

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 611**

51 Int. Cl.:

G06F 3/041 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2012 PCT/EP2012/003687**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO14037016**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2012 E 12769314 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 2893423**

54 Título: **Lámina piezoeléctrica impresa de detección de presión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.09.2020

73 Titular/es:

**JOANNEUM RESEARCH
FORSCHUNGSGESELLSCHAFT MBH (100.0%)
Leonhardstrasse 59
8010 Graz, AT**

72 Inventor/es:

**ZIRKL, MARTIN;
STADLOBER, BARBARA;
HALLER, MICHAEL;
GREINDL, PATRICK y
RENDL, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 784 611 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

Lámina piezoeléctrica impresa de detección de presión

Antecedentes

5 Durante los últimos años, los dispositivos de detección táctil se han vuelto cada vez más importantes. Los dispositivos de detección táctil se pueden dividir en tres categorías diferentes: dispositivos de rastreo óptico, resistivo y capacitivo.

Las soluciones táctiles ópticas dependen sensiblemente de la luz ambiental y del material del objetivo de rastreo. Además, la separación de entradas 'táctiles' y de 'lápiz' no es fácil.

10 Los detectores basados en conjuntos resistivos consisten normalmente en dos capas de material conductor, una con líneas horizontales y otra con líneas verticales. Cuando un usuario toca la superficie, los carriles horizontales y verticales se conectan de manera alterna, permitiendo el flujo de corriente. Aunque este enfoque es económico y eficiente energéticamente, la resolución del rastreo se limita al espacio entre las líneas de detección. Alternativamente, se utilizan conductores de tipo plano con resistividad bien definida como electrodos superior e inferior. La señal táctil se mide aplicando una tensión a uno de los electrodos y detectando la resistencia del otro electrodo con respecto a los bordes del electrodo. Esto es similar a tratar los electrodos como un divisor de tensión. En este caso, la resolución está determinada principalmente por la sensibilidad de la electrónica de lectura, la separación entre los electrodos (separador) y la homogeneidad de la conductividad de los electrodos. Sin embargo, el concepto de panel táctil resistivo estándar no es adecuado para detección de presión.

20 Por la Patente US 2009/0256817 A1 se conoce un dispositivo resistivo de entrada basado en contacto, sensible a la presión, para rastrear tanto contactos como lápices en base a resistencia sensitiva interpolada (IFSR, Interpolating Force Sensitive Resistance). En esta configuración, el material de detección está montado en un material de papel delgado flexible/que se puede doblar, y que es capaz de detectar una entrada de presión.

25 La Patente US 2008/174852 A1 da a conocer un dispositivo relacionado con las características del preámbulo de la reivindicación 1. La Patente US 5,159,323 da a conocer una pantalla de cristal líquido con capacidad de detección de presión. Se puede implementar una entrada de información tocando directamente la pantalla que ha presentado una imagen. La detección de presión se lleva a cabo por medio del material de cristal líquido, que está dispuesto asimismo para su utilización en la operación de visualización.

30 La publicación de Scheipl, G *et al*: "Fabrication, characterization and modeling of PVDF based organic IR-sensors for human body recognition", SENSORS, 2009 IEEE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 25 de octubre de 2009 (25/10/2009), páginas 1252 a 1255, XP031618787,

ISBN: 978-1-4244-4548-6; da a conocer un detector y un procedimiento para la fabricación económica de tecnología de detectores película delgada basada en polímeros PVDF-TrFE, para la detección de cambios ambientales de temperatura.

35 Los sensores táctiles capacitivos consisten en una capa conductora delgada situada sobre un aislante, tal como un vidrio. Esta capa sirve como electrodo de un condensador. Un contacto en la superficie tiene como resultado una distorsión del campo electrostático del panel, y es medible como un cambio en la capacitancia. Sin embargo, la detección capacitiva puede medir solamente la posición del contacto (la resolución está limitada por el área táctil). Esto no es adecuado para detección de presión. Otro gran inconveniente de esta técnica es que depende de las propiedades dieléctricas del cuerpo humano; por lo tanto, los lápices ópticos u otros objetos no se pueden rastrear.

40 Los dispositivos de detección piezoeléctrica del estado de la técnica explotan el efecto piezoeléctrico solamente indirectamente, mediante la detección de ondas de superficie (acústicas) inducidas por contacto, por medio de transductores piezoeléctricos situados en las esquinas del dispositivo. Dichos dispositivos son costosos debido a los costes de los materiales piezoeléctricos inorgánicos requeridos y al costoso proceso de montaje involucrado. Proporcionan solamente una interacción limitada con el usuario, siendo imposible por ejemplo la detección de un dedo sin movimiento.

45 La Patente WO 2012/025412 A1 describe un procedimiento de fabricación de revestimientos piezoeléctricos y piroeléctricos.

La Patente US 8,138,882 B2 describe la utilización de un dispositivo de detección en un "suelo inteligente". La Patente US2008150906 A1 da a conocer una superficie multitáctil.

50 Aunque algunos de los conceptos de detección mencionados anteriormente proporcionan capacidades de detección multitáctil, a menudo no es posible rastrear de manera eficiente y precisa la presión de la entrada. Asimismo, es deseable rastrear por separado operaciones táctiles y de lápiz. Además, es deseable combinar el rastreo de operaciones táctiles y de lápiz con el rastreo de presión.

La presente invención se dirige a tratar estas y otras cuestiones.

Resumen de la invención

La presente invención se define en las reivindicaciones. Se definen aspectos adicionales de la invención en las reivindicaciones dependientes. Las realizaciones que no quedan dentro del alcance de las reivindicaciones no describen parte de la presente invención.

5 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra el efecto piezoeléctrico de detección de presión. A la izquierda se muestra la distribución y los centros de cargas positivas y negativas. A la derecha se muestra el desplazamiento de los centros de las cargas en el estado de tensión/fuerza.

10 La figura 2 muestra una tensión de salida piezoeléctrica cuando un usuario toca la superficie (izquierda) y levanta el dedo (derecha).

La figura 3 muestra señales de salida de un detector piezoeléctrico y piroeléctrico combinado, es decir una respuesta piezoeléctrica sin efecto piroeléctrico (izquierda) y una respuesta piezoeléctrica y piroeléctrica combinada (derecha).

La figura 4 muestra la estructura de un detector a modo de ejemplo.

15 La figura 5 muestra electrónica de detección, de acuerdo con una realización de la invención, como un diagrama de bloques

La figura 6 muestra los electrodos de una matriz de detección, de acuerdo con una realización de la invención

La figura 7 muestra una interpolación de una respuesta gradual mediante una matriz de detección, de acuerdo con una realización de la invención.

20 La figura 8 muestra el procesamiento de datos detectados en respuesta a operaciones táctiles, incluyendo una curva de presión aplicada (arriba); la señal resultante del sensor piezoeléctrico (segunda); la desviación entre valores de señal estimados y medidos (tercera); y una señal de presión estimada, obtenida integrando la curva de desviación (cuarta).

25 La figura 9 es una ilustración esquemática de la técnica de impresión por medio de obleas planas duras (lado izquierdo), de detectores en un sustrato estructurado (centro), y de un conjunto de teclados abovedados (derecha).

La figura 10 muestra la identificación de puntos táctiles reales y puntos fantasma, de acuerdo con una realización de la invención.

Descripción de realizaciones a modo de ejemplo

A continuación se describirán realizaciones a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos.

30 Introducción

En una realización de la presente invención, se da a conocer un dispositivo de entrada de detección de presión que está basado en un material ferroeléctrico que soporta efectos tanto piroeléctricos como piezoeléctricos. El material ferroeléctrico puede ser utilizado para detectar cambios de presión en superficies grandes, planas y/o curvas. El dispositivo de entrada tiene una estructura de sándwich de cuatro capas que se puede imprimir fácilmente sobre cualquier material. Este material se puede utilizar en combinación con una lámina de detección basada en óptica de alta resolución, tal como la que se describe en la Patente US 2011/0310066 A1, o un estilote óptico, tal como el que se describe en la Patente US 2012/0127110 A1.

