

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 441**

51 Int. Cl.:

**G01F 1/66** (2012.01)

**H04R 17/00** (2006.01)

**G01F 1/667** (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2020 PCT/JP2020/028821**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2021 WO21024846**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2020 E 20850553 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2025 EP 4009007**

54 Título: **Transceptor ultrasónico y medidor de flujo ultrasónico**

30 Prioridad:

**02.08.2019 JP 2019142641**

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

**22.04.2025**

73 Titular/es:

**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY  
MANAGEMENT CO., LTD. (100.00%)  
1-61, Shiromi 2-chome, Chuo-ku  
Osaka-shi, Osaka 540-6207, JP**

72 Inventor/es:

**ISHIZAKI, YUDAI;  
MASUDA, TOMOKI y  
NAGAHARA, HIDETOMO**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 3 014 441 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**

Transceptor ultrasónico y medidor de flujo ultrasónico

**Campo técnico**

5 La presente divulgación se refiere a un transceptor ultrasónico que transmite y recibe una onda ultrasónica mediante el uso de un elemento piezoeléctrico o similar, y a un medidor de flujo ultrasónico que lo utiliza.

**Antecedentes de la invención**

10 En los últimos años, se ha utilizado un medidor de flujo ultrasónico que mide el tiempo que tarda una onda ultrasónica en recorrer una trayectoria de propagación, midiendo así la velocidad de movimiento de un fluido y, en consecuencia, midiendo un caudal, para medidores de gas y similares. En un medidor de flujo ultrasónico que realiza la medición del caudal midiendo el tiempo de propagación de una onda ultrasónica, un par de transceptores ultrasónicos se disponen en general contra la corriente y con la corriente de una trayectoria de flujo de medición a través de la cual fluye un fluido que se va a medir, y el tiempo de propagación de la onda ultrasónica se mide mediante la transmisión y recepción de una onda ultrasónica entre los transceptores ultrasónicos.

15 Cuando el fluido que se va a medir es un gas, la diferencia de impedancia acústica entre el gas y el elemento piezoeléctrico es grande, y por lo tanto la onda ultrasónica se refleja fácilmente en una interfaz entre el elemento piezoeléctrico y el gas. Por lo tanto, en el transceptor ultrasónico, se proporciona una capa de adaptación acústica en la interfaz entre el elemento piezoeléctrico y el gas con el fin de permitir que la onda ultrasónica ingrese de manera eficiente al gas a partir del elemento piezoeléctrico.

20 Además, con el fin de mejorar la eficiencia de la radiación, se utiliza una capa de adaptación acústica configurada mediante el apilamiento de una primera capa de adaptación acústica que tiene una alta densidad y una alta velocidad del sonido y una segunda capa de adaptación acústica que tiene una densidad menor y una velocidad del sonido menor que la primera capa de adaptación acústica. Se propone un transceptor ultrasónico que se puede adaptar a un gas que tiene una impedancia acústica suficientemente pequeña disponiendo en el lado del gas una segunda capa de adaptación acústica que tiene una impedancia acústica adaptada al gas, la cual es un fluido que se va a medir (por ejemplo, véase PTL 1).

Lista de citas

Literatura de patentes

PTL 1: Patente japonesa número 3552054 Documentos US 5 343 109 A, US 2019/025102 A1 divulgan un transceptor ultrasónico con un elemento piezoeléctrico y una pluralidad de capas de adaptación acústica.

30 **Sumario de la invención**

Sin embargo, en la configuración convencional, dado que la reverberación en la onda recibida de la onda ultrasónica es grande, existe la posibilidad de que no se pueda detectar con precisión un punto de referencia para medir un tiempo de propagación y que el caudal de gas se detecte erróneamente.

35 El transceptor ultrasónico de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación independiente adjunta 1.

A continuación, se describirá un procedimiento para medir un tiempo de propagación en un medidor de flujo ultrasónico que no es parte de la invención reivindicada, con referencia a las Figuras 9 y 10.

40 Un dispositivo de medición de caudal convencional para un fluido de este tipo es en general un dispositivo como el que se muestra en la Figura 9, que no forma parte de la invención reivindicada. El dispositivo 100 de medición de caudal incluye: un primer transceptor 102 ultrasónico y un segundo transceptor 103 ultrasónico instalados en la trayectoria 101 de flujo a través de la cual fluye un fluido que se va a medir; y una unidad 104 de conmutación que conmuta el primer transceptor 102 ultrasónico y el segundo transceptor 103 ultrasónico entre transmisión y recepción. Además, el dispositivo 100 de medición de caudal incluye: un transmisor 105 que acciona el primer transceptor 102 ultrasónico y el segundo transceptor 103 ultrasónico; y receptor 106 que recibe una señal recibida que es recibida por el transceptor ultrasónico en el lado de recepción y ha pasado a través de la unidad 104 de conmutación. El dispositivo 45 100 de medición de caudal incluye además: un amplificador 107 que amplifica la señal recibida a una amplitud predeterminada; y un comparador 108 de referencia que compara una tensión de la señal recibida amplificada por el amplificador 107 con una tensión de referencia.

50 Además, el dispositivo 100 de medición de caudal incluye: una unidad 109 de ajuste de tensión de referencia que ajusta la tensión de referencia que se va a comparar mediante el comparador 108 de referencia; una unidad 110 de determinación que determina un punto de referencia para medir el tiempo en base a un resultado de comparación del comparador 108 de referencia; y un contador 111 de tiempo que mide un tiempo de propagación de una onda ultrasónica en base a un resultado de la unidad 110 de determinación. El dispositivo 100 de medición de caudal incluye

además: un calculador 112 de caudal que calcula un caudal del fluido que se va a medir en base al tiempo de propagación medido por el contador 111 de tiempo; y un controlador 113 que está configurado con un microordenador y similares y realiza un control general.

5 A continuación, se describirá con referencia a la Figura 10 un procedimiento de medición del tiempo de propagación de la onda ultrasónica mediante el contador 111 de tiempo, que no forma parte de la invención reivindicada. La Figura 10 ilustra una señal de accionamiento D del transceptor ultrasónico (primer transceptor 102 ultrasónico o segundo transceptor 103 ultrasónico) asignado a un lado de transmisión por la unidad 104 de conmutación, e ilustra además una señal recibida S que es recibida por el transceptor ultrasónico (primer transceptor 102 ultrasónico o segundo transceptor 103 ultrasónico) asignado a un lado de recepción por la unidad 104 de conmutación y que es amplificada por el amplificador 107 de tal manera que la amplitud máxima se convierte en una amplitud predeterminada.

10 El comparador 108 de referencia compara la señal recibida S con una tensión de referencia Vr establecida por la unidad 109 de ajuste de tensión de referencia, y la unidad 110 de determinación detecta un punto de cruce por cero R1 de la señal recibida después de que la señal recibida S se vuelve mayor que la tensión de referencia Vr.

15 Aquí, una tensión de referencia Vr se establece en una tensión tal que se pueda detectar la tercera onda de la señal recibida S, pero este ajuste se basa en la siguiente suposición: cuando el amplificador 107 amplifica la señal recibida S de tal manera que la amplitud máxima de la señal recibida S se convierte en una amplitud predeterminada, la amplitud de la tercera onda también se amplifica por el mismo factor de amplificación, y también la tercera onda, por lo tanto, se convierte en una tensión en un rango predeterminado.

20 El contador 111 de tiempo puede calcular un tiempo de propagación TP0 midiendo un tiempo TP a partir de un punto de inicio T0 hasta el punto de cruce por cero R1 y restando del tiempo TP un tiempo TR que es a partir de un punto de inicio de recepción R0 hasta el punto de cruce por cero R1.

25 Luego, al cambiar entre la transmisión y la recepción del primer transceptor 102 ultrasónico y el segundo transceptor 103 ultrasónico mediante el uso de la unidad 104 de conmutación, es posible obtener, mediante el procedimiento descrito anteriormente, un tiempo de propagación t1 a partir del primer transceptor 102 ultrasónico al segundo transceptor 103 ultrasónico y un tiempo de propagación t2 a partir del segundo transceptor 103 ultrasónico al primer transceptor 102 ultrasónico.

Luego, se puede obtener un caudal Q mediante la siguiente ecuación, donde v es una velocidad de flujo del fluido a medir, S es un área de sección transversal de una trayectoria de flujo, φ es un ángulo del sensor, y L es una distancia de propagación.

30 
$$Q = S \cdot v = S \cdot L/2 \cdot \cos\phi \cdot (n/t1 - n/t2) \quad (\text{Ecuación 1})$$

El calculador 112 de caudal calcula el caudal multiplicando además la Ecuación 1 por un coeficiente correspondiente al caudal.

35 Sin embargo, se ha descubierto que cuando se utiliza el transceptor ultrasónico que tiene la configuración convencional como transceptor ultrasónico, la forma de onda de la señal recibida se distorsiona debido a la reverberación y, por lo tanto, el punto de cruce por cero R1 no se puede detectar correctamente en algunos casos.

40 Las Figuras 11A y 11B cada una ilustra una configuración de un transceptor ultrasónico convencional. La Figura 11A es una vista en sección transversal del transceptor 200 ultrasónico, y la Figura 11B es una vista en planta del transceptor 200 ultrasónico. En el transceptor 200 ultrasónico, el elemento 202 piezoeléctrico está unido a la parte 201a interior de la cara superior de la carcasa 201 de sensor metálica que tiene una forma cilíndrica cubierta. Además, la primera capa 203 de adaptación acústica que tiene una forma de disco y la segunda capa 204 de adaptación acústica que tiene una forma de disco que tiene el mismo diámetro exterior que la primera capa 203 de adaptación acústica están apiladas y unidas a una parte 201b exterior de la cara superior de la carcasa 201 de sensor.

