo se describirá más adelante con referencia a las figuras 4A/B, 5A/B y 6A/B. Debe notarse que las frecuencias que pueden seleccionarse en base al uso de diferentes conjuntos

de electrodos descritos en este documento no deben considerarse limitantes, ya que se prevé que cualquier frecuencia pueda seleccionarse. La selección de cualquier frecuencia dentro del rango de frecuencias debería ser posible en base a un transductor que esté fabricado y configurado para la selección de frecuencia predeterminada. La frecuencia de funcionamiento se puede seleccionar en función de los métodos descritos en este documento mediante el funcionamiento de diferentes conjuntos de electrodos. Sin embargo, la invención no se limita solo a las frecuencias seleccionables descritas aquí.

Las Figuras 3A-C muestran ejemplos de los diferentes tipos de onda que pueden emitirse ultrasónicamente desde uno o más transductores durante la operación.

En el ejemplo de la Figura 3A, un transductor 300 está unido a la superficie de la ventana 310 por una capa 320 de unión, por ejemplo, resina epoxídica. Una gota 330 de agua puede estar presente en la superficie de la ventana. El transductor puede ser impulsado para emitir ondas ultrasónicas que se propagan solo a través de la superficie de la ventana. Las ondas ultrasónicas en este ejemplo son ondas acústicas de superficie, como las ondas 340 Rayleigh. Las ondas Rayleigh emitidas por el transductor pueden generarse a frecuencias más altas por encima de aproximadamente 2.5 MHz. Las ondas de Rayleigh se propagan a lo largo de la superficie de la ventana hacia la gota de agua. Dado que las ondas ultrasónicas están acopladas a la superficie de la ventana, las ondas pueden encontrarse con la gota de agua en la superficie de la ventana. Como las ondas ultrasónicas son de una frecuencia particular (y, por lo tanto, de una longitud de onda particular) cuando llegan a la(s) gota(s) de agua, las ondas ultrasónicas "ven" la gota de agua y la energía se transfiere de las ondas ultrasónicas a la gota de agua para limpiar la gota de agua de la superficie de la ventana. La atomización de las gotas de agua en la superficie de la ventana se logra mediante la transferencia eficiente de las energías más altas de las ondas ultrasónicas a las gotas de agua. En este ejemplo, la gota de agua puede limpiarse mediante el proceso de atomización o propulsión. La gota de agua puede atomizarse para eliminarla total o parcialmente de la superficie de la ventana. Si se atomiza parcialmente, la gota de agua restante puede limpiarse mediante el proceso adicional de propulsión o vibración. Por ejemplo, la gota de agua puede ser impulsada a lo largo de la superficie de la ventana para alejarla de la obstrucción de una vista clara a través de la ventana.

En el ejemplo de la Figura 3B, las ondas ultrasónicas emitidas desde el transductor son ondas Lamb. Las ondas Lamb se propagan a lo largo de una superficie de la ventana. Las ondas Lamb emitidas por el transductor en este ejemplo pueden tener una frecuencia entre aproximadamente 1 MHz a 2.5 MHz. Las ondas 350 Lamb que se propagan a lo largo de la superficie de la ventana a la que está acoplado el transductor pueden tener una amplitud mayor que las ondas 360 Lamb que se propagan a lo largo de la superficie opuesta de la ventana. Las ondas 350, 360 Lamb que se propagan en ambas superficies de la ventana pueden estar en fase o fuera de fase, por ejemplo, las ondas Lamb pueden ser ondas simétricas o antisimétricas, respectivamente. Las ondas 350 Lamb en la superficie del transductor pueden tener desplazamientos más altos que las ondas 360 Lamb en la superficie de la ventana opuesta. Por lo tanto, la mayor parte de la energía de onda ultrasónica emitida por el transductor se propaga a través de la superficie de la ventana sobre la cual pueden estar presentes gotas de agua. En este ejemplo, la gota de agua puede limpiarse mediante la propulsión de la gota de agua a lo largo de la superficie de la ventana. Si se transfiere suficiente energía de las ondas 350 Lamb a la gota de agua a través de, por ejemplo, la conversión de modo, puede ser posible limpiar la gota de agua a través de la atomización de la gota.

Las ondas de Rayleigh y Lamb coexisten en varias frecuencias. A una frecuencia de, digamos, 1 MHz, están presentes principalmente ondas Lamb y, por ejemplo, a 3.1 MHz, están presentes principalmente ondas de Rayleigh. A medida que aumenta la frecuencia, el tipo de ondas cambia progresivamente de ondas de Lamb a ondas de Rayleigh, es decir, las ondas de Lamb pueden dominar a frecuencias más bajas, pero a medida que aumenta la frecuencia, las ondas de Rayleigh dominan a frecuencias más altas.

En el ejemplo de la Figura 3C, las ondas ultrasónicas emitidas desde el transductor son ondas 370 de placa. La frecuencia de las ondas de placa emitidas desde el transductor en este ejemplo puede tener una frecuencia relativamente baja por debajo de aproximadamente 1 MHz. Las ondas 370 de placa viajan principalmente a través del cuerpo de la ventana. Las ondas de placa tienen frecuencias más bajas con una longitud de onda alta y, por lo tanto, las ondas de placa solo pueden hacer vibrar las gotas de agua en la superficie de la ventana. La vibración de las gotas de agua en la superficie de la ventana puede hacer que las gotas de agua separadas se fusionen y se combinen para formar gotas relativamente más grandes.

Los ejemplos de las Figuras 3A-C muestran solo un transductor acoplado a la superficie de la ventana, sin embargo, cualquier número de transductores puede estar acoplado a la superficie de la ventana. El uno o más transductores pueden estar acoplados cerca del borde de la ventana o en una región periférica de la ventana. El uno o más transductores pueden estar ocultos a la vista.

Debe entenderse que habrá un umbral o frecuencia de corte por encima del cual se puede lograr la atomización debido a las energías más altas de las ondas ultrasónicas por encima de la frecuencia de corte. Por debajo de la frecuencia de corte, las ondas ultrasónicas pueden no poseer suficiente energía para que se produzca la atomización de las gotas de agua, sin embargo, pueden poseer suficiente energía para propulsar las gotas de agua a través de la superficie de la ventana. También habrá una frecuencia de corte adicional por debajo de la cual no se puede lograr la propulsión de

la(s) gota(s) de agua, sin embargo, puede ser posible la vibración de la(s) gota(s) de agua. La frecuencia de corte para la atomización, propulsión o vibración puede depender del tamaño y/o composición de las gotas de agua. A modo de ejemplo, considere las gotas de agua en la superficie de la ventana: las gotas más pequeñas tendrán una relación de área de superficie a volumen mayor (en comparación con las gotas más grandes que tienen una relación de área de superficie a volumen más pequeña), por lo tanto, las gotas más pequeñas tienen una mayor tensión superficial. Por lo tanto, las gotas más pequeñas requieren mayores cantidades de energía (de frecuencias ultrasónicas más altas) para superar la tensión superficial antes de que se pueda lograr la propulsión o la atomización, es decir, se pueden requerir frecuencias ultrasónicas más altas para atomizar y eliminar gotas más pequeñas en comparación con gotas más grandes que pueden requerir menos energía para que ocurra la atomización.

La superficie de la ventana puede tratarse, por ejemplo, aplicando un recubrimiento opcional que puede modificar la tensión superficial entre la gota de agua y la superficie de la ventana. Por ejemplo, si se aplica un recubrimiento opcional a la superficie de la ventana, la superficie de la ventana puede volverse hidrófoba o hidrófila para disminuir o aumentar la tensión superficial entre la gota de agua y la superficie de la ventana, respectivamente. Por ejemplo, el ángulo de contacto de una gota de agua puede modificarse aplicando RainX (RTM) a la superficie de la ventana. Por lo tanto, un revestimiento opcional o un tratamiento de superficie para la ventana puede modificar las frecuencias de corte requeridas para que se produzca la atomización, la propulsión y/o la vibración.

Como se describe, los electrodos de cada transductor están configurados de modo que cada electrodo pueda funcionar independientemente de los otros electrodos. La selección de una frecuencia y/o tipo de onda se logra mediante la operación de diferentes "conjuntos" de electrodos. Por ejemplo, diferentes combinaciones de los electrodos pueden operarse selectivamente y algunos de los electrodos pueden seleccionarse opcionalmente para operar con una fase diferente o no operar. Los electrodos seleccionados para no operar pueden flotar eléctricamente. Si se elige un electrodo para la operación, el generador de frecuencia aplicará un voltaje de señal entre los electrodos elegidos y tierra; en contraste, los electrodos que opcionalmente no funcionan son los electrodos flotantes a los que no se les aplica voltaje. A modo de ejemplo, si solo se opera la mitad de los electrodos, entonces el "conjunto" incluirá solo la mitad del total de electrodos disponibles de los cuales están funcionando.

Las Figuras 4A-B muestran modos de operación de ejemplo o configuraciones de conjuntos de electrodos en un transductor, para lograr la atomización de una gota de agua en la superficie de una ventana. En estos ejemplos, las configuraciones hacen que el transductor emita ondas ultrasónicas que pueden tener una frecuencia superior a aproximadamente 2.5 MHz. El tipo de onda de estas ondas ultrasónicas puede ser principalmente ondas de Rayleigh.

En el ejemplo de la Figura 4A, el transductor 400 comprende una pluralidad de electrodos 405, 410. Los electrodos son adyacentes a una capa 415 piezoeléctrica, por ejemplo, material PZT. En el lado opuesto de la capa piezoeléctrica a los electrodos 405, 410 hay otro electrodo 420 conectado eléctricamente a tierra 425. En funcionamiento, algunos electrodos 405 son electrodos flotantes y no están conectados al generador de señal, mientras que otros electrodos 410 están conectados activamente al generador de señal. El conjunto de electrodos 410 que está conectado puede funcionar para generar ondas ultrasónicas con una frecuencia superior a 2.5 MHz.

Ciertos parámetros físicos dentro del transductor pueden fabricarse selectivamente o fabricarse para tener propiedades predeterminadas. Por ejemplo, los electrodos pueden estar diseñados para que el transductor funcione a frecuencias predeterminadas o seleccionadas. Por ejemplo, el ancho de cada electrodo y la brecha o el espaciamiento entre electrodos consecutivos son parámetros de diseño de los que puede depender una frecuencia particular. Los electrodos del transductor pueden estar diseñados de tal manera que la operación de diferentes conjuntos de electrodos provoque que el transductor emita ondas ultrasónicas a frecuencias predeterminadas. Por ejemplo, el transductor que se muestra en la Figura 4A comprende veintiocho electrodos independientes. Cada uno de los veintiocho electrodos 405, 410 mostrados en la Figura 4A puede tener un ancho de 0.4 milímetros (mm) con una brecha o espaciamiento de electrodo entre los electrodos de 0.1 mm. Para generar una onda que tiene una frecuencia de alrededor de 3.1 MHz, un conjunto de 14 alternos 410 de los 28 electrodos 410 están conectados al generador de señal para recibir una señal que tiene una frecuencia de alrededor de 3.1 MHz con los electrodos 405 intermedios flotantes. El espaciamiento de los electrodos activos u operativos adyacentes 410 está relacionado con la longitud de onda de la onda generada a esa frecuencia. Se puede establecer un campo eléctrico entre los electrodos 410 operativos y el electrodo 420 de tierra para hacer que la capa piezoeléctrica se active para que los desplazamientos del transductor emitan ondas ultrasónicas.

La figura 4B muestra un transductor 400 (como se describe de manera similar en la figura 4A), en el que los electrodos 410 reciben una señal de una primera frecuencia y fase y los electrodos 405 intermedios reciben una señal de la misma frecuencia, pero con un desplazamiento de fase de 180° en comparación con los electrodos 410. Esta configuración permite que se establezca un campo 430 eléctrico adicional entre los electrodos 410, 405 adyacentes. Esta configuración permite que el campo eléctrico adicional provoque que la capa piezoeléctrica del transductor se vuelven más "activa" dando como resultado desplazamientos más altos del transductor, es decir, ondas ultrasónicas de mayor amplitud a emitir. Esta configuración puede mejorar la eficiencia operativa del transductor y/o aumentar la energía transferida a las gotas de agua en la superficie de una ventana.

Los ejemplos de las Figuras 4C-F corresponden al ejemplo descrito con referencia a la Figura 3A. Un transductor 400 está unido a través de una capa de unión 435 a la superficie de una ventana 440. El transductor puede ser el transductor descrito en las Figuras 4A-B y emitir ondas ultrasónicas que tienen una frecuencia superior a 2.5 MHz. Las ondas ultrasónicas emitidas por el transductor durante la operación en los ejemplos mostrados en las Figuras 4C-F son ondas acústicas de superficie, como las ondas de Rayleigh. Las ondas 445 ultrasónicas emitidas desde el transductor se acoplan a la superficie de la ventana y se propagan a lo largo de la superficie de la ventana. Las ondas ultrasónicas que se propagan a lo largo de la superficie de la ventana pueden encontrar una gota 450 de agua presente en la superficie de la ventana. Al encontrar la gota, la energía de las ondas ultrasónicas se transfiere entonces a la gota. Esta transferencia de energía puede basarse en la conversión de modo. La conversión de modo puede ser más fuerte para frecuencias más altas que para frecuencias más bajas. La conversión de modo es un proceso de transferencia de energía en el que una onda mecánica, como una onda ultrasónica, se acopla a un líquido, por ejemplo, una gota de agua en la superficie de la ventana, y las ondas 455 longitudinales se transmiten al líquido. Como tal, la amplitud de las ondas ultrasónicas que inciden en la gota de agua disminuirá a medida que se transfiere energía, y por ejemplo puede denominarse ondas "de fuga". Como tal, las ondas ultrasónicas más allá de la gota pueden tener una amplitud menor en comparación con su amplitud cuando inciden en la gota de agua. Las ondas longitudinales transmitidas a la gota de agua tienen el efecto de ejercer presión 460 sobre la superficie interna de la gota de agua de modo que puede hacer que la gota de agua sea impulsada a lo largo de la superficie de la ventana en la que esta se asienta o hace que se atomice la gota de agua.

