

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 832 509**

51 Int. Cl.:

B60S 1/02 (2006.01)

B60S 1/08 (2006.01)

B08B 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.07.2014 PCT/EP2014/065559**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015 WO15011064**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2014 E 14750702 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2020 EP 3024598**

54 Título: **Limpieza ultrasónica de precipitación**

30 Prioridad:

22.07.2013 GB 201313061

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

10.06.2021

73 Titular/es:

**ECHOVISTA GMBH (100.0%)
Am Klinggraben 2
63500 Seligenstadt, DE**

72 Inventor/es:

**TREVETT, DAVID y
TREVETT, PATRICK**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 832 509 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

Limpieza ultrasónica de precipitación

La presente invención se refiere a la limpieza ultrasónica de la precipitación de una ventana. Realizaciones de la invención se refieren a la limpieza de la precipitación de un parabrisas laminado de un vehículo.

5 Antecedentes

De manera convencional, el conductor de un vehículo usa limpiaparabrisas para eliminar la precipitación de una o más ventanas para mantener una vista clara a través de la ventana. Sin embargo, los limpiaparabrisas son de goma o plástico y están ensamblados a una fijación de metal con un motor y la vida útil de los limpiaparabrisas depende de cuánto tiempo tardan las piezas en estropearse. Los productos disponibles comercialmente como RainX (RTM) se pueden aplicar a la superficie de una ventana para facilitar la limpieza de la ventana. Sin embargo, dado que los limpiaparabrisas 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 es necesaria una aplicación adicional del producto. Por el documento JP H04 15146 se conoce un sistema según el preámbulo de la reivindicación 1. JP H10 180203 A muestra un circuito de adaptación de impedancia. El documento US 5 920 167 A da a conocer un generador de pulsos.

15 Sumario de la invención

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema según la reivindicación 1.

Se proporciona un sistema según el primer aspecto de la invención, que comprende un sistema de control que tiene un sensor dispuesto para detectar ondas ultrasónicas emitidas por uno o más de dichos transductores para detectar la presencia de precipitación, y un controlador que responde al sensor para controlar el funcionamiento del sistema o aparato.

Breve descripción de los dibujos

Varias características y ventajas de la presente descripción serán evidentes a partir de la descripción detallada que sigue, tomada junto con los dibujos adjuntos, que en conjunto ilustran, a modo de ejemplo únicamente, las características de la presente divulgación, y en las que:

25 La figura 1A es una ilustración esquemática que muestra un vehículo que tiene transductores ubicados en una región periférica del parabrisas.

La figura 1B es una ilustración esquemática que muestra un parabrisas y la electrónica para operar los transductores.

La figura 2 es una ilustración esquemática que muestra una sección transversal a través del parabrisas de un vehículo con un transductor adherido a su superficie.

30 La figura 3A es una ilustración esquemática que muestra un transductor que emite ondas acústicas superficiales sobre la precipitación sobre la superficie del parabrisas.

La figura 3B es una ilustración esquemática que muestra un parabrisas en ángulo con un transductor que emite ondas acústicas superficiales en la precipitación sobre la superficie del parabrisas.

35 La figura 3C es una ilustración esquemática que muestra la propulsión de gotas y la atomización de la precipitación utilizando ondas acústicas superficiales.

La figura 4 es una ilustración esquemática que muestra el ángulo de contacto de la precipitación para revestimientos hidrófobos e hidrófilos.

La figura 5 es una ilustración esquemática que muestra ondas acústicas superficiales emitidas por un transductor en modo pulsado.

40 La figura 6 es una ilustración esquemática que muestra un método para adaptar líneas de impedancia en el sistema.

La figura 7A es un diagrama esquemático que muestra un diseño de un transductor interdígital para funcionar a una frecuencia de 500 kHz.

La figura 7B es una ilustración esquemática que muestra las longitudes de onda de diferentes tipos de ondas a una frecuencia de 500 kHz a través de un vidrio de 3 mm de espesor.

45 La figura 7C es una ilustración esquemática de diferentes tipos de ondas.

La figura 8 es un gráfico que muestra las velocidades de onda calculadas en función de la frecuencia para diferentes tipos de ondas que viajan a través de un vidrio de automoción de 3 mm de espesor.

La figura 9A es una ilustración esquemática que muestra un diseño de un transductor para que funcione a una frecuencia de 1 MHz.

La figura 9B es una ilustración esquemática que muestra un diseño de un transductor para que funcione a una frecuencia de 500 kHz.

5 La figura 10 es una ilustración esquemática de una visera que tiene transductores unidos a una visera.

Descripción detallada

En la descripción, el término "onda acústica" se usa para referirse a una onda producida por un transductor que está accionado; no se refiere a que la frecuencia de una onda se encuentre en el rango acústico audible para las personas.

10 La precipitación incluye lluvia, aguanieve, nieve, hielo, llovizna, neblina, niebla, granizo u otros tipos de precipitación. Cuando la precipitación cae sobre una ventana de un vehículo, por ejemplo, el parabrisas, impide la vista del conductor.

15 Cuando la precipitación cae sobre una ventana, es atraída hacia la superficie de la ventana por la tensión superficial. La precipitación, por ejemplo, agua líquida, puede formar muchas gotas en la superficie de la ventana. La investigación del solicitante ha descubierto que cada una de las muchas gotas tendrá un tamaño diferente, un diámetro diferente y una forma diferente que puede ser regular o irregular. Un ejemplo de un tamaño de gota puede ser de 20 aproximadamente 0,4 mililitros (ml) con un diámetro de aproximadamente 1 centímetro (cm), por ejemplo, pero podría ser mucho más pequeño. La ventana delantera o el parabrisas de un vehículo como un automóvil está inclinado, por ejemplo, en un ángulo de 34°. El ángulo puede ser mayor. Algunos vehículos tienen los parabrisas inclinados en un ángulo mayor, por ejemplo, 35° o más. Una ventana trasera puede inclinarse en un ángulo mayor que el parabrisas delantero. Las gotas de líquido grandes correrán por el parabrisas más rápido que las gotas de líquido pequeñas debido a su mayor masa y mayor influencia bajo la gravedad. Otros efectos, como la tensión superficial de la gota y el flujo de aire sobre la superficie, pueden afectar cómo se mueve una gota a través de la superficie. La tensión superficial puede afectar a las gotas pequeñas más que a las gotas más grandes. A medida que disminuye el tamaño de la gota, aumenta la presión interna de la gota. Por ejemplo, las gotas más pequeñas requieren un ángulo mayor antes de salir del parabrisas en comparación con las gotas más grandes. En una realización ilustrativa, la fusión de gotas usando 25 ondas ultrasónicas durante el funcionamiento del sistema puede ser útil ya que las gotas más grandes pueden eliminarse más fácilmente del parabrisas en comparación con las gotas más pequeñas debido a su mayor masa e influencia bajo la gravedad y el flujo de aire. Además, los efectos de la tensión superficial sin flujo de aire son constantes y pueden ser independientes de la temperatura.

30 Las realizaciones de la presente invención usan ondas ultrasónicas para eliminar la precipitación de la superficie de una ventana. En general, las ondas ultrasónicas son ondas acústicas con una frecuencia superior a 100 kilohercios (kHz) y hasta alrededor de 50 megahercios (MHz) o más. Las ondas ultrasónicas utilizadas en las realizaciones de la invención tienen una frecuencia en el rango de aproximadamente 400 kHz a 1,5 MHz. Los transductores se utilizan para producir ondas acústicas en un rango de frecuencias. Los transductores no operan en una sola frecuencia, sino que operan en un rango de frecuencias (es decir, ancho de banda) a ambos lados de una frecuencia central. La frecuencia operativa de un transductor debe entenderse como relacionada con la frecuencia operativa principal o 35 frecuencia central del transductor dentro del ancho de banda de las frecuencias.

En las realizaciones de la invención, los transductores se adhieren a la superficie de una ventana y se acciona para emitir ondas acústicas que tienen frecuencias ultrasónicas. El rango de frecuencias de las ondas acústicas emitidas por el transductor depende del diseño del transductor.

40 La figura 1A muestra una realización de la invención en la que los transductores (1-8) se colocan a lo largo del área (9) periférica de un parabrisas (10) de un vehículo. Los transductores están adheridos o pegados a la periferia del parabrisas. Existen limitaciones en las ubicaciones de unión de los transductores para la eliminación de gotas de un parabrisas. Los transductores deben colocarse de manera que no obstruyan la vista del conductor u otros ocupantes del vehículo. La posición del transductor en el parabrisas puede influir en la eficiencia del transductor en términos de 45 capacidad para eliminar la precipitación del parabrisas. Se puede utilizar cualquier número adecuado de transductores para eliminar la precipitación del parabrisas. Puede haber una pluralidad de transductores separados individualmente a lo largo del área periférica de uno o más lados de la ventana o parabrisas. El transductor también puede estar dispuesto para formar una tira continua en los lados o en la parte superior e inferior del parabrisas, o en ambos lados y en la parte superior e inferior. Se puede utilizar un transductor interdigital (IDT).

50 La figura 1B muestra esquemáticamente la electrónica de accionamiento de los transductores. Los transductores están conectados a un sistema electrónico de accionamiento mediante cableado (123) donde el sistema de accionamiento comprende una fuente (11) de alimentación, una unidad (12) de control, un generador (13) de frecuencia, un amplificador (14) de potencia y un generador (15) de pulso. La fuente de alimentación puede ser una batería de vehículo de 12V o 24V. El sistema de accionamiento puede ser controlado por un sensor (122) de lluvia y/u otros 55 controles (121) manuales. El sensor de lluvia puede ser un elemento apropiado o puede formarse utilizando los transductores que ya forman parte del sistema con los circuitos adicionales apropiados.

Los transductores están adheridos al parabrisas y activados o accionados por la electrónica de accionamiento. Los agentes de adhesión adecuados están disponibles comercialmente y se utilizan para fijar cada transductor al parabrisas. El agente de adhesión se utiliza para formar una capa de adhesión uniforme entre cada transductor y la superficie de la ventana. En una realización ilustrativa de la adhesión de los transductores al parabrisas, el agente de adhesión se mezcla al vacío para evitar que se formen burbujas de aire dentro de la capa de adhesión. Si hay burbujas de gas presentes en la capa de adhesión, las frecuencias ultrasónicas se atenuarán mucho y podrían impedir la eficiencia de los transductores. Un ejemplo de un agente de adhesión adecuado es la resina epoxi. En una realización, la resina epoxi puede prepararse o proporcionarse en una bolsa de vacío lista para mezclarse antes de su aplicación al parabrisas y los transductores, en donde la bolsa de vacío comprende dos compartimentos separados por una barrera y donde la barrera se rompe para mezclar el epoxi dentro de la bolsa de vacío. En una realización, la capa de adhesión es delgada para minimizar la refracción del sonido a través del sistema de capas múltiples del vidrio, la capa de adhesión y los transductores. El agente de adhesión puede tener otras propiedades especiales, como adaptar acústicamente la impedancia del agente de adhesión con la impedancia de la superficie de la ventana a la que se unen, para acoplar o transmitir de manera eficiente ondas acústicas a la ventana minimizando los reflejos no deseados de la superficie de la ventana. Cada transductor comprende un conjunto de electrodos como elementos activos junto a una capa piezoeléctrica y un electrodo de tierra. En algunas realizaciones, los transductores están unidos con un electrodo (por ejemplo, un electrodo de tierra) que mira hacia afuera de la ventana y un electrodo (por ejemplo, un electrodo cortado) adherido a la superficie exterior del parabrisas. En una realización, los transductores se adhieren a la superficie de manera que la superficie del transductor esté paralela a la superficie del parabrisas u otra superficie a la que se estén uniendo.