45 La Figura 12 ilustra un ejemplo de una forma de onda recibida en un caso en el que se utiliza el transceptor 200 ultrasónico. Como se ilustra en la Figura 12, se observan ondas de reverberación relativamente grandes después de una amplitud máxima normal A y, en algunos casos, se genera una amplitud B que es equivalente a la amplitud máxima A o puede ser mayor que la amplitud máxima A.

50 La forma de onda de la onda ultrasónica transmitida y recibida por el transceptor ultrasónico se ve afectada principalmente por el espesor y la forma del elemento piezoeléctrico, el material, el espesor y la forma de la carcasa de sensor, las formas, los espesores, y las impedancias acústicas de la primera capa de adaptación acústica y la segunda capa de adaptación acústica, y similares.

55 Además, se ha descubierto a partir de nuestro estudio que la forma de onda ultrasónica recibida ilustrada en la Figura 12 se ve afectada por las formas en la dirección de la superficie de las capas de adaptación acústica. En un caso en el que un área de una superficie de unión de la primera capa 203 de adaptación acústica es la misma que un área de una superficie de unión de la segunda capa 204 de adaptación acústica como en el transceptor 200 ultrasónico ilustrado en la Figura 11A, o en un caso en el que el área de la superficie de unión de la segunda capa 204 de

adaptación acústica es mayor que el área de la superficie de unión de la primera capa 203 de adaptación acústica, se produce el siguiente fenómeno. Es decir, la onda ultrasónica irradiada al fluido que se va a medir genera una onda 205 directa en la cual una vibración del elemento 202 piezoeléctrico se propaga al fluido que se va a medir por la distancia más corta a través de la carcasa 201 de sensor, la primera capa 203 de adaptación acústica, y la segunda capa 204 de adaptación acústica. Además, la vibración del elemento 202 piezoeléctrico se propaga en una dirección circunferencial de la primera capa 203 de adaptación acústica, y la onda 206 indirecta que tiene un retraso de fase se genera por reflexión mediante la parte 207 de unión entre la primera capa 203 de adaptación acústica y la segunda capa 204 de adaptación acústica, y por otras causas. La vibración del elemento 202 piezoeléctrico es una combinación de la onda 205 directa y la onda 206 indirecta, y se considera que la onda 206 indirecta genera reverberación.

5  
10 Cabe señalar que la onda 206 indirecta ilustrada en la Figura 11A se ilustra esquemáticamente, y las trayectorias de propagación ilustradas no son limitativas.

15 Cuando la posición de la amplitud máxima varía debido a la influencia de una onda de reverberación tan grande como la descrita anteriormente, la tercera onda que se va a detectar no tiene una amplitud supuesta incluso si el amplificador 107 amplifica la amplitud máxima para que tenga la amplitud predeterminada. Por lo tanto, se detectan las ondas segunda y cuarta anteriores y posteriores, y no se puede medir el tiempo de propagación correcto. Es decir, los tiempos de propagación  $t_1$  y  $t_2$  en la Ecuación 1 no se pueden medir con precisión, y disminuye la precisión de la medición del caudal.

20 Por ejemplo, en la forma de onda recibida ilustrada en la Figura 12, cuando la amplitud B se vuelve mayor que la amplitud máxima normal A, el amplificador 107 amplifica la señal recibida de tal manera que la amplitud B se convierte en la amplitud predeterminada. Entonces, la tercera onda que se deseaba detectar originalmente no se amplifica hasta la tensión de referencia o más, y el comparador 108 de referencia, por lo tanto, detecta la cuarta onda.

La presente divulgación permite la medición estable de una señal ultrasónica suprimiendo la reverberación de una forma de onda ultrasónica recibida.

25 Un transceptor ultrasónico de la presente divulgación incluye un elemento piezoeléctrico y una pluralidad de capas de adaptación acústica apiladas sobre y unidas al elemento piezoeléctrico directamente o a través de otra capa, donde al menos una parte de una parte de unión entre las capas de adaptación acústica está dentro de una periferia exterior de una superficie de unión de la capa de adaptación acústica dispuesta en un lado del elemento piezoeléctrico. La primera capa de adaptación acústica tiene forma de disco, la segunda capa de adaptación acústica tiene forma rectangular y un lado corto de una superficie de unión a través de la cual se unen la segunda capa de adaptación acústica y la primera capa de adaptación acústica es más corto que un diámetro de la primera capa de adaptación acústica.

30 Con esta configuración, es posible suprimir la propagación de la onda indirecta a partir de la capa de adaptación acústica en el lado del elemento piezoeléctrico a la siguiente capa de adaptación acústica, y cuando este transceptor ultrasónico se utiliza como un medidor de flujo ultrasónico, se puede reducir un nivel de reverberación del transceptor ultrasónico, y se puede lograr una medición estable del tiempo de propagación de la onda ultrasónica.

35 El transceptor ultrasónico de la presente divulgación puede reducir la reverberación de la forma de onda ultrasónica recibida, y se puede reducir la medición errónea del tiempo de propagación en la medición del caudal, logrando así una medición del caudal estable.

**Breve descripción de los dibujos**

40 La Figura 1A es una vista en sección transversal de un transceptor ultrasónico en un primer ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada.

La Figura 1B es una vista en planta del transceptor ultrasónico de la Figura 1A.

La Figura 2 es un diagrama de imagen de una forma de onda recibida de un transceptor ultrasónico de la Figura 1A.

45 La Figura 3A es una vista en sección transversal que ilustra una variación del transceptor ultrasónico en el primer ejemplo que no es parte de la invención reivindicada.

La Figura 3B es una vista en sección transversal que ilustra una variación del transceptor ultrasónico en el primer ejemplo que no es parte de la invención reivindicada.

50 La Figura 4A es una vista en planta que ilustra una variación del transceptor ultrasónico en la primera realización ejemplar.

La Figura 4B es una vista en sección transversal que ilustra una variación del transceptor ultrasónico en la primera realización ejemplar.

La Figura 5A es una vista en perspectiva de un transceptor ultrasónico utilizado para un medidor de flujo ultrasónico en una segunda realización ejemplar.

La Figura 5B es una vista en perspectiva del transceptor ultrasónico utilizado para el medidor de flujo ultrasónico en la segunda realización ejemplar.

5 La Figura 5C es una vista en planta del transceptor ultrasónico utilizado para el medidor de flujo ultrasónico en la segunda realización ejemplar.

La Figura 5D es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 5D-5D de la Figura 5C.

La Figura 6A es una vista en perspectiva de un bloque de trayectoria de flujo utilizado para el medidor de flujo ultrasónico en la segunda realización ejemplar.

10 La Figura 6B es una vista tomada en la dirección de la flecha 6B de la Figura 6A.

La Figura 6C es una vista en perspectiva de un miembro de fijación de sensor utilizado para el medidor de flujo ultrasónico en la segunda realización ejemplar.

La Figura 7A es una vista lateral de un medidor de flujo ultrasónico en la segunda realización ejemplar.

15 La Figura 7B es una vista en sección transversal de la parte principal tomada a lo largo de la línea 7B-7B de la Figura 7A.

La Figura 8 es un gráfico para ilustrar un ancho de un lado corto de una segunda capa de adaptación acústica, una salida de una onda ultrasónica, y una magnitud de reverberación en la segunda realización ejemplar.

La Figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un medidor de flujo ultrasónico convencional.

20 La Figura 10 es un diagrama de imagen de una onda de accionamiento y una onda recibida para describir un procedimiento de medición de un tiempo de propagación en un medidor de flujo ultrasónico convencional.

La Figura 11A es una vista en sección transversal del transceptor ultrasónico convencional.

La Figura 11B es una vista en planta del transceptor ultrasónico convencional.

25 La Figura 12 es una vista de imagen que ilustra una forma de onda recibida del transceptor ultrasónico convencional.

### Descripción de modalidades de realización

A continuación se describirán en detalle ejemplos de realización con referencia a los dibujos. Sin embargo, en algunos casos se omite una descripción innecesariamente detallada. Por ejemplo, en algunos casos se omite una descripción detallada de cuestiones ya bien conocidas y una descripción redundante de sustancialmente la misma configuración.

30 Cabe señalar que los dibujos adjuntos y la siguiente descripción se proporcionan para que los expertos en la técnica comprendan completamente la presente divulgación, y no pretenden limitar el tema tal como se describe en las reivindicaciones adjuntas.

### (Primer ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada)

35 La Figura 1A es una vista en sección transversal de un transceptor ultrasónico en un primer ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada. La Figura 1B es una vista en planta del transceptor ultrasónico en el primer ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada.

40 Con referencia a las Figuras 1A y 1B, que es un primer ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada, el transceptor 10 ultrasónico incluye una carcasa 11 que tiene conductividad y una forma cilíndrica cubierta, un elemento 12 piezoeléctrico unido a la parte 11a interior de la cara superior de la carcasa 11 a través de la parte 19 de unión, una primera capa 13 de adaptación acústica unida a la parte 11b exterior de la cara superior de la carcasa 11 a través de la parte 18 de unión, y una segunda capa 14 de adaptación acústica unida a la primera capa 13 de adaptación acústica a través de la parte 17 de unión.

45 Los electrodos 12a y 12b están dispuestos en superficies opuestas del elemento 12 piezoeléctrico, el electrodo 12a está unido de manera conductiva a la carcasa 11 a través de la parte 19 de unión, y cuando se aplica una tensión de CA a través del electrodo 12b y la carcasa 11, el elemento 12 piezoeléctrico se deforma de acuerdo con la tensión. La deformación generada en el elemento 12 piezoeléctrico se propaga a un fluido que se va a medir a través de la primera capa 13 de adaptación acústica y la segunda capa 14 de adaptación acústica.

