

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 894 246**

51 Int. Cl.:

**G06F 3/041** (2006.01)

**G06F 3/044** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2019 E 19397512 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.07.2021 EP 3629138**

54 Título: **Un sensor con una conexión a un cableado que se puede estirar**

30 Prioridad:

**28.09.2018 FI 20185811**

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

**14.02.2022**

73 Titular/es:

**FORCIOT OY (100.0%)  
Hermiankatu 12 E  
33720 Tampere, FI**

72 Inventor/es:

**ISO-KETOLA, PEKKA;  
KAKKONEN, LARI;  
LIIMATTA, TONI;  
LÄHDESMÄKI, SEPPÖ y  
MÄKIRANTA, ANNE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 894 246 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**

Un sensor con una conexión a un cableado que se puede estirar

**Campo técnico**

5 La invención se refiere a sensores de fuerza, sensores de presión y sensores táctiles. La invención se refiere a sensores de fuerza capacitivos, sensores de presión capacitivos y sensores táctiles capacitivos. La invención se refiere a sensores de contacto, presión y fuerza capacitivos que se pueden llevar puestos.

**Antecedentes**

10 Ha aumentado el interés por el bienestar. Esto implica tanto el bienestar personal como el cuidado de la salud. Esto ha dado lugar a muchos dispositivos de monitorización médicos y personales, tales como sensores. Tales sensores se pueden incrustar en la ropa, tal como guantes, manoplas, calzado, cascos, etc. En cuanto a los sensores de fuerza o presión para prendas, pueden ser por ejemplo piezo resistivos, piezoeléctricos o capacitivos. Los sensores de toque, es decir, los sensores táctiles, son más a menudo capacitivos. Un sensor capacitivo de fuerza/presión/tacto típicamente solo involucra materiales fácilmente disponibles. Como ejemplo, la patente FI 127245 describe un sensor capacitivo de fuerza y/o presión. A diferencia de un sensor de fuerza y/o presión, un sensor de contacto no necesita tener material deformable cerca de un electrodo.

15 Con referencia a la Figura 1, tales sensores comprenden típicamente un chip microelectrónico 910, que es un componente rígido. El chip microelectrónico 910 comprende canales de entrada/salida 912a, 912b, tales como bultos. Estos canales de entrada/salida 912a, 912b están ubicados uno cerca del otro para tener muchos canales de entrada/salida 912a, 912b para el chip 910 para una mejor funcionalidad.

20 Particularmente en sensores que se pueden llevar puestos, se prefiere la comodidad de uso. Por lo tanto, una gran parte del sensor puede formarse en una hoja adaptable 930. La hoja adaptable 930 puede incluir cableado 932 que también es adaptable y eléctricamente conductor. Tal cableado 932 se puede hacer, por ejemplo, mediante impresión. Sin embargo, debido a las técnicas de fabricación, el ancho de línea del cableado adaptable 932 es típicamente mucho mayor que el requerido por las distancias entre los canales de entrada/salida 912a, 912b del chip microelectrónico 910.

25 Para unir eléctricamente el cableado adaptable 932 a los canales de entrada/salida 912a, 912b, se puede utilizar una placa de circuito flexible 920 entre el chip microelectrónico 910 y la hoja adaptable 930. Una placa de circuito flexible 920 se puede fabricar con un ancho de línea mucho más pequeño que un cableado adaptable 932. Por tanto, el cableado 922 en la placa de circuito flexible puede hacerse, en una primera ubicación, lo suficientemente estrecho como para hacer contacto con los canales de entrada/salida 912a, 912b; y en una segunda ubicación, los cables del cableado 922 pueden separarse entre sí para hacer contacto con los cables del cableado adaptable 932.

30 Sin embargo, esta solución a menudo no es fiable desde el punto de vista mecánico. En particular, cuando se usa de tal manera que cambia la forma de la parte adaptable 930 y/o la parte flexible 920, se encuentran a menudo problemas de fiabilidad. El documento US2017/034907 A1 se refiere a una placa de circuito que se puede estirar que tiene una base que se puede estirar en forma de hoja capaz de estirarse y contraerse, una parte de interconexión que se puede estirar formada sobre o por encima de al menos una superficie principal de la base que se puede estirar, y un terminal externo conectado a la parte de interconexión; la placa de circuito que se puede estirar tiene un área de refuerzo que tiene una rigidez en el plano superior a la de la base que se puede estirar, y un área que se puede estirar que permanece después de excluir el área de refuerzo; la parte de interconexión se forma a través de una parte límite entre el área de refuerzo y el área que se puede estirar; y se proporciona un miembro auxiliar que se puede estirar en forma de hoja capaz de estirarse y contraerse a la parte límite que tiene la parte de interconexión formada en ella.

35 Se conocen más sensores y dispositivos electrónicos a partir de los documentos WO 2017/044617 A1, EP 3282218 A1, US2004/238819 A1, US5060527, US2009/129031 A1, WO2016/109744 A1.

**45 Compendio**

La presente invención se refiere a un sensor capacitivo que tiene una sección adaptable y una sección flexible. En particular, la invención se refiere a un sensor capacitivo, en donde la sección adaptable se puede unir a la sección flexible de tal manera que la fiabilidad de la unión es alta también en un entorno que cambia mecánicamente. La fiabilidad se mejora utilizando la capacidad de estiramiento del cableado eléctrico. La capacidad de estiramiento se puede utilizar principalmente haciendo que el sensor sea más resistente cerca de una unión para conectarse, por ejemplo, a una placa flexible. La invención se describe en términos más específicos en la reivindicación independiente 1. Algunas formas de mejorar la capacidad de estiramiento se describen en la reivindicación 2. La capacidad de estiramiento se puede utilizar de forma secundaria conectando un cable, en una dirección del espesor del sensor, en un primer punto, a una estructura de refuerzo; y no conectando el cable, en la dirección del espesor del sensor, en un segundo punto, a la estructura de refuerzo, en donde la estructura de refuerzo se extiende desde el primer punto al segundo punto. La realización se describe en términos más específicos en la reivindicación

dependiente 3. La capacidad de estiramiento de algunas partes del sensor se describe más específicamente en la reivindicación dependiente 4.

**Breve descripción de los dibujos**

5 En las figuras, la dirección Sz denota una dirección de espesor del sensor. Las direcciones Sx y Sy son mutuamente perpendiculares y perpendiculares a Sz. Las figuras ilustran el sensor en forma sustancialmente plana, pero dado que el sensor es adaptable, puede tener otra forma.

La Figura 1 muestra esquemáticamente la técnica relacionada,

La Figura 2a muestra en una vista superior una estructura conductora multicapa,

10 La Figura 2b muestra en una vista lateral tal parte de una estructura conductora multicapa que comprende cableado, que incluye un primer cable,

La Figura 2c muestra en una vista lateral tal parte de otra estructura conductora multicapa que comprende cableado, que incluye un primer cable,

la Figura 2d muestra en una vista lateral tal parte de una estructura conductora multicapa que no comprende un cable,

15 la Figura 3a1 muestra en una vista lateral una parte de un sensor capacitivo 100,

la Figura 3a2 muestra en una vista lateral la parte representada en la Figura 3a1 dividida en una primera parte 100a y una segunda parte 100b, la primera parte y la segunda partes mostradas por líneas de puntos,

la Figura 3a3 muestra en una vista lateral módulos de elasticidad en el plano de las partes de la Figura 3a2 después de la eliminación de la estructura de refuerzo,

20 la Figura 3a4 muestra en una vista lateral una parte de un sensor como alternativa a la parte mostrada en la Figura 3a1,

la Figura 3b1 muestra en una vista lateral una parte de un sensor capacitivo 100,

la Figura 3b2 muestra en una vista lateral la parte representada en la Figura 3b1 dividida en una primera parte 100a y una segunda parte 100b, la primera parte y la segunda partes mostradas por líneas de puntos,