Cada transductor se acciona por el generador 13 de frecuencia y el amplificador 14 de potencia de la figura 1B para emitir un rango de frecuencias. El rango de frecuencias o el ancho de banda de las frecuencias emitidas puede ser fijado y elegido por el diseñador. Alternativamente, un operador puede elegir las frecuencias o el ancho de banda. El operador puede ser, por ejemplo, un conductor del vehículo en el que está instalado el transductor. Por ejemplo, el conductor puede tener la opción de seleccionar el rango de frecuencias emitidas según la cantidad de precipitación que tendrá que ser eliminada de una ventana, como en condiciones de lluvia intensa o llovizna ligera. Esto también se puede realizar automáticamente mediante un sensor de lluvia. Esto puede tomar la forma de un dial o botones para que el conductor seleccione dentro del vehículo según las condiciones. Accionar el transductor hace que el transductor emita ondas acústicas. El diseño del transductor puede determinar la gama completa de frecuencias operativas que el transductor es capaz de producir. Las ondas acústicas emitidas dependen de factores como el diseño del transductor, el ángulo de contacto entre el transductor y la superficie a la que está adherido el transductor, la potencia de accionamiento, entre otros factores. La frecuencia y las dimensiones de un transductor pueden elegirse para afectar la dispersión del haz acústico emitido desde el transductor, por ejemplo, cuanto más alta sea la frecuencia seleccionada, más enfocado puede estar el haz acústico emitido. La longitud de onda de cada tipo de onda acústica emitida es función del espaciado entre los electrodos del transductor.

Los transductores se pueden accionar en modo continuo o pulsado. Se puede utilizar un generador pulsado para accionar los transductores en modo pulsado. En el modo pulsado, las ondas acústicas se emitirán desde el transductor en pulsos. El generador de frecuencia puede proporcionar señales de frecuencia modulada para producir ondas acústicas de frecuencia modulada. En un ejemplo, la frecuencia de las ondas es accionada a través de un rango de frecuencias por barrido de frecuencia.

Cada onda consta de nodos y antinodos: los nodos son regiones de una onda que tienen una amplitud mínima y los antinodos son regiones de una onda que tienen una amplitud máxima. Las ondas estacionarias ocurren cuando hay una superposición estable de ondas en un sistema. Por ejemplo, una onda transmitida y una onda reflejada pueden combinarse para formar una onda estacionaria debido a la cancelación o amplificación de sus componentes de frecuencia. En un ejemplo, una onda que viaja a lo largo de la superficie de la ventana puede reflejarse en el borde de la ventana debido a un desajuste de impedancia acústica entre el material de la ventana y el medio circundante. La onda reflejada puede interferir con la onda que viaja en la dirección opuesta de modo que las fases de las dos ondas se cancelen entre sí o se combinen para provocar la formación de una onda estacionaria. La investigación del solicitante ha descubierto que, en un ejemplo, las gotas que se asientan sobre la superficie de un parabrisas sentirán la influencia de las ondas acústicas que viajan a través o a lo largo del parabrisas. Se puede observar que las gotas vibran o se mueven a lo largo del parabrisas a diferentes velocidades que pueden depender de las posiciones de los nodos o antinodos de las ondas que viajan a través del parabrisas o a lo largo de él. Cuando se accionan los transductores adheridos a la periferia del parabrisas, puede haber una distribución de vibración ultrasónica en el parabrisas, por ejemplo, la presencia de máximos y mínimos correspondientes a un patrón de interferencia espacial. Las gotas que se mueven a mayor velocidad en comparación con otras gotas pueden ser causadas por regiones de los parabrisas en las que se encuentran los antinodos o áreas cercanas a donde se encuentran los transductores. Las gotas que vibran o las que se mueven lentamente pueden estar ubicadas en o cerca de un nodo en el parabrisas o más lejos de donde se encuentran los transductores. Las gotas ubicadas cerca de los transductores pueden experimentar un campo de sonido directo en el que se emiten ondas acústicas superficiales (OAS) y se encuentran con una gota antes de que se reflejen en algún lugar del parabrisas. Las gotas ubicadas a mayores distancias de donde se encuentran los transductores pueden estar principalmente sujetas a un campo de energía reverberante en el que las ondas ultrasónicas pueden encontrar la gota desde todas las direcciones o pueden reflejarse en los límites

antes de encontrar una gota. El uso de energía pulsada puede reducir el nivel del campo reverberante, como en la realización de la figura 5.

En otros ejemplos, las gotas pueden vibrar y hacer que las gotas más pequeñas se combinen con otras/separar gotas para formar gotas más grandes, que luego pueden escurrirse por la superficie del parabrisas eliminando la precipitación.

La figura 2 muestra esquemáticamente una sección transversal a través de un ejemplo del parabrisas (10) del vehículo de la figura 1A. El parabrisas consta de una capa (20) laminada intercalada entre dos hojas de vidrio (21-22). El vidrio es apto para uso automotriz. Debido a las medidas de seguridad vigentes, se requiere que el parabrisas de un vehículo sea laminado, donde se comprime un laminado de polivinilo butiral (PVB) entre dos capas de vidrio recocido. Se puede rociar una cantidad nominal de adhesivo sobre la superficie del vidrio y luego se puede aplicar para comprimir la capa laminada entre las capas de vidrio. Esto reduce el problema asociado con la destrucción de una sola capa de vidrio de parabrisas templado en caso de impacto, como durante un accidente, que fueron previamente utilizados. El vidrio laminado también sirve para contener el airbag del pasajero dentro del área de la cabina del vehículo en tales circunstancias. La capa laminada es una capa de refuerzo que puede tener un grosor de 0,38 milímetros (mm) y las hojas de vidrio a cada lado de la capa laminada pueden tener un grosor de 3 mm cada una, de modo que el grosor total del parabrisas puede ser de aproximadamente 6,4 mm. Puede haber o no una capa (23) de revestimiento opcional en la superficie superior del parabrisas. Un transductor (1-8) está adherido al parabrisas cerca del borde del parabrisas o en una región periférica del parabrisas. Una capa (24) de adhesión une/fija el transductor a la superficie del parabrisas. Los transductores pueden fijarse al parabrisas y ocultarse de la vista externa. Los transductores pueden estar ocultos debajo de un sello (25) de goma o plástico que rodea la mayoría de los parabrisas convencionales y corre a lo largo de la periferia del parabrisas. Los transductores están colocados de manera que el funcionamiento de los transductores no se vea afectado por la presencia del sello de goma. El parabrisas tiene una zona (27) exterior del parabrisas que está expuesta a la intemperie, y una zona (26) interior que se refiere al interior del vehículo en el que está instalado el parabrisas.

La figura 3A es un esquema que muestra un transductor de la figura 1A, 1B o 2 adherido a la superficie de un parabrisas que tiene precipitación en su superficie. En este ejemplo, una gota (30) de agua está presente sobre la superficie del parabrisas. El transductor se acciona para producir ondas (31) que viajan (39) a lo largo de la superficie del parabrisas como se muestra, también denominadas OAS. Las frecuencias de las OAS emitidas están en el rango de 400 kHz a 1,5 MHz, y preferiblemente la frecuencia de funcionamiento principal es de 1 MHz. Cada transductor puede tener una frecuencia operativa principal dentro de un ancho de banda de frecuencias. Por ejemplo, un transductor diseñado para tener una frecuencia de operación principal de 1 MHz también se puede accionar para operar a 500 kHz dentro de su ancho de banda de frecuencias. Sin embargo, un transductor que tiene una frecuencia de operación principal de 1 MHz que se acciona a 500 kHz puede no funcionar tan eficientemente como un transductor que tiene una frecuencia de operación principal de 500 kHz y se acciona a 500 kHz. Las OAS se emiten desde el transductor. La capa laminada dentro del parabrisas de un vehículo atenúa mucho las ondas ultrasónicas y produce un efecto de amortiguación. Por tanto, las ondas ultrasónicas pueden limitarse a una región de la superficie de modo que no penetren profundamente en el vidrio o la capa laminada. La frecuencia de onda y el modo de la onda transmitida pueden elegirse de manera que no interactúen sustancialmente con la capa de plástico o laminado. Por lo tanto, las OAS se acoplan a la superficie de un objeto o parabrisas y no pueden penetrar en la capa laminada dentro del parabrisas. Las ondas adecuadas para esta aplicación pueden incluir ondas Lamb, ondas Rayleigh u otras ondas de tipo corte. Es probable que otros tipos de ondas se atenúen y disipen su energía en la capa laminada. Además de las OAS que viajan por la superficie del parabrisas, también pueden emitirse otras ondas (32) hacia el cuerpo del parabrisas. Las otras ondas emitidas pueden incluir ondas longitudinales o de tipo corte. En algunas realizaciones, el ángulo de lanzamiento de las ondas en la capa superior del vidrio de automoción puede elegirse para producir el tipo deseado de onda ultrasónica que viaja a través del vidrio.

Se puede realizar una calibración de los transductores para optimizar la eficiencia operativa del sistema.

Las OAS se acoplarán a la superficie del parabrisas y al llegar al borde del parabrisas se reflejarán (33) parcialmente de regreso al parabrisas a lo largo de su superficie, como se muestra en la figura 3A. Los reflejos se deben a un desajuste de impedancia acústica entre el material del vidrio del parabrisas y el medio de la región exterior o región (34) periférica del parabrisas. Para las frecuencias de interés en el rango de 400 kHz a 1,5 MHz, las ondas ultrasónicas serán muy atenuadas a través del aire.

La investigación del solicitante ha descubierto que cuando las OAS encuentran una gota de agua, parte de la energía de las ondas se transferirá a la gota mediante la conversión (35) de modo y las ondas (37) longitudinales pueden viajar a través de la gota. Cuando se aplican ondas ultrasónicas o OAS a las gotas de agua, las gotas pueden atomizarse (también conocido como chorro o vaporización). Hay tres etapas progresivas que se pueden observar que incluyen flujo (36), propulsión y atomización.

El ángulo (38) de contacto de la gota de agua con la superficie afectará el ángulo en el que las OAS encontrarán la gota. Este ángulo ha sido etiquetado como 8R y puede estar relacionado con el ángulo de Rayleigh de las ondas Rayleigh que viajan a lo largo de la superficie del parabrisas. Las OAS pueden ser ondas Rayleigh u ondas Lamb. Si las OAS son ondas Lamb, estas pueden estar relacionadas con ondas Lamb anti simétricas o un modo de flexión. A

medida que las OAS entran en la gota, se produce la conversión de modo y las ondas longitudinales se transmiten a la gota de agua. Debido a la conversión de modo y la transferencia de energía, la amplitud de las OAS disminuye y también puede denominarse onda (43) "con fugas". Las ondas longitudinales transmitidas a la gota hacen que se produzca un flujo dentro de la gota, por lo que tiene lugar una mezcla rotacional interna y algo de cavitación. La siguiente etapa se exhibe por "propulsión" de las gotas, donde se mueven rápidamente en ángulo recto con los transductores o electrodos IDT.