En el primer ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada, tanto la primera capa 13 de adaptación acústica como la segunda capa 14 de adaptación acústica tienen forma de disco, el diámetro de la segunda capa 14 de adaptación acústica es menor que el diámetro de la primera capa 13 de adaptación acústica, y la primera capa 13 de adaptación acústica y la segunda capa 14 de adaptación acústica están apiladas concéntricamente. Con esta configuración, la parte 17 de unión entre la primera capa 13 de adaptación acústica y la segunda capa 14 de adaptación acústica está situada dentro de una periferia exterior de la superficie de unión 13a de la primera capa 13 de adaptación acústica unida a un lado del elemento 12 piezoeléctrico.

En esta disposición, como se ilustra en la Figura 1A, en el transceptor 10 ultrasónico de la presente realización ejemplar, la onda 15 directa que es una parte de la onda ultrasónica radiada al fluido que se va a medir se propaga principalmente al fluido que se va a medir, pero la onda ultrasónica distinta de la onda 15 directa se atenúa porque la primera capa 13 de adaptación acústica y el fluido que se va a medir no están adaptados. Por lo tanto, es posible suprimir la propagación de las ondas 16 indirectas al fluido que se va a medir.

Cabe señalar que las ondas 16 indirectas ilustradas en la Figura 1A se ilustran esquemáticamente, y estas trayectorias de propagación de las ondas 16 indirectas no son limitativas.

La Figura 2 es un diagrama de imagen de una forma de onda recibida del transceptor ultrasónico del primer ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada. Como se ilustra en el dibujo, se puede ver que una parte de reverberación se atenúa más rápidamente que la onda recibida convencional ilustrada en la Figura 11.

Como se ha descrito anteriormente, una influencia de la onda de reverberación puede ser suprimida por el transceptor 10 ultrasónico del primer ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada. Por lo tanto, al utilizar el transceptor 10 ultrasónico del primer ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada, para el medidor de flujo ultrasónico ilustrado en la Figura 9, el amplificador 107 puede amplificar una onda ultrasónica de tal manera que la amplitud máxima se convierta en la amplitud predeterminada, por lo que la tercera onda que se va a detectar pasa a tener la amplitud supuesta, y se puede medir el tiempo de propagación correcto.

Cabe señalar que un espesor  $t_1$  de la primera capa 13 de adaptación acústica y un espesor  $t_2$  de la segunda capa 14 de adaptación acústica ilustrados en la Figura 1A tienen preferentemente un espesor de aproximadamente  $1/4$  de una longitud de onda de la onda de sonido que se propaga en las capas de adaptación acústica. Asumiendo que una frecuencia para accionar el transceptor ultrasónico es  $f$  y una velocidad del sonido en la capa de adaptación acústica es  $V$ , una longitud de onda  $\lambda$  de la onda de sonido se obtiene mediante  $\lambda = V/f$ . Por lo tanto, un espesor  $d$  de la capa de adaptación acústica se obtiene mediante  $d = 1/4 \cdot \lambda$ . Con una estructura de este tipo, es posible alinear las fases de las ondas ultrasónicas reflejadas dentro del sensor y transmitir y recibir ondas ultrasónicas de manera eficiente.

Con el fin de propagar eficientemente la vibración del elemento 12 piezoeléctrico al fluido, es importante hacer coincidir las impedancias acústicas. En la presente realización ejemplar, la primera capa 13 de adaptación acústica está unida a la parte 11b exterior de la cara superior de la carcasa 11, y la segunda capa 14 de adaptación acústica está unida a la primera capa 13 de adaptación acústica. Asumiendo que una impedancia acústica de la primera capa 13 de adaptación acústica es  $Z_a$  y una impedancia acústica de la segunda capa 14 de adaptación acústica es  $Z_b$ , se satisface una relación de  $Z_a > Z_b$ . La impedancia  $Z_a$  es menor que la impedancia acústica del elemento 12 piezoeléctrico. Dado que se proporciona la pluralidad de capas de adaptación acústica que tienen dichas características acústicas, la vibración del elemento piezoeléctrico se puede propagar eficientemente al fluido que se va a medir.

(Variaciones)

La Figura 3A es una vista en sección transversal que ilustra una variación del transceptor ultrasónico en el primer ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada. La Figura 3B es una vista en sección transversal que ilustra una variación del transceptor ultrasónico en el primer ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada.

La Figura 4A es una vista en planta que ilustra un transceptor ultrasónico en una primera realización ejemplar. La Figura 4B es una vista en sección transversal que ilustra el transceptor ultrasónico en la primera realización ejemplar.

Con el fin de lograr la coincidencia con una sustancia que es un fluido a medir y al cual se propaga una onda ultrasónica, se sabe que se apilan una pluralidad de capas de coincidencia acústica (no limitadas a dos capas), y la Figura 3A ilustra una vista en sección transversal lateral del transceptor 20 ultrasónico, donde la primera capa 23 de coincidencia acústica, la segunda capa 24 de coincidencia acústica y la tercera capa 25 de coincidencia acústica se apilan en este orden como una capa de coincidencia acústica y se unen a la parte 11b exterior de la cara superior de la carcasa 11, de modo que la capa de coincidencia acústica se forma como tres capas.

En el transceptor 20 ultrasónico, la parte 27 de unión entre la primera capa 23 de adaptación acústica y la segunda capa 24 de adaptación acústica está ubicada dentro de una periferia exterior de la superficie 23b de unión de la primera capa 23 de adaptación acústica. Además, la parte 25b de unión entre la segunda capa 24 de adaptación acústica y la tercera capa 25 de adaptación acústica está ubicada dentro de una periferia exterior de la superficie 24b de unión de la segunda capa 24 de adaptación acústica. Con esta configuración, es posible reducir la propagación de las ondas 16a, 16b indirectas a partir del elemento 12 piezoeléctrico a la tercera capa 25 de adaptación acústica, y por lo tanto se puede suprimir la reverberación.

De manera similar, también en un caso en el que se proporcionan más de tres capas de adaptación acústica, cuando una parte de unión de una capa de adaptación acústica está ubicada en un lado interior de una superficie de unión dentro de una periferia exterior de una superficie de unión de una capa de adaptación acústica dispuesta en el lado del elemento piezoeléctrico, es posible suprimir la propagación de ondas 16 (16a, 16b) indirectas, y por lo tanto se puede suprimir la reverberación.

La Figura 3B ilustra una vista en sección transversal lateral del transceptor 30 ultrasónico. En lugar de la segunda capa 14 de adaptación acústica en el transceptor 10 ultrasónico ilustrado en la Figura 1A, se utiliza la segunda capa 34 de adaptación acústica que tiene una forma de cono truncado. En el transceptor 30 ultrasónico, un área de la superficie 34b de radiación de la segunda capa 34 de adaptación acústica a través de la cual se propaga una onda ultrasónica es sustancialmente la misma que un área de la superficie 13b de unión de la primera capa 13 de adaptación acústica; sin embargo, dado que la parte 17 de unión entre la primera capa 13 de adaptación acústica y la segunda capa 34 de adaptación acústica está ubicada dentro de la superficie 13b de unión de la primera capa 13 de adaptación acústica, es posible impedir la propagación de ondas 16 indirectas a la segunda capa 34 de adaptación acústica, y por lo tanto se puede suprimir la reverberación.

La Figura 4A ilustra una vista en planta del transceptor 70 ultrasónico, y se utiliza la segunda capa 74 de adaptación acústica en la cual una forma de una superficie de adaptación (una superficie de radiación de una onda ultrasónica) de la segunda capa 14 de adaptación acústica en el transceptor 10 ultrasónico ilustrado en la Figura 1A se cambia de un círculo a un rectángulo y en la cual una longitud en una dirección del lado corto es más corta que un diámetro de la primera capa 13 de adaptación acústica. En el transceptor 70 ultrasónico, independientemente de una longitud en una dirección del lado largo de la segunda capa 74 de adaptación acústica, es posible impedir la propagación de una onda indirecta con retraso de fase a partir de las partes laterales C de la primera capa 13 de adaptación acústica a la segunda capa 74 de adaptación acústica, y por lo tanto se puede suprimir la reverberación.

La Figura 4B ilustra una vista en sección transversal lateral del transceptor 80 ultrasónico, en cuyo caso se retira el elemento 11 del transceptor 10 ultrasónico ilustrado en la Figura 1A y se une directamente la primera capa 13 de adaptación acústica al elemento 12 piezoeléctrico. También en este caso, es posible reducir la propagación de ondas ultrasónicas distintas de la onda 15 directa a partir del elemento 12 piezoeléctrico hasta la segunda capa 14 de adaptación acústica, y por lo tanto se puede suprimir la reverberación.

Como se ha descrito anteriormente, con los transceptores ultrasónicos de acuerdo con la presente primera realización ejemplar, al menos una parte de la parte de unión entre las capas de adaptación acústica está situada dentro de la periferia exterior de la superficie de unión de la capa de adaptación acústica dispuesta en el lado del elemento piezoeléctrico, de modo que por lo tanto se puede suprimir la reverberación.

