

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 756 585**

51 Int. Cl.:

G01S 7/52 (2006.01)

G06K 9/00 (2006.01)

G01S 15/89 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.08.2016 PCT/US2016/047103**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.03.2017 WO17040018**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.08.2016 E 16757787 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 3345014**

54 Título: **Receptor de píxeles con cancelación de capacitancia para aparato de visualización por ultrasonidos**

30 Prioridad:

01.09.2015 US 201514842826

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

27.04.2020

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
International IP Administration, 5775 Morehouse
Drive
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**MATHE, LENNART KARL-AXEL;
WADHWA, SAMEER y
XIA, LINGLI**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 756 585 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

Receptor de píxeles con cancelación de capacitancia para aparato de visualización por ultrasonidos

5 ANTECEDENTES

Campo

10 [0001] Los aspectos de la presente descripción se refieren en general a aparatos de visualización por ultrasonidos y, más particularmente, a un receptor de píxeles con cancelación de capacitancia para su uso en un aparato de visualización por ultrasonidos.

Antecedentes

15 [0002] Se puede usar un aparato de visualización por ultrasonidos para obtener imágenes electrónicas o digitales de ciertos elementos, como huellas dactilares. Un aparato de visualización por ultrasonidos típicamente comprende un transmisor de ondas ultrasónicas que incluye una capa piezoeléctrica de transmisión (por ejemplo, una capa de fluoruro de polivinilideno (PVDF)), una capa piezoeléctrica de recepción (por ejemplo, una capa PVDF) y un receptor de píxeles que comprende una matriz bidimensional de sensores de píxeles. En general, el transmisor de ondas ultrasónicas está situado debajo del receptor de píxeles, y el receptor de píxeles está situado debajo de la capa piezoeléctrica de recepción. El elemento a visualizar, como puede ser la huella dactilar de un usuario, se coloca encima de la capa piezoeléctrica de recepción.

25 [0003] En funcionamiento, la capa piezoeléctrica de transmisión del transmisor de ondas ultrasónicas se excita para generar una onda ultrasónica (por ejemplo, una onda ultrasónica de 10MHz) hacia arriba a través del receptor de píxeles y la capa piezoeléctrica de recepción hasta que la onda encuentra el elemento a visualizar, como puede ser la huella dactilar de un usuario. La onda ultrasónica se refleja en la huella dactilar y se propaga hacia abajo hacia el receptor de píxeles. La capa piezoeléctrica de recepción convierte la onda reflejada en tensiones en las entradas respectivas de los sensores de píxeles del receptor de píxeles. Las tensiones generadas en las entradas de los sensores de píxeles son una función de si la onda correspondiente encontró un valle o una cresta de la huella dactilar del usuario.

35 [0004] Los sensores de píxeles procesan las tensiones de alta frecuencia respectivas para generar tensiones de píxeles de salida de CC. Se proporciona un convertidor analógico-digital para digitalizar las tensiones de los píxeles de salida de CC. Las señales digitalizadas pueden ser procesadas por un procesador de imágenes para realizar diversas operaciones, tal como el reconocimiento de huellas dactilares, el almacenamiento de la base de datos de huellas dactilares y otros.

40 [0005] En el pasado, el receptor de píxeles se ha implementado utilizando la tecnología de transistor de película delgada (TFT). Sin embargo, los circuitos implementados usando tecnología TFT en general tienen menos eficacia de conversión de tensión y más ruido que los circuitos implementados usando otra tecnología, tal como la tecnología de semiconductores complementarios de óxido metálico (CMOS).

45 [0006] El documento WO 2013/116258 se refiere a un transductor acústico de eco-impulso piezocerámico que incluye capas de protección para la cerámica piezoeléctrica que se sintonizan con la cerámica piezoeléctrica para optimizar la respuesta a las señales de eco-impulso. Las capas de protección se sintonizan con la cerámica piezoeléctrica mediante la selección de material y el espesor. El transductor acústico tiene un respaldo, una cerámica piezoeléctrica adyacente al respaldo, una capa de protección intermedia adyacente a la cerámica piezoeléctrica y una capa de protección frontal adyacente a la capa de protección intermedia y opuesta a la cerámica piezoeléctrica. Las capas de protección frontal e intermedia se sintonizan con la cerámica piezoeléctrica a través de su impedancia acústica de manera que la impedancia acústica de la capa intermedia es mayor que la impedancia acústica de la cerámica piezoeléctrica y de la capa de protección frontal. La impedancia acústica de la capa de protección frontal es menor que la impedancia acústica de la cerámica piezoeléctrica.

55 [0007] Los siguientes documentos se refieren a sensores ultrasónicos de huellas dactilares y transductores piezoeléctricos:

60 H. TANG *ET AL.*: "Pulse-echo ultrasonic fingerprint sensor on a chip", 2015 TRANSDUCERS, 2015 18th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (TRANSDUCERS), 1 de abril de 2015 (04/01/2015), páginas 674-677, DOI: 10.1109/TRANSDUCERS.2015.7181013, ISBN: 978-1-4799-8955-3

AKASHEH F *ET AL.*: "Development of piezoelectric micromachined ultrasonic transducers", *Sensors and Actuators A: Sensors and Actuators A: Physical*, Elsevier BV, NL, vol. 111, n.º. 2-3, 15 de marzo de 2004 (2004-03-05), páginas 275-287, ISSN 0924-4247, DOI: 10.1016/J.SNA.2003.11.022

65

LU Y ET AL: "Ultrasonic fingerprint sensor using a piezoelectric micromachined ultrasonic transducer array integrated with complementary metal oxide semiconductor electronics", Applied Physics Letters, A I P Publishing LLC, US, Vol. 106, n.º. 26, 29 de junio de 2015 (2015-06-09), ISSN 0003-6951, DOI: 10.1063/1.4922915

5 **SUMARIO**

10 **[0008]** Con objeto de superar los defectos de la técnica anterior, se propone la invención de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas. A continuación, se presenta un sumario simplificado de uno o más modos de realización con el fin de proporcionar una comprensión básica de dichos modos de realización. Este sumario no es una descripción general exhaustiva de todos los modos de realización contemplados y tampoco está destinado a identificar ni elementos clave o críticos de todos los modos de realización, ni a delimitar el alcance de algunos o de todos los modos de realización. Su único propósito es presentar algunos conceptos de uno o más modos de realización de manera simplificada como preludio a la descripción más detallada que se presenta posteriormente.

15 **[0009]** Un aspecto de la descripción se refiere a un aparato que comprende una primera capa de metalización acoplada a una capa piezoeléctrica, en la que se forma una primera tensión en la primera capa de metalización en respuesta a una onda ultrasónica que se refleja desde un elemento a visualizar y se propaga a través de la capa piezoeléctrica, y en el que la primera capa de metalización está situada encima de un sustrato; una segunda capa de metalización situada entre la primera capa de metalización y el sustrato; y un dispositivo configurado para aplicar una
20 segunda tensión a la segunda capa de metalización para reducir una capacitancia parásita entre la primera capa de metalización y el sustrato.

25 **[0010]** Otro aspecto de la divulgación se refiere a un procedimiento que comprende generar una primera tensión en una primera capa de metalización en respuesta a una onda ultrasónica que se refleja desde un elemento a visualizar y se propaga a través de una capa piezoeléctrica, en el que la primera capa de metalización está situada encima de un sustrato; y aplicar una segunda tensión a una segunda capa de metalización para reducir una capacitancia parásita entre la primera capa de metalización y el sustrato, en el que la segunda capa de metalización está situada entre la primera capa de metalización y el sustrato.

30 **[0011]** Otro aspecto de la divulgación se refiere a un aparato que comprende medios para generar una primera tensión en una primera capa de metalización en respuesta a una onda ultrasónica que se refleja desde un elemento a visualizar y se propaga a través de la capa piezoeléctrica, en el que la primera capa de metalización está situada encima de un sustrato; y medios para aplicar una segunda tensión a una segunda capa de metalización para reducir una capacitancia parásita entre la primera capa de metalización y el sustrato, en el que la segunda capa de metalización está situada entre la primera capa de metalización y el sustrato.
35

40 **[0012]** Para conseguir los objetivos anteriores y otros relacionados, los uno o más modos de realización comprenden las características descritas con detalle de aquí en adelante y expuestas particularmente en las reivindicaciones. La descripción siguiente y los dibujos adjuntos exponen con detalle determinados aspectos ilustrativos de los uno o más modos de realización. Sin embargo, estos aspectos son indicativos de solo algunas de las diversas maneras en las que pueden emplearse los principios de diversos modos de realización, y los modos de realización descritos están concebidos para incluir todos dichos aspectos y sus equivalentes.

45 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

[0013]

50 La FIG. 1 ilustra una vista lateral en sección transversal de un aparato de visualización por ultrasonidos a modo de ejemplo de acuerdo con un aspecto de la divulgación.

La FIG. 2 ilustra una vista superior de un receptor CMOS a modo de ejemplo para un aparato de visualización por ultrasonidos a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

55 La FIG. 3 ilustra un diagrama esquemático de un receptor CMOS a modo de ejemplo para un aparato de visualización por ultrasonidos a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 4A ilustra un diagrama esquemático de un sensor de píxel a modo de ejemplo para un aparato de visualización por ultrasonidos a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

60 La FIG. 4B ilustra un diagrama de temporización asociado con un funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel de la FIG. 4A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

65 La FIG. 4C ilustra un diagrama de temporización asociado con otro funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel de la FIG. 4A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 4D ilustra un diagrama de temporización asociado con aún otro funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel de la FIG. 4A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

5 La FIG. 4E ilustra un diagrama de temporización asociado con todavía otro funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel de la FIG. 4A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 4F ilustra una vista lateral en sección transversal de una porción del sensor de píxel de la FIG. 4A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

10 La FIG. 4G ilustra una vista superior del sensor de píxel de la FIG. 4A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 5A ilustra un diagrama esquemático de otro sensor de píxel a modo de ejemplo para un aparato de visualización por ultrasonidos a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

15 La FIG. 5B ilustra una vista lateral en sección transversal de una porción del sensor de píxel a modo de ejemplo de la FIG. 5A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

20 La FIG. 5C ilustra una vista superior del sensor de píxel a modo de ejemplo de la FIG. 5A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 6A ilustra un diagrama esquemático de otro sensor de píxel a modo de ejemplo para un aparato de visualización por ultrasonidos a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

25 La FIG. 6B ilustra una vista lateral en sección transversal de una porción del sensor de píxel a modo de ejemplo de la FIG. 6A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 6C ilustra un diagrama de temporización asociado con un funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel de la FIG. 6A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

30 La FIG. 6D ilustra un diagrama de temporización asociado con otro funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel de la FIG. 6A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

35 La FIG. 6E ilustra un diagrama de temporización asociado con aún otro funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel de la FIG. 6A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 6F ilustra un diagrama de temporización asociado con todavía otro funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel de la FIG. 6A de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

40 La FIG. 7 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento a modo de ejemplo para reducir la capacitancia parásita de un sensor de píxel de acuerdo con otro aspecto de la divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 **[0014]** La descripción detallada expuesta a continuación, en relación con los dibujos adjuntos, está concebida como una descripción de diversas configuraciones y no está concebida para representar las únicas configuraciones en las cuales pueden llevarse a la práctica los conceptos descritos en el presente documento. La descripción detallada incluye detalles específicos con el fin de proporcionar un entendimiento exhaustivo de los diversos conceptos. Sin embargo, resultará evidente para los expertos en la técnica que estos conceptos se pueden llevar a la práctica sin estos detalles específicos. En algunos ejemplos, se muestran estructuras y componentes bien conocidos en forma de diagrama de bloques para evitar oscurecer dichos conceptos.

50 **[0015]** La FIG. 1 ilustra una vista lateral en sección transversal de un aparato de visualización por ultrasonidos 100 a modo de ejemplo de acuerdo con un aspecto de la divulgación. El aparato de visualización por ultrasonidos 100 comprende un transmisor de ondas ultrasónicas 110 configurado para generar una onda ultrasónica (por ejemplo, una onda ultrasónica de 10 MHz). El transmisor ultrasónico 110 está configurado para generar la onda ultrasónica de modo que se propague hacia arriba a través de diversas capas, como se analiza más adelante en el presente documento.

55 **[0016]** Más concretamente, el transmisor de ondas ultrasónicas 110 puede comprender una capa piezoeléctrica de transmisión 112, un par de electrodos 114 y 116 acoplados a la capa piezoeléctrica de transmisión 112 y una fuente de excitación 118. La capa piezoeléctrica 112 puede comprender una capa de fluoruro de polivinilideno (PVDF) u otro tipo de capa piezoeléctrica. La fuente de excitación 118 está configurada para generar una tensión de excitación para la capa piezoeléctrica de transmisión 112 de manera que la capa emite una onda ultrasónica a una frecuencia deseada (por ejemplo, 10 MHz).

65

- 5 [0017] El aparato de visualización por ultrasonidos 100 comprende además un receptor de píxeles 120 colocado encima del transmisor de ondas ultrasónicas 110. Un espaciador (no se muestra), como un espaciador de vidrio, puede estar intercalado entre el transmisor de ondas ultrasónicas 110 y el receptor de píxeles 120. Como se analiza más adelante en el presente documento, el receptor de píxeles 120 comprende una matriz bidimensional de sensores de píxeles configurados para recibir y procesar las respectivas tensiones asociadas con el elemento a visualizar, como puede ser la huella dactilar de un usuario. El receptor de píxeles 120 comprende una pluralidad de tiras de metalización de entrada 122 dispuestas en una matriz bidimensional para recibir tensiones de entrada de píxeles asociadas con el elemento a visualizar.
- 10 [0018] El aparato de visualización por ultrasonidos 100 comprende además una capa piezoeléctrica de recepción 130 dispuesta y/o colocada encima del receptor de píxeles 120. La capa piezoeléctrica de recepción 130 convierte la onda ultrasónica reflejada del elemento a visualizar (por ejemplo, la huella dactilar del usuario) en tensiones de entrada de píxeles para los sensores de píxeles del receptor de píxeles 120. De manera similar, la capa piezoeléctrica de recepción 130 puede comprender una capa de fluoruro de polivinilideno (PVDF) u otro tipo de capa piezoeléctrica. Se puede proporcionar un electrodo 132 (por ejemplo, capa de metalización) encima de la capa piezoeléctrica de recepción 130 para proporcionar un funcionamiento basado en ventanas de detección, como se analiza más adelante en el presente documento.
- 20 [0019] El aparato de visualización por ultrasonidos 100 comprende además un plato 140 dispuesto sobre el electrodo 132. El plato 140 sirve como un revestimiento protector para los componentes del aparato de visualización por ultrasonidos 100 subyacente al plato. Además, el plato 140 sirve para proporcionar una superficie sobre la cual se puede colocar el elemento a visualizar, tal como la huella dactilar del usuario 150, como se ilustra en la FIG. 1.
- 25 [0020] En funcionamiento, el transmisor de ondas ultrasónicas 110 se hace funcionar para generar una ráfaga de ondas ultrasónicas (por ejemplo, una onda ultrasónica de 10 MHz) que se propaga hacia arriba hacia el dedo de un usuario 150 a través del receptor de píxeles 120, la capa piezoeléctrica de recepción 130 y el plato 140. La onda ultrasónica incidente sobre el dedo de un usuario 150 produce una onda ultrasónica reflejada, que se propaga hacia abajo a través de la capa piezoeléctrica de recepción 130. La capa piezoeléctrica 130 convierte la onda reflejada en tensiones en las entradas respectivas de los sensores de píxeles del receptor 120. La amplitud de cada una de las tensiones depende de si la porción de onda ultrasónica reflejada correspondiente encontró una cresta o un valle de la huella dactilar. Los sensores de píxeles procesan las tensiones de entrada de píxeles para generar tensiones de salida de píxeles para su posterior digitalización y procesamiento de acuerdo con la aplicación de visualización deseada.
- 30 [0021] La FIG. 2 ilustra una vista superior de un receptor CMOS 200 a modo de ejemplo para un aparato de visualización por ultrasonidos a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. El receptor CMOS 200 puede ser una implementación detallada a modo de ejemplo del receptor de píxeles 120 del aparato de visualización por ultrasonidos 100 analizado previamente.
- 35 [0022] El receptor CMOS 200 comprende un circuito integrado (CI) CMOS 220 que incluye una matriz de sensores de píxeles. Una porción superior del CI CMOS 220 incluye una pluralidad de tiras de metalización de entrada 222 dispuestas en una matriz bidimensional. Aunque no se muestra en la FIG. 2, el receptor CMOS 200 puede incluir una capa de pasivación dieléctrica dispuesta sobre la matriz de tiras de metalización de entrada 222. La capa piezoeléctrica de recepción 130 puede unirse a la superficie superior del CI CMOS 220 usando, por ejemplo, un material adhesivo. Las tiras de metalización 222 sirven como entradas respectivas a los sensores de píxeles del receptor CMOS 200, donde se desarrollan las tensiones de entrada de píxeles relacionadas con la onda ultrasónica reflejada correspondiente.
- 40 [0023] La FIG. 3 ilustra un diagrama esquemático de un receptor CMOS 300 a modo de ejemplo para un aparato de visualización por ultrasonidos a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. El receptor CMOS 300 puede ser una implementación detallada a modo de ejemplo de uno o ambos, el receptor 120 y el receptor CMOS 200, analizados previamente.
- 45 [0024] En particular, el receptor CMOS 300 comprende una matriz bidimensional de sensores de píxeles 310-11 a 310-MN. En este ejemplo, el tamaño de la matriz del sensor de píxel es MxN. Es decir, la matriz de sensores de píxeles tiene M filas de sensores de píxeles y N columnas de sensores de píxeles. Los sensores de píxeles 310-11 a 310-1N están en la primera fila de la matriz; los sensores de píxeles 310-21 a 310-2N están en la segunda fila de la matriz; los sensores de píxeles 310-31 a 310-3N están en la tercera fila de la matriz; y los sensores de píxel 310-M1 a 310-MN están en la fila M de la matriz. Del mismo modo, los sensores de píxeles 310-11 a 310-M1 están en la primera columna de la matriz; los sensores de píxeles 310-12 a 310-M2 están en la segunda columna de la matriz; los sensores de píxeles 310-13 a 310-M3 están en la tercera columna de la matriz; y los sensores de píxel 310-1N a 310-MN están en la columna N de la matriz. Como se muestra, todos los sensores de píxeles 310-11 a 310-MN están acoplados a la capa piezoeléctrica (PZ) para recibir las respectivas tensiones de entrada de píxeles de los mismos.
- 50 [0025] El receptor CMOS 300 comprende además un selector de fila 320, un multiplexor de lectura de columna 330, un convertidor analógico-digital (ADC) 340, un procesador de imágenes 350 y un controlador 360. El selector de fila 320, bajo el control del controlador 360, activa una fila de sensores de píxeles con el propósito de generar las tensiones
- 55
- 60
- 65

