

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 191**

51 Int. Cl.:

**H04R 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.10.2014 PCT/US2014/062736**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15073204**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2014 E 14796971 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 3069529**

54 Título: **Transductor paramétrico mejorado y métodos relacionados**

30 Prioridad:

**13.11.2013 US 201314079399**

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

**20.05.2019**

73 Titular/es:

**TURTLE BEACH CORPORATION (100.0%)  
11011 Via Frontera, Suite A/B  
San Diego, CA 92127, US**

72 Inventor/es:

**NORRIS, ELWOOD, GRANT**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 713 191 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Transductor paramétrico mejorado y métodos relacionados

**Campo técnico**

5 La presente descripción se refiere generalmente a altavoces paramétricos. Más particularmente, algunas realizaciones se refieren a un emisor ultrasónico.

**Antecedentes de la invención**

10 La transducción no lineal resulta de la introducción de señales ultrasónicas audiomoduladas de intensidad suficiente en una columna de aire. La autodemodulación, o conversión descendente, ocurre a lo largo de la columna de aire que tiene como resultado la producción de una señal acústica audible. Este proceso ocurre debido al conocido principio físico de que cuando dos ondas acústicas con diferentes frecuencias son radiadas simultáneamente en el mismo medio, una forma de onda modulada que incluye la suma y la diferencia de las dos frecuencias es producida por la interacción no lineal (paramétrica) de las dos ondas acústicas. Cuando las dos ondas acústicas originales son ondas ultrasónicas y la diferencia entre ellas se selecciona para ser una frecuencia de audio, se puede generar un sonido audible por la interacción paramétrica.

15 Los sistemas paramétricos de reproducción de audio producen sonido a través de la heterodinación de dos señales acústicas en un proceso no lineal que ocurre en un medio tal como el aire. Las señales acústicas están típicamente en el intervalo de frecuencia de ultrasonidos. La no linealidad del medio da como resultado unas señales acústicas producidas por el medio que son la suma y la diferencia de las señales acústicas. De este modo, dos señales de ultrasonidos que están separadas en frecuencia pueden resultar en un tono diferencial que está dentro del intervalo de 60 Hz a 20.000 Hz de la audición humana.

20 El documento US 2005/244016 describe un altavoz de audio ultrasónico que tiene una contraplaca con elementos texturales, y una capa que tiene una zona conductora, en la que los elementos texturales son crestas y valles.

**Resumen**

La invención proporciona unos altavoces ultrasónicos definidos por las reivindicaciones 1, 6 y 10.

25 Las realizaciones preferidas están definidas en las reivindicaciones dependientes.

Otras características y aspectos de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomadas en conjunción con los dibujos que se acompañan, los cuales ilustran a modo de ejemplo las características de acuerdo con realizaciones de la invención. El resumen no pretende limitar el alcance de la invención, el cual está definido solamente por las reivindicaciones anejas.

30 **Breve descripción de los dibujos**

La presente invención, de acuerdo con una o más realizaciones diferentes, se describe en detalle con referencia a las figuras anejas. Los dibujos se dan con fines de ilustración solamente y simplemente representan realizaciones típicas o ejemplo de la invención. Estos dibujos se proporcionan para facilitar la comprensión del lector de los sistemas y métodos aquí descritos, y no deberán ser considerados limitativos de la amplitud, alcance, o aplicabilidad de la invención reivindicada.

35 Algunas de las figuras aquí incluidas ilustran diversas reivindicaciones de la invención desde diferentes ángulos de visión. Aunque el texto descriptivo que se acompaña puede referirse a elementos representados en el mismo como siendo en la "parte superior", "parte inferior" o "parte lateral" de un aparato, tales referencias son solamente descriptivas y no implican o requieren que la invención sea puesta en práctica o usada en una particular orientación espacial a menos que explícitamente se indique de otro modo.

40 La Figura 1 es un diagrama que ilustra un sistema de sonido ultrasónico adecuado para uso con la tecnología del emisor aquí descrita.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra otro ejemplo de un sistema de procesamiento de señales que es adecuado para uso con la tecnología del emisor aquí descrita.

45 La Figura 3 es un diagrama ampliad que ilustra un emisor de ejemplo de acuerdo con un ejemplo de la tecnología descrita en el mismo.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra una vista de la sección transversal de un emisor montado de acuerdo con el ejemplo ilustrado en la Figura 3.

La Figura 5 es un diagrama que ilustra otra configuración de ejemplo de un emisor ultrasónico.

- La Figura 6A es un diagrama que ilustra un ejemplo de un circuito excitador simple que puede ser usado para excitar los emisores aquí descritos.
- La Figura 6B es un diagrama que ilustra un ejemplo de un circuito simple para generar un voltaje de polarización en el emisor que extrae el voltaje necesario de la señal propiamente dicha. En este ejemplo el circuito está diseñado para polarizar a 300 V aunque otros voltajes son posibles cambiando el diodo ZD1.
- La Figura 6C es un diagrama que ilustra una vista en sección de un ejemplo de un núcleo de recipiente que puede ser usado para formar un inductor de núcleo de recipiente.
- La Figura 7 es un diagrama que ilustra otra configuración de emisor de ejemplo de acuerdo con un ejemplo de la tecnología aquí descrita.
- La Figura 8 es un diagrama que ilustra otra configuración de emisor de ejemplo de acuerdo con un ejemplo de la tecnología aquí descrita.
- La Figura 9A es un diagrama que ilustra una vista de la sección transversal de una porción de una superficie irregular que comprende unas crestas de acuerdo con un ejemplo de la tecnología aquí descrita.
- La Figura 9B es un diagrama que ilustra una vista en perspectiva de una pluralidad de filas de la superficie de un ejemplo de la contraplaca 104 mostrada en la Figura 9A.
- La Figura 9C es un diagrama que ilustra una vista en perspectiva de las irregularidades formadas en forma de picos (en lugar de crestas alargadas) usadas para formar una superficie irregular.
- La Figura 10 es un diagrama que ilustra una vista de una sección transversal de una porción de otra realización que tiene una superficie irregular que comprende crestas.
- La Figura 11A ilustra una dimensión de ejemplo de una superficie texturada de acuerdo con las realizaciones descritas anteriormente con referencia a las Figuras 9 y 10.
- La Figura 11B ilustra otra dimensión de ejemplo de una superficie texturada de acuerdo con las realizaciones descritas anteriormente con referencia a las Figuras 9 y 10.
- La Figura 12A ilustra una vista de la sección transversal de un elemento textural de acuerdo con una realización de la tecnología aquí descrita.
- La Figura 12B ilustra una vista en perspectiva del elemento textural representado en la Figura 12A.
- La Figura 13 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un contorno que tiene una pluralidad de elementos texturales tales como los ilustrados en la Figura 12.
- La Figura 14 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un contorno en el que una superficie radiada está dispuesta entre cada una de las crestas contiguas.
- La Figura 15 es un diagrama que ilustra unas dimensiones de ejemplo de una superficie texturada de acuerdo con las realizaciones anteriormente descritas con referencia a las Figuras 12-14.
- La Figura 16A ilustra una vista de la sección transversal de una superficie texturada de ejemplo de acuerdo con las realizaciones aquí descritas.
- La Figura 16B ilustra una vista en perspectiva de una superficie texturada de ejemplo de acuerdo con las realizaciones aquí descritas.
- La Figura 17A es un diagrama que ilustra una vista de arriba abajo de un emisor de ejemplo formado en una configuración arqueada.
- La Figura 17B ilustra una vista de arriba abajo de un emisor de ejemplo formado en una configuración cilíndrica.
- La Figura 18A ilustra una vista en perspectiva de un emisor de ejemplo en una configuración arqueada.
- La Figura 18B ilustra una vista en perspectiva de un emisor de ejemplo en una configuración cilíndrica.
- No se pretende que las figuras sean exhaustivas o para limitar la invención a la forma precisa descrita. Se debería comprender que la invención puede ser puesta en práctica con modificaciones y alteraciones, y que la invención está limitada solamente por las reivindicaciones.

## Descripción

Las realizaciones de los sistemas y métodos aquí descritos proporcionan un sistema de audio HyperSonic Sound (HSS) u otro sistema de audio ultrasónico para una variedad de aplicaciones diferentes. Ciertas realizaciones proporcionan un emisor ultrasónico de película delgada para aplicaciones de portador de audio ultrasónico.

5 La Figura 1 es un diagrama que ilustra un sistema de sonido ultrasónico apropiado para uso con los sistemas y métodos aquí descritos. En este sistema ultrasónico 1 como ejemplo, se recibe el contenido de audio procedente de una fuente de audio 2, tal como, por ejemplo, un micrófono, memoria, un dispositivo de almacenaje de datos, fuente de medios de flujo unidireccional, CD, DVD, u otra fuente de audio. El contenido de audio puede ser decodificado y convertido de forma digital a analógica, dependiendo de la fuente. El contenido de audio recibido por el sistema de audio 1 es modulado en una portadora ultrasónica de frecuencia  $f_1$  usando un modulador. El modulador típicamente incluye un oscilador local 3 para generar la señal portadora ultrasónica, y un multiplicador 4 para modular la señal de audio en la señal portadora. La señal resultante es una señal de doble o simple banda lateral con una portadora a la frecuencia  $f_1$ . En algunas realizaciones la señal es una onda ultrasónica paramétrica o una señal HSS. En la mayoría de los casos el esquema de modulación usado es la amplitud de modulación, o AM. La AM puede ser conseguida multiplicando la portadora ultrasónica por la señal de transporte de información, que en este caso es la señal de audio. El espectro de la señal modulada tiene dos bandas laterales, una banda lateral superior y una inferior, que son simétricas con respecto a la frecuencia de la portadora, y la propia portadora.

La señal ultrasónica modulada es proporcionada al transductor 6, el cual lanza la onda ultrasónica al aire creando la onda ultrasónica 7. Cuando se reproduce a través del transductor a un nivel de presión acústica suficientemente alta, debido al comportamiento no lineal del aire a través del cual es "reproducido" o transmitido, la portadora en la señal se mezcla con la o las bandas laterales para demodular la señal y reproducir el contenido de audio. Esto a veces se conoce como una autodemodulación. Por lo tanto, incluso para aplicaciones de una única banda lateral, la portadora es incluida con la señal lanzada de modo que tenga lugar la autodemodulación. Aunque el sistema ilustrado en la Figura 3 usa un único transductor para lanzar un único canal de contenido de audio, una persona de experiencia ordinaria en la técnica después de leer esta descripción comprenderá cómo muchos mezcladores, amplificadores y transductores pueden ser usados para transmitir múltiples canales de audio usando portadoras ultrasónicas.

Un ejemplo de un sistema 10 de procesamiento de señales que es apropiado para uso con la tecnología aquí descrita está ilustrado esquemáticamente en la Figura 2. En esta realización diversos circuitos o componentes de procesamiento están ilustrados en el orden (relativo al camino de procesamiento de la señal) en la que están dispuestos de acuerdo con una puesta en práctica. Se ha de comprender que los componentes del circuito de procesamiento pueden variar, como lo puede el orden en el que la señal de entrada es procesada por cada circuito o componente. También, dependiendo de la realización, el sistema 10 de procesamiento puede incluir más o menos componentes o circuitos que los mostrados.

35 También, el ejemplo mostrado en la Figura 1 es optimizado para uso en el procesamiento de dos canales de entrada y salida (por ejemplo, una señal "estéreo"), con diversos componentes o circuitos que incluyen componentes de adaptación para cada canal de la señal. Una persona de experiencia ordinaria en la técnica comprenderá después de leer esta descripción que el sistema de audio puede ser puesto en práctica usando un único canal (por ejemplo, una señal "monoaural" o "mono"), dos canales (como está ilustrado en la Figura 2), o un mayor número de canales.

40 Con referencia ahora a la Figura 2, el sistema 10 de procesamiento de la señal de ejemplo puede incluir entradas de audio que pueden corresponder a los canales izquierdo 12a y derecho 12b de una señal de entrada de audio. Las redes de ecualización 14a, 14b pueden ser incluidas para proporcionar la ecualización de la señal. Las redes de ecualización pueden, por ejemplo, impulsar o suprimir unas frecuencias predeterminadas o intervalos de frecuencia para aumentar la ventaja proporcionada naturalmente por la combinación emisor/inductor del conjunto emisor paramétrico.

Después de que las señales de audio son comprimidas, los circuitos del compresor 16a, 16b pueden ser incluidos para comprimir el intervalo dinámico de la señal entrante, que efectivamente eleva la amplitud de ciertas porciones de las señales entrantes y baja la amplitud de ciertas otras porciones de las señales entrantes. Más particularmente, los circuitos 16a, 16b del compresor pueden ser incluidos para estrechar el intervalo de las amplitudes de audio. En un aspecto, los compresores disminuyen la amplitud de pico a pico de las señales de entrada en una relación no menor de aproximadamente 2:1. El ajuste de las señales de entrada a un intervalo de amplitud más estrecho puede ser hecho para minimizar la distorsión, la cual es característica del intervalo dinámico limitado de esta clase de sistemas de modulación. En otras realizaciones las redes de ecualización 14a, 14b pueden ser proporcionadas antes de los compresores 16a, 16b para ecualizar las señales después de la compresión. En realizaciones alternativas la compresión puede tener lugar antes de la ecualización.

Los circuitos de filtro de paso bajo 18a, 18b pueden ser incluidos para proporcionar un corte de porciones altas de la señal, y de circuitos de filtro de paso alto 20a, 20b que proporcionan un corte de porciones bajas de las señales de audio. En la realización de ejemplo, los filtros de paso bajo 18a, 18b se usan para cortar señales más altas de

aproximadamente 15-20 kHz, y los filtros de paso alto 20a, 20b se usan para cortar señales inferiores de aproximadamente 20-200 Hz.

5 Los filtros de paso alto 20a, 20b pueden ser configurados para eliminar frecuencias bajas que, después de la modulación, darían como resultado la desviación de la frecuencia de la portadora (por ejemplo, las porciones de la señal modulada de la Figura 6 que son las que están más cerca de la frecuencia de la portadora). También algunas frecuencias bajas son difíciles para el sistema para reproducir eficientemente y como resultado, se puede gastar mucha energía tratando de reproducir estas frecuencias. Por lo tanto, los filtros de paso alto 20a, 20b pueden ser configurados para cortar estas frecuencias.

10 Los filtros de paso bajo 18a, 18b pueden ser configurados para eliminar frecuencias más altas que, después de la modulación, resultarían en la creación de una señal de pulsaciones audible con la portadora. A modo de ejemplo, si un filtro de paso bajo corta las frecuencias superiores a 15 Hz, y la frecuencia de la portadora es aproximadamente 44 kHz, la señal de diferencia no será inferior de aproximadamente 29 kHz, la cual está todavía fuera del intervalo audible para los humanos. No obstante, si se permitiera que las frecuencias tan altas como 25 kHz pasaran el circuito de filtro, la señal de diferencia generada podría estar en el intervalo de 19 kHz, que está dentro del intervalo de la audición humana.

15 En el sistema de ejemplo 10, después de pasar a través de los filtros de paso bajo y de paso alto, las señales de audio son moduladas por los moduladores 22a, 22b. Los moduladores 22a, 22b, mezclan o combinan las señales de audio con una señal portadora generada por el oscilador 23. Por ejemplo, en algunas realizaciones un único oscilador (que en una realización es impulsado a una frecuencia seleccionada de 40 kHz a 50 kHz, cuyo intervalo corresponde a cristales fácilmente disponibles que pueden ser usados en el oscilador) se usa para excitar ambos moduladores 22a, 22b. Utilizando un único oscilador para moduladores múltiples, una frecuencia portadora idéntica se proporciona a canales múltiples siendo la salida en 24a, 24b desde los moduladores. Usando la misma frecuencia portadora para cada canal se disminuye el riesgo de que puedan ocurrir cualesquiera frecuencias de pulsaciones.