La figura 4D muestra un ejemplo en el que la gota de agua sobre la superficie de la ventana se atomiza 465. Por lo tanto, la ventana se limpia. La ventana se limpia por atomización de la gota de agua.

La figura 4E muestra un ejemplo en el que el transductor está acoplado a una ventana laminada. Por ejemplo, la ventana laminada puede ser un parabrisas para un vehículo. El transductor puede estar acoplado a la ventana en una región periférica o borde de la ventana. El transductor puede estar oculto a la vista debajo de un sello de goma que rodea la ventana. La ventana laminada puede comprender una capa 470 de laminado intercalada entre una capa de vidrio superior 440 e inferior 475. Durante el funcionamiento de uno o más transductores unidos a la superficie de la ventana, cada transductor puede configurarse para emitir ondas ultrasónicas que se propagan solo a través de la superficie 480 de la capa superior de vidrio 440. En este ejemplo, ya que las ondas ultrasónicas se propagan sustancialmente solo a través de la capa superior de vidrio, las ondas ultrasónicas no se propagan a través de la capa laminada. Esto es beneficioso porque no se "pierde" energía de onda ultrasónica en la capa de laminado, lo que de otro modo puede causar una fuerte absorción y amortiguación de las ondas ultrasónicas. La configuración del transductor para emitir solo ondas acústicas superficiales tiene la ventaja de mejorar la eficiencia de limpiar la ventana porque se evitan las atenuaciones en la capa de laminado. Toda la energía de las ondas ultrasónicas se limita a la superficie de la ventana para maximizar la transferencia de energía de las ondas ultrasónicas a las gotas de agua para una limpieza eficiente de la ventana.

La figura 4F muestra un ejemplo en el que el transductor está unido a una ventana que comprende opcionalmente elementos 485 calefactores. Por ejemplo, la ventana que comprende elementos calefactores puede ser la ventana trasera de un vehículo. Como se muestra, el transductor puede estar unido a la superficie de la ventana que es opuesta a la superficie que comprende los elementos calefactores. Durante el funcionamiento del uno o más transductores unidos a la superficie de la ventana, pueden configurarse para emitir ondas ultrasónicas que se propagan solo a través de la superficie 480 de la ventana. Como tal, las ondas ultrasónicas no se propagan a través de los elementos calefactores. De manera similar al ejemplo de la Figura 4E para la capa laminada, no se pierde energía de onda en los elementos calefactores; en su lugar, toda la energía de las ondas disponible se dirige a las gotas de agua en la superficie de la ventana para limpiarla. Los transductores 400 también pueden configurarse para emitir otros tipos de onda, por ejemplo, ondas Lamb u ondas de placa para una limpieza eficiente de la ventana como se describirá más adelante.

Las Figuras 4C-F anteriores se han descrito en relación con un transductor capaz de emitir frecuencias superiores a aproximadamente 2.5 MHz. Las frecuencias más altas emitidas pueden generar ondas acústicas superficiales como las ondas de Rayleigh para limpiar la ventana mediante la conversión de modo y la atomización de gotas de agua en la superficie de la ventana. La siguiente sección describirá otros modos de operación de ejemplo para el transductor, para diferentes configuraciones de electrodos. Cualquier configuración de electrodo descrita en el presente documento puede usarse para limpiar cualquier tipo de ventana, por ejemplo, una ventana plana que consiste solo en una lámina de vidrio, una ventana que comprende una capa laminada o elementos calefactores u otros tipos de ventanas.

Las Figuras 5A-B muestran modos de operación de ejemplo o configuraciones de conjuntos de electrodos en un transductor, para lograr la propulsión de una gota de agua sobre la superficie de una ventana. En estos ejemplos, las configuraciones de los electrodos pueden hacer que el transductor emita ondas ultrasónicas que pueden tener una frecuencia en el rango de aproximadamente 1 MHz a 2.5 MHz. Las ondas ultrasónicas emitidas pueden ser principalmente ondas Lamb.

Las Figuras 5A-B muestran diferentes modos de funcionamiento de ejemplo para el transductor 500. Cada una de las Figuras 5A-B se refiere a diferentes configuraciones de electrodos. El transductor 500 comprende una pluralidad de electrodos 505, 510. Los electrodos están en una capa 515 piezoeléctrica. En el lado opuesto de la capa piezoeléctrica

a los electrodos 505, 510 hay un electrodo 520 de tierra. En funcionamiento, algunos electrodos 505 eléctricamente flotan porque no están conectados al generador de señal, mientras que otros electrodos 510 están conectados al generador de señal para recibir una señal de frecuencia seleccionada. El conjunto de electrodos 510 que están conectados reciben una señal y generan ondas ultrasónicas con una frecuencia en el rango de aproximadamente 1 MHz a 2.5 MHz. Los electrodos 510 activos de la Figura 5A y en 5B están espaciados para proporcionar una frecuencia natural aproximadamente en este rango.

El transductor mostrado en los ejemplos de las figuras 5A-B comprende veintiocho electrodos independientes. Cada uno de los veintiocho electrodos 505, 510 puede tener un ancho de 0.4 mm con una brecha o espaciamiento de electrodo entre los electrodos de 0.1 mm. En el ejemplo de la Figura 5A, el conjunto de electrodos 510 conectado al generador de señal comprende diez electrodos, de modo que los electrodos flotantes f quedan sin conectar entre cada uno de los electrodos conectados. Este ejemplo particular de configuración de electrodos o modo de operación puede usarse para generar ondas ultrasónicas que tienen una frecuencia de alrededor de 2 MHz. El transductor que se muestra en el ejemplo de la Figura 5B comprende de manera similar veintiocho electrodos independientes. Los pares de electrodos adyacentes marcados con + están conectados al generador de señal como se muestra (aparte de los electrodos individuales en cada extremo de la capa piezoeléctrica que están conectados como un par de electrodos individuales). Esta configuración de electrodo o modo de operación puede usarse para generar ondas ultrasónicas que tienen una frecuencia de alrededor de 1.39 MHz. Los electrodos 505 que flotan en las figuras 5A y 5B pueden recibir alternativamente una señal de la frecuencia seleccionada pero desplazada en fase 180 grados con respecto a los electrodos 510.

Los ejemplos de las Figuras 5C-D corresponden al ejemplo descrito con referencia a la Figura 3B. Un transductor 500 está unido a través de una capa 530 de unión a la superficie de una ventana 535. El uno o más transductores pueden ser el transductor descrito en las Figuras 5A-B y emitir ondas ultrasónicas que tienen una frecuencia en el rango de aproximadamente 1 MHz a 2.5 MHz . Las ondas ultrasónicas emitidas por el transductor durante la operación en los ejemplos mostrados en las Figuras 5C-D son principalmente ondas Lamb. Las ondas 540, 545 ultrasónicas emitidas desde el transductor se propagan a lo largo de las superficies superior e inferior de la ventana. Las ondas ultrasónicas se acoplan a las superficies de la ventana. Las ondas ultrasónicas que se propagan a lo largo de la superficie superior de la ventana a la que está unido el transductor pueden encontrar una gota de agua 550 presente en la superficie de la ventana. La figura 5C muestra ondas ultrasónicas que se propagan a través de la gota de agua en la que la energía de las ondas ultrasónicas se transfiere a la gota de agua, por ejemplo, mediante conversión de modo. Las ondas 555 longitudinales se transmiten a la gota de agua. Las ondas longitudinales transmitidas a la sustancia tienen el efecto de ejercer presión 560 sobre la superficie interna de la gota de agua.

La figura 5D muestra el efecto que las ondas ultrasónicas incidentes en la gota de agua tienen sobre la gota de agua misma. Las ondas ultrasónicas que inciden en la gota de agua hacen que la gota sea impulsada a lo largo de la superficie de la ventana. La dirección de propulsión 565 puede estar en la misma dirección que la propagación de ondas ultrasónicas. Cuando la gota de agua se impulsa a lo largo de la superficie de la ventana, la forma de la gota de agua puede cambiar. Por ejemplo, la gota de agua puede tener un extremo 570 posterior y un borde 575 delantero que tienen diferentes ángulos de contacto con la superficie de la ventana. Por ejemplo, el extremo 570 posterior puede tener un ángulo de contacto mayor con la superficie de la ventana en comparación con el borde 575 delantero. La capacidad de impulsar la gota de agua a lo largo de la superficie de la ventana permite que la ventana se limpie 580.

Una vez que la gota de agua es impulsada a lo largo de la superficie, un cambio en el ángulo de contacto del extremo posterior con la superficie de la ventana puede cambiar la eficiencia de acoplamiento de las ondas ultrasónicas en la gota de agua. Por lo tanto, una vez que comienza la propulsión, puede ser necesario alterar el modo de operación del transductor para modificar la frecuencia de las ondas ultrasónicas emitidas para mantener la propulsión de la gota de agua. Como tal, la limpieza de la ventana se puede lograr cambiando dinámicamente entre modos de operación, es decir, diferentes frecuencias y/o tipos de onda de las ondas ultrasónicas emitidas.

En los ejemplos de las Figuras 5C y 5D, las ondas 540, 350 Lamb que se propagan a lo largo de la superficie de la ventana a la que está acoplado el transductor pueden tener una amplitud mayor que las ondas 545, 360 Lamb que se propagan a lo largo de la superficie opuesta de la ventana. Esto puede ser beneficioso si cada transductor 400 de los ejemplos de las Figuras 4E y/o 4F se configuran para emitir ondas Lamb para limpiar la ventana. Esto se debe a que las ondas 545, 360 Lamb que tienen menos energía y se propagan cerca de la capa laminada 470 o los elementos calefactores 485 no deberían afectar la eficiencia de la propulsión (o atomización) para limpiar las gotas de agua de la ventana, ya que las ondas 540, 350 Lamb que causan la conversión de modo tienen una amplitud mayor y no se ve afectada por la capa de laminado o los elementos calefactores.

La siguiente sección describirá otros modos de operación de ejemplo para el transductor, para diferentes configuraciones de electrodos.

Las Figuras 6A-B muestran modos de operación de ejemplo o configuraciones de conjuntos de electrodos en un transductor, para lograr la vibración de una gota de agua en la superficie de una ventana. En estos ejemplos, las configuraciones de electrodos pueden hacer que el transductor emita ondas ultrasónicas que pueden tener una

frecuencia inferior a aproximadamente 1 MHz, o entre aproximadamente 200 kHz y 1 MHz. Las ondas ultrasónicas emitidas pueden ser ondas de placa u ondas vibratorias.

Las Figuras 6A-B muestran diferentes modos de funcionamiento de ejemplo para el transductor 600. Cada una de las Figuras 6A-B se refiere a diferentes configuraciones de electrodos. El transductor 600 comprende una pluralidad de electrodos 605, 610. Los electrodos se sientan en una capa 615 piezoeléctrica. En el lado opuesto de la capa piezoeléctrica a los electrodos 605, 610 hay un electrodo 620 de tierra que está conectado eléctricamente a tierra 625. En funcionamiento, algunos electrodos 605 pueden no estar conectados al generador de señal, mientras que otros electrodos 610 pueden estar conectados al generador de señal. El conjunto de electrodos 610 en este ejemplo están conectados para recibir una señal y generar ondas ultrasónicas con una frecuencia en el rango de aproximadamente 200 kHz a aproximadamente 1 MHz. Los electrodos 510 activos únicos de la Figura 5A y los pares de electrodos activos en la Figura 5B están configurados para tener una frecuencia natural aproximadamente en este rango.

El transductor que se muestra en los ejemplos de las Figuras 6A-B comprende veintiocho electrodos independientes. Cada uno de los veintiocho electrodos 605, 610 puede tener un ancho de 0.4 milímetros (mm) con una brecha o espaciamiento de electrodo entre los electrodos de 0.1 mm. En el ejemplo de la Figura 6A, el conjunto de electrodos 610 conectados al generador de señal comprende dieciocho electrodos. Estos están conectados en grupos de electrodos de "connect 4/miss 4/connect 5/miss 2/connect 5/miss 4/connect 4" como se indica 630, 635, 640, 645, 650, 655, 660 respectivamente. Esta configuración de electrodo o modo de operación puede usarse para generar ondas ultrasónicas que tienen una frecuencia de alrededor de 570 kHz. Los electrodos 605 que flotan en las figuras 6A y 6B pueden recibir alternativamente una señal de la frecuencia seleccionada pero desplazada en fase 180 grados con respecto a los electrodos 610.