25 la Figura 3b3 muestra en una vista lateral módulos de elasticidad en el plano de las partes de la Figura 3b2 después de la eliminación de la estructura de refuerzo,

la Figura 3b4 muestra en una vista lateral una parte de un sensor como alternativa a la parte mostrada en la Figura 3b1,

la Figura 3c1 muestra en una vista lateral una parte de un sensor capacitivo 100,

30 la Figura 3c2 muestra en una vista lateral la parte representada en la Figura 3c1 dividida en una primera parte 100a y una segunda parte 100b, la primera parte y la segunda partes mostradas por líneas de puntos,

la Figura 3c3 muestra en una vista lateral módulos de elasticidad en el plano de las partes de la Figura 3c2 después de la eliminación de la estructura de refuerzo,

35 la Figura 3d muestra en una vista lateral una parte de un sensor dividido en una primera parte 100a y una segunda parte 100b, la primera parte y la segunda partes mostradas por líneas de puntos,

la Figura 3e1 muestra en una vista lateral una parte de un sensor, en donde un adhesivo forma una parte de una capa comprimible,

la Figura 3e2 muestra en una vista lateral una parte de un sensor, en donde un material comprimible en una segunda parte es más delgado que en una primera parte,

40 la Figura 3f muestra en una vista lateral un sensor, en donde el paquete de la electrónica forma una estructura de refuerzo,

la Figura 4a muestra en una vista lateral una parte de un sensor capacitivo 100,

la Figura 4b muestra en una vista lateral la parte representada en la Figura 4a dividida en una primera parte 100a y una segunda parte 100b, la primera parte y la segunda partes mostradas por líneas de puntos,

45 la Figura 4c muestra en una vista lateral una parte de un sensor capacitivo 100,

la Figura 4d muestra en una vista lateral la parte representada en la Figura 4c dividida en una primera parte 100a y una segunda parte 100b, la primera parte y la segunda partes mostradas por líneas de puntos,

la Figura 5a muestra en una vista superior un sensor capacitivo 100,

la Figura 5b muestra en una vista superior un sensor capacitivo 100,

5 la Figura 6a muestra en una vista superior un sensor capacitivo 100,

la Figura 6b muestra en una vista lateral una parte de un sensor capacitivo 100,

la Figura 7 muestra en una vista lateral un sensor capacitivo 100,

10 la Figura 8a1 muestra en una vista lateral un sensor capacitivo 100, dividido en una primera parte 100a, una segunda parte 100b y una tercera parte 100c, la primera, segunda y tercera partes que se muestran mediante líneas de puntos,

la Figura 8a2 muestra en una vista lateral en una vista lateral módulos de elasticidad en el plano de las partes de la Figura 8a1,

15 la Figura 8b1 muestra en una vista lateral un sensor capacitivo 100, dividido en una primera parte 100a, una segunda parte 100b y una tercera parte 100c, la primera, segunda y tercera partes que se muestran mediante líneas de puntos,

la Figura 8b2 muestra en vista lateral en una vista lateral módulos de elasticidad en el plano de las partes de la Figura 8b1,

la Figuras 9a a 9d muestran en vista lateral partes de los sensores capacitivos 100,

la Figura 10 muestra en vista lateral partes de un sensor capacitivo 100,

20 la Figura 11 muestra en vista lateral partes de un sensor capacitivo 100,

la Figura 12 muestra un sensor capacitivo para usar como plantilla, y

la Figuras 13a y 13b muestran sensores capacitivos para otros usos.

### Descripción detallada

25 Como se indica en los antecedentes, la presente invención se refiere a un sensor capacitivo, por ejemplo, un sensor de fuerza y/o presión o un sensor táctil, con una fiabilidad mejorada bajo tensión mecánica variable. Preferiblemente, el sensor es adaptable.

30 En los sensores capacitivos, se mide la capacitancia de un electrodo. La capacitancia se puede medir en relación con el entorno o en relación con otro electrodo, tal como un electrodo de tierra. En general, hay tres principios de funcionamiento: (1) el material dieléctrico cerca del electrodo (por ejemplo, entre dos electrodos) cambia, lo que cambia la capacitancia; y/o (2) la distancia entre dos electrodos cambia, lo que cambia la capacitancia entre estos electrodos; y/o (3) un área de un electrodo cambia o un área mutua entre dos electrodos cambia, lo que cambia la capacitancia del electrodo (por ejemplo, en relación con otro electrodo o entorno). El área mutua puede cambiar, por ejemplo, bajo carga cortante. Estos principios son conocidos por una persona experta. En una forma simple, la capacitancia de un electrodo en relación con su entorno cambia cuando un objeto se acerca o se aleja del electrodo.

35 Típicamente se utilizan dos electrodos para mejorar la precisión de tal manera que el material entre los electrodos se comprime durante el uso. Tales sensores se describen en la patente FI 127245. En los sensores táctiles, el objeto en contacto (por ejemplo, el dedo de un usuario) tiene una constante dieléctrica diferente que, por ejemplo, el aire. Por tanto, la capacitancia de un electrodo cambia por el movimiento del objeto en contacto (según el principio de funcionamiento 1 anterior).

40 Típicamente, en sensores de fuerza y/o presión, un material elástico cerca del electrodo de medición, por ejemplo, entre medias de dos electrodos, se comprime y deforma al menos localmente dependiendo de la presión aplicada (localmente). El segundo electrodo no es necesariamente necesario, dado que típicamente el objeto que forma la presión tiene una constante dieléctrica diferente a la del material elástico comprimido, por lo que la deformación ya causa un cambio de la capacitancia en relación con el entorno. Por tanto, se puede determinar una presión local cerca de un electrodo. Además, cuando se utilizan múltiples electrodos en diferentes ubicaciones, se pueden determinar múltiples presiones locales en diferentes ubicaciones. La fuerza es una integral de la presión. Por lo tanto, para medir una fuerza, sustancialmente toda el área de medición debería estar cubierta por los electrodos utilizados para las mediciones, como se describe en la patente antes mencionada. Por lo tanto, en un sensor de fuerza, sustancialmente toda el área de medición debería estar cubierta por los electrodos usados para las mediciones,

45 mientras que en un sensor de presión es suficiente proporcionar electrodos usados para mediciones solo en tales áreas, donde se va a medir la presión.

50

Como se indica en los antecedentes, para que sea ampliamente aplicable en cuerpos con diversas formas, el sensor, o al menos la mayor parte del sensor, debería ser adaptable. Los sensores adaptables también se pueden utilizar en tales entornos, en donde su forma está sujeta a cambios, tales como los dispositivos electrónicos que se pueden llevar puestos.

5 En la presente memoria, el término adaptable se refiere a material que es al menos flexible y que se puede estirar y preferiblemente también comprimible. En cuanto al término flexible, un material flexible plano se puede doblar a un radio de curvatura de 10 mm (o menos) sin romper el material a una temperatura de 20 °C. Además, el material flexible puede volverse posteriormente a la forma plana a una temperatura de 20 °C sin romper el material; o puede volver espontáneamente a la forma plana sin romperse. En cuanto al término que se puede estirar, un material que se puede estirar se puede estirar en al menos un 10% de manera reversible. En particular, una capa de material que se puede estirar en al menos un 10% de manera reversible en una dirección que sea perpendicular a la dirección del espesor de la capa. La reversibilidad del estiramiento es espontánea, es decir, elástica. En cuanto al término comprimible, un material comprimible se puede comprimir en al menos un 10% de manera reversible. En particular, una capa de material comprimible se puede comprimir en al menos un 10% de manera reversible en la dirección del espesor de la capa. La reversibilidad de la compresión es espontánea, es decir, elástica. De esta manera, un material adaptable plano es flexible como se indicó anteriormente y se puede estirar en una dirección del plano del material adaptable plano; y preferiblemente también comprimible en la dirección de su espesor como se detalla anteriormente. Puede disponerse un material adaptable plano para conformar un hemisferio de una esfera que tiene un radio de 10 cm (o menos) a una temperatura de 20 °C sin romperse. Típicamente, se puede disponer un material adaptable plano para conformar una superficie de un hemisferio que tiene un radio de 10 cm (o menos) a una temperatura de 20 °C sin introducir deformaciones plásticas significativas (es decir, irreversibles) en el material. En la presente memoria, el término "significativo" significa que, cuando se dispone en el hemisferio, la deformación elástica del material adaptable es mayor que la deformación plástica del mismo. Por tanto, se puede disponer un material adaptable plano para conformar, por ejemplo, la superficie de un pie o un puño.