20 Los filtros de paso alto 27a, 27b pueden también ser incluidos después de la etapa de modulación. Los filtros de paso alto 27a, 27b pueden ser usados para pasar la señal portadora ultrasónica modulada y asegurar que no entran frecuencias de audio en el amplificador a través de las salidas 24a, 24b. En consecuencia, en algunas realizaciones, los filtros de paso alto 27a, 27b pueden ser configurados para filtrar señales por debajo de aproximadamente 25 kHz.

25 La Figura 3 es un diagrama ampliado que ilustra un emisor de ejemplo de acuerdo con un ejemplo de la tecnología aquí descrita que no forma parte de la presente invención. El emisor de ejemplo mostrado en la Figura 3 incluye una superficie conductora 45, otra superficie conductora 46, una capa aislante 47 y una rejilla 48. En el ejemplo ilustrado, la capa conductora 45 está dispuesta sobre una contraplaca 49. En diversas realizaciones la contraplaca 49 es una contraplaca no conductora y sirve para aislar la superficie conductora 45 sobre el lado trasero. Por ejemplo, la superficie conductora 45 y la contraplaca 49 pueden ser puestas en práctica como una capa metalizada depositada sobre un sustrato no conductor, o de relativamente baja conductividad.

30 Como un ejemplo adicional, la superficie conductora 45 y la contraplaca 49 pueden ser puestas en práctica como una placa de circuito impreso (u otro material similar) con una capa metalizada depositada sobre ella. Como otro ejemplo, la superficie conductora 45 puede ser laminada o metalizada por bombardeo iónico sobre la contraplaca 49, o aplicada en la contraplaca 49 usando diversas técnicas de deposición, que incluyen la deposición por vapor o evaporativa, y la pulverización térmica, para nombrar unos pocos. Como otro ejemplo más, la capa conductora 45 puede ser una película metalizada.

35 La superficie conductora 45 puede ser una superficie continua o puede tener ranuras, agujeros, recortes de diversas formas, u otras áreas no conductoras. Adicionalmente, la superficie conductora 45 puede ser una superficie suave o sustancialmente suave, o puede ser áspera o picada. Por ejemplo, la superficie conductora 45 puede ser en relieve, estampada, lijada, tratada con chorro de arena, formada con picos o irregularidades en la superficie, depositada con un grado deseado de "piel de naranja" o de otro modo provista con una textura.

40 La superficie conductora 45 no necesita estar dispuesta en una contraplaca 49 especializada. En vez de ello, en algunas realizaciones la superficie conductora 45 puede ser depositada sobre un miembro que proporciona otra función, tal como un miembro que es parte de un alojamiento del altavoz. La superficie conductora 45 puede también ser depositada directamente sobre una pared u otro lugar en donde el emisor vaya a ser montado, y así sucesivamente.

45 La superficie conductora 46 proporciona otro polo del emisor. La superficie conductora puede ser puesta en práctica como una película metalizada, en donde una capa metalizada se deposita sobre un sustrato de la película (no ilustrado separadamente). El sustrato puede ser, por ejemplo, polipropileno, poliimida, tereftalato de polietileno (PET), tereftalato de polietileno orientado biaxialmente (por ejemplo, Mylar, Melinex o Hostaphan), Kapton, u otro sustrato. En algunas realizaciones el sustrato tiene una baja conductividad y, cuando está situado de modo que el sustrato está entre las superficies conductoras de las capas 45 y 46, actúa como un aislante entre la superficie conductora 45 y la superficie conductora 46.

Además, en algunas realizaciones la superficie conductora 46 (y su sustrato aislante donde está incluida) está separada de la superficie conductora 45 por una capa aislante 47. La capa aislante 47 puede estar hecha, por ejemplo, usando PET, tereftalato de polietileno orientado axialmente o biaxialmente, polipropileno, poliimida, u otra película o material aislante.

- 5 Para impulsar el emisor con suficiente potencia para conseguir un nivel suficiente de presión ultrasónica, puede ocurrir la producción de chispas en donde la separación entre la superficie conductora 46 y la superficie conductora 45 sea demasiado pequeña. No obstante, en donde la separación es demasiado grande, el emisor no logrará una resonancia. En una realización, la capa aislante 47 es una capa de aproximadamente 0,92 mil de espesor. En algunas realizaciones la capa aislante 47 es una capa de aproximadamente 0,90 a aproximadamente 1 mil de espesor. En posteriores realizaciones la capa aislante 47 es una capa desde aproximadamente 0,75 hasta aproximadamente 1,2 mil de espesor. En otras realizaciones la capa aislante 47 es tan delgada como aproximadamente 0,33 o 0,25 mil de espesor. Otros espesores pueden ser usados, y en algunas realizaciones una capa aislante 47 separada no está dispuesta. Por ejemplo, algunas realizaciones dependen de un sustrato aislante de la capa conductora 46 (por ejemplo, como en el caso de una película metalizada) para proporcionar un aislamiento entre las superficies conductoras 45 y 46. Una ventaja de incluir una capa aislante 47 es que puede permitir la aplicación de un mayor nivel de voltaje de polarización a través de las superficies conductoras primera y segunda 45, 46 sin producción de chispas. Cuando se consideran las propiedades aislantes de los materiales entre las dos superficies conductoras 45, 46, uno debería considerar el valor aislante de la capa 47, si está incluida, y el valor aislante del sustrato, si hay alguno, sobre el cual está depositada la capa 46.
- 20 Una rejilla 48 puede ser incluida en la parte superior de la pila. La rejilla 48 puede estar hecha de un material conductor o no conductor. En algunas realizaciones la rejilla 48 puede ser la rejilla que forma la rejilla externa del altavoz. Debido a que la rejilla 48 está en contacto en algunas realizaciones con la superficie conductora 46, la rejilla 48 puede ser hecha usando un material no conductor para proteger a los usuarios del voltaje de polarización presente en la superficie conductora 46. La rejilla 48 puede incluir unos agujeros 51, ranuras u otras aberturas. Estas aberturas pueden ser uniformes, o pueden variar a lo largo del área, y pueden ser unas aberturas pasantes que se extienden desde una superficie de la rejilla 48 a la otra. La rejilla 48 puede ser de varios espesores. Por ejemplo, la rejilla 48 puede ser aproximadamente de 60 mils, aunque se pueden usar otros espesores.

Los contactos eléctricos 52a, 52b se usan para acoplar la señal portadora modulada en el emisor. A continuación se describe un ejemplo de un circuito excitador para el emisor.

- 30 La Figura 4 es un diagrama que ilustra una vista de la sección transversal de un emisor montado de acuerdo con el ejemplo ilustrado en la Figura 3. Como está ilustrado, esta realización incluye la contraplaca 49, la superficie conductora 45, la superficie conductora 46 (que comprende una superficie conductora 46a depositada sobre un sustrato 46b), la capa aislante 47 entre la superficie conductora 45 y la superficie conductora 46a, y la rejilla 48. Las dimensiones en estas y otras figuras, y particularmente los espesores de las capas, no están dibujados a escala.
- 35 El emisor se puede hacer para casi cualquier dimensión. En una aplicación el emisor es de longitud  $l$ , 10 pulgadas y su anchura  $w$  es 5 pulgadas aunque son posibles otras dimensiones, tanto mayores como menores. Los intervalos prácticos de longitud y anchura pueden ser unas longitudes y anchuras similares de altavoces de estanterías. Un área mayor del emisor puede llevar a una mayor salida de sonido, aunque puede también requerir unas mayores voltajes de polarización.
- 40 La Tabla 1 describe unos ejemplos de películas metalizadas que pueden ser usadas para proporcionar una superficie conductora 46. Una resistencia laminar baja o unos Ohmios/Cuadrado bajos son preferidos para la superficie conductora 46. En consecuencia, las películas en la Tabla 1 que tienen  $<5$  y  $<1$  Ohmios/Cuadrado mostraron un mejor funcionamiento que las películas con una resistencia Ohmios/Cuadrado mayor. Las películas que mostraron  $2k$  o más Ohmios/Cuadrado no proporcionaron niveles de salida altos en las pruebas de desarrollo.
- 45 El Kapton puede ser un material deseable debido a que es relativamente no sensible a la temperatura en los intervalos de temperatura previstos para la operación del emisor. El Polipropileno puede ser menos deseable debido a su relativamente baja capacitancia. Una capacitancia inferior en el emisor significa que una inductancia mayor (y por lo tanto un inductor físicamente mayor) es necesaria para formar un circuito de resonancia. Como ilustra la Tabla 1, las películas usadas para proporcionar una superficie conductora 46 puede variar desde aproximadamente 0,25 mil a 3 mils, incluido el sustrato.

Tabla 1

Espesor	Material	Ohmios/Cuadrado
3 mil	Mylar	2000
0,8 mil	Polipropileno	5
3 mil	Metamaterial	2000+
1/4	Mylar	2000+

<b>Espesor</b>	<b>Material</b>	<b>Ohmios/Cuadrado</b>
1/4	Mylar	2000+
1/4	Mylar	2000+
1/4	Mylar	2000+
3 mil	Mylar	168
0,8 mil	Polipropileno	< 10
0,92 mil	Mylar	100
2 mil	Mylar	160
0,8 mil	Polipropileno	93
3 mil	Mylar	< 1
1,67	Polipropileno	100
0,8 mil	Polipropileno	43
3 mil	Mylar	< 1
3 mil	Kapton	49,5
3 mil	Mylar	< 5
3 mil	Metamaterial	
3 mil	Mylar	< 5
3 mil	Mylar	< 1
1 mil	Kapton	< 1
¼ mil	Mylar	5
0,92 mil	Mylar	10

Aunque no mostrado en la Tabla 1, otra película que puede ser usada para proporcionar la superficie conductora 46 es la película de Aluminio/Poliimida DE 320 disponible en Dunmore Corporation. Esta película es un producto basado en poliimida aluminizado en los dos lados. Tiene aproximadamente un espesor de 1 mil y proporciona <1 Ohmios/Cuadrado. Como ilustran estos ejemplos, cualquiera de un número de películas metalizadas diferentes puede ser provista como las superficies conductoras 45, 46. La metalización es típicamente realizada usando una pulverización catódica o un proceso físico de deposición de vapor. El aluminio, níquel, cromo, cobre u otros materiales conductivos pueden ser usados como capa metálica, teniendo en cuenta la preferencia de un material de Ohmios/Cuadrado bajo.

Las películas metalizadas junto con la contraplaca típicamente tienen una frecuencia de resonancia natural a la que resonarán. Para algunas combinaciones película/contraplaca, su frecuencia de resonancia natural puede estar en el intervalo de aproximadamente 30-150 kHz. Por ejemplo, con una contraplaca como la descrita antes, algunas películas de Kapton de 0,33 mil resuenan a aproximadamente 54 kHz, mientras que algunas películas de Kapton de 1,0 mil resuenan a aproximadamente 34 kHz. En consecuencia, la película y la frecuencia de la portadora de la portadora ultrasónica pueden ser elegidas de modo que la frecuencia de la portadora coincida con la frecuencia de resonancia de la combinación película/contraplaca. La selección de una frecuencia de portadora en la frecuencia de resonancia de la combinación película/contraplaca puede aumentar la salida del emisor.

La Figura 5 es un diagrama que ilustra un emisor ultrasónico de acuerdo con un ejemplo de la tecnología aquí descrita y que no forma parte de la presente invención. El ejemplo de la Figura 5 incluye las superficies conductoras 45 y 46 y la rejilla 48. La diferencia entre el ejemplo mostrado en la Figura 5 y el mostrado en las Figuras 3 y 4 es que el ejemplo mostrado en la Figura 5 no incluye una capa aislante separada 47. Las capas 45, 46 y 48 pueden ser puestas en práctica usando los mismos materiales antes descritos con referencia a las Figuras 3 y 4. Particularmente, para evitar la formación de cortocircuitos o la producción de chispas entre las superficies conductoras 45, 46, la superficie conductora 46 es depositada sobre un sustrato con propiedades aislantes. Por ejemplo, las películas de Mylar o Kapton metalizadas como las películas mostradas en la Tabla 1 pueden ser usadas para ejecutar la superficie conductora 46, con la película orientada de modo que el sustrato aislante esté posicionado entre las superficies conductoras 45, 46.

La Figura 6A es un diagrama que ilustra un ejemplo de un simple circuito excitador que puede ser usado para excitar los emisores aquí descritos. Como sería apreciado por una persona de experiencia ordinaria en la técnica, en donde

se usan emisores múltiples (por ejemplo, para aplicaciones estéreo), un circuito excitador 50 puede ser proporcionado para cada emisor. En algunas realizaciones el circuito excitador 50 está dispuesto en el mismo alojamiento o conjunto que el emisor. En otras realizaciones el circuito excitador 50 está dispuesto en un alojamiento separado. Este circuito excitador es solamente un ejemplo, y una persona de experiencia ordinaria en la técnica apreciará que otros circuitos excitadores pueden ser usados con la tecnología del emisor aquí descrita.

Típicamente, la señal modulada procedente del sistema 10 de procesamiento de señales está acoplada electrónicamente a un amplificador (no mostrado). El amplificador puede ser parte de, y en el mismo alojamiento o recinto que el circuito excitador 50. Alternativamente, el amplificador puede estar alojado separadamente. Después de la amplificación, la señal es entregada a las entradas A1, A2 del circuito excitador 50. En las realizaciones aquí descritas el conjunto del emisor incluye un emisor que puede ser operable a frecuencias ultrasónicas. El emisor (no mostrado en la Figura 6) está conectado al circuito excitador 50 en los contactos D1, D2. Un inductor 54 forma un circuito de resonancia paralelo con el emisor. Configurando el inductor 54 en paralelo con el emisor la corriente circula a través del inductor y el emisor y puede conseguirse un circuito de resonancia paralelo. Por lo tanto, la capacitancia del emisor se hace importante, debido a que los valores bajos de la capacitancia del emisor requieren una mayor inductancia para conseguir la resonancia a una frecuencia deseada. Por consiguiente, los valores de la capacitancia de las capas, y del emisor como un conjunto pueden ser una consideración importante en el diseño del emisor.

Un voltaje de polarización se aplica a través de los terminales B1, B2 para proporcionar una polarización al emisor. El rectificador de onda completa 57 y el condensador de filtro 58 proporcionan una polarización en CC al circuito a través de las entradas del emisor D1, D2. Idealmente, el voltaje de polarización usado es aproximadamente dos veces (o mayor que) la polarización inversa que se espera que tome el emisor. Esto es para asegurar que el voltaje de polarización es suficiente para sacar el emisor de un estado de polarización inversa. En una realización el voltaje de polarización es del orden de 300-450 Voltios, aunque se pueden usar voltajes en otros intervalos. Por ejemplo, se puede usar 350 Voltios. Para emisores ultrasónicos los voltajes de polarización están típicamente en el intervalo de unos pocos cientos a varios cientos de Voltios.

Aunque se pueden usar las disposiciones en serie, disponiendo el inductor 54 en paralelo con el emisor se pueden obtener ventajas sobre la disposición en serie. Por ejemplo, en esta configuración, la resonancia puede conseguirse en el circuito inductor-emisor sin la presencia directa del amplificador en el camino de la corriente. Esto puede dar como resultado un funcionamiento más estable y predecible del emisor, y que gasta menos energía en comparación con la configuración en serie.

La obtención de la resonancia en un funcionamiento óptimo del sistema puede mejorar la eficiencia del sistema (esto es, reduce la energía consumida por el sistema) y reduce el calor producido por el sistema.

