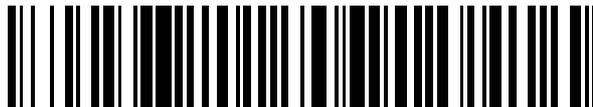


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 851**

51 Int. Cl.:

G10H 3/18 (2006.01)

G10H 3/14 (2006.01)

G10D 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2006 E 06802933 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.11.2014 EP 1922715**

54 Título: **Fonocaptor inclinado para guitarra digital**

30 Prioridad:

09.09.2005 US 223778

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

06.03.2015

73 Titular/es:

**GIBSON BRANDS, INC. (100.0%)
309 Plus Park Boulevard
Nashville, TN 37217, US**

72 Inventor/es:

**JUSZKIEWICZ, HENRY E. y
KALETA, JEFFREY P.**

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 530 851 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

Fonocaptor inclinado para guitarra digital.

Campo técnico

5 La presente invención versa en general sobre instrumentos musicales de cuerda, fonocaptore de reluctancia para instrumentos musicales de cuerda y equipos instrumentales. Más en particular, la presente invención versa sobre guitarras, fonocaptore de guitarra y equipos de guitarra. Aún más en particular, la presente invención versa sobre guitarras digitales, fonocaptore multiseñal para guitarra y dispositivos de interconexión para guitarras digitales.

Técnica antecedente

10 Los instrumentos de cuerda, como las guitarras, son bien conocidos en la técnica e incluyen una amplia variedad de tipos y diseños diferentes. Por ejemplo, la técnica anterior incluye diversos tipos de guitarras acústicas y eléctricas. Normalmente, estas guitarras están adaptadas para recibir señales de audio analógico, tales como señales de micrófonos analógicos, y producir señales de audio analógico, tales como señales analógicas de cuerdas (señales de audio analógico generadas por fonocaptore de guitarra cuando se rasguean las cuerdas de la guitarra).

15 La técnica anterior, tal como el documento JP 11015472, incluye guitarras monofónicas, es decir, guitarras que producen una única señal de cuerda cuando se rasguean una o más de las cuerdas de guitarra montadas en la guitarra. La técnica anterior también incluye guitarras que producen una única señal de cuerda para cada cuerda montada en una guitarra. Este tipo de guitarra se denomina generalmente guitarra polifónica.

20 La guitarra tradicional tiene varias cuerdas de guitarra que están fijadas por cada extremo y mantenidas bajo tensión para vibrar a la frecuencia apropiada. Las cuerdas de guitarra están soportadas en un puente sobre un transductor o fonocaptor. En un fonocaptor polifónico, cada sensor está dedicado a una cuerda diferente de la guitarra. Los dos tipos comunes usados para este fin son los fonocaptore piezoeléctricos y los magnéticos. En las guitarras eléctricas con fonocaptore polifónicos magnéticos, las cuerdas de la guitarra normalmente no tocan los fonocaptore. Normalmente, cada transductor incluye un imán permanente, que crea un campo magnético, y una bobina eléctrica, que se sitúa dentro del campo magnético. Para cada transductor, las correspondientes cuerdas están construidas de material magnéticamente permeable y el transductor está montado en la guitarra de modo que al menos una cuerda seleccionada atraviese el campo magnético de cada transductor. Cuando es tañida, la cuerda vibra, haciendo que el material magnéticamente permeable se mueva por el campo magnético, produciendo un flujo magnético oscilante en los devanados de las correspondientes bobinas. Así, por medio de la inducción magnética, la vibración de las cuerdas de la guitarra que se mueven dentro de las líneas de flujo magnético que emanan del fonocaptor hace que se genere una señal eléctrica dentro de la bobina del fonocaptor.

30 Los transductore de tipo de reluctancia variable se usan a menudo para medir o detectar la velocidad de un blanco ferromagnético móvil. Cuando el blanco tiene solo un grado de libertad, tal como un movimiento en una dirección hacia arriba o hacia abajo, la dirección de la velocidad del blanco puede determinarse a partir de la polaridad de la tensión inducida en la bobina sensora del transductor y la magnitud de la velocidad es proporcional a la tensión detectada. Sin embargo, si el blanco, tal como una longitud seleccionada de una cuerda de guitarra en vibración, tiene dos grados de libertad, entonces el blanco puede moverse ya sea en una dirección hacia arriba o hacia abajo, o en una dirección de izquierda a derecha o en cualquier combinación vectorial de las mismas. Se describe tal movimiento de la cuerda en cualquier punto concreto de su longitud como un vector variable en el plano X-Y normal a la cuerda en ese punto. Este vector variable es separable en un vector componente x y un vector componente y, siendo los ejes x e y direcciones axiales cartesianas arbitrarias. Usando un único transductor convencional de reluctancia con un campo magnético simétrico, no puede determinarse la dirección del movimiento a partir de la polaridad de la tensión inducida, ni la magnitud de la tensión inducida representa con precisión la magnitud de la velocidad del blanco.

45 Cuando se puntea y se suelta una cuerda de guitarra, un punto dado de la cuerda vibra en múltiples direcciones en el plano transversal. El plano transversal, o plano X-Y, es el plano perpendicular al eje de la cuerda. El recorrido de la vibración de la cuerda puede ser, por ejemplo, una elipse en precesión en el plano X-Y. Los fonocaptore polifónicos magnéticos convencionales de guitarra responden fundamentalmente a las vibraciones de las cuerdas que se producen a lo largo de un eje primario, tal como el eje vertical —acercándose al fonocaptor y alejándose del mismo—. También responden, pero con menor sensibilidad, a las vibraciones de las cuerdas que se producen a lo largo de un eje secundario normal al eje primario, tal como el eje horizontal —en el plano definido por las cuerdas—. Como consecuencia de esta insensibilidad de ejes transversales, las vibraciones de las cuerdas en diferentes direcciones inducen tensiones de escala diferente en la bobina sensora que están inseparablemente mezcladas en la señal de salida. Este inconveniente de los fonocaptore magnéticos convencionales de un único transductor limita los parámetros medibles del rendimiento de los fonocaptore, que incluyen: la respuesta de frecuencia y la respuesta dinámica (es decir, la respuesta de la relación señal-ruido). Como ejemplo demostrativo, las vibraciones de cuerdas con gran amplitud en una dirección casi horizontal pueden ser indistinguibles de las que tienen una amplitud pequeña en una dirección casi vertical. El fonocaptor puede responder con sensibilidades diferentes a las vibraciones de cuerdas de amplitudes iguales en direcciones diferentes.

La insuficiencia de los fonocaptos convencionales de guitarra en la detección representativa de la vibración transversal de las cuerdas en dos grados de libertad ha sido reconocida por otros inventores en la técnica anterior. Se muestra un ejemplo de fonocaptor multipolar para una sola cuerda en la patente estadounidense nº 4.348.930, expedida a Chobanian y otros, el 14 de septiembre de 1982, titulada "Transducer For Sensing String Vibrational Movement In Two Mutually Perpendicular Planes". Esa patente enseña piezas polares dedicadas y bobinas separadas que son sensibles a la vibración en dos planos separados y perpendiculares entre sí. Se reivindica que cuando la cuerda vibra en el plano sensible de uno de los sensores, se producen cambios significativamente mayores en el flujo magnético en una pieza polar que en la otra pieza polar.

Con la patente estadounidense nº 4.534.258, titulada "Transducer Assembly Responsive To String Movement In Intersecting Planes", Norman J. Anderson describe un fonocaptor magnético diseñado para determinar todo el movimiento transversal de la cuerda. Además, en este diseño, cada bobina es máximamente sensible a la vibración de la cuerda en un primer plano y mínimamente sensible a la vibración de la cuerda en un segundo plano que cruza el primer plano. Anderson explica que estos planos principales son preferentemente perpendiculares y con ángulos de -45 grados y +45 grados con respecto a la superficie superior de cuerpo de la guitarra. Las señales inducidas por las vibraciones de todas las cuerdas en un conjunto de bobinas se combinan en un canal de audio, y las señales inducidas por la vibración de todas las cuerdas en el otro conjunto de bobinas se combinan en el segundo canal de audio.