25 Las Figuras 2a a 2d muestran partes de algunos sensores. La Figura 2a es una vista superior, mientras que las Figuras 2b a 2d son vistas laterales, como se indica por las direcciones Sx, Sy, Sz en las figuras. Sz se refiere a una dirección de espesor del sensor 100. Las direcciones Sx, Sy y Sz son mutuamente perpendiculares y pueden depender de la ubicación, al menos cuando el sensor no es plano. Como es convencional, el término "espesor" se refiere a una dirección en la que el sensor se extiende lo mínimo. Por tanto, un espesor es menor que una longitud o una anchura. Haciendo referencia a las Figuras 2a a 2c, el sensor 100 comprende un cableado eléctricamente conductor 220, que comprende un primer cable eléctricamente conductor 222. El sensor 100 comprende un primer electrodo 224 para medir una capacitancia y acoplado al primer cable eléctricamente conductor 222. La función del cable 222 es acoplar el electrodo 224 a un circuito de medición, por ejemplo, a través de una estructura flexible. Por lo tanto, una primera unión 226 se une al primer cable 222, como se indica, por ejemplo, en la Figura 3a1. La unión 226 es adecuada para unir el cable 222 a otros componentes electrónicos. El electrodo 224 puede formar parte del cableado 220. El cableado 220, en particular el primer cable 222 del mismo, es flexible y que se puede estirar en el significado discutido anteriormente para estos términos. Preferiblemente, también el primer electrodo 224 es flexible y que se puede estirar en el significado discutido anteriormente para estos términos. Como se detallará a continuación, el cableado 220 puede disponerse como parte de una estructura multicapa eléctricamente conductora 200.

Haciendo referencia a las Figuras 3a1 a 3f, el sensor 100 comprende un primer cable eléctricamente conductor 222. El primer cable eléctricamente conductor 222 es flexible y que se puede estirar en el significado discutido anteriormente para estos términos. El primer cable eléctricamente conductor 222 forma al menos una parte del cableado 220 (véase la Figura 2a). El cableado 220 y/o el cable 222 pueden fabricarse, por ejemplo, usando tales técnicas de fabricación aditiva que producen cableados conductores que se pueden estirar, tales como impresión. Como alternativa, el cableado se puede laminar sobre una capa de material. El cableado 220 puede fabricarse (por ejemplo, impreso o laminado) sobre un sustrato 210 flexible y que se puede estirar. Como alternativa, el cableado 220 puede fabricarse (por ejemplo, impreso o laminado) sobre una capa comprimible 310.

50 Haciendo referencia a las Figuras 3a1 a 3f, el sensor 100 comprende una capa comprimible 310. En los sensores de fuerza y/o presión, la capa comprimible 310 está configurada para comprimirse y deformarse bajo presión durante el uso. Además, debido al principio operativo capacitivo, la capa comprimible 310 también es eléctricamente aislante. Otras propiedades y materiales adecuados para la capa 310 se discuten a continuación. Cuando el sensor 100 se utiliza como sensor de toque (es decir, sensor táctil), no se necesita una capa comprimible 310 cerca de los electrodos (224, 225). Sin embargo, también en los sensores táctiles, la capa comprimible 310 se puede utilizar para mejorar la fiabilidad. Por lo tanto, la capa comprimible 310 no necesita extenderse para superponerse con el primer electrodo 224.

Haciendo referencia a las Figuras 3a1 a 3f, el sensor 100 comprende una estructura de refuerzo 320, tal como una capa de refuerzo. Una función de la estructura de refuerzo 320 es conectar la primera parte 100a del sensor 100 a la parte electrónica del sensor, en particular una placa flexible 410. Por tanto, una función de la estructura de refuerzo 320 es evitar un estiramiento demasiado grande en el plano de la segunda parte 100b del sensor entre medias de la primera parte 100a y la unión 226. De esta manera, una función de la estructura de refuerzo 320 es reforzar el sensor 100 al menos cerca de una conexión del primer cable 222 a otros componentes electrónicos del sensor 100.

Para reforzar adecuadamente, la estructura de refuerzo 320 es integral, es decir, no está constituida por partes separadas. Por tanto, la estructura de refuerzo 320 se extiende entre cada dos puntos de la estructura de refuerzo 320. En particular, una primera parte 320a de la estructura de refuerzo 320 se extiende a una segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320 (estas partes se definirán más adelante). Estas partes (320a, 320b) están conectadas directamente o a través de otra parte de la estructura de refuerzo 320. Además, preferiblemente, no se dispone ninguna interfaz de material entre la primera parte 320a y la segunda parte 320b. El primer cable eléctricamente conductor 222 y la capa comprimible 310 están dispuestos en un mismo lado de la estructura de refuerzo 320. En consecuencia, una parte de la estructura de refuerzo 320 no está dispuesta entre medias del primer cable eléctricamente conductor 222 y la capa comprimible 310 en la dirección Sz del espesor del sensor 100. Preferiblemente, una parte de la capa comprimible 310 está dispuesta entre medias del primer cable eléctricamente conductor 222 y la estructura de refuerzo 320 en la dirección Sz. Sin embargo, como se indica en la Figura 3d, una parte del primer cable eléctricamente conductor 222 puede estar dispuesta entre medias de la capa comprimible 310 y la estructura de refuerzo 320. La estructura de refuerzo 320 puede ser o comprender una capa de material de refuerzo adecuado. La estructura de refuerzo 320 puede ser o formar parte de un embalaje para un componente rígido 420 y/o una placa flexible 410 del sensor 100, como en la Figura 3f. La estructura de refuerzo 320 puede ser eléctricamente conductora, por lo que se puede utilizar como electrodo de tierra, de manera similar a un electrodo de potencial común 340. La estructura de refuerzo 320 puede ser una capa superior y puede terminarse según las necesidades. Por tanto, la estructura de refuerzo se puede utilizar como capa superior 380.

Se ha observado que la capacidad de estiramiento del primer cable 222 puede utilizarse para mejorar la fiabilidad del sensor 100. En particular, dado que el primer cable 222 es que se puede estirar, su capacidad de estiramiento puede utilizarse para mejorar la fiabilidad. Esta propiedad se puede utilizar de modo que, en uso, una parte del primer cable 222 (es decir, la parte del cable 222 dentro de una segunda parte 100b del sensor como se discutirá a continuación) absorba la mayoría de las deformaciones mecánicas. Esto se puede lograr mediante el diseño del material de tal manera que cerca de una unión 226 el sensor 100, excepto para la estructura de refuerzo 320, se deforme en el plano más fácilmente que más lejos de la unión 226. La unión 226 está conectada al primer cable 222, y a través del primer cable 222 a un primer electrodo 224.

Más específicamente y con referencia a las Figuras 3a2, 3b2 y 3e2, la resiliencia del sensor 100, excepto para la estructura de refuerzo, cerca de la unión 226, el sensor 100 se puede mejorar al menos mediante tres soluciones:

(i) la segunda parte 100b del sensor 100 comprende una segunda parte 310b de la capa comprimible 310, como se indica en las Figuras 3a1 y 3a2; y un módulo de Young de la segunda parte 310b de la capa comprimible 310 es menor que un módulo de Young de la primera parte 310a de la capa comprimible 310 o

(ii) la capa comprimible 310 no se extiende hasta la segunda parte 100b del sensor 100, como se indica en la Figura 3b2 o

(iii) el espesor  $T_{310b}$  de una segunda parte 310b de la capa comprimible 310 es menor que un espesor  $T_{310a}$  de una primera parte 310a de la capa comprimible 310, como se indica en las Figuras 3e1 y 3e2.