El dispositivo de entrada soporta rastreo de entradas tanto manuales como de lápiz. La lámina que implementa el dispositivo es flexible, eficiente energéticamente y se puede fabricar fácilmente en un proceso de impresión.

40 El dispositivo de entrada soporta asimismo un modo de aproximación basado en el efecto piroeléctrico.

Efecto piezoeléctrico

Los materiales piezoeléctricos son como esponjas húmedas cuando son exprimidas y vierten agua. La amplitud y la frecuencia de la señal es directamente proporcional a la deformación mecánica del material piezoeléctrico. La deformación inducida del elemento piezoeléctrico provoca un cambio en la densidad de carga superficial del material, que tiene como resultado una tensión entre los electrodos (figura 1). El coeficiente piezoeléctrico describe la cantidad de carga eléctrica generada por unidad de fuerza aplicada.

Una película de PVDF, como todos los materiales piezoeléctricos, es un material dinámico que desarrolla una carga eléctrica proporcional a un cambio en la tensión mecánica. Como consecuencia, los materiales piezoeléctricos no son adecuados por sí mismos para mediciones estáticas debido a su resistencia interna. Las cargas eléctricas

generadas en la película de polímero decaen con una constante de tiempo determinada por la constante dieléctrica, la resistencia interna de la película y la impedancia de entrada de la electrónica de la interfaz a la que está conectada la película (figura 2).

Efecto piroeléctrico

5 Los materiales de detectores piroeléctricos son normalmente materiales dieléctricos con un momento dipolar molecular dependiente de la temperatura. Dado que estos materiales absorben energía térmica, se expanden (o contraen). Debido a la expansión, se provoca una señal piezoeléctrica indirecta. Se provoca una reducción de la polarización promedio de la película (suma de momentos dipolares moleculares) por el movimiento aleatorio de los dipolos con el calentamiento; esto genera una carga que se acumula en la superficie de la película. De manera
10 análoga a la piezoelectricidad y la tensión, la corriente de salida piroeléctrica es proporcional a la velocidad del cambio de temperatura. El coeficiente de carga piroeléctrica describe la cantidad de carga eléctrica generada por grado de cambio de temperatura.

De acuerdo con una realización de la invención, basándose en las propiedades materiales mencionadas, se utilizan películas poliméricas piezoeléctricas y piroeléctricas para detectar cambios de presión y temperatura en un área
15 grande. En particular, utilizando una fórmula imprimible de una tinta polimérica piezoeléctrica y piroeléctrica, en combinación con una distribución adecuada de los detectores, se posibilita la fabricación de detectores de área grande de coste reducido, mediante procesos de serigrafía. Estos detectores son capaces de detectar y rastrear presión (entrada táctil y/o de lápiz) así como de detectar la aproximación o la proximidad de emisores de IR, tales como las manos humanas (interacción de aproximación).

20 En la figura 3 se comparan los efectos piezoeléctrico y piroeléctrico, mostrando un contacto con una duración de aproximadamente 500 ms. Tal como se ve a la derecha de la figura 3, es extremadamente complejo distinguir los efectos de calentamiento y enfriamiento respecto de las señales táctiles. En algunas situaciones, estos efectos pueden mezclarse aún más. Normalmente, la lámina piezoeléctrica es extremadamente sensible a cualesquiera fuentes de luz (calor) externas.

25 Estos problemas se pueden tratar añadiendo una capa/estratificación reflectante a la luz IR, que puede actuar asimismo como un disipador térmico -reduciendo por lo tanto la respuesta piroeléctrica- o bien disponiendo un diseño de lámina como el descrito a continuación.

Diseño de lámina

30 En una realización, la lámina de detección está basada en un conjunto de 16 × 8 de puntos de detección serigrafiados, flexibles, capacitivos, circulares, con un diámetro de 10 mm. La base de la lámina táctil es un sustrato plástico transparente, que sirve como soporte para los materiales impresos. En la siguiente etapa se imprimen 128 puntos circulares (electrodos) en el material de soporte, que están conectados horizontalmente. A continuación, el sustrato plástico es recubierto en su integridad con un material ferroeléctrico. Después de eso, se imprime una
35 segunda capa de electrodos conectados verticalmente. Las dos capas de electrodos forman un condensador. Cambios de carga en la capa de detección ferroeléctrica provocan tensiones medibles entre los electrodos.

La figura 4 muestra el diseño de sándwich de la estructura de láminas, que comprende los materiales siguientes:

- una primera capa formada por un sustrato de tereftalato de polietileno (PET) transparente,
- electrodos en la segunda capa formada por un material polímero conductor semitransparente,
- un material de detección piezoeléctrico y piroeléctrico formado por difluoruro de polivinilideno (PVDF) y trifluoroetileno (TrFE), que tiene una transparencia de aproximadamente el 85 por ciento, y
40
- electrodos superiores formados por carbono no transparente o polímero conductor.

Para aplicaciones con una separación estricta entre lápiz y contacto (por ejemplo, si se utiliza un lápiz para anotaciones y se utilizan contactos para manipulaciones), se requiere una separación estable de ambas entradas.
45 Para conseguir esto, en una realización, la lámina de detección mostrada está combinada con una lámina del tipo descrito en la Patente US 2011/0310066 A1 para proporcionar un rastreo estable de lápiz y táctil. Dicha lámina adicional actúa como una capa de absorción de temperatura para reducir la respuesta piroeléctrica.

Multitáctil

Utilizando el diseño descrito anteriormente para detección multitáctil, se pueden producir unos denominados puntos fantasma debido al diseño de la lámina de detección. Para evitar "fantasmas" en una entrada multitáctil, en una
50 realización se utiliza un tipo especial de lámina de detección. La lámina de detección comprende dos capas de detección que tienen una estructura de cuadrícula de electrodos ortogonales superiores e inferiores aplicados a ambos lados del sustrato. La dirección de los electrodos superiores e inferiores de las dos cuadrículas de detección está girada en 45°, mostrando de ese modo puntos de contacto reales de ambas capas de detección en la misma posición, pero generando puntos fantasma en posiciones diferentes. Restando las señales de entrada de ambas

láminas, las señales que quedan se pueden atribuir definitivamente a puntos fantasma, revelando por lo tanto las verdaderas posiciones táctiles en aplicaciones multitáctiles.

Descripción de una realización preferida

Fabricación del conjunto de detectores

- 5 La fabricación se puede implementar mediante impresión de bajo coste de un conjunto de detectores de matriz activa inteligente con cuatro tintas funcionales:
- una tinta de detección de fluoropolímero,
 - una tinta polimérica conductora,
 - una pasta de carbono conductora, y
 - 10 ◦ una tinta de plata conductora.

La tinta de detección puede estar formada por un P(VDF-TrFE) (poli(fluoruro de vinilideno trifluoruroetileno). La tinta polimérica puede estar formada por una tinta de PEDOT:PSS (poli(3, 4-etilendioxitiofeno): poli(estireno ácido sulfúrico)).

- 15 Un sustrato está formado por una lámina de plástico transparente, flexible (de 175 μm de grosor), proporcionando de ese modo una elevada flexibilidad y una buena adherencia de los materiales funcionales (tintas) aplicados durante el proceso de serigrafía. La tinta de detección está basada en el copolímero piroeléctrico y piezoeléctrico P(VDF-TrFE) que tiene una estructura semicristalina y se puede imprimir sobre la lámina formando de ese modo una capa transparente de 5 μm de grosor. Están impresas líneas conductoras de plata para conectar los electrodos de detección a un conector Molex FFC/FPC de 1,00 mm de separación. Después de la etapa de impresión, cada capa sufre un tratamiento de recocido solamente a 100 $^{\circ}\text{C}$. Esta calcinación proporciona la evaporación completa del solvente aumentando de ese modo las propiedades funcionales (conductividad, respuesta piezoeléctrica y piroeléctrica) de cada capa. Debido a los modestos requisitos térmicos, el proceso global se puede considerar una fabricación de baja temperatura.