de píxeles de salida correspondientes. En este sentido, el selector de fila 320 genera tres señales CS1/DB1/SS1 a CSM/DBM/SSM para las filas 310-11/310-1N a 310-1M1/310-MN, respectivamente.

[0026] Como se analiza con más detalle en el presente documento, las señales CS1 a CSM limpian las compuertas de los transistores de efecto de campo (FET) en los sensores de píxeles correspondientes de carga que puede estar presente de una activación anterior o ciclo de lectura. Las señales DB1 a DBM se utilizan para activar detectores de pico en los sensores de píxeles correspondientes para generar una tensión relacionado con el pico de energía o tensión recibida de la capa piezoeléctrica. Las señales SS1 a SSM provocan que las tensiones de píxeles de salida generadas por los sensores de píxeles correspondientes se apliquen a las líneas de lectura de columna correspondientes CR1 a CRN. También, en relación con un modo de realización particular, las señales SS1 a SSM se usan para efectuar la cancelación de capacitancia parásita para aumentar la sensibilidad en los sensores de píxeles correspondientes.

[0027] Bajo el control del controlador 360, el multiplexor de lectura de columna 330 lee las tensiones de píxeles de salida de los sensores de píxeles de la fila activada. El multiplexor 330 puede emitir las tensiones de píxeles de salida en serie al ADC 340. Debe entenderse que el multiplexor 330 puede estar configurado para generar al menos una porción de las tensiones de píxeles de salida en paralelo a una pluralidad de ADC, respectivamente. El ADC 340 digitaliza las tensiones de píxeles de salida y las proporciona al procesador de imágenes 350. El procesador de imágenes 350 puede realizar un número cualquiera de operaciones basándose en las tensiones de píxeles digitalizados recibidos. Por ejemplo, el procesador de imágenes 350 puede realizar el reconocimiento de huellas dactilares en base a una imagen de huella dactilar autenticada almacenada previamente.

[0028] También, como se ilustra, el controlador 360 puede generar una tensión de control de Rbias para controlar una tensión que Rbias aplica al electrodo, tal como el electrodo 132, situado en una superficie superior de la capa piezoeléctrica de recepción. Como se analiza con más detalle en el presente documento, la tensión de Rbias se puede usar para activar los detectores de pico de los sensores de píxeles activados para detectar uno o más picos de la energía o tensión recibidas de la capa piezoeléctrica.

[0029] La FIG. 4A ilustra un diagrama esquemático de un sensor de píxel 400 a modo de ejemplo para un aparato de visualización por ultrasonidos a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. El sensor de píxel 400 puede ser una implementación detallada a modo de ejemplo de cualquiera de los sensores de píxeles 310-11 a 310-MN analizados previamente. Como se ilustra, el sensor de píxel 400 está acoplado a una capa piezoeléctrica de recepción 440, el electrodo correspondiente 442 y el plato 446, sobre el cual se coloca un elemento a visualizar, tal como una huella dactilar. El electrodo 442 está configurado para recibir una tensión de Rbias generada por una fuente de tensión de Rbias 448 basada en una señal de control de Rbias generada, por ejemplo, por el controlador 360 analizado previamente.

[0030] En particular, el sensor de píxel 400 comprende un detector de pico 420 que incluye el transistor N3 y un diodo D1. El transistor N3 puede configurarse como un transistor de efecto de campo (FET), tal como un semiconductor de óxido de metal de canal n FET (MOSFET) (denominado de aquí en adelante un "NMOS"). El NMOS N3 comprende un drenaje acoplado a una tira de metalización de entrada 410 del sensor de píxel 400, una fuente configurada para recibir una tensión de polarización del diodo y una compuerta configurada para recibir una señal de liberación. El diodo D1 incluye un ánodo configurado para recibir la tensión de polarización del diodo y un cátodo también acoplado a la tira de metalización de entrada 410.

[0031] El sensor de píxel 400 comprende además un amplificador seguidor de fuente que comprende el transistor N1. El transistor N1 también puede configurarse como un FET, tal como un NMOS, que incluye un drenaje acoplado a una tensión de carril (por ejemplo, Vdd) y una compuerta acoplada a la tira de metalización de entrada 410 del sensor de píxel 400. El sensor de píxel 400 comprende además un transistor de lectura N2, que también puede configurarse como un FET, tal como un NMOS, que incluye un drenaje acoplado a una fuente del NMOS N1 y una compuerta configurada para recibir una señal de selección. El sensor de píxel 400 comprende además una fuente de corriente I acoplada entre la fuente de NMOS N2 y otra tensión de carril (por ejemplo, tierra).

[0032] La señal de liberación, la polarización del diodo y la señal de selección son ejemplos de un conjunto de las señales CS1/DB1/SS1 a CSM/DBM/SSM analizadas previamente. Además, la tira de metalización de entrada 410 del sensor de píxel 400 es un ejemplo de una de las tiras de metalización de entrada 122 y 222, analizadas previamente. El funcionamiento del sensor de píxel 400 se analiza a continuación con referencia a algunos diagramas de temporización a modo de ejemplo.

[0033] La FIG. 4B ilustra un diagrama de temporización asociado con un funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel 400 de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. El eje horizontal o x del diagrama de tiempo representa el tiempo, el eje vertical representa las amplitudes de la señal de liberación, la ráfaga de ondas ultrasónicas, la polarización del diodo, la señal de selección y la Rbias. En el diagrama de temporización a modo de ejemplo, se muestran dos ciclos de lectura consecutivos 1 y 2 con fines ilustrativos. Debe entenderse que los ciclos de lectura no necesitan ser consecutivos, y pueden realizarse en cualquier momento tras la petición de un usuario.

- 5 **[0034]** De acuerdo con el diagrama de temporización, en el momento t1, la señal de liberación se pone primero a un estado activo (por ejemplo, un nivel de tensión relativamente alto (por ejemplo, Vdd)) para activar NMOS N3. El encendido de NMOS N3 limpia la compuerta de NMOS N1 de cualquier carga que pueda estar presente, por ejemplo, de un ciclo de lectura anterior. En el momento t2, la señal de liberación se pone a un estado inactivo (por ejemplo, un nivel de tensión relativamente bajo (por ejemplo, tierra)) para apagar NMOS N3. Durante el intervalo de tiempo t1-t2, el transmisor ultrasónico puede desactivarse (por ejemplo, no genera una ráfaga de ondas ultrasónicas), las tensiones de la señal de selección y polarización del diodo pueden establecerse en un estado inactivo (por ejemplo, una tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra)), y la Rbias se puede establecer en cualquier nivel de CC (por ejemplo, Vdd).
- 10 **[0035]** A continuación, en el momento t3, la tensión de polarización del diodo se pone a un nivel de tensión establecido (por ejemplo, 3 voltios) para polarizar el diodo D1 para la detección de la señal de pico. La tensión de polarización del diodo puede seleccionarse en un punto de funcionamiento deseado para la compuerta de NMOS N1. Por ejemplo, la fuente de corriente puede requerir aproximadamente un (1) voltio a través de la fuente de corriente; la tensión de drenaje a la fuente de NMOS N2 puede requerir aproximadamente 0,2 voltios; y la tensión de compuerta a fuente de NMOS N1 puede requerir 0,5 voltios. Por lo tanto, la tensión mínima de la compuerta de NMOS N1 puede ser de 1,5 voltios. Al establecer la tensión de polarización del diodo en tres (3) voltios, y al permitir una caída de 0,7 voltios a través del diodo D1, la tensión de la compuerta de NMOS N1 puede oscilar entre 1,5 a 2,3 voltios. Debe entenderse que la tensión de compuerta de NMOS N1 puede configurarse para funcionar dentro de otros intervalos.
- 15 **[0036]** A continuación, en el momento t4, el transmisor ultrasónico se activa para generar una ráfaga de ondas ultrasónicas a través de la capa piezoeléctrica de recepción 440, el electrodo 442 y el plato 446. Como se ha analizado previamente, las ráfagas de ondas ultrasónicas se reflejan en el dedo de un usuario y regresan a través de la capa piezoeléctrica 440, donde se produce una tensión de entrada de píxel (por ejemplo, tensión de entrada de 10MHz) en la tira de metalización de entrada 410 del sensor de píxel 400. La amplitud de la tensión de entrada de píxel es una función de si la onda ultrasónica reflejada correspondiente ha encontrado una cresta o un valle de la huella dactilar del usuario.
- 20 **[0037]** Cuando la tensión de entrada de píxel en la compuerta de NMOS N1 provoca que la tensión a través del diodo D1 sobrepase la tensión del diodo (por ejemplo, 0,7V), la corriente fluye a través del diodo D1 para cargar la compuerta de NMOS N1. Es decir, considerando el ejemplo donde la tensión de polarización del diodo es de tres (3) voltios, cuando la tensión de entrada de píxel es igual o inferior a 2,3 voltios, la corriente fluye a través del diodo D1 para cargar la compuerta de NMOS N1. Por consiguiente, la corriente que fluye a través del diodo D1 es una función del pico de la tensión de entrada de píxel.
- 25 **[0038]** Refiriéndose nuevamente al diagrama de tiempos de la FIG. 4B, después de un intervalo de tiempo definido (t4-t5) para producir una tensión Vg suficiente o definida en la compuerta de NMOS N1, en el momento t5, el transmisor ultrasónico se desactiva, y en el momento t6, la tensión de polarización del diodo se devuelve a su estado inactivo (por ejemplo, la tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra)). Durante el intervalo de tiempo t3-t6, las señales de liberación y selección están en sus estados inactivos, y la Rbias se mantiene en el nivel de tensión anterior (por ejemplo, Vdd).
- 30 **[0039]** Después de que la tensión de polarización del diodo se haya reducido a su estado inactivo, en el momento t7, la señal de selección se pone a su estado activo (por ejemplo, una tensión relativamente alta (por ejemplo, Vdd)) para encender NMOS N2. Esto activa el amplificador seguidor de fuente que comprende el NMOS N1 y la fuente de corriente I. Es decir, la tensión de compuerta Vg de NMOS N1, que está relacionada con el pico de la tensión de entrada de píxel recibida por medio de la tira de metalización de entrada 410, se produce fundamentalmente como la tensión de salida de píxel VOUT del sensor de píxel 400. Más concretamente, la corriente sustancialmente constante I producida por la fuente de corriente I a través del NMOS N1 es sustancialmente proporcional a la tensión de compuerta a fuente Vgs del NMOS N1. Por consiguiente, si la tensión de compuerta Vg de NMOS N1 aumenta debido a la tensión de entrada de píxel y la detección del pico de la misma, la tensión en la fuente de NMOS N1 también aumenta. Es por eso que el NMOS N1 está configurado como un amplificador seguidor de fuente con una ganancia de aproximadamente uno (1). Más exactamente, la tensión de salida de píxel VOUT es fundamentalmente la tensión de compuerta Vg de NMOS N1 menos la tensión de compuerta a fuente Vgs de NMOS N1, ya que NMOS N2 está totalmente encendido por la señal de selección.
- 35 **[0040]** Como se ha analizado previamente con referencia a la FIG. 3, la tensión de salida de píxel VOUT del sensor de píxel 400 se produce en una línea de lectura de columna correspondiente. Después de un intervalo de tiempo definido (t7-t8) suficiente para que el multiplexor de lectura de columna 330 lea la tensión de salida de píxel VOUT, en el momento t8, la señal de selección se pone a su estado inactivo (por ejemplo, una tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra)) para apagar NMOS N2 y finalizar el ciclo de lectura 1. Durante el intervalo de tiempo t7-t8, el transmisor ultrasónico se desactiva y las señales de polarización de liberación y del diodo se encuentran en sus estados inactivos, y la Rbias se mantiene en el nivel de tensión anterior (por ejemplo, Vdd).
- 40 **[0041]** El siguiente ciclo de lectura 2 puede configurarse sustancialmente igual o similar al primer ciclo de lectura 1. Nuevamente, como se ha mencionado previamente, el siguiente ciclo de lectura 2 no necesita realizarse inmediatamente después del primer ciclo de lectura 1, sino según sea necesario, tal como tras la petición de un usuario.
- 45 **[0042]** El siguiente ciclo de lectura 3 puede configurarse sustancialmente igual o similar al primer ciclo de lectura 1. Nuevamente, como se ha mencionado previamente, el siguiente ciclo de lectura 3 no necesita realizarse inmediatamente después del primer ciclo de lectura 1, sino según sea necesario, tal como tras la petición de un usuario.
- 50 **[0043]** El siguiente ciclo de lectura 4 puede configurarse sustancialmente igual o similar al primer ciclo de lectura 1. Nuevamente, como se ha mencionado previamente, el siguiente ciclo de lectura 4 no necesita realizarse inmediatamente después del primer ciclo de lectura 1, sino según sea necesario, tal como tras la petición de un usuario.
- 55 **[0044]** El siguiente ciclo de lectura 5 puede configurarse sustancialmente igual o similar al primer ciclo de lectura 1. Nuevamente, como se ha mencionado previamente, el siguiente ciclo de lectura 5 no necesita realizarse inmediatamente después del primer ciclo de lectura 1, sino según sea necesario, tal como tras la petición de un usuario.
- 60 **[0045]** El siguiente ciclo de lectura 6 puede configurarse sustancialmente igual o similar al primer ciclo de lectura 1. Nuevamente, como se ha mencionado previamente, el siguiente ciclo de lectura 6 no necesita realizarse inmediatamente después del primer ciclo de lectura 1, sino según sea necesario, tal como tras la petición de un usuario.
- 65 **[0046]** El siguiente ciclo de lectura 7 puede configurarse sustancialmente igual o similar al primer ciclo de lectura 1. Nuevamente, como se ha mencionado previamente, el siguiente ciclo de lectura 7 no necesita realizarse inmediatamente después del primer ciclo de lectura 1, sino según sea necesario, tal como tras la petición de un usuario.