Como se detallará a continuación, utilizando al menos una de estas soluciones, se mejora la resiliencia de una segunda parte 100b del sensor 100. En particular, cada una de las alternativas (i) y (iii) tiene el efecto técnico de que una rigidez en el plano de la segunda parte 310b de la capa comprimible 310 es menor que una rigidez en el plano de la primera parte 310a de la capa comprimible 310. En la presente memoria, la rigidez en el plano de la parte 310a, 310b se refiere al módulo de elasticidad en el plano de esa parte multiplicado por el espesor de esa parte. En esta descripción, el módulo de elasticidad en el plano se considera equivalente a un módulo de Young en el plano, un término que también se usa comúnmente para esta propiedad.

En cuanto a la alternativa (ii), dado que la capa comprimible 310 no se extiende hasta la segunda parte 100b, se deja un espacio 312 junto a la primera parte 310a de la capa comprimible y, efectivamente, una rigidez en el plano de un espacio es cero. Por tanto, todas las alternativas (i) - (iii) apuntan a disminuir la rigidez en el plano de la capa comprimible dentro de la segunda parte 100b. Además, al menos una parte de la segunda parte 100b está dispuesta entre medias de la unión 226 y la primera parte 100a. En la presente memoria, el término "entre medias" se refiere a estar entre medias en una dirección que es perpendicular a la dirección Sz del espesor del sensor.

Sin embargo, las otras capas de la estructura también pueden afectar a la resiliencia. Se ha encontrado que la fiabilidad se mejora aún más, cuando el sensor tiene una primera parte modificada 100a' con una primera rigidez en el plano y una segunda parte modificada 100b' con una segunda rigidez en el plano que es menor que la primera rigidez en el plano, en donde la primera parte modificada 100a' se ha modificado de la primera parte 100a del sensor 100 eliminando la primera parte 320a de la estructura de refuerzo 320 y la segunda parte modificada 100b' se ha modificado de la segunda parte 100b del sensor 100 eliminando la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320. La rigidez en el plano se refiere a un módulo de elasticidad en el plano ( $Y_{100a}$ ,  $Y_{100b}$ ) multiplicado por el espesor de la capa. Las partes primera (100a') y segunda (100b') modificadas y los correspondientes módulos de elasticidad en el plano se muestran en las Figuras 3a3, 3b3 y 3c3. También aquí, al menos una parte de la segunda parte 100b está dispuesta entre medias de la unión 226 y la primera parte 100a en una dirección que es perpendicular a la dirección Sz del espesor del sensor. Además, preferiblemente, toda el área entre medias de la unión 226 y la

primera parte 100a es más resiliente que la primera parte 100a. Más precisamente, en una realización, el sensor 100 no tiene tal parte, (i) que está dispuesta entre medias de la unión 226 y la primera parte 100a, y (ii) cuya rigidez en el plano (por ejemplo, módulo de elasticidad) es igual o mayor que la primera rigidez en el plano (por ejemplo, módulo de elasticidad  $Y_{100a}$ ) después de la eliminación de la estructura de refuerzo 320. Más preferiblemente, el sensor 100 no tiene tal parte, (i) que está dispuesta entre medias de la unión 226 y la primera parte 100a, y (ii) cuya rigidez en el plano (por ejemplo, módulo de elasticidad), después de la eliminación de la estructura de refuerzo 320, es mayor que la segunda rigidez en el plano (por ejemplo, módulo de elasticidad  $Y_{100b}$ ). En una realización, la segunda parte 100b del sensor se extiende hasta la unión 226 desde un borde común 100ab de la primera parte 100a y la segunda parte 100b.

Con referencia a las Figuras 3a1 a 3f, el sensor capacitivo 100 tiene una primera parte 100a del sensor capacitivo 100 y una segunda parte 100b del sensor capacitivo 100. Por tanto, el sensor es divisible en las partes 100a, 100b. Tal división del sensor 100 se muestra, por ejemplo, en las Figuras 3a1 a 3d y 4a a 4d por los rectángulos de puntos. La primera parte 100a se extiende a través del sensor 100 en la dirección Sz de espesor del sensor 100. La segunda parte 100b se extiende a través del sensor 100 en la dirección Sz de espesor del sensor. La Figura 3a2 muestra la división del sensor de la Figura 3a1, la Figura 3b2 muestra la división del sensor de la Figura 3b1, la Figura 3c2 muestra la división del sensor de la Figura 3c1, la Figura 4b muestra la división del sensor de la Figura 4a y la Figura 4d muestra la división del sensor de la Figura 4c en estas dos partes. Como se indica en las Figuras 8a1 a 8b2, el sensor se puede dividir en más de dos partes. La división debe entenderse como un proceso mental de definir tales partes; el sensor físico 100 no se divide físicamente. La primera parte 100a del sensor 100 y la segunda parte 100b del sensor 100 están definidas de manera que comparten un borde común 100ab, como se muestra en las Figuras 3a2, 3b2, 3c2 y 12.

La primera parte 100a del sensor 100 comprende una primera parte 320a de la estructura de refuerzo 320 (como se discutió anteriormente), una primera parte 222a del primer cable eléctricamente conductor 222 y una primera parte 310a de la capa comprimible 310. Estas capas están dispuestas unas con relación a las otras de tal manera que la primera parte 320a de la estructura de refuerzo 320 se superponga, en la dirección Sz del espesor del sensor 100, con la primera parte 222a del primer cable eléctricamente conductor 222, o al menos una región razonablemente cerca de la primera parte 222a del primer cable eléctricamente conductor 222. Por tanto, la capa comprimible 310 transmite la fuerza de soporte de la estructura de refuerzo 320 al primer cable eléctricamente conductor 222 dentro de la primera parte 100a. Por ejemplo, la estructura de refuerzo 320 puede estar provista de una abertura de modo que la abertura se superponga a la primera parte 222a del primer cable eléctricamente conductor 222. En una realización preferible, dentro de la primera parte 100a, la primera parte 320a de la estructura de refuerzo 320 rodea radialmente tal línea recta que es paralela a la dirección Sz de espesor en la ubicación de la primera parte 222a del primer cable 222 y penetra la primera parte 222a del primer cable 222.

Además, la primera parte 320a de la estructura de refuerzo se superpone, en la dirección Sz del espesor del sensor 100, con la primera parte 310a de la capa comprimible 310 (o al menos parte de la misma). A lo largo de esta descripción, el término superposición se refiere a partes de capas que están dispuestas, en la dirección del espesor Sz del sensor 100, una encima de la otra. Como se indica, por ejemplo, en la Figura 3b2, la primera parte 222a del primer cable eléctricamente conductor 222 puede estar compuesta por una primera parte 200a de una estructura conductora multicapa 200. En tal caso, preferiblemente, la primera parte 320a de la estructura de refuerzo 320 se superpone, en la dirección Sz del espesor del sensor 100, con la primera parte 200a de la estructura conductora multicapa 200. Además, al menos una parte de la primera parte 310a de la capa comprimible 310 se superpone con al menos una parte de la primera parte 222a del primer cable eléctricamente conductor 222 en la dirección Sz del espesor del sensor 100. Típicamente, una parte de la primera parte 310a de la capa comprimible 310 se superpone con la primera parte 222a del primer cable eléctricamente conductor 222 en la dirección Sz del espesor del sensor 100.

La segunda parte 100b del sensor capacitivo 100 comprende una segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320 y una segunda parte 222b del primer cable eléctricamente conductor 222. Estas capas pueden disponerse unas con relación a las otras de tal manera que la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320 se superpone con la segunda parte 222b del primer cable eléctricamente conductor 222 en la dirección Sz del espesor del sensor 100, o está al menos cerca de la segunda parte 222b. En una realización preferible, dentro de la segunda parte 100b, la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320 rodea radialmente tal línea recta que es paralela a la dirección Sz del espesor en la ubicación de la segunda parte 222b del primer cable 222 y penetra en la segunda parte 222b del primer cable 222. Como se indica, por ejemplo, en la Figura 3b2, la segunda parte 222b del primer cable eléctricamente conductor 222 puede estar compuesta por una segunda parte 200b de una estructura conductora multicapa 200.