- 25 Para proporcionar una respuesta piezoeléctrica y piroeléctrica macroscópica mejorada, los nanocristales ordenados aleatoriamente y que contienen dipolos, que están incorporados en la matriz amorfa, se alinean verticalmente a los electrodos de detección. Esto se puede implementar mediante polarización por histéresis de los detectores utilizando un circuito Sawyer-Tower. Para un alineamiento dipolar suficiente y duradero se aplica un campo eléctrico del orden de 140 MV/m, que es el doble de la intensidad del campo coercitivo. Este procedimiento conduce a una polarización remanente muy elevada de 70 mC/m² a una frecuencia de polarización de 10 Hz.

- 30 La lámina de detección resultante proporciona detectores poliméricos impresos de área grande, flexibles y duraderos, que presentan un coeficiente piezoeléctrico d_{33} de 20-30 pC/N, un coeficiente piroeléctrico p_{33} de 40 $\mu\text{C}/\text{m}^2\text{K}$ a temperatura ambiente, y una temperatura de Curie de 125 $^{\circ}\text{C}$.

Electrónica de detección

- 35 El circuito equivalente de un detector piezoeléctrico es una fuente de corriente con una resistencia interna R_s (1 G Ω) y una capacitancia interna C_s (1 nF), tal como se representa en la figura 5a. La resistencia interna y la capacitancia interna del detector dependen de las dimensiones físicas, de la conductividad eléctrica y de la permitividad del material utilizado. Tocar la lámina genera solamente una pequeña cantidad de energía que es difícil de medir. Por lo tanto, se utiliza un convertidor de impedancia para amplificar la señal de detección (figura 5b). Este transfiere la tensión de entrada a la tensión de salida, pero amplifica la potencia de señal. Preferentemente, la corriente de entrada es próxima a cero amperios. Por lo tanto, es preferible un amplificador operacional que soporte una corriente de entrada ultra-baja (menor de 10 fA). El inconveniente de este tipo de amplificadores operacionales es la dependencia con la temperatura. Por lo tanto, se utiliza un amplificador operacional menos dependiente con la temperatura con corriente de entrada de 1 pA, y se añade una resistencia de entrada adicional de 100 M Ω . Adicionalmente, la resistencia de entrada conocida proporciona el retro-cálculo a partir de la señal, de la fuerza de contacto (Newton).

- 45 En la siguiente etapa, se reduce el ruido de señal. De acuerdo con la tensión de red del entorno, el ruido eléctrico es de aproximadamente 50 Hz en el espectro de señal. Por lo tanto, se utiliza un filtro de muesca para eliminar este ruido (figura 5c). En la etapa final se aplica desfase y atenuación a la señal para cumplir con el intervalo de medición (0 a 3,3 V) del convertidor analógico a digital interno del microcontrolador (figura 5d).

- 50 En la realización mostrada, se utiliza un microcontrolador Cortex-M3 de 32 bits de alta eficiencia energética de la firma ATMEL (figura 5e). En comparación con otros microcontroladores comunes, el procesamiento de señal se puede llevar a cabo en la placa con mayor eficiencia, debido a que los tipos de datos son de hasta 32 bits y se soportan multiplicaciones de alto rendimiento. Además, se utiliza un convertidor analógico digital de 12 bits (un millón de muestras por segundo) y una unidad de núcleo USB integrada.

Escaneo de la matriz de detección

En una realización, la matriz de detección tiene 128 puntos de detección que abarcan un área de $210 \times 130 \text{ mm}^2$. Los electrodos de la parte inferior están conectados horizontalmente y los electrodos de la parte superior están conectados verticalmente. Se utiliza un multiplexor analógico de fugas ultra-bajas para conectar la fila horizontal a tierra. Al mismo tiempo, todas las filas tienen alta impedancia (figura 6).

Cada columna está conectada a un circuito convertidor de impedancia. Se utilizan multiplexores analógicos adicionales para conectar/desconectar las salidas de convertidor de impedancia a una de las entradas de convertidor analógico a digital del microcontrolador.

Se miden todos los puntos de detección y su tensión de salida se envía a un medio de procesamiento (ordenador) cada 10 ms. El escaneo para la totalidad de los 128 detectores tarda 4,352 ms ($128 \times 34 \mu\text{s}$). Resumiendo, se tarda aproximadamente $1 \mu\text{s}$ en activar el multiplexor analógico, $25 \mu\text{s}$ para esperar a que el multiplexor y los circuitos de filtrado se establezcan con la nueva salida del detector, y finalmente $8 \mu\text{s}$ para las conversiones A/D. Después de escanear todos los detectores, se tarda $2 \mu\text{s}$ adicionales en configurar el controlador DMA del núcleo USB para enviar los resultados al PC. Debido al reducido tiempo de procesamiento queda capacidad suficiente para láminas mayores o mayor densidad de puntos táctiles.

Procesando los contactos

Cada cambio de presión en un punto de detección genera una carga y se materializa en una tensión medible. Si no se produce ningún otro cambio de presión, la tensión se descarga a través de la resistencia interna de la película piezoeléctrica y la resistencia de entrada del circuito de medición. Esta descarga sigue una función exponencial y es predecible si se conocen los parámetros de la función exponencial.

Toda desviación del valor predicho tiene que estar provocada por un nuevo cambio de presión en el detector. Esto se puede utilizar para procesar los cambios de presión procedentes de la señal de detección. En una etapa adicional, se puede calcular la evolución de la presión integrando todos los cambios de presión.

Cuando se utiliza una frecuencia de muestreo de 100 Hz, t vale 10 ms. La constante de tiempo τ de la función exponencial depende de la resistencia y la capacitancia internas del detector, así como de la impedancia de entrada del circuito de medición. Se puede utilizar una etapa de medición neumática para aplicar fuerzas reproducibles a un punto de detección. Esta configuración ayuda a medir la respuesta gradual de un único punto de detección. Se puede utilizar una herramienta de ajuste para interpolar la respuesta gradual con una función exponencial (figura 7).

La función exponencial interpolada tiene una τ de 17,72 ms. A partir de aquí, se conocen todos los parámetros necesarios para procesar la evolución de la presión a partir de la salida del detector. La figura 8 muestra el retro-cálculo desde la salida del detector para calcular la presión. La presión aplicada se muestra en el primer gráfico. El segundo gráfico muestra la tensión de salida medida del detector. Las desviaciones entre los valores predichos obtenidos a partir de la función exponencial y los valores medidos (inducidos por un cambio de presión) se muestran en la tercera gráfica. Finalmente, el último gráfico representa la integración de las desviaciones. Se puede ver que la evolución de la tensión es proporcional a la presión aplicada.

Rastreo de lápiz y táctil

Para proporcionar una solución estable para un rastreo de lápiz y táctil es preferible combinar el diseño de lámina descrito anteriormente con un patrón de puntos adicional, como el proporcionado, por ejemplo, por ANOTO (RTM).

La separación entre lápiz y táctil se realiza por medio de procesamiento basado en software. Un controlador de entrada combinada analiza de manera síncrona datos de entrada de lápiz y táctil. Cada vez que se realiza un nuevo contacto, el controlador de entrada espera aproximadamente 50 ms una entrada de lápiz en el mismo punto (dentro de un umbral pequeño). Durante este periodo, todos los datos táctiles son almacenados temporalmente en el controlador de entrada. Siempre que se detecta una entrada de lápiz, el controlador de entrada transfiere solamente la entrada de lápiz e ignora la entrada táctil. De lo contrario, los datos táctiles almacenados temporalmente son reenviados regularmente a las aplicaciones.