El transductor mostrado en el ejemplo de la figura 6B comprende de manera similar veintiocho electrodos independientes con el conjunto de electrodos 610 conectado al generador de señal que comprende dieciocho electrodos. Los electrodos mostrados están conectados en grupos de electrodos de "connect 8/miss 12/connect 8" electrodos a lo largo de la capa piezoeléctrica como se muestra 665, 670, 675 respectivamente. Esta configuración de electrodo o modo de operación puede usarse para generar ondas ultrasónicas que tienen una frecuencia de alrededor de 220 kHz.

Los ejemplos de las Figuras 6C-D corresponden al ejemplo descrito con referencia a la Figura 3C. Un transductor 600 está unido a través de una capa de unión a la superficie de una ventana. El transductor puede ser el transductor descrito en las Figuras 6A-B y accionado para emitir ondas ultrasónicas que tienen una frecuencia entre aproximadamente 200 kHz a 1 MHz. Las ondas ultrasónicas emitidas desde el transductor durante la operación en los ejemplos mostrados en las Figuras 6C-D son ondas de placa. Las ondas 680 ultrasónicas emitidas desde el transductor se propagan a través del cuerpo de la ventana. La onda ultrasónica puede tener una frecuencia que coincida con una frecuencia resonante o frecuencia de vibración (condición de resonancia) de la ventana. Las ondas ultrasónicas que se propagan a través del cuerpo de la ventana hacen que la ventana vibre.

En el ejemplo de la Figura 6C, se muestra que una gota 685 de agua está presente en la superficie de la ventana. La vibración de la ventana permite que la tensión superficial entre la gota de agua y la superficie de la ventana sea superada. La gota de agua sobre la superficie de la ventana vibratoria puede ser "golpeada" o "expulsada" 690 de la superficie de la ventana. Por lo tanto, las gotas de agua salen de la superficie de la ventana y las ondas ultrasónicas limpian la ventana. Además, un flujo de aire 695 sobre la superficie de la ventana puede ayudar a limpiar la ventana. Esto se puede lograr moviendo las gotas de agua más lejos de la superficie de la ventana, reduciendo así las posibilidades de que las gotas de agua vuelvan a la superficie vibratoria.

Por ejemplo, cada transductor 400 de los ejemplos de las Figuras 4E y/o 4F puede configurarse para emitir ondas de placa vibratoria como se describe con referencia a las Figuras 6C-D para limpiar la ventana. Esto puede tener el beneficio de una limpieza eficiente de la ventana laminada o ventana con elementos calefactores porque las ondas de la placa tienen una frecuencia más baja (por lo tanto, longitudes de onda más largas) y, como tales, no "ven" los elementos calefactores que son mucho más pequeños que las longitudes de onda de la onda de la placa.

Los modos de operación de ejemplo descritos en las Figuras 4-6 se pueden usar para controlar las frecuencias y los tipos de onda de las ondas ultrasónicas emitidas desde el(los) transductor(es), en base a diferentes configuraciones de los electrodos que están conectados eléctricamente al generador de señal, en diferentes frecuencias de señales producidas por el generador. Ahora se describirá un método de ejemplo para limpiar una ventana usando uno o más modos de operación para el transductor.

La figura 7 es un diagrama de flujo de ejemplo que describe un método 700 para limpiar una ventana usando uno o más modos seleccionados de operación del transductor. En el bloque 760 se detecta la presencia de gotas de agua en la ventana. En el bloque 770 se selecciona un modo o secuencia de modos de operación. Es posible seleccionar un modo de operación o una secuencia de más de un modo de operación para limpiar la ventana. Dado que el modo de operación de un transductor se basa en la configuración de los electrodos en el transductor que están conectados activamente al generador de señal, en los ejemplos del sistema solo se puede operar un modo de operación a la vez

para un solo transductor. Por lo tanto, si se requiere más de un modo de operación para borrar la ventana 780, los modos de operación deben seleccionarse secuencialmente.

Por ejemplo, si se va a limpiar una gota de agua de la superficie de la ventana usando dos modos de operación, entonces un primer modo de operación seleccionado puede ser tal que el transductor esté configurado para emitir ondas ultrasónicas que tienen una frecuencia de aproximadamente 3.1 MHz, y un segundo modo de operación seleccionado para configurar el transductor para emitir ondas ultrasónicas que tienen una frecuencia de aproximadamente 2 MHz. En este ejemplo, los dos modos de operación para el transductor pueden alterarse dinámicamente para configurar el transductor para que emita primero ondas ultrasónicas a aproximadamente 3.1 MHz y para la segunda emisión de ondas ultrasónicas a aproximadamente 2 MHz. Por supuesto, la elección de la frecuencia emitida puede depender de cuántas gotas de agua hay en la superficie de la ventana o del tamaño de las gotas. Se pueden usar otras frecuencias de ejemplo para iniciar la vibración de la gota con frecuencias más bajas y luego propulsar o atomizar la gota con frecuencias más altas.

El método para limpiar la ventana descrita en la Figura 7 permite que la frecuencia y el tipo de onda (es decir, un modo de operación) de las ondas ultrasónicas emitidas desde el transductor se controlen o seleccionen dinámicamente. Esto puede ser beneficioso para, por ejemplo, limpiar hielo o lodo de la ventana de un vehículo. Se puede seleccionar un primer modo para hacer vibrar la ventana y romper el hielo en su superficie, y se puede seleccionar un segundo modo para mover los trozos de hielo rotos a través de la superficie de la ventana para limpiar la ventana. Se puede elegir o seleccionar un modo aún más para limpiar el hielo derretido o las gotas de agua mediante atomización. La selección dinámica de la frecuencia de operación del transductor permite que se emitan diferentes frecuencias de ondas ultrasónicas desde el transductor de manera controlada para propagarse a través de la superficie de la ventana, u opcionalmente a través del cuerpo de la ventana. Puede estar disponible una pluralidad de modos de operación diferentes para un solo transductor basado en la gran cantidad de combinaciones diferentes de configuraciones de electrodos como se describe anteriormente en este documento.

Los modos de operación pueden seleccionarse secuencialmente usando un retardo de tiempo establecido entre las selecciones de cada modo de operación. Por ejemplo, el retraso de tiempo entre modos de operación sucesivos puede ser de 5 microsegundos, es decir, la frecuencia de las ondas ultrasónicas emitidas desde el(los) transductor(es) y los conjuntos de electrodos se puede cambiar cada 5 microsegundos. El retraso de tiempo puede ser igualmente fijo o cambiado dinámicamente durante la operación. El tiempo de demora de 5 microsegundos es solo un ejemplo; se podrían utilizar otros retrasos, por ejemplo: un rango de unos pocos microsegundos, por ejemplo, de 1 a 10 microsegundos. El retraso puede elegirse para garantizar que el resultado de un modo en una gota de agua aún esté activo cuando se aplica el siguiente modo. La detección 760 y la selección 770 de los modos de operación pueden ser manuales o automáticos. Por ejemplo, un conductor del vehículo puede seleccionar manualmente el modo de operación del transductor en función de las observaciones visuales de las gotas de agua u otra precipitación en la superficie de la ventana. Alternativamente, se puede configurar un sistema de detección para detectar la presencia de precipitación automáticamente. Si la detección es automática, se requieren al menos dos transductores: un primer transductor para actuar como transmisor y un segundo transductor para actuar como receptor. El generador de señal y uno o más de los transductores utilizados para limpiar la precipitación pueden utilizarse como transmisores del sistema de detección. Alternativamente, se puede usar un transductor separado y adicional como transmisor. La detección de precipitación puede basarse en el transmisor que emite ondas ultrasónicas que se detectan en el receptor en el que las ondas ultrasónicas tienen una amplitud o intensidad de señal "predeterminada" que corresponde a cero gotas de agua u otra precipitación en la superficie de la ventana. Si la intensidad de la señal recibida en el segundo transductor varía con respecto a la intensidad de la señal predeterminada, esto puede indicar la presencia de agua u otra precipitación en la superficie de la ventana. Cuando hay agua u otra precipitación en la superficie de la ventana, la energía puede transferirse desde las ondas ultrasónicas de propagación al agua u otra precipitación. Como tal, las ondas ultrasónicas pueden sufrir atenuación y cuando las ondas ultrasónicas alcanzan el receptor en el segundo transductor, la intensidad de la señal será inferior al valor predeterminado. Por lo tanto, se detecta la presencia de gotas de agua u otra precipitación en la superficie de la ventana. El nivel de atenuación puede indicar la cantidad de precipitación (o gotas de agua) en la superficie de la ventana, o el tipo de precipitación (por ejemplo, aguanieve). La cantidad de agua u otra precipitación detectada puede usarse para seleccionar automáticamente un modo de operación para limpiar la ventana como se describió.

La figura 8 es un gráfico que modela la dispersión en función de la velocidad de fase para ondas ultrasónicas en un sustrato de vidrio (es decir, una ventana). Esta información es útil para determinar el efecto que tendrá cada tipo de onda en una gota de agua que se encuentra en la superficie de una ventana. El eje vertical representa la velocidad de fase en metros por segundo, m/s. El eje horizontal representa la frecuencia en MHz para una lámina de vidrio de 3 mm de grosor, correspondiente a la dispersión que se mide en Hz (frecuencia).

En el ejemplo de la Figura 8, las ondas ultrasónicas modeladas son ondas acústicas de superficie. El sustrato de vidrio modelado tiene un grosor de 3 mm, que es aproximadamente el grosor de la ventana de un vehículo o la capa superior de vidrio en un parabrisas laminado. La velocidad de fase de las ondas ultrasónicas que se propagan a través del vidrio a granel para las ondas Lamb antisimétricas y para las ondas Lamb simétricas están dadas por las curvas 830 y 835. Para una lámina delgada de vidrio o sustrato de vidrio, como en una ventana, las ondas pueden comportarse de manera diferente que para el vidrio a granel y puede exhibir acoplamiento de superficie o comportamiento de onda

de placa. La velocidad de fase de las ondas ultrasónicas se muestra en metros por segundo (m/s) y la dispersión se muestra en hercios (Hz), es decir, la frecuencia de un sustrato de vidrio que es de 3 mm de espesor. El gráfico representa cómo la velocidad de fase o la velocidad de las ondas ultrasónicas cambia con la frecuencia mientras se propaga a través del sustrato de vidrio.

5 La figura 8 muestra que las ondas ultrasónicas emitidas pueden ser ondas de primer orden (primer modo) 830, 835, ondas de segundo orden (segundo modo) 840, 845, ondas de tercer orden (tercer- modo) 850, 855 u ondas de orden superior. Como se muestra en la Figura 8, las ondas ultrasónicas son ondas Lamb y pueden ser ondas antisimétricas o simétricas, es decir, fuera de fase o en fase, respectivamente. La velocidad de fase para las ondas antisimétricas se muestra en 830, 840 y 850. La velocidad de fase para las ondas simétricas se muestra en 835, 845 y 855. Las frecuencias de ondas ultrasónicas emitidas para diferentes configuraciones del(os) transductor(s) descritos en este documento se indican en la relación de velocidad-dispersión de fase para el modo de primer orden de ondas (830) antisimétricas por 860A, 865A, 870 y 875. Se muestra la velocidad de fase de las ondas de "placa" de 570 kHz por 860A; las ondas Lamb de aproximadamente 1.5 MHz por 865A; y ondas "Rayleigh" de mayor frecuencia en 870 y 875. 10 Puede haber un mayor desplazamiento del transductor para valores de dispersión más bajos, es decir, para ondas de placa, ya que las ondas ultrasónicas emitidas para valores de dispersión más bajos tienen longitudes de onda más largas. Las longitudes de onda (λ) de las ondas ultrasónicas emitidas que cruzan las líneas punteadas 880, 885, 890, 895 en el gráfico son: $\lambda = 10$ mm; $\lambda = 4.9$ mm; $\lambda = 2.16$ mm; $\lambda = 1.55$ mm respectivamente.

20 Por ejemplo, las ondas de "placa" a 570 kHz para las ondas 860A antisimétricas de primer modo tienen una longitud de onda de 10 mm, y las ondas 860B antisimétricas de segundo orden (a una frecuencia desplazada ligeramente más alta) también tienen una longitud de onda de 10 mm. Se puede ver que las ondas 860A de primer orden tienen una velocidad de fase más lenta alrededor de 2000 m/s en comparación con las ondas de segundo orden que tienen una velocidad de fase más rápida alrededor de 8000 m/s.

25 A modo de ejemplo, las ondas 870, 875 ultrasónicas de mayor frecuencia que tienen longitudes de onda más cortas a 2.16 mm y 1.55 mm respectivamente tienen una longitud de onda cercana al diámetro de una gota de agua típica (unos pocos mm). Por lo tanto, estas ondas son más adecuadas para la atención de gotas debido a la conversión de modo fuerte. Por el contrario, las ondas 860A ultrasónicas de frecuencia más baja que tienen longitudes de onda más largas a 10 mm tendrán una conversión de modo muy débil (si la hay) y no serán adecuadas para atomizar la gota, pero pueden ser adecuadas para hacer vibrar las gotas. Por supuesto, habrá un conjunto "medio" de frecuencias en algún lugar entre la atomización y la vibración que dará lugar a un nivel de conversión de modo en algún lugar entre la conversión de modo muy débil de frecuencias más bajas y la conversión de modo fuerte de frecuencias más altas. Este gráfico ayuda a identificar las frecuencias más adecuadas para limpiar la ventana de gotas de agua. Las implementaciones de ejemplo del(os) transductor(es) multimodo y los circuitos asociados se describen aquí con referencia a las figuras 9A y 9B.