Como se indicó anteriormente, en una realización, una primera parte modificada 100a' del sensor 100, la primera parte modificada 100a' que incluye todas las demás partes del sensor 100 además de la estructura de refuerzo 320, tiene un primer módulo de elasticidad en el plano  $Y_{100a}$ . El término módulo de elasticidad en el plano se refiere, por ejemplo, al módulo de Young medido en una prueba, en donde la dirección de la deformación es perpendicular a la dirección Sz del espesor del sensor 100. En tal caso, la dirección de la deformación es paralela a una combinación lineal de las direcciones perpendiculares  $S_x$  y  $S_y$  (incluidos  $S_x$  y  $S_y$  como tales). En caso de que el sensor 100 sea plano, la dirección de la deformación es en el plano del sensor 100. Además, en tal realización, una segunda parte

modificada 100b' del sensor 100, incluyendo la segunda parte modificada 100b' todas las demás partes de el sensor 100 que la estructura de refuerzo 320, tiene un segundo módulo de elasticidad en el plano  $Y_{100b}$ . En una realización, el segundo módulo de elasticidad en el plano  $Y_{100b}$  es menor que el primer módulo de elasticidad en el plano  $Y_{100a}$ . El primer y segundo módulos de elasticidad  $Y_{100a}$  y  $Y_{100b}$  se indican en las Figuras 3a3, 3b3 y 3c3. Haciendo referencia en particular a las Figuras 3a3 y 3c3, el segundo módulo de elasticidad  $Y_{100b}$  es más pequeño, porque en esas realizaciones, dentro de la segunda parte 100b del sensor, el material de la segunda parte 310b de la capa comprimible 310 es más blando que el material dentro de la primera parte 100a del sensor, es decir, el material de la primera parte 310a de la capa comprimible. Haciendo referencia en particular a la Figura 3b3, el segundo módulo de elasticidad puede ser mayor, porque la segunda parte 100b no comprende una parte de la capa comprimible 310. Sin embargo, en tal caso, la rigidez en el plano de la segunda parte modificada 100b' es menor que la rigidez en el plano de la primera parte modificada 100a', como se discutió anteriormente. Además, en la Figura 3b2, se forma un espacio 312 entre la segunda parte 222b del cable 222 y la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320. La resiliencia (o rigidez) se da en términos de las partes modificadas 100a' y 100b', dado que se ha observado que la estructura de refuerzo 320 se puede diseñar según las necesidades también localmente (es decir, por separado en ambas partes 100a y 100b) sin afectar significativamente a la fiabilidad.

El material de la segunda parte 310b de la capa comprimible 310 (si está presente) puede tener un módulo de Young más bajo que el material de la primera parte 310a de la capa comprimible 310, por ejemplo, al menos un 25% más bajo. En caso de que se utilice un espacio 312 en lugar del material de la segunda parte 310b, el módulo del espacio no está definido y es prácticamente cero.

Con referencia a la Figura 3e2, la rigidez en el plano puede verse afectada además o alternativamente por el espesor de la capa o capas. Como se indica en la Figura 3e2, dentro de la primera parte 100a, la capa comprimible 310 puede ser más gruesa que dentro de la segunda parte 100b, por lo que se deja un espacio 312, cuya altura es menor que el espesor de la capa 310, junto a la capa comprimible 310. Por lo tanto, la rigidez en el plano de la primera parte modificada 100a' del sensor 100 es mayor que la de la segunda parte modificada 100b' del sensor 100, porque la capa comprimible 310 es más delgada dentro de la segunda parte 100b. Esto sucede, incluso si los materiales de la primera 310a y la segunda 310b partes de la capa comprimible son los mismos. El espesor de la primera parte 310a de la capa comprimible se indica con  $T_{310a}$  y el espesor de la segunda parte 310b de la capa comprimible se indica con  $T_{310b}$ . En la Figura 3e1, la capa 310 es más delgada en la segunda parte 100b debido a la falta de un adhesivo 314, que está presente en la primera parte 100a y forma parte de la capa comprimible 310. El espesor  $T_{310b}$  de la segunda parte 310b puede ser, por ejemplo, como máximo el 98% del espesor  $T_{310a}$  de la primera parte 310a, en particular si se usa adhesivo 314, espesar la capa 310 solo en la primera parte 100a. En tal caso, un adhesivo 314 es típicamente más rígido que el resto de la capa comprimible.

Las Figuras 2a a 2d muestran partes de sensores, en donde el cableado 220 está dispuesto como parte de una estructura eléctricamente conductora multicapa 200.

Haciendo referencia a la Figura 2b, en una realización, el sensor 100 comprende una estructura conductora multicapa 200, que comprende el cableado 220 que incluye el primer cable eléctricamente conductor 222. La estructura conductora multicapa 200 comprende un sustrato flexible y que se puede estirar 210. El sustrato por tanto es flexible y que se puede estirarse puede estirar en el significado discutido anteriormente para estos términos.

Preferiblemente, el sustrato flexible y que se puede estirar 210 también es comprimible, por lo que preferiblemente es adaptable. El cableado 220, en particular el primer cable eléctricamente conductor 222, está dispuesto sobre el sustrato 210. Por lo tanto, el sustrato flexible y que se puede estirar 210 forma una interfaz 236 con el primer cable eléctricamente conductor 222. Con referencia a la Figura 3a4, el sustrato 210 puede usarse para proteger el cableado 220 (y el cable 222), al menos cuando la estructura conductora multicapa 200 comprende solo el cableado y el sustrato 210. Tener al menos el sustrato 210 de manera que forme la interfaz 236 con el primer cable eléctricamente conductor 222 mejora la fiabilidad de la estructura, dado que en tal caso, el cable 222 está unido, en al menos un lado, a una capa resiliente 210 (véase la Figura 2b).

Haciendo referencia a la Figura 2c, más preferiblemente, la estructura conductora multicapa 200 comprende además una capa protectora flexible y que se puede estirar 230. La capa protectora 230 puede proteger además al menos una parte del cableado 220. Además, en otras partes, la capa protectora 230 está unida al sustrato 210. Por tanto, el cableado 220 está dispuesto entre el sustrato flexible y que se puede estirar 210 y la capa protectora flexible y que se puede estirar 230. En una realización, al menos una parte del primer cable eléctricamente conductor 222 está dispuesta entre el sustrato flexible y que se puede estirar 210 y la capa protectora flexible y que se puede estirar 230. Al estar dispuesta de tal manera, en lugares tales que el cableado no existe, la capa protectora 230 forma una primera interfaz 232 con el sustrato flexible y que se puede estirar 210 (véase la Figura 2d). En consecuencia, en las ubicaciones en las que existe el cableado 220, la capa protectora 230 forma una segunda interfaz 234 con el primer cable eléctricamente conductor 222 (Figura 2c). Tener también la capa protectora 230 de manera que forme la interfaz 234 con el primer cable eléctricamente conductor 222 mejora aún más la fiabilidad de la estructura, dado que en tal caso, el cable 222 está unido, en ambos lados, a las capas resilientes 210, 230 (véase la Figura 2c).

En tal realización, donde el primer electrodo 224 forma parte del cableado 220, al menos una parte del primer electrodo 224 está dispuesta en el mismo lado del sustrato flexible y que se puede estirar 210 que el cableado 220.

En tal caso, preferiblemente, el primer electrodo 224 (completo) está dispuesto en el mismo lado del sustrato flexible y que se puede estirar 210 que el cableado 220. En caso de que también se utilice una capa protectora 230 y el primer electrodo 224 forme parte del cableado 220, al menos una parte del primer electrodo 224 está dispuesta entre medias del sustrato flexible y que se puede estirar 210 y la capa protectora flexible y que se puede estirar 230. En tal caso, preferiblemente el primer electrodo (completo) 224 está dispuesto entre medias del sustrato flexible y que se puede estirar 210 y la capa protectora flexible y que se puede estirar 230.