El documento US 2004/0168566 A1 da a conocer un fonocaptor multiseñal para guitarra. El fonocaptor incluye un conjunto de bobinas para cada cuerda que es capaz de generar dos señales que pueden combinarse entre sí de forma predeterminada para generar una señal en el plano x y otra en el plano y.

El documento US 4.499.809 da a conocer un transductor adaptado a instrumentos musicales sin trastes, instrumentos con trastes no conductores o un recubrimiento no conductor de cuerdas, con dos o más cuerdas susceptibles de vibrar de material magnéticamente permeable. Las cuerdas atraviesan un campo magnético. El movimiento de las cuerdas genera corriente en las cuerdas. El campo magnético es proporcionado por imanes conformados para concentrar el campo en las porciones de las cuerdas generadoras de señales.

En la patente estadounidense nº 5.206.449, titulada "Omniplanar Pickup for Musical Instruments", Richard E. D. McClish describe una disposición similar de sensores magnéticos para lograr una sensibilidad omniplanaria a la vibración de las cuerdas. Según esa invención, se combinan las señales de dos bobinas después de que se aplica un desfase a una de las señales con respecto a la otra. Los campos de flujo se acoplan por proximidad y se cruzan en la cuerda, de modo que ambas bobinas sensoras responden a la vibración de la cuerda en cualquier dirección, y responden con niveles diferentes de sensibilidad.

La patente estadounidense nº 6.392.137, de Isvan, y transferida al cesionario de la presente invención, describe un fonocaptor de tres bobinas que es sensible tanto a las vibraciones en el plano de cuerdas como a las vibraciones perpendiculares al plano de cuerdas. El fonocaptor de Isvan incluye dos bobinas de fonocaptor, cada una con una pieza polar de polaridad similar y polarizada horizontalmente en direcciones opuestas entre sí, y una tercera pieza polar que tiene una polaridad opuesta. El sistema electrónico de Isvan resta las señales de las bobinas primera y segunda para crear una señal que representa las vibraciones en el plano de cuerdas y combina las señales procedentes del primer fonocaptor y del segundo fonocaptor para determinar las vibraciones de las cuerdas perpendiculares al plano de cuerdas. En una realización de la invención, el transductor usa un polo del fonocaptor como una selleta de puente para soportar la cuerda de la guitarra. El polo de la selleta del fonocaptor se construye de un material magnéticamente permeable. El polo de la selleta hace que las líneas de flujo magnético sean llevadas en gran parte por la cuerda de la guitarra y permite una reducción en el requisito de energía magnética total para que el imán permanente del fonocaptor reduzca la diafonía entre sensores adyacentes de cuerdas dentro de un fonocaptor polifónico.

Cada una de las patentes de la técnica anterior citadas en lo que antecede intenta solucionar el problema de detección X-Y con distintos grados de éxito, resolviendo el vector variable de la vibración de la cuerda en ejes ortogonales detectados de forma diferente por las dos o más bobinas de un fonocaptor. Dependiendo del sistema de la técnica anterior, los componentes de movimiento x y movimiento y son medidos directamente como señales de bobinas separadas, cada una proporcional a un vector de movimiento x o a un vector de movimiento y, o bien los componentes de movimiento x y movimiento y son separados electrónicamente mediante desfase u otro tratamiento de señales de las señales de las bobinas. Ambos enfoques de la técnica anterior tienen inconvenientes. Un enfoque requiere configuraciones de bobinas más complicadas; el otro enfoque requiere un tratamiento eléctrico más complicado.

Se precisa, entonces, un transductor para una cuerda vibratoria que se dirija particularmente hacia un medio simple y rentable de optimización de la detección del movimiento X-Y y, así, de los parámetros medibles del rendimiento del transductor, que incluyen: la respuesta de frecuencia, la respuesta dinámica (es decir, la respuesta de la relación señal-ruido).

Estos fonocaptos magnéticos de la técnica anterior también pueden padecer una significativa diafonía magnética entre las cuerdas debido a la disposición y la sensibilidad de las bobinas. La diafonía puede ocurrir cuando un

transductor detecta la vibración de cuerdas adyacentes además de la de la situada inmediatamente encima del transductor en cuestión. Esto puede estar causado porque la vibración de la segunda cuerda afecte al campo magnético en la bobina del primer transductor, y también puede estar causado porque el flujo magnético parásito del segundo transductor afecte a las lecturas de la bobina del primer transductor.

- 5 Se necesita, entonces, un transductor para una cuerda vibratoria que se dirija particularmente hacia un medio simple y rentable de reducción de la diafonía entre cuerdas mientras se optimiza la detección del movimiento X-Y y, así, de los parámetros medibles del rendimiento del transductor, que incluyen: la respuesta de frecuencia, la respuesta dinámica (es decir, la respuesta de la relación señal-ruido).

Divulgación de la invención

- 10 En una realización preferente de la presente invención se monta un transductor de reluctancia novedoso debajo de una cuerda seleccionada de una guitarra. Un par de piezas polares alargadas paralelas, cada una de polaridad magnética opuesta, y un par de bobinas correspondientes devanadas en sentido opuesto forman el transductor. Cuando se monta en la guitarra, el transductor de piezas polares gemelas se centra debajo de la cuerda seleccionada y es girado de forma que las piezas polares alargadas paralelas estén desplazadas con respecto al eje de la cuerda en reposo un ángulo seleccionado para optimizar al menos un parámetro medible del rendimiento del conjunto transductor durante el tañido de la cuerda de la guitarra. Tales parámetros de rendimiento incluyen la separación entre canales, la respuesta de frecuencia y la respuesta dinámica.

- 20 En una realización más preferente, las piezas polares primera y segunda son piezas polares de tipo cuchilla que tienen extremos rectangulares alineados de modo que la superficie superior del transductor sea rectangular. Dos carretes transductores proporcionan núcleos que reciben las piezas polares y una cavidad base que recibe un imán permanente. El transductor incluye, además, dos bobinas eléctricas conectadas en serie y devanadas en direcciones opuestas alrededor de los carretes y las piezas polares. En esta configuración, las bobinas primera y segunda convierten los cambios detectados en el campo magnético en las correspondientes señales eléctricas primera y segunda.

- 25 Sin entrar en consideraciones teóricas, las piezas polares alargadas producen lóbulos alargados primario y secundario en el campo magnético que tienen propiedades excepcionales en esta aplicación a los transductores de fonocaptor. Al cambiar la orientación de un transductor debajo de la cuerda magnéticamente permeable seleccionada, se altera el ángulo con el que la cuerda en vibración cruza las líneas del campo magnético, como se altera el número de líneas del campo cruzadas durante tales vibraciones.

- 30 Un aspecto novedoso de la presente invención es que puede seleccionarse el ángulo de orientación para optimizar la detección del movimiento X-Y para un transductor dado. Sin entrar en consideraciones teóricas, cabe esperar que, en una realización preferente, se seleccione el ángulo de orientación de modo que la proporción del vector de movimiento y con respecto al vector de movimiento x sea aproximadamente igual a un múltiplo entre 0,5 y 2,0 de la proporción del vector de flujo y con respecto al vector de flujo x. Más preferentemente, se selecciona el ángulo de orientación de modo que la proporción del vector de movimiento y con respecto al vector de movimiento x sea aproximadamente igual a la proporción del vector de flujo y con respecto al vector de flujo x. Esta característica novedosa tiene la ventaja de captar la mayoría de movimiento X-Y sin necesidad del tratamiento mediante un circuito sofisticado ni del diseño de la pieza polar/bobina de la técnica anterior.

- 40 Un segundo aspecto novedoso de la presente invención es que puede seleccionarse el ángulo de orientación para optimizar la respuesta dinámica/relación señal-ruido obtenibles para un transductor dado. Sin entrar en consideraciones teóricas, cabe esperar que se seleccione el ángulo de orientación de modo que se maximice el flujo magnético total creado por una vibración de una longitud detectada de la cuerda seleccionada dentro de la porción primaria del campo magnético. Esta característica novedosa tiene la ventaja de aumentar la sensibilidad al movimiento detectado de la cuerda sin aumentar la sensibilidad a ruido magnético ambiente no direccional y, así, de aumentar la respuesta dinámica/relación señal-ruido obtenibles para un transductor dado.