La figura 3B es un esquema que muestra el parabrisas delantero del vehículo de la figura 1A o 1B que está inclinado en un ángulo, en esta realización el ángulo es $\alpha = 34^\circ$. En algunas realizaciones de la invención, la superficie del parabrisas puede estar curvada. La investigación del solicitante ha descubierto que cuando se impulsan (40) gotas para moverse a lo largo de una superficie, cada gota de agua tiene un borde (41) de ataque en la parte delantera y un borde (42) de salida en la parte posterior. El borde de ataque tiene una forma diferente al borde de salida. El ángulo de contacto de la gota con la superficie es diferente para el borde de ataque y el borde de salida. Como se discutió anteriormente, los ángulos de contacto en los bordes de la gota dependen del tratamiento superficial de la superficie sobre la que se asientan o se mueven las gotas. Para las gotas de agua que se mueven sobre una superficie inclinada, la gota de agua tendrá un ángulo (38) de contacto diferente con la superficie en el borde de avance y el borde de salida en comparación con los ángulos de contacto de una gota de agua en una superficie plana. Como se muestra, una OAS emitida por el transductor se acopla a la gota en el ángulo 8R. En este ejemplo, la OAS encuentra la gota en el borde de ataque, sin embargo, otras OAS pueden encontrar la gota en el borde de ataque debido a que se emiten desde una ubicación diferente alrededor de la periferia del parabrisas o debido a reflejos. Las otras OAS que se encuentren con la gota en el borde de ataque se acoplarán a la gota en un ángulo diferente al 8R.

En el ejemplo de la figura 3C, una gota se muestra vaporizada o atomizada (44). Las OAS que viajan por el parabrisas pueden transferir energía a la gota, haciendo que las gotas vibren o resuenen (45) o se muevan por la superficie. Con suficiente energía, las gotas pueden resonar, causando una mezcla rotacional interna y cavitación, y estallar en muchas gotas (46) más pequeñas siendo atomizadas. Como tal, la precipitación se limpia o se elimina de la superficie del parabrisas.

Los cambios de presión interna dentro de la gota hacen que cambie la forma de la gota. La forma de la gota cambia al torcerse (48) en la dirección en la que se desplazan las OAS, como se muestra en la figura 3C. En esta figura, la gota se muestra en una superficie nivelada para resaltar el efecto que tienen las OAS en la forma de la gota. Sin embargo, en otras realizaciones, la forma de la gota también puede verse afectada por el ángulo de inclinación de la superficie. Cuando se aplican OAS a la gota, en primer lugar, se ve que las gotas "fluyen" en donde el interior de cada gota gira, posiblemente causado por cavitación. En segundo lugar, las gotas se someten a propulsión y se puede observar que vibran o se impulsan para moverse a través de la superficie del parabrisas. La aplicación de energía de OAS puede permitir que la gota de agua supere la tensión superficial y se mueva o sea propulsada por la superficie del parabrisas. La dirección de propulsión de la gota puede ser en la misma dirección en la que viajan las OAS. La potencia de accionamiento de los transductores puede aumentarse para propulsar eficazmente las gotas a través de la superficie del parabrisas. Durante el proceso de "propulsión", las gotas pueden chocar entre sí y formar gotas más grandes, que, debido a su mayor masa y tensión superficial reducida, pueden moverse más rápidamente a través del parabrisas. El mecanismo de propulsión puede deberse al flujo asociado con la creación y colapso de cavidades dentro del líquido o debido a la "actividad de burbujas" (47) que surge de la circulación del líquido dentro de la gota. En tercer lugar, las gotas se pueden atomizar en donde la gota se divide en gotas mucho más pequeñas. De esta manera, las precipitaciones pueden eliminarse de un parabrisas utilizando OAS.

La investigación del solicitante ha descubierto que, dado que cada gota tendrá un tamaño diferente con diámetros variables, cada gota tendrá una frecuencia de resonancia diferente y puede vibrar una frecuencia preferida dentro de un rango de frecuencias. Cuando una OAS con la frecuencia correcta coincide con la frecuencia de resonancia de la gota, la gota resonará en un estado de alta energía. Para "golpear" la frecuencia de resonancia de cada gota, los transductores pueden ser accionados para barrer a través de un rango de frecuencias. Las muchas OAS que viajan a través del parabrisas, incluidas las ondas reflejadas, pueden combinarse mediante superposición para aumentar localmente su amplitud en algunas frecuencias. La frecuencia de accionamiento de los transductores puede variar recorriendo un rango de frecuencias. En una realización, esto permite que la frecuencia de las OAS "golpee" la frecuencia resonante de una gota. De esta forma, las gotas de diferentes tamaños pueden vaporizarse. A medida que disminuye el tamaño de la gota, aumenta su presión interna. Por lo tanto, puede ser más fácil vaporizar gotas más pequeñas que gotas más grandes.

Como se mencionó anteriormente, el tamaño de la gota puede ser de aproximadamente 0,4 ml con un diámetro de aproximadamente 1 cm. Para que se produzca la resonancia de la gota, puede ser necesario que un número entero de medias longitudes de onda encajen dentro del diámetro de la gota. Por ejemplo, para una OAS que tiene una longitud de onda de 1 cm y un diámetro de gota de 1 cm, habrá dos medias longitudes de onda de la OAS que pueden caber dentro de la gota para provocar la resonancia de la gota.

En otros ejemplos, la precipitación puede no ser una gota de agua, sino que puede ser granizo, nieve o una capa de hielo u otra precipitación. Para la precipitación que no sean gotas de agua, como la lluvia, la aplicación de las ondas ultrasónicas puede variar para lograr un efecto similar de limpiar la precipitación de una ventana. Por ejemplo, se

pueden emplear ondas ultrasónicas para romper una capa de hielo o escarcha formada sobre el parabrisas durante el invierno.

Como se discutió, para mejorar aún más el proceso de eliminación de la precipitación, la superficie exterior del parabrisas se puede tratar con un revestimiento opcional. La figura 4 es un esquema que muestra el efecto que una capa (23) de revestimiento opcional sobre la superficie del parabrisas puede tener sobre una gota en su superficie. Este revestimiento opcional se ubicará sobre la superficie del parabrisas en la región exterior. Por ejemplo, el revestimiento (23) opcional de la superficie exterior puede ser un revestimiento (49) hidrófobo que se puede añadir rociando o frotando la superficie. Un revestimiento hidrófobo hace que cualquier gota de agua sobre la capa sea repelida de su superficie para minimizar el área de contacto de la gota de agua con el revestimiento hidrófobo. En una realización ilustrativa, se prefiere una capa de revestimiento hidrófobo en el parabrisas para ayudar a eliminar o aclarar la precipitación de la superficie del parabrisas. En un ejemplo de un transductor que emite OAS a través de un revestimiento hidrófobo, el ángulo de contacto θ_{R1} de las OAS con la gota será grande. Alternativamente, el revestimiento (23) opcional puede ser un revestimiento (50) hidrófilo. Si se aplicara un revestimiento (50) hidrófilo a la superficie del parabrisas, el área de contacto de la gota de agua será mucho mayor y el ángulo de contacto θ_{R2} de las OAS con la gota será pequeño. Para eliminar la precipitación de la superficie del parabrisas, se prefiere una capa de revestimiento hidrófobo sobre una capa de revestimiento hidrófila. Dado que el ángulo de contacto de las OAS con la gota de agua es mayor para una capa hidrófoba que para una capa hidrófila ($\theta_{R1} > \theta_{R2}$), puede haber una conversión de modo más eficiente de las OAS en la gota y la gota puede ser impulsada a través de la superficie del parabrisas de forma más eficaz. Un revestimiento hidrófobo reduce la tensión superficial al cambiar el ángulo de contacto entre la gota y la superficie del parabrisas. El flujo de aire sobre la superficie del parabrisas también puede ayudar a eliminar las precipitaciones del parabrisas. El ángulo de contacto entre una gota y una superficie también dependerá de la viscosidad de la gota y del tipo de material de la superficie. Por ejemplo, si la gota es agua o aceite, o si la superficie es vidrio de automoción o un material de plástico o policarbonato, como los que se utilizan en las viseras de los cascos de motocicletas.

La figura 5 es un esquema que muestra los transductores de las figuras 1A a 3B funcionando en modo pulsado. Los transductores pueden accionarse en modo pulsado ya que pulsar las ondas (51), por ejemplo, a intervalos de medio segundo, puede detener el aumento excesivo de la temperatura de los transductores porque reduce la acumulación de calor en el sistema. Permitiendo así una mayor amplitud de la señal de entrada para eliminar la precipitación más rápidamente.

Puede emplearse la modulación de frecuencia para eliminar la precipitación de forma más eficaz que la modulación de amplitud, que puede no ser tan eficaz. La eficiencia de transmisión también se puede optimizar mediante la adaptación de impedancia acústica.

La eficiencia energética del sistema puede optimizarse, ya que aproximadamente dos tercios de la energía pueden transferirse o perderse en forma de calor. Las pérdidas acústicas pueden incluir dispersión o absorción dentro del sistema, por ejemplo, en impurezas o defectos del vidrio. Para evitar los efectos de calentamiento, los circuitos y los materiales, como los transductores de la ventana, pueden optimizarse para adaptar la impedancia.

La figura 6 muestra esquemáticamente un circuito (60) de adaptación de impedancia que adapta la impedancia eléctrica del amplificador (14) de potencia del circuito de accionamiento con la impedancia de los transductores (1-8). Esto mejora la eficiencia del circuito o sistema de potencia en su conjunto y reduce la pérdida de energía del sistema. Puede haber reflejos no deseados que surjan de una línea de impedancia no coincidente.

Se pueden combinar otras impedancias o se puede obtener una adaptación mejorada minimizando la diferencia de impedancia acústica entre el transductor y la superficie a la que está adherido el transductor. Se puede utilizar un revestimiento anti reflectante sobre la superficie del transductor para mejorar el acoplamiento de las ondas ultrasónicas del transductor a la superficie a la que está adherido. El diseño del transductor puede optimizarse para minimizar los desajustes de impedancia acústica entre superficies, de modo que se maximice el acoplamiento de ondas.

Ahora se discutirán dos tipos de diseño de transductores para diseños de transductores cuadrados y circulares. Muchos transductores piezoeléctricos están disponibles comercialmente en forma circular. Sin embargo, el diseño circular no se ve favorecido en esta aplicación porque el diseño del transductor circular irradia energía acústica por igual en todas las direcciones radiales. Se prefiere la forma cuadrada porque irradia energía acústica en direcciones que son perpendiculares a sus electrodos. Por lo tanto, la energía acústica puede controlarse más de cerca durante la aplicación a un parabrisas para eliminar la precipitación. El corte o la forma de un transductor puede cambiar su frecuencia de resonancia. En una realización ilustrativa, el espaciado entre los dedos de los electrodos del IDT se puede ajustar según las características del transductor y del parabrisas.

La figura 7A es un diagrama esquemático que muestra una realización para un posible diseño de un transductor (1-8) de la figura 1A o 1B, apropiado para funcionar a 500 kHz. El transductor que se muestra es un transductor interdígital (IDT). Un IDT puede fabricarse a partir de material piezoeléctrico o modificando el electrodo exterior de un transductor piezoeléctrico estándar cortando el electrodo y dejando el material piezoeléctrico sin cortar tanto como sea posible. Los IDT están diseñados para funcionar adaptando el espaciado (71) de los dedos del electrodo con la longitud de onda de las ondas que pueden ser necesarias para excitarse, dependiendo de la aplicación en cuestión. Esto puede

corresponder a la frecuencia a la que resuena el transductor. De esta manera, es posible fabricar un IDT que puede generar OAS a frecuencias ultrasónicas. El IDT se puede ajustar eficazmente para que coincida con las constantes físicas de la capa de vidrio exterior del parabrisas para optimizar la eficiencia del sistema. El diseño del transductor que se muestra puede producir ondas que penetran a una profundidad de menos de 3 mm desde la superficie del parabrisas o de la luna. Esto evitará que las ondas sufran efectos de amortiguación debido a la capa de laminado que se encuentra a una profundidad de 3 mm en la luna.