Con una disposición en serie, el circuito hace que la corriente gastada fluya a través del inductor. Como es conocido en la técnica, el emisor funcionará mejor en (o próximo al) punto en el que la resonancia eléctrica es conseguida en el circuito. No obstante, el amplificador introduce cambios en el circuito, el cual puede variar según la temperatura, variación de la señal, funcionamiento del sistema, etc. De este modo, puede ser más difícil obtener (y mantener) una resonancia estable en el circuito cuando el inductor 54 está orientado en serie con el emisor (y el amplificador).

La Figura 6B es un diagrama que ilustra un ejemplo de un circuito excitador simple que puede ser usado con los emisores aquí descritos. Como sería apreciado por una persona de experiencia ordinaria en la técnica, en donde se usan emisores múltiples (por ejemplo, para aplicaciones estéreo), un circuito de polarización 53 puede ser proporcionado para cada emisor. En algunas realizaciones el circuito de polarización 53 está dispuesto en el mismo alojamiento o conjunto que el emisor. En otras realizaciones el circuito polarizador 53 está dispuesto en un alojamiento separado. Este circuito excitador es sólo un ejemplo, y una persona de una experiencia ordinaria en la técnica apreciará que se pueden usar otros circuitos excitadores con la tecnología del emisor aquí descrita.

Típicamente, la señal modulada procedente del sistema 10 de procesamiento de señales está acoplada electrónicamente a un amplificador (no mostrado). El amplificador puede ser parte de, y en el mismo alojamiento o recinto que el circuito excitador 53. Alternativamente, el amplificador puede ser alojado separadamente. Después de la amplificación, la señal es entregada a las entradas A1, A2 del circuito 53. En las realizaciones aquí descritas el conjunto del emisor incluye un emisor que puede ser operable en frecuencias ultrasónicas. El emisor está conectado al circuito excitador 53 en los contactos E1, E2. Una ventaja del circuito mostrado en la Figura 5B es que la polarización puede ser generada a partir de la señal de la portadora ultrasónica y no es necesario un suministro de polarización separado. En operación los diodos D1-D4 en combinación con los condensadores C1-C4 están configurados para operar como rectificador y multiplicador de voltaje. Particularmente, los diodos D1-D4 y los condensadores C1-C4 están configurados como un rectificador y cuadruplicador del voltaje, que da como resultado un voltaje de polarización en CC de hasta aproximadamente cuatro veces la amplitud de voltaje de la portadora a través de los nodos E1, E2. Otros niveles de multiplicación del voltaje pueden ser proporcionados usando técnicas similares conocidas de multiplicación del voltaje.

El condensador C5 se elige lo suficiente amplio para mantener la polarización y presentar un circuito abierto al voltaje de CC en E1 (es decir, para impedir que la CC se cortocircuite a tierra), pero lo suficiente pequeño para

permitir que la portadora ultrasónica modulada pase al emisor. Las resistencias R1, R2 forman un divisor de voltaje, y en combinación con el diodo Zener ZD1 limitan el voltaje de polarización al nivel deseado, el cual en el ejemplo ilustrado es 300 Voltios.

5 El inductor 54 puede ser de una variedad de tipos conocidos por las personas de una experiencia ordinaria en la técnica. No obstante, los inductores generan un campo magnético que puede “filtrarse” más allá de los confines del inductor. Este campo puede interferir con la operación y/o respuesta del emisor. También, muchos pares inductor/emisor usados en aplicaciones de sonido ultrasónico operan a voltajes que generan grandes cantidades de energía térmica. El calor puede también afectar negativamente al funcionamiento de un emisor paramétrico.

10 Por al menos estos motivos, en la mayor parte de los sistemas de sonido paramétricos convencionales el inductor está físicamente situado a una distancia considerable del emisor. En tanto que esta solución aborda los temas antes mencionados, añade otra complicación. La señal transportada desde el inductor al emisor puede ser un voltaje relativamente alto (del orden de 160 V pico a pico o mayor). Como tal, los cables que conectan el inductor al emisor tienen que estar calificados para aplicaciones de alto voltaje. También, en ciertas instalaciones pueden ser necesarios largos recorridos de los cables, lo cual puede ser caro y peligroso, y puede también interferir con sistemas de comunicación no relacionados con el sistema emisor paramétrico.

15 El inductor 54 (que se incluye como un componente tal como se ha mostrado en las configuraciones de las Figuras 6A y 6B) puede ser puesto en práctica usando un inductor de núcleo del recipiente. Un inductor del núcleo del recipiente está alojado dentro de un núcleo del recipiente que está típicamente formado por un material de ferrita. Esto limita los devanados del inductor y el campo magnético generado por el inductor. Típicamente el núcleo del recipiente incluye dos mitades de ferrita 59a, 59b que definen una cavidad 60 dentro de la cual pueden estar dispuestos los devanados del inductor. Véase la Figura 6C. Un espacio de aire G puede ser incluido para aumentar la permeabilidad del núcleo del recipiente sin afectar a la capacidad de protección del núcleo. Por lo tanto, aumentando el tamaño del espacio de aire G, se puede aumentar la permeabilidad del núcleo del recipiente. No obstante, el aumento del espacio de aire G requiere también un aumento del número de vueltas en el o los inductores mantenidos dentro del núcleo del recipiente con el fin de conseguir una cantidad de inductancia deseada. Por lo tanto, un espacio de aire puede aumentar la permeabilidad y al mismo tiempo reducir el calor generado por el inductor del núcleo del recipiente sin comprometer las propiedades de protección del núcleo.

20 En los ejemplos ilustrados en las Figuras 6A y 6B se usa un transformador elevador de bobinado dual. No obstante, los bobinados primario 55 y secundario 56 pueden ser combinados en lo que comúnmente se denomina una configuración de autotransformador. Cualquiera o los dos bobinados primario y secundario pueden estar contenidos dentro del núcleo del recipiente.

25 Como se ha discutido antes, es deseable conseguir un circuito de resonancia paralelo con el inductor 54 y el emisor. También es deseable hacer coincidir la impedancia del par inductor/emisor con la impedancia esperada por el amplificador. Esto generalmente requiere aumentar la impedancia del par inductor/emisor. También puede ser deseable conseguir estos objetivos siempre que se coloque el inductor físicamente cerca del emisor. Por lo tanto, en algunas realizaciones el espacio de aire del núcleo del recipiente se selecciona de modo que el número de vueltas en el bobinado primario 55 presente la carga de impedancia esperada por el amplificador. De este modo, cada bucle del circuito puede ser sintonizado para operar a un nivel de eficiencia aumentado. El aumento del espacio de aire en el núcleo del recipiente proporciona la capacidad de aumentar el número de vueltas en el elemento inductor 55 sin cambiar la inductancia deseada del elemento inductor 56 (que de otro modo afectaría a la resonancia en el bucle del emisor). A su vez, éste proporciona la capacidad de ajustar el número de vueltas en el elemento inductor 55 para igualar la carga de impedancia esperada por el amplificador.

30 Una ventaja adicional del aumento del tamaño del espacio de aire es que el tamaño físico del núcleo del recipiente puede ser reducido. Por lo tanto, un transformador de núcleo del recipiente menor puede ser usado en tanto que proporcione la misma inductancia para crear una resonancia con el emisor.

35 El uso de un transformador elevador proporciona unas ventajas adicionales al presente sistema. Debido a que el transformador “asciende” desde la dirección del amplificador al emisor, necesariamente “desciende” desde la dirección del emisor al amplificador. De este modo, cualquier realimentación negativa que pudiera de otro modo viajar desde el par inductor/emisor al amplificador es reducido por el proceso de descenso, minimizando así el efecto de cualquier suceso en el amplificador y el sistema en general (en particular, se reducen los cambios en el par inductor/emisor que podrían afectar a la carga de impedancia experimentada por el amplificador).

40 En una realización se usa un hilo metálico esmaltado Litz 30/46 para los bobinados primario y secundario. El hilo metálico Litz comprende muchos cordones de hilo metálico delgados, aislados individualmente y retorcidos o tejidos conjuntamente. El hilo metálico Litz usa una pluralidad de conductores aislados individualmente en paralelo. El diámetro de los conductores individuales se elige que sea menor que una profundidad de penetración en la frecuencia operativa, de modo que los cordones no sufran una apreciable pérdida de efecto pelicular. Por lo tanto, el hilo metálico Litz puede permitir un mejor funcionamiento a frecuencias más altas.

Se aplica un voltaje de polarización a través de los terminales B1, B2 para proporcionar una polarización al emisor. El rectificador de onda completa 57 y el condensador de filtro 58 proporcionan una polarización de CC al circuito a través de las entradas del emisor D1, D2. Idealmente, el voltaje de polarización usado es aproximadamente el doble (o más) que la polarización inversa que se espera que tome el emisor. Esto es para asegurar que el voltaje de polarización es suficiente para sacar el emisor de un estado de polarización inversa. En una realización el voltaje de polarización es del orden de 350-420 Voltios. En otras realizaciones se pueden usar otros voltajes de polarización. Para emisores ultrasónicos los voltajes de polarización están típicamente en el intervalo desde unos pocos cientos a varios cientos de voltios.

Aunque no está mostrado en las figuras, cuando el voltaje de polarización es lo suficientemente alto, la producción de chispas puede ocurrir entre las capas conductoras 45, 46. Esta producción de chispas puede ocurrir a través de las capas de aislamiento intermedias así como en los bordes del emisor (alrededor de los bordes exteriores de las capas aislantes). Por lo tanto, la capa aislante 47 puede ser hecha mayor en longitud y anchura que las superficies conductoras 45, 46, para impedir la producción de chispas en el borde. Igualmente, en donde la capa conductora 46 es una película metalizada sobre un sustrato aislante, la capa conductora 46 puede ser hecha mayor en longitud y anchura que la capa conductora 45 para aumentar la distancia desde los bordes de la capa conductora 46 a los bordes de la capa conductora 45.

La resistencia R1 puede ser incluida para disminuir o aplanar el factor Q del circuito de resonancia. La resistencia R1 no es necesaria en todos los casos y el aire como una carga disminuirá naturalmente Q. Igualmente, un hilo metálico Litz más delgado en el inductor 54 puede también disminuir Q de modo que el pico no sea demasiado agudo.

La Figura 7 es un diagrama que ilustra otro ejemplo de configuración del emisor que no forma parte de la presente invención. El emisor en esta configuración incluye una rejilla conductora 65 como la capa inferior, una capa media aislante 47 y una capa conductora superior 46. Las capas 46 y 47 pueden ser puestas en práctica usando los ejemplos para las capas 46 y 47 antes descritos con referencia a las Figuras 3 y 4. La rejilla conductora 65 puede ser hecha utilizando un material conductor, o un material con una superficie o revestimiento conductor. Debido a que la rejilla conductora 65 forma uno de los electrodos del emisor, un cable de entrada 52b está conectado a la rejilla conductora 65.

La rejilla conductora 65 puede tener un patrón de agujeros, ranuras u otras aberturas. En algunas realizaciones las aberturas son aproximadamente el 50% del área de la rejilla conductora 65. En otras realizaciones las aberturas pueden ser un porcentaje mayor o menor del área de la rejilla conductora 65. La rejilla conductora 65 puede tener aproximadamente un espesor de 60 mils. En otras realizaciones la rejilla conductora 65 puede tener unos espesores diferentes.

La Figura 8 es un diagrama que ilustra otro ejemplo de configuración de emisor que no forma parte de la presente invención. El emisor en esta configuración incluye una rejilla conductora 65 como la capa inferior, una capa media aislante 47 y una capa conductora superior 46 y una rejilla superior 48. El emisor ilustrado en la Figura 8 es similar al ejemplo ilustrado en la Figura 7, con la adición de la rejilla 48.

Las capas que forman los emisores aquí descritos pueden unirse conjuntamente usando varias técnicas diferentes. Por ejemplo, marcos, pinzas, presillas, adhesivos u otros mecanismos de unión pueden ser usados para unir las capas conjuntamente. Las capas pueden ser unidas conjuntamente en los bordes para impedir la interferencia con resonancia de las películas del emisor.

Como se ha observado antes, en varias realizaciones la superficie conductora 45 está provista de una superficie irregular. Para crear una superficie irregular, en las realizaciones antes discutidas la superficie puede ser en relieve, estampada, lijada, tratada con chorro de arena, formada con picos o irregularidades en la superficie, depositada con un grado deseado de "piel de naranja" o de otro modo provista con una textura. En otras realizaciones la superficie conductora 45 puede comprender una placa conductora u otro miembro que esté formado o provisto de crestas u otros elementos texturales iguales para presentar una superficie irregular a la película emisora conductora 46.

La Figura 9A es un diagrama que ilustra una vista de la sección transversal de una porción de una superficie irregular que comprende crestas de acuerdo con un ejemplo de la tecnología aquí descrita y que no forma parte de la presente invención. En el ejemplo ilustrado en la Figura 9A una contraplaca conductora 104 está provista de una superficie 105 con crestas. Los picos de la superficie 105 con crestas soportan la capa conductora 46. Aunque la capa conductora 46 se muestra como separada de los picos de la superficie 105 con crestas, la capa conductora 46 puede descansar sobre o estar en contacto con los picos de la superficie 105 con crestas. En algunas realizaciones la capa conductora 46 comprende una capa conductora 46a y una capa aislante 46b que separa la capa conductora 46a de los picos. Aunque no está ilustrado, cuando un voltaje de polarización se aplica a través del emisor, la capa conductora 46 será llevada a un contacto más estable con la superficie 105, haciendo que la capa 46 haga contacto con los picos y, con una polarización suficiente, sea llevada al menos parcialmente en los valles. Preferiblemente, la polarización no es lo suficiente fuerte para llevar la capa 46 a un contacto completo con la totalidad de la superficie 105, ya que se desea que un volumen de aire permita que la capa 46 se mueva en respuesta a la aplicación de la señal ultrasónica modulada de audio.

La Figura 9B es un diagrama que ilustra una vista en perspectiva de una pluralidad de filas de la superficie de un ejemplo de la contraplaca 104 mostrada en la Figura 9A. En el ejemplo ilustrado los picos de la superficie 105 con crestas se extienden longitudinalmente a lo largo de toda o una porción de la contraplaca 104. Las secciones de la contraplaca 104 pueden ser fabricadas con elementos texturales alargados 107 (en este ejemplo, unas crestas sustancialmente uniformes) que se extienden aproximadamente en paralelo a través de toda o de secciones de la contraplaca 104. En otras realizaciones las irregularidades 107 en la superficie 105 son de longitudes más cortas. La Figura 9C es un diagrama que ilustra una vista en perspectiva de las irregularidades formadas en forma de picos (más bien que crestas alargadas) usadas para formar una superficie irregular. En el ejemplo ilustrado en la Figura 9C las irregularidades de la superficie tienen la forma de pirámides cuadradas (con un pico truncado, aplanado), aunque también podrían usarse pirámides rectangulares. Aunque los bordes de las irregularidades de la superficie (por ejemplo, las crestas 107 de la Figura 9B y las pirámides 108 de la Figura 9C) se muestran como teniendo bordes agudos, algunos o todos los bordes de las irregularidades de la superficie pueden tener unos radios mayores (es decir, se pueden suavizar o ser menos agudos).