[0042] La FIG. 4C ilustra otro diagrama de temporización asociado con un funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel 400 de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. El funcionamiento del sensor de píxel 400 de acuerdo con el diagrama de tiempos de la FIG. 4C es similar al funcionamiento del sensor de píxel de acuerdo con el diagrama de tiempos de la FIG. 4B, excepto que la señal de Rbias está configurada para activar y desactivar el circuito de detección de pico 420 en lugar de la tensión de polarización del diodo.

[0043] Más concretamente, con respecto al ciclo de lectura 1, en el momento t1, la señal de liberación está activa (por ejemplo, llevada a una tensión relativamente alta (por ejemplo, Vdd)) para encender NMOS N3 y limpiar la compuerta de NMOS N1 de cualquier carga restante de un ciclo de lectura anterior. En el momento t2, la señal de liberación está inactiva (por ejemplo, se pone a una tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra)) para apagar NMOS N3. Durante el intervalo de tiempo t1-t2, el transmisor ultrasónico está inactivo (por ejemplo, no genera una onda ultrasónica), la señal de selección está inactiva (por ejemplo, a una tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra)) y la polarización del diodo y la Rbias están a niveles de tensión relativamente altos (por ejemplo, 3 voltios y Vdd, respectivamente).

[0044] En el momento t3, la tensión de Rbias efectúa una transición del nivel de tensión relativamente alto (por ejemplo, Vdd) a un nivel de tensión relativamente bajo (por ejemplo, tierra). Mediante la capacitancia del sensor de la capa piezoeléctrica de recepción 440, la transición de la tensión de Rbias de relativamente alta a relativamente baja provoca que la tensión de compuerta de NMOS N1 de manera similar efectúe una transición de una tensión relativamente alta a una tensión relativamente baja. Dado que la tensión de polarización del diodo se mantiene a un nivel de tensión relativamente alto (por ejemplo, 3 voltios), la tensión de la compuerta de NMOS N1 que se reduce a la tensión relativamente baja activa el detector de pico 420.

[0045] En el momento t4, el transmisor ultrasónico se activa para generar una ráfaga de ondas ultrasónicas a través de la capa piezoeléctrica de recepción 440, el electrodo 442 y el plato 446. Como se ha analizado previamente, las ráfagas de ondas ultrasónicas se reflejan desde el dedo de un usuario y regresan a través de la capa piezoeléctrica 440, donde se produce una tensión de entrada de píxel (por ejemplo, tensión de entrada de 10MHz) en la tira de metalización de entrada 410 del sensor de píxel 400. La amplitud de la tensión de entrada de píxel es una función de si la onda ultrasónica reflejada correspondiente ha encontrado una cresta o un valle de la huella dactilar del usuario.

[0046] Cuando la tensión de entrada de píxel en la compuerta de NMOS N1 provoca que la tensión a través del diodo D1 sobrepase la tensión del diodo (por ejemplo, 0,7V), la corriente fluye a través del diodo D1 para cargar la compuerta de NMOS N1. Después de un intervalo de tiempo definido (t4-t5) para producir una tensión suficiente o definida Vg en la compuerta de NMOS N1, en el momento t5, el transmisor ultrasónico se desactiva, y en el momento t6, la Rbias vuelve al nivel de tensión anterior (por ejemplo, Vdd). Durante el intervalo de tiempo t3-t6, las señales de liberación y selección están en sus estados inactivos, y la polarización del diodo se mantiene en el nivel de tensión relativamente alto (por ejemplo, 3 voltios).

[0047] En el momento t7, la señal de selección se pone a su estado activo (por ejemplo, una tensión relativamente alta (por ejemplo, Vdd)) para encender NMOS N2. Esto activa el amplificador seguidor de fuente que comprende el NMOS N1 y la fuente de corriente I. Por consiguiente, la tensión de compuerta Vg de NMOS N1, que está relacionada con el pico de la tensión de entrada de píxel recibida por medio de la tira de metalización de entrada 410, se produce fundamentalmente en la tensión de salida de píxel VOUT del sensor de píxel 400.

[0048] La tensión de salida de píxel VOUT del sensor de píxel 400 se produce en una línea de lectura de columna correspondiente. Después de un intervalo de tiempo definido (t7-t8) suficiente para que el multiplexor de lectura de columna 330 lea la tensión de salida de píxel VOUT, en el momento t8, la señal de selección se pone a su estado inactivo (por ejemplo, una tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra)) para apagar NMOS N2 y finalizar el ciclo de lectura 1. Durante el intervalo de tiempo t7-t8, el transmisor ultrasónico está desactivado, la señal de liberación está en el estado inactivo y la polarización del diodo y la Rbias se mantienen en el nivel de tensión relativamente alto (por ejemplo, Vdd).

[0049] El siguiente ciclo de lectura 2 puede configurarse sustancialmente igual o similar al primer ciclo de lectura 1. Nuevamente, como se ha mencionado previamente, el siguiente ciclo de lectura 2 no necesita realizarse inmediatamente después del primer ciclo de lectura 1, sino según sea necesario, tal como tras la petición de un usuario.

[0050] La FIG. 4D ilustra un diagrama de temporización asociado con un funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel 400 de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. El funcionamiento del sensor de píxel 400 de acuerdo con el diagrama de tiempos de la FIG. 4D es similar al funcionamiento del sensor de píxel de acuerdo con el diagrama de tiempos de la FIG. 4B, excepto que la señal de polarización de diodo está activa durante un intervalo de tiempo configurado para detectar un único pico negativo o positivo de la tensión de entrada de píxel.

[0051] De acuerdo con el diagrama de temporización, en el momento t1, la señal de liberación se pone primero a un estado activo (por ejemplo, un nivel de tensión relativamente alto (por ejemplo, Vdd)) para activar NMOS N3. El encendido de NMOS N3 limpia la compuerta de NMOS N1 de cualquier carga que pueda estar presente, por ejemplo,

de un ciclo de lectura anterior. En el momento t2, la señal de liberación se pone a un estado inactivo (por ejemplo, un nivel de tensión relativamente bajo (por ejemplo, tierra)) para apagar NMOS N3. Durante el intervalo de tiempo t1-t2, el transmisor ultrasónico puede desactivarse (por ejemplo, no genera una ráfaga de ondas ultrasónicas), las tensiones de la señal de selección y polarización del diodo pueden establecerse en un estado inactivo (por ejemplo, una tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra)), y la Rbias se puede establecer en cualquier nivel de tensión de CC (por ejemplo, Vdd).

[0052] A continuación, en el momento t3, el transmisor ultrasónico se activa para generar una ráfaga de ondas ultrasónicas a través de la capa piezoeléctrica de recepción 440, el electrodo 442 y el plato 446. Como se ha analizado previamente, las ráfagas de ondas ultrasónicas se reflejan desde el dedo de un usuario y regresan a través de la capa piezoeléctrica 440, donde se produce una tensión de entrada de píxel (por ejemplo, tensión de entrada de 10MHz) en la tira de metalización de entrada 410 del sensor de píxel 400. La amplitud de la tensión de entrada de píxel es una función de si la onda ultrasónica reflejada correspondiente ha encontrado una cresta o un valle de la huella dactilar del usuario.

[0053] Durante el intervalo de tiempo t4-t5, que puede coincidir con un único pico negativo o positivo de la ráfaga de ondas ultrasónicas o tensión de entrada de píxel, la polarización del diodo se pone a un nivel de tensión relativamente alto (por ejemplo, 3 voltios) para activar el detector de pico 420. Con respecto a la detección de un único pico negativo, cuando la tensión de entrada de píxel provoca que la tensión a través del diodo D1 sobrepase la tensión del diodo (por ejemplo, 0,7V), la corriente fluye a través del diodo D1 para cargar la compuerta de NMOS N1. Con respecto a la detección de un único pico positivo, aunque la tensión a través del diodo D1 no puede sobrepasar la tensión del diodo durante un pico positivo de la tensión de entrada de píxel, la característica no ideal del diodo D1 todavía produce corriente a través del diodo basándose en el único pico positivo para cargar la compuerta de NMOS N1.

[0054] Después del intervalo de tiempo (t4-t5), en el momento t5, la tensión de polarización del diodo vuelve a su estado inactivo (por ejemplo, la tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra)), y en el momento t6, el transmisor ultrasónico es desactivado. Durante el intervalo de tiempo t3-t6, las señales de liberación y selección están en sus estados inactivos, y la Rbias se mantiene en el nivel de tensión anterior (por ejemplo, Vdd).

[0055] Después de desactivar el transmisor ultrasónico, en el momento t7, la señal de selección se pone a su estado activo (por ejemplo, una tensión relativamente alta (por ejemplo, Vdd)) para encender NMOS N2. Esto activa el amplificador seguidor de fuente que comprende NMOS N1 y la fuente de corriente I. Es decir, la tensión de compuerta Vg de NMOS N1, que está relacionada con el pico negativo o positivo detectado de la tensión de entrada de píxel, se produce fundamentalmente como la tensión de salida de píxel VOUT del sensor de píxel 400. La tensión de salida de píxel VOUT del sensor de píxel 400 se produce en una línea de lectura de columna correspondiente.

[0056] Después de un intervalo de tiempo definido (t7-t8) suficiente para que el multiplexor de lectura de columna 330 lea la tensión de salida de píxel VOUT, en el momento t8, la señal de selección se pone a su estado inactivo (por ejemplo, una tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra)) para apagar NMOS N2 y finalizar el ciclo de lectura 1. Durante el intervalo de tiempo t7-t8, el transmisor ultrasónico se desactiva, las señales de polarización de liberación y del diodo se encuentran en sus estados desactivados, y la Rbias se mantiene en el nivel de tensión anterior (por ejemplo, Vdd).

[0057] El siguiente ciclo de lectura 2 puede configurarse sustancialmente igual o similar al primer ciclo de lectura 1. Nuevamente, como se ha mencionado previamente, el siguiente ciclo de lectura 2 no necesita realizarse inmediatamente después del primer ciclo de lectura 1, sino según sea necesario, tal como tras la petición de un usuario.

[0058] La FIG. 4E ilustra otro diagrama de temporización asociado con un funcionamiento a modo de ejemplo del sensor de píxel 400 de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. El funcionamiento del sensor de píxel 400 de acuerdo con el diagrama de tiempos de la FIG. 4E es similar al funcionamiento del sensor de píxel de acuerdo con el diagrama de tiempos de la FIG. 4D, excepto que la señal de Rbias está configurada para activar y desactivar el circuito de detección de picos 420 durante un intervalo de tiempo de un único pico negativo o positivo de una tensión de entrada de píxel.

[0059] De acuerdo con el diagrama de tiempo, en el momento t1, la señal de liberación está activa (por ejemplo, se pone a una tensión relativamente alta (por ejemplo, Vdd)) para encender NMOS N3 y limpiar la compuerta de NMOS N1 de cualquier carga restante de un ciclo de lectura anterior. En el momento t2, la señal de liberación está inactiva (por ejemplo, se pone a una tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra)) para apagar NMOS N3. Durante el intervalo de tiempo t1-t2, el transmisor ultrasónico está inactivo (por ejemplo, no genera una onda ultrasónica), la señal de selección está inactiva (por ejemplo, a una tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra) y la polarización del diodo y la Rbias están a niveles de tensión relativamente altos (por ejemplo, 3 voltios y Vdd, respectivamente).

[0060] En el momento t3, el transmisor ultrasónico se activa para generar una ráfaga de ondas ultrasónicas a través de la capa piezoeléctrica de recepción 440, el electrodo 442 y el plato 446. Como se ha analizado previamente, las ráfagas de ondas ultrasónicas se reflejan desde el dedo de un usuario y regresan a través de la capa piezoeléctrica 440, donde se produce una tensión de entrada de píxel (por ejemplo, tensión de entrada de 10MHz) en la tira de

metalización de entrada 410 del sensor de píxel 400. La amplitud de la tensión de entrada de píxel es una función de si la onda ultrasónica reflejada correspondiente ha encontrado una cresta o un valle de la huella dactilar del usuario.

5 **[0061]** Durante el intervalo de tiempo t_4 - t_5 , que puede coincidir con un único pico negativo o positivo de la ráfaga de ondas ultrasónicas o tensión de entrada de píxel, la tensión de R_{bias} efectúa una transición a una tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra) en el momento t_4 y luego efectúa una transición a una tensión relativamente alta (por ejemplo, Vdd) en el momento t_5 para permitir que el detector de picos 420 detecte un único pico negativo o positivo de la ráfaga de ondas ultrasónicas o la tensión de entrada de píxel. Con respecto a la detección de un pico negativo, cuando la
10 tensión de entrada de píxel provoca que la tensión a través del diodo D1 sobrepase la tensión del diodo (por ejemplo, 0,7V), la corriente fluye a través del diodo D1 para cargar la compuerta de NMOS N1. Con respecto a la detección de un pico positivo, aunque la tensión a través del diodo D1 no puede sobrepasar la tensión del diodo durante un pico positivo de la tensión de entrada de píxel, la característica no ideal del diodo D1 todavía produce corriente a través del diodo basándose en el pico positivo detectado para cargar la compuerta de NMOS N1.

15 **[0062]** Después del intervalo de tiempo (t_4 - t_5), en el momento t_6 , el transmisor ultrasónico se desactiva. Durante el intervalo de tiempo t_3 - t_6 , las señales de liberación y selección están en sus estados inactivos, y la polarización del diodo se mantiene en el nivel de tensión relativamente alto (por ejemplo, 3 voltios).

20 **[0063]** En el momento t_7 , la señal de selección se pone a su estado activo (por ejemplo, una tensión relativamente alta (por ejemplo, Vdd)) para encender NMOS N2. Esto activa el amplificador seguidor de fuente que comprende el NMOS N1 y la fuente de corriente I. Por consiguiente, la tensión de compuerta V_g de NMOS N1, que está relacionada con el pico de la tensión de entrada de píxel recibida por medio de la tira de metalización de entrada 410, se produce fundamentalmente en la tensión de salida de píxel VOUT del sensor de píxel 400.

25 **[0064]** La tensión de salida de píxel VOUT del sensor de píxel 400 se produce en una línea de lectura de columna. Después de un intervalo de tiempo definido (t_7 - t_8) suficiente para que el multiplexor de lectura de columna 330 lea la tensión de salida de píxel VOUT, en el momento t_8 , la señal de selección se pone a su estado inactivo (por ejemplo, una tensión relativamente baja (por ejemplo, tierra)) para apagar NMOS N2 y finalizar el ciclo de lectura 1. Durante el intervalo de tiempo t_7 - t_8 , el transmisor ultrasónico está desactivado, la señal de liberación está en el estado
30 desactivado y la polarización del diodo y la R_{bias} se mantienen en el nivel de tensión relativamente alto (por ejemplo, 3V y Vdd, respectivamente).

35 **[0065]** El siguiente ciclo de lectura 2 puede configurarse sustancialmente igual o similar al primer ciclo de lectura 1. Nuevamente, como se ha mencionado previamente, el siguiente ciclo de lectura 2 no necesita realizarse inmediatamente después del primer ciclo de lectura 1, sino según sea necesario, tal como tras la petición de un usuario.

40 **[0066]** La FIG. 4F ilustra una vista lateral en sección transversal de una porción del sensor de píxel 400 de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. Como se ilustra, la capa piezoeléctrica de recepción 440 está dispuesta en el receptor de píxeles que incluye el sensor de píxel a modo de ejemplo 400, que, como se ha analizado, forma parte de una matriz de sensores de píxeles de un receptor CMOS formado en un sustrato IC (por ejemplo, sustrato de silicio (Si)). También, como se ilustra, el sensor de píxel 400 comprende el NMOS N1 que incluye un drenaje (D), compuerta (G) y fuente (S). Como es habitual, la compuerta está formada encima del sustrato, y concretamente, encima de un canal situado entre el drenaje (D) y la fuente (s), mediante el cual el drenaje (D), el canal y la fuente (S) están formados dentro del sustrato.