Para el transductor de la figura 7A, se muestran las dimensiones del transductor. Las dimensiones de los electrodos se pueden elegir específicamente para seleccionar una frecuencia operativa para el transductor. En este ejemplo, el diámetro (72) del transductor es de 40 mm y el primer (73) y segundo electrodos (74) están separados por un espacio (75) entre los electrodos de 4 mm. Se muestra que el segundo electrodo (74) tiene 11 mm de ancho, lo que da un espaciado (71) entre los dedos del electrodo de 15 mm. El electrodo que se muestra funciona a 500 kHz.

La figura 7B es una ilustración esquemática que muestra las longitudes de onda de diferentes tipos de ondas emitidas por el diseño del transductor de la realización mostrada en la figura 7A para vidrio de automoción de 3 mm de espesor. Para un espaciado entre electrodos de 15 mm, la longitud de onda de las ondas (76) Lamb (u ondas Rayleigh) emitidas será de alrededor de 7,8 mm, las ondas (77) longitudinales serán de 10,8 mm y las ondas (78) de corte serán de alrededor de 7,0 mm. Las longitudes de onda de estos tres tipos de ondas emitidas serán mayores que los 3 mm de espesor del vidrio a través del cual viajarán. La velocidad de fase o la velocidad de estas ondas en el vidrio para automoción se puede calcular usando la conocida ecuación acústica ($c = 0.$, para la velocidad de fase, $c =$ frecuencia, longitud de onda $f\lambda$, 1). En este ejemplo, las ondas Lamb viajan a alrededor de 3900 metros por segundo (m/s), las ondas cuasi-longitudinales a alrededor de 5400 m/s y las ondas de corte a 3500 m/s. El espaciado entre los dedos de los electrodos es aproximadamente el doble de la longitud de onda de las ondas Lamb. El espaciado de los dedos de los electrodos es de aproximadamente $3/2$ longitudes de onda para las ondas longitudinales, de modo que las ondas longitudinales no se excitan en esta realización particular de la invención.

La figura 7C muestra ejemplos de los tipos de ondas que pueden emitirse desde los diferentes diseños de transductores. También se pueden emitir otras ondas, por ejemplo ondas Rayleigh, ondas longitudinales u ondas de corte.

La velocidad (y por tanto la longitud de onda) de las ondas en el vidrio de automoción del parabrisas puede variar con la frecuencia, las propiedades del material (por ejemplo, el módulo de Young, la densidad o la relación de Poisson) y el espesor del vidrio. Estos parámetros pueden conocerse dentro de una cierta tolerancia o medirse experimentalmente. Por ejemplo, se puede usar un vibrómetro láser para determinar con precisión el campo espacial de vibración dentro del parabrisas durante el funcionamiento del sistema con el fin de obtener una medida más precisa de las velocidades de onda dentro del vidrio para refinar y mejorar la eficiencia de los diseños de transductores.

La figura 8 muestra un gráfico de las velocidades (80) de fase calculadas de cada tipo de onda (76-78) en función de la frecuencia (81) de onda a través de un vidrio de automoción de 3 mm de espesor. Estos cálculos se basan en el supuesto de que el material a través del cual viajan las ondas es una placa delgada que tiene los siguientes parámetros: espesor del vidrio = 3 mm; Módulo de Young del vidrio = 70 GigaPascuales (GPa); densidad del vidrio = 2500 kilogramos por metro cúbico (kg/m^3); y relación de Poisson del vidrio = 0,23. La onda Lamb que se muestra puede ser ligeramente alta y estar relacionada con una onda Lamb anti simétrica o un modo de flexión. La velocidad de fase de las ondas longitudinales y de corte en una dirección elegida a través del vidrio de automoción es relativamente constante (82) en todas las frecuencias mostradas. La velocidad de fase de las ondas Lamb (o Rayleigh) aumenta (83) con frecuencias más altas. Como puede verse, la velocidad de la onda de corte es casi idéntica a la velocidad de la onda de las ondas Lamb (u ondas Rayleigh) a 500 kHz. Esto puede resultar beneficioso para eliminar eficazmente la precipitación de la superficie del parabrisas.

También se han utilizado algunos diseños de transductores cuadrados en determinadas realizaciones de esta invención. Los transductores cuadrados utilizados son de 2 cm por 2 cm y están fabricados con material piezoeléctrico estándar, como el titanato de circonato de plomo (PZT). Para formar los electrodos del transductor, las ranuras se cortan mecánicamente o con láser en el material piezoeléctrico. Todos los electrodos se operarán simultáneamente usando la misma señal eléctrica.

Las figuras 9A y 9B muestran dos diseños de transductores cuadrados usables para los transductores de la figura 1A o 1B. Los transductores diseñados para operar a frecuencias más altas, por ejemplo, a una frecuencia de alrededor de 1 MHz, pueden ser más pequeños y generar OAS de longitud de onda más corta en comparación con los transductores diseñados para operar a frecuencias más bajas, por ejemplo, a una frecuencia de alrededor de 500 kHz, que puede ser mayor y generar OAS de longitud de onda más larga. La frecuencia de funcionamiento preferida puede ser de 1 MHz y puede ser para un transductor que tiene un diseño cuadrado (a diferencia de un transductor que tiene un diseño circular). En algunas realizaciones, el grosor de los transductores es de unos pocos milímetros y cuanto mayor es el área del transductor, más gruesa es la capa piezoeléctrica. La capa del electrodo se asienta sobre un material piezoeléctrico y la capa del electrodo es mucho más delgada que la capa piezoeléctrica. En algunas realizaciones, la capa del electrodo es una película delgada de mucho menos de 1 mm de espesor. La capa del electrodo puede cortarse usando un láser o cortarse mecánicamente, sin embargo, cortar usando un láser puede

proporcionar un mejor acabado a los dedos del electrodo que el corte mecánico que puede dejar bordes rebajados en los electrodos.

La figura 9A muestra un diseño de transductor para un material (90) piezoeléctrico de espesor de $d = 3$ mm, que tiene electrodos (91) que son 1,35 mm de ancho que corresponde a una frecuencia de funcionamiento de 1 MHz (para una longitud de onda de 2,7 mm a una velocidad de fase de 2700 m/s), para un área de 2 cm por 2 cm. En este ejemplo, los electrodos (91) están adheridos a la superficie del parabrisas y el lado sin cortar del material piezoeléctrico está alejado del parabrisas. El ancho de cada dedo del electrodo corresponde a la mitad de la longitud de la onda acústica para cada una de las ondas emitidas. Otros ejemplos de diseños de transductores similares pueden tener electrodos de 1,08 mm y 0,9 mm de ancho para frecuencias de funcionamiento de 1 MHz (para una longitud de onda de 2,16 mm a una velocidad de fase de 2160 m/s) y 1,2 MHz (para una longitud de onda de 1,8 mm a una velocidad de fase de 2160 m/s) respectivamente.

La figura 9B muestra un diseño de transductor alternativo para un IDT. Este es un diseño de transductor de 2.8 cm por 2.8 cm para un transductor cuadrado que puede fabricarse con un material (90) piezoeléctrico circular (material PZT), como se muestra a la izquierda de la figura 9B. La capa piezoeléctrica en este ejemplo tiene 4 mm de espesor. En este ejemplo, los electrodos cortados se adhieren a la superficie del parabrisas con el otro lado, o el lado sin cortar de la capa piezoeléctrica, mirando hacia el otro lado del parabrisas. Un electrodo de tierra puede mirar hacia el otro lado del parabrisas sin adherirse a la superficie del parabrisas. Los espacios (93) entre los electrodos (92) pueden cortarse usando un láser de alta potencia. Los electrodos se colocan encima del material piezoeléctrico. En este ejemplo, los espacios entre los electrodos tienen 0,4 mm de ancho y se asemejan a un patrón (95) de forma de onda cuadrada a través de la capa del electrodo. Cortar la capa del electrodo de arriba hacia abajo formará dos partes separadas del transductor, cada una diseñada para una frecuencia de operación de 500 kHz (para una longitud de onda de 4,32 mm a una velocidad de fase de 2160 m/s). En este ejemplo, puede que sólo sea necesario cortar a través de la capa delgada del electrodo sin cortar la capa piezoeléctrica, siempre que se cree un espacio en la capa del electrodo para producir los dos electrodos separados. Los electrodos de las dos partes pueden encajar entre sí. Cada electrodo tiene una polarización opuesta al otro. Cuando los electrodos se combinan mediante ranuras entre sí, los electrodos adyacentes producen polarizaciones (96) alternas de un electrodo al siguiente. Los electrodos pueden estar polarizados de manera opuesta a los electrodos adyacentes o de otro tipo, de modo que uno de los electrodos se energice con una polaridad de señal y el otro electrodo con la polaridad opuesta. Se muestra un ejemplo del movimiento (94) de la gota que puede observarse en relación con los electrodos transductores.

Los diseños de transductores de ejemplo descritos pueden ser capaces de vaporizar gotas de precipitación en un parabrisas u otra superficie de vidrio.

La figura 3A se ha mostrado con una capa laminada, sin embargo, en otros ejemplos, una capa laminada puede no estar siempre presente, como en el caso de la visera de un casco de motocicleta. En este ejemplo, la visera se puede fabricar de un material plástico o policarbonato. Las frecuencias de funcionamiento elegidas de los transductores para eliminar la precipitación de la visera en este ejemplo, pueden no ser las mismas que las frecuencias utilizadas en las realizaciones discutidas para eliminar la precipitación del parabrisas. Por ejemplo, las frecuencias de los transductores en algunas realizaciones para eliminar la precipitación de una visera pueden ser más bajas que las utilizadas para eliminar la precipitación de un parabrisas.

La figura 10 muestra una forma de realización de la invención en la que los transductores (1-8 o 31-33) están unidos a una visera (30), por ejemplo, una visera de un casco de motocicleta u otro casco, para eliminar la precipitación u otros desechos o materiales. En el ejemplo de una visera, el transductor puede fijarse directamente a la superficie de la visera y funcionar de una manera similar a la descrita anteriormente (para las realizaciones relacionadas con un parabrisas laminado en un vehículo), en el que se utilizan OAS para eliminar la precipitación de la superficie de la visera. Los transductores pueden ser accionados por un sistema (11-15) de accionamiento. En algunas realizaciones, los transductores son accionados para operar a frecuencias dentro del rango de 100 kHz a 1 MHz. Los transductores están conectados al sistema de accionamiento mediante cableado (35) electrónico y un enchufe y una toma de corriente (36). Los transductores se pueden adherir directamente a la visera o adherirse a un clip (34) extraíble adaptado para engancharse en el borde de la visera, permitiendo así un cambio o reemplazo de una visera dañada. De manera similar, los transductores se colocan en una región periférica de la visera para no oscurecer la visión del piloto. La visera que se muestra no contiene una capa laminada y, por lo tanto, se puede usar cualquier onda adecuada para eliminar la precipitación, incluidas las OAS. Las ondas se pueden acoplar a la superficie de la visera o al contorno de la visera para que se transmitan eficazmente a través de toda la superficie de la visera.