En el ejemplo mostrado en la Figura 9 la altura de cada uno de los picos es sustancialmente uniforme, o sustancialmente de la misma altura. En realizaciones alternativas la altura de los picos de las crestas puede variar de fila a fila o de pico a pico. La Figura 10 es un diagrama que ilustra una vista de la sección transversal de una porción de una realización que tiene una superficie irregular que comprende crestas. En la realización ilustrada en la Figura 10 los picos de la superficie 111 con crestas son de alturas diferentes. En particular, hay una pluralidad de picos más cortos 114 limitados por picos más altos 112. En este ejemplo los picos 112 son picos cargados ya que soportan la capa 46 del emisor. Los picos más cortos 114 son picos no cargados y pueden estar dispuestos a una altura elegida para proporcionar un volumen de aire deseado entre la capa 46 del emisor y la contraplaca 104. Al igual que la realización ilustrada y descrita con referencia a la Figura 9B, la superficie 111 puede comprender una pluralidad de crestas alargadas que se extienden a través de toda o de secciones de la contraplaca 104. Alternativamente, al igual que la realización ilustrada y descrita anteriormente con referencia a la Figura 9C, la superficie 111 puede comprender una pluralidad de pirámides cuadradas o rectangulares dispuestas sobre o formando la superficie de la contraplaca 104. En este caso, las pirámides cargadas pueden estar dispuestas en filas de modo que haya filas de pirámides cargadas contiguas a múltiples filas de pirámides no cargadas. Alternativamente, las pirámides cargadas pueden estar dispuestas de modo que estén rodeadas por pirámides no cargadas.

Las alturas de los elementos texturales (por ejemplo, pirámides) pueden variar, pero preferiblemente son relativamente pequeñas. Las Figuras 11A y 11B son diagramas que ilustran unas dimensiones ejemplares para una superficie texturada de acuerdo con las realizaciones antes descritas con referencia a las Figuras 9 y 10. En el ejemplo de la Figura 11A las crestas o pirámides tienen una altura de 8 milésimas y están dispuestas con una separación de 19 milésimas. La anchura de la mesa aplanada en la parte superior de las pirámides es 3 milésimas. El ángulo en la intersección formado entre las paredes laterales de las pirámides contiguas es preferiblemente un ángulo recto, aunque se pueden usar otros ángulos. Similarmente, en el ejemplo de la Figura 11B las pirámides o crestas pueden estar dispuestas con unas dimensiones similares que tienen una separación de 19 milésimas, una altura de las pirámides cargadas es 8 milésimas, y una anchura del pico es 3 milésimas. En la realización de ejemplo de la Figura 11B la diferencia de altura entre las pirámides cargadas y las pirámides no cargadas puede ser relativamente pequeña, del orden de 0,25-4 milésimas. Estas dimensiones son como ejemplo y sin embargo pueden ser variadas de aplicación a aplicación, estos ejemplos ilustran que la textura proporcionada por los elementos texturales puede ser una textura fina. Por ejemplo, la altura de las crestas donde son pirámides puede ir de 5 milésimas a 15 milésimas, y la separación puede ir de 12 milésimas hasta 100 milésimas, aunque en ambos casos se pueden usar unas dimensiones menores o mayores.

La Figura 12, que comprende las Figuras 12A y 12B, proporciona además otra realización alternativa para los elementos texturales de la contraplaca. La Figura 12A es una vista de una sección transversal de un elemento textural de acuerdo con una realización de la tecnología aquí descrita, mientras que la Figura 12B presenta una vista en perspectiva. Haciendo referencia ahora a las Figuras 12A y 12B, en este ejemplo, una cresta 120 está provista con una superficie superior recortada 121. La superficie 121 incluye una pluralidad de puntos altos 125 y unas depresiones 127 que proporcionan un contorno a la parte superior del elemento textural (por ejemplo, cresta 120).

También está ilustrada en la Figura 12A una capa conductora 46 posicionada encima de la contraplaca 104. Aunque la capa conductora 46 se muestra como separada de los picos de las crestas 120, la capa conductora 46 puede descansar sobre o hacer contacto con los picos de la superficie con crestas 120 siempre que la capa conductora 46 comprenda una capa aislante 46b entre la capa conductora 46a y la contraplaca 104. Aunque no está ilustrado, cuando se aplica un voltaje de polarización a través del emisor, la capa conductora 46 será llevada a un contacto más estable con la superficie superior recortada 121, haciendo que la placa 46 haga contacto con los puntos altos 125 y, con una polarización suficiente, sea bajada al menos parcialmente a las depresiones 127 y valles entre las crestas. Preferiblemente, la polarización no es suficientemente fuerte para llevar la capa 46 a un contacto completo con toda la superficie de la contraplaca 104, ya que se desea que un volumen de aire permita que la capa 46 se mueva en respuesta a la aplicación de la señal ultrasónica modulada de audio.

La Figura 13 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un contorno que tiene una pluralidad de elementos texturales tales como los ilustrados en la Figura 12. En este ejemplo los elementos texturales están dispuestos en forma de

crestas posicionadas paralelas entre sí yendo a través de toda o parte de la contraplaca 104. Como se muestra en este ejemplo, los elementos texturales se encuentran formando una V en la base de cada cresta textural. El ángulo de la V en la intersección formada entre las paredes laterales de las pirámides contiguas es preferiblemente un ángulo recto, aunque se pueden usar otros ángulos.

- 5 En realizaciones alternativas los elementos texturales no se encuentran en una configuración en forma de V en los valles entre las crestas. Por ejemplo, en una alternativa la superficie entre las crestas contiguas 120 es una superficie de radio (por ejemplo, una configuración en forma de U). Un ejemplo de esto se muestra en la Figura 14 en la que una superficie radiada 122 está dispuesta entre cada una de las crestas contiguas 120. Como otro ejemplo, en otra alternativa, la superficie entre las crestas contiguas 121 tiene un fondo plano o piso 123. Un ejemplo de esto se muestra en la Figura 15, en la que las crestas 121 están en pendiente hacia abajo desde sus respectivos picos (una pendiente constante en este ejemplo, aunque también se puede usar una superficie curva) y se encuentran en un piso 123 sustancialmente plano del valle. La transición desde la pendiente de la cresta al piso del valle puede ser brusco, o puede ser radiada.

- 15 Las alturas de los elementos texturales (por ejemplo, las crestas 120) pueden variar, pero son preferiblemente relativamente pequeñas. La Figura 16 es un diagrama que ilustra unas dimensiones como ejemplo de una superficie texturada de acuerdo con las realizaciones antes descritas con referencia a las Figuras 12-15. La Figura 16A presenta una vista de la sección transversal mirando abajo a lo largo de las filas de crestas 120, mientras que la Figura 16B presenta una vista en perspectiva que mira a una única cresta 120 con una pluralidad de puntos altos 125 y depresiones 127. En el ejemplo de la Figura 16 las crestas 120 tienen una altura de 8 milésimas, y están separadas una distancia de 35 milésimas. Los picos de cada cresta están dispuestos a una distancia de 35 milésimas; siendo la longitud y la anchura de la mesa aplanada en la parte superior de los puntos altos 125 de 3 milésimas y 30 milésimas, respectivamente, y la profundidad de las depresiones 127 es 0,0008".

- 25 Estas dimensiones son como ejemplo y pueden ser variadas de aplicación en aplicación sin embargo, estos ejemplos ilustran que la textura proporcionada por los elementos texturales puede ser una textura fina. Por ejemplo, la altura de las crestas o pirámides puede ir de 5 milésimas a 15 milésimas, y la distancia puede ir de 12 milésimas a 100 milésimas, aunque en ambos casos se pueden usar unas dimensiones menores o mayores.

- 30 En estas y otras realizaciones la profundidad del canal entre las crestas o pirámides puede ser un factor importante en la determinación de la resonancia del sistema emisor película/contraplaca. Preferiblemente, la frecuencia de la portadora de la señal ultrasónica modulada es elegida para estar en o cerca de la frecuencia de resonancia del sistema emisor para una operación eficiente. En diversas realizaciones la frecuencia de resonancia preferiblemente es mayor de 35 kHz. En otras realizaciones la frecuencia de resonancia es preferiblemente mayor de 50 kHz. En algunas realizaciones la capa 46 del emisor puede tener una frecuencia de resonancia natural de cualquiera en el intervalo de 30 a 150 kHz, aunque son posibles alternativas por encima y por debajo de este intervalo. En una realización se usa un emisor película/contraplaca con una frecuencia de resonancia de 80 kHz.

- 35 Igualmente, el volumen de aire entre la película 46 y la contraplaca 104 puede ser ajustado para formar un sistema de resonancia en el intervalo de 30 a 150 kHz, aunque son posibles otras frecuencias superiores e inferiores de este intervalo. En una realización se usa una frecuencia de la portadora de 80 kHz y el volumen de aire está configurado para dar la frecuencia de resonancia del sistema de 80 kHz. En diversas aplicaciones el volumen de aire será el factor dominante en la determinación de la frecuencia de resonancia. En otras configuraciones dominará la rigidez de la película y el volumen de aire puede ser elegido arbitrariamente. En otras configuraciones ambos contribuyen en cantidades casi iguales. Por consiguiente, se pueden considerar unas concesiones en el diseño y ser utilizadas coincidencias de frecuencia menos que ideales.

- 45 En la realización antes descrita con referencia a las Figuras 9 a 16, así como en otras realizaciones iguales, la contraplaca 104 puede estar hecha de aluminio u otro material conductor. El aluminio es deseable debido a su peso ligero y su resistencia a la corrosión. El aluminio u otro material conductor puede ser mecanizado (por ejemplo, molido), fundido, estampado, o de otra manera fabricado para formar el patrón de superficie deseado para la contraplaca 104. Adicionalmente, la contraplaca puede estar hecha de plástico u otro material no conductor y después revestida con un material conductor tal como níquel o aluminio. Esta contraplaca no conductora puede ser moldeada por inyección, fundida, estampada o de otro modo fabricada para formar el patrón de la superficie deseado.

- 50 El emisor puede ser fabricado usando varias técnicas de fabricación diferentes para unir la capa 46 a la contraplaca 104. Por ejemplo, en una realización la capa 46 es tensionada a lo largo de su longitud y anchura y unida de forma fija a la contraplaca 104 usando adhesivos, fijadores mecánicos, u otras técnicas de fijación. Por medio de otro ejemplo, se puede disponer un área relativamente plana alrededor de la periferia de la contraplaca 104 para presentar un área plana a la que la película 46 se puede pegar o de otro modo fijar a la contraplaca 104. La película 46 puede ser pegada o de otro modo asegurada a la contraplaca 104 a lo largo de toda la periferia de la contraplaca 104 o en unos lugares seleccionados. Adicionalmente, la película 46 puede ser pegada o de otro modo asegurada a la contraplaca 104 en puntos o lugares seleccionados dentro de la periferia. La tensión aplicada a la película durante la fabricación es preferiblemente una tensión suficiente para suavizar la película para impedir arrugas o un material innecesariamente en exceso. Es deseable una tensión suficiente para permitir que la película sea llevada a la placa

tras la aplicación uniforme de un voltaje de polarización a través del área de la contraplaca. En algunas aplicaciones la cantidad de tensión puede ser del orden de 10 PSI, aunque se pueden usar otras tensiones.

5 Para impedir la entrada no deseada de aire entre la película 46 y la contraplaca 104 durante las operaciones de unión, se pueden disponer uno o más agujeros para el aire en la parte trasera de la contraplaca 104 para permitir que el aire escape. Esto puede evitar la formación de una presión no deseada en la cavidad de aire y evitar el "hinchamiento" de la película tras el montaje.

10 Adicionalmente, en algunas realizaciones la superficie conductora texturada de la contraplaca puede ser anodizada o de otro modo provista de un revestimiento delgado de material aislante en la superficie superior. Como se ha observado antes, en algunas realizaciones la película 46 puede ser una película de mylar metalizado o de kapton con una superficie conductora aplicada a un polímero u otra película aislante. Cuando la superficie de la contraplaca 104 está anodizada no se requiere una película bicapa (por ejemplo, las capas 46a, 46b) para aislar la película 46 de la contraplaca 104, y se puede utilizar una película conductora (sin una capa aislante).

15 Las capas conductora y no conductora que forman los diversos emisores aquí descritos pueden estar hechas usando materiales flexibles. Por ejemplo, las realizaciones aquí descritas usan películas metalizadas flexibles para formar capas conductoras, y películas no metalizadas para formar capas resistivas. Debido a la naturaleza flexible de estos materiales, pueden ser moldeados para formar configuraciones y formas deseadas. En otras realizaciones las capas que pueden integrar los emisores pueden estar formadas usando materiales moldeados o modelados para llegar a la configuración o forma deseadas.

20 Por ejemplo, como está ilustrado en la Figura 17A, las capas pueden ser aplicadas a un sustrato 74 en una configuración arqueada. La Figura 18A proporciona una vista en perspectiva de un emisor formado en una configuración arqueada. En este ejemplo un material de respaldo 71 es moldeado o formado con una forma arqueada y las capas 72 del emisor fijadas a él. Otros ejemplos incluyen cilíndricas (Figuras 17b y 18b) y esféricas. Como sería evidente a una persona de una experiencia ordinaria en la técnica después de leer esta descripción, se pueden usar otras formas de materiales de respaldo sobre los que formar emisores ultrasónicos de acuerdo con la tecnología aquí descrita.

25 El mylar, kapton y otras películas metalizadas pueden ser tensionadas o estiradas en alguna medida. El estiramiento de la película, y el uso de la película en una configuración estirada pueden proporcionar un mayor grado de direccionalidad al emisor. Las señales ultrasónicas por su naturaleza tienden a ser direccionales por naturaleza. No obstante, el estiramiento de las películas da un mayor nivel de direccionalidad.

30 Igualmente, las capas conductoras pueden estar hechas usando cualquiera de varios materiales conductores. Entre los materiales conductores comunes que pueden ser usados están el aluminio, níquel, cromo, oro, germanio, cobre, plata, titanio, tungsteno, platino, y tantalio. También se pueden usar las aleaciones de metales conductores.

35 Como se ha observado anteriormente, las capas conductoras 45, 46 pueden ser hechas usando películas metalizadas. Éstas incluyen Mylar, Kapton y otras películas similares. Tales películas metalizadas son disponibles variando los grados de transparencia desde sustancialmente totalmente transparente a opaco. Igualmente, la capa aislante 47 puede ser hecha usando una película transparente. Por consiguiente, los emisores aquí descritos pueden ser hechos de materiales transparentes dando como resultado un emisor transparente. Tal emisor puede ser configurado para ser colocado sobre diversos objetos para formar un altavoz ultrasónico. Por ejemplo, uno o un par (o más) de emisores transparentes pueden ser colocados como una película transparente sobre una pantalla de televisión. Esto puede ser ventajoso debido a que como las televisiones se hacen cada vez más delgadas hay menos espacio disponible para grandes altavoces. Colocando el o los emisores sobre la pantalla de televisión se pueden colocar los altavoces sin requerir un espacio de caja adicional. Como otro ejemplo, un emisor puede ser colocado sobre un marco de cuadro, convirtiendo un cuadro en un emisor ultrasónico. También, debido a que las películas metalizadas pueden también ser altamente reflectantes, el emisor ultrasónico puede ser hecho en un espejo.

45 Mientras que antes han sido descritas diversas realizaciones de la presente invención debería comprenderse que han sido presentadas a modo de ejemplo solamente, y no de limitación. Igualmente, los diversos diagramas pueden representar un ejemplo arquitectónico u otra configuración para la invención, la cual está hecha para ayudar a entender las características y la funcionalidad que pueden estar incluidas en la invención. La invención no está limitada a las arquitecturas o configuraciones de ejemplo ilustradas, pero las características deseadas pueden ser puestas en práctica usando una variedad de arquitecturas y configuraciones alternativas. En efecto, será evidente a una persona con experiencia en la técnica cómo particionamiento y configuraciones funcionales, lógicas o físicas alternativas pueden ser puestos en práctica para poner en práctica las características deseadas de la presente invención. También, una multitud de diferentes nombres de los módulos constituyentes de la presente invención. 50 También una multitud de nombres de los módulos constituyentes distintos de los aquí representados puede ser aplicada a las diversas particiones. Adicionalmente, con respecto a los diagramas de flujo, las descripciones operativas y las reivindicaciones del método, el orden en el que aquí son presentados los pasos no obligará que diversas realizaciones sean puestas en práctica para realizar la funcionalidad citada en el mismo orden a menos que el contexto lo exija de otra forma.