AplicacionesInterfaz hombre máquina (HMI, .Human Machine Interface) con retroalimentación háptica/acústica.

En una realización, el dispositivo de detección de la presente invención se utiliza para implementar HMI. La tecnología HMI basada en la tecnología PyzoFlex tiene el potencial de proporcionar funcionalidad de entrada táctil en un proceso de bajo coste mediante impresión sobre grandes áreas de sustratos flexibles, opcionalmente con electrodos casi transparentes. La modelización 3D del material ferroeléctrico activo mediante impresión permite combinar retroalimentación háptica pasiva con acústica en una capa funcional.

En una realización, el elemento básico de la tecnología HMI es un conjunto de condensadores de detección ferroeléctricos impresos basados en polímero ferroeléctrico semicristalino PVDF-TrFE como el dieléctrico intercalado

entre electrodos transparentes o absorbentes de IR. El detector es sensible a cambios, ya sea en la presión debido a su naturaleza piezoeléctrica o en la temperatura debido a su naturaleza piroeléctrica. Dicho conjunto de detectores capacitivos impresos se puede integrar monolíticamente con transistores orgánicos y elementos de visualización, y utilizarse además como una interfaz de usuario, flexible, fácilmente procesable, de bajo coste, que puede ser controlada por contacto o por proximidad (sin contacto).

Todas las capas se pueden depositar por serigrafía. Si se requieren capas transparentes y lisas, materiales potenciales para los electrodos son (i) PEDOT:PSS o (ii) nanohilos metálicos imprimibles, como alternativa a las tecnologías ITO actuales. Si son importantes una baja resistividad y/o una buena absorbancia de IR, los materiales preferentes son carbono y Ag.

En una realización, se da a conocer un nuevo concepto de botón de membrana. En particular, el polímero piezoeléctrico impreso puede servir como un detector de presión para entradas y como un accionador para retroalimentación táctil, pero asimismo como un altavoz que permite retroalimentación acústica.

Dado que el dispositivo de entrada de la presente invención está impreso, la rigidez del armazón (sustrato) en combinación con la adhesión del PVDF-TrFE impreso afecta a la salida vibratoria del dispositivo de detección. En una realización, para amplificar la amplitud vibratoria para facilitar retroalimentación de usuario táctil y/o acústica se utiliza un sustrato estructurado, tal como una película perforada, o una película polimérica con cavidades fabricadas mediante impresión/grabado en caliente y un condensador de detección abovedado impreso. Esto se muestra en la figura 9.

El resultado es una tecla de entrada simple con retroalimentación háptica pasiva basada en deformación del teclado inducida por presión, que induce cargas en los electrodos acoplados al polímero activo. Después de la detección de señal de la tecla, medios de procesamiento conectados al dispositivo de entrada pueden generar una retroalimentación activa en un accionador/altavoz produciendo una señal de tensión de cualesquiera frecuencia y amplitud definidas (para detección háptica, detección acústica o ambas). La impresión final de la retroalimentación proporcionada al usuario se puede diseñar libremente para cualesquiera propósitos y entornos. La intensidad de la señal de retroalimentación puede estar determinada por el diseño del armazón, el tamaño de los teclados y la señal enviada al detector. Además, es deseable optimizar la respuesta sonora y la presión acústica de un altavoz sin efectuar el diseño y la funcionalidad globales de los botones. Una realización referida comprende la fabricación de detectores PVDF abovedados con rigidez optimizada para radiar ondas acústicas a frecuencias y niveles sonoros específicos.

Panel (muti)táctil

Para un panel multitáctil piezoeléctrico, el patrón de electrodos según una realización de la invención es de tipo matriz estando la resolución limitada por el proceso de impresión, o de tipo triangular basado en un electrodo laminar de baja conductividad, con mayor resolución.

Panel (muti)táctil de tipo matriz

En una realización de la invención, se da a conocer un panel (muti)táctil basado en un detector piezoeléctrico real, generado especialmente mediante una pasta polimérica imprimible de bajo coste. Las realizaciones descritas anteriormente se pueden utilizar para la fabricación de detectores (muti)táctiles impresos de área grande, para diferentes clases de interacciones de usuario. Dado que el polímero ferroeléctrico es transparente en el rango visible, se puede utilizar asimismo para fabricar pantallas táctiles por medio de materiales de electrodo transparentes. Para una activación fiable de puntos táctiles individuales, se dispone en las zonas de solapamiento una estructura de tipo matriz, de electrodos inferiores y superiores ordenados ortogonalmente que forman áreas piezoeléctricas activas, capacitivas.

Sin embargo, cuando se van a capturar gestos multitáctiles, la generación de puntos fantasma debido a la distribución de carga descrita por las leyes de Kirchhoff resulta difícil en un enfoque de una sola capa. En una realización de la invención, este problema se trata no utilizando una combinación de software y electrónica compleja y costosa tal como, por ejemplo, se hace en relación con las pantallas táctiles capacitivas de la técnica anterior. En cambio, en esta realización, se consigue un reconocimiento multitáctil fiable añadiendo una segunda capa de detección al panel táctil único mediante inclinar la dirección de los electrodos en 45°. Este diseño permite la determinación de las entradas táctiles restando las señales de detectores piezoeléctricos de ambos paneles de detección, eliminando de ese modo los puntos táctiles reales y revelando los puntos fantasma provocados por la distribución de carga. Esto se muestra en la figura 10.

Panel de triangulación de electrodos laminares

En otra realización de la invención se da a conocer una triangulación basada en panel táctil piezoeléctrico, que explota una diferencia en resistividad de los materiales de los electrodos. En esta realización se detectan las señales en la esquina de la lámina de detección y, debido a una disminución de la señal de detección dependiente de la distancia, que está relacionada con la resistencia en serie del electrodo de baja conductividad, se puede calcular la localización exacta del punto de excitación.

Pared de seguridad láser

En una realización de la invención, el polímero activo utilizado en el interior del dispositivo de detección es piezoelectrico y piroelectrico (PVDF-TrFE) o se puede ajustar a uno de los dos (PVDF-TrFE + nanocompuesto), se puede medir no solamente la detección de entrada táctil provocada por cambios de presión sino asimismo el cambio de temperatura.

Utilizando la estructura de detección relacionada con el panel (multi)táctil que se ha descrito anteriormente, se pueden detectar asimismo cambios de temperatura. En combinación con medios de procesamiento adecuados, se pueden registrar y analizar cambios de temperatura resueltos espacialmente. Esta tecnología se puede utilizar para la fabricación económica de paredes activas de seguridad láser, por ejemplo para sistemas de soldadura láser automatizados, o en la proximidad de sistemas de fabricación láser automatizados por encima de una determinada clase de láser. Para dichas aplicaciones, la lámina de detección sensible térmicamente incluida en el dispositivo de detección de la presente invención se acopla a un receptáculo láser pasivo (que consiste habitualmente en una placa metálica de grosor apropiado) para transferir el calor generado por un haz de láser desenfocado o dispersado, directamente al conjunto de detectores. Se disponen medios para decidir si se produce un evento peligroso, y de qué clase, y para iniciar una alarma o apagar el sistema láser si es necesario, en función de la distribución y amplitud de las señales.

Con esta realización es posible fabricar paredes de seguridad láser activas de área grande combinando/uniendo entre sí una cantidad apropiada de láminas de detección. Esto permite asimismo una sustitución fácil de partes dañadas después de un evento peligroso. Además, la resolución espacial de las láminas de detección permite diagnósticos de error simplificados, dado que la intensidad y la posición del aumento de temperatura pueden ser reveladas por los medios de procesamiento.