Otros ejemplos en los que se puede utilizar un transductor y un sistema de accionamiento incluyen un sistema de detección para detectar la presencia de gotas de lluvia o precipitación y, por lo tanto, iniciar el sistema para eliminar la precipitación. En un sistema de detección de ejemplo, se pueden emplear dos o más transductores. Un primer transductor de transmisión puede emitir ondas ultrasónicas a un segundo transductor de recepción. El transductor receptor puede monitorear la energía de las ondas ultrasónicas recibidas del transductor transmisor. Si se realiza una calibración cuando no existe precipitación sobre la superficie que se está investigando, habrá un nivel básico de energía acústica recibida en el transductor receptor. Cuando la precipitación está presente sobre la superficie, la precipitación absorberá energía acústica y el transductor receptor observará una caída en la energía acústica recibida por debajo del nivel base calibrado, lo que indica la presencia de precipitación. En este punto, el sistema ultrasónico

para eliminar la precipitación de la superficie del parabrisas puede encenderse y la potencia ultrasónica puede cambiarse automáticamente según la severidad de la precipitación. De esta forma, los transductores usados para operar el sistema también pueden usarse para controlarlo.

5 Algunas realizaciones proporcionan la ventaja de mejorar la eficiencia energética de los transductores o aumentar la energía de las ondas ultrasónicas en el parabrisas. El sistema puede volverse más efectivo y eficiente "sintonizando" cuidadosamente el IDT. Por ejemplo, la impedancia del IDT puede coincidir con la del parabrisas o del vidrio, o la frecuencia de entrada puede ser pulsada. En otras realizaciones, se pueden usar varias frecuencias para superar las ondas estacionarias en el vidrio, por ejemplo, barriendo un rango de frecuencias o usando modulación de frecuencia. En otras realizaciones ilustrativas, las ondas de flexión u ondas Lamb pueden resultar más eficaces para inducir el "flujo" o la propulsión de una gota, al tiempo que se minimiza la cantidad de ondas de corte emitidas que pueden reducir la eficacia del sistema.

10 Otras realizaciones proporcionan la ventaja de minimizar el calentamiento del transductor, por ejemplo mediante el uso de ondas pulsadas, lo que a su vez permite que se suministre más energía al sistema para permitir que una mayor área del parabrisas quede libre de precipitaciones.

15 El uso de IDT y OAS tiene la ventaja de minimizar cualquier efecto de amortiguación que pueda provocar la existencia de una capa de laminado. Esto puede minimizar los problemas de proporcionar suficiente energía para la eliminación de la gota de agua de una luna sin causar que la capa interna de laminación dentro de la luna se deslamine.

20 Otras ventajas de las realizaciones ilustrativas pueden ser que el revestimiento hidrófobo no se quita ni se limpia ya que se utilizan transductores ultrasónicos para eliminar la precipitación de una superficie que ha sido tratada y no hay partes visibles en movimiento a través de la superficie del parabrisas.

Las realizaciones de la invención pueden aplicarse no solo a parabrisas laminados de automóviles y viseras, sino también a ventanas laminadas de edificios y ventanas laminadas utilizadas en cualquier otra situación, por ejemplo, barcos y botes.

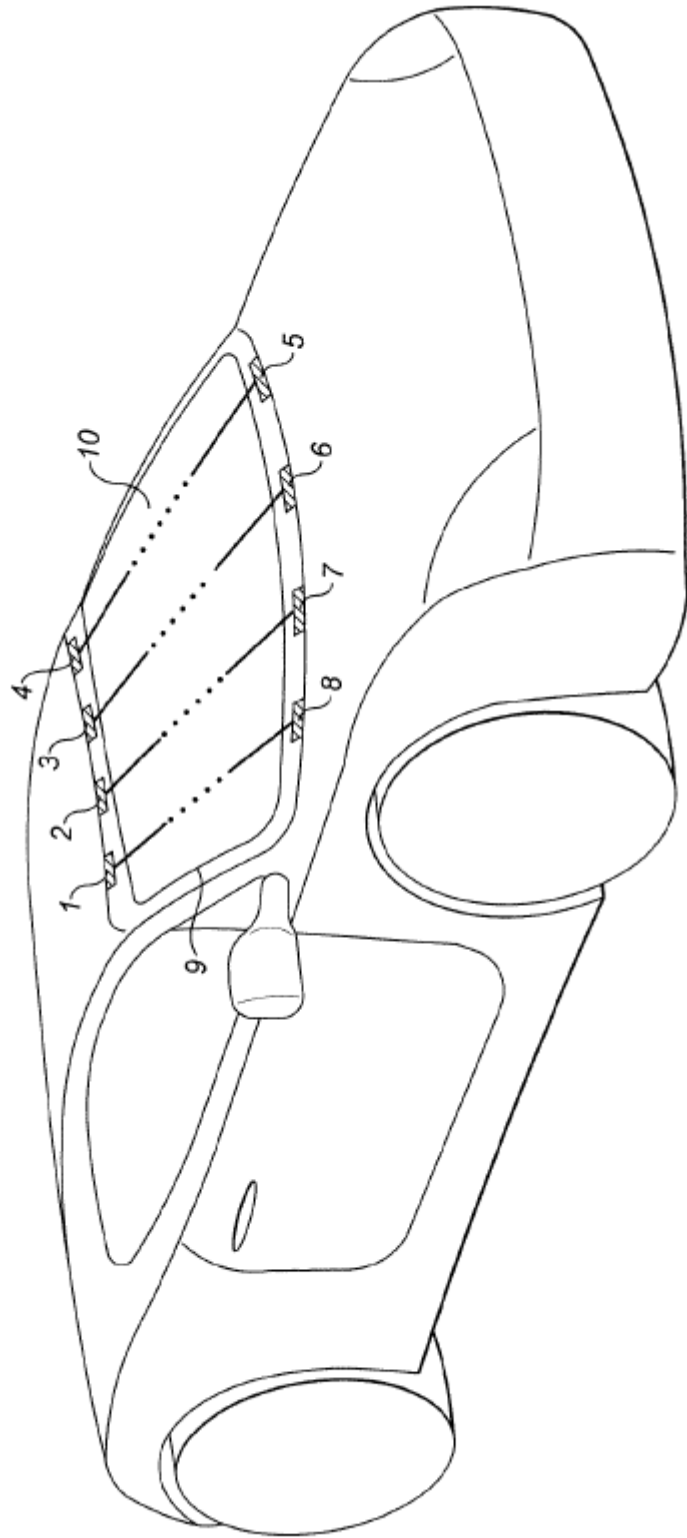
Las realizaciones de la invención también pueden aplicarse a ventanas no laminadas.

25 La descripción anterior se ha presentado únicamente para ilustrar y describir ejemplos de los principios descritos. Esta descripción no pretende ser exhaustiva ni limitar estos principios a ninguna forma precisa descrita. Son posibles muchas modificaciones y variaciones a la luz de la enseñanza anterior.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para limpiar la precipitación de una ventana (10), el sistema comprende: una ventana (10);
uno o más transductores (1-8); y
5 un generador (13) para generar una señal de accionamiento ultrasónica para uno o más transductores (1-8),
en el que el uno o más transductores están fijados a una superficie de la capa (21) superior del vidrio de la
ventana (10) y
10 accionado por el generador (13) para producir ondas ultrasónicas tales como ondas acústicas superficiales,
donde las ondas se propagan sustancialmente solo a través de la capa (21) superior del vidrio de la ventana
(10), y donde el uno o más transductores (1-8) son uno o respectivos transductores (1-8) interdigitales,
caracterizados por el hecho de que
el sistema comprende un sistema de control que tiene un sensor dispuesto para detectar ondas ultrasónicas
emitidas por uno o más de dichos transductores (1-8) para detectar la presencia de precipitación; y un
controlador que responde al sensor para controlar el funcionamiento del sistema.
- 15 2. Un sistema según la reivindicación 1, configurado de manera que las ondas ultrasónicas penetran en la capa (21)
superior del vidrio hasta una profundidad inferior a 3 mm desde la superficie de la ventana (10).
3. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de los uno o más transductores
(1-8) están dispuestos para funcionar en el rango de frecuencia de 400 kHz a 1,5 MHz.
4. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el generador comprende un generador
(13) de pulsos y está dispuesto para hacer que uno o más transductores (1-8) produzcan una onda pulsada.
- 20 5. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el generador (13) está dispuesto para
hacer que uno o más transductores (1-8) recorran un rango de frecuencias.
6. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el generador (13) está dispuesto para hacer
que el transductor (1-8) produzca ondas ultrasónicas que están moduladas en frecuencia.
- 25 7. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para propulsar ultrasónicamente la
precipitación en base a la conversión de modo de las ondas ultrasónicas.
8. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para vaporizar ultrasónicamente la
precipitación basándose en la conversión de modo de las ondas ultrasónicas.
9. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un circuito de adaptación de
impedancia que adapta la impedancia del generador (13) a la impedancia de uno o más transductores (1-8).
- 30 10. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha superficie de la ventana (10) está
revestida con un revestimiento (49) hidrófobo.
11. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un circuito de adaptación de
impedancia, en el que el circuito está dispuesto para hacer coincidir una impedancia de salida del generador (13) con
la impedancia de entrada de uno o más transductores (1-8).