45 **[0067]** El sensor de píxel 400 comprende además una pluralidad de capas de metalización situadas encima del sustrato. En este ejemplo, hay tres (3) capas de metalización M1, M2 y M3, en las que solo se muestra una porción pertinente de las capas de metalización M1 y M2. Debe entenderse que el sensor de píxel 400 puede configurarse con un número cualquiera de capas de metalización. La capa de metalización más baja M1 (más cercana al sustrato) está aislada eléctricamente del sustrato por una primera capa aislante I1 (por ejemplo, un óxido). De manera similar, la segunda capa de metalización M2 (inmediatamente encima de la primera capa de metalización M1) está aislada eléctricamente de la primera capa de metalización M1 por una segunda capa aislante 12 (por ejemplo, un óxido). De manera similar, la tercera capa de metalización M3 (inmediatamente superior a la segunda capa de metalización M2) está aislada eléctricamente de la segunda capa de metalización M2 por una tercera capa aislante 13 (por ejemplo, un óxido). Se puede disponer una capa de pasivación 14 (por ejemplo, un óxido) encima de la capa de metalización superior M3 para proteger la capa M3.
50

60 **[0068]** La capa de metalización superior M3 sirve como la tira de metalización de entrada 410 para el sensor de píxel 400. Como se ilustra en la FIG. 4G (vista superior de la zona de píxeles), el área de la capa de metalización superior M3 está configurada relativamente grande (por ejemplo, aproximadamente el 80 por ciento de toda la zona de píxeles del sensor de píxeles). La razón de esto es fundamentalmente maximizar la capacitancia del sensor entre la superficie superior de la capa piezoeléctrica 440 y la capa de metalización superior M3. La capacitancia del sensor se maximiza fundamentalmente para aumentar la tensión de entrada de píxel desarrollado en la capa de metalización superior M3 en respuesta a una onda ultrasónica reflejada en el dedo de un usuario.
65

[0069] Sin embargo, la capa de metalización superior M3, al hacerse relativamente grande, produce una capacitancia parásita CP relativamente grande entre la capa de metalización superior M3 y el sustrato, que en general está conectado a tierra. Como se ilustra en la FIG. 4A, la capacitancia parásita CP está acoplada entre la compuerta de NMOS N1 y tierra. Esto se ilustra adicionalmente en la FIG. 4F, donde la capa de metalización superior M3 está acoplada a la compuerta de N1 por medio de un agujero pasante metalizado V2, una tira metalizada de la segunda capa de metalización M2, un agujero pasante metalizado VI, una tira metalizada de la primera capa de metalización M1, y un contacto de compuerta.

[0070] La capacitancia de la capacitancia parásita CP es grande en comparación con la capacitancia del sensor de la capa piezoeléctrica 440. Por ejemplo, debido al espesor relativamente grande de la capa piezoeléctrica 440, la capacitancia de la capacitancia del sensor puede ser de aproximadamente 5 femtofaradios (5fF). Sin embargo, a causa del espesor relativamente pequeño del sensor de píxel CMOS 400, la capacitancia de la capacitancia parásita CP puede ser de aproximadamente 50 fF. La capacitancia del sensor y la capacitancia parásita CP forman un divisor de tensión que reduce la tensión de entrada de píxel generado en la capa de metalización superior M3 en una relación de la capacitancia del sensor sobre la capacitancia parásita CP más la capacitancia del sensor (por ejemplo, en $5/(50+5)$ o $1/11$). Por lo tanto, para aumentar la sensibilidad del sensor de píxel 400, se emplean técnicas de cancelación de capacitancia parásita en los siguientes modos de realización a modo de ejemplo.

[0071] La FIG. 5A ilustra un diagrama esquemático de otro sensor de píxel 500 a modo de ejemplo para un aparato de visualización por ultrasonidos a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. Como se ha mencionado previamente, el sensor de píxel 500 es similar al del sensor de píxel 400, excepto que el sensor de píxel 500 comprende además elementos para reducir la capacitancia parásita CP entre la capa de metalización superior y el sustrato para aumentar la sensibilidad del sensor de píxel 500.

[0072] En particular, el sensor de píxel 500 comprende una tira de metalización de entrada 510 acoplada a una compuerta de un NMOS FET N1. Una capa piezoeléctrica de recepción 540 puede estar dispuesta directamente sobre la tira de metalización de entrada 510 o dispuesta sobre la tira de metalización de entrada 510 por medio de una capa de pasivación. Además, un electrodo 542 (capa de metalización) puede estar dispuesto en la capa piezoeléctrica 540 para proporcionar la función de segmentación en ventanas como se describe previamente. Además, se puede disponer un plato 546 sobre el electrodo 542, que proporciona una capa protectora para el electrodo 542 y la capa piezoeléctrica 540. El plato 546 también puede servir como una superficie sobre la cual se puede disponer el elemento a visualizar, como puede ser la huella dactilar de un usuario.

[0073] El sensor de píxel 500 comprende además un detector de pico 520 que incluye un NMOS N3 y un diodo D1. El NMOS N3 incluye un drenaje acoplado a la compuerta de NMOS N1, una compuerta configurada para recibir una señal de liberación y una fuente configurada para recibir una tensión de polarización del diodo. El diodo D1 incluye un ánodo configurado para recibir la tensión de polarización del diodo y un cátodo acoplado a la compuerta de NMOS N1. El NMOS N1 incluye un drenaje acoplado a un primer carril de tensión (por ejemplo, Vdd).

[0074] El sensor de píxel 500 comprende además un NMOS N2 que incluye un drenaje acoplado a una fuente de NMOS N1, una compuerta configurada para recibir una señal de selección y una fuente configurada para generar una tensión de salida de píxel VOUT para el sensor de píxel 500. Además, el sensor de píxel 500 comprende una fuente de corriente I acoplada entre la fuente de NMOS N2 y un segundo carril de tensión (por ejemplo, tierra). El NMOS N1, NMOS N2 y la fuente de corriente I se configuran como un amplificador seguidor de fuente con una ganancia de aproximadamente uno (1), en el que el amplificador seguidor de fuente se activa en respuesta a la señal de selección que está activa. El sensor de píxel 500 puede funcionar de cualquier manera, tal como los analizados con referencia a los diagramas de temporización de las FIG. 4B-4E.

[0075] Como se ha analizado previamente, el sensor de píxel 500 comprende además circuitería para reducir la capacitancia parásita CP entre la tira de metalización de entrada 510 (por ejemplo, la capa de metalización superior M3) y el sustrato conectado a tierra asociado con el sensor de píxel. En resumen, dicha circuitería incluye una capa de metalización intermedia (por ejemplo, la segunda capa de metalización M2) configurada para actuar como una pantalla entre la tira de metalización de entrada 510 y el sustrato conectado a tierra. El sensor de píxel 500 comprende además un amortiguador 530 que incluye una entrada acoplada a la tira de metalización de entrada 510 y una salida acoplada a la capa de metalización intermedia.

[0076] En dicha configuración, se crean dos capacitancias parásitas CP1 y CP2; la primera capacitancia parásita CP1 está acoplada entre la tira de metalización de entrada 510 y la capa de metalización intermedia, y la segunda capacitancia parásita CP2 está acoplada entre la capa de metalización intermedia y el sustrato conectado a tierra. El amortiguador 530 está configurado para aplicar una tensión a la capa de metalización intermedia que es sustancialmente igual a la tensión en la tira de metalización de entrada 510. Por consiguiente, la capacitancia parásita equivalente acoplada entre la tira de metalización de entrada y el sustrato conectado a tierra se reduce sustancialmente dado que tanto la tira de metalización de entrada 510 como la capa de metalización intermedia tienen sustancialmente el mismo potencial o tensión. Dado que la segunda capacitancia parásita CP2 no está acoplada a la tira de metalización de entrada 510, la segunda capacitancia parásita CP2 no afecta significativamente a la sensibilidad del sensor de píxel 500. Esta técnica de cancelación de capacitancia se describe más adelante con referencia a las FIG. 5B-5C.

[0077] La FIG. 5B ilustra una vista lateral en sección transversal de una porción del sensor de píxel 500 a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. Como se ilustra, la capa piezoeléctrica 540 está dispuesta en un receptor de píxeles que incluye el sensor de píxel a modo de ejemplo 500, que, como se ha analizado, forma parte de una matriz de sensores de píxeles de un receptor CMOS formado en un sustrato IC (por ejemplo, sustrato de silicio (Si)). También, como se ilustra, el sensor de píxel 500 comprende el NMOS N1 que incluye un drenaje (D), compuerta (G) y fuente (S). Como es habitual, la compuerta está formada encima del sustrato, y concretamente, encima de un canal situado entre el drenaje (D) y la fuente (s), mediante el cual el drenaje (D), el canal y la fuente (S) están formados dentro del sustrato.

[0078] El sensor de píxel 500 comprende además una pluralidad de capas de metalización situadas encima del sustrato. En este ejemplo, hay tres (3) capas de metalización M1, M2 y M3, en las que solo se muestra una porción pertinente de las capas de metalización M1. Debe entenderse que el sensor de píxel 500 puede configurarse con un número cualquiera de capas de metalización. La capa de metalización más baja M1 (más cercana al sustrato) está aislada eléctricamente del sustrato por una primera capa aislante I1 (por ejemplo, un óxido). De manera similar, la segunda capa de metalización M2 (inmediatamente encima de la primera capa de metalización M1) está aislada eléctricamente de la primera capa de metalización M1 por una segunda capa aislante 12 (por ejemplo, un óxido). De manera similar, la tercera capa de metalización M3 (inmediatamente superior a la segunda capa de metalización M2) está aislada eléctricamente de la segunda capa de metalización M2 por una tercera capa aislante 13 (por ejemplo, un óxido). Se puede disponer una capa de pasivación 14 (por ejemplo, un óxido) encima de la capa de metalización superior M3 para proteger la capa M3.

[0079] La capa de metalización superior M3 sirve como la tira de metalización de entrada 510 para el sensor de píxel 500. Como se ilustra en la FIG. 5C (vista superior de la zona de píxeles), el área de la capa de metalización superior M3 está configurada relativamente grande (por ejemplo, aproximadamente el 80 por ciento de toda la zona de píxeles del sensor de píxeles). Nuevamente, la razón de esto es fundamentalmente maximizar la capacitancia del sensor entre la superficie superior de la capa piezoeléctrica 540 y la capa de metalización superior M3. La capacitancia del sensor se maximiza fundamentalmente para aumentar la tensión de entrada de píxel desarrollado en la capa de metalización superior M3 en respuesta a una onda ultrasónica reflejada en el dedo de un usuario.

[0080] En este modo de realización a modo de ejemplo, la segunda capa de metalización M2 está configurada como la pantalla para reducir la capacitancia parásita CP entre la tira de metalización de entrada 510 (por ejemplo, la capa de metalización superior M3) y el sustrato conectado a tierra. Como se ilustra mejor en la FIG. 5C, el área de la segunda capa de metalización M2 es mayor que el área de la capa de metalización superior M3. Por ejemplo, el área de la segunda capa de metalización M2 puede ser el 90 por ciento de la zona de píxeles, mientras que el área de la capa de metalización superior M3 puede ser el 80 por ciento de la zona de píxeles. También, como se ilustra, la posición de la segunda capa de metalización M2 es de manera que todas las trayectorias lineales verticales entre la capa de metalización superior M3 y el sustrato se cruzan con la segunda capa de metalización M2. Esto maximiza las propiedades de apantallamiento de la segunda capa de metalización M2.

[0081] También, como se ilustra mejor en la FIG. 5C, la segunda capa de metalización M2 puede incluir una tira metalizada y un espacio, en el que la tira metalizada está acoplada eléctricamente a la capa de metalización superior M3 por medio de un agujero pasante metalizado V2, y acoplada a la compuerta de NMOS N1 por medio de otro agujero pasante metalizado V1, una tira metalizada correspondiente en la primera capa de metalización M1, y un contacto de compuerta. El espacio está configurado para aislar eléctricamente la tira metalizada de la segunda capa de metalización M2 de la porción de apantallamiento de la segunda capa de metalización M2. Debe entenderse que la segunda capa de metalización M2 puede incluir una o más tiras/espacios adicionales para facilitar las conexiones eléctricas a través de la porción de apantallamiento de la segunda capa de metalización M2, como puede ser requerido por el sensor de píxel 500.

[0082] Con referencia de nuevo a la FIG. 5B, como se ha analizado previamente, el amortiguador 530 incluye una entrada acoplada a la capa de metalización superior M3 y una salida acoplada a la segunda capa de metalización M2. Por consiguiente, el amortiguador 530 asegura que la tensión en la porción de apantallamiento de la segunda capa de metalización M2 es sustancialmente igual a la tensión en la capa de metalización superior M3. Esto reduce sustancialmente la capacitancia parásita equivalente acoplada entre la tira de metalización de entrada y el sustrato conectado a tierra. También, como se ilustra en la FIG. 5B, la segunda capacitancia parásita CP2 entre la segunda capa de metalización M2 y el sustrato conectado a tierra no está acoplada a la capa de metalización superior M3; y por lo tanto, no reduce significativamente la tensión de entrada de píxel en la capa de metalización superior M3. Por lo tanto, la sensibilidad del sensor de píxel 500 se mejora configurando la segunda capa de metalización M2 como una pantalla mediante el uso del amortiguador 530.

[0083] Aunque el amortiguador 530 está configurado para aplicar una tensión a la segunda capa de metalización M2 que es sustancialmente la misma que la tensión en la capa de metalización superior M3, debe entenderse que puede producirse un poco de cancelación de capacitancia si la tensión aplicada a la segunda capa de metalización M2 no es sustancialmente la misma, sino que se basa en la tensión en la capa de metalización superior M3. Por

ejemplo, la capacitancia equivalente CP entre la capa de metalización superior M3 y el sustrato conectado a tierra puede estar dada por la siguiente ecuación:

$$CP = CP1*(1-G)$$

Donde G es la ganancia del amortiguador, y CP1 es la capacitancia entre las capas de metalización M3 y M2. Si la ganancia del amortiguador es 0,75, la capacitancia CP es 25 % de CP1, lo cual es una cancelación de capacitancia del 75 %. Si la ganancia del amortiguador es 1, entonces CP es cero (0), lo cual es una cancelación de capacitancia del 100 %.

[0084] La FIG. 6A ilustra un diagrama esquemático de otro sensor de píxel 600 a modo de ejemplo para un aparato de visualización por ultrasonidos a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. El sensor de píxel 600 es similar al del sensor de píxel 500, excepto que no se requiere amortiguación para generar una tensión en la capa de metalización de apantallamiento sustancialmente igual a la tensión en la tira de metalización de entrada del sensor de píxel 600. En cambio, la fuente de NMOS N1 está acoplada a la capa de metalización de apantallamiento. Como se ha analizado previamente, el NMOS N1 está configurado como un amplificador seguidor de fuente con una ganancia de sustancialmente uno (1) en el ciclo de lectura. Por consiguiente, la tensión en la fuente de NMOS N1 es sustancialmente la misma que la tensión en la compuerta de NMOS N1. Al acoplar la fuente de NMOS N1 a la capa de metalización de apantallamiento, la tensión en la capa de metalización de apantallamiento es sustancialmente la misma que la tensión en la capa de metalización superior. Como resultado, la capacitancia parásita equivalente acoplada entre la tira de metalización de entrada y el sustrato conectado a tierra se reduce sustancialmente.

[0085] En particular, el sensor de píxel 600 comprende una tira de metalización de entrada 610 acoplada a una compuerta de un NMOS FET N1. Una capa piezoeléctrica de recepción 640 puede estar dispuesta directamente sobre la tira de metalización de entrada 610 o dispuesta sobre la tira de metalización de entrada 610 por medio de una capa de pasivación. Además, un electrodo 642 (capa de metalización) puede estar dispuesto en la capa piezoeléctrica 640 para proporcionar la función de segmentación en ventanas como se describe previamente. Además, se puede disponer un plato 646 sobre el electrodo 642, que proporciona una capa protectora para el electrodo 642 y la capa piezoeléctrica 640. El plato 646 también puede servir como una superficie sobre la cual se puede disponer el elemento a visualizar, como puede ser la huella dactilar de un usuario.