Preferiblemente, la estructura conductora multicapa 200 consiste en el sustrato flexible y que se puede estirar 210, la capa protectora flexible y que se puede estirar 230, y la capa o capas entre medias del sustrato flexible y que se puede estirar 210 y la capa protectora flexible y que se puede estirar 230. Como se indicó anteriormente, en una realización, al menos una parte del cableado 220 está dispuesta entre medias del sustrato flexible y que se puede estirar 210 y la capa protectora flexible y que se puede estirar 230. Sin embargo, también puede disponerse algo de adhesivo entre medias del sustrato flexible y que se puede estirar 210 y la capa protectora flexible y que se puede estirar 230 para unir las capas entre sí.

Preferiblemente, el sensor 100 comprende múltiples electrodos, tales como el primer electrodo 224 y un segundo electrodo 225 (véase la Figura 2a). La Figura 2a muestra también otros electrodos, incluso si no tienen sus propios números de referencia para mayor claridad. Preferiblemente, los electrodos están dispuestos de tal manera que se pueda medir una capacitancia usando todos los electrodos simultáneamente. Por el contrario, en algunas aplicaciones de la técnica anterior se usa multiplexación, por lo que solo se pueden usar algunos de los electrodos a la vez para medir la capacitancia. En particular, en una realización, los electrodos cubren la mayor parte del área de la sección transversal del sensor, tal como al menos el 50% o al menos el 80% del área de la sección transversal, y la capacitancia se puede medir usando todos los electrodos simultáneamente sobre toda el área de la sección transversal cubierta por los electrodos.

Por tanto, en una realización, el electrodo 224 (o los electrodos 224, 225) definen áreas de medición. Un área de medición es una parte del sensor 100 que se extiende a través del sensor 100 en la dirección Sz del espesor. Dentro de un área de medición, se dispone al menos un electrodo 224 (o 225). El área de medición definida por el electrodo es el área a partir de la cual se configura la capacitancia para ser medida por el electrodo. Además, los electrodos de dos áreas de medición diferentes no son un contacto galvánico entre sí. Además, un componente rígido 420 del sensor 100 puede configurarse para medir una capacitancia de cada una de las áreas de medición utilizando los electrodos, de los cuales cada electrodo define una, y sólo una, de las áreas de medición. Preferiblemente, el componente rígido 420 está configurado para medir la capacitancia de toda el área del primer electrodo 224 en una instancia de tiempo. En otras palabras, preferiblemente, no se realizan mediciones posteriores para medir la capacitancia de toda el área del primer electrodo 224. Esto tiene el efecto beneficioso de que, dado que no es necesario utilizar multiplexación, se puede mejorar la precisión temporal de la medición. Más preferiblemente, para cada área de medición, el sensor comprende un cable 222, 223 que está unido de una manera eléctricamente conductora a un electrodo 224, 225. Esto tiene el efecto beneficioso de que se puede medir una capacitancia en cada área de medición simultáneamente. Preferiblemente, el primer cable 222 está conectado eléctricamente a solo un electrodo 224. Más preferiblemente, cada cable 222, 223, está conectado eléctricamente a solo un electrodo (224, 225, respectivamente).

Además de la extensión de la capa comprimible 310 o las selecciones de material de sus partes 310a, 310b, se ha observado que la fiabilidad se puede mejorar aún más uniendo, dentro de la primera parte 100a del sensor 100, el primer cable 222, opcionalmente a través de otra capa o capas, a la estructura de refuerzo 320 en la dirección Sz del espesor del sensor. La fijación en la dirección Sz del espesor del sensor no significa que la estructura de refuerzo 320 necesite superponerse con la primera parte 222a del cable 222, por ejemplo, cuando se dispone una capa de material entre medias de la primera parte 222a del cable 222 y la estructura de refuerzo 320. Haciendo referencia a la Figura 3a2, la primera parte 222a del cable 222 está unida (en la dirección Sz) a la primera parte 310a de la capa comprimible 310, que está unida (en la dirección Sz) a la primera parte 320a de la estructura de refuerzo 320a. Esto se puede hacer, incluso si la estructura de refuerzo 320 no se superpone con el cable 222, por ejemplo, la estructura de refuerzo 320 está provista de una abertura que se superpone con el cable 222. Uniendo la primera parte 222a del cable a la estructura de refuerzo 320, la estructura de refuerzo 320 refuerza la estructura para mejorar la fiabilidad.

Además, la fiabilidad puede mejorarse no uniendo, dentro de la segunda parte 100b del sensor 100, la segunda parte 222b del cable 222 a la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320b en la dirección Sz del espesor del sensor 100; ni directamente ni a través de otra capa o capas. Haciendo referencia a la Figura 3a2, en tal caso (i) la segunda parte 222b del cable 222 no se une a la segunda parte 310b de la capa comprimible y/o (ii) la segunda parte 310b de la capa comprimible no se une a la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320. Al no unir (dentro de la segunda parte 100b) el cable 222 a la estructura de refuerzo 320, el cable 222 se configura para moverse libremente con respecto a la estructura de refuerzo 320, lo que permite que el cable 222 absorba la tensión mecánica.

En caso de que el primer cable eléctricamente conductor 222 forme parte de la estructura conductora multicapa 200, como se discutió anteriormente, por razones de fabricación, puede ser factible no unir, dentro de la segunda parte 100b, la segunda parte 200b de la estructura conductora multicapa 200 a la segunda parte 320b de la estructura de

refuerzo 320b, mientras que el primer cable eléctricamente conductor 222 permanece unido a la otra capa 210 o las capas 210, 230 de la estructura conductora multicapa 200.

Por lo tanto, en una realización, la primera parte 200a de la estructura conductora multicapa (o la primera parte 222a del cable 222, si no se usa ninguna de las capas 210, 230) está unida a una capa vecina 310, 320, 330; preferiblemente a ambas capas vecinas si están presentes; para mejorar la fiabilidad dentro de la primera parte 100a del sensor. Además, la capa vecina está unida a la primera parte 320a de la estructura de refuerzo 320; a menos que la capa vecina ya sea la estructura de refuerzo 320. En una realización, la segunda parte 200b de la estructura conductora multicapa está configurada para moverse con relativa libertad con respecto a la capa vecina 310, 320, 330 para mejorar aún más la fiabilidad cerca de una conexión. En cuanto al término "capa vecina", este término se refiere a una capa que está próxima a la estructura conductora multicapa 200. Por ejemplo, en las Figuras 3a1 a 3a3, la capa comprimible 310 forma una capa vecina para el cable 222. Por ejemplo, en las Figuras 3b1 a 3c3, la capa comprimible 310 forma la capa vecina para la estructura conductora multicapa 200. En la Figura 3d, tanto la capa de refuerzo 320 como la capa comprimible 310 son capas vecinas, y cualquiera de ellas puede considerarse como la capa vecina. En las Figuras 4a a 4d, tanto la capa comprimible 310 como la capa espaciadora 330 son capas vecinas, y cualquiera de las dos se puede considerar como la capa vecina. En cuanto al término "moverse con relativa libertad" y la definición de la segunda parte 100b, preferiblemente, toda la segunda parte 200b de la estructura conductora multicapa está configurada para moverse con relativa libertad con respecto a la capa vecina 310, 320, 330. Por tanto, en una realización, ninguna parte de la segunda parte 222b del primer cable eléctricamente conductor 222 está unida, directamente o mediante otras capas, en la dirección Sz del espesor del sensor 100, a la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320.

Dentro de la primera parte 100a del sensor, la primera parte 222a del primer cable 222 está unida a una capa vecina o ambas capas vecinas en la dirección del espesor Sz del sensor 100; y además a la primera parte 320a de la estructura de refuerzo 320 (a menos que la primera parte 320a ya sea la capa vecina). Puede unirse usando adhesivo. Esto mejora la fiabilidad dentro de la primera parte 100a. Además, en una realización, la segunda parte 222b del cable 222 no está unida a la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320 (si está presente). Por su parte, esto permite el libre movimiento de las capas unas con relación a otras.