35



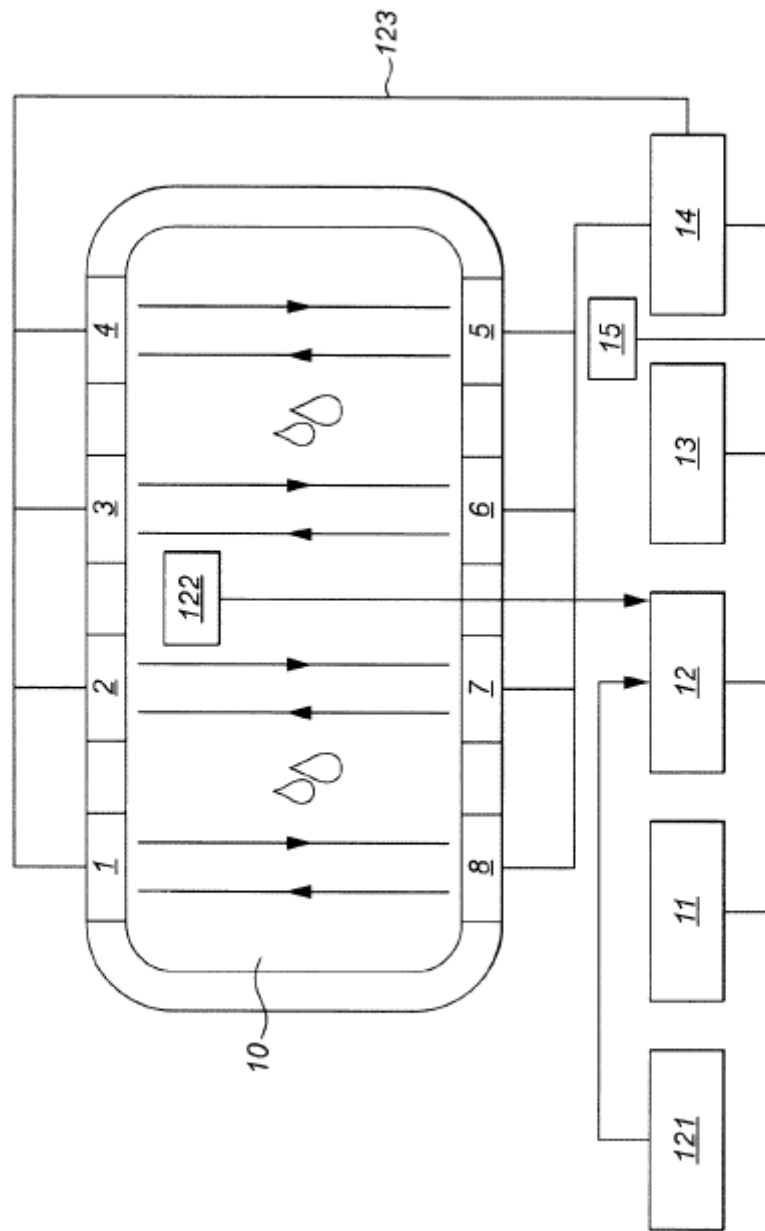


FIG. 1B

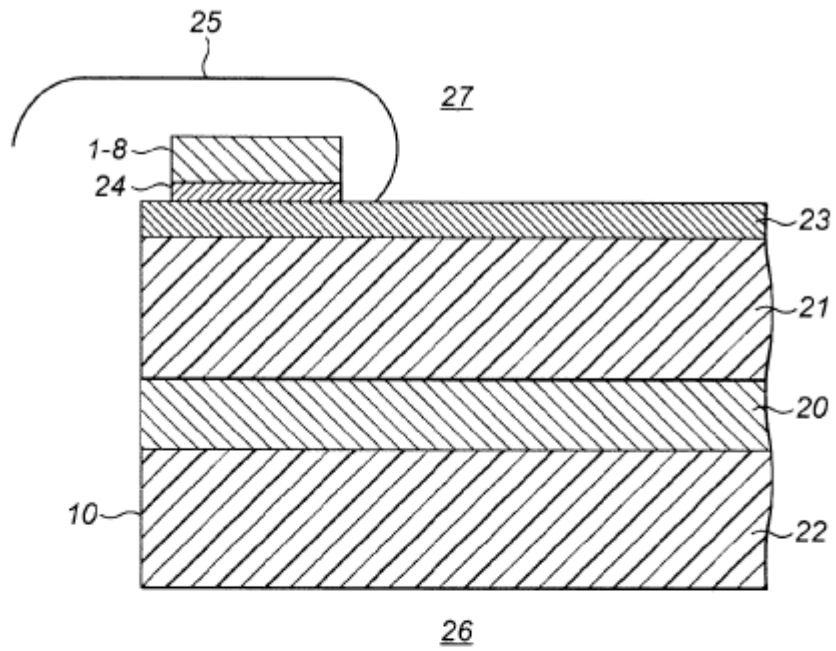


FIG. 2

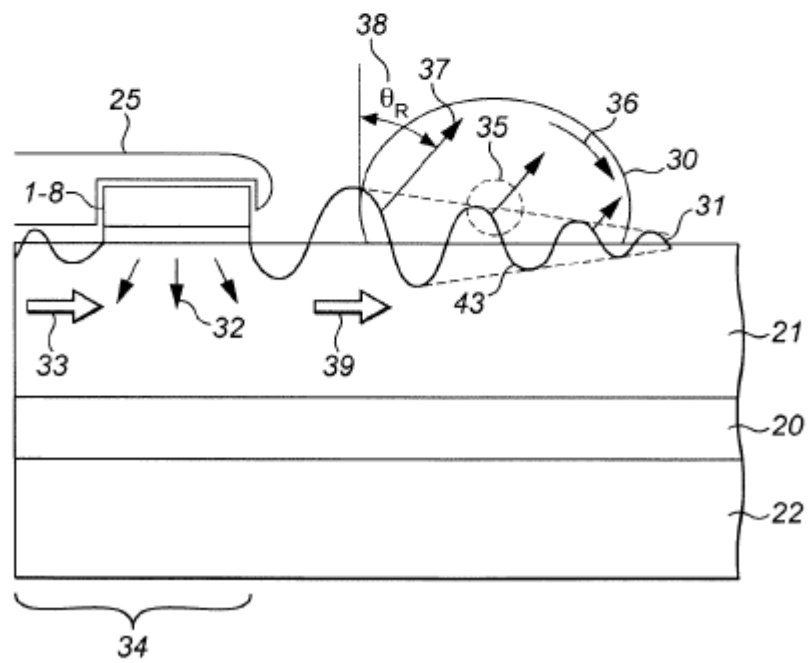


FIG. 3A

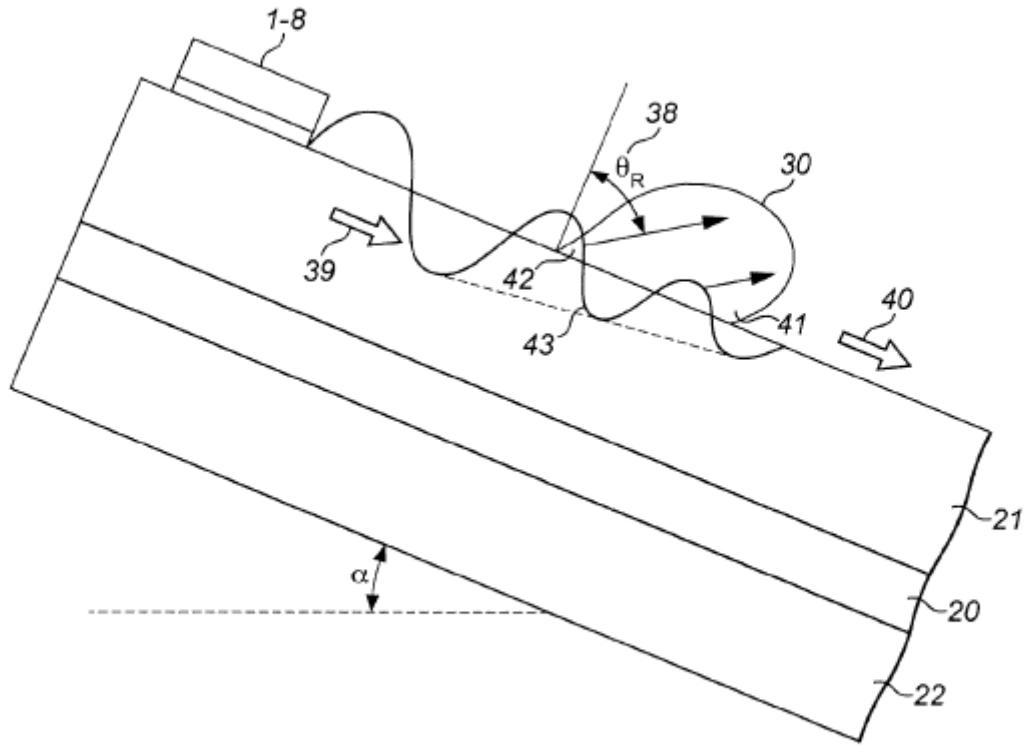


FIG. 3B

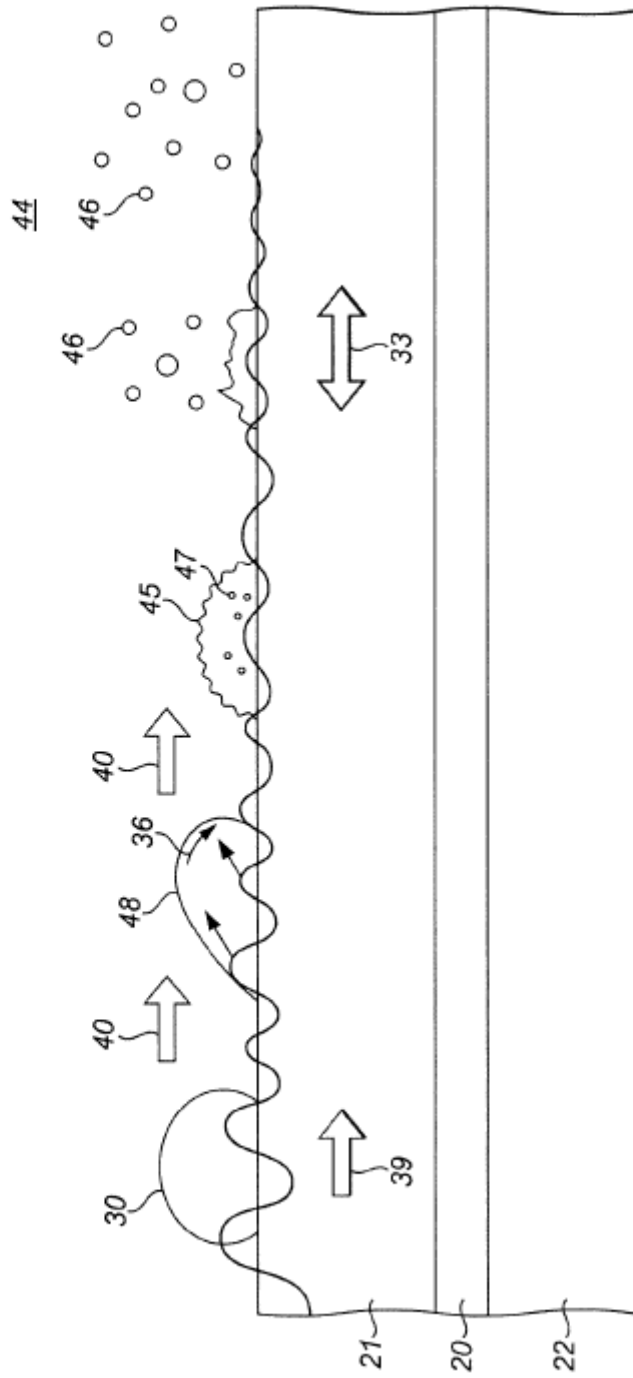
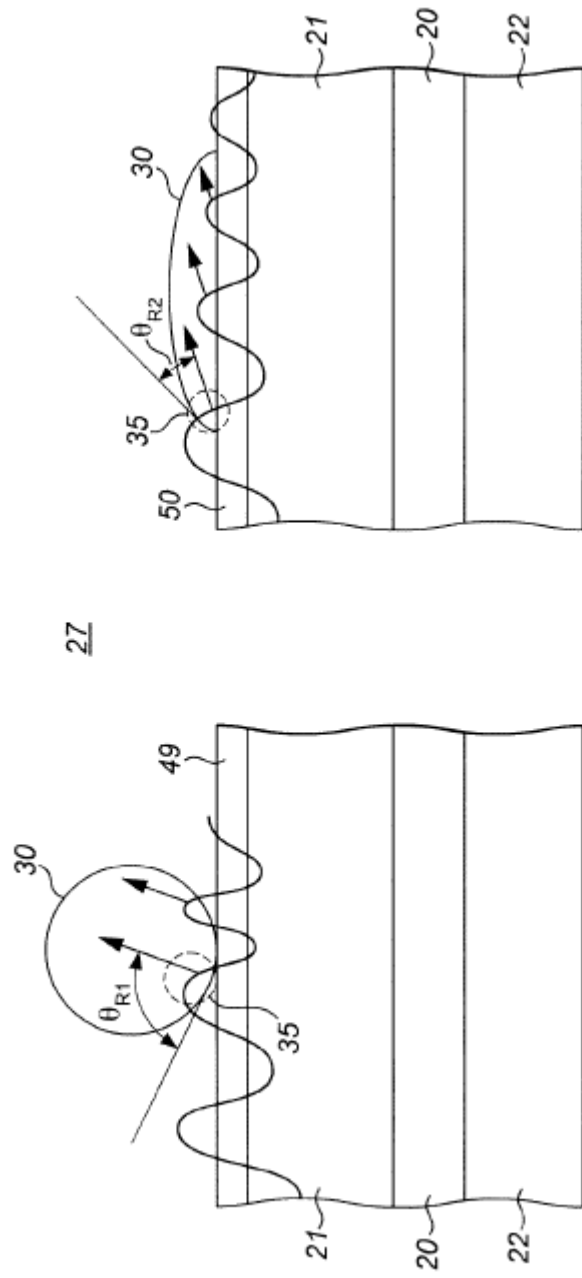