[0086] El sensor de píxel 600 comprende además un detector de pico 620 que incluye un NMOS N3 y un diodo D1. El NMOS N3 incluye un drenaje acoplado a la compuerta de NMOS N1, una compuerta configurada para recibir una señal de liberación y una fuente configurada para recibir una tensión de polarización del diodo. El diodo D1 incluye un ánodo configurado para recibir la tensión de polarización del diodo y un cátodo acoplado a la compuerta de NMOS N1. El NMOS N1 incluye un drenaje acoplado a un primer carril de tensión (por ejemplo, Vdd).

[0087] El sensor de píxel 600 comprende además un NMOS N2 que incluye un drenaje acoplado a una fuente de NMOS N1, una compuerta configurada para recibir una señal de selección y una fuente configurada para generar una tensión de salida de píxel VOUT para el sensor de píxel 600. Además, el sensor de píxel 600 comprende una fuente de corriente I acoplada entre la fuente de NMOS N2 y un segundo carril de tensión (por ejemplo, tierra). El NMOS N1, NMOS N2 y la fuente de corriente I se configuran como un amplificador seguidor de fuente con una ganancia de sustancialmente uno (1), en el que el amplificador seguidor de fuente se activa en respuesta a la señal de selección que está activa.

[0088] Como se ha analizado previamente, el sensor de píxel 600 comprende además circuitería para reducir la capacitancia parásita CP entre la tira de metalización de entrada 610 (por ejemplo, la capa de metalización superior M3) y el sustrato conectado a tierra asociado con el sensor de píxel. En resumen, dicha circuitería incluye una capa de metalización intermedia (por ejemplo, la segunda capa de metalización M2) configurada para actuar como una pantalla entre la tira de metalización de entrada 610 y el sustrato conectado a tierra. El sensor de píxel 600 comprende además una conexión eléctrica que acopla la fuente de NMOS N1 a la capa de metalización intermedia.

[0089] En dicha configuración, se crean dos capacitancias parásitas CP1 y CP2; la primera capacitancia parásita CP1 está acoplada entre la tira de metalización de entrada 610 y la capa de metalización intermedia, y la segunda capacitancia parásita CP2 está acoplada entre la capa de metalización intermedia y el sustrato conectado a tierra. La fuente de NMOS N1, al estar acoplada a la capa de metalización intermedia, da como resultado que la tensión en la capa de metalización intermedia sea sustancialmente igual a la tensión en la tira de metalización de entrada 610. Por consiguiente, la capacitancia parásita equivalente acoplada entre la tira de metalización de entrada y el sustrato conectado a tierra se reduce sustancialmente dado que tanto la tira de metalización de entrada 610 como la capa de metalización intermedia tienen sustancialmente el mismo potencial o tensión. Dado que la segunda capacitancia parásita CP2 no está acoplada significativamente a la tira de metalización de entrada 610, la segunda capacitancia parásita CP2 no afecta significativamente a la sensibilidad del sensor de píxel 600. Esta técnica de cancelación de capacitancia se describe más adelante con referencia a la FIG. 6B.

[0090] La FIG. 6B ilustra una vista lateral en sección transversal de una porción del sensor de píxel 600 a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. Como se ilustra, la capa piezoeléctrica de recepción 640 está

dispuesta en un receptor de píxeles que incluye el sensor de píxel a modo de ejemplo 600, que, como se ha analizado, forma parte de una matriz de sensores de píxeles de un receptor CMOS formado en un sustrato IC (por ejemplo, sustrato de silicio (Si)). También, como se ilustra, el sensor de píxel 600 comprende el NMOS N1 que incluye un drenaje (D), compuerta (G) y fuente (S). Como es habitual, la compuerta está formada encima del sustrato, y concretamente, encima de un canal situado entre el drenaje (D) y la fuente (s), mediante el cual el drenaje (D), el canal y la fuente (S) están formados dentro del sustrato.

[0091] El sensor de píxel 600 comprende además una pluralidad de capas de metalización situadas encima del sustrato. En este ejemplo, hay tres (3) capas de metalización M1, M2 y M3, en las que solo se muestra una porción pertinente de las capas de metalización M1. Debe entenderse que el sensor de píxel 600 puede configurarse con un número cualquiera de capas de metalización. La capa de metalización más baja M1 (más cercana al sustrato) está aislada eléctricamente del sustrato por una primera capa aislante I1 (por ejemplo, un óxido). De manera similar, la segunda capa de metalización M2 (inmediatamente encima de la primera capa de metalización M1) está aislada eléctricamente de la primera capa de metalización M1 por una segunda capa aislante I2 (por ejemplo, un óxido). De manera similar, la tercera capa de metalización M3 (inmediatamente superior a la segunda capa de metalización M2) está aislada eléctricamente de la segunda capa de metalización M2 por una tercera capa aislante I3 (por ejemplo, un óxido). Se puede disponer una capa de pasivación 14 (por ejemplo, un óxido) encima de la capa de metalización superior M3 para proteger la capa M3.

[0092] La capa de metalización superior M3 sirve como la tira de metalización de entrada 610 para el sensor de píxel 600. Similar al sensor de píxel 500, el área de la capa de metalización superior M3 está configurada relativamente grande (por ejemplo, aproximadamente el 80 por ciento de toda la zona de píxeles del sensor de píxeles). Nuevamente, la razón de esto es fundamentalmente maximizar la capacitancia del sensor entre la superficie superior de la capa piezoeléctrica 640 y la capa de metalización superior M3. La capacitancia del sensor se maximiza fundamentalmente para aumentar la tensión de entrada de píxel desarrollado en la capa de metalización superior M3 en respuesta a una onda ultrasónica reflejada en el dedo de un usuario.

[0093] En este modo de realización a modo de ejemplo, la segunda capa de metalización M2 está configurada como la pantalla para reducir la capacitancia parásita CP entre la tira de metalización de entrada 610 (por ejemplo, la capa de metalización superior M3) y el sustrato conectado a tierra. Similar al sensor de píxel 600, el área de la segunda capa de metalización M2 es mayor que el área de la capa de metalización superior M3. Por ejemplo, el área de la segunda capa de metalización M2 puede ser el 90 por ciento de la zona de píxeles, mientras que el área de la capa de metalización superior M3 puede ser el 80 por ciento de la zona de píxeles. También, de forma similar al sensor de píxel 500, la posición de la segunda capa de metalización M2 es de manera que todas las trayectorias lineales verticales entre la capa de metalización superior M3 y el sustrato se cruzan con la segunda capa de metalización M2. Esto maximiza las propiedades de apantallamiento de la segunda capa de metalización M2.

[0094] También, de manera similar al sensor de píxeles, la segunda capa de metalización M2 puede incluir una tira metalizada y un espacio, en el que la tira metalizada está acoplada eléctricamente a la capa de metalización superior M3 por medio de un agujero pasante metalizado V2, y acoplada a la compuerta de NMOS N1 por medio de otro agujero pasante metalizado V1, una tira metalizada correspondiente en la primera capa de metalización M1, y un contacto de compuerta. El espacio está configurado para aislar eléctricamente la tira metalizada de la segunda capa de metalización M2 de la porción de apantallamiento de la segunda capa de metalización M2. Debe entenderse que la segunda capa de metalización M2 puede incluir una o más tiras/espacios adicionales para facilitar las conexiones eléctricas a través de la porción de apantallamiento de la segunda capa de metalización M2, como puede ser requerido por el sensor de píxel 600.

[0095] Con referencia de nuevo a la FIG. 6B, la fuente de NMOS N1 está acoplada a la segunda capa de metalización M2 por medio de un contacto fuente, la primera capa de metalización M1, y un agujero pasante metalizado V1B entre las capas de metalización primera y segunda M1 y M2. Por consiguiente, dicha conexión eléctrica entre la fuente de NMOS N1 y la segunda capa de metalización M2 asegura que la tensión en la porción de apantallamiento de la segunda capa de metalización M2 es sustancialmente igual a la tensión en la capa de metalización superior M3. Esto reduce sustancialmente la capacitancia parásita equivalente acoplada entre la tira de metalización de entrada y el sustrato conectado a tierra. Al igual que en el sensor de píxel 500, la tensión en la segunda capa de metalización M2 no necesita ser sustancialmente la misma que la tensión en la capa de metalización superior M3 para que se produzca un poco de cancelación de capacitancia. En dicho caso, la tensión en la segunda capa de metalización M2 debe basarse en la tensión en la capa de metalización superior M3.

[0096] También, como se ilustra en la FIG. 6B, la segunda capacitancia parásita CP2 entre la segunda capa de metalización M2 y el sustrato conectado a tierra no está acoplada significativamente a la capa de metalización superior M3; y por lo tanto, no reduce significativamente la tensión de entrada de píxel en la capa de metalización superior M3. Por lo tanto, la sensibilidad del sensor de píxel 600 se mejora configurando la segunda capa de metalización M2 como una pantalla mediante el uso de la conexión eléctrica de la fuente de NMOS N1 a la segunda capa de metalización M2.

5 [0097] Las FIG. 6C-6F ilustran diagramas de temporización asociados con funcionamientos a modo de ejemplo del sensor de píxel 600 de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. Los diagramas de temporización asociados con los funcionamientos del sensor de píxel 600 son similares a los diagramas de temporización asociados con el sensor de píxel 400 como se representa en las FIG. 4B-4E, excepto que la señal de selección está activa durante un primer intervalo de tiempo con fines de cancelación de capacitancia, y durante un segundo intervalo de tiempo con fines de lectura de tensión de salida.

10 [0098] En particular, la señal de selección está activa durante el intervalo de tiempo $t3-t6$ para que el NMOS N1 se configure como un amplificador seguidor de fuente. Como tal, la tensión fuente de NMOS N1, que sigue a la tensión de compuerta de NMOS N1, se aplica a la capa de metalización de apantallamiento M2 para reducir la capacitancia parásita CP como se ha analizado previamente. Este intervalo de tiempo $t3-t6$ coincide con la generación de la ráfaga de ondas ultrasónicas, de modo que la sensibilidad del receptor de píxeles 600 aumenta durante este intervalo para una mejor detección de la tensión de entrada de píxel. Entre los tiempos $t6-t7$, la señal de selección puede estar inactiva. A continuación, durante el intervalo de tiempo $t7-t8$, la señal de selección se vuelve a activar para permitir una lectura de la tensión de salida de píxel VOUT.

20 [0099] La FIG. 7 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento 700 a modo de ejemplo para reducir la capacitancia parásita de un sensor de píxel de acuerdo con otro aspecto de la divulgación. De acuerdo con el procedimiento 700, se genera una primera tensión en una primera capa de metalización en respuesta a una onda ultrasónica que se refleja desde un elemento a visualizar y se propaga a través de la capa piezoeléctrica, en la que la primera capa de metalización está situada encima de un sustrato (bloque 710). Además, de acuerdo con el procedimiento 700, se aplica una segunda tensión a una segunda capa de metalización para reducir una capacitancia parásita entre la primera capa de metalización y el sustrato, en el que la segunda capa de metalización está situada entre la primera capa de metalización y el sustrato (bloque 720).

25 [0100] La anterior descripción de la divulgación se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la divulgación. Diversas modificaciones de la divulgación resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras variaciones sin apartarse del alcance de la divulgación. Por tanto, la divulgación no se pretende limitar a los ejemplos descritos en el presente documento, sino que se le debe conceder el alcance más amplio conforme a los principios y características novedosas divulgados en el presente documento.

30

REIVINDICACIONES

1. Un aparato, que comprende:

5 una primera capa de metalización (M3) acoplada a una capa piezoeléctrica (540), en la que se forma una primera tensión en la primera capa de metalización en respuesta a una onda ultrasónica que se refleja desde un elemento a visualizar y se propaga a través de la capa piezoeléctrica, y en el que la primera capa de metalización está situada encima de un sustrato;

10 una segunda capa de metalización (M2) situada entre la primera capa de metalización y el sustrato; y

un dispositivo configurado para aplicar una segunda tensión a la segunda capa de metalización para reducir una capacitancia parásita entre la primera capa de metalización y el sustrato, **caracterizado por que** el dispositivo comprende un amplificador separador (530) que incluye una entrada acoplada a la primera capa de metalización y un salida acoplada a la segunda capa de metalización.

2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el dispositivo se implementa en un CI CMOS que comprende el sustrato y las capas de metalización primera y segunda, y en el que las capas de metalización primera y segunda comprenden las capas de metalización superior y segunda desde la parte superior del CI CMOS, respectivamente.

3. Un aparato, que comprende:

25 una primera capa de metalización (M3) acoplada a una capa piezoeléctrica (440), en la que se forma una primera tensión en la primera capa de metalización en respuesta a una onda ultrasónica que se refleja desde un elemento a visualizar y se propaga a través de una capa piezoeléctrica, y en el que la primera capa de metalización está situada encima de un sustrato;

una segunda capa de metalización (M2) situada entre la primera capa de metalización y el sustrato; y

30 un dispositivo configurado para aplicar una segunda tensión a la segunda capa de metalización para reducir una capacitancia parásita entre la primera capa de metalización y el sustrato, **caracterizado por que** el dispositivo comprende un amplificador seguidor de fuente que incluye un transistor de efecto de campo (N3), FET, que tiene una compuerta acoplada a la primera capa de metalización y una fuente acoplada a la segunda capa de metalización.

35 4. El aparato de la reivindicación 3, en el que la compuerta del FET está acoplada a la primera capa de metalización por medio de una tira de metalización formada en la segunda capa de metalización, en la que la tira de metalización está aislada eléctricamente de otra porción de la segunda capa de metalización.

40 5. El aparato de la reivindicación 3, en el que la fuente del FET está acoplada a la segunda capa de metalización por medio de un agujero pasante metalizado.

45 6. El aparato de la reivindicación 3, en el que la fuente del FET está acoplada a la segunda capa de metalización por medio de una tira de metalización formada en una tercera capa de metalización, en el que la tercera capa de metalización está situada entre la segunda capa de metalización y el sustrato.

7. Un aparato, que comprende:

50 una primera capa de metalización (M3) acoplada a una capa piezoeléctrica (640), en la que se forma una primera tensión en la primera capa de metalización en respuesta a una onda ultrasónica que se refleja desde un elemento a visualizar y se propaga a través de la capa piezoeléctrica, y en el que la primera capa de metalización está situada encima de un sustrato;

55 una segunda capa de metalización (M2) situada entre la primera capa de metalización y el sustrato; y

Un dispositivo configurado para aplicar una segunda tensión a la segunda capa de metalización para reducir una capacitancia parásita entre la primera capa de metalización y el sustrato, **caracterizado por que** la segunda tensión es sustancialmente la misma que la primera tensión.

60 8. El aparato de la reivindicación 1, en el que la primera capa de metalización (542) tiene una primera área más pequeña que una segunda área de la segunda capa de metalización.

65 9. El aparato de la reivindicación 1, en el que la segunda capa de metalización está configurada de manera que todas las trayectorias lineales verticales desde la primera capa de metalización hasta el sustrato se cruzan con la segunda capa de metalización.

10. Un procedimiento, que comprende:

generar (710) una primera tensión en una primera capa de metalización (M3) en respuesta a una onda ultrasónica que se refleja desde un elemento a visualizar y se propaga a través de una capa piezoeléctrica (540), en el que la primera capa de metalización está situada encima de un sustrato y

aplicar (720) una segunda tensión a una segunda capa de metalización (M2) para reducir una capacitancia parásita entre la primera capa de metalización y el sustrato, en el que la segunda capa de metalización está situada entre la primera capa de metalización y el sustrato, **caracterizada por que** la aplicación de la segunda tensión a la segunda capa de metalización comprende amplificar la primera tensión usando un amplificador separador (530) para generar la segunda tensión.

11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que un CI CMOS comprende el sustrato y la primera y segunda capas de metalización, y en el que las capas de metalización primera y segunda comprenden las capas de metalización superior y segunda desde la parte superior del CI CMOS, respectivamente.

12. Un procedimiento, que comprende:

generar (710) una primera tensión en una primera capa de metalización (M3) en respuesta a una onda ultrasónica que se refleja desde un elemento a visualizar y se propaga a través de una capa piezoeléctrica (440), en el que la primera capa de metalización está situada encima de un sustrato y

aplicar (720) una segunda tensión a una segunda capa de metalización (M2) para reducir una capacitancia parásita entre la primera capa de metalización y el sustrato, en el que la segunda capa de metalización está situada entre la primera capa de metalización y el sustrato, **caracterizada por que** la aplicación de la segunda tensión a la segunda capa de metalización comprende amplificar la primera tensión usando un amplificador seguidor de fuente que incluye un transistor de efecto de campo (N3), FET, en el que el FET incluye una compuerta que recibe la primera tensión y una fuente que genera la segunda tensión.