- 45 Un tercer aspecto novedoso de la invención es que se puede seleccionar el ángulo de orientación de modo que se minimice la porción del campo magnético cruzada por las cuerdas adyacentes. Este tercer aspecto novedoso maximiza la separación entre canales (es decir, minimiza la diafonía o las señales de ruido procedentes de cuerdas adyacentes 106) obtenible para un transductor dado.

- 50 Por último, un cuarto aspecto novedoso empírico de la presente invención es que se puede seleccionar el ángulo de orientación de modo que se produzca una respuesta de frecuencia "plana" (es decir, sin distorsión de la curva de respuesta de frecuencia) en el intervalo de frecuencias del transductor.

La Fig. 1 es una vista en planta de una guitarra que tiene montados varios de los transductores novedosos de reluctancia en la guitarra debajo de las cuerdas.

- 55 La Fig. 2 es una vista en sección transversal de la guitarra de la Fig. 1.

La Fig. 3 es una vista en detalle de la guitarra de la Fig. 1 que muestra un único transductor novedoso de reluctancia dispuesto debajo de una cuerda seleccionada.

5 La Fig. 4 es una vista en planta de un transductor de reluctancia de tipo cuchilla dispuesto debajo de una cuerda seleccionada.

La Fig. 5 es una vista oblicua del transductor de la Fig. 4 que muestra los polos permeables y el imán permanente del transductor en una relación espacial operacional con respecto a la cuerda seleccionada.

10 La Fig. 6 es una vista en sección transversal del transductor de la Fig. 4.

La Fig. 7 es una vista oblicua de un conjunto fonocaptor polifónico que tiene varios de los transductores de la Fig. 4.

15 La Fig. 8 es un diagrama de bloques del conjunto de circuitos del conjunto fonocaptor de la Fig. 7 conectado a un circuito de procesamiento digital.

La Fig. 9 es una vista en planta de una línea de flujo representativa del campo magnético del transductor de la Fig. 4 dispuesta debajo de la cuerda seleccionada con un ángulo de orientación óptimo.

20 La Fig. 10 es una vista en planta de una línea de flujo representativa del campo magnético del transductor de la Fig. 4 dispuesta debajo de la cuerda seleccionada y en alineamiento con la misma.

Mejor modo de realización de la invención

25 Las Figuras 1 y 2 muestran una guitarra eléctrica 100 que tiene un conjunto fonocaptor polifónico 50 novedoso que incluye seis conjuntos transductores 10 de reluctancia inclinados según una realización de la presente invención. Esta guitarra 100 incluye seis cuerdas magnéticamente permeables 102 que se extienden separadas uniformemente entre sí de forma generalmente paralela un tramo sobre la superficie 110 del instrumento 100, definiendo un plano 108 de cuerdas. Según se muestra para una cuerda 102 y un plano vertical 112 de referencia en la Fig. 2, para cada una de las seis cuerdas 102 puede definirse un correspondiente plano vertical separado 112 como un plano 112 que se extiende a lo largo de la respectiva cuerda 102 y generalmente normal al plano 108 de cuerdas. Por lo tanto, los planos verticales 112 de referencia son normales cada uno a la superficie 110 de la guitarra 100. Estos planos de referencia son útiles en la descripción de las relaciones espaciales de los conjuntos transductores 10 de la presente invención.

30 La Fig. 3 muestra una realización del transductor 10 de reluctancia usado en la presente invención montado debajo de una correspondiente cuerda seleccionada 104 y una segunda cuerda 106 separada próxima adyacente a la primera cuerda 104. Las Figuras 4 y 6 muestran vistas detalladas en planta y en sección transversal del transductor 10 de la Fig. 3. La Fig. 5 muestra una vista oblicua de los componentes magnéticos del transductor 10 en una relación espacial mutua y de su correspondiente cuerda 104.

35 Una característica novedosa de la presente invención es la orientación del par de piezas polares alargadas paralelas 20, 22 del transductor 10 en relación con la cuerda 104 de guitarra en vibración, para la detección de cuyo movimiento está diseñado el transductor 10. Cuando se monta en la guitarra, el transductor 10 de piezas polares gemelas usado en la presente invención se centra debajo de la cuerda seleccionada 104 y es girado de forma que las piezas polares alargadas paralelas 20, 22 estén desplazadas con respecto al eje de la cuerda 104 en reposo un "ángulo de orientación" 70. Se selecciona el ángulo 70 de orientación para optimizar al menos un parámetro medible del rendimiento del conjunto transductor 10 durante el tañido de la cuerda seleccionada 104 y de las cuerdas adyacentes 106 de la guitarra. Tales parámetros de rendimiento incluyen la separación entre canales, la respuesta de frecuencia y la respuesta dinámica.

40 Una realización del transductor 10 mostrada en las Figuras 4, 5 y 6 incluye un conjunto magnético 35 que incluye piezas polares 20, 22 primera y segunda con extremos polares 30 y 32 primero y segundo, respectivamente. El primer extremo polar 30 tiene una primera polaridad magnética y el segundo extremo polar 32 tiene una segunda polaridad opuesta. El primer extremo polar 30 está situado cerca del segundo extremo polar 32, de modo que las superficies 36, 38 primera y segunda de los extremos polares alargados, junto con el espacio entre las mismas, formen una superficie superior 12 del transductor. En la realización mostrada en las Figuras 5 y 6, se muestra un imán permanente 37 adyacente a las porciones inferiores de las piezas polares 20, 22. En una realización opcional, cada una de las piezas polares es un imán permanente. La presente invención también contempla una realización alternativa en la que el primer extremo polar 30 y el segundo extremo polar 32 tienen la misma polaridad magnética.

45 En una realización preferente, las piezas polares 20, 22 primera y segunda son dos barras magnéticas magnéticamente permeables sustancialmente similares en su composición y sus dimensiones. Las barras metálicas forman piezas polares 20, 22 de tipo cuchilla que tienen superficies rectangulares 36, 38 del extremo polar. En esta realización preferente, las piezas polares 20, 22 primera y segunda están alineadas de modo que la superficie superior 12 del transductor sea generalmente rectangular. El transductor 10 de esta realización preferente incluye,

además, dos carretes transductores 21 mostrados en la Fig. 6. Los carretes proporcionan núcleos para recibir las piezas polares 20, 22 y una cavidad base para recibir un imán permanente 37.

En la Fig. 6, se muestra un conjunto 24 de bobinas eléctricas dispuesto adyacente al conjunto 35 de imanes y situado para detectar cambios en el campo magnético 40 inducido por el movimiento de la cuerda seleccionada 104. En la realización mostrada, el conjunto 24 de bobinas incluye una primera bobina 26 y una segunda bobina 28 devanadas en direcciones opuestas y conectadas en serie. En una realización preferente, cada una de las bobinas 26, 28 primera y segunda es alargada para adaptarse a la forma de la sección transversal alargada de su respectiva pieza polar. Según se muestra en la Fig. 6, la primera pieza polar 20 se extiende a través de la primera bobina 26 del conjunto 24 y la segunda pieza polar 22 se extiende a través de la segunda bobina 28. En esta configuración, las bobinas 26, 28 primera y segunda convierten los cambios detectados en el campo magnético en correspondientes señales eléctricas primera y segunda. En una realización preferente, las bobinas 26, 28 primera y segunda están conectadas en serie para combinar aditivamente las señales eléctricas primera y segunda.

En las Figuras 4 y 5 se muestran los ejes 16, 18 primero y segundo de referencia de los extremos polares dibujados a lo largo de los ejes alargados de las superficies extremas 36, 38 primera y segunda de los polos y son generalmente paralelos. Se muestra un plano vertical 14 del transductor definido entre los extremos polares 30, 32 primero y segundo. El plano vertical 14 del transductor es mostrado generalmente normal a la superficie superior 12 del transductor y generalmente paralelo a los ejes 16, 18 primero y segundo de los extremos polares. Cuando el transductor está montado debajo de la cuerda seleccionada 104, el plano vertical 112 de referencia es generalmente normal a la superficie superior 12 del transductor y la corta aproximadamente en dos partes iguales. La Fig. 5 muestra, además, el plano vertical 14 del transductor cruzando el plano vertical 112 de referencia de la cuerda seleccionada 104 con un ángulo 70 de orientación seleccionado.