Aunque la invención está descrita antes en términos de diversas realizaciones y puestas en práctica como ejemplo se debería entender que las diversas características, aspectos y funcionalidad descritos en una o más de las realizaciones individuales no están limitados en su aplicabilidad a la realización particular con la cual están descritos, pero en cambio se puede aplicar, solo o en diversas combinaciones, a una o más de las otras realizaciones de la invención, si o no tales realizaciones estén descritas y si o no tales características son presentadas como siendo una parte de una realización descrita. De este modo, la amplitud y el alcance de la presente invención no estarían limitados por cualquiera de las realizaciones como ejemplo antes descritas.

Los términos y frases usados en este documento, y las variaciones de ellos, a menos que de otro modo sean expresamente declarados, deberían ser interpretados como abiertos al contrario que limitativos. Como ejemplos de lo anterior: el término "incluyendo" debería ser interpretado como significando "incluyendo, sin limitación" o similar; el término "ejemplo" se usa para proporcionar casos como ejemplo del tema en discusión, no una lista exhaustiva o limitativa de los mismos; los términos "un" deberían ser interpretados como significando "al menos uno", "uno o más" o similar; y los adjetivos tales como "convencional", "tradicional", "normal", "patrón", "conocido" y términos de significado similar no deberían ser interpretados como limitando el tema descrito a un período de tiempo dado o a un tema disponible como de un tiempo dado, sino que en lugar de ello debería interpretarse para abarcar tecnologías convencionales, tradicionales, normales, o tipo que pueden ser disponibles o conocidas ahora o en cualquier momento en el futuro. Igualmente, cuando este documento se refiere a tecnologías que serían evidentes o conocidas a una persona de una experiencia ordinaria en la técnica, tales tecnologías abarcan las evidentes o conocidas por el artesano experto ahora o en cualquier momento en el futuro.

La presencia de palabras y frases ampliadas tales como "uno o más", "al menos", "pero no limitado a" u otras frases similares en algunos casos no debe ser interpretada como significando que el caso más limitado es pretendido o requerido en casos en los que tales frases ampliadas pueden estar ausentes. El uso del término "módulo" no implica que los componentes o la funcionalidad descritos o reivindicados como parte del módulo estén todos configurados en un conjunto común. En efecto, cualquiera o todos de los diversos componentes de un módulo, ya sea la lógica de control u otros componentes, pueden ser combinados en un único conjunto o separadamente mantenidos, y pueden además ser distribuidos en múltiples grupos o conjuntos o a través de múltiples ubicaciones.

Adicionalmente, las diversas realizaciones aquí expuestas están descritas en términos de diagramas de bloques, diagramas de flujo y otras ilustraciones como ejemplo. Como será evidente a una persona de una experiencia ordinaria en la técnica después de leer este documento, las realizaciones ilustradas y sus diversas alternativas pueden ser puestas en práctica sin limitación a los ejemplos ilustrados. Por ejemplo, los diagramas de bloques y su descripción aneja no deberían ser interpretados como exigiendo una particular arquitectura o configuración.

**REIVINDICACIONES**

1. Un altavoz de audio ultrasónico (6) que comprende:  
una contraplaca (104) que comprende una primera superficie principal y una zona conductora, comprendiendo además la contraplaca una pluralidad de elementos texturales dispuestos sobre la primera superficie principal; y
  - 5 una capa flexible (46) dispuesta contigua a la primera superficie principal de la contraplaca, comprendiendo la capa flexible una zona conductora (46a) y una zona aislante (46b), en donde la capa flexible está dispuesta contigua a la contraplaca de modo que la zona aislante esté posicionada entre la contraplaca y la zona conductora de la capa flexible, y de modo que haya un volumen de aire entre la capa flexible y las superficies de los elementos texturales;
  - 10 en donde la contraplaca y la capa flexible están configuradas para ser acoplados eléctricamente a una respectiva de un par de líneas de señal que transportan una portadora ultrasónica de audio modulada, y además en donde tras la aplicación de la señal de la portadora ultrasónica modulada la capa flexible es configurada para lanzar una representación de la onda de presión de la señal de la portadora ultrasónica modulada al aire;
  - 15 en donde los elementos texturales comprenden una pluralidad de crestas (120) dispuestas sobre la primera superficie principal de la contraplaca, estando las crestas posicionadas paralelas entre sí yendo a través de toda o parte de la contraplaca con un valle correspondiente dispuesto entre cada par contiguo de crestas paralelas;
  - en donde cada cresta de la pluralidad de crestas comprende dos superficies que se extienden desde los valles contiguos y una porción aplanada que va a lo largo de un pico de la cresta; y
  - en donde una superficie superior (121) de cada cresta de la pluralidad de crestas (121) comprende una pluralidad de puntos altos (125) y depresiones (127) que proporcionan un contorno a la superficie superior.
- 20 2. El altavoz de audio ultrasónico de la reivindicación 1, en donde un valle dispuesto entre un par contiguo de crestas comprende una intersección de superficies contiguas del par de crestas contiguas.
3. El altavoz de audio ultrasónico de la reivindicación 1, en donde un valle dispuesto entre un par contiguo de crestas comprende una superficie radiada entre las superficies contiguas de un par de crestas contiguas.
4. El altavoz de audio ultrasónico de la reivindicación 1, en donde un valle dispuesto entre un par contiguo de crestas comprende una superficie plana entre las superficies contiguas del par de crestas contiguas.
- 25 5. El altavoz de audio ultrasónico de la reivindicación 1, en donde la capa flexible comprende una película metalizada (45).
6. Un emisor electrónico, que comprende:  
un primer polo (46) que comprende un elemento conductor que tiene una superficie texturada; y
  - 30 un segundo polo (45) que comprende una película metalizada dispuesta contigua a la superficie texturada del polo;
  - en donde, tras la aplicación de una portadora ultrasónica audiomodulada el segundo polo está configurado para resonar en respuesta a una señal audiomodulada y para lanzar una representación de la onda de presión de la señal de la portadora ultrasónica modulada al aire;
  - 35 en donde la superficie texturada comprende una pluralidad de crestas (121) dispuestas en una superficie principal de una contraplaca, en donde las crestas están posicionadas paralelas entre sí yendo a través de toda o parte de la contraplaca con un valle correspondiente dispuesto entre cada par contiguo de crestas;
  - en donde cada cresta de la pluralidad de crestas comprende dos superficies que se extienden desde los valles contiguos y una porción aplanada que va a lo largo de un pico de la cresta; y
  - 40 en donde una superficie superior (121) de cada cresta de la pluralidad de crestas comprende una pluralidad de puntos altos (125) y depresiones (127) que proporcionan un contorno a la superficie superior.
7. El emisor electrónico de la reivindicación 6, en donde un valle dispuesto entre un par de crestas contiguas comprende una intersección de superficies contiguas del par de crestas contiguas.
8. El emisor electrónico de la reivindicación 6, en donde un valle dispuesto entre un par contiguo de crestas comprende una superficie radiada entre las superficies contiguas del par de crestas contiguas.
- 45 9. El emisor electrónico de la reivindicación 6, en donde un valle dispuesto entre un par de crestas contiguas comprende una superficie plana entre las superficies contiguas del par de crestas contiguas.

10. Un altavoz de audio ultrasónico que comprende:

una primera capa que tiene una primera superficie principal, una segunda superficie principal y una zona conductora; una segunda capa dispuesta contigua a la primera capa y que tiene una primera superficie principal, una segunda superficie principal y una zona conductora; y

5 una zona aislante dispuesta entre la primera y la segunda capa;

en donde la segunda capa comprende una contraplaca y la contraplaca comprende una pluralidad de elementos texturales;

10 en donde los elementos texturales comprenden una pluralidad de crestas (120) dispuestas sobre una superficie principal de la contraplaca, en donde las crestas están posicionadas paralelas entre sí yendo a través de toda o parte de la contraplaca con un valle correspondiente dispuesto entre cada par contiguo de crestas paralelas;

en donde cada cresta de la pluralidad de crestas (120) comprende dos superficies que se extienden desde los valles contiguos y una porción aplanada que va a lo largo de un pico de la cresta; y

en donde una superficie superior (121) de cada cresta de la pluralidad de crestas comprende una pluralidad de puntos altos (125) y depresiones (127) que proporcionan un contorno a la superficie superior.

15 11. El altavoz de audio ultrasónico de la reivindicación 10, en donde la primera capa comprende una capa flexible dispuesta contigua a los elementos texturales de la contraplaca, la capa flexible tiene una zona conductora y una zona aislante, en donde la capa flexible está dispuesta contigua a la contraplaca de modo que la zona aislante esté posicionada entre la contraplaca y la zona conductora de la capa flexible y de forma que haya un volumen de aire entre la capa flexible y las superficies de los elementos externos.

20 12. El altavoz de audio ultrasónico de la reivindicación 10, en donde el arco de las capas primera y segunda está cada uno configurado para ser acoplado a uno respectivo de un par de líneas de señal que llevan una portadora ultrasónica modulada de audio, y además, en donde, tras la aplicación de la portadora ultrasónica modulada de audio la primera capa es configurada para lanzar una representación de una onda de presión de la señal de la portadora ultrasónica modulada al aire.