Captador de energía

En una realización de la invención, el dispositivo de detección comprende un detector capacitivo pasivo que separa cargas en los electrodos cuando se produce un cambio de presión y/o de temperatura. Debido a estas características, el detector se puede utilizar como un convertidor de energía, que convierte energía mecánica y térmica en energía eléctrica. En una realización, el dispositivo de detección se puede utilizar como un captador de energía en la proximidad de cambios vibratorios y/o fluctuaciones térmicas.

La carga generada en respuesta a la detección de energía mecánica depende de la amplitud y la frecuencia de las vibraciones y/o de cambios térmicos, así como del área de detección. Preferentemente, el diseño del captador de energía capacitivo está adaptado al entorno existente. En particular, el grosor del polímero activo afecta a la relación de corriente frente a tensión, y el tamaño del área activa a excitar está relacionado con la cantidad de carga generada. Por ejemplo, utilizando un único detector HMI con un área de 0,7 cm² se pueden generar 3 nC en un evento táctil individual. Adaptando el diseño del detector se puede utilizar la energía generada, por ejemplo, para polarizar un nodo de detección inalámbrico dentro de una red de detección inalámbrica en un entorno de automatización industrial o en cualquier aparato adecuado en el contexto de vida asistida por el entorno ("ambient assisted living").

Suelo inteligente

El dispositivo de detección de la presente invención puede detectar vibraciones sobre un amplio espectro de frecuencia. Por consiguiente, el dispositivo de detección se puede utilizar como un micrófono, un detector de sonido óseo sólido o un detector de aceleración.

En el contexto de vida asistida por el entorno (por ejemplo, suelo inteligente) y de aplicaciones de seguridad (por ejemplo, detección de vandalismo), patrones de sonido habituales indican determinados incidentes. En una realización de la invención, el dispositivo de detección está acoplado a una superficie, por ejemplo a las paredes o al suelo de una habitación en un edificio. Las vibraciones en/de la superficie pueden ser detectadas y analizadas en base a la capacidad del dispositivo de detección para detectar varias frecuencias.

La sensibilidad acústica del dispositivo de detección se puede ajustar a una determinada banda de frecuencia variando su tamaño, forma y grosor. En el sector de aplicaciones de seguridad, determinados eventos (por ejemplo, rotura de cristales) se pueden detectar comparando la señal registrada con una base de datos de referencia que almacena datos indicativos de determinados eventos, permitiendo por lo tanto su detección (por ejemplo, vandalismo, accidentes u otros eventos de seguridad relevantes).

En el sector en crecimiento de la computación ubicua en entornos cotidianos (vida asistida por el entorno), un aspecto de interés creciente es el "suelo inteligente" (US 8,138,882 B2).

En una realización de la invención, el dispositivo de detección se implementa en/sobre una estructura del suelo. Debido a la robustez, la forma y la capacidad del dispositivo de detección para usos como un detector para cambios de presión/temperatura, detector de aceleración y/o detector de sonido óseo sólido, el dispositivo de detección

permite la detección y el rastreo de, por ejemplo, personas/animales en movimiento, eventos acústicos, cambios de temperatura (por ejemplo, fuego) y mucho más.

Se apreciará que las realizaciones descritas anteriormente se describen solamente como ejemplos, y que las modificaciones a estas realizaciones están comprendidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de detección, que comprende:

un sustrato;

una tinta de detección ferroeléctrica impresa sobre el sustrato para formar una primera capa de detección;

5 una serie de primeros electrodos conectados y una serie de segundos electrodos conectados, estando dicha primera capa de detección dispuesta entre ambas, en el que pares de primeros y segundos electrodos en solapamiento están configurados para formar condensadores, que corresponden cada uno a un punto de detección para generar una tensión medible en respuesta a una carga generada en la primera capa de detección;

caracterizado por que el dispositivo de detección comprende además:

10 una segunda capa de detección, donde la segunda capa de detección está dispuesta en la parte de atrás del sustrato, en particular mediante impresión, o en la parte superior de la primera capa de detección, en particular laminada sobre la primera capa de detección;

15 en el que la primera capa de detección comprende una primera serie de líneas conductoras sustancialmente paralelas conectadas a los primeros electrodos, y la segunda capa de detección comprende una segunda serie de líneas conductoras sustancialmente paralelas conectadas a los segundos electrodos, donde la dirección de los primeros electrodos y las primeras líneas conductoras y la dirección de los segundos electrodos y las segundas líneas conductoras están rotadas entre sí en un ángulo predeterminado, en torno a un eje que se extiende perpendicular a la extensión longitudinal de la primera y la segunda series de líneas.

20 2. El dispositivo de detección según cualquier reivindicación anterior, en el que la tinta de detección comprende un polímero piroeléctrico y piezoeléctrico, en particular un polímero formado por el copolímero P(VDF-TrFE) o por el terpolímero ferroeléctrico relaxor P(VDF-TrFE-CFE), y/o en el que la tinta de detección está formada por un nanocompuesto de nanopartículas ferroeléctricas inorgánicas integradas en el polímero piroeléctrico y piezoeléctrico.

25 3. El dispositivo de detección según cualquier reivindicación anterior, en el que la tinta de detección comprende nanocristalitos que contienen un dipolo.

4. El dispositivo de detección según la reivindicación 3, en el que los nanocristalitos que contienen un dipolo están alineados verticalmente con respecto a la segunda serie de electrodos.

30 5. El dispositivo de detección según cualquier reivindicación anterior, en el que dicha tinta de detección ferroeléctrica forma un conjunto de condensadores de detección ferroeléctricos impresos, que comprenden preferentemente el polímero ferroeléctrico semicristalino PVDF-TrFE, formado entre electrodos transparentes o absorbentes de IR.

6. El dispositivo de detección según cualquier reivindicación anterior, en el que dichos electrodos comprenden PEDOT:PSS, nanohilos metálicos imprimibles, carbono y/o Ag.

35 7. El dispositivo de detección según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho sustrato comprende un sustrato estructurado, tal como una película perforada, o una película polimérica con cavidades, por ejemplo fabricada mediante impresión o grabado en caliente.

8. El dispositivo de detección según cualquier reivindicación anterior, que comprende además detectores abovedados impresos, en particular detectores PVDF.

9. El dispositivo de detección según la reivindicación 8, en el que los detectores abovedados están adaptados para generar ondas acústicas a frecuencias predefinidas y/o niveles sonoros predefinidos.

40 10. El dispositivo de detección según cualquier reivindicación anterior, en el que dichos primeros electrodos y segundos electrodos comprenden respectivamente un primer y un segundo conjuntos de electrodos, donde dichos conjuntos están inclinados entre sí, preferentemente en 45°.

11. El dispositivo de detección según la reivindicación 10, que comprende medios de procesamiento para restar señales de detección del primer y el segundo conjuntos de electrodos para identificar posiciones de contacto.