Según se muestra en la Fig. 9, el primer extremo polar 30 es magnéticamente operable con el segundo extremo polar 32 para definir una porción primaria 42 del campo magnético 40. Cabe esperar que la porción primaria 42 del campo magnético 40 sea generalmente simétrica con respecto al plano vertical 14 del transductor y que sea generalmente alargada a lo largo de un eje 15 de campo primario que es generalmente paralelo a los ejes 16, 18 primero y segundo de los extremos polares. También cabe esperar que el campo magnético 40 incluya, además, una porción secundaria 44 que se extienda a lo largo de un eje 19 de campo secundario que sea generalmente normal al plano vertical 14 del transductor.

Sin entrar en consideraciones teóricas, las piezas polares alargadas, a diferencia de las piezas polares cilíndricas de la técnica anterior, producen lóbulos alargados primario y secundario en el campo magnético que tienen propiedades excepcionales en esta aplicación a los transductores de fonocaptor. Al cambiar la orientación de un transductor 10 debajo de la cuerda magnéticamente permeable seleccionada 104, se altera el ángulo con el que la cuerda 104 en vibración cruza las líneas del campo magnético. También se altera el número de líneas del campo que cruza una longitud dada de la cuerda 104 durante las vibraciones, y así cambian las señales eléctricas detectadas por las bobinas 26, 28.

Con referencia a las Figuras 5 y 9, las líneas del campo magnético comenzarían en un extremo polar 30 y formarían arcos (no mostrados) hasta el segundo extremo polar 32. Tales arcos serían similares a los de un imán en herradura y, así, simétricos al plano vertical 14 del transductor. Según se muestra en la Fig. 5, el movimiento vibratorio de la cuerda seleccionada 104 dentro de la porción primaria 42 del campo magnético 40 es divisible en un vector de movimiento y, que tiene una dirección 116 dentro del plano vertical 112 de referencia, y un vector de movimiento x, que tiene una dirección 114 normal al plano vertical 112 de referencia. El flujo magnético creado por una vibración de una longitud detectada de la cuerda seleccionada 104 dentro de la porción primaria 42 del campo magnético 40 es divisible en un vector de flujo y, que tiene una dirección 116, y un vector de flujo x, que tiene una dirección 114.

Un aspecto novedoso de la presente invención es que puede seleccionarse el ángulo de orientación para optimizar la detección del movimiento X-Y para un transductor dado 10. Sin entrar en consideraciones teóricas, cabe esperar que se seleccione el ángulo de orientación de modo que la proporción del vector de movimiento y con respecto al vector de movimiento x sea aproximadamente igual a un múltiplo entre 0,5 y 2,0 de la proporción del vector de flujo y con respecto al vector de flujo x. Más preferentemente, se selecciona el ángulo de orientación de modo que la proporción del vector de movimiento y con respecto al vector de movimiento x sea aproximadamente igual a la proporción del vector de flujo y con respecto al vector de flujo x. Cabe esperar que tal orientación seleccionada capte la mayoría de movimiento X-Y de la cuerda 104 completamente por medio de la orientación del campo magnético alargado producido entre el par de piezas polares alargadas 20, 22. Esta característica novedosa tiene la ventaja de captar la mayoría de movimiento X-Y sin necesidad del tratamiento mediante un circuito sofisticado ni del diseño de la pieza polar/bobina de la técnica anterior.

Un segundo aspecto novedoso de la presente invención es que se puede seleccionar el ángulo de orientación para optimizar la respuesta dinámica/relación señal-ruido obtenibles para un transductor dado 10. Sin entrar en consideraciones teóricas, cabe esperar que se seleccione el ángulo de orientación de tal modo que se maximice el flujo magnético total creado por una vibración de una longitud detectada de la cuerda seleccionada 104 dentro de la porción primaria 42 del campo magnético 40. Esta característica novedosa tiene la ventaja de aumentar la

sensibilidad al movimiento detectado de la cuerda sin aumentar la sensibilidad a ruido magnético ambiente no direccional y, así, de aumentar la respuesta dinámica/relación señal-ruido obtenibles para un transductor dado 10.

Con referencia ahora a las Figuras 9 y 10, se muestra un tercer aspecto novedoso de la invención. Tanto la Fig. 9 como la 10 muestra una cuerda seleccionada 104 con cuerdas adyacentes 106 separadas de la cuerda seleccionada 104 una separación estándar 118 entre cuerdas. Según se muestra en una realización de la invención en la Fig. 9, se selecciona el ángulo de orientación de modo que se minimice la porción del campo magnético cruzada por las cuerdas adyacentes 106 en comparación con la orientación de "ángulo nulo" del transductor mostrado en la Fig. 10. En la realización de la invención mostrada en la Fig. 9, puede seleccionarse el ángulo de orientación de modo que se minimice el flujo magnético total creado por una vibración de una longitud detectada de la cuerda adyacente 106 dentro del campo magnético 40 para un transductor dado 10. Así, el tercer aspecto novedoso de la presente invención es que puede seleccionarse el ángulo de orientación para maximizar la separación entre canales (es decir, minimizar la diafonía o las señales de ruido procedentes de las cuerdas adyacentes 106) obtenibles para un transductor dado 10.

Por último, un cuarto aspecto novedoso empírico de la presente invención es que puede seleccionarse el ángulo de orientación para producir una respuesta de frecuencia "plana" (es decir, sin distorsión de la curva de respuesta de frecuencia) en el intervalo de frecuencias del transductor.

Un análisis de la Fig. 9 sugiere que, cuando las porciones 42, 44 primaria y secundaria del campo magnético son del mismo tamaño, el ángulo de orientación óptimo sería teóricamente de 45 grados. Para la experimentación se construyó una realización del transductor 10 mostrada en las Figuras 4, 5 y 6. La experimentación inicial ha mostrado que la selección de un ángulo 70 de orientación entre aproximadamente 28 grados y aproximadamente 58 grados, y más preferentemente entre aproximadamente 38 grados y aproximadamente 48 grados, y más preferentemente aún de aproximadamente 43 grados, optimiza al menos un parámetro medible del rendimiento del conjunto transductor 10 durante el tañido de la guitarra. Los parámetros medidos experimentalmente incluyeron la separación entre canales, la respuesta de frecuencia y la respuesta dinámica/relación señal-ruido.

En una realización experimental de la presente invención, se determinó un ángulo 70 de orientación de aproximadamente 43 grados para producir una respuesta plana de frecuencia medida en un intervalo de frecuencias entre aproximadamente 20 Hz y aproximadamente 20.000 Hz +/- 5 dB. Se logró esta medición mediante un análisis de FFT comparando la señal de la cuerda detectada con la señal de la cuerda medida por medio de un dispositivo conocido de frecuencia plana, en este ejemplo un micrófono de prueba Earthworks 550M que tiene una respuesta plana de frecuencia en un intervalo de frecuencias entre aproximadamente 5 Hz y aproximadamente 50.000 Hz +/- 0,333 dB. Este resultado también es un indicador experimental de aproximadamente igual sensibilidad al movimiento de la cuerda en la dirección X y en la dirección Y.

En la realización experimental de la presente invención, también se determinó experimentalmente un ángulo 70 de orientación de aproximadamente 43 grados para producir la mayor separación entre canales (es decir, el menor ruido de diafonía procedente de las cuerdas adyacentes) y la mayor respuesta dinámica/relación señal-ruido. En este experimento, la distancia 118 de separación entre cuerpos fue de 10,29 mm.