13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que la compuerta del FET está acoplada a la primera capa de metalización por medio de una tira de metalización formada en la segunda capa de metalización, en el que la tira de metalización está aislada eléctricamente de otra porción de la segunda capa de metalización; o

en el que la fuente del FET está acoplada a la segunda capa de metalización por medio de un agujero pasante metalizado; o

en el que la fuente del FET está acoplada a la segunda capa de metalización por medio de una tira de metalización formada en una tercera capa de metalización, en el que la tercera capa de metalización está situada entre la segunda capa de metalización y el sustrato.

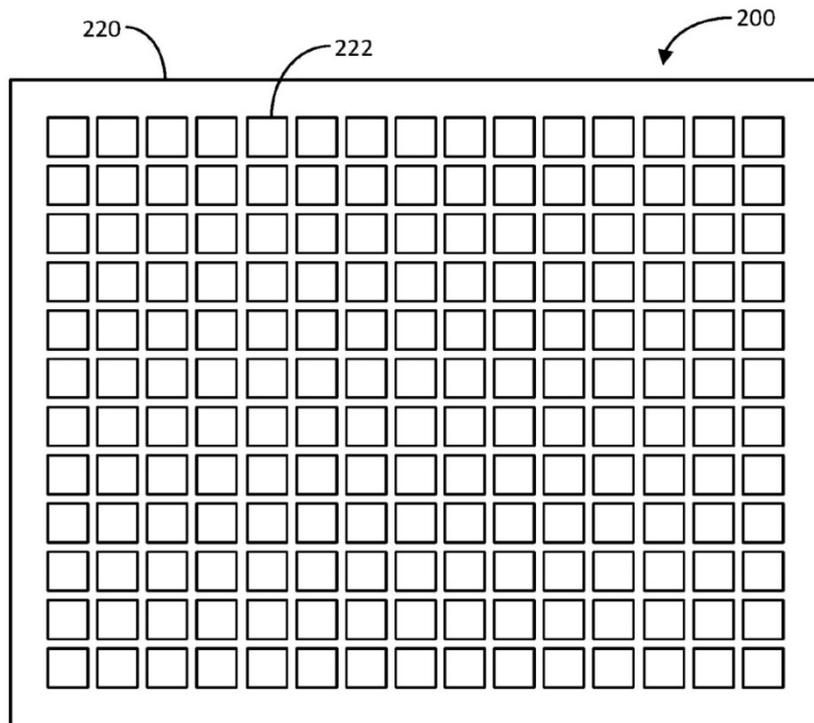
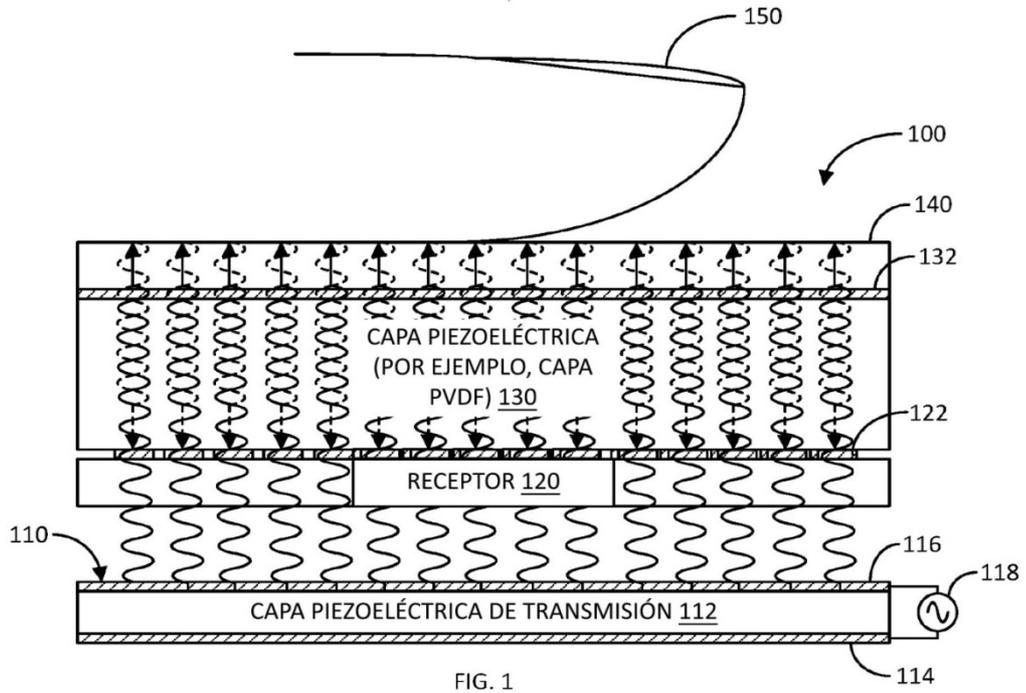
14. Un procedimiento, que comprende:

generar (710) una primera tensión en una primera capa de metalización (M3) en respuesta a una onda ultrasónica que se refleja desde un elemento a visualizar y se propaga a través de una capa piezoeléctrica (640), en el que la primera capa de metalización está situada por encima de un sustrato y

aplicar (720) una segunda tensión a una segunda capa de metalización (M2) para reducir una capacitancia parásita entre la primera capa de metalización y el sustrato, en el que la segunda capa de metalización está situada entre la primera capa de metalización y el sustrato, **caracterizada por que** la segunda la tensión es sustancialmente la misma que la primera tensión.

15. El procedimiento de la reivindicación 14, en el que la primera capa de metalización tiene una primera área más pequeña que una segunda área de la segunda capa de metalización; o

en el que la segunda capa de metalización está configurada de manera que todas las trayectorias lineales verticales desde la primera capa de metalización hasta el sustrato se cruzan con la segunda capa de metalización.



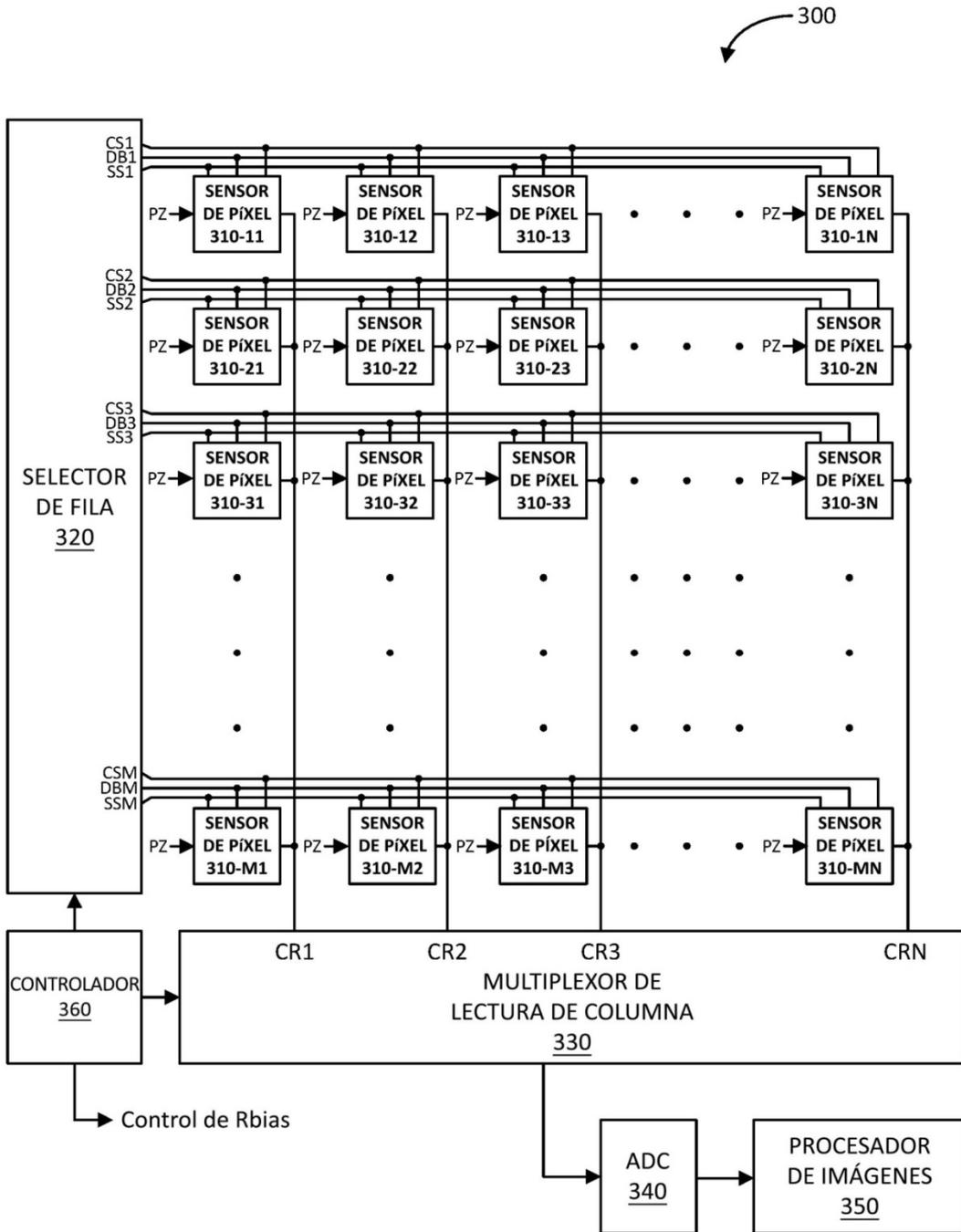
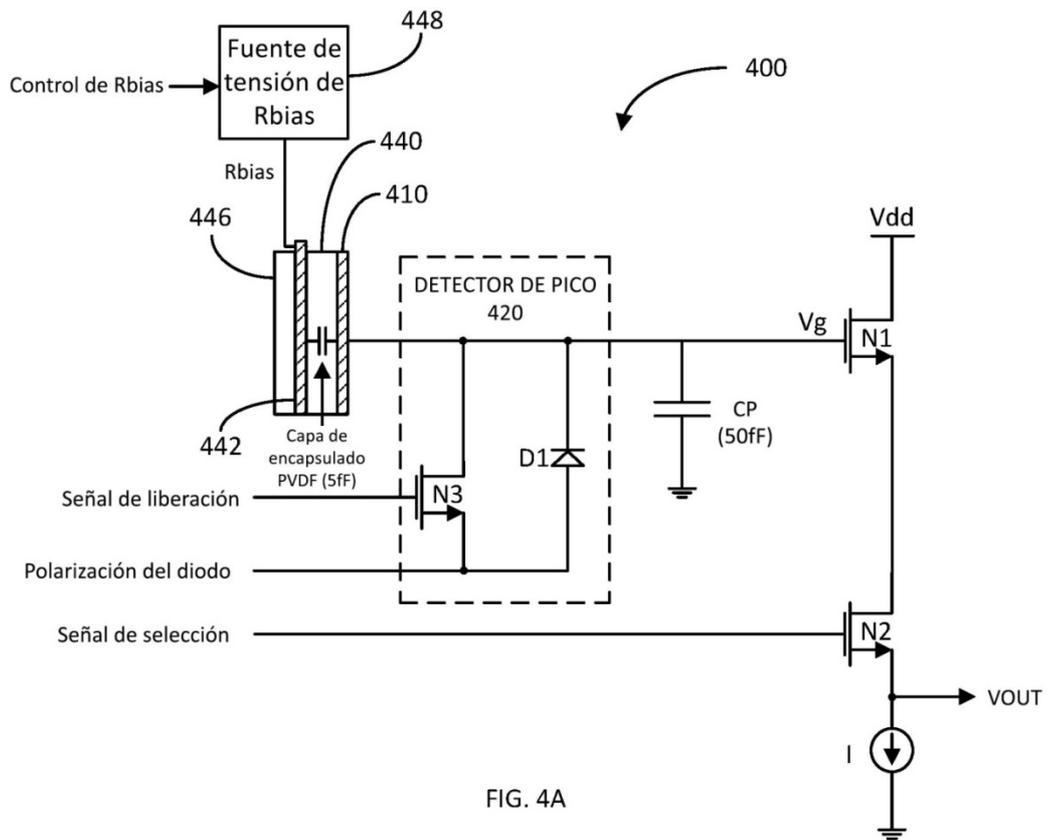