40 Con referencia a la figura 9A, un transductor, que puede ser uno de muchos, comprende una pluralidad de electrodos 210 en un sustrato piezoeléctrico como se muestra en la figura 2, por ejemplo. Cada electrodo 210 está conectado a través de un conector 960 a uno respectivo de una pluralidad de interruptores binarios 941 de un circuito 940 interruptor. Todos los interruptores están conectados a la salida 926 de un generador 925 de frecuencia. Un controlador de modo 930 controla el generador de frecuencia y el circuito del interruptor. El controlador de modo controla la frecuencia de la señal de salida aplicada a los interruptores 941. El controlador de modo también selecciona cuáles de los interruptores son conductores y cuáles no conductores, seleccionando así el conjunto de electrodos 210 que reciben la señal de salida. En este ejemplo, los otros electrodos flotan eléctricamente. El controlador de modo controla los interruptores, por ejemplo, aplicando señales binarias a sus entradas 942 de control. La combinación de frecuencia y conjunto de electrodos seleccionados para recibir la señal de salida define el modo de operación seleccionado del transductor como se describió anteriormente.

50 El generador de frecuencia puede incluir adicionalmente un generador de impulsos 950 que activa y desactiva la señal de salida 926 con una relación de espacio de marca deseada para reducir el calentamiento del transductor. La pulsación de la señal 926 de salida puede controlarse mediante el controlador 930. La pulsación puede controlarse dependiendo de la temperatura del transductor medida por un sensor T.

55 La figura 9B difiere de la figura 9A en que los electrodos 211 que flotan en la figura 9A reciben la señal 926 de salida del generador de frecuencia desplazada en fase 180 grados. Para ese propósito, el generador de frecuencia tiene una salida 926+180 adicional y un circuito 940 interruptor adicional que selecciona los otros electrodos 211 bajo el control del controlador de modo 930 que tiene un puerto 943 de control adicional para controlar el circuito 940 interruptor adicional. Así, el sistema de la figura 9B puede seleccionar cualquier electrodo del transductor para recibir la señal 926 o la señal 926 desplazada 180 grados.

60 La selección del modo puede ser realizada manualmente por un operador, por ejemplo, el conductor de un vehículo, como se describió anteriormente con referencia a la figura 7. La selección del modo puede hacerse automáticamente usando un detector 970 que detecta la cantidad de agua en la ventana, como se describió anteriormente con referencia a la Figura 7.

65

Las figuras 10A y 10B ilustran esquemáticamente el aparato de limpieza de la presente invención instalado en un vehículo.

El ejemplo de la Figura 10A muestra un aparato 1000 de limpieza unido a una ventana 1030 de vehículo. El aparato de limpieza comprende uno o más transductores 1010 multimodo como se describe aquí. En este caso, la ventana del vehículo es un parabrisas que puede ser una ventana laminada. Una pluralidad de transductores 1010 están unidos a una región periférica de la ventana y opcionalmente pueden ocultarse de la vista debajo de un sello de goma. Los transductores son impulsados para emitir ondas 1020 ultrasónicas que se acoplan a la superficie de la ventana y se propagan a través de la superficie de la ventana. La dirección de propagación en este ejemplo es en una dirección que es perpendicular a los electrodos del transductor. La precipitación 1040 en la superficie de la ventana se puede limpiar de acuerdo con los métodos descritos en este documento, por ejemplo, mediante vibración, propulsión y/o atomización. Los transductores pueden estar dispuestos a lo largo del borde de la ventana de forma lineal, de modo que las ondas ultrasónicas puedan propagarse por toda la superficie de la ventana. La ubicación de la unión de los transductores permite que la precipitación se limpie de cualquier región de la superficie de la ventana. Los transductores están unidos a la ventana para permitir una vista sin obstáculos a través de la ventana para el conductor del vehículo y preferiblemente también para el pasajero delantero. En el ejemplo que se muestra, los transductores están unidos en la parte superior de la ventana. Pueden estar en otro lugar en la periferia de la ventana. El aparato 1000 de limpieza se puede unir opcionalmente a otras ventanas del vehículo, por ejemplo, una ventana 1050 lateral y/o una ventana trasera.

La figura 10B muestra un aparato 1060 de ejemplo para detectar y limpiar la precipitación en la ventana del vehículo. En este ejemplo, uno o más de la pluralidad de transductores 1010 unidos a la ventana pueden actuar como transmisores y uno o más transductores 1070 adicionales pueden actuar como receptores, como se describió anteriormente con referencia a la figura 7. Las ondas 1080 ultrasónicas que se propagan a través de la ventana son transmitidas y recibidas por el(los) transductor(es) 1070. De este modo, se puede detectar la presencia de precipitación. Las gotas de agua se limpian automáticamente de la ventana como se describió anteriormente.

Los ejemplos descritos anteriormente en este documento proporcionan un método robusto para limpiar las gotas de agua de una superficie de ventana. La combinación de un transductor que tiene muchos electrodos y la selección de diferentes combinaciones de electrodos y frecuencias de operación permiten una amplia selección de modos de operación. Los modos pueden seleccionarse automáticamente. En los ejemplos descritos en el presente documento, un solo transductor puede configurarse dinámicamente para emitir ondas ultrasónicas por separado a una pluralidad de frecuencias diferentes, por ejemplo, a cinco frecuencias diferentes para las diferentes configuraciones de electrodos. Sin embargo, debe entenderse que se pueden seleccionar adicionalmente muchas más frecuencias.

La invención, como se describe a modo del ejemplo anterior, opera los transductores a una frecuencia seleccionada a la vez. Sin embargo, un transductor puede estar diseñado para funcionar a una frecuencia fundamental y uno o más armónicos de esa frecuencia al mismo tiempo.

La selección de los modos de operación permite la selección de modos en los que la mayor parte de la energía de onda ultrasónica emitida por el transductor se propaga a través de la superficie de la ventana sobre la cual pueden estar presentes gotas de agua. Esto permite la eliminación eficiente de las gotas para limpiar la superficie de la ventana.

Aunque la invención se ha descrito a modo de ejemplo con referencia a ventanas, especialmente ventanas de vehículos, puede usarse para limpiar la precipitación de viseras usadas por conductores de vehículos que no tienen parabrisas, por ejemplo, motocicletas. Otros ejemplos de uso incluyen espejos externos de vehículos

Aunque la invención se ha descrito a modo de ejemplo con referencia a la limpieza de la precipitación, en gotas particulares de agua, puede usarse para limpiar otras gotas de agua que pueden incluir aditivos tales como detergentes y/o descongelador usados para lavar una ventana; por ejemplo, lavado de pantalla aplicado a un parabrisas. La suciedad y otros contaminantes pueden eliminarse de una ventana lavando con agua, o agua más detergente, y luego utilizar la presente invención para limpiar el agua contaminada.

La descripción anterior se ha presentado para ilustrar y describir ejemplos de los principios descritos. Esta descripción no pretende ser exhaustiva ni limitar estos principios a ninguna forma precisa divulgada. Muchas modificaciones y variaciones son posibles a la luz de la enseñanza anterior. Las características descritas con referencia a un ejemplo particular no deben considerarse limitantes de ese ejemplo particular, sino que pueden combinarse o incorporarse con cualquiera de los ejemplos descritos aquí.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato para limpiar las gotas de agua de una ventana usando uno o más modos seleccionados de operación del transductor, el aparato comprende:
- uno o más transductores, para acoplar a una ventana, cada uno de los transductores siendo operables para generar ondas ultrasónicas a cualquiera de una pluralidad de diferentes frecuencias y tipos de onda seleccionados;
- 10 un generador, para proporcionar señales de accionamiento ultrasónico al transductor para la pluralidad de frecuencias diferentes;
- caracterizado porque el aparato comprende, además:
- 15 un controlador de modo, para configurar el generador y el uno o más transductores para generar ondas ultrasónicas de cualquier frecuencia y tipo de onda seleccionados de la pluralidad de diferentes frecuencias y tipos de onda, el controlador de modo comprende un selector de modo configurado para seleccionar dinámicamente, durante la operación del aparato, al menos un modo de operación de una pluralidad de modos de operación disponibles para el uno o más transductores, cada modo de operación correspondiente a una combinación particular diferente de una
- 20 frecuencia y un tipo de onda.
2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la pluralidad de modos de operación disponibles para el uno o más transductores comprende:
- 25 un modo para lograr la atomización de una gota de agua en la ventana;
- un modo para lograr la propulsión de una gota de agua en la ventana; y
- 30 un modo para lograr la vibración de una gota de agua en la ventana.
3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la pluralidad de frecuencias diferentes están dentro del rango de frecuencia de 100 kHz a 4 MHz.
- 35 4. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el transductor tiene una pluralidad de electrodos y el controlador de modo es operable para seleccionar diferentes conjuntos de electrodos del transductor para generar ondas ultrasónicas de diferentes frecuencias y tipos de onda, en el que cada conjunto diferente de electrodos corresponde a uno de los modos de operación diferentes, y en el que el controlador de modo comprende un circuito interruptor para seleccionar los diferentes conjuntos de electrodos.
- 40 5. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador de modo es operable para configurar el generador y el transductor para producir ondas con frecuencias en el rango de 2.5 MHz o más.
- 45 6. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador de modo es operable para configurar el generador y el transductor para producir ondas con frecuencias en el rango de 1 MHz a 2.5 MHz.
- 50 7. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador de modo es operable para configurar el generador y el transductor para producir ondas con frecuencias en el rango de 200 kHz a 1 MHz.
8. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador de modo es operable para configurar el transductor y el generador para operar sucesivamente en diferentes combinaciones de las frecuencias y tipos de onda seleccionados, cada combinación diferente corresponde a un modo diferente de operación.
- 55 9. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador de modo es operable para cambiar de un modo de operación a otro con un retraso de tiempo entre las configuraciones.
- 60 10. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el generador está dispuesto para aplicar señales de accionamiento ultrasónico al transductor en pulsos.
- 65 11. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además: un sistema de control, que tiene un detector dispuesto para detectar ondas ultrasónicas emitidas por uno o más de dichos transductores para detectar la cantidad de atenuación en la ventana, en el que el selector de modo responde al detector para seleccionar el modo de operación dependiendo de la cantidad de atenuación detectada.

12. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una ventana y en el que el uno o más transductores están fijados a una superficie exterior de la ventana.

5 13. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la ventana se selecciona del grupo que comprende una ventana para un vehículo, una ventana para un vehículo que es uno de un parabrisas delantero, ventana trasera, ventana lateral o techo corredizo.

10 14. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la ventana es una ventana laminada que comprende una capa de laminado intercalada entre una capa de vidrio superior e inferior.

15 15. Un método para limpiar la precipitación de una ventana utilizando el aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, el método comprende:

seleccionar un modo de operación de la pluralidad de modos de operación disponibles para el uno o más transductores,
haciendo que el generador genere una señal de la frecuencia correspondiente al modo de operación seleccionado, y
configurar cada uno de los transductores para operar en la frecuencia correspondiente al modo de operación
seleccionado y produce el tipo de onda correspondiente al modo de operación seleccionado.