Cabe señalar que, en la presente realización ejemplar, se ilustran diversas configuraciones como ejemplos mediante las Figuras 3A, 3B, 4<sup>a</sup>, y 4B, pero no es necesario decir que cuando al menos una parte de toda la periferia de la parte de unión está ubicada dentro de la periferia exterior de la superficie de unión de la capa de adaptación acústica dispuesta en el lado del elemento piezoeléctrico, es posible reducir la propagación de la onda ultrasónica distinta de la onda directa a partir del elemento piezoeléctrico a la siguiente capa de adaptación acústica; y la forma de la capa de adaptación acústica se puede seleccionar de manera apropiada.

Además, con el fin de suprimir la propagación de la onda indirecta a la siguiente capa de adaptación acústica, no es necesario decir que toda la parte de unión entre las capas de adaptación acústica se ubica preferentemente dentro de la periferia exterior de la superficie de unión de la capa de adaptación acústica dispuesta en el lado del elemento piezoeléctrico.

(Segunda realización ejemplar)

A continuación, se describirá un medidor de flujo ultrasónico que utiliza el transceptor ultrasónico descrito en la primera realización ejemplar con referencia a las Figuras 5, 6, y 7.

La Figura 5A es una vista en perspectiva de un transceptor ultrasónico utilizado para un medidor de flujo ultrasónico en una segunda realización ejemplar. La Figura 5B es una vista en perspectiva del transceptor ultrasónico utilizado para el medidor de flujo ultrasónico en la segunda realización ejemplar. La Figura 5C es una vista en planta del transceptor ultrasónico utilizado para el medidor de flujo ultrasónico en la segunda realización ejemplar. La Figura 5D es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 5D-5D de la Figura 5C.

Como se ilustra en los dibujos, en el transceptor 40 ultrasónico, la superficie 42a del electrodo del elemento 42 piezoeléctrico está unida de manera conductiva al lado 41a interior de la parte superior de la carcasa 41 de metal que tiene una forma cilíndrica cubierta, y el cable 46 conductivo está unido a la superficie 42b del electrodo mediante soldadura 49. Además, el cable 47 conductivo está unido a la carcasa 41 mediante soldadura, y el elemento 42 piezoeléctrico vibra a una frecuencia predeterminada mediante la aplicación de una tensión de CA al cable 46 conductivo y al cable 47 conductivo.

La brida 41d está formada en un extremo abierto de la carcasa 41, y el miembro 48 a prueba de vibraciones está formado integralmente, mediante moldeo, en una periferia exterior de la brida 41d. El cable 46 conductivo y el cable 47 conductivo están sujetos por la carcasa 41 mediante el miembro 48 a prueba de vibraciones.

5 La primera capa 43 de adaptación acústica en forma de disco que tiene un diámetro de 10,8 mm está unida al lado 41b exterior de la parte superior de la carcasa 41, y la segunda capa 44 de adaptación acústica está unida a la primera capa 43 de adaptación acústica. Aquí, la segunda capa 44 de adaptación acústica está hecha para tener una forma sustancialmente rectangular con una longitud de lado largo de 9,5 mm y una longitud de lado corto de 5,5 mm de tal manera que la segunda capa 44 de adaptación acústica está unida a la primera capa 43 de adaptación acústica dentro de una periferia exterior de una superficie de unión de la primera capa 43 de adaptación acústica. Cabe señalar que 10 los espesores de la primera capa 43 de adaptación acústica y la segunda capa 44 de adaptación acústica se establecen en valores óptimos, como se describió anteriormente, dependiendo de la frecuencia de la onda ultrasónica que se va a propagar.

15 El elemento 42 piezoeléctrico tiene una forma de paralelepípedo rectangular, y la superficie de unión a través de la cual se unen el elemento 42 piezoeléctrico y la carcasa 41 está configurada para ser más pequeña que un diámetro exterior de la segunda capa 44 de adaptación acústica. Además, el elemento 42 piezoeléctrico está dispuesto de tal manera que una dirección longitudinal del elemento 42 piezoeléctrico coincide con una dirección longitudinal de la segunda capa 44 de adaptación acústica. Además, el elemento 42 piezoeléctrico tiene una ranura 42c para mejorar una eficiencia de excitación en un modo de vibración longitudinal.

20 Además, en la brida 41d, se forman un par de recesos 41c para posicionamiento en partes de la periferia exterior de la brida 41d que están en la dirección longitudinal de la segunda capa 44 de adaptación acústica.

La Figura 6A es una vista en perspectiva del bloque de trayectoria de flujo utilizado para el medidor de flujo ultrasónico en la segunda realización ejemplar. La Figura 6B es una vista tomada en una dirección de la flecha 6B en la Figura 6A. La Figura 6C es una vista en perspectiva de un elemento de fijación de sensor utilizado para el medidor de flujo ultrasónico en la segunda realización ejemplar.

25 Como se ilustra en las Figuras 6A, 6B, y 6C, el bloque 50 de trayectoria de flujo incluye una trayectoria 51 de flujo de medición la cual tiene una forma cilíndrica y tiene una sección transversal rectangular y a través de la cual fluye un fluido a medir. La trayectoria 51 de flujo de medición está dividida en tres trayectorias 53 de flujo divididas (primera trayectoria 53a de flujo dividida, segunda trayectoria 53b de flujo dividida, y tercera trayectoria 53c de flujo dividida) por dos placas 52 divisorias dispuestas en paralelo a lo largo de una dirección de flujo del fluido a medir, de modo que 30 se forma una trayectoria de flujo multicapa como un todo. Además, el bloque 50 de trayectoria de flujo tiene una entrada 54 y una salida 55 para el fluido a medir.

35 El bloque 50 de trayectoria de flujo incluye además: una porción 56a de montaje de sensor del lado contra la corriente y una porción 56b de montaje de sensor del lado con la corriente, cada una con una abertura para montar el transceptor ultrasónico; proyecciones 57 de posicionamiento para el momento de montar los transceptores ultrasónicos; porciones 58 de bloqueo para miembros de fijación de sensor que se describirán más adelante; y porciones 59 de bloqueo para una placa de circuito.

40 La Figura 7A es una vista lateral del medidor de flujo ultrasónico en la segunda realización ejemplar. Como se ilustra en la Figura 7A, en el medidor 60 de flujo ultrasónico, un par de transceptores 40 ultrasónicos están montados en la porción 56a de montaje de sensor del lado contra la corriente y la porción 56b de montaje de sensor del lado con la corriente del bloque 50 de trayectoria de flujo. Aquí, después de que los transceptores 40 ultrasónicos están montados de tal manera que los recesos 41c (véase la Figura 5C) están posicionados en las proyecciones 57 de posicionamiento (véase la Figura 6A), las bisagras 61a (véase la Figura 6C) de los miembros 61 de fijación de sensor (véase la Figura 6C) se acoplan con las porciones 58 de bloqueo provistas en el bloque 50 de trayectoria de flujo, de modo que los transceptores ultrasónicos se presionan contra y se fijan a la porción de montaje de sensor 56a del lado contra la 45 corriente (véase la Figura 6A) y la porción de montaje de sensor 56b del lado con la corriente (véase la Figura 6A).

50 La Figura 7B es una vista en sección transversal de la parte principal tomada a lo largo de la línea 7B-7B de la Figura 7A. La Figura 7B ilustra la relación entre la segunda capa 44 de adaptación acústica y las placas 52 divisorias. Como se ilustra en el dibujo, la segunda capa 44 de adaptación acústica está dispuesta en una posición orientada hacia la segunda trayectoria 53b de flujo dividida de la trayectoria de flujo multicapa, y un ancho W (longitud del lado corto) de la segunda capa 44 de adaptación acústica está hecho para que coincida con los lados exteriores de dos placas 52 divisorias y está hecho para que sea mayor que una distancia X (2,9 mm) entre las placas divisorias.

55 La Figura 8 es un gráfico para ilustrar un ancho de un lado corto de una segunda capa de adaptación acústica, una salida de una onda ultrasónica, y una magnitud de reverberación en la segunda realización ejemplar. El gráfico ilustrado en la Figura 8 es una imagen en la cual el eje horizontal representa el ancho del lado corto de la segunda capa 44 de adaptación acústica, y la salida de la señal ultrasónica y la magnitud de la reverberación se muestran como un gráfico. Como se ilustra en el dibujo, la salida aumenta a medida que aumenta el ancho de la segunda capa 44 de adaptación acústica, pero la reverberación aumenta después de que el ancho alcanza un cierto tamaño, de modo que se determina que la dimensión óptima es de 5,5 mm.

5 Como se describió anteriormente, al establecer el ancho (longitud del lado corto) de la segunda capa 44 de adaptación acústica para que esté dentro de la periferia exterior de la superficie de unión de la primera capa 43 de adaptación acústica, es posible impedir que la onda reflejada en la superficie lateral de la primera capa 43 de adaptación acústica se propague a la segunda capa 44 de adaptación acústica, y es posible suprimir la reverberación de la señal ultrasónica y propagar eficientemente la señal ultrasónica a la segunda trayectoria 53b de flujo dividido, la cual está en el centro.

10 La placa 62 de circuito que incluye un circuito de accionamiento para transceptores 40 ultrasónicos y un circuito de medición que mide el tiempo de propagación para calcular la velocidad de flujo y el caudal del fluido que se va a medir se coloca en una parte superior del bloque 50 de trayectoria de flujo y se bloquea mediante la porción 59 de bloqueo. Los cables 46 y 47 conductivos de los transceptores 40 ultrasónicos se conectan a la placa 62 de circuito mediante soldadura o similar. Además, la carcasa 63 de la placa representada por una línea discontinua se coloca de manera que cubra la placa 62 de circuito.

15 Luego, la señal ultrasónica proveniente del transceptor 40 ultrasónico contra la corriente se refleja, en una ruta representada por la flecha P1, por la pared 51a interna de la trayectoria de flujo opuesta, luego pasa a través de una ruta representada por la flecha P2, y es recibida por el transceptor 40 ultrasónico en el lado con la corriente.