25

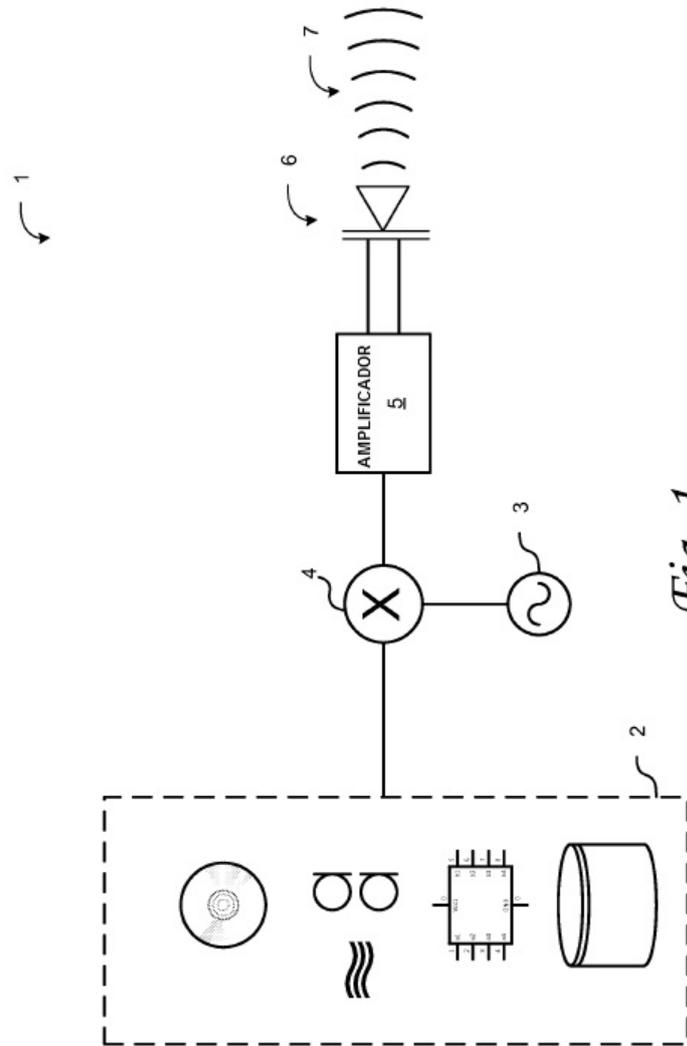


Fig. 1

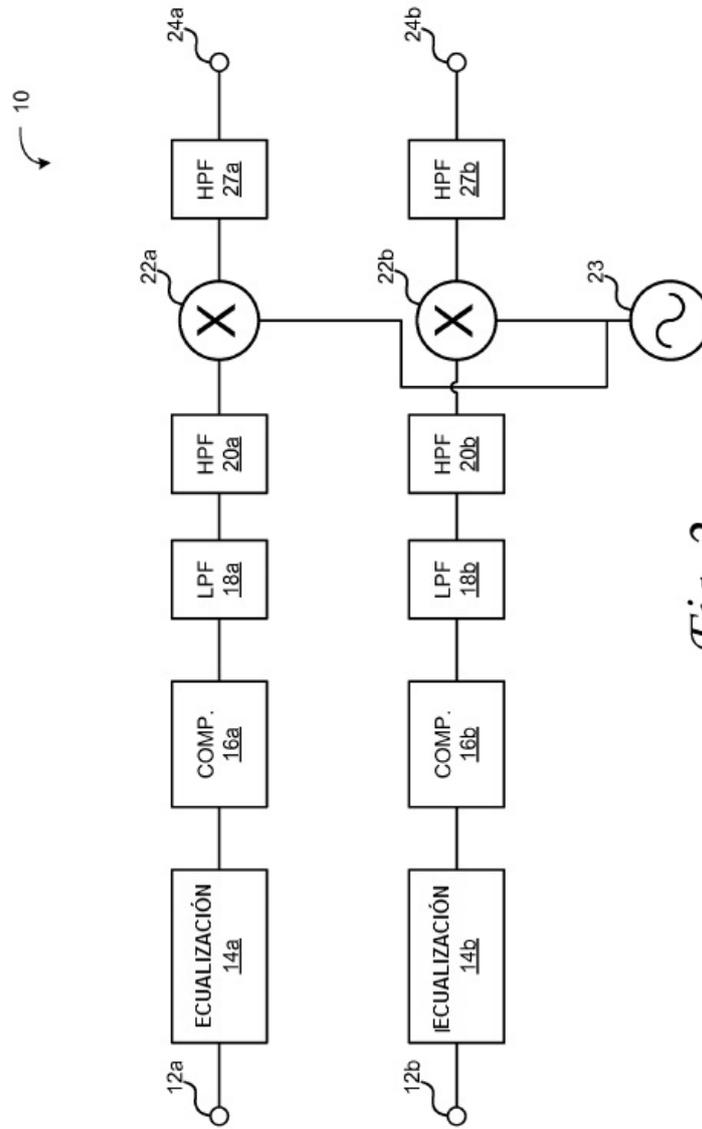
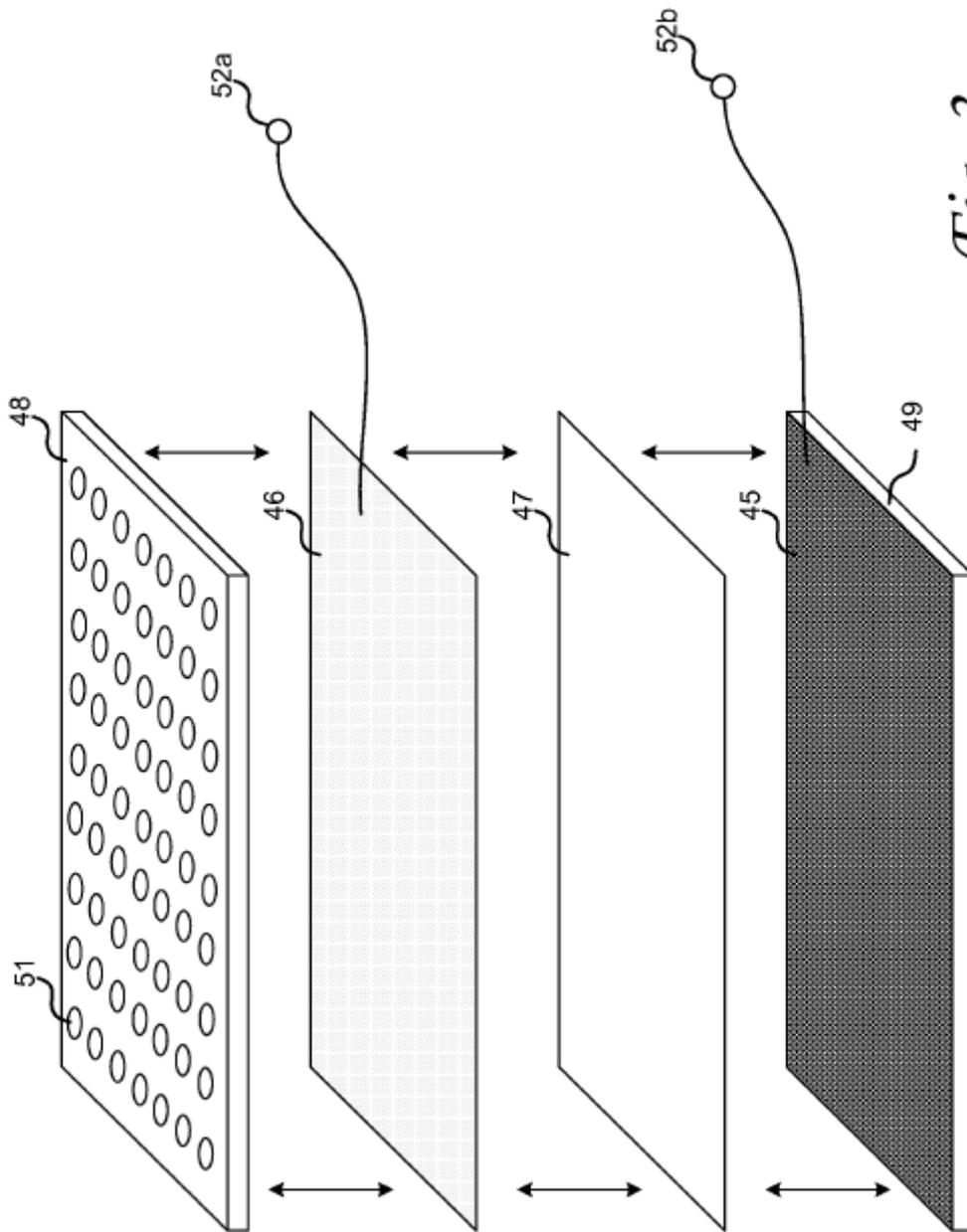
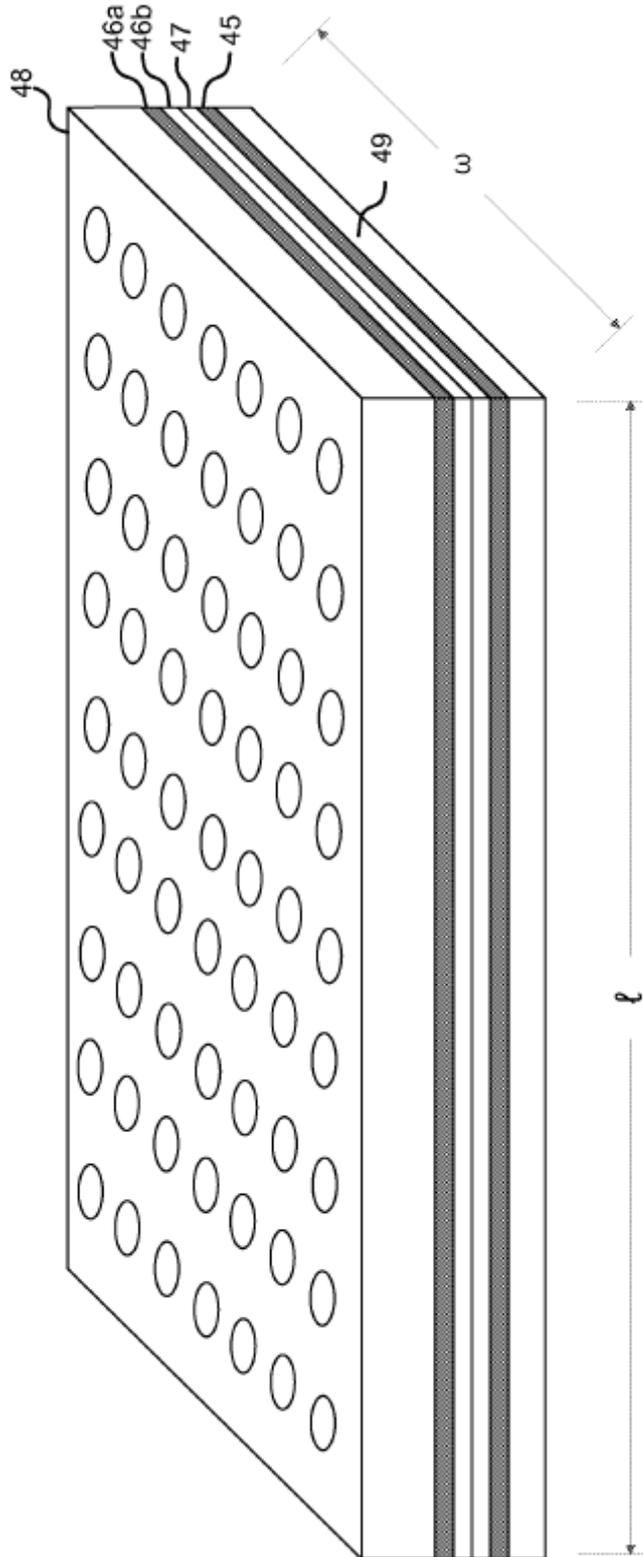


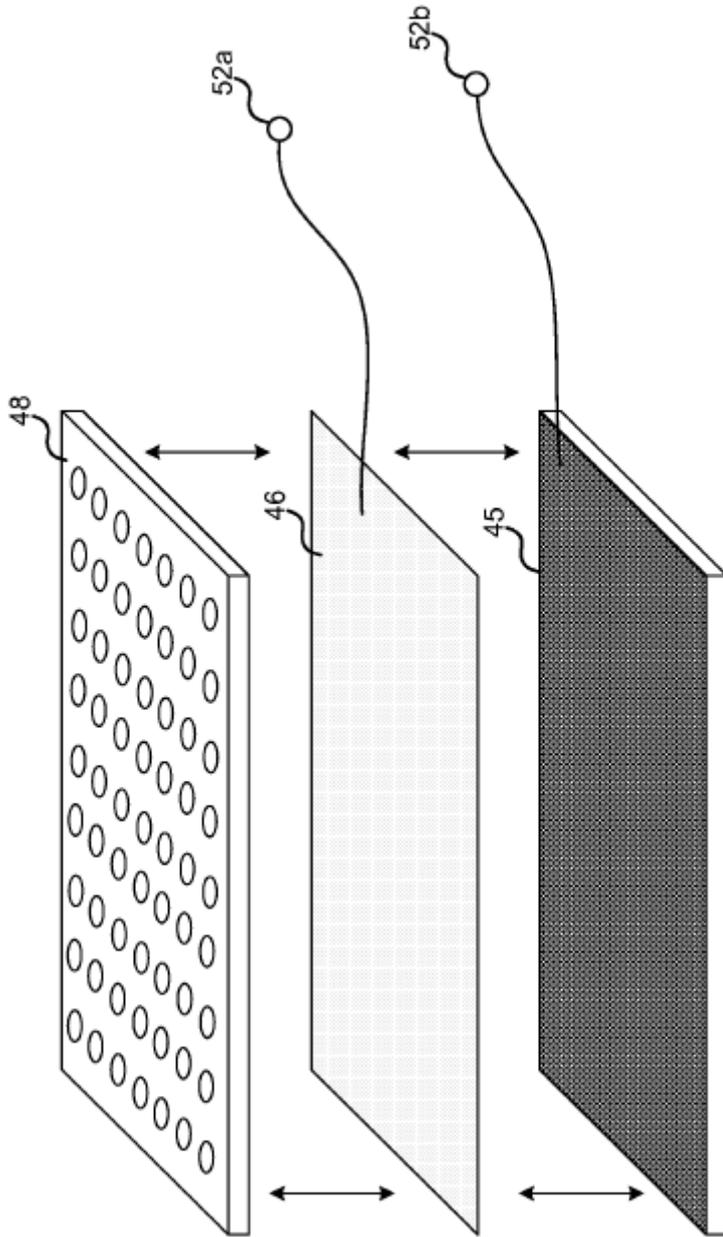
Fig. 2



*Fig. 3*