20

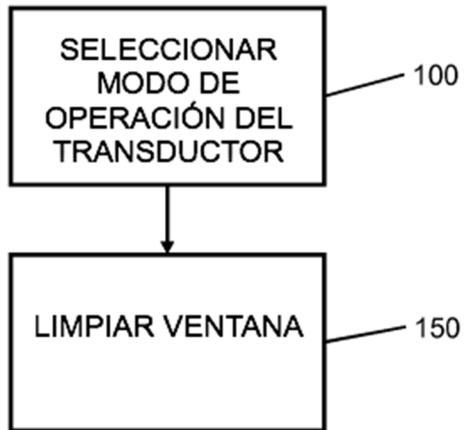


Figura 1

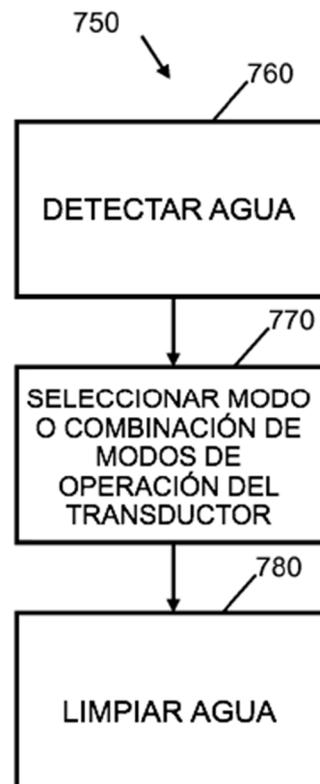


Figura 7

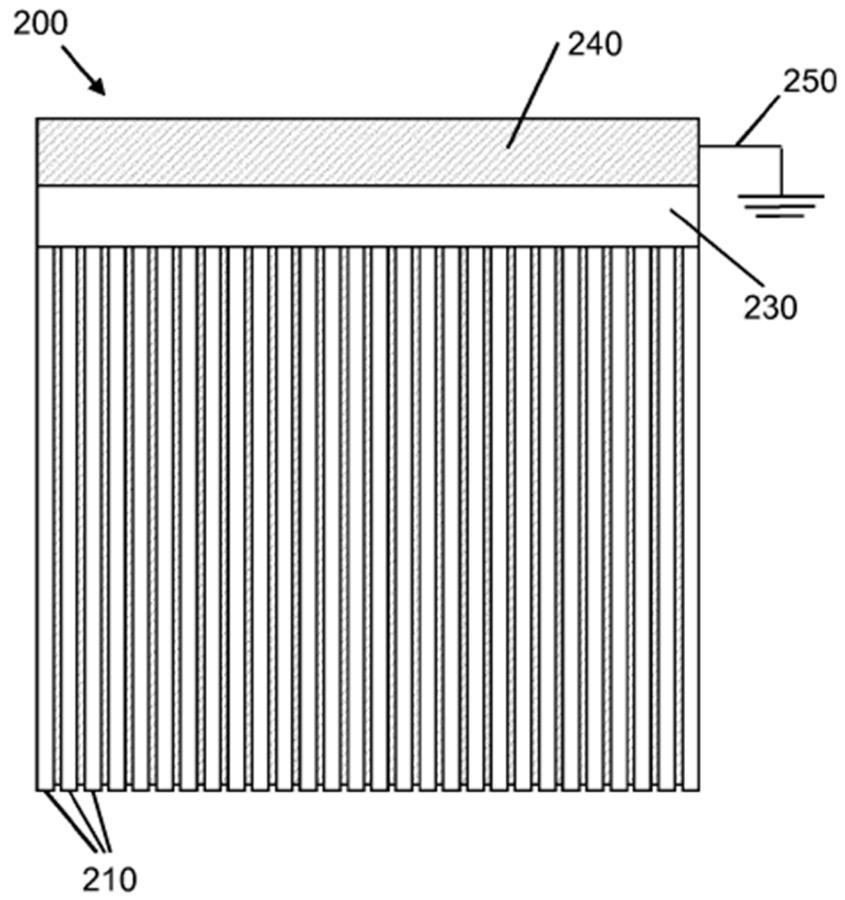


Figura 2A

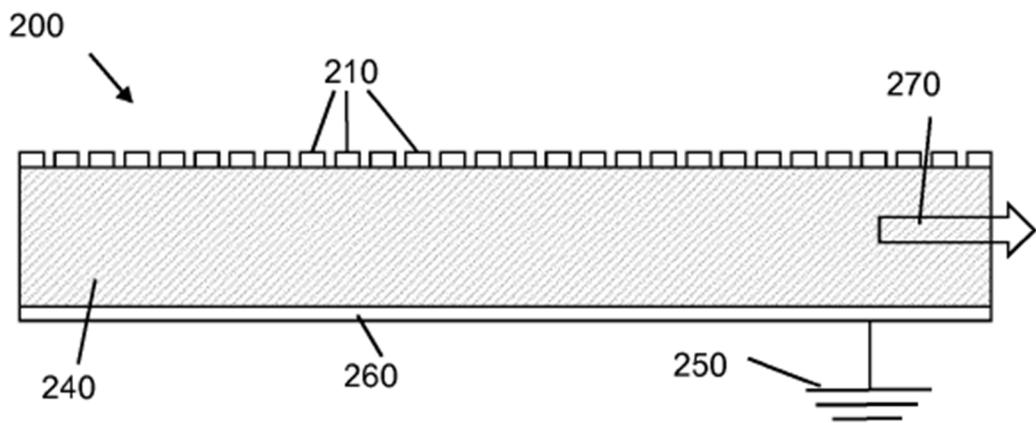
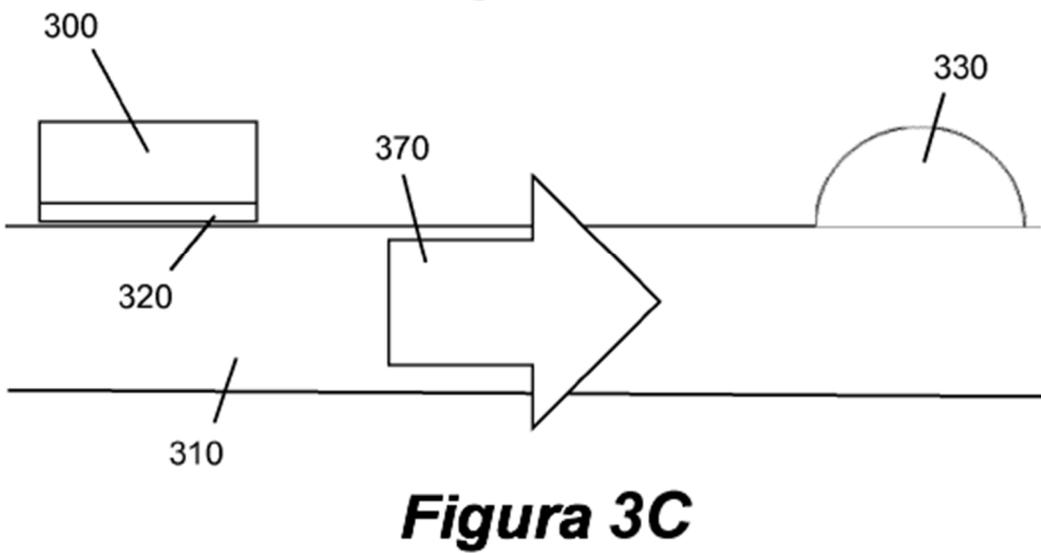
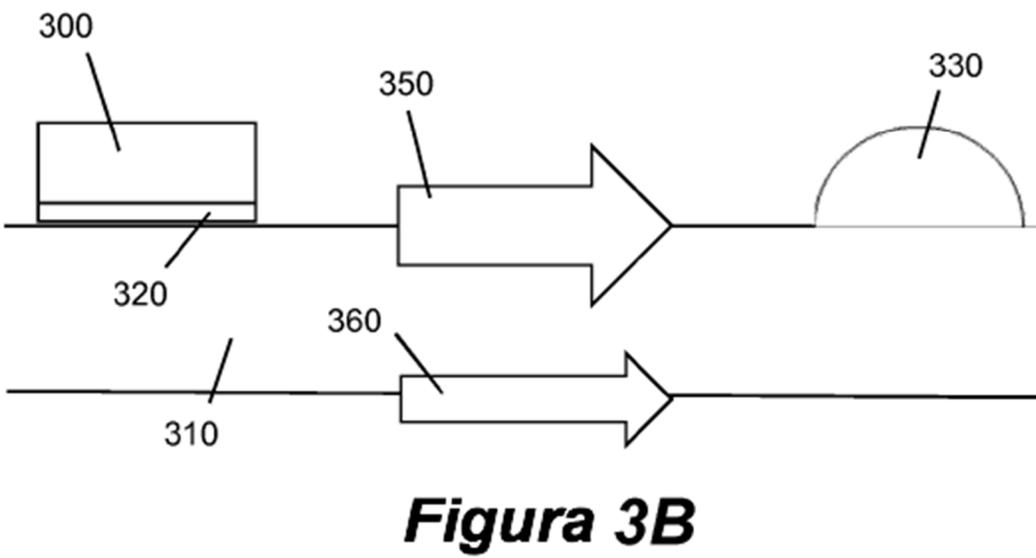
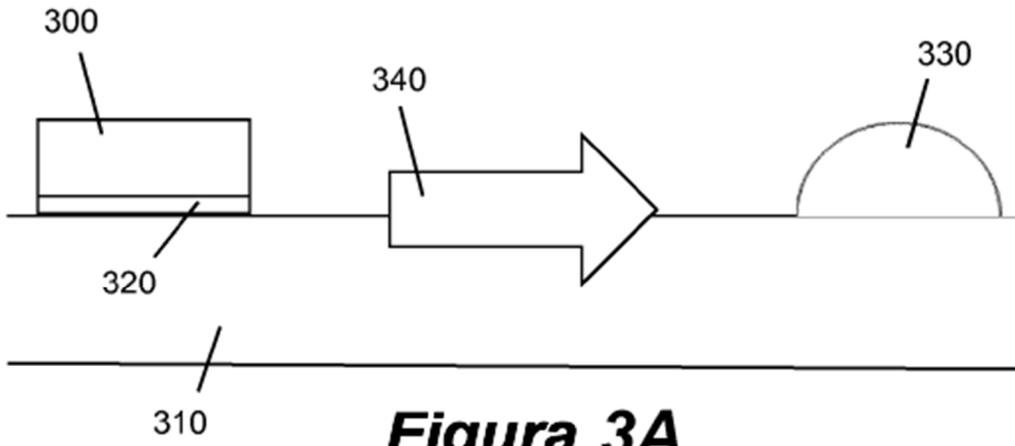