15 Con la configuración anterior, el medidor 60 de flujo ultrasónico de la segunda realización ejemplar puede obtener el caudal mediante la Ecuación (1) descrita anteriormente, como se describe con referencia a la Figura 9.

### Aplicación industrial

20 Como se describió anteriormente, con el transceptor ultrasónico de acuerdo con la presente divulgación, es posible reducir la reverberación de una onda ultrasónica y limitar una trayectoria de propagación ultrasónica, y el transceptor ultrasónico también se puede aplicar a aplicaciones tales como dispositivos de detección en vehículos y similares.

### Marcas de referencia en los dibujos

- 10, 20, 30, 40, 70, 80: transceptor ultrasónico
- 11, 41: carcasa
- 12, 42: elemento piezoeléctrico
- 25 13, 23, 43: primera capa de adaptación acústica (capa de adaptación acústica)
- 14, 24, 34, 44, 74: segunda capa de adaptación acústica (capa de adaptación acústica)
- 25: tercera capa de adaptación acústica (capa de adaptación acústica)
- 51: trayectoria del flujo de medición
- 52: placa divisoria
- 30 60: medidor de flujo ultrasónico

REIVINDICACIONES

1. Un transceptor (10, 20, 30, 40, 70, 80) ultrasónico que comprende:
- un elemento (12, 42) piezoeléctrico; y
- 5 una pluralidad de capas de adaptación acústica apiladas sobre y unidas al elemento (12, 42) piezoeléctrico directamente o a través de otra capa,
- en la que al menos una parte de una parte de unión entre la pluralidad de capas de adaptación acústica está dispuesta dentro de una periferia exterior de una superficie de unión de la capa de adaptación acústica dispuesta en un lado del elemento (12, 42) piezoeléctrico, y
- la pluralidad de capas de adaptación acústica incluye:
- 10 una primera capa (13, 23, 43) de adaptación acústica unida al elemento (12, 42) piezoeléctrico directamente o a través de otra capa; y
- una segunda capa (14, 24, 34, 44, 74) de adaptación acústica apilada y unida a la primera capa (13, 23, 43) de adaptación acústica,
- caracterizada porque**
- 15 la primera capa (13, 23, 43) de adaptación acústica tiene forma de disco,
- la segunda capa (14, 24, 34, 44, 74) de adaptación acústica tiene forma rectangular y
- un lado corto de una superficie de unión a través de la cual se unen la segunda capa (14, 24, 34, 44, 74) de adaptación acústica y la primera capa (13, 23, 43) de adaptación acústica es más corto que un diámetro de la primera capa (13, 23, 43) de adaptación acústica.
- 20 2. El transceptor (10, 20, 30, 40, 70, 80) ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que
- el elemento (12, 42) piezoeléctrico tiene una superficie de unión que tiene una forma rectangular, y una dirección de un lado largo del elemento (12, 42) piezoeléctrico coincide con una dirección del lado largo de la segunda capa (14, 24, 34, 44, 74) de adaptación acústica.
3. El transceptor (10, 20, 30, 40, 70, 80) ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el espesor de cada una de la pluralidad de capas de adaptación acústica es aproximadamente 1/4 de una longitud de onda de una onda ultrasónica que se propaga a través de cada una de la pluralidad de capas de adaptación acústica.
- 25 4. El transceptor (10, 20, 30, 40, 70, 80) ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el espesor de cada una de la pluralidad de capas de adaptación acústica es aproximadamente 1/4 de la longitud de onda de una onda ultrasónica que se propaga a través de cada una de la pluralidad de capas de adaptación acústica.
- 30 5. El transceptor (10, 20, 30, 40, 70, 80) ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la impedancia acústica de cada una de la pluralidad de capas de adaptación acústica es mayor hacia el elemento (12, 42) piezoeléctrico.
6. El transceptor (10, 20, 30, 40, 70, 80) ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la impedancia acústica de cada una de la pluralidad de capas de adaptación acústica es mayor hacia el elemento (12, 42) piezoeléctrico.
7. Un medidor (60) de flujo ultrasónico que comprende:
- 35 una trayectoria (51) de flujo de medición que tiene una sección transversal rectangular y a través de la cual fluye un fluido a medir;
- una pluralidad de placas (52) divisorias que se insertan en paralelo entre dos superficies opuestas de la trayectoria (51) de flujo de medición y dividen la trayectoria (51) de flujo de medición en múltiples capas;
- 40 un par de transceptores (10, 20, 30, 40, 70, 80) ultrasónicos dispuestos contra la corriente y con la corriente de una superficie, de la trayectoria (51) de flujo de medición, diferente de las dos superficies opuestas, y
- cada uno del par de transceptores (10, 20, 30, 40, 70, 80) ultrasónicos es el transceptor (10, 20, 30, 40, 70, 80) ultrasónico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
8. El medidor (60) de flujo ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 7, en el que cada uno de los transceptores (10, 20, 30, 40, 70, 80) ultrasónicos está dispuesto en la trayectoria (51) de flujo de medición con una dirección del lado largo de la segunda capa (14, 24, 34, 44, 74) de adaptación acústica paralela a la pluralidad de placas (52) de partición.
- 45

9. El medidor de caudal ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la longitud de la segunda capa (14, 24, 34, 44, 74) de adaptación acústica en la dirección del lado corto es igual o mayor que la distancia entre la pluralidad de placas (52) de partición.

FIG. 1A

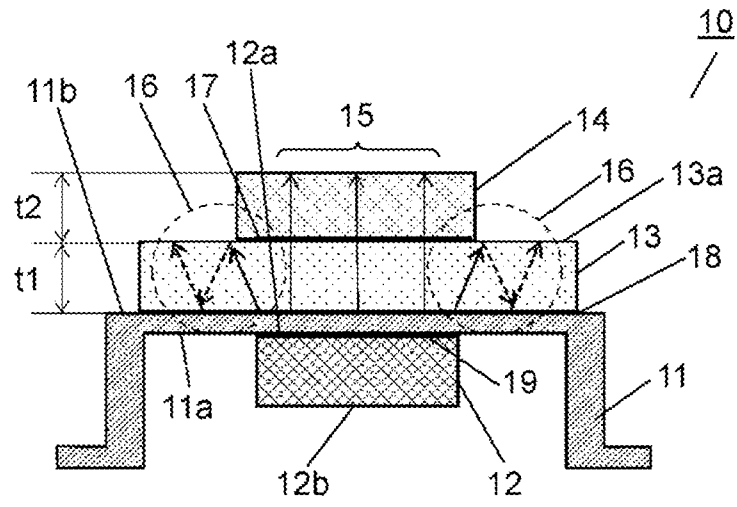
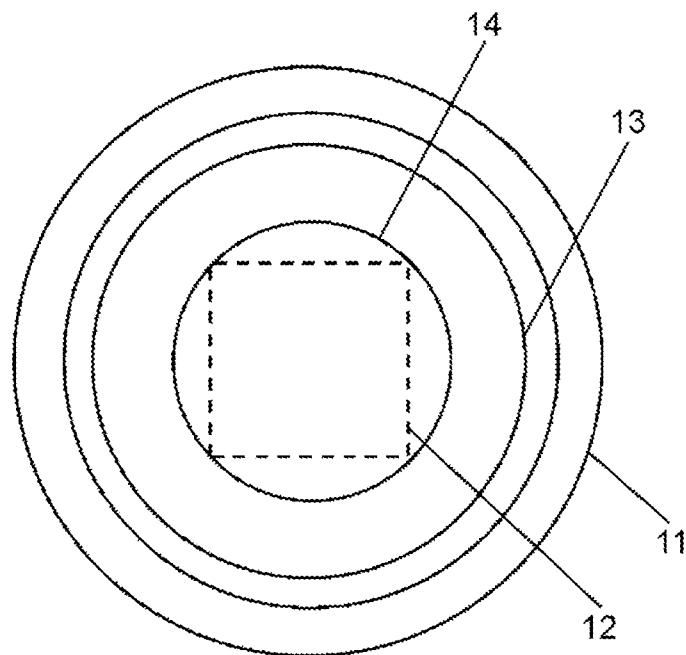