FIG. 3C



2Z
26
FIG. 4

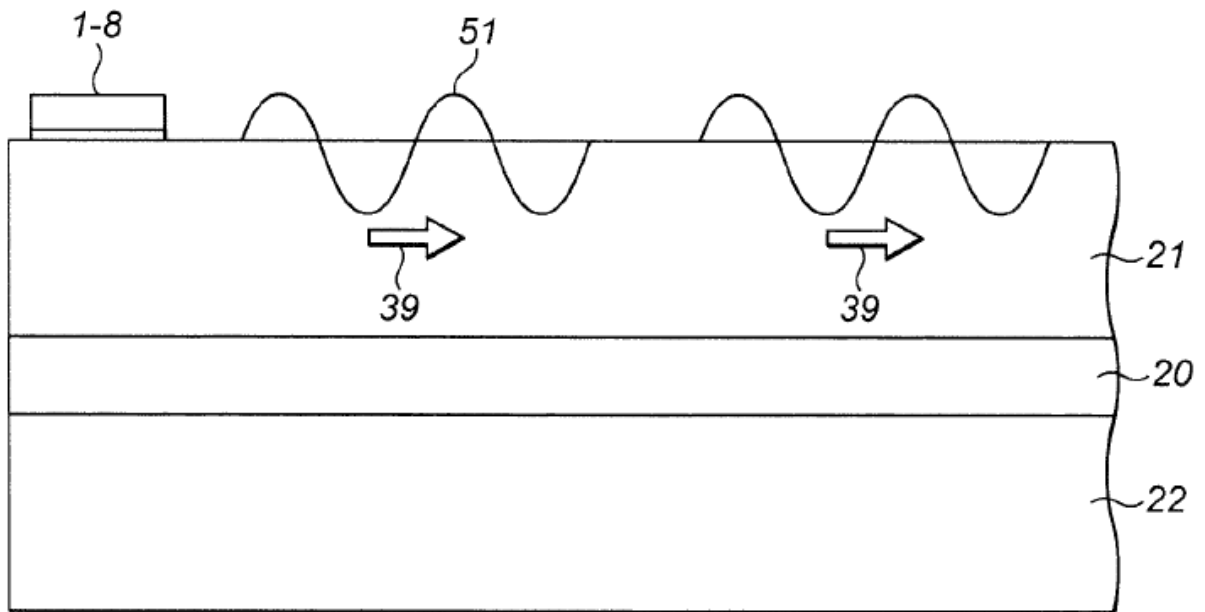


FIG. 5

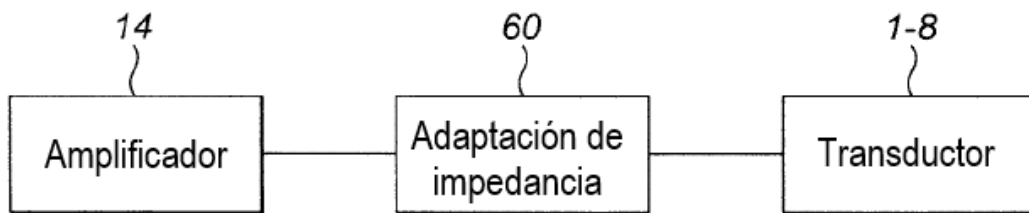


FIG. 6

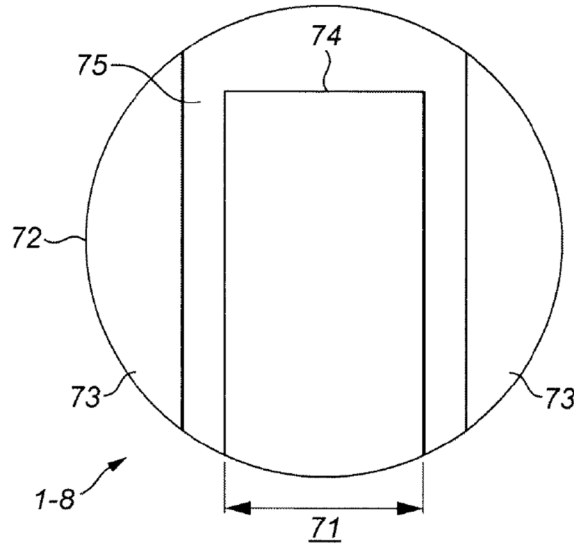


FIG. 7A

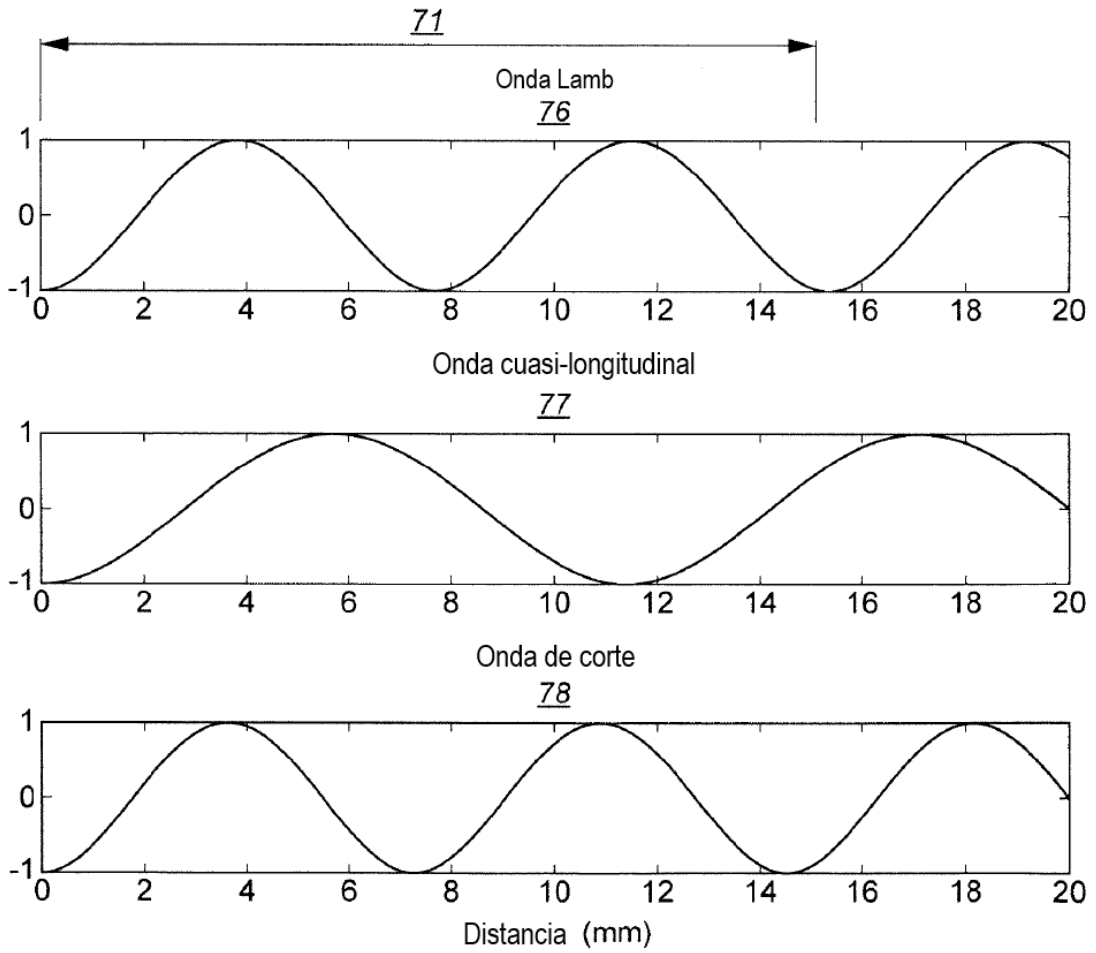


FIG. 7B

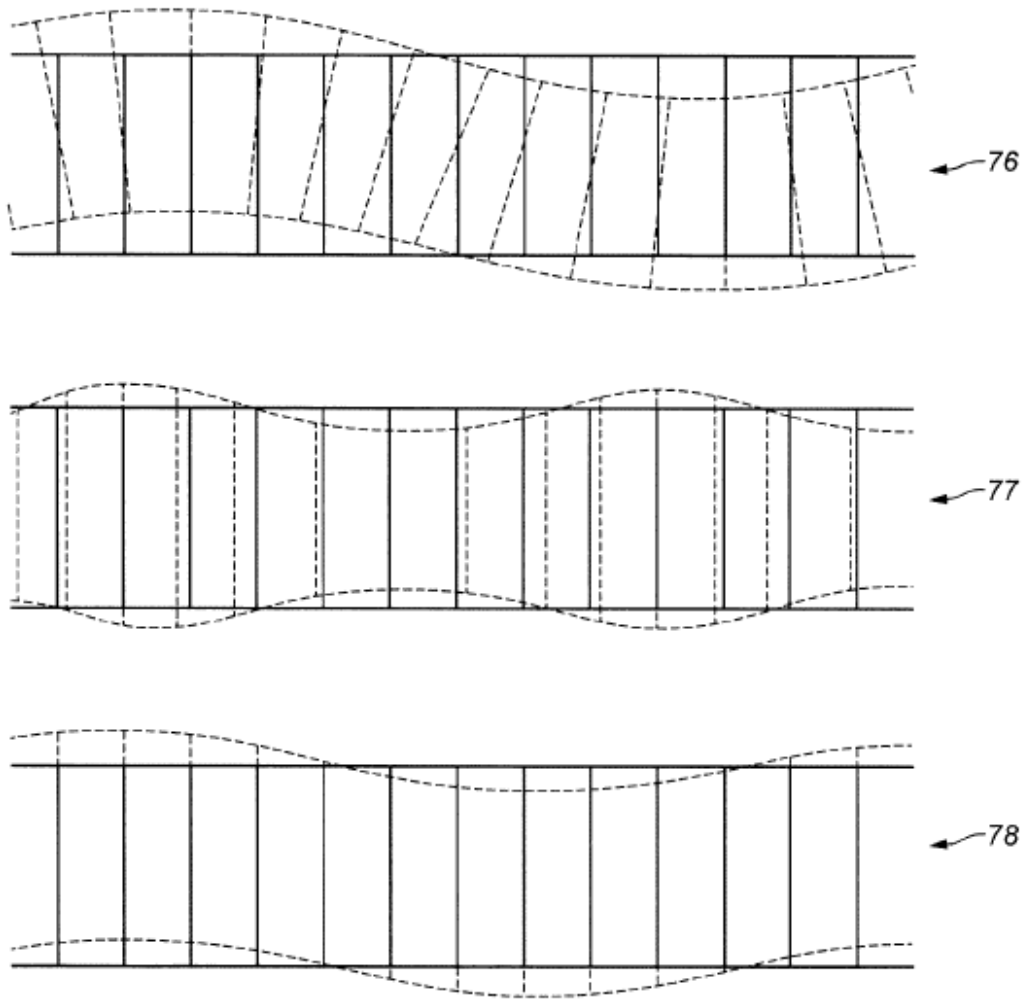