Figura 2B



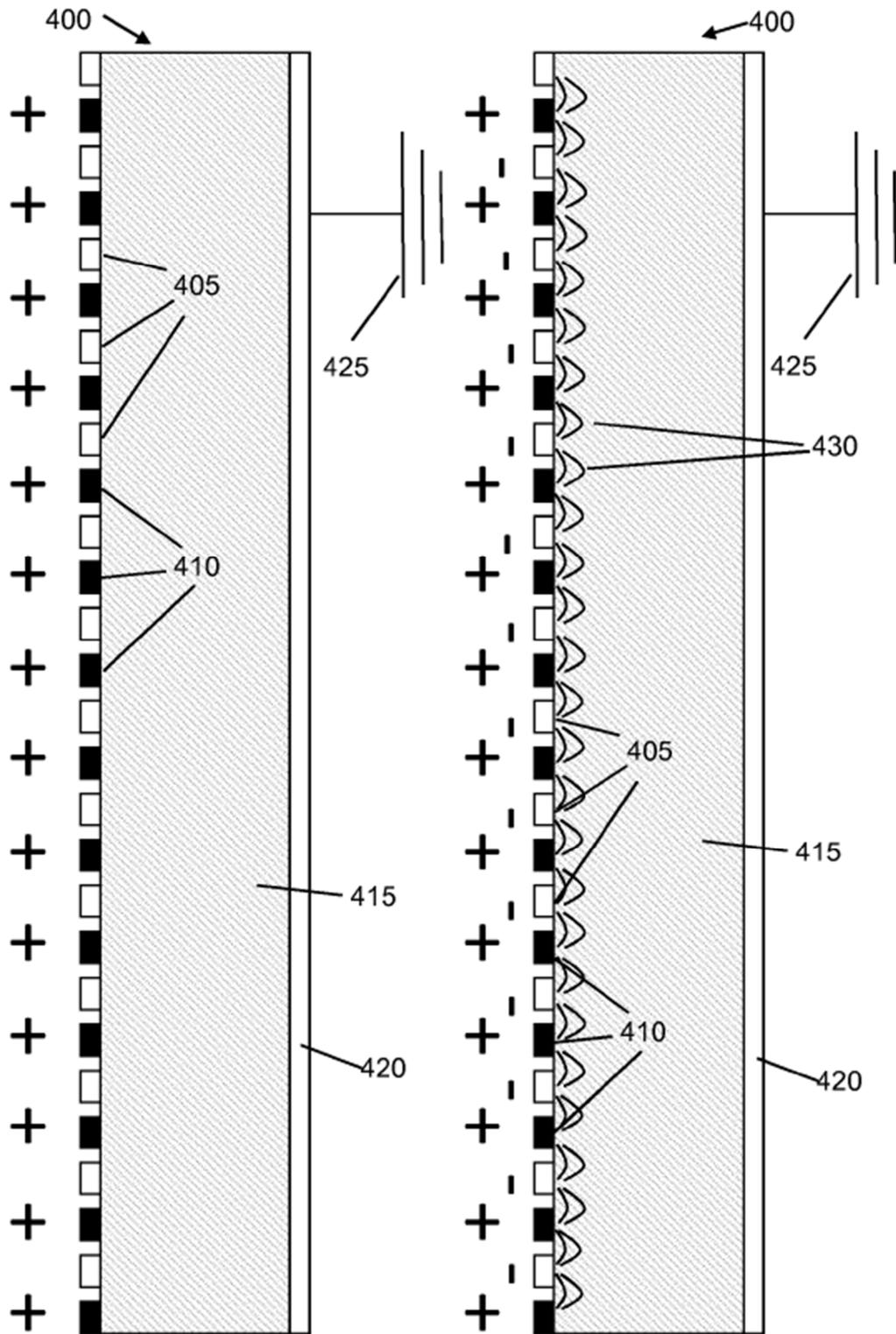


Figura 4A

Figura 4B

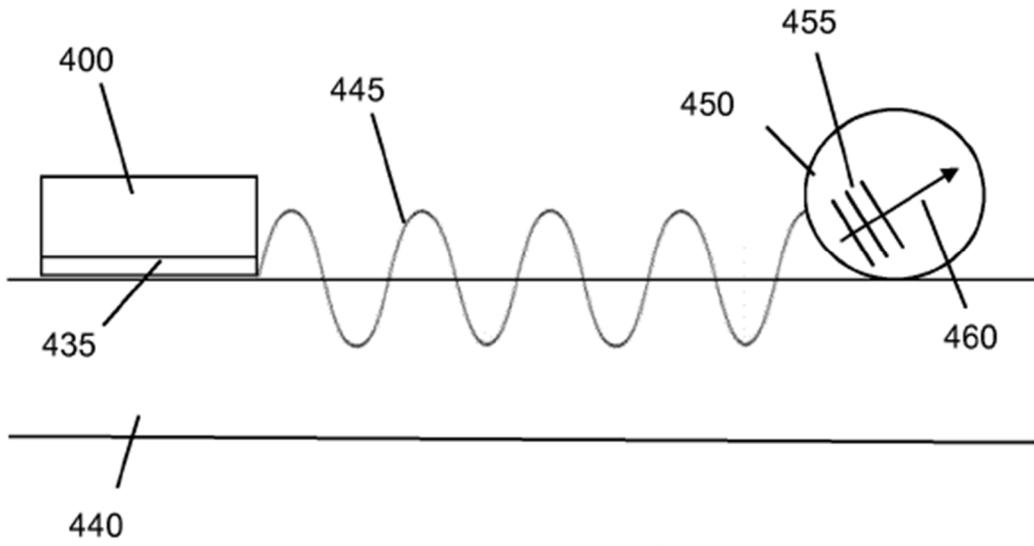


Figura 4C

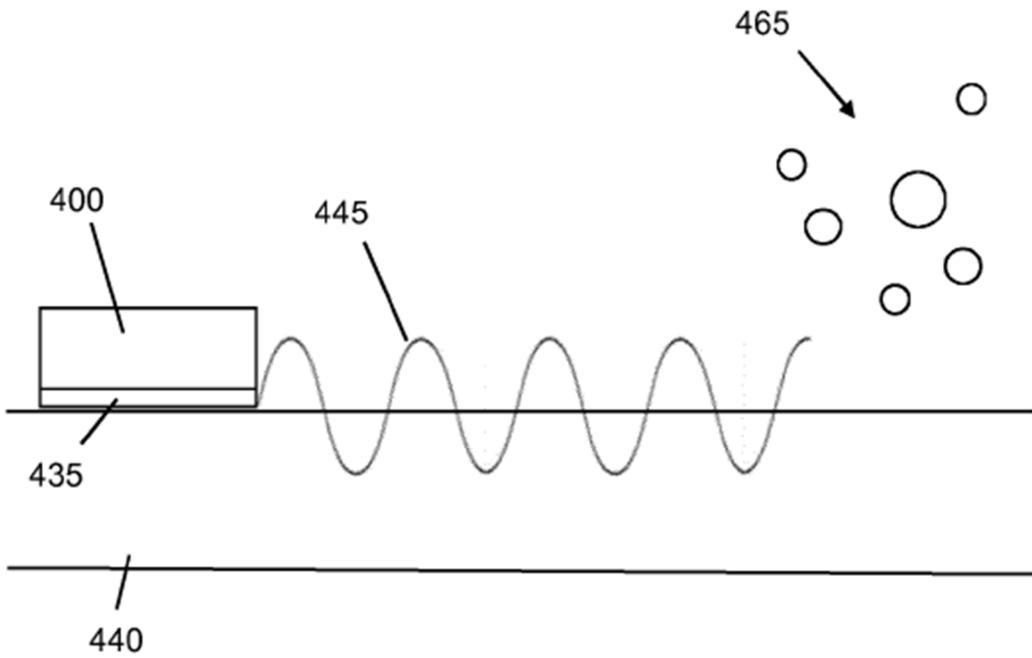


Figura 4D

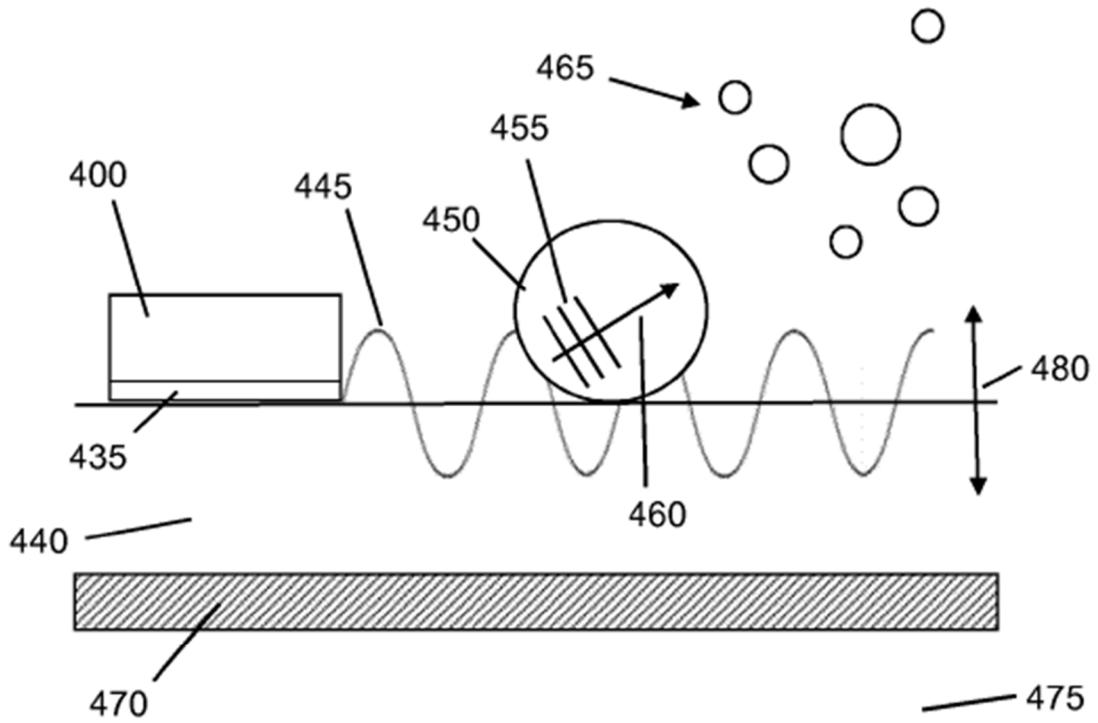