FIG. 1B



# FIG. 2

FORMA DE ONDA  
ULTRASÓNICA RECIBIDA

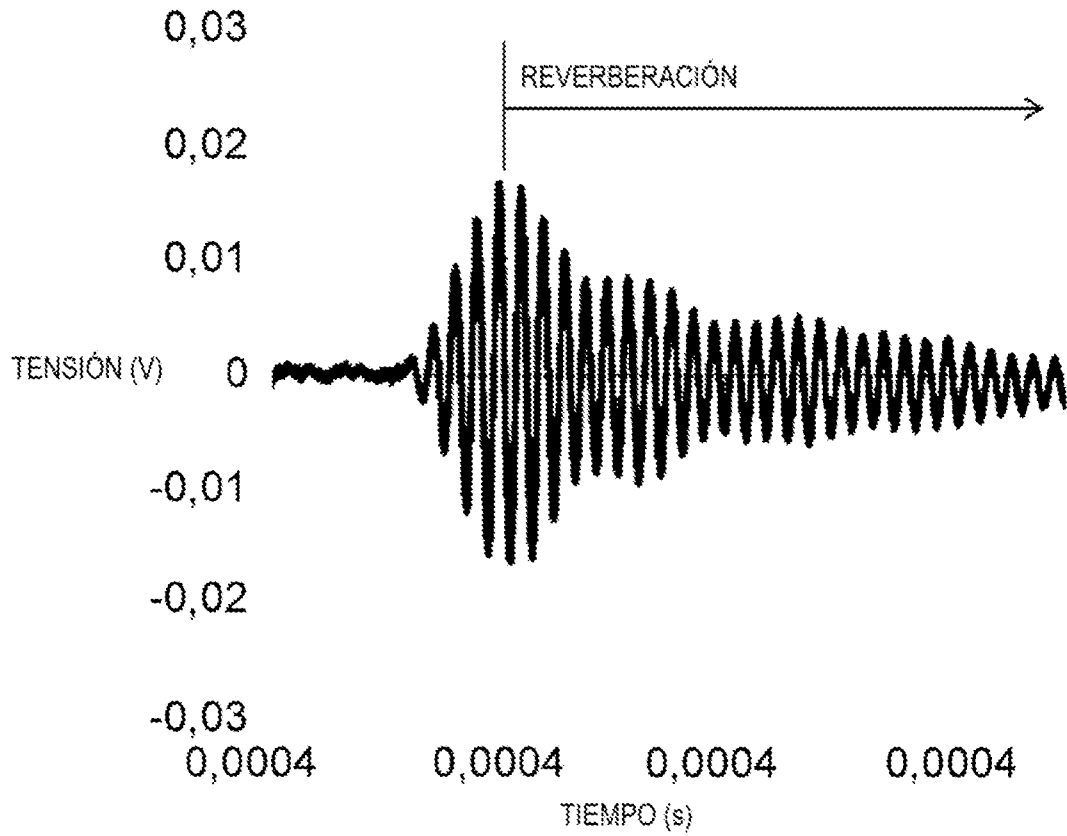


FIG. 3A

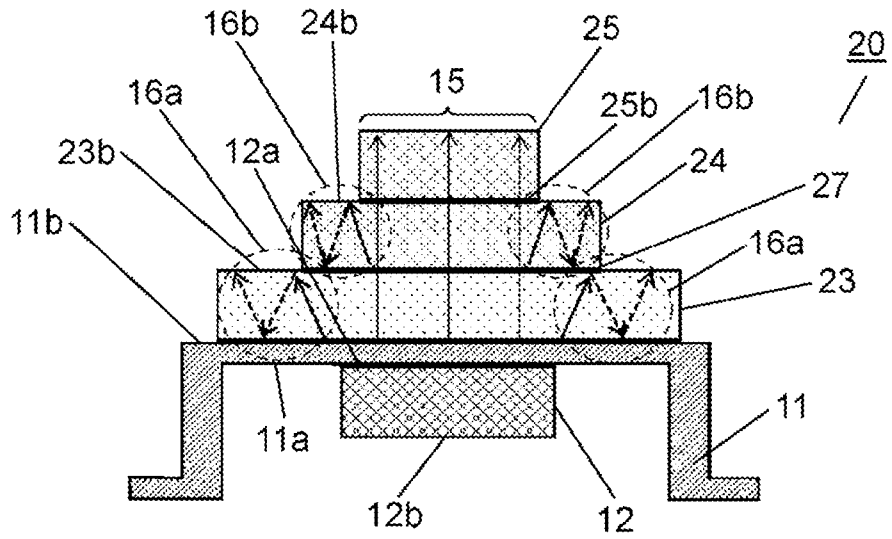


FIG. 3B

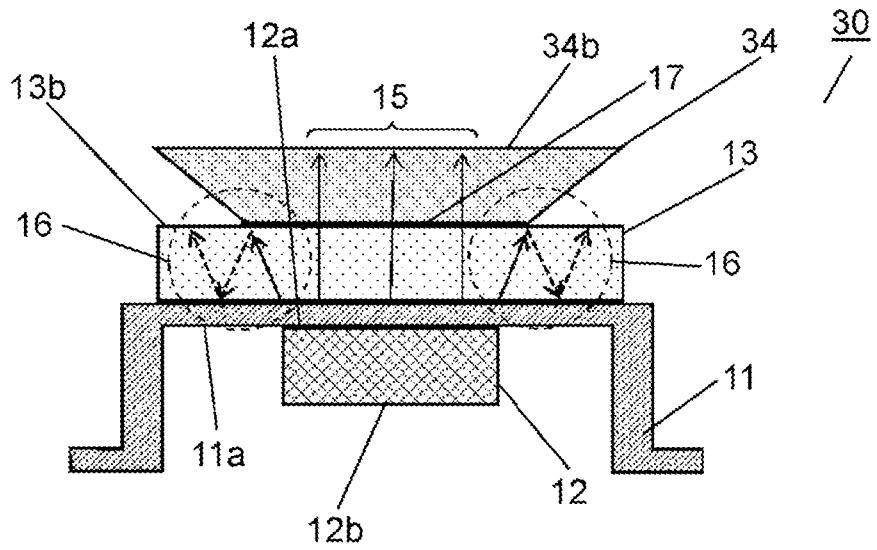


FIG. 4A

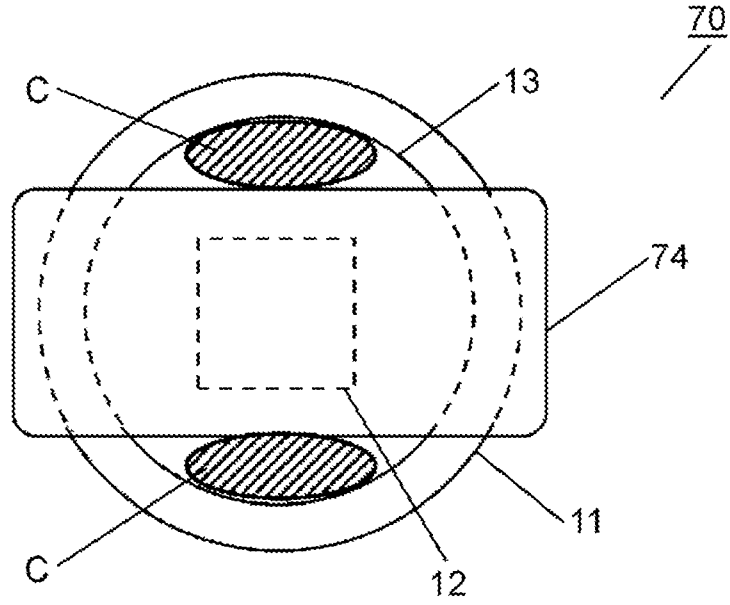


FIG. 4B

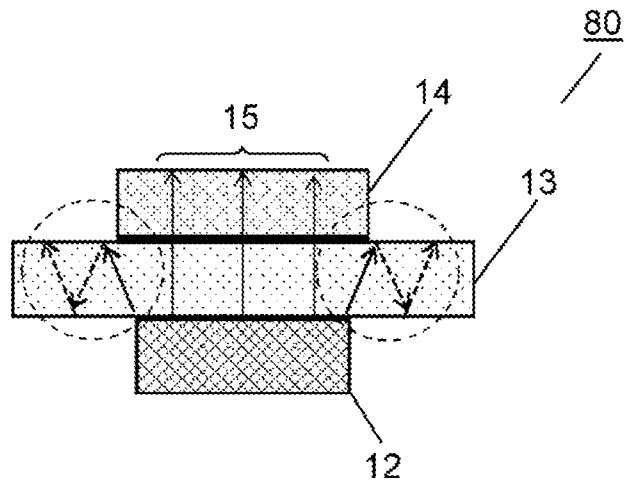


FIG. 5A

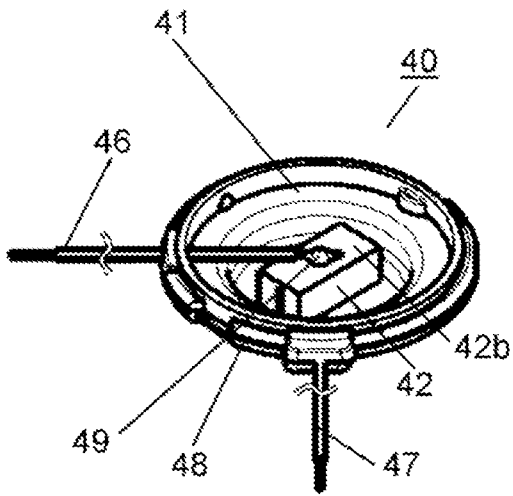