FIG. 7C

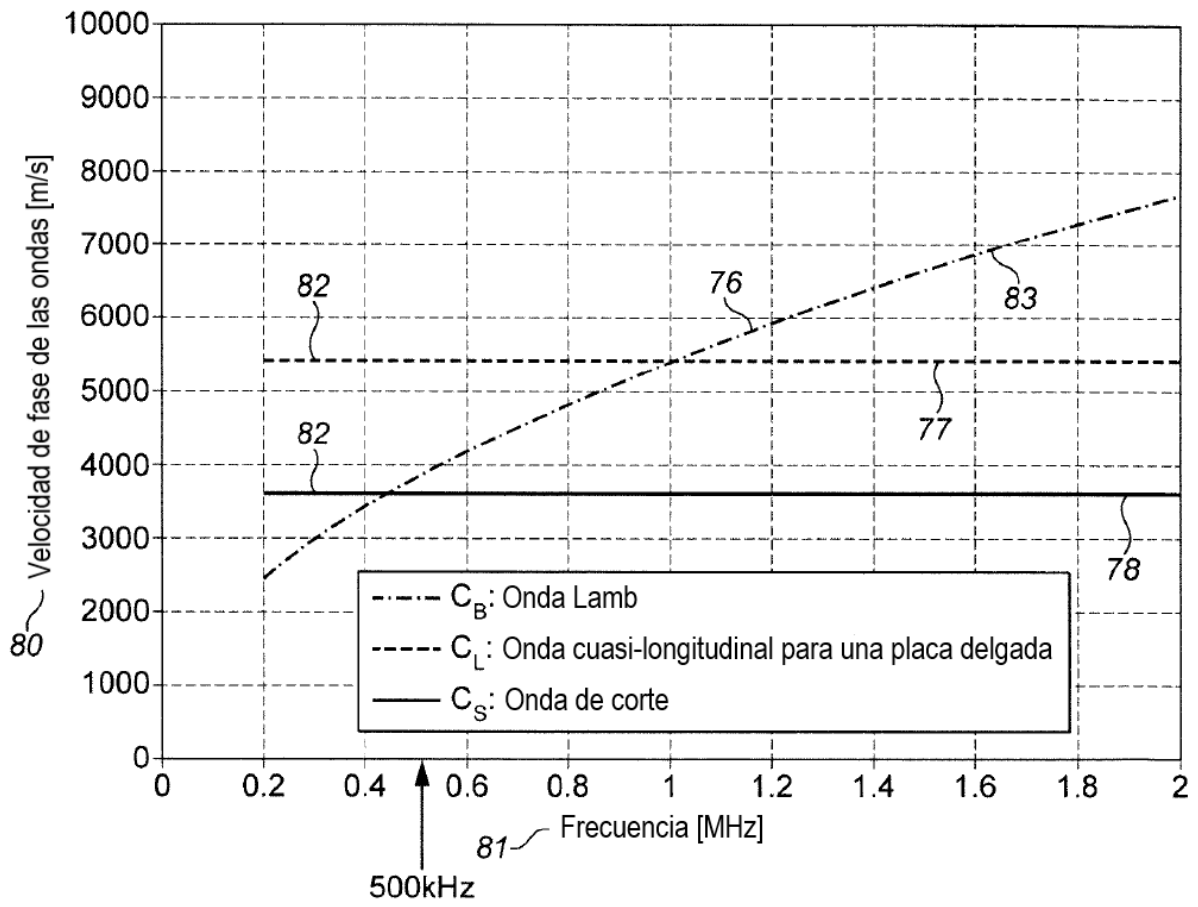


FIG. 8

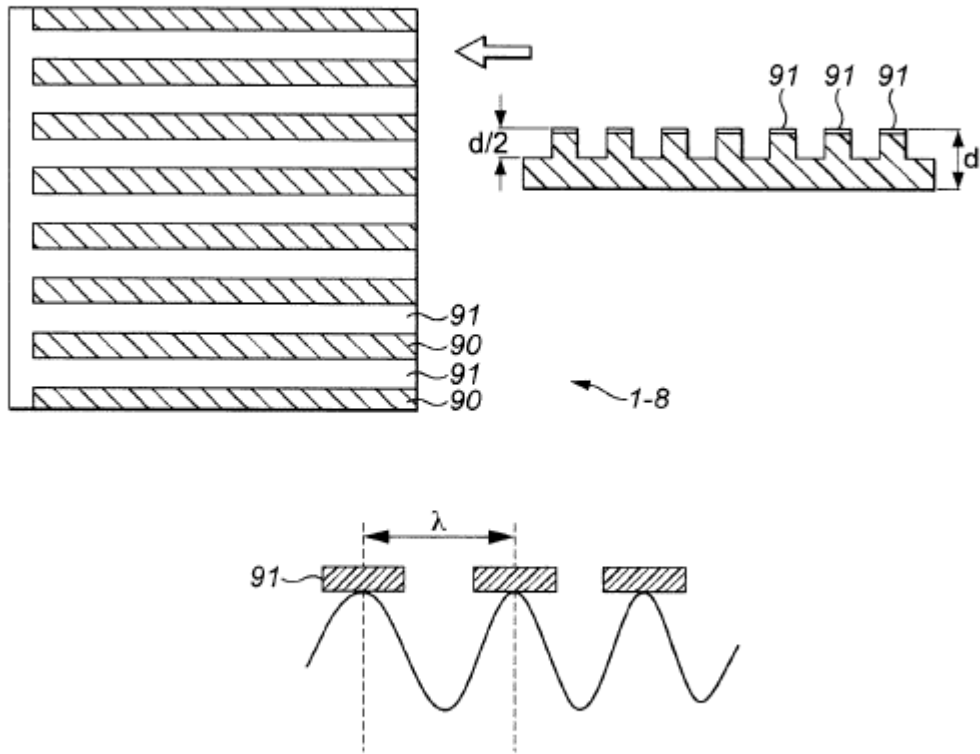


FIG. 9A

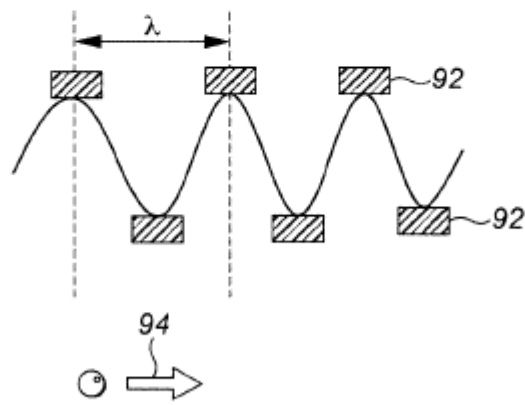
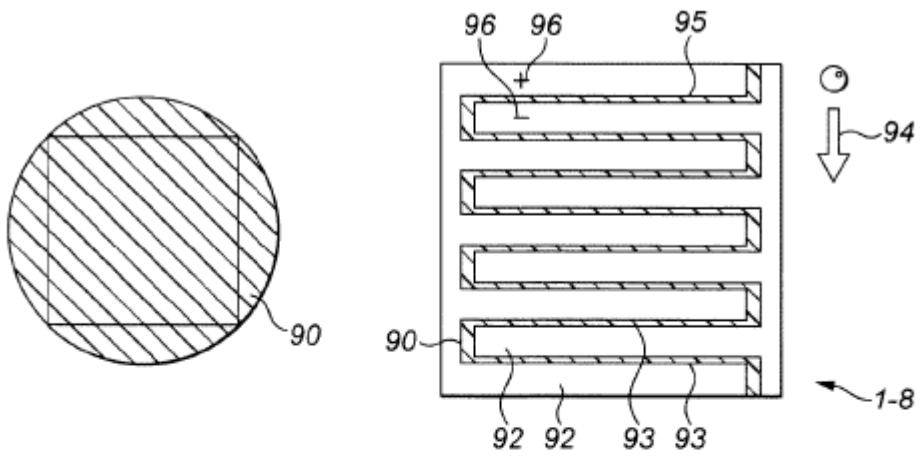


FIG. 9B

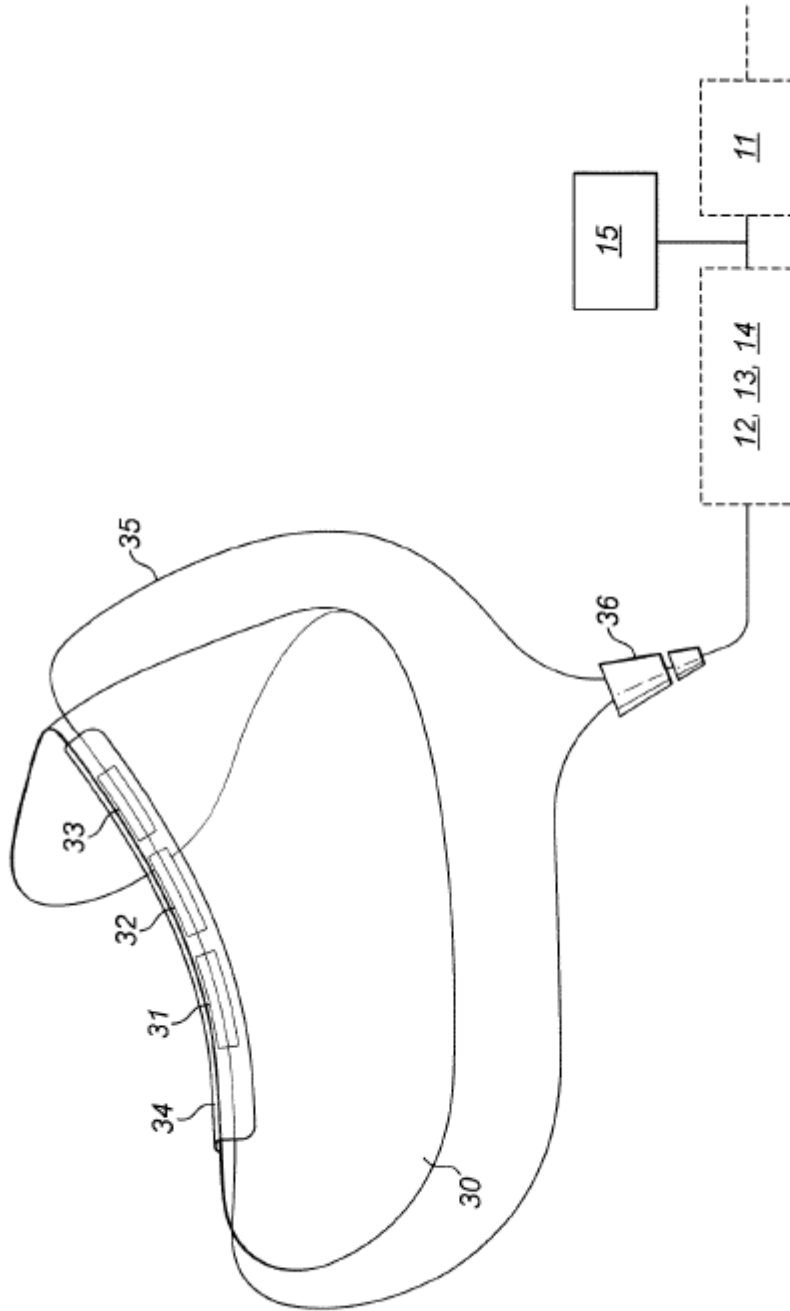


FIG. 10