FIG. 3



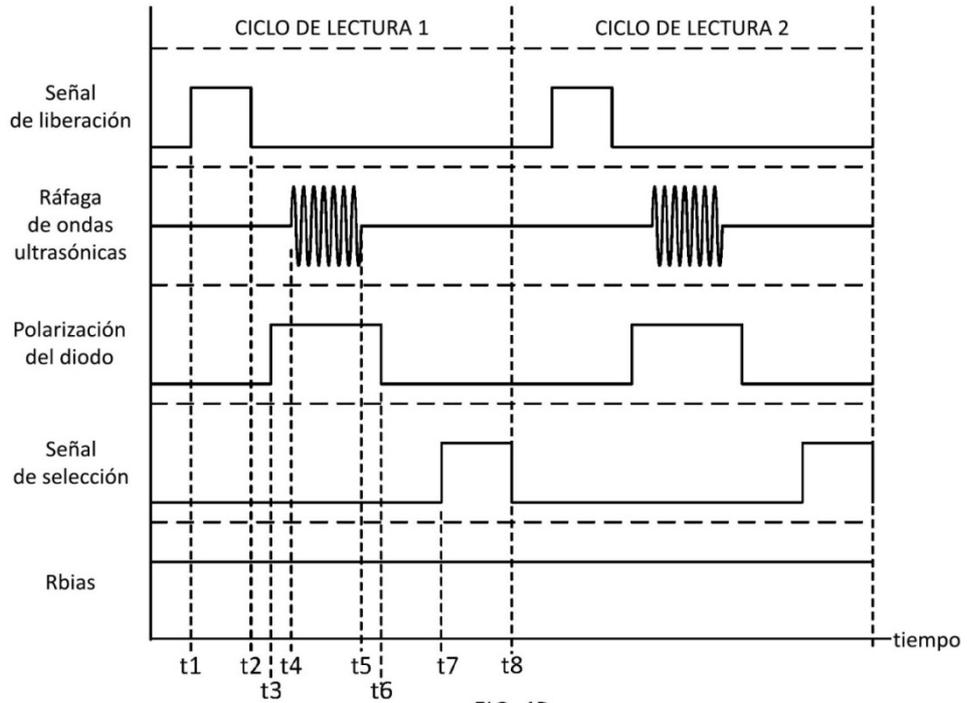


FIG. 4B

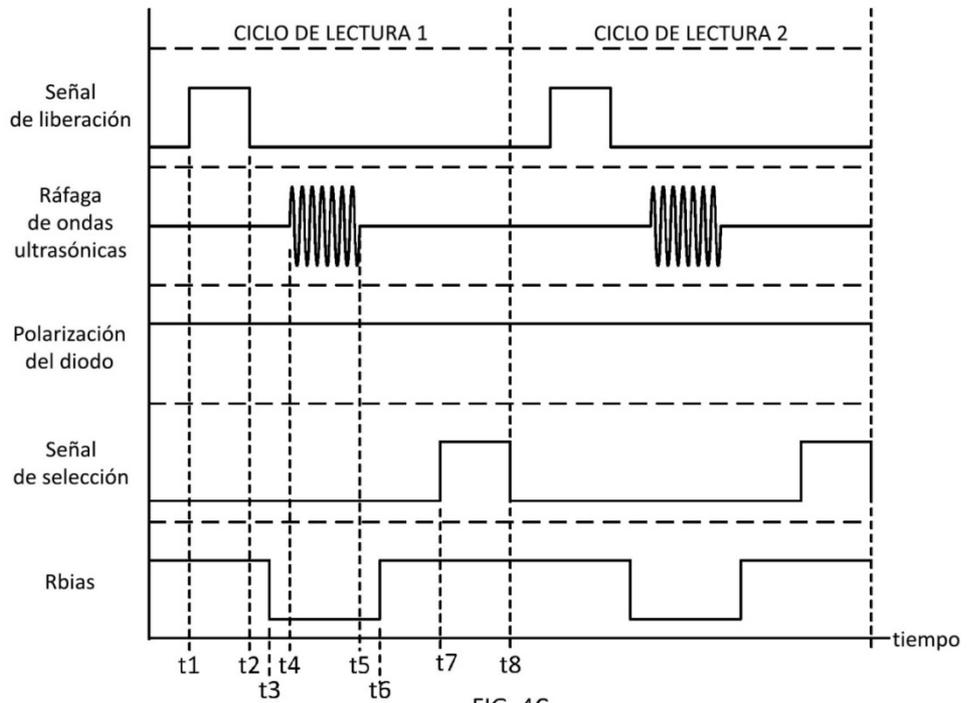


FIG. 4C

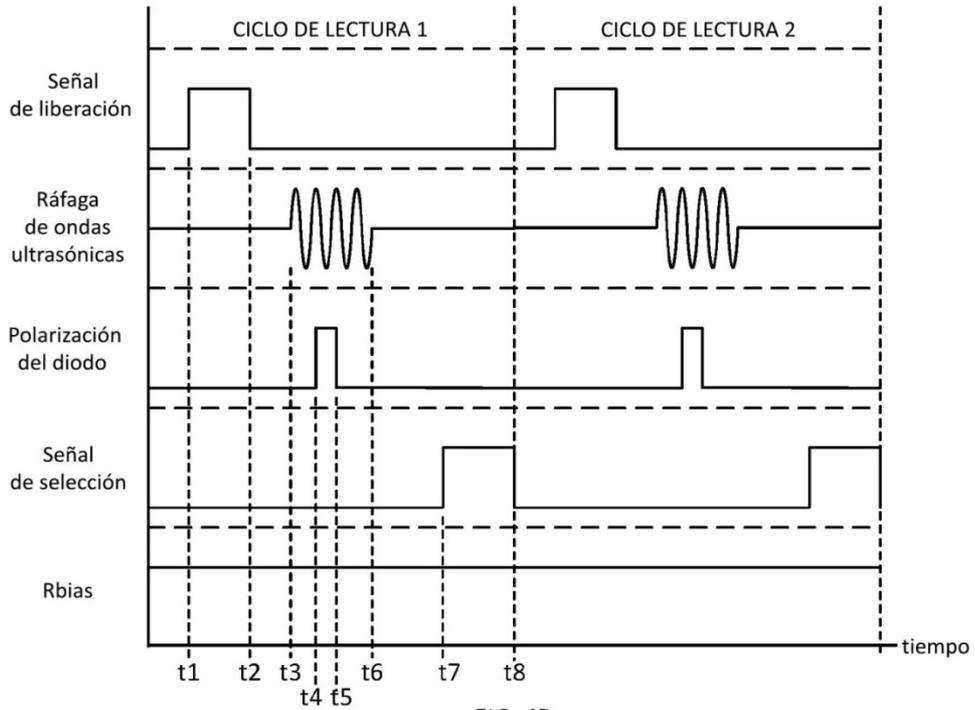


FIG. 4D

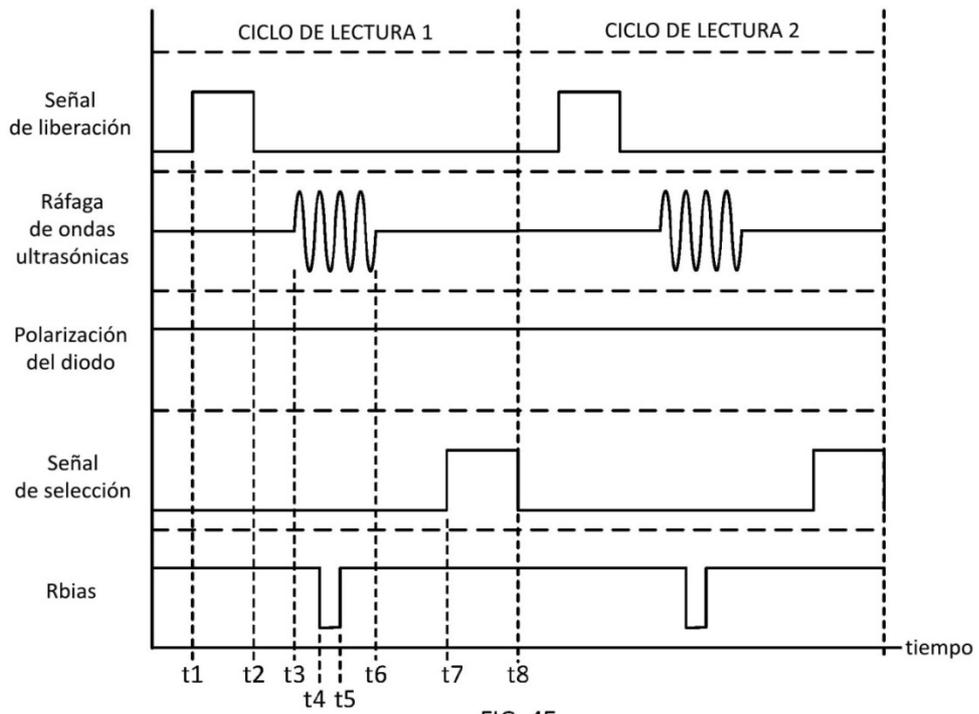


FIG. 4E

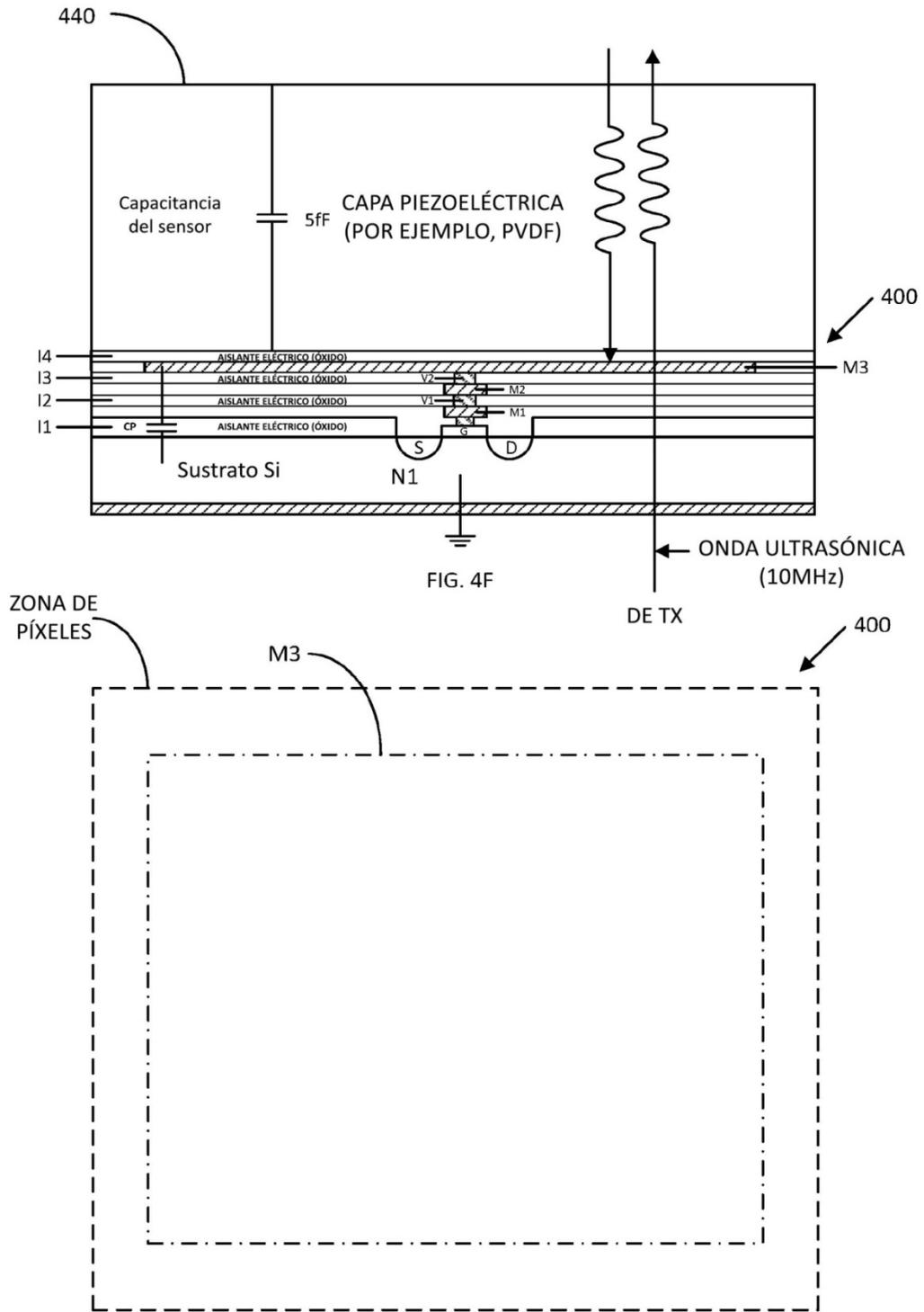


FIG. 4G

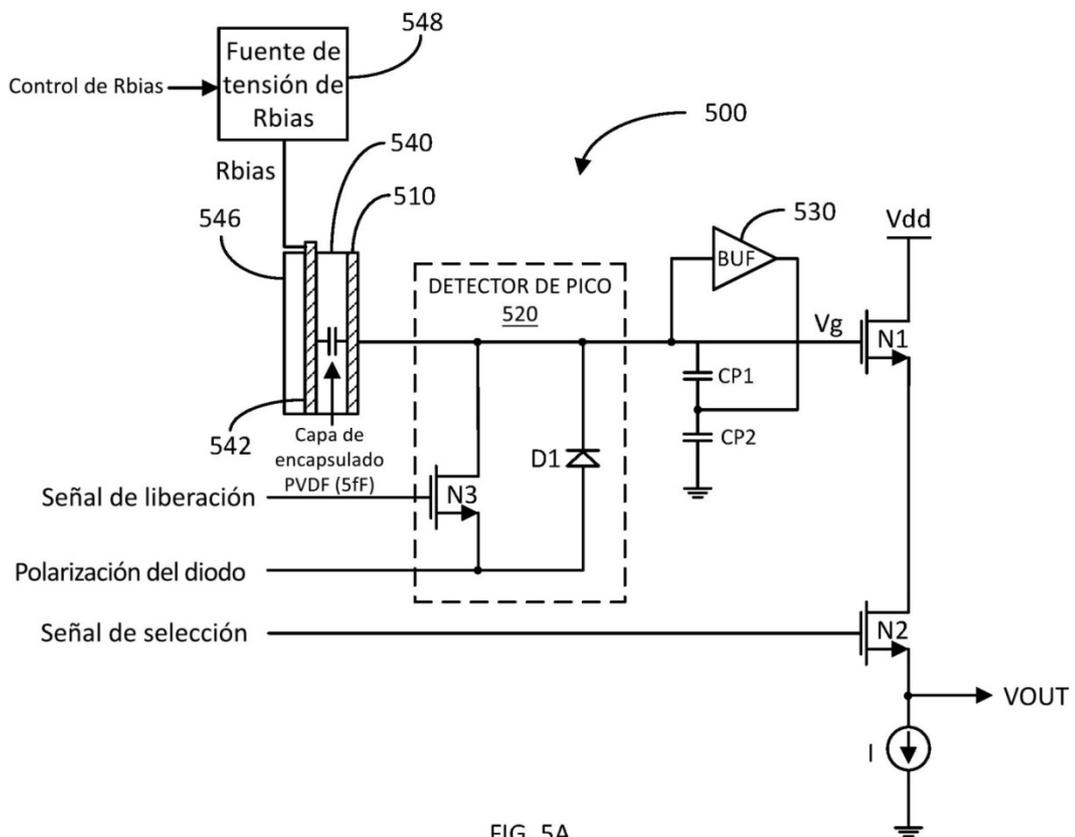


FIG. 5A

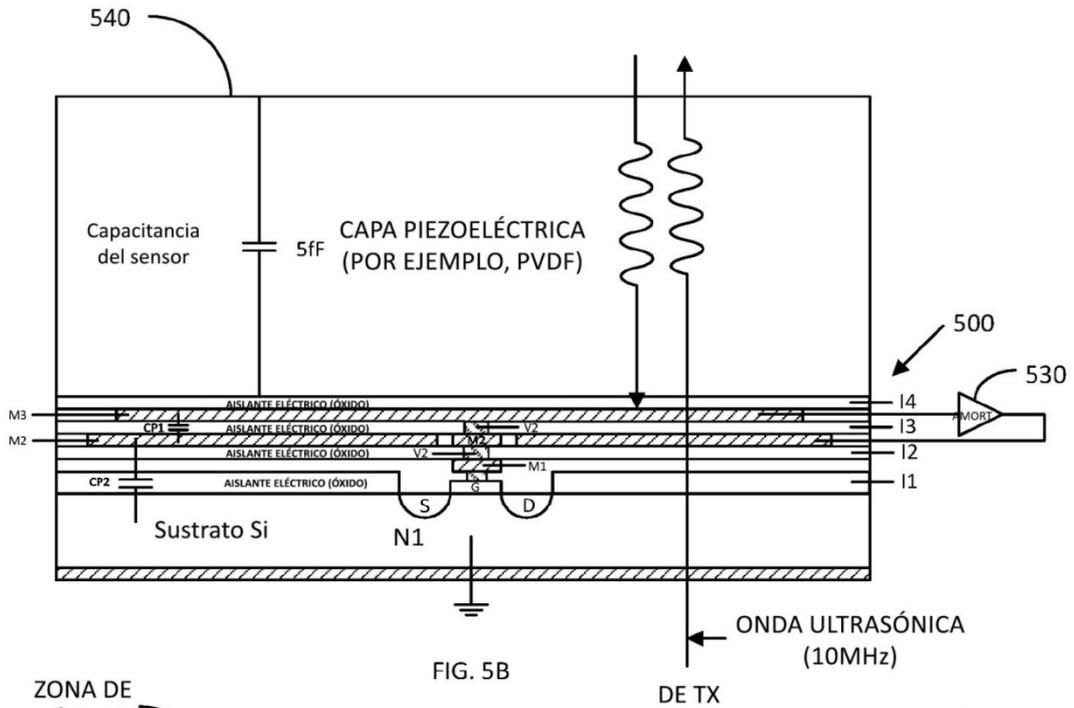


FIG. 5B