45

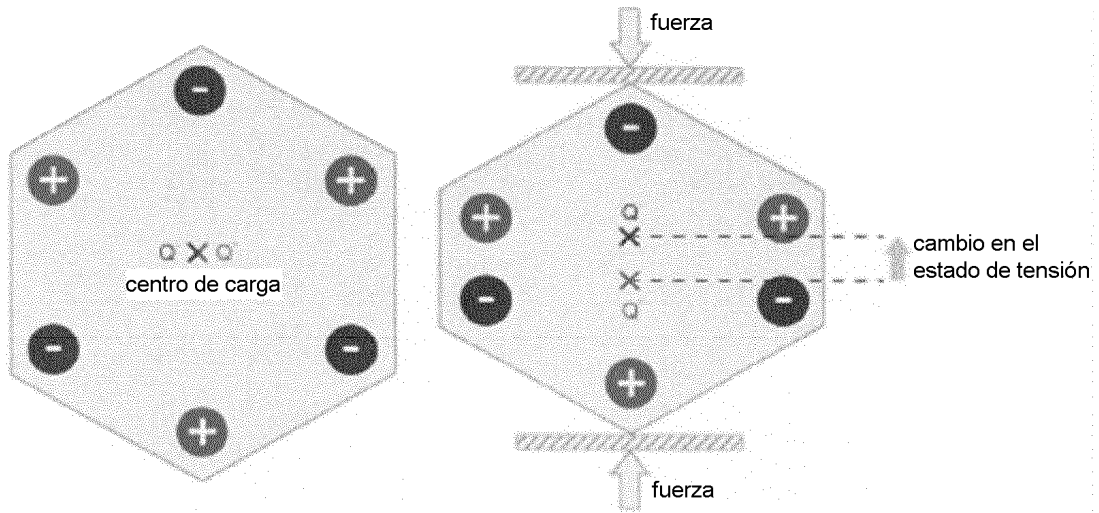


Fig. 1

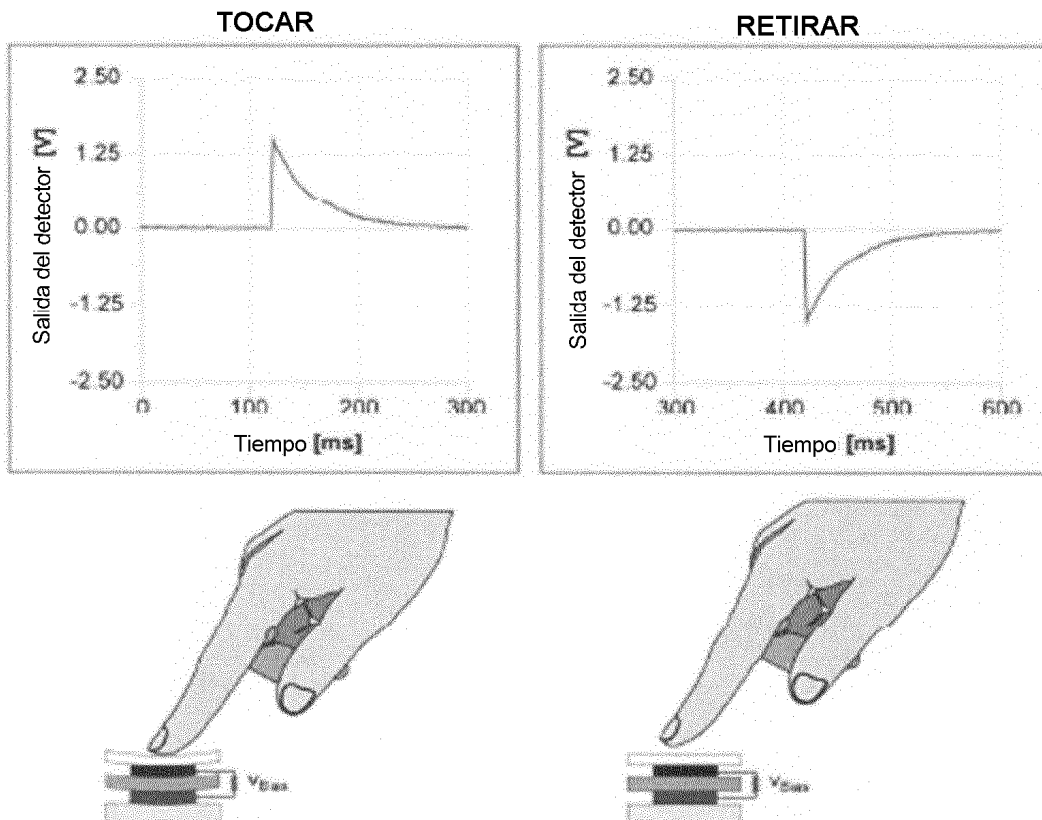


Fig. 2

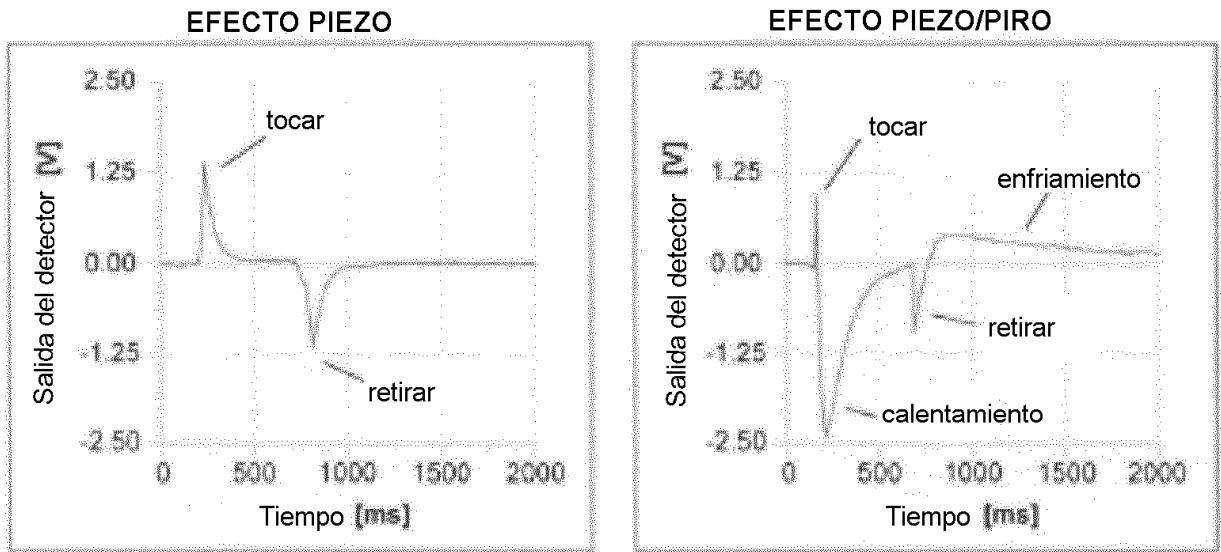


Fig. 3