Figura 4E

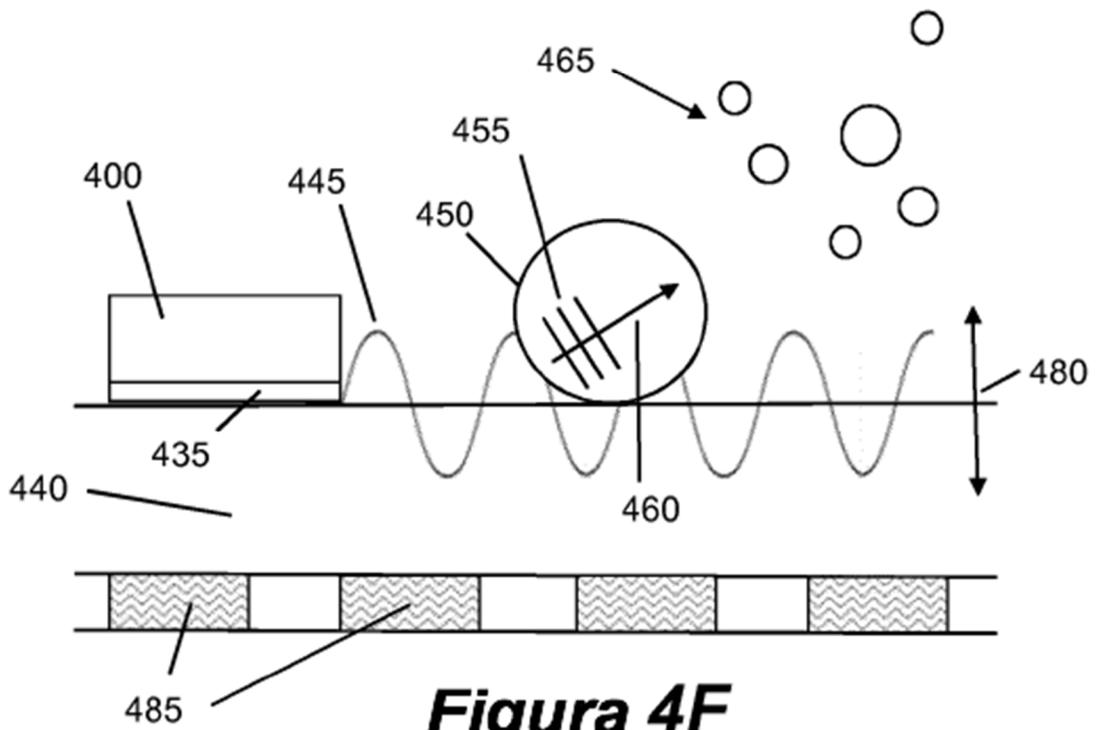
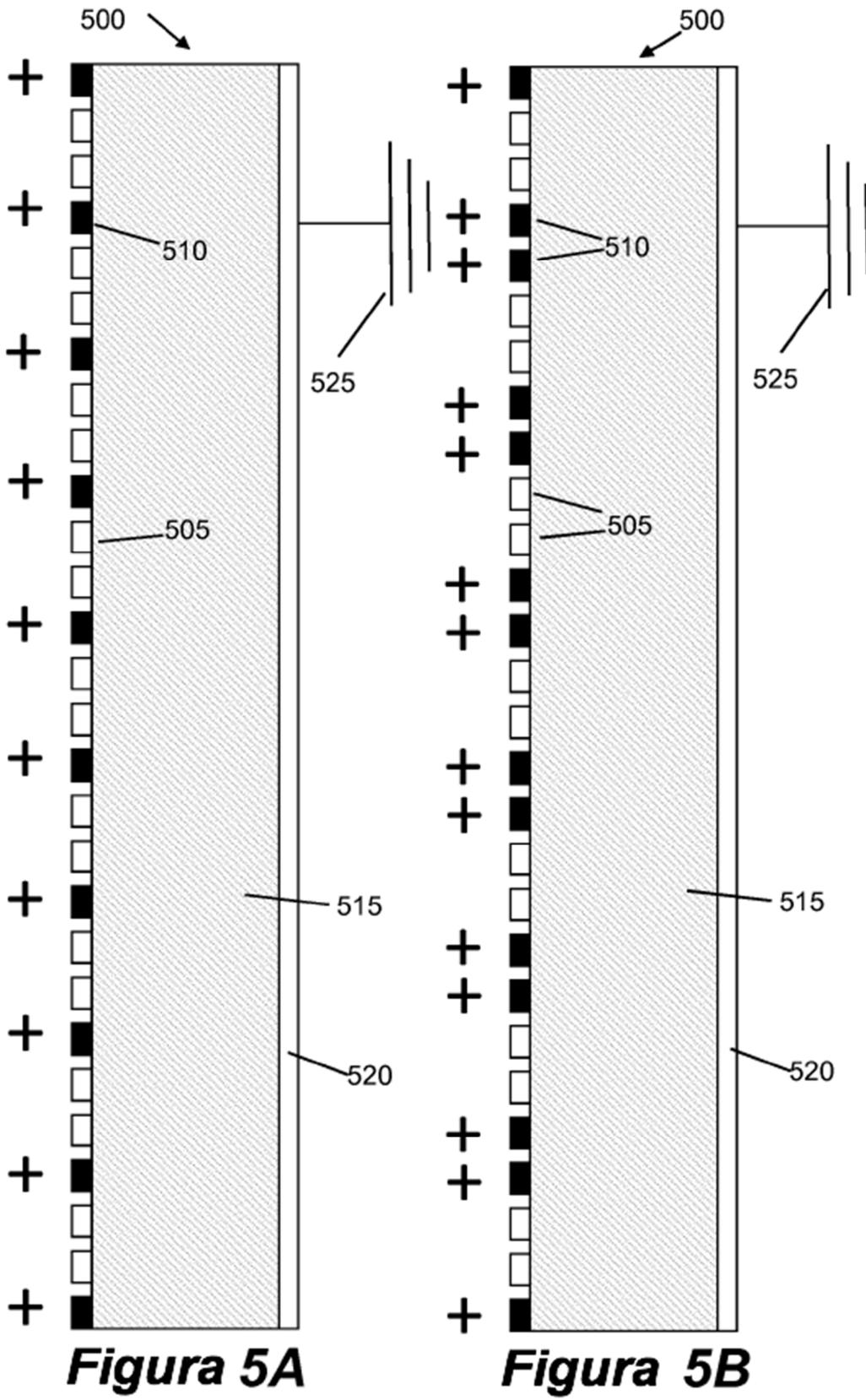
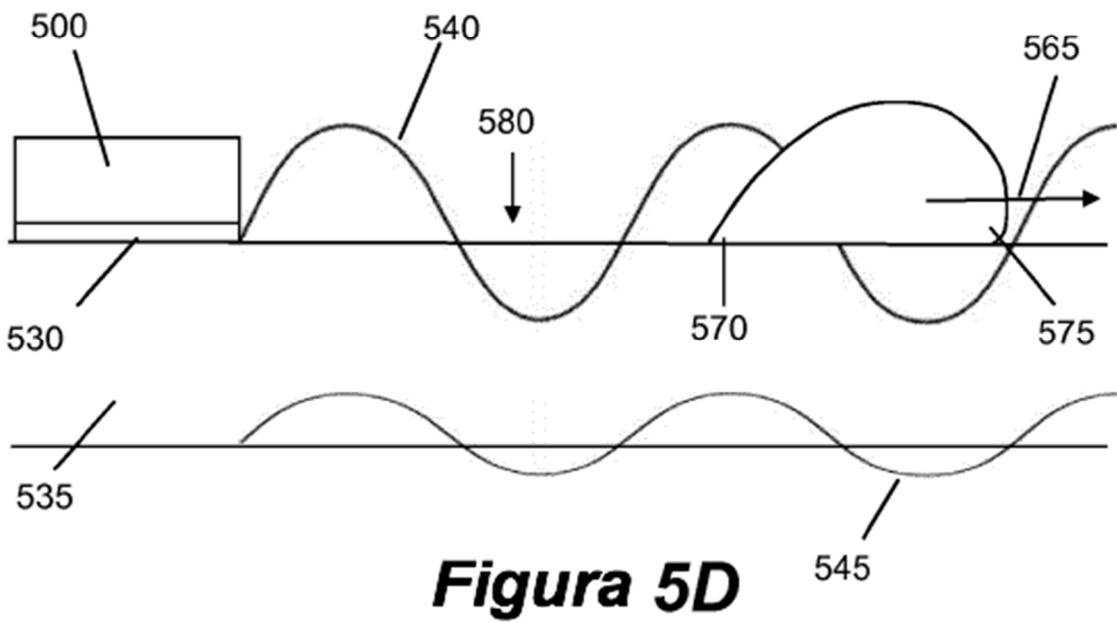
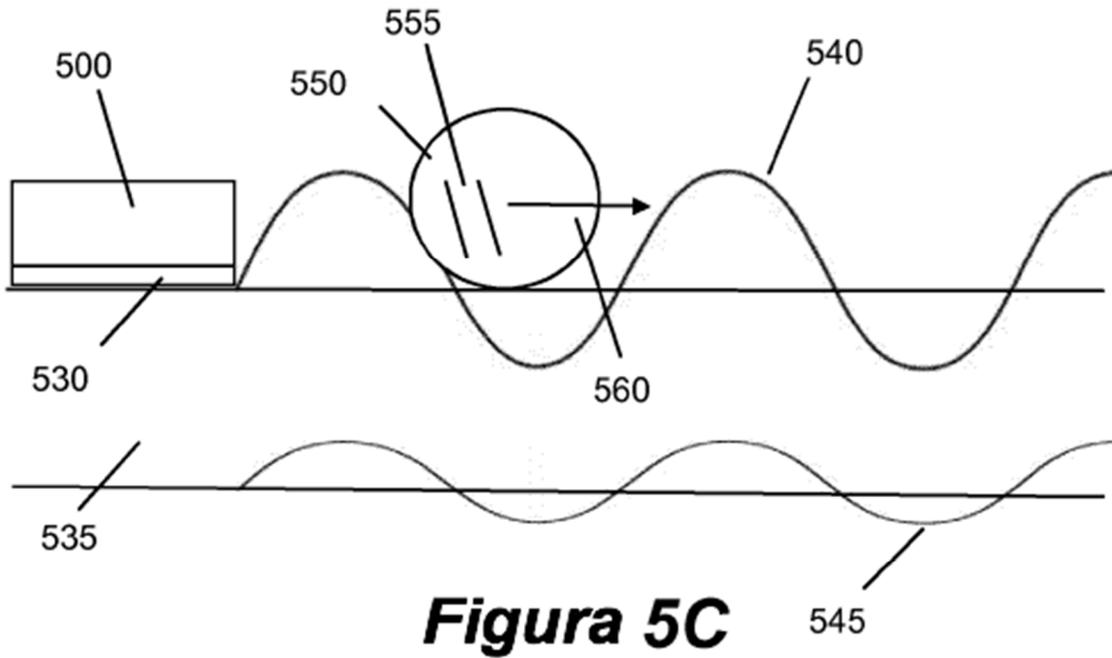
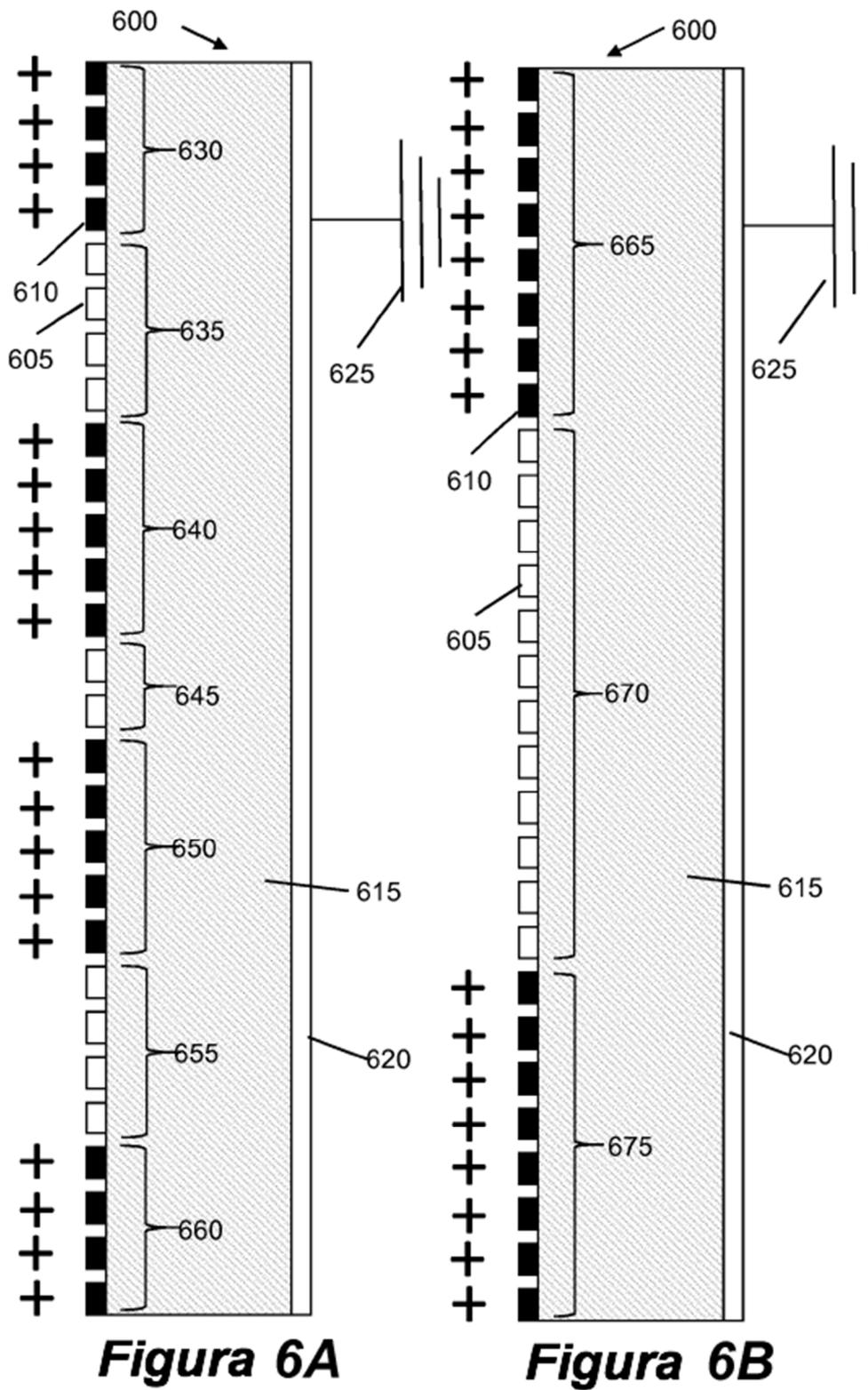