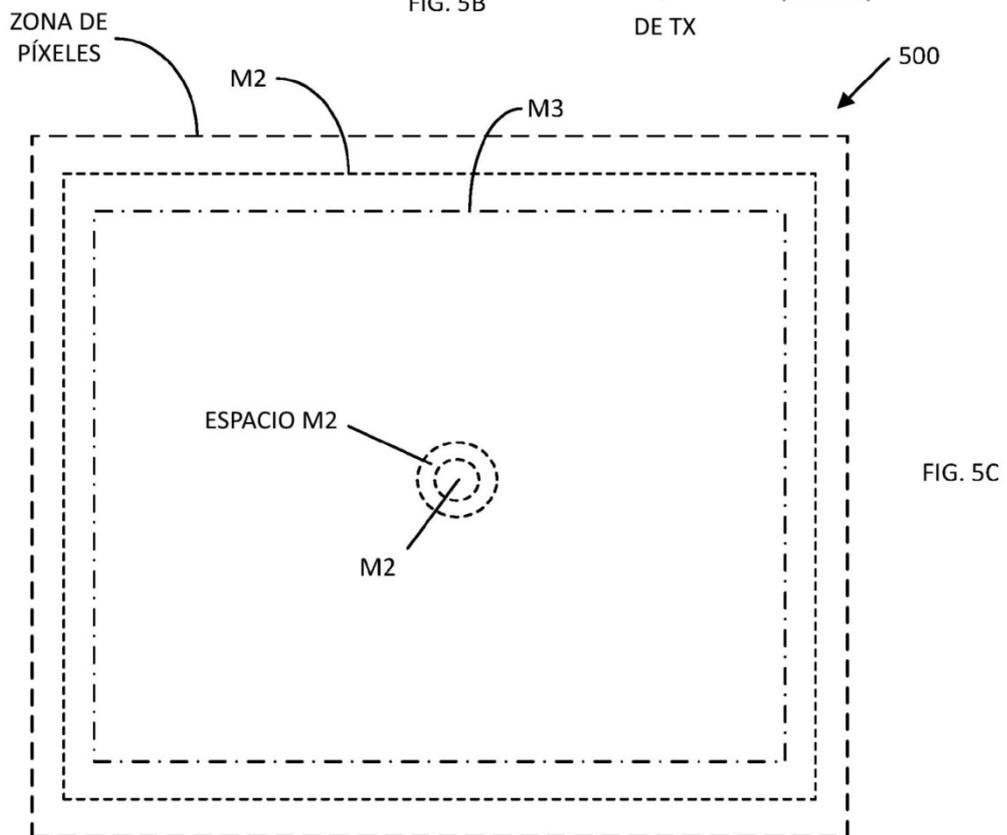


FIG. 5C

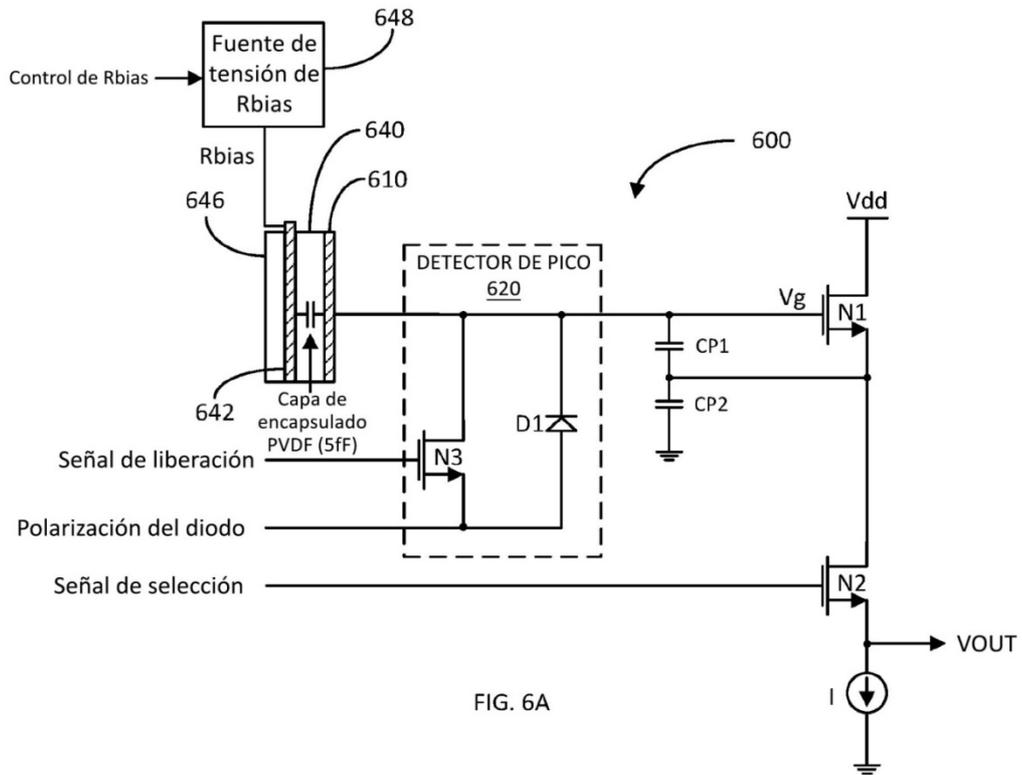


FIG. 6A

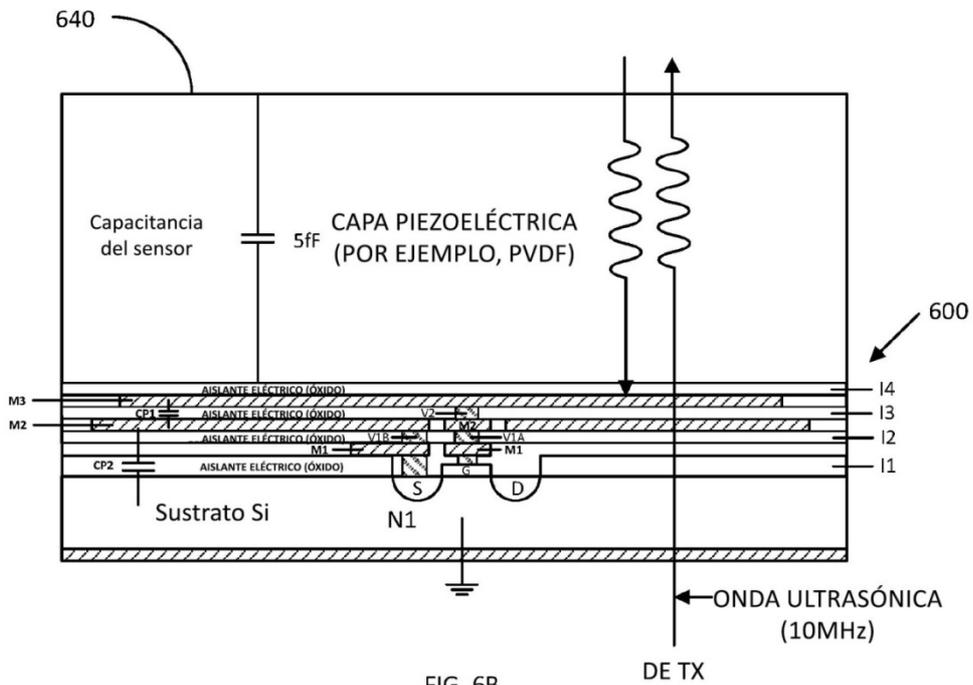


FIG. 6B

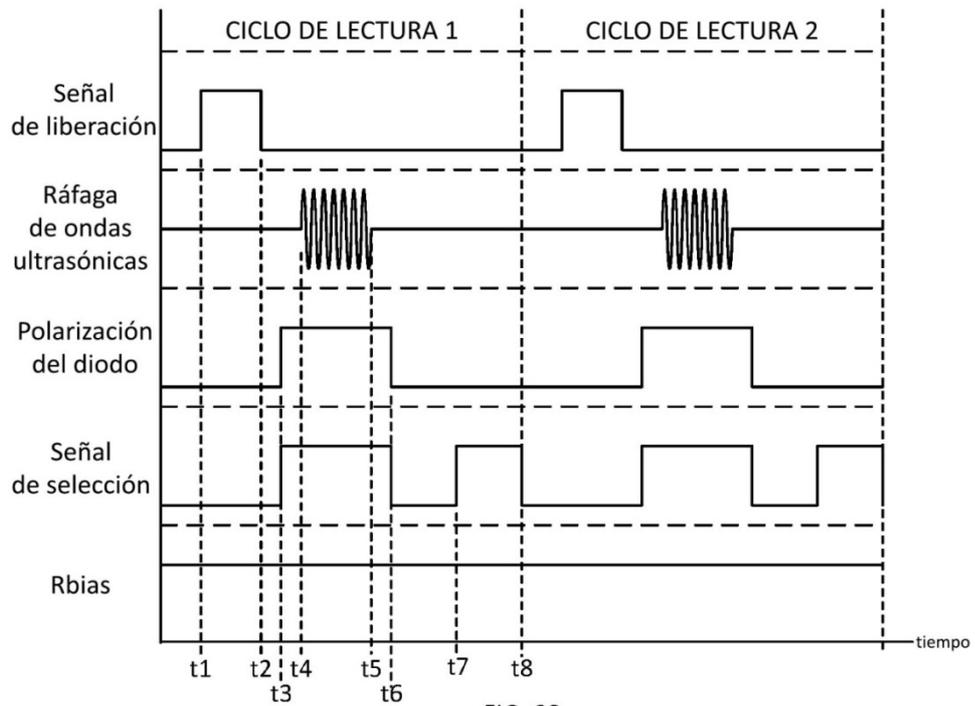


FIG. 6C

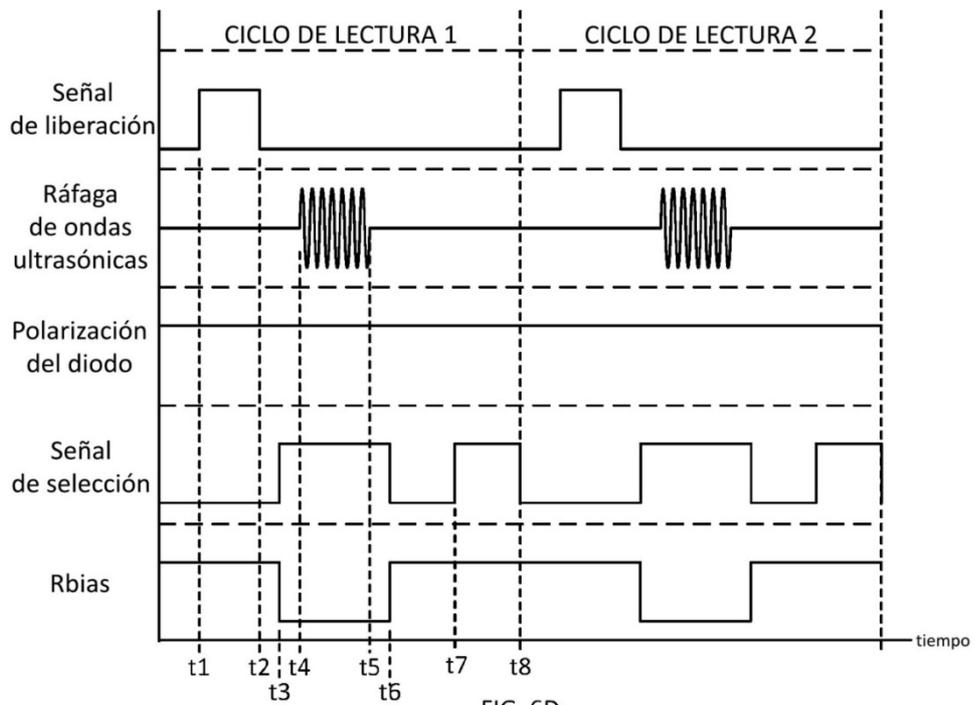


FIG. 6D

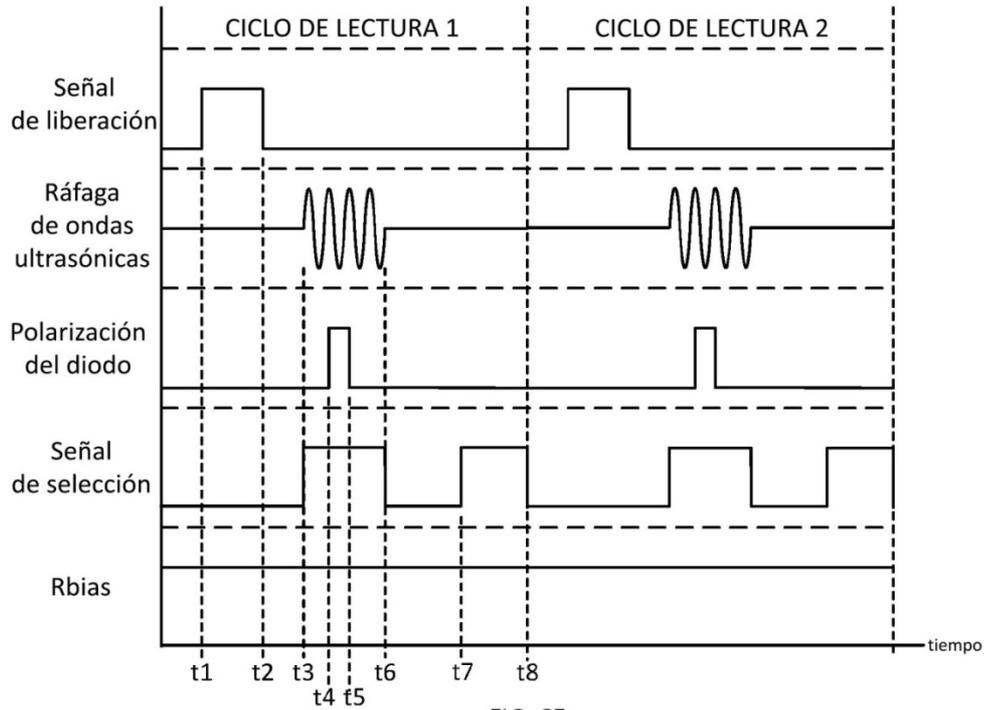


FIG. 6E

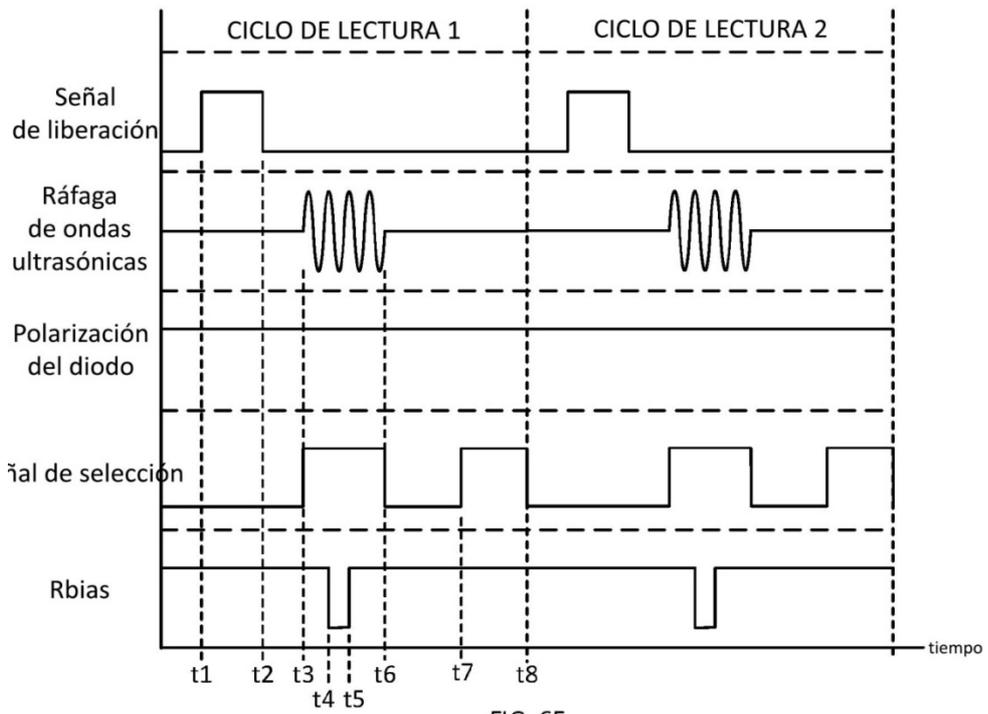


FIG. 6F

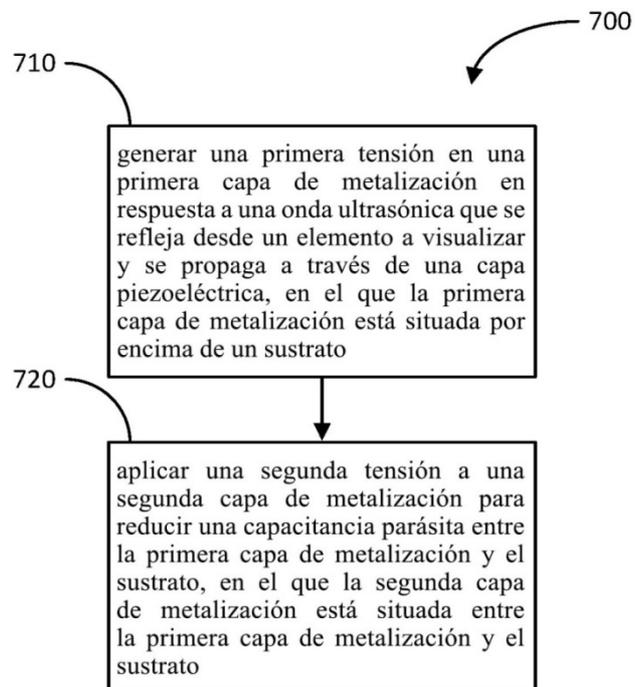


FIG. 7