FIG. 5B

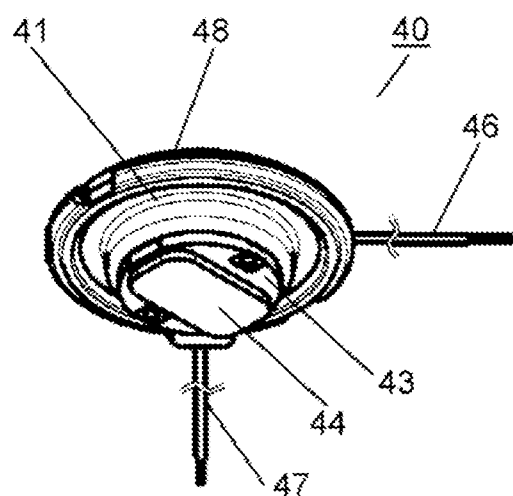


FIG. 5C

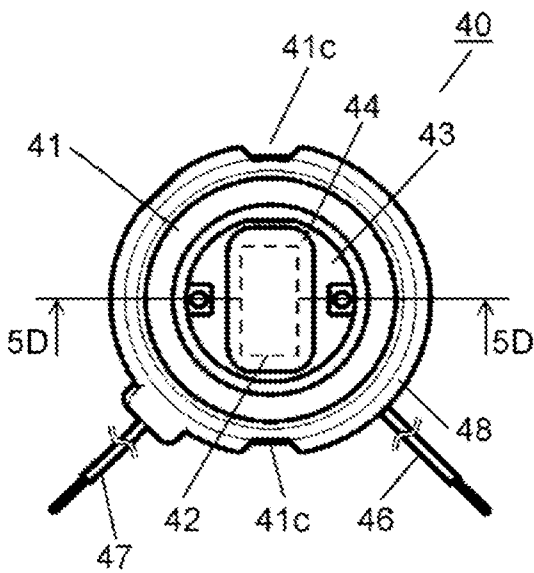


FIG. 5D

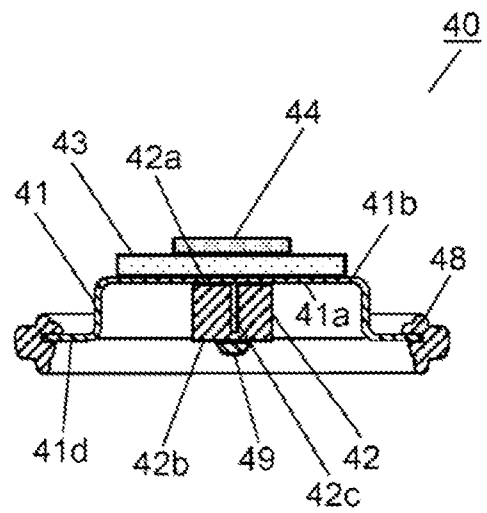


FIG. 6A

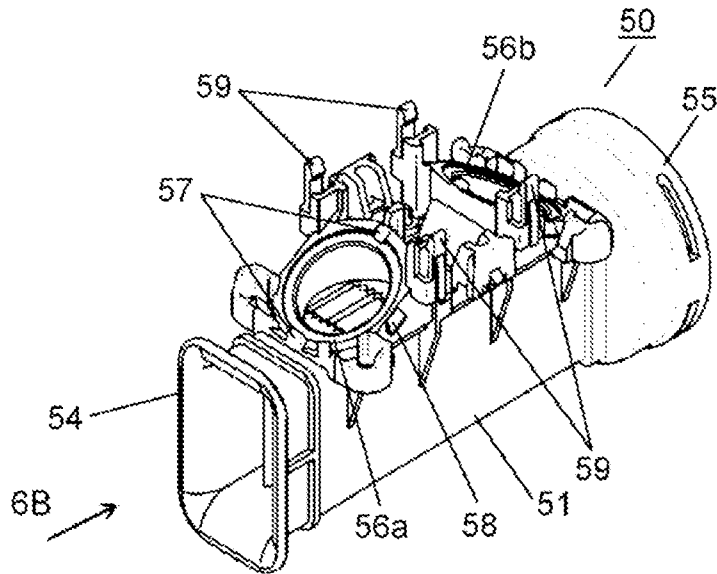


FIG. 6B

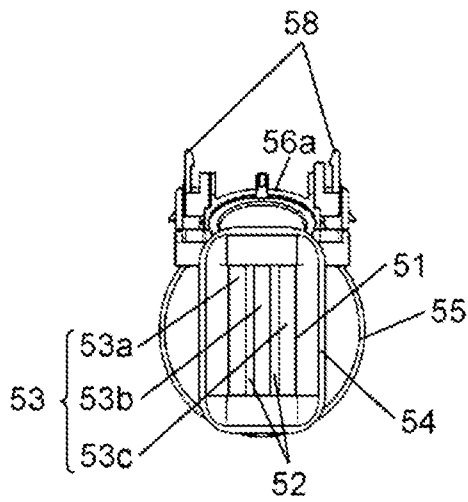


FIG. 6C

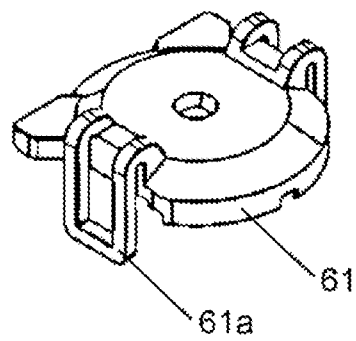


FIG. 7A