Figura 4F







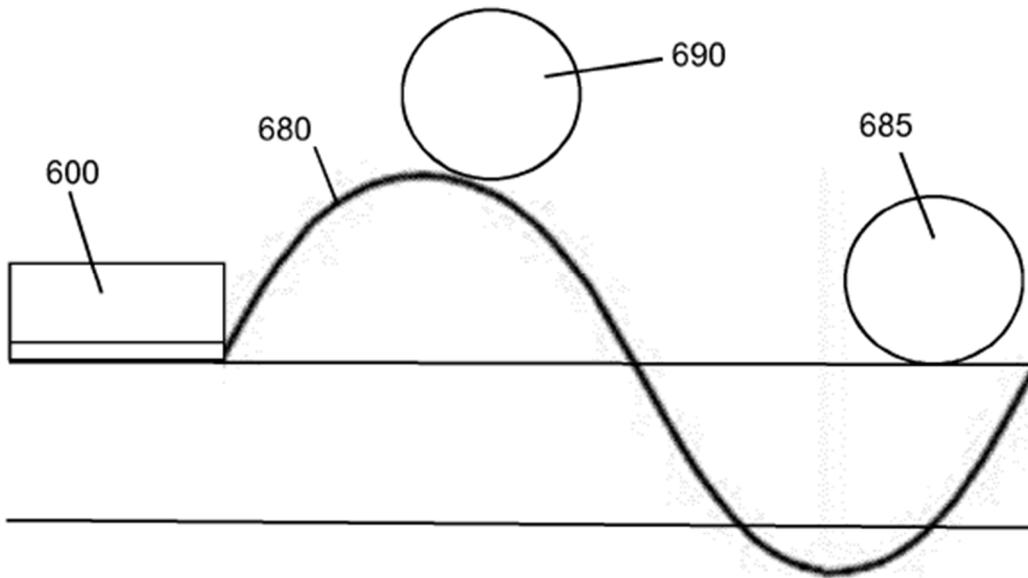


Figura 6C

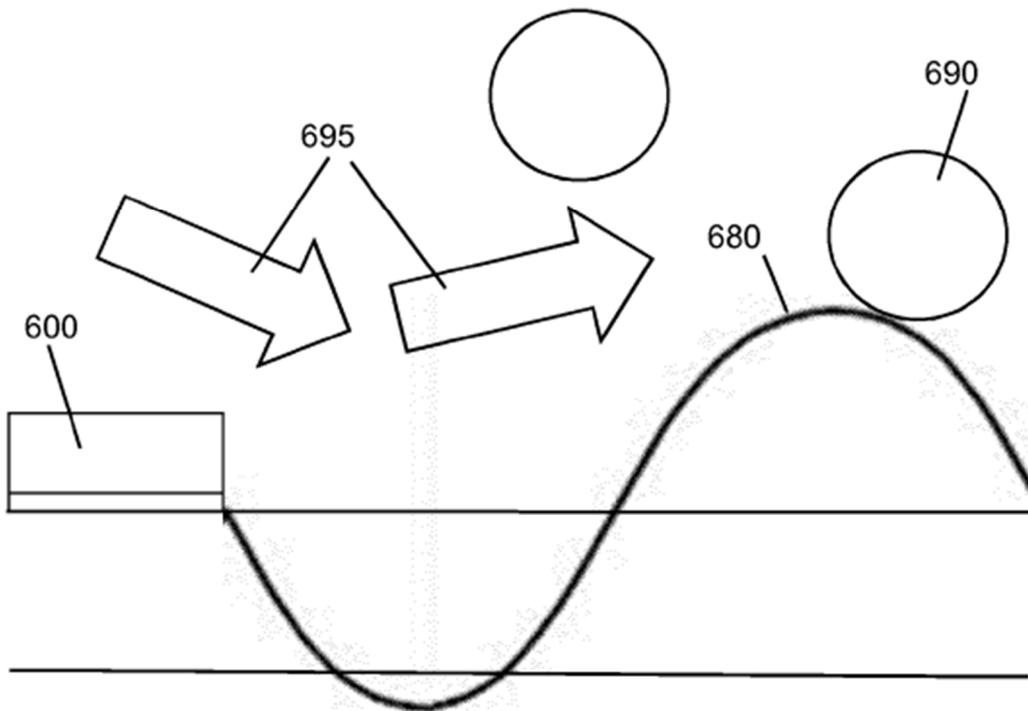


Figura 6D

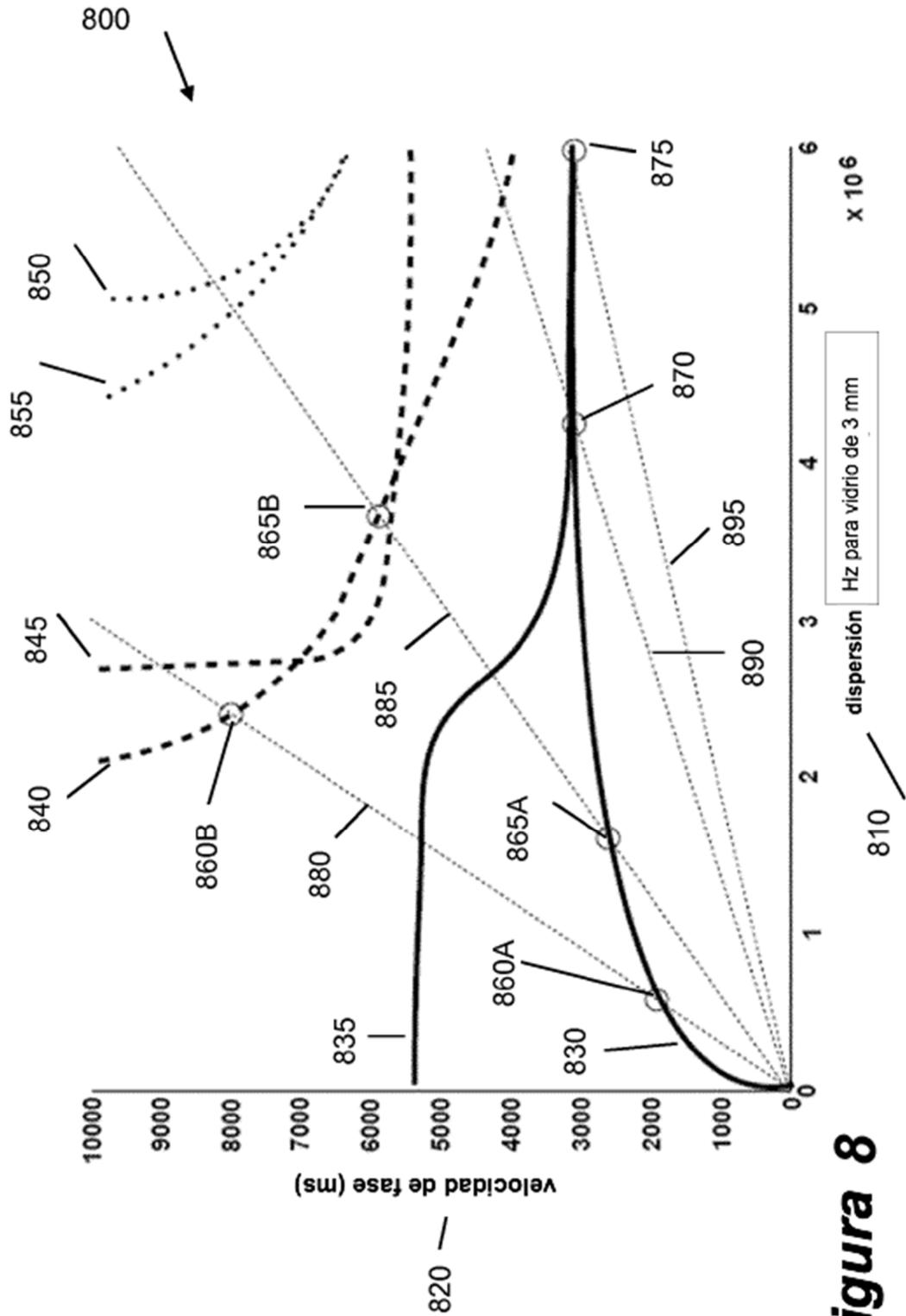


Figura 8

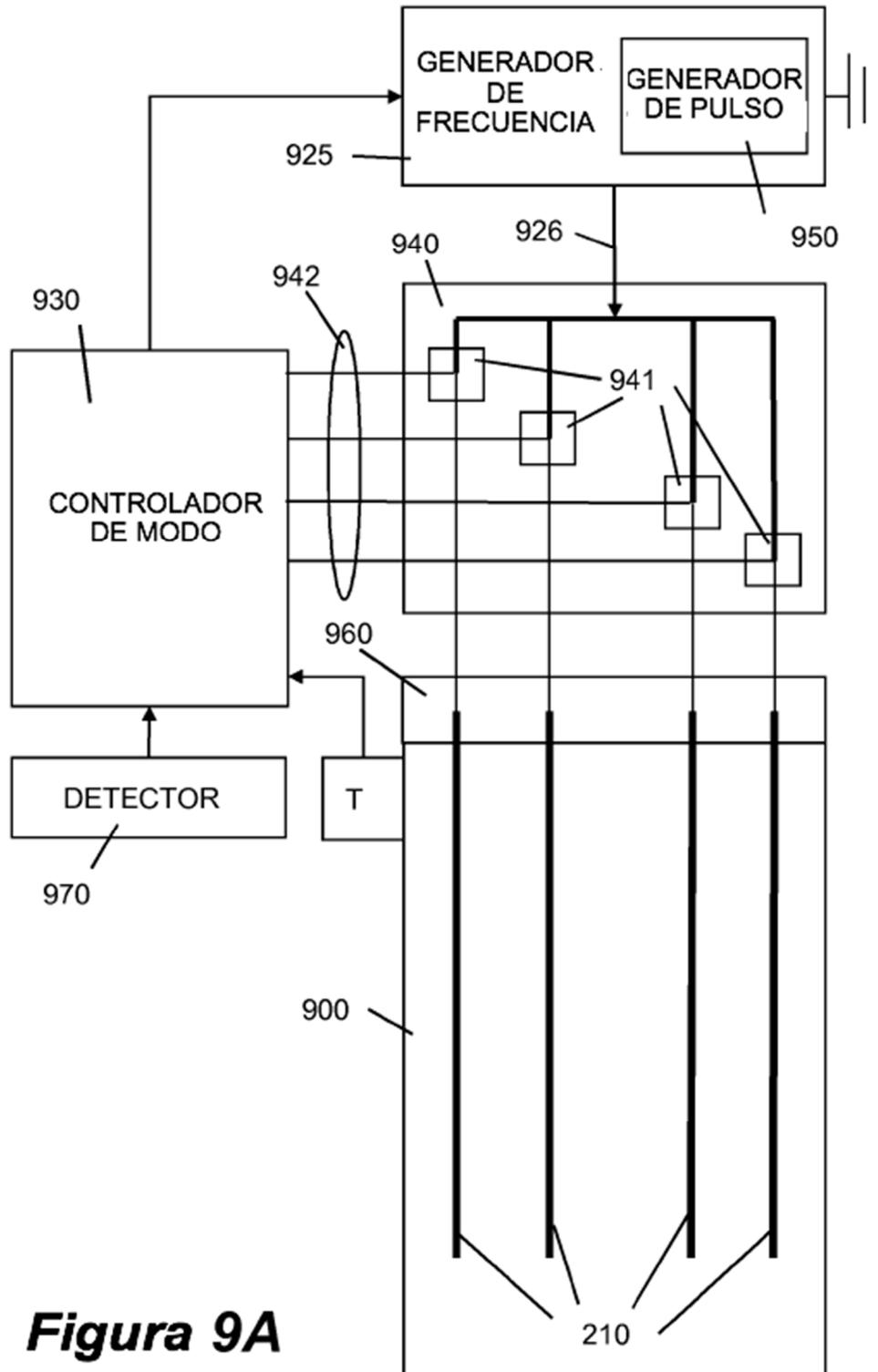


Figura 9A

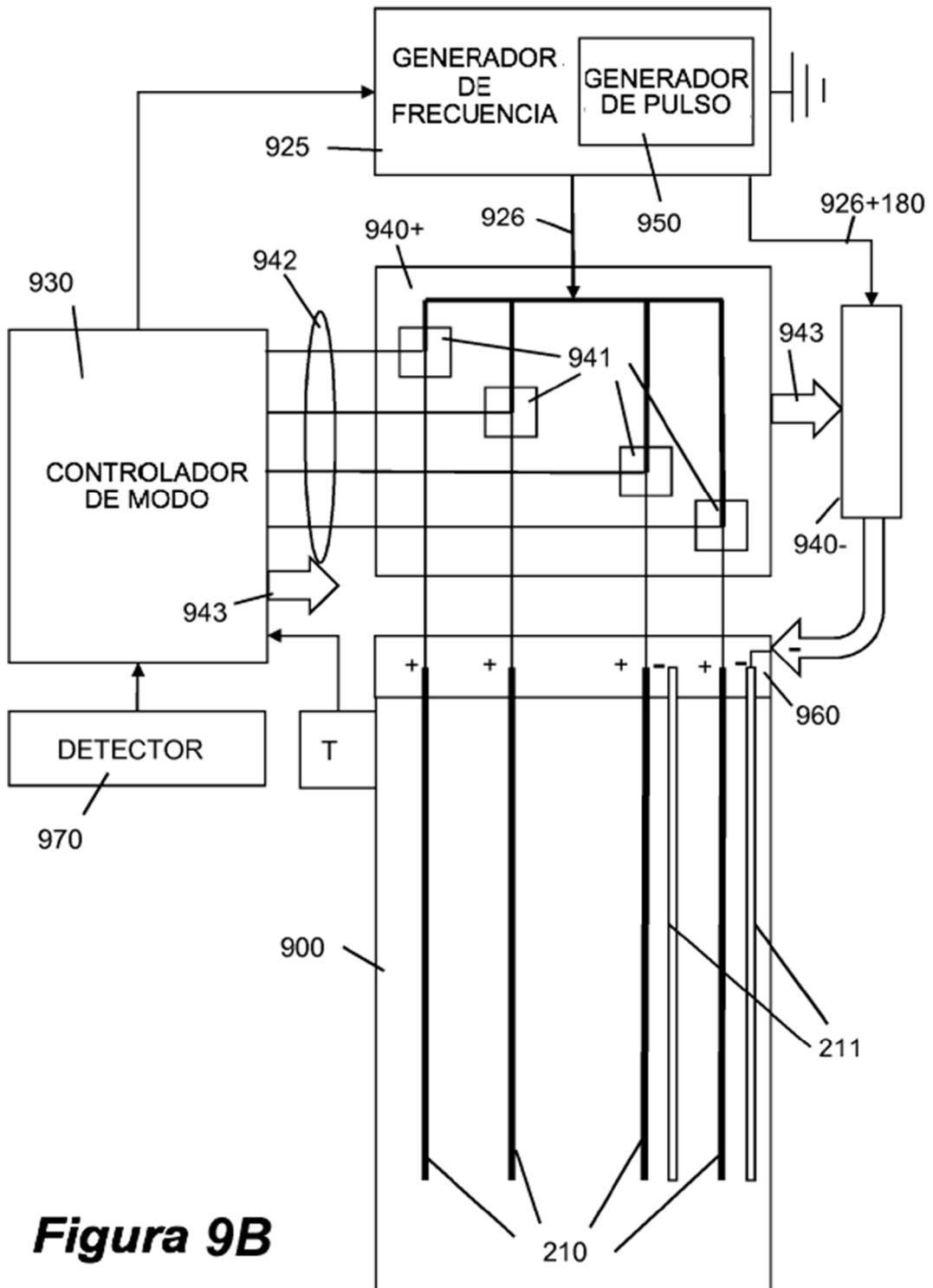


Figura 9B

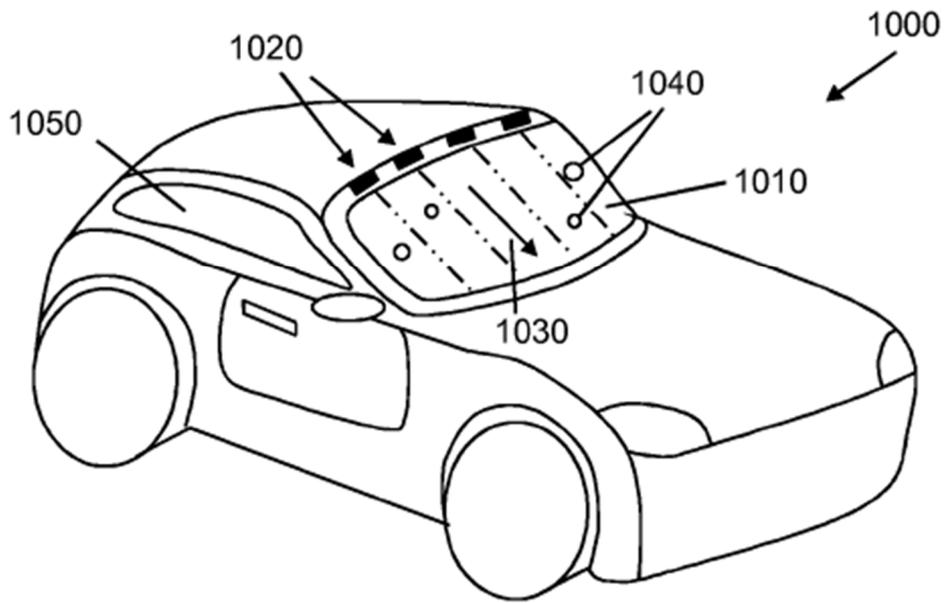


Figura 10A

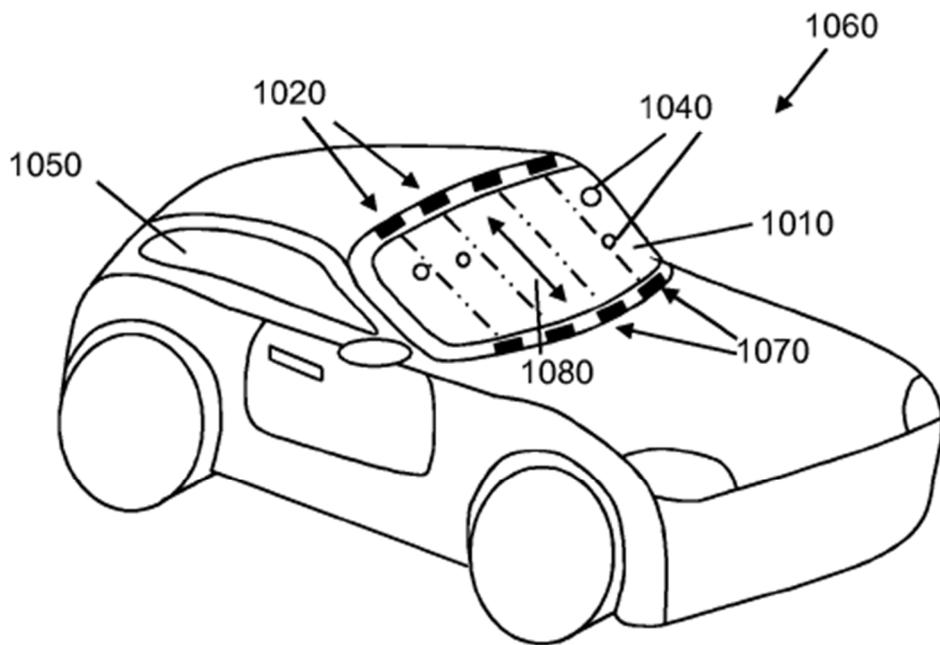


Figura 10B