Con referencia ahora a la Fig. 7, se muestra un conjunto fonocaptor polifónico 50 para una guitarra eléctrica que tiene seis conjuntos transductores 10 usados en la presente invención. En la Fig. 1 se muestra el conjunto fonocaptor polifónico 50 montado en una guitarra, teniendo cada cuerda 102 de guitarra un transductor separado 10 montado debajo de él y girado un ángulo 70 de orientación con respecto al correspondiente plano vertical 112 de referencia. La Fig. 8 muestra el circuito fonocaptor 54 de una realización del conjunto fonocaptor polifónico 50. En esta realización, el circuito fonocaptor conecta en paralelo cada par de bobinas 26, 28 primera y segunda conectadas en serie de cada conjunto transductor. Las señales eléctricas primera y segunda combinadas de cada transductor 10 son enviadas entonces a un amplificador separado 55 en el circuito 56 de procesamiento digital de, por ejemplo, una guitarra digital.

El fonocaptor polifónico 50 usado en la invención incorpora múltiples transductores 10, cada uno girado un ángulo 70 de orientación seleccionado. Estos ángulos de orientación pueden seleccionarse para optimizar los parámetros de rendimiento medidos en diversas combinaciones. Por ejemplo, según una realización, el fonocaptor polifónico 50 está adaptado de modo que se seleccione el ángulo de orientación de cada transductor 10 para optimizar al menos un parámetro medible del rendimiento del correspondiente transductor 10 durante el tañido de la guitarra. Según otra realización, el fonocaptor polifónico 50 está adaptado de modo que se seleccione el ángulo de orientación de cada transductor 10 para optimizar al menos un parámetro medible del rendimiento total de los transductores combinados 10 durante el tañido. Por último, según otra realización adicional, el fonocaptor polifónico 50 está adaptado de modo que se seleccione el ángulo de orientación de cada transductor 10 para optimizar al menos un parámetro medible del rendimiento del transductor seleccionado 10 durante el tañido.

La presente invención contempla realizaciones alternativas que tienen una única pieza polar alargada, tal como una pieza polar de tipo cuchilla descrita en lo que antecede, que produce lóbulos alargados en el campo magnético del transductor. En una realización alternativa, la única pieza polar alargada se extiende a través de dos bobinas de hilo apiladas devanadas en sentido opuesto que están cableadas en serie. Con este único fonocaptor de cuchilla

5 montado entre una cuerda magnéticamente permeable seleccionada de un instrumento de cuerda y una superficie del instrumento sobre el que se extiende la cuerda seleccionada, el fonocaptor está dispuesto de modo que una prolongación de la cuerda generalmente normal a la superficie del instrumento cruza al menos uno de los lados alargados de los extremos polares primero o segundo con un ángulo de orientación seleccionado para optimizar al menos un parámetro medible del rendimiento del conjunto transductor durante el tañido del instrumento de cuerda.

Así, aunque se han descrito realizaciones particulares de la presente invención de un fonocaptor inclinado para guitarra digital nuevo y útil, no se pretende que tales referencias sean interpretadas como limitaciones al alcance de esta invención, salvo en lo definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

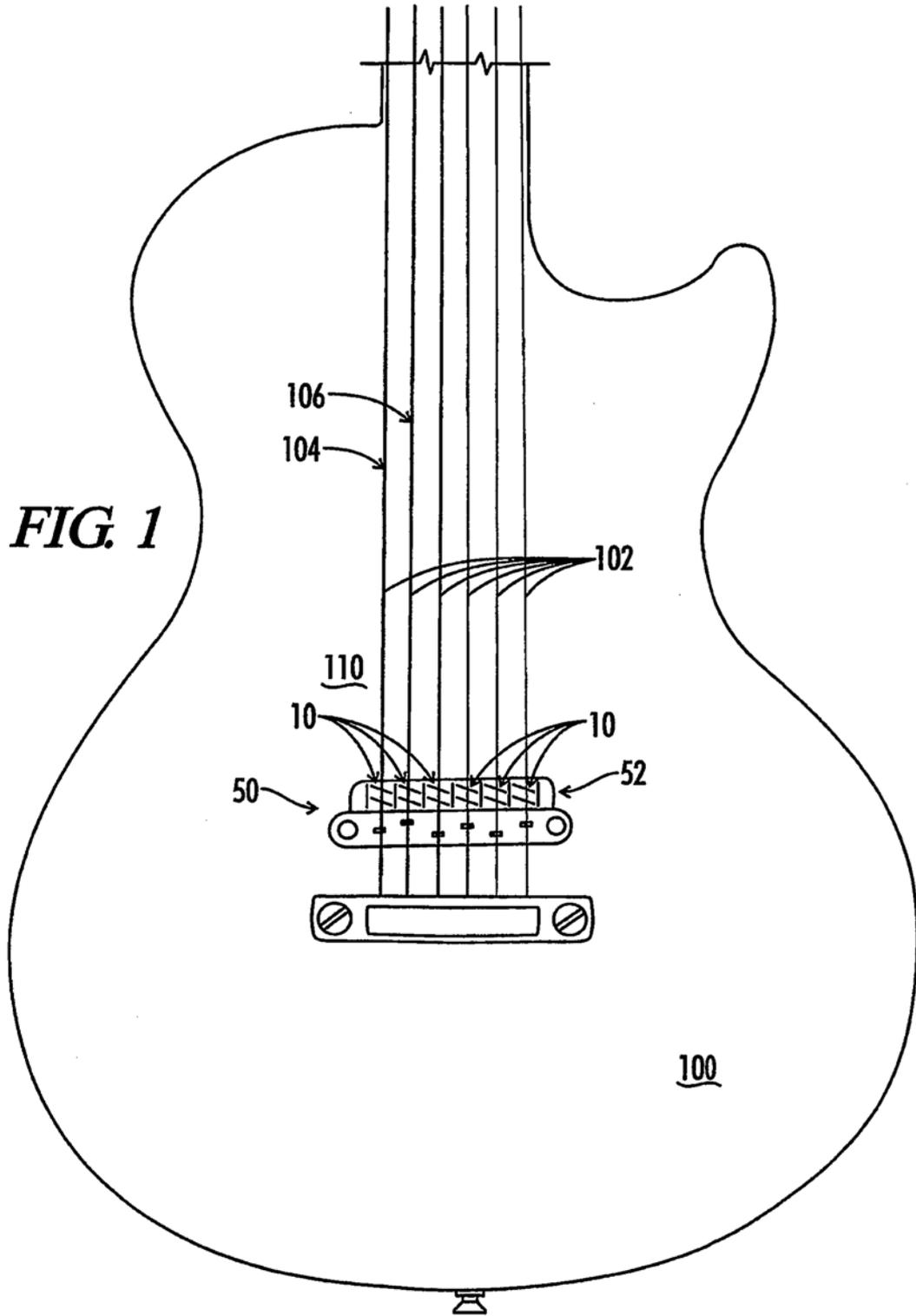
1. Un instrumento musical (100) de cuerda con varias cuerdas magnéticamente permeables (102) y un conjunto fonocaptor polifónico (50), teniendo dicho conjunto fonocaptor polifónico (50) un conjunto transductor (10) de reluctancia inclinado para cada una de las cuerdas (102), en el que cada conjunto transductor (10) comprende:
- 5 una primera pieza polar (20) con forma de cuchilla dispuesta dentro de una primera bobina (26) de hilo y que incluye un primer extremo polar (30) que se extiende desde dicha primera bobina (26), teniendo la primera pieza polar (20) una primera polaridad magnética, teniendo el primer extremo polar (30) dos lados alargados opuestos; y
- 10 una segunda pieza polar (22) con forma de cuchilla dispuesta separada de la primera pieza polar (22), estando dispuesta la segunda pieza polar (22), además, dentro de una segunda bobina (28) de hilo e incluyendo un segundo extremo polar (32) que se extiende desde dicha segunda bobina (28), teniendo la segunda pieza polar (22) una segunda polaridad magnética, teniendo el segundo extremo polar (32) dos lados alargados opuestos, siendo los lados alargados opuestos de los extremos polares primero y segundo aproximadamente coplanarios y paralelos,
- 15 estando montado el conjunto transductor (10) entre una cuerda magnéticamente permeable seleccionada (104) de un instrumento (100) de cuerda y la superficie (110) del instrumento (100) sobre la que se extiende la cuerda seleccionada (104),
- 20 caracterizado porque
- 20 cada conjunto transductor (10) está dispuesto de modo que una prolongación de la correspondiente cuerda (104) generalmente normal a la superficie (110) del instrumento (100) cruza al menos uno de los lados alargados de los extremos polares (30, 32) primero o segundo con un ángulo de orientación seleccionado entre 28 grados y 58 grados.
- 25 2. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 1 en el que la segunda polaridad magnética es contraria a la primera polaridad magnética, y en el que el ángulo de orientación seleccionado está entre 38 grados y 48 grados.
3. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 2 en el que el ángulo de orientación seleccionado es de 43 grados.
- 30 4. El instrumento musical de cuerda según una de las reivindicaciones 1 - 3 en el que las varias cuerdas magnéticamente permeables (104, 106) se extienden separadas entre sí de forma generalmente paralela un tramo sobre una superficie (110) del instrumento (100), definiendo generalmente un plano (108) de cuerdas, y en el que cada conjunto transductor (10) está montado adyacente a una cuerda seleccionada (104) separado de la misma, definiendo la cuerda seleccionada (104) un plano vertical de referencia generalmente normal al plano (108) de cuerdas, comprendiendo el conjunto transductor (10):
- 35 un conjunto (35) de imanes que definen un campo magnético (40) y que incluyen el primer extremo polar (30) con una primera polaridad magnética y el segundo extremo polar (32) con una segunda polaridad opuesta, teniendo los extremos polares (30, 32) primero y segundo, respectivamente, superficies (36, 38) primera y segunda de los extremos polares alargados, definiendo generalmente las porciones alargadas de los mismos ejes (16, 18) primero y segundo de los extremos polares, respectivamente, estando dispuesto el primer extremo polar (30) separado del
- 40 segundo extremo polar (32) de modo que:
- (a) las superficies (36, 38) primera y segunda de los extremos polares alargados de los extremos polares (30, 32) forman una superficie superior (12) del transductor;
- 45 (b) el primer eje (16) del extremo polar es generalmente paralelo al segundo eje (18) del extremo polar; y
- (c) se define un plano vertical (14) del transductor entre los extremos polares (30, 32) primero y segundo, siendo el plano vertical (14) del transductor generalmente normal a la superficie superior (12) del transductor y generalmente paralelo a los ejes (16, 18) primero y segundo de los extremos polares; y
- 50 un conjunto (24) de bobinas eléctricas que comprende las bobinas (26, 28) primera y segunda dispuestas adyacentes al conjunto (35) de imanes y situadas para detectar cambios en el campo magnético (40) inducido por el movimiento de la cuerda seleccionada (104),
- en el que, con el conjunto transductor (10) montado debajo de la cuerda seleccionada (104), el plano vertical (14) del transductor cruza el plano vertical (108) de referencia con un ángulo de orientación seleccionado.
- 55 5. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 4 en el que se selecciona el ángulo (70) de orientación para optimizar al menos un parámetro medible del rendimiento del conjunto transductor (10) durante el tañido del instrumento (100) de cuerda.

6. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 5 en el que el parámetro optimizado medible del rendimiento se selecciona del grupo de parámetros medibles del rendimiento que incluyen: la separación entre canales, la respuesta de frecuencia, la respuesta dinámica y cualquier combinación de las mismas.
- 5 7. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 4 en el que las bobinas (26, 28) primera y segunda están devanadas en sentido opuesto, convirtiendo cada una de las bobinas (26, 28) primera y segunda los cambios detectados en el campo magnético (40) en correspondientes señales eléctricas primera y segunda, en el que el conjunto (35) de imanes comprende las piezas polares (20, 22) primera y segunda, comprendiendo la primera pieza polar (20) el primer extremo polar (30) y extendiéndose por la primera bobina (26), comprendiendo la segunda pieza polar (22) el segundo extremo polar (32) y extendiéndose por la segunda bobina (28).
- 10 8. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 7 en el que las piezas polares (26, 28) primera y segunda comprenden dos barras metálicas magnéticamente permeables sustancialmente similares en su composición y sus dimensiones, teniendo cada pieza polar (20, 22) una superficie rectangular (36, 38) del extremo polar, estando las piezas polares (20, 22) primera y segunda alineadas de modo que la superficie superior (12) del transductor sea generalmente rectangular,
- 15 en el que cada una de las bobinas (26, 28) primera y segunda está alargada para adaptarse a la forma de la sección transversal alargada de su respectiva pieza polar (20, 22),
- 20 en el que el plano vertical (14) de referencia es generalmente normal a la superficie superior (12) del transductor y la corta aproximadamente en dos partes iguales, y
- en el que el ángulo (70) de orientación seleccionado está entre 28 grados y 58 grados.
9. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 8 en el que el ángulo (70) de orientación seleccionado está entre 38 grados y 48 grados.
- 25 10. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 9 en el que el ángulo de orientación seleccionado es de 43 grados.
11. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 8 en el que se selecciona el ángulo (70) de orientación para optimizar al menos un parámetro medible del rendimiento del conjunto transductor (10) durante el tañido del instrumento (100) de cuerda.
- 30 12. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 11 en el que el parámetro optimizado medible del rendimiento se selecciona del grupo de parámetros medibles del rendimiento que incluyen: la separación entre canales, la respuesta de frecuencia, la respuesta dinámica y cualquier combinación de las mismas.
13. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 8 en el que las bobinas (26, 28) primera y segunda están conectadas en serie para combinar aditivamente las señales eléctricas primera y segunda.
- 35 14. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 4 en el que el primer extremo polar (30) es magnéticamente operable con el segundo extremo polar (32) para definir una porción primaria del campo magnético (40), siendo la porción primaria (42) del campo magnético (40) generalmente simétrica con respecto al plano vertical (14) del transductor, siendo la porción primaria (42) del campo magnético (40), además, generalmente alargada en un eje (15) de campo primario que es generalmente paralelo a los ejes (16, 18) primero y segundo de los extremos polares.
- 40 15. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 14 en el que el ángulo (70) de orientación seleccionado se selecciona de modo que se maximice el flujo magnético total creado por una vibración de una longitud detectada de la cuerda seleccionada (104) dentro de la porción primaria (42) del campo magnético (40).
- 45 16. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 14 en el que el campo magnético (40) comprende, además, una porción secundaria (44) del campo magnético (40), extendiéndose la porción secundaria (44) del campo magnético en un eje (19) de campo secundario que es generalmente normal al plano vertical (14) del transductor,
- en el que las varias cuerdas magnéticamente permeables (104, 106) incluyen una segunda cuerda (106) dispuesta adyacente a la cuerda seleccionada (104) con una separación (118) entre las mismas,
- 50 en el que el ángulo (70) de orientación se selecciona de modo que se minimice el flujo magnético total creado por una vibración de una longitud detectada de la cuerda adyacente dentro del campo magnético (40).
17. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 14 en el que el movimiento vibratorio de la cuerda seleccionada (104) dentro de la porción primaria (42) del campo magnético (40) es divisible en un vector de movimiento y, que tiene una dirección definida por el plano vertical (14) de referencia, y un vector de movimiento x, que tiene una dirección definida por un plano normal al plano vertical (14) de referencia, en el que el flujo magnético
- 55

creado por una vibración de una longitud detectada de la cuerda seleccionada (114) dentro de la porción primaria (42) del campo magnético (40) es divisible en un vector de flujo y, que tiene una dirección definida por el plano vertical de referencia, y un vector de flujo x, que tiene una dirección definida por un plano normal al plano vertical (14) de referencia, y

5 en el que se selecciona el ángulo (70) de orientación de modo que la proporción del vector de movimiento y con respecto al vector de movimiento x sea aproximadamente igual a un múltiplo entre 0,5 y 2,0 de la proporción del vector de flujo y con respecto al vector de flujo x.

10 18. El instrumento musical de cuerda de la reivindicación 17 en el que se selecciona el ángulo de orientación de modo que la proporción del vector de movimiento y con respecto al vector de movimiento x sea aproximadamente igual a la proporción del vector de flujo y con respecto al vector de flujo x.