*Fig. 4*



*Fig. 5*

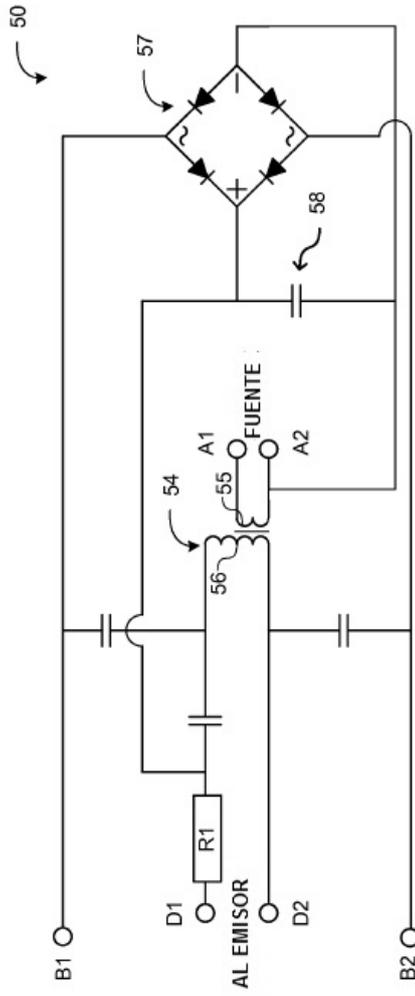


Fig. 6A

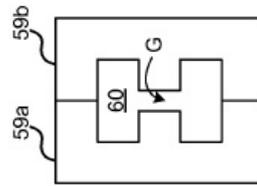


Fig. 6C

53

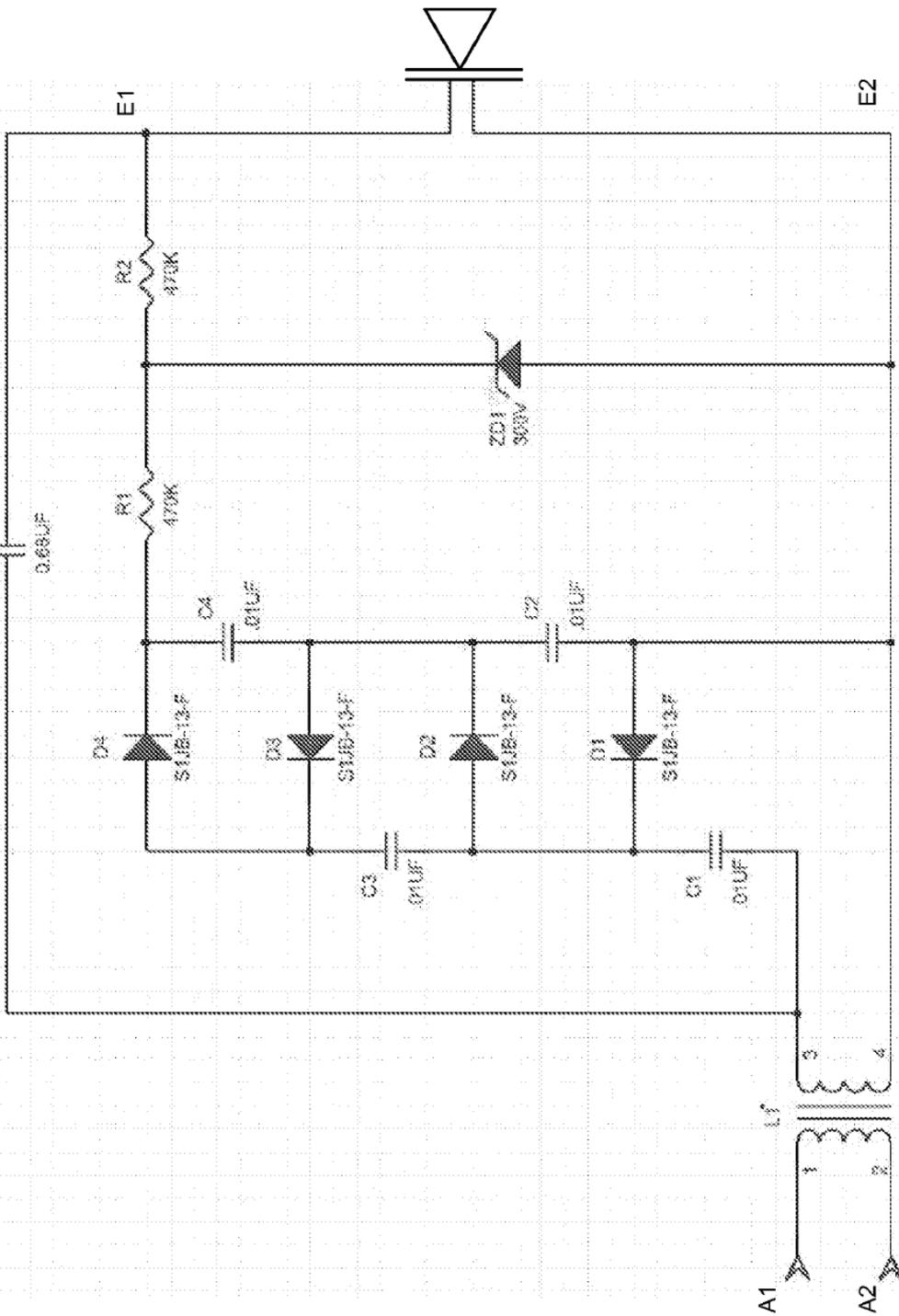
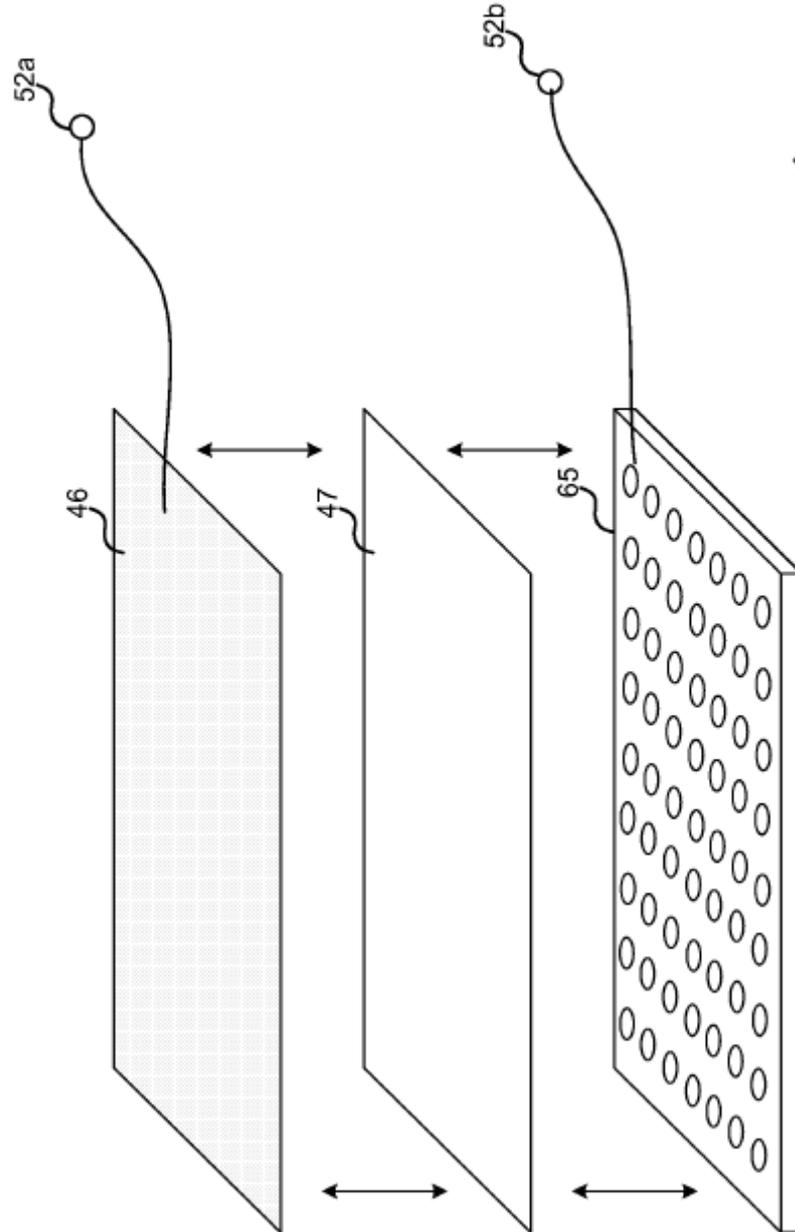
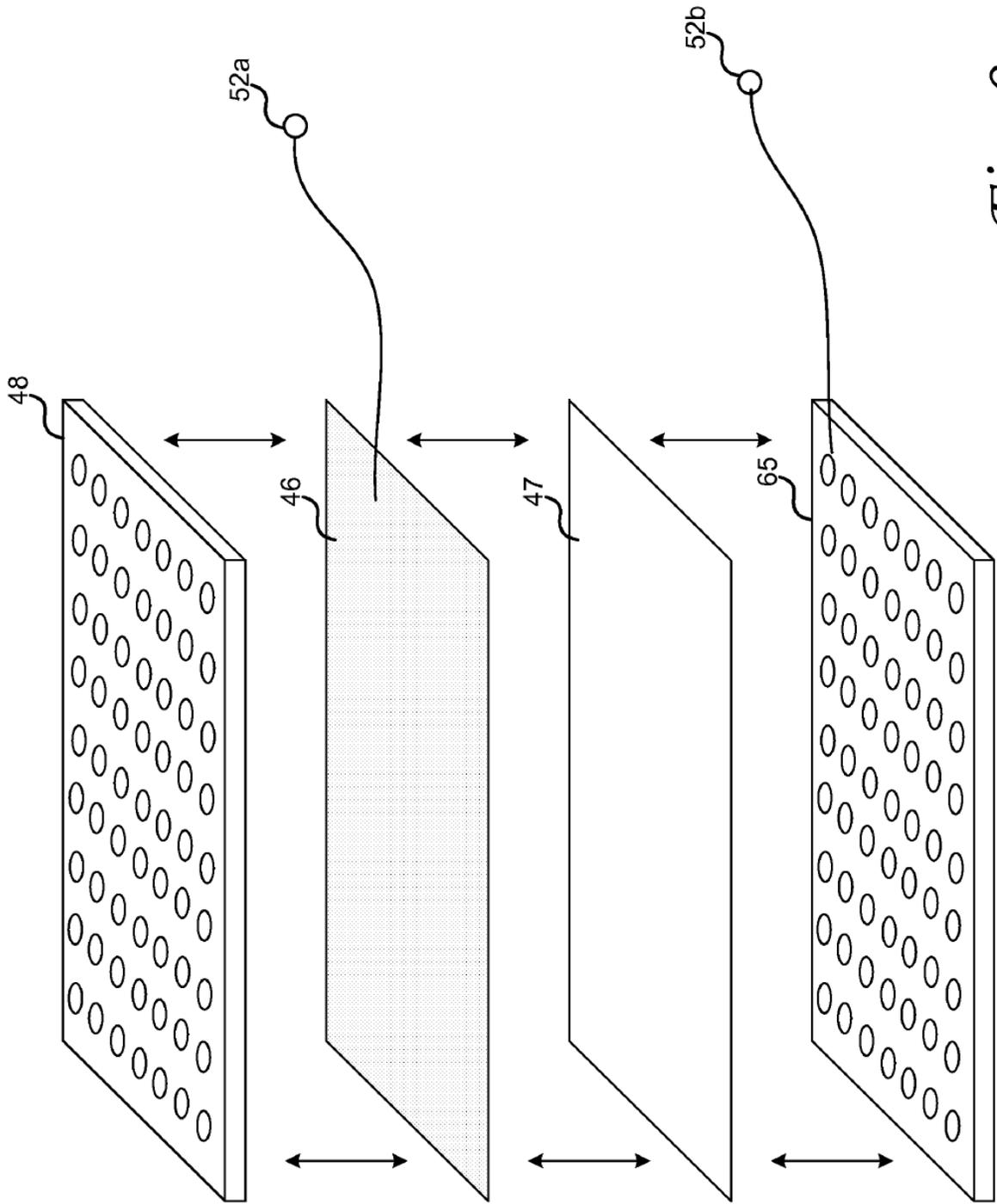