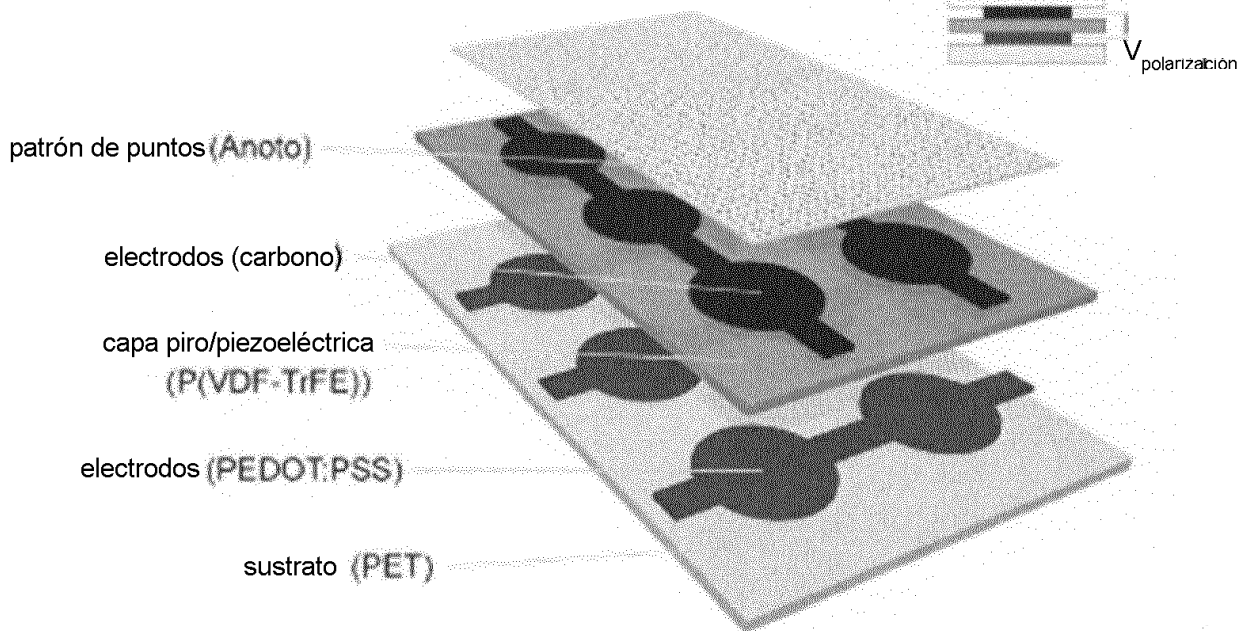


Fig. 4

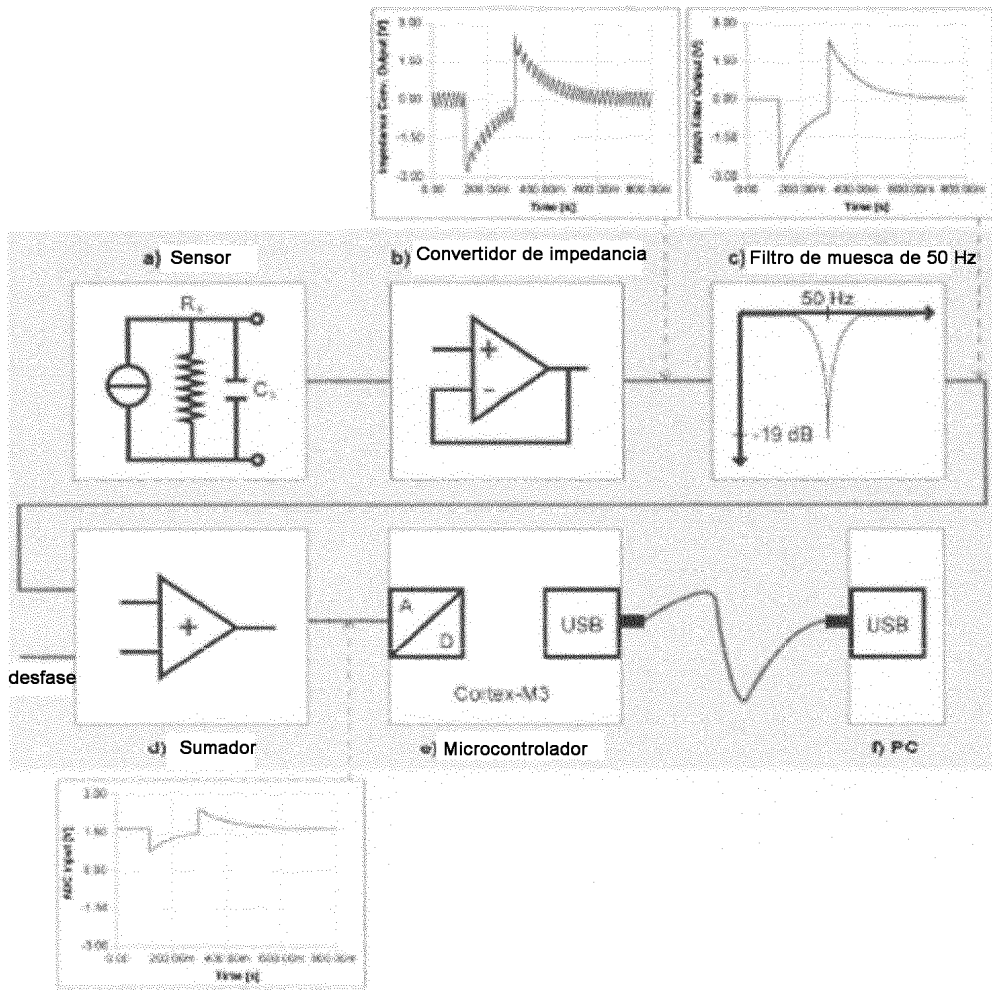


Fig. 5

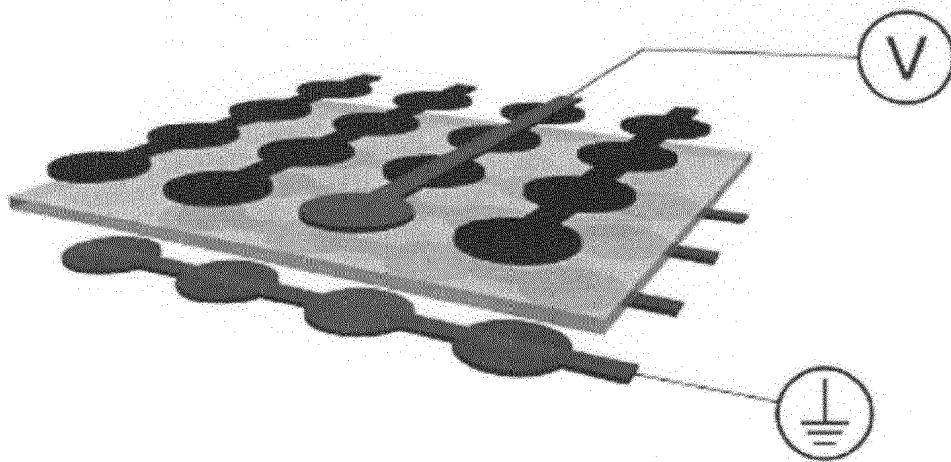


Fig. 6

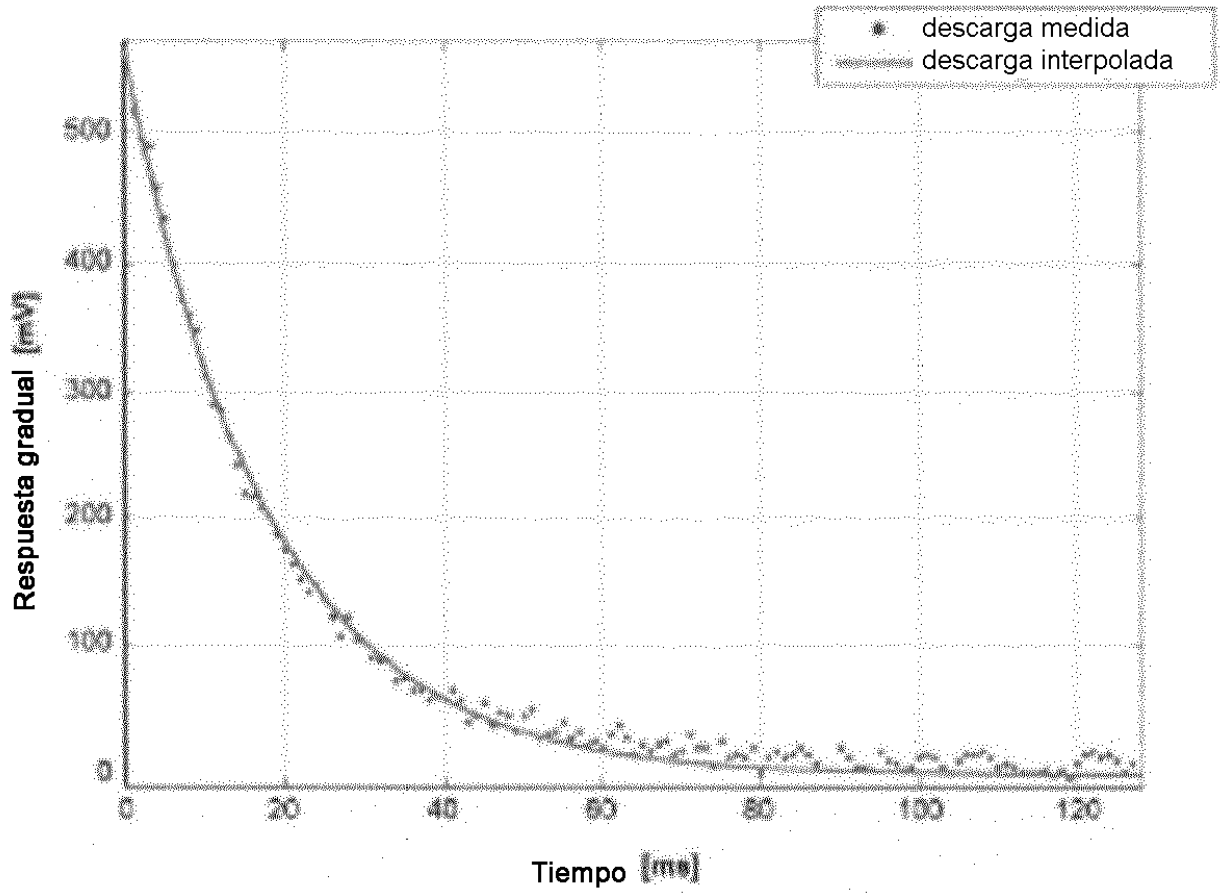