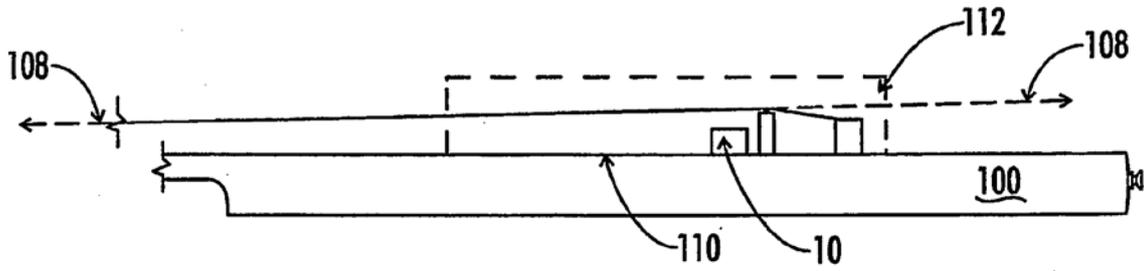


FIG. 2

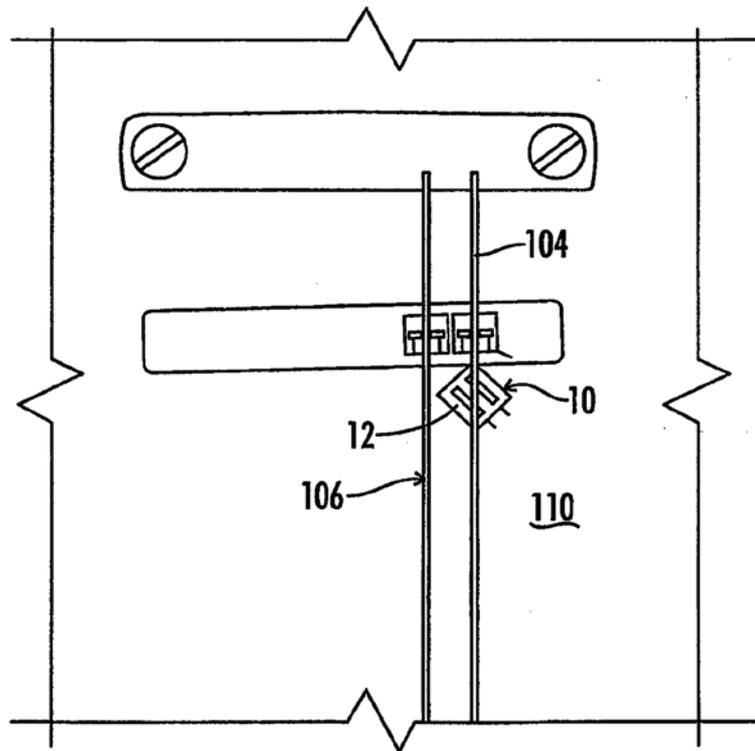


FIG. 3

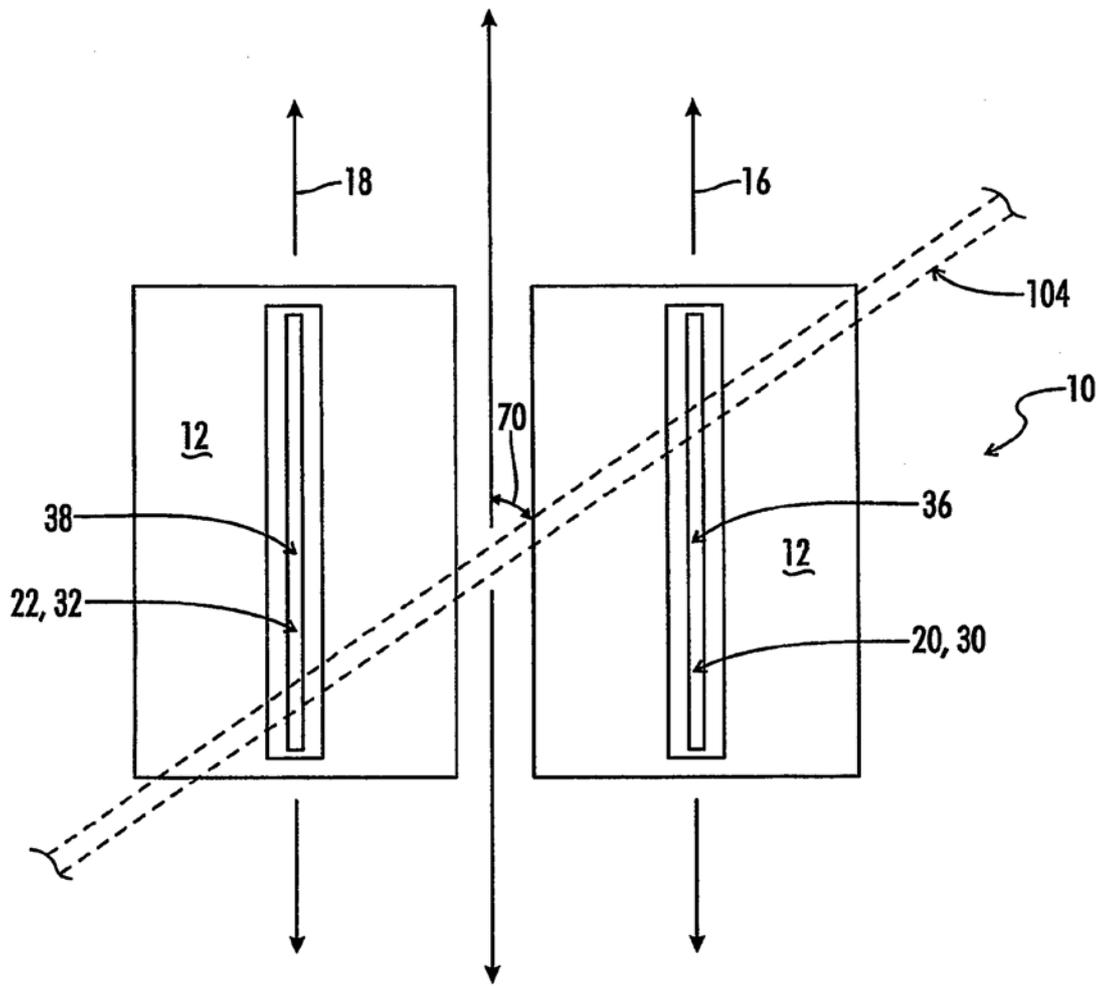


FIG. 4

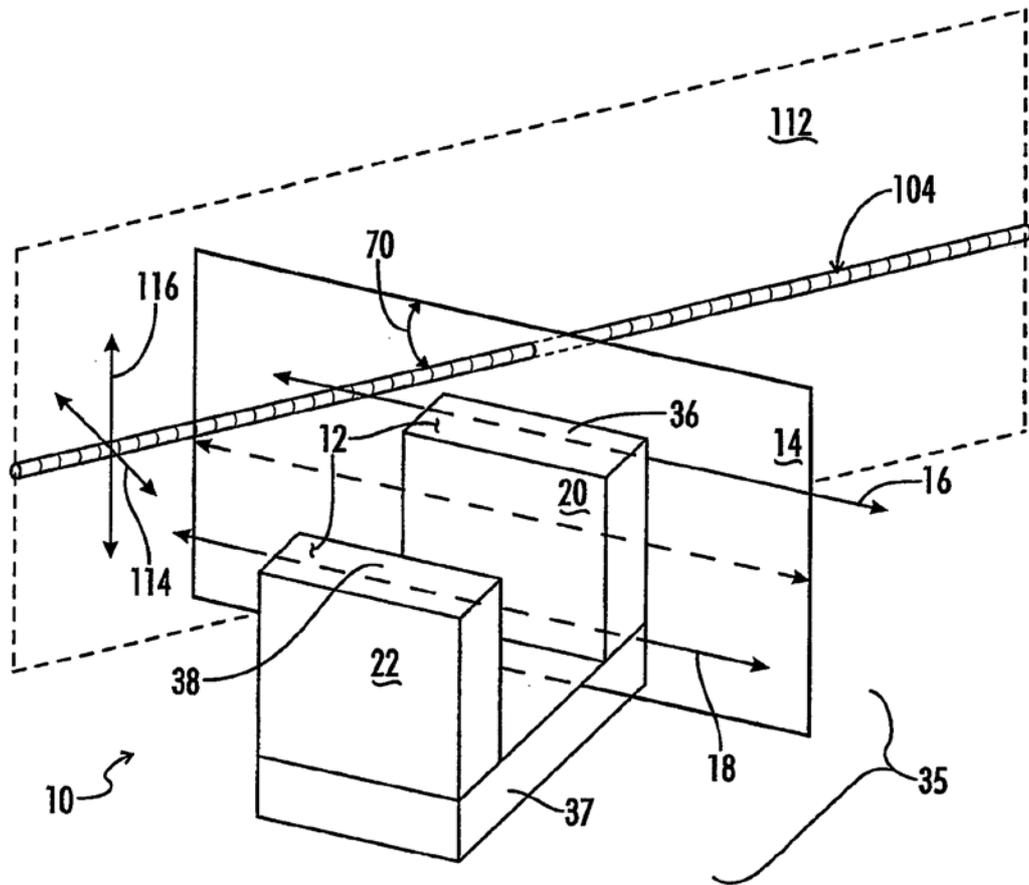