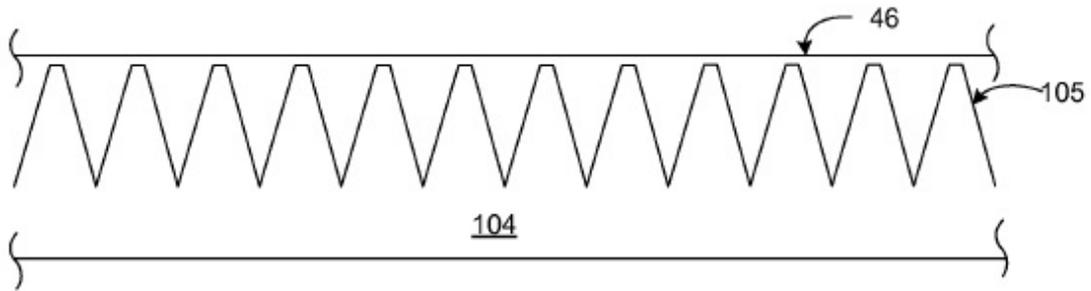
Fig. 6B



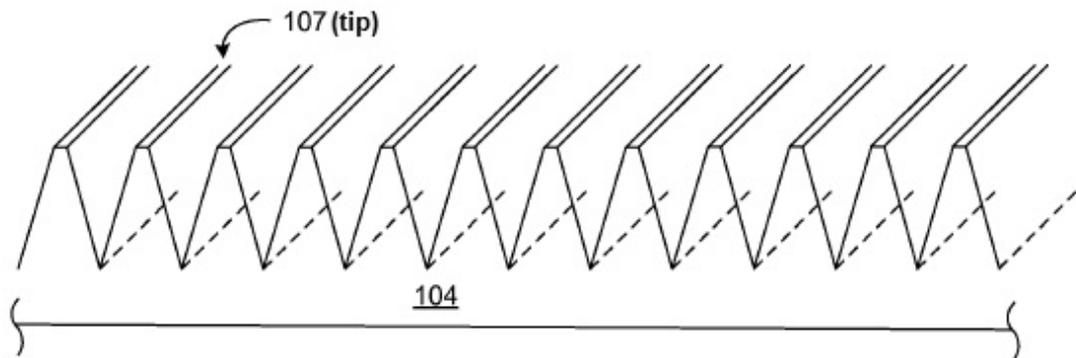
*Fig. 7*



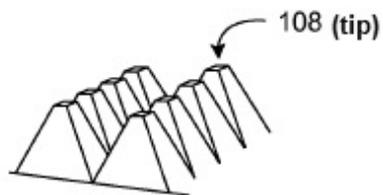
*Fig. 8*



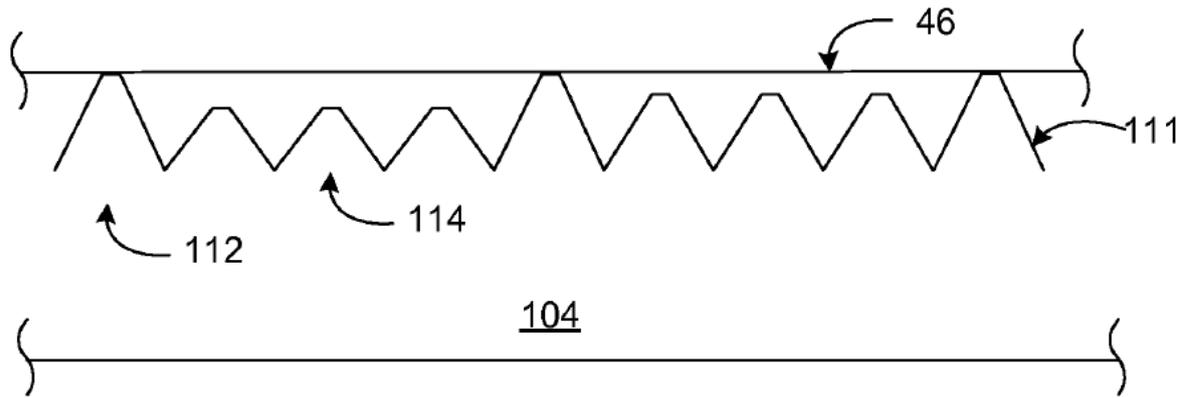
*Fig. 9A*



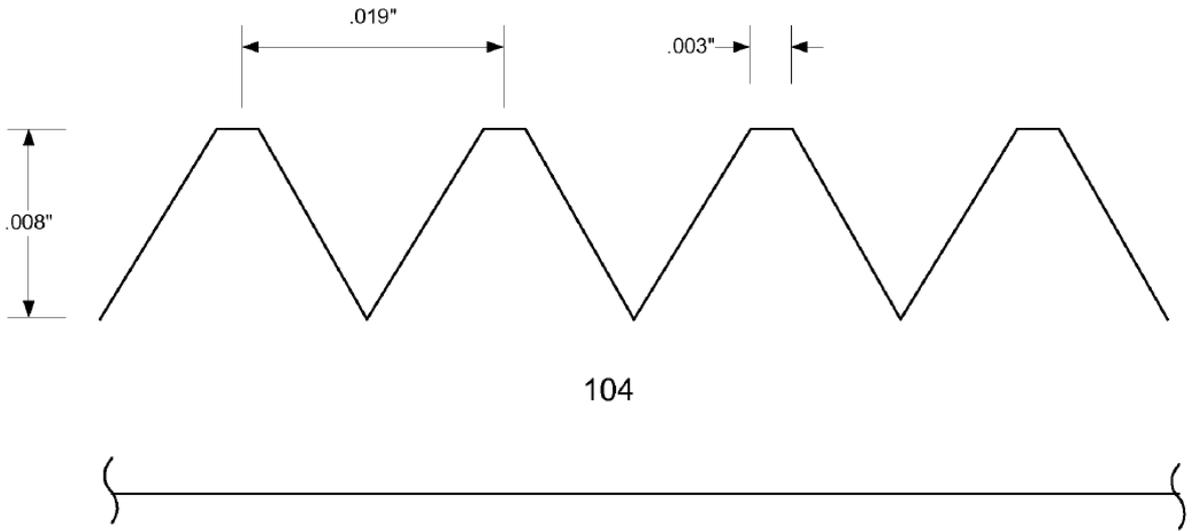
*Fig. 9B*



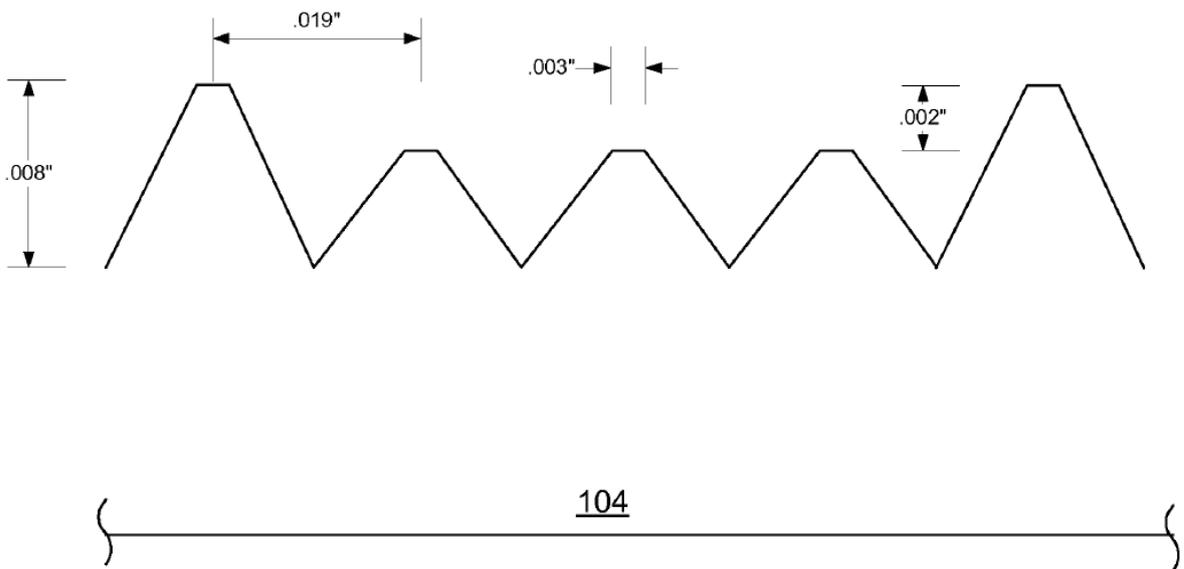
*Fig. 9C*



*Fig. 10*



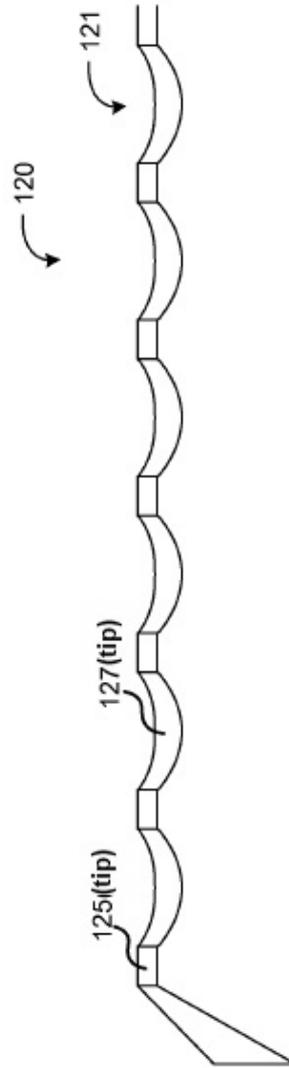
*Fig. 11A*



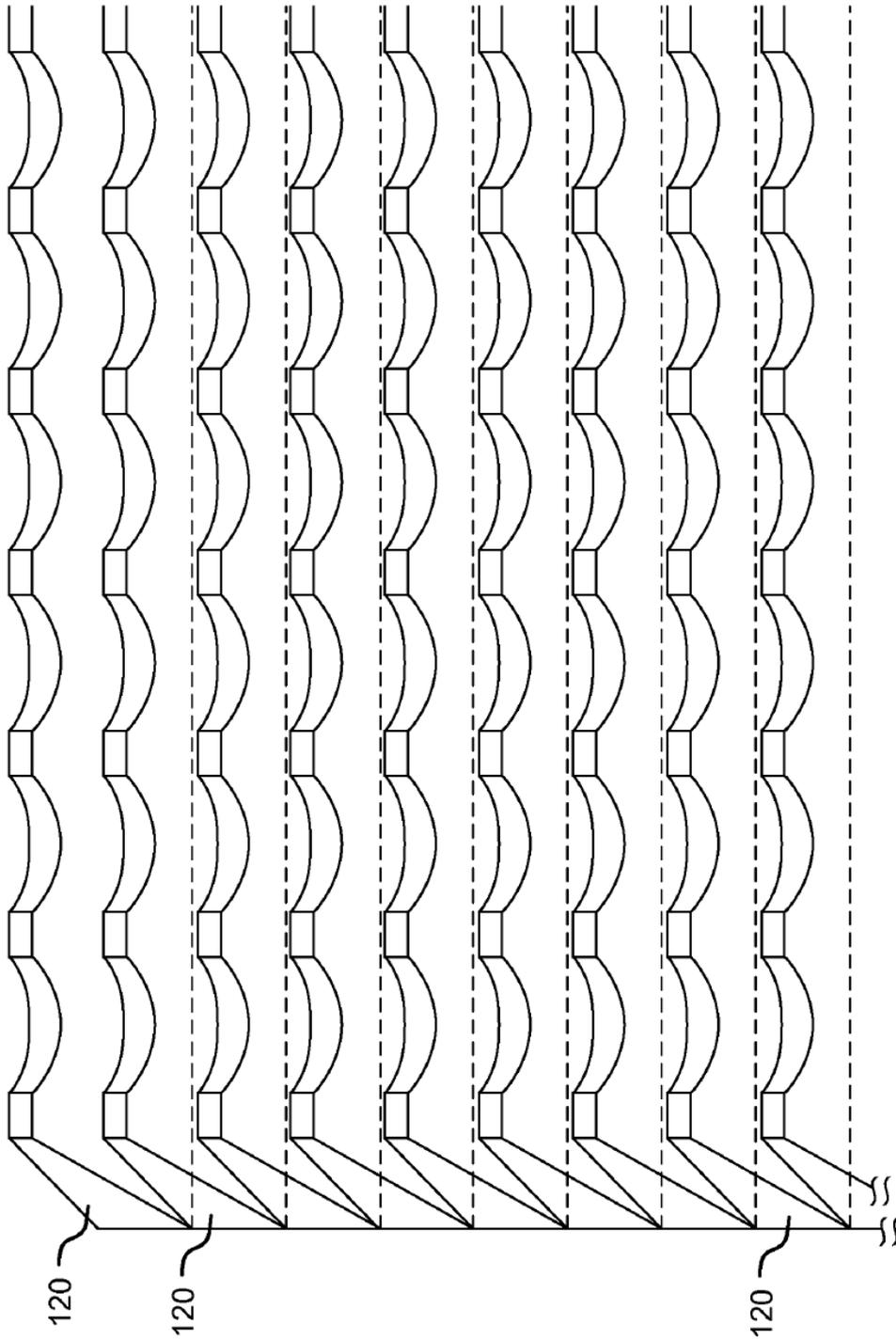
*Fig. 11B*



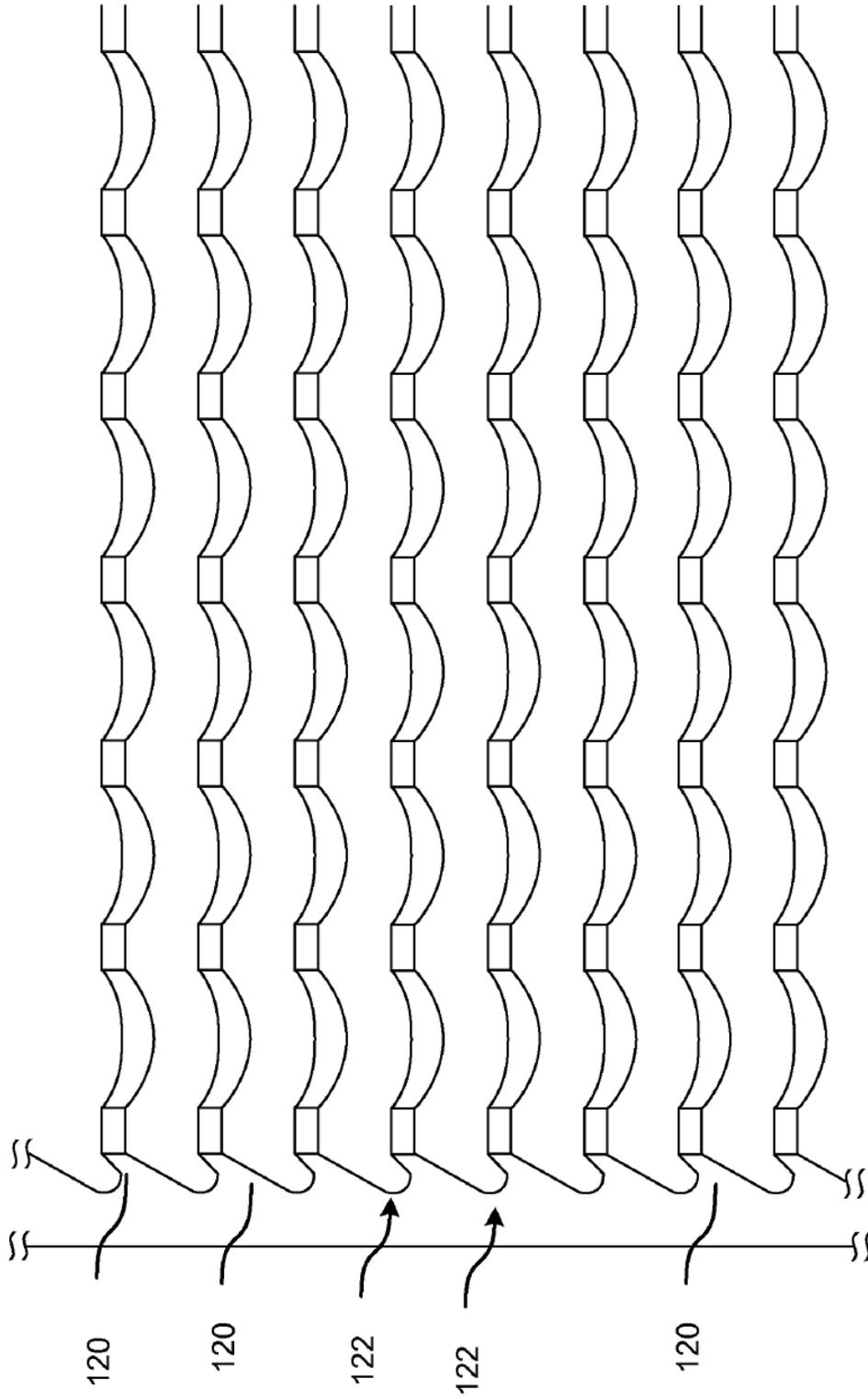
*Fig. 12A*



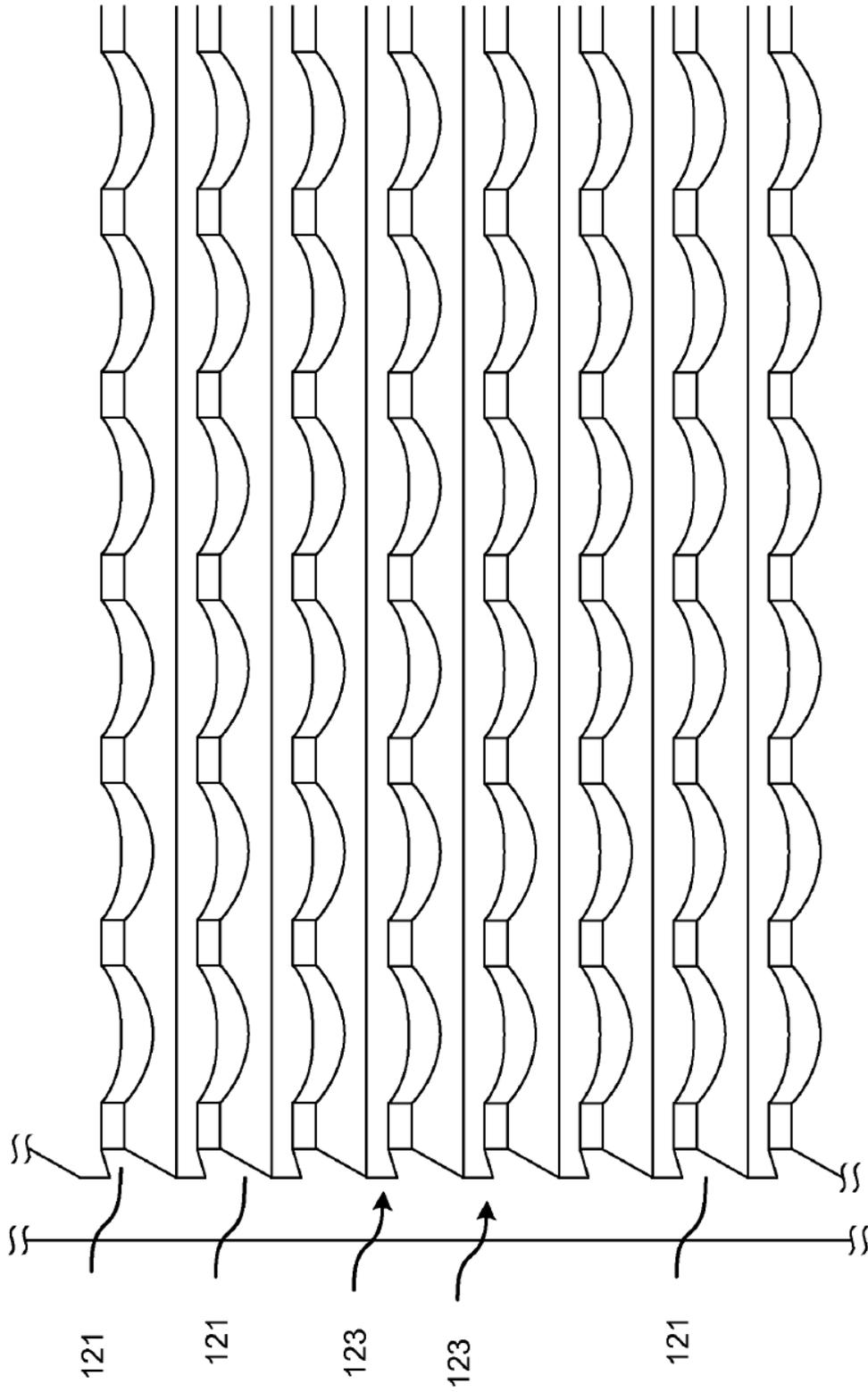
*Fig. 12B*



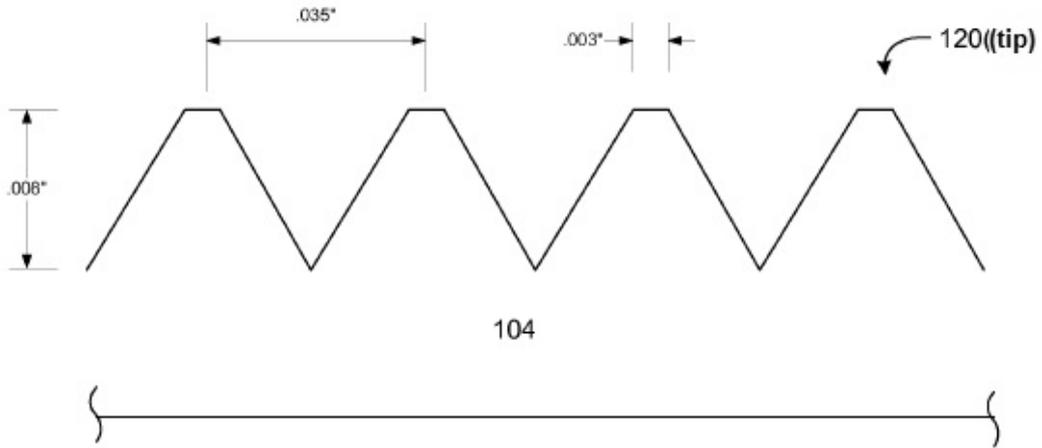
*Fig. 13*



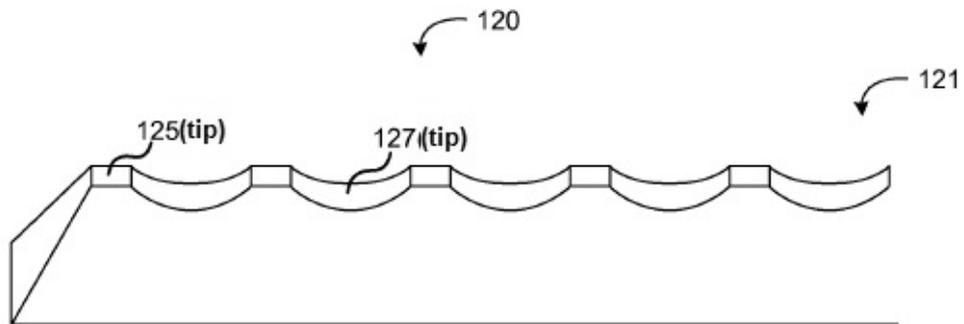
*Fig. 14*



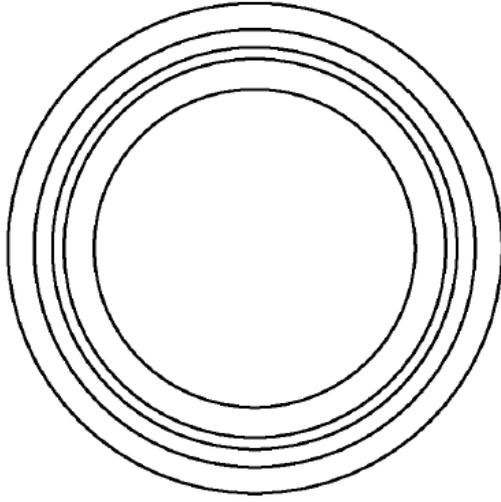
*Fig. 15*



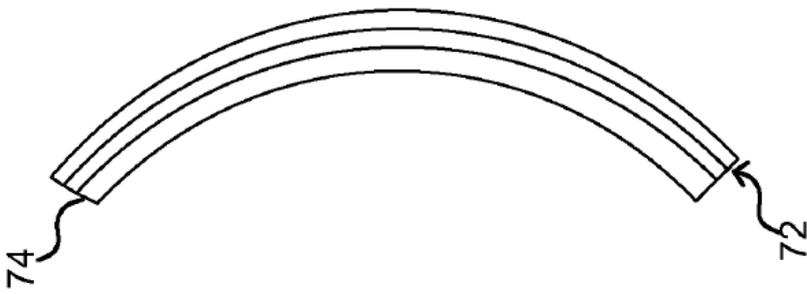
*Fig. 16A*



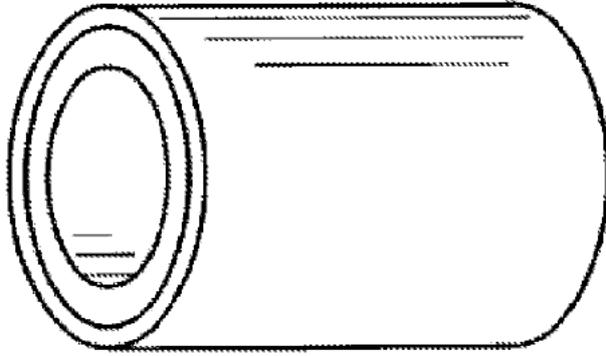
*Fig. 16B*



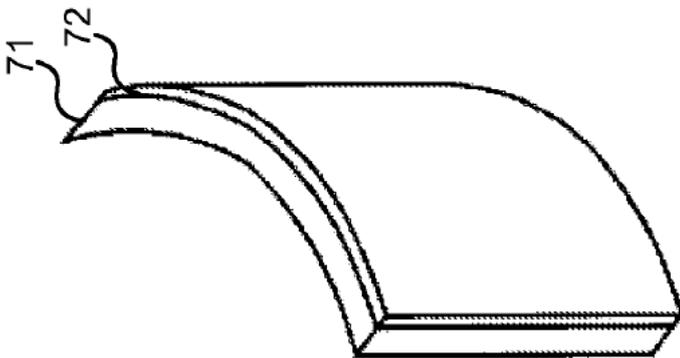
*Fig. 17B*



*Fig. 17A*



*Fig. 18B*



*Fig. 18A*