Como se indicó anteriormente, el movimiento relativamente libre se logra principalmente por la extensión de la capa comprimible 310 o las selecciones de material de sus partes 310a, 310b; en segundo lugar, no uniendo la segunda parte 222b del primer cable 222 a la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320; y terciariamente por las diferentes rigideces elásticas en el plano, definidas por el producto del espesor y el módulo en el plano  $Y_{100a}$ ,  $Y_{100b}$  de la respectiva parte modificada 100a', 100b'.

Fuera de la capa de refuerzo 320, la estructura conductora multicapa 200, si se usa, se une preferiblemente a la capa vecina (310, 330) para ayudar al manejo y mejorar la fiabilidad. Si no se usa una estructura conductora multicapa 200, fuera de la capa de refuerzo 320, el primer cable eléctricamente conductor 222 se une preferiblemente a la capa vecina (310, 330), que está adyacente al cable 222, para ayudar a manipular y mejorar la fiabilidad.

Para mejorar la fiabilidad de la conexión a otros componentes electrónicos, el primer cable eléctricamente conductor 222 se une a una primera unión 226 para conectar el primer cable 222 a otra estructura eléctricamente conductora 400. Se muestra tal unión 226, por ejemplo, en las Figuras 3a1, 3a2, 3b2, 3c2, 3d, 4b, 4d, 6b y 12. Incluso si no se muestra, tal unión también está presente en otras realizaciones. Tal otra estructura eléctricamente conductora 400 puede ser, por ejemplo, una placa de circuito flexible 410 o un conector 405. Se puede usar un conector 405 para conectar el cable 222, por ejemplo, a una placa flexible o un chip. Además, para utilizar la primera unión 226, el primer cable 222 y el primer electrodo 224 para mediciones, el primer cable eléctricamente conductor 222 se extiende desde la primera unión 226 a través de la segunda parte 100b del sensor 100 hasta la primera parte 100a del sensor 100 y además del primer electrodo 224. La primera unión 226 puede estar dispuesta dentro de la segunda parte 100b del sensor 100; o la primera unión 226 puede estar dispuesta fuera de la primera parte 100a y fuera de la segunda parte 100b. Sin embargo, como se indicó anteriormente, al menos una parte de la segunda parte 100b está dispuesta entre medias de la unión 226 y la primera parte 100a. En la presente memoria, el término "entre medias de" se refiere a estar entre medias de en una dirección (Sx, Sy o su combinación lineal) que es perpendicular a la dirección Sz del espesor del sensor 100. En una realización preferible, una parte de la estructura de refuerzo 320 se superpone con la primera unión 226. Sin embargo, la estructura de refuerzo no necesita superponerse con la primera unión 226. Es suficiente que la estructura de refuerzo 320 rodee radialmente, al menos parcialmente, tal línea recta que es paralela a la dirección Sz de espesor en la ubicación de la primera unión 226 y penetra en la primera unión 226. Esto mejora aún más la fiabilidad. En otra realización preferible, una parte de la estructura de refuerzo 320 se superpone con al menos una parte de la placa de circuito flexible 410. Esto mejora aún más la fiabilidad.

En cuanto a la capacidad de la segunda parte 100b para mejorar la fiabilidad, el primer cable 222 debería extenderse dentro de la segunda parte 100b (por ejemplo, entre medias de la primera unión 226 y la primera parte 100a) en una longitud razonable. Se ha encontrado que preferiblemente el primer cable 222 se extiende dentro de la segunda parte 100b una distancia tal que es más larga que un espesor  $T_{310a}$  de la capa comprimible 310 dentro de la primera parte 100a. Por tanto, y con referencia a las Figuras 3a2 y 3b2, preferiblemente una longitud  $L_{222b}$  de la parte

222b del primer cable 222 que se extiende dentro de la segunda parte 100b del sensor 100 es mayor que un espesor  $T_{310a}$  de la capa comprimible 310 dentro de la primera parte 100a, es decir,  $L_{222b} > T_{310a}$  (véanse las Figuras 3a2 y 3b2). Además o alternativamente, la longitud  $L_{222b}$  puede ser, por ejemplo, al menos 1 mm, al menos 2 mm o al menos 5 mm. En caso de que el primer cable 222 serpenteo, la longitud  $L_{222b}$  puede medirse a lo largo del cable 222.

Como se indicó anteriormente, la estructura conductora multicapa 200, si se usa, es flexible y se puede estirar; y preferiblemente adaptable. Además, el sustrato flexible y que se puede estirar 210 y, si se usa, también la capa protectora flexible y que se puede estirar 230 son eléctricamente aislantes. Por ejemplo, sus resistividades eléctricas pueden ser de al menos  $10 \Omega\text{m}$  a una temperatura de  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ . Al menos los siguientes materiales son adecuados para las capas 210 y/o 230: poliuretano, polietileno, poli (etileno-acetato de vinilo), cloruro de polivinilo, poliborodimetilsiloxano, poliestireno, acrilonitrilo-butadieno-estireno, estireno-butadieno-estireno, caucho de etileno-propileno, neopreno, corcho, látex, caucho natural, silicona y gel elastomérico termoplástico. Se puede seleccionar cualquiera o ambas capas 210, 230 de este grupo de materiales.

En cuanto al cableado 220, en una realización, el primer cable 222 está hecho de tal material que se puede estirar en al menos un 10% sin romperse. Además, en una realización, el primer electrodo 224 está hecho de tal material que se puede estirar en al menos un 10% sin romperse. Tal material puede ser, por ejemplo, tinta, pasta o polímero conductor. En una realización, el primer cable 222 (y opcionalmente el primer electrodo 224) comprende algún material que tiene una conductividad eléctrica de al menos  $1 \text{ S/m}$  a una temperatura de  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ . En una realización, el primer cable 222 (y opcionalmente el primer electrodo 224) comprende partículas eléctricamente conductoras, tales como escamas o nanopartículas, unidas entre sí de una manera eléctricamente conductora. En una realización, el primer cable 222 (y opcionalmente el primer electrodo 224) comprende partículas eléctricamente conductoras de algún material que tiene una conductividad eléctrica de al menos  $1 \text{ S/m}$  a una temperatura de  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ . En una realización, el primer cable 222 (y opcionalmente el primer electrodo 224) comprende partículas eléctricamente conductoras que comprenden al menos una de entre carbono, zinc, níquel, platino, hierro, cobre, plata, aluminio y oro. En una realización, el primer cable 222 (y opcionalmente el primer electrodo 224) comprende un polímero eléctricamente conductor, tal como polianilina, un polivinilo (por ejemplo, alcohol polivinílico o cloruro de polivinilo) y/o PEDOT: PSS (es decir, poli (3,4-etilendioxitiofeno) poliestireno sulfonato). En algunos polímeros eléctricamente conductores, la conductividad puede ser el resultado de partículas eléctricamente conductoras como se discutió anteriormente. Lo que se ha dicho acerca del material del primer cable 222 se aplica, en una realización, al cableado 220 (es decir, todos los cables 222, 223) y/o a todos los electrodos (224, 225), opcionalmente también al electrodo o electrodos de potencial común (340, 350).

La estructura de refuerzo 320 es un refuerzo en el sentido de que se ha observado que mejora la fiabilidad. No necesita ser dura o rígida. Con referencia a la Figura 3e1, en una realización, el refuerzo puede comprender textil y/o una película. Por tanto, una capa superior similar a una capa superior 380 de la Figura 11 puede servir como estructura de refuerzo 320. Sin embargo, como se indica en la Figura 11, el sensor puede comprender tanto una capa superior como una estructura de refuerzo. Como se indica en la Figura 3e1, la capa comprimible 310 puede comprender un cuerpo comprimible 310' y adhesivo 314. El adhesivo 314 puede unir el cuerpo comprimible 310' al cable 222. El adhesivo 314 además espesa la capa comprimible 310 y aumenta su rigidez en el plano. En la Figura 3e1, la primera parte 100a del sensor 100 comprende el adhesivo 314, y el adhesivo 314 no se extiende hasta la segunda parte 100b del sensor. De esta manera, el espesor de la capa comprimible 310 en la primera parte 100a es menor que en la segunda parte 100b. Además, la rigidez en el plano de la segunda parte 100b (o la segunda parte modificada 100b') es menor que la rigidez en el plano de la primera parte 100a (o la primera parte modificada 100a') debido a la ausencia del adhesivo 314 de la segunda parte 100b.