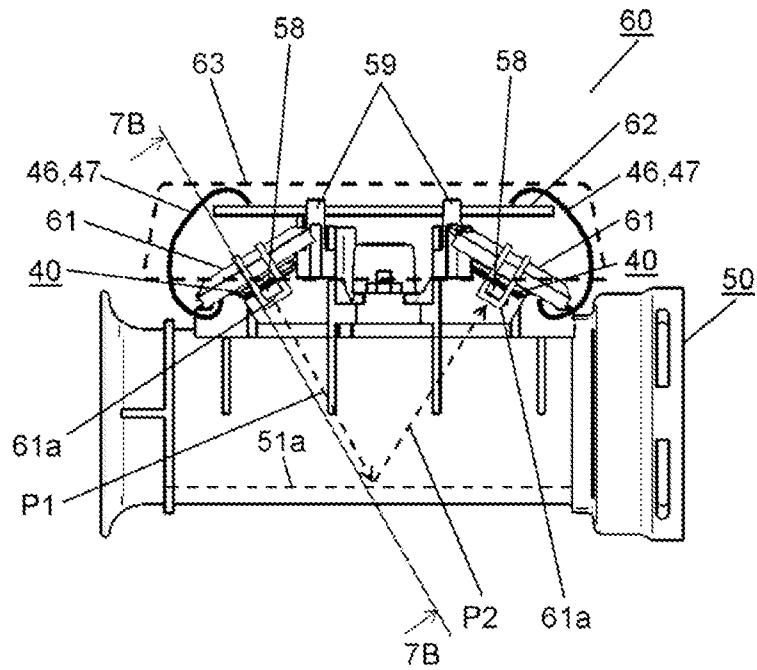


FIG. 7B

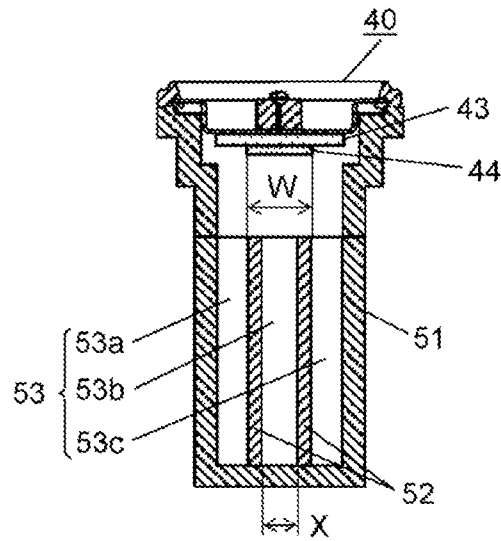


FIG. 8

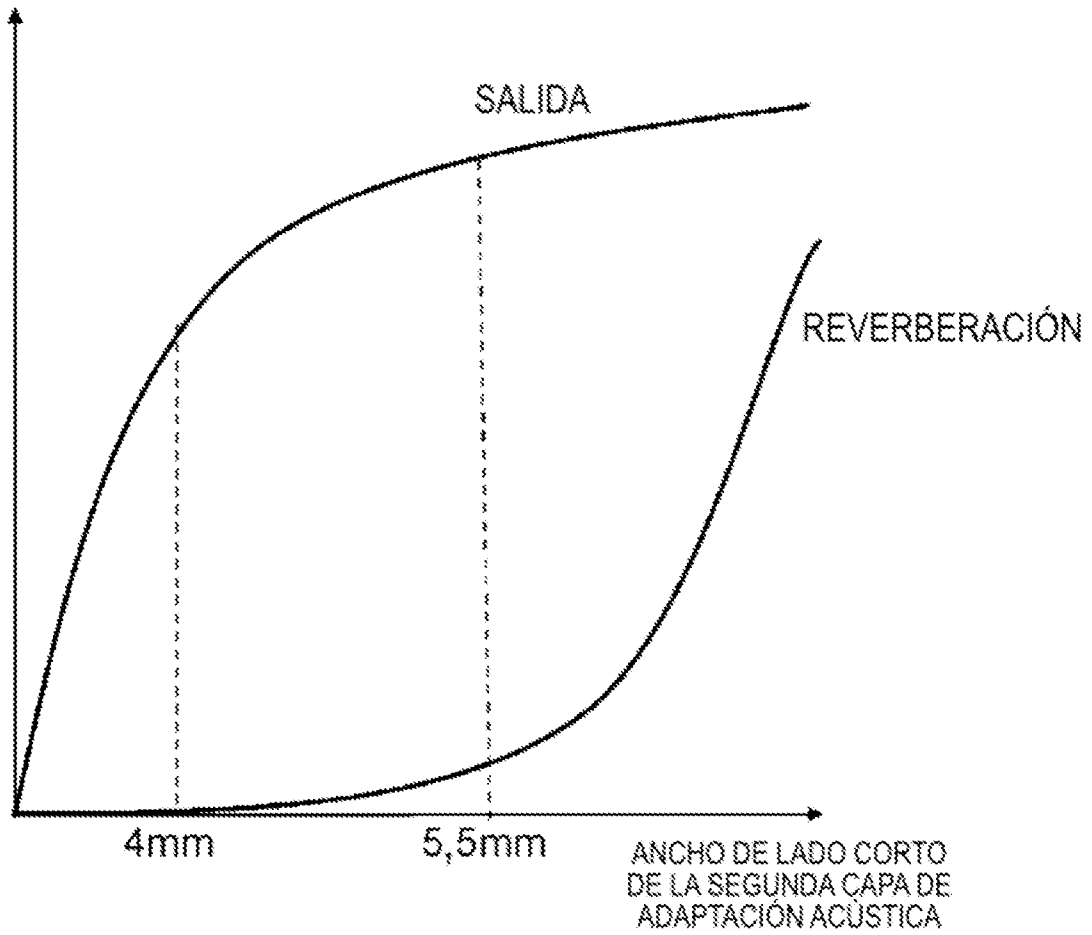


FIG. 9

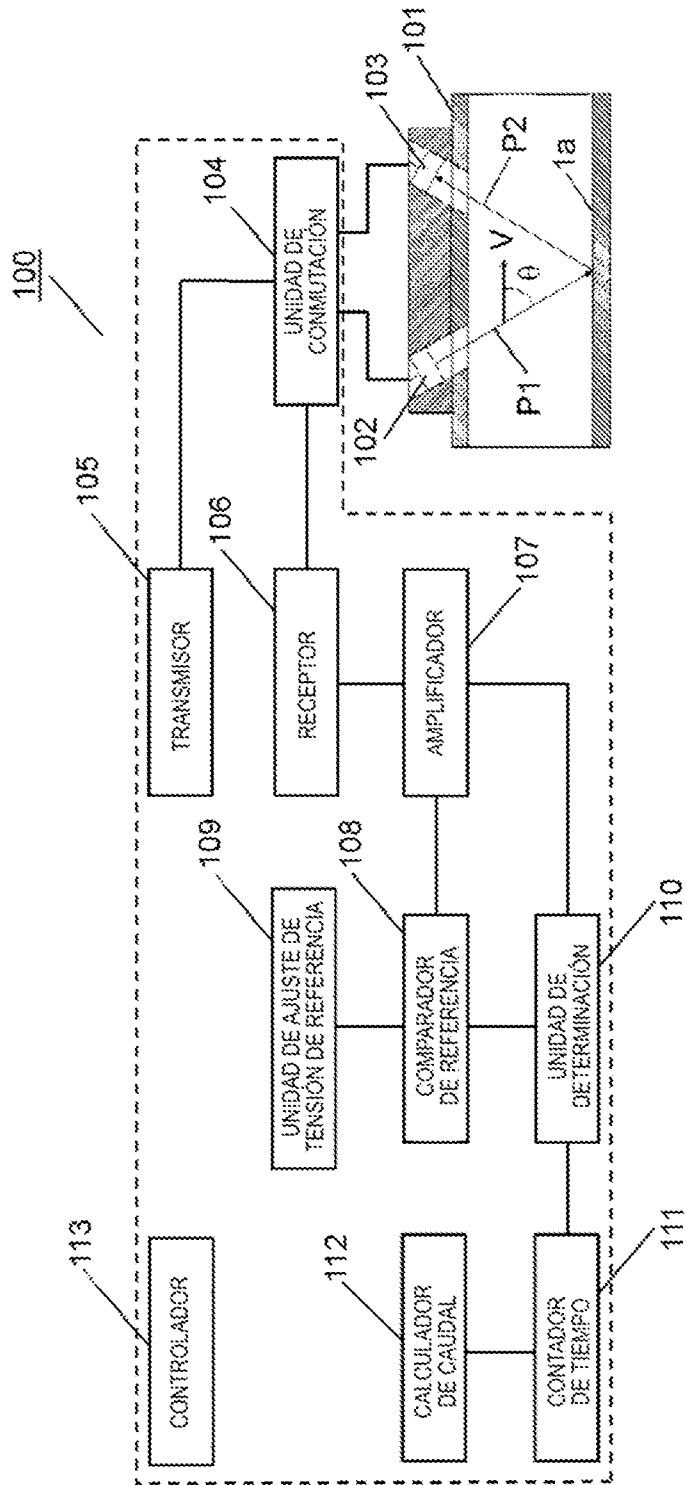


FIG. 10

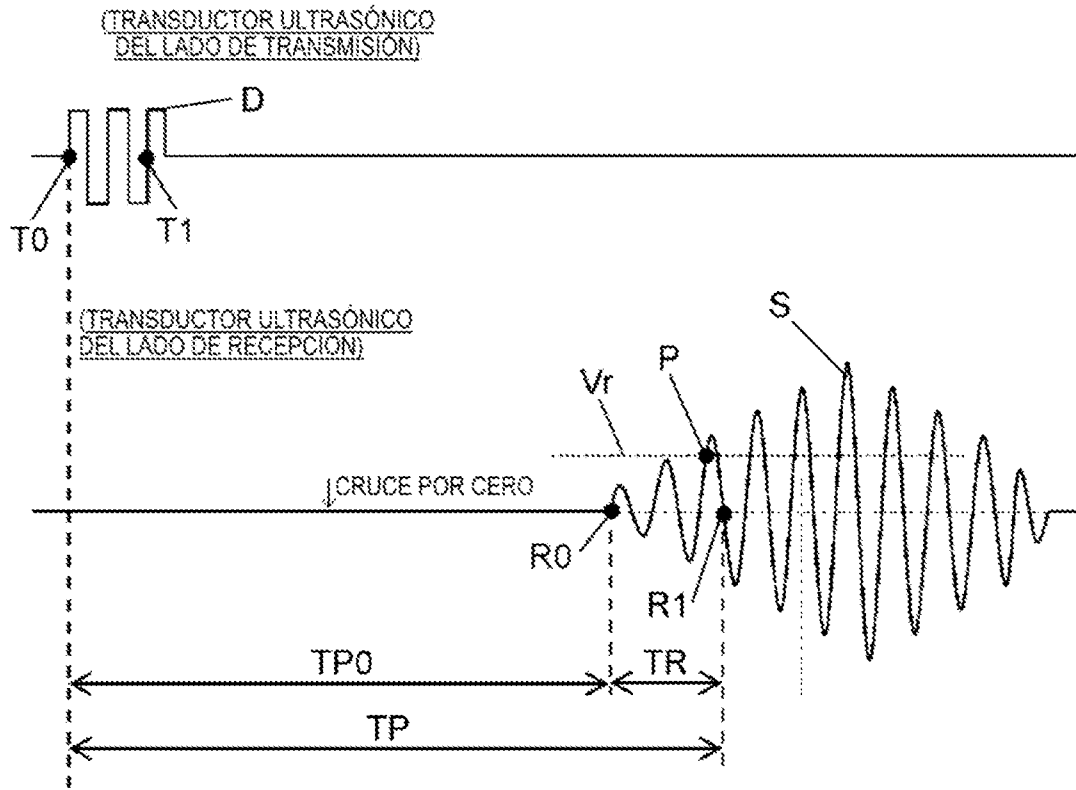


FIG. 11A

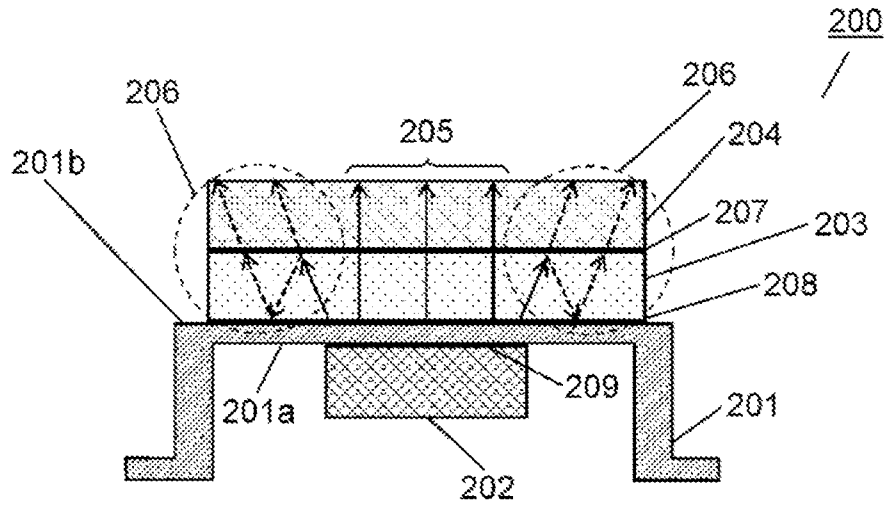


FIG. 11B

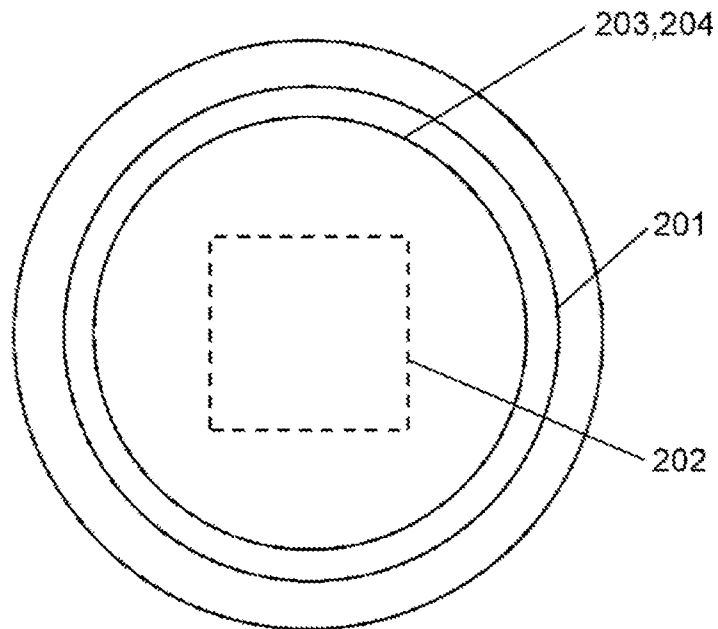


FIG. 12