Fig. 7

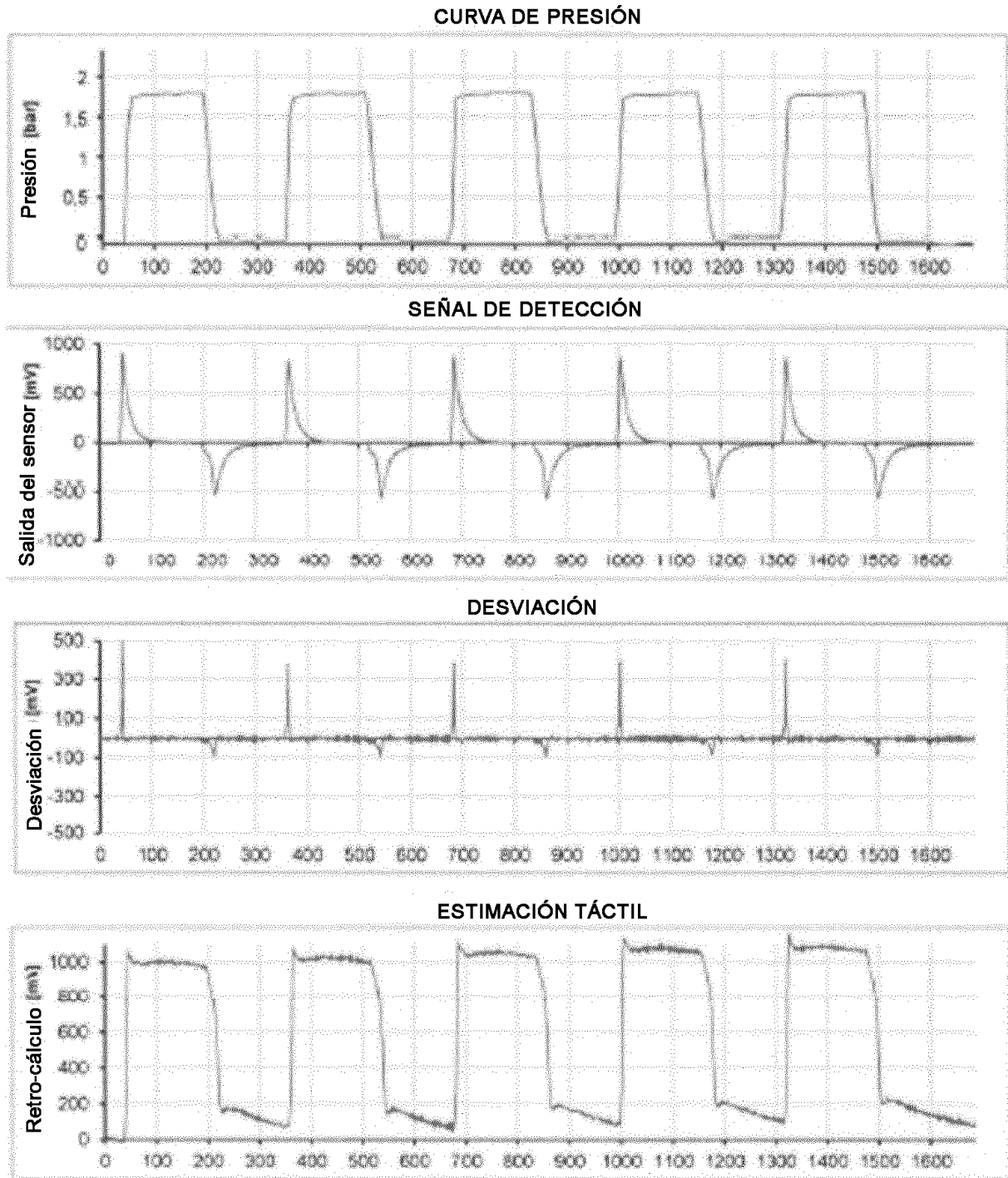


Fig. 8

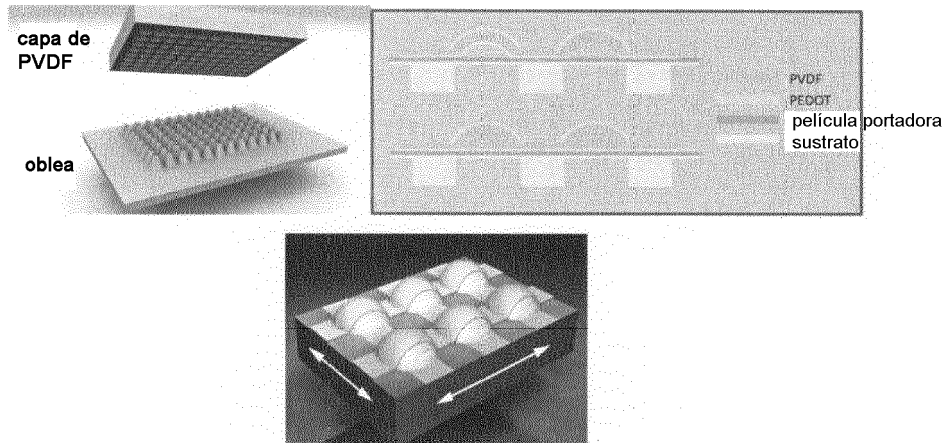


Fig. 9

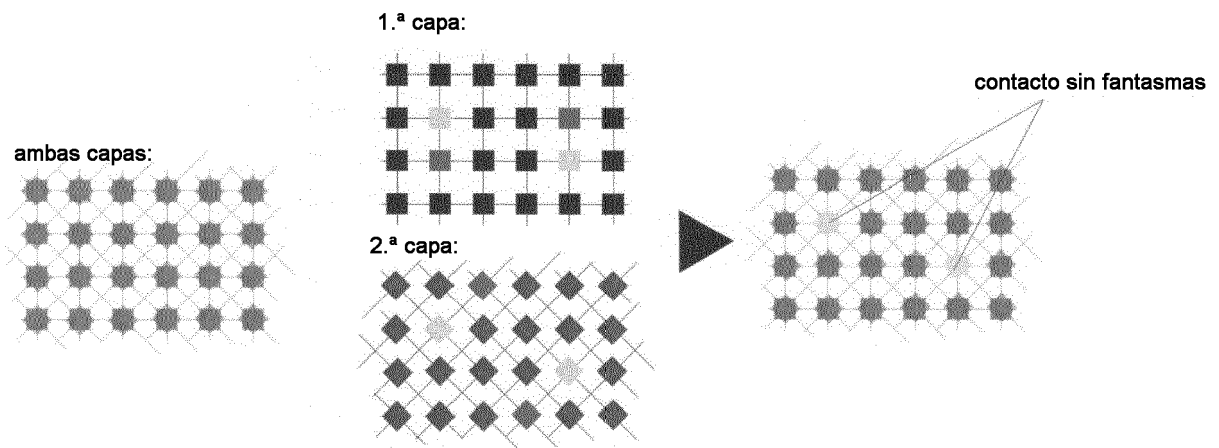


Fig. 10