FIG. 5

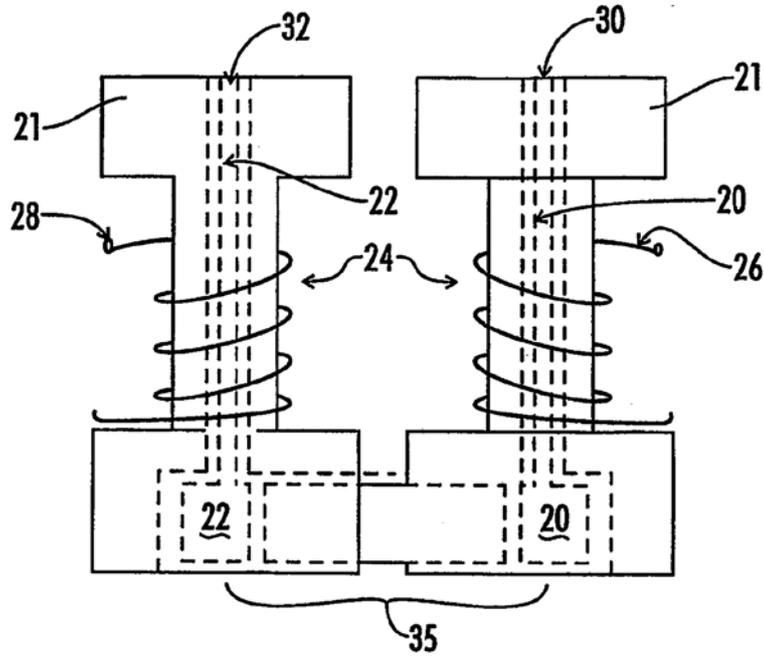


FIG. 6

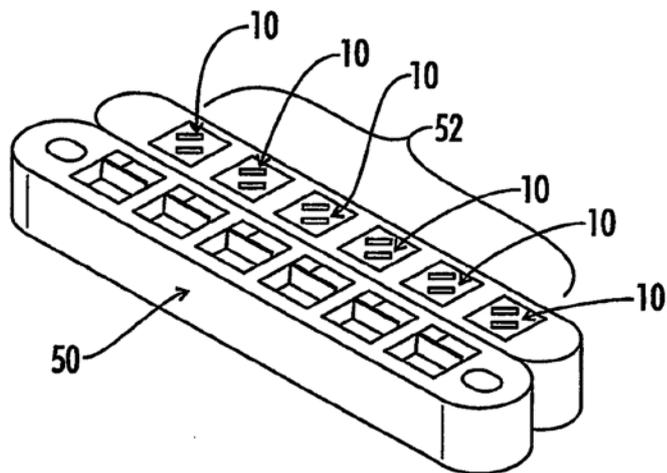


FIG. 7

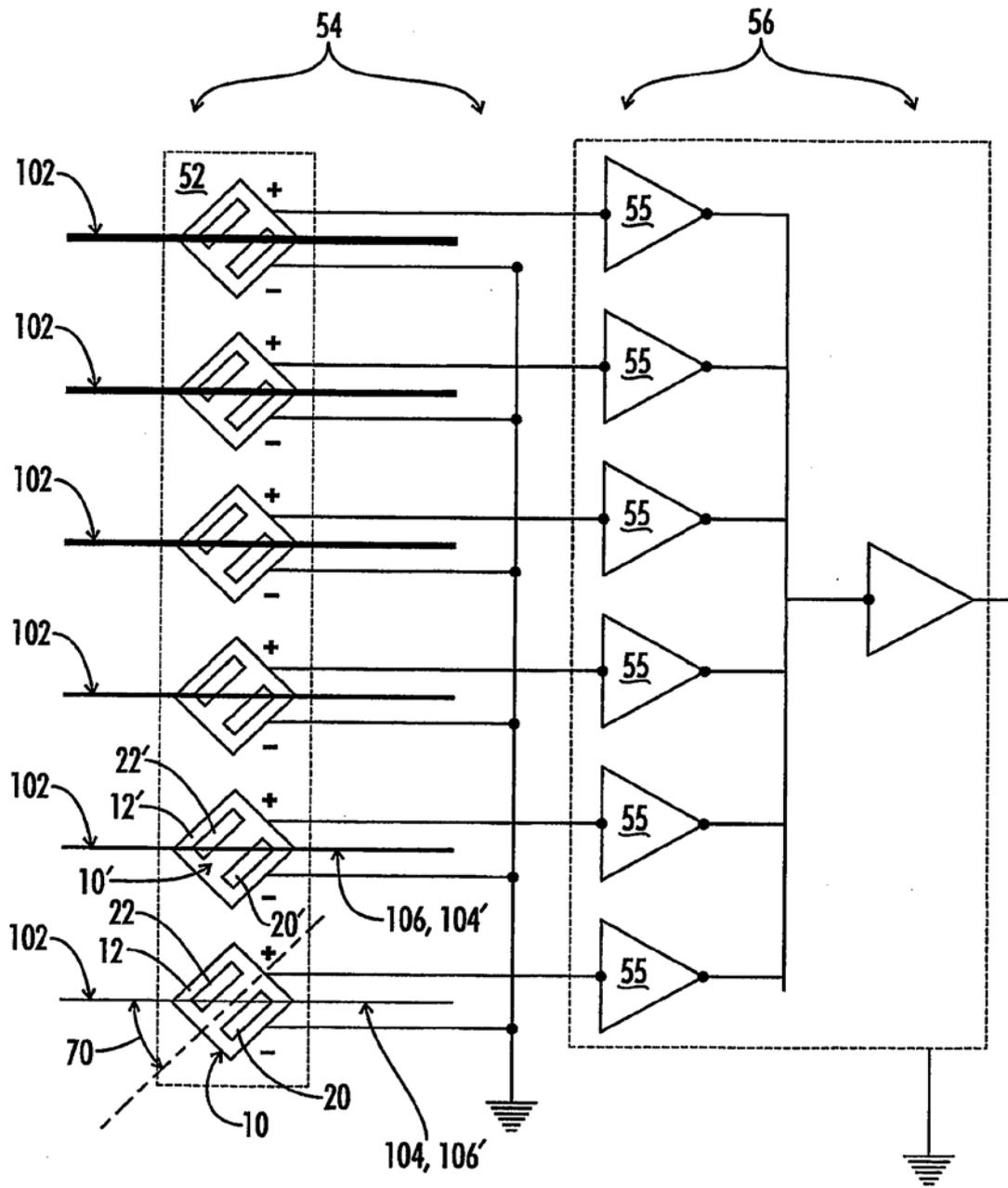


FIG. 8