Sin embargo, preferiblemente, la estructura de refuerzo 320 es un refuerzo en el sentido de que es razonablemente gruesa y razonablemente dura. En términos del módulo de Young, la estructura de refuerzo 320 puede estar hecha de, o al menos comprender, material que tiene un módulo de Young más alto que cada uno de: la capa comprimible 310, el sustrato flexible y que se puede estirar 210 (si está presente) y la capa protectora flexible y extensible 230 (si está presente). El módulo de Young de la estructura de refuerzo 320 puede ser, por ejemplo, más de  $15 \text{ MPa}$ . El espesor de la estructura de refuerzo 320 es, en una realización, de al menos  $0,1 \text{ mm}$ ; preferiblemente al menos  $0,5 \text{ mm}$ . La estructura de refuerzo 320 puede comprender material fibroso, tal como al menos una de fibras de vidrio, fibras de aramida y fibras de carbono. La estructura de refuerzo 320 puede comprender polímero, por ejemplo, polímero que tiene un módulo de Young de más de  $15 \text{ MPa}$ . Haciendo referencia a la Figura 3f, la estructura de refuerzo 320 puede ser, por ejemplo, un paquete 422 para los otros componentes electrónicos, tal como al menos una parte de una placa flexible 410 y/o un componente rígido 420. Cuando un paquete 422 de los componentes electrónicos activos del sensor 100 forma al menos una parte de la estructura de refuerzo 320, la estructura de refuerzo 320 puede comprender polímero; por ejemplo, polímero que tiene un módulo de Young de más de  $15 \text{ MPa}$ ; opcionalmente reforzado con fibras como se indicó anteriormente.

El nivel de compresibilidad de la capa comprimible 310 se puede definir, por ejemplo, en términos del módulo de Young. En una realización, el módulo de Young de la capa comprimible 310 es de  $0,05 \text{ MPa}$  a  $15 \text{ MPa}$ , tal como de  $0,2 \text{ MPa}$  a  $5 \text{ MPa}$ . La resistividad eléctrica de la capa comprimible 310 puede ser de al menos  $10 \Omega\text{m}$  a una temperatura de  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ . Además, como la capa 310 es comprimible, puede comprimirse al menos en un 10% de manera reversible.

Los mismos materiales son adecuados para la capa comprimible 310 que para el sustrato 210. Por tanto, en una realización, el material de la capa comprimible 310 se selecciona de un grupo que consiste en poliuretano, polietileno, poli (etilen acetato de vinilo), cloruro de polivinilo, poliborodimetilsiloxano, poliestireno, acrilonitrilo-butadieno-estireno, estireno-butadieno-estireno, caucho de etileno propileno, neopreno, corcho, látex, caucho natural, silicona y gel elastomérico termoplástico. Preferiblemente, un espesor  $T_{310a}$  de la capa comprimible 310 es de al menos 0,5 mm.

En cuanto a los materiales adecuados para la placa de circuito flexible 410, estos incluyen poliimida, naftalato de polietileno, tereftalato de polietileno y polieteretercetona. En una realización, la placa de circuito flexible 410 comprende material seleccionado de un grupo que consiste en estos materiales. La flexibilidad de la placa 410 de circuito flexible es también el resultado de que la placa 410 es relativamente delgada. En una realización, el espesor de la placa de circuito flexible 410 es menor de 1 mm, tal como, como máximo 0,5 mm o menos de 0,4 mm. Además, la placa de circuito flexible 410 comprende cableado eléctricamente conductor como se indicó anteriormente.

Tales materiales son flexibles, pero no se pueden estirar de forma reversible en gran medida. Algunos de los materiales se pueden estirar de forma reversible unos pocos porcentajes, pero no tanto como se definió anteriormente para un material que se puede estirar. Debido a la baja capacidad de estiramiento, se pueden usar técnicas tradicionales de fabricación de placas de circuito, tales como grabado, para producir la placa flexible 410 con cableado. Debido a estas técnicas de fabricación y al material de cableado, que tampoco que se puede estirar, la anchura de la línea puede ser mucho menor que la de la estructura conductora multicapa flexible y que se puede estirar 200. Por lo tanto, en una realización, la placa flexible 410 comprende cableado eléctricamente conductor. La conductividad eléctrica del cableado de la placa flexible 410 puede ser de al menos 1 S/m a una temperatura de 23 °C. En una realización, el primer cable eléctricamente conductor 222 tiene un primer ancho de línea, y el cableado de la placa flexible 410 comprende un cable con un segundo ancho de línea, en donde el segundo ancho de línea es menor que el primer ancho de línea.

Haciendo referencia a las Figuras 5a y 5b, en una realización, el sensor 100 comprende un componente rígido 420. El componente rígido 420 está dispuesto fuera de la primera parte 100a del sensor 100. El componente rígido 420 está conectado eléctricamente a la primera unión 226. Típicamente, el sensor 100 comprende también una segunda unión 227 y el componente rígido 420 está conectado eléctricamente también a la segunda unión 227, y a través de la segunda unión 227 a un segundo cable 223 y además a un segundo electrodo 225. Un componente rígido se refiere a un componente electrónico pasivo (por ejemplo, conector) o un componente electrónico activo (por ejemplo, un chip). El término componente rígido se refiere a un componente cuyo espesor (es decir, la más pequeña de tres medidas perpendiculares) es superior a 0,1 mm y que comprende material que tiene un módulo de Young de al menos 1 GPa. Además del material con tal módulo de Young alto, el componente rígido puede comprender otro material con un módulo de Young más bajo. Por ejemplo, el componente rígido puede comprender un chip que comprende silicio además de algunas partes mecánicas blandas. Se observa que las propiedades elásticas del silicio cristalino dependen de la orientación, pero en general están en el rango de 60 GPa a 170 GPa. En una realización, una parte de la estructura de refuerzo 320 se superpone con el componente rígido 420. Esto mejora la fiabilidad también cerca del componente rígido 420. Además, en algunas aplicaciones esto mejora la comodidad de uso, dado que la estructura de refuerzo 320 distribuye la tensión causada por el componente rígido 420, por ejemplo, si el sensor 100 se usa en una plantilla o una manopla.

El componente rígido 420 puede comprender una disposición de chip electrónico que comprende uno o más chips electrónicos y, opcionalmente, un embalaje relacionado con el mismo. La disposición de chip electrónico está configurada para medir la capacitancia del primer electrodo 224. Como se detalló anteriormente, preferiblemente, el componente rígido 420 está configurado para medir la capacitancia de toda el área del primer electrodo 224 en una instancia de tiempo. Más preferiblemente, el componente rígido 420 está configurado para medir la capacitancia de toda el área del primer electrodo 224 en una instancia de tiempo y la capacitancia de toda el área del segundo electrodo 223 en la misma u otra instancia de tiempo. La capacitancia puede medirse con relación al entorno u otro electrodo, tal como un electrodo de potencial común 340. La capacitancia puede transferirse a un receptor en forma analógica. Sin embargo, preferiblemente la disposición de chip electrónico está configurada para convertir la capacitancia o capacitancias medidas en una señal digital. Preferiblemente, el componente rígido 420 comprende un chip electrónico que está configurado para convertir capacitancia o capacitancias en forma digital. Tales chips se conocen comúnmente como convertidores de capacitancia a digital (CDC). En una realización, el componente rígido 420 comprende un convertidor de capacitancia a digital.

Haciendo referencia a las Figuras 5a y 5b, en una realización, el sensor 100 comprende una placa flexible 410 conectada al primer cable eléctricamente conductor 222 a través de la primera unión 226. Además, en tal realización, la placa flexible 410 está conectada al componente rígido 420. Por tanto, el componente rígido 420 está conectado a la primera unión 226 a través de la placa flexible 410. Por tanto, el componente rígido 420 se puede conectar a la segunda unión 227 a través de la placa flexible 410. Se puede usar un conector de cable a placa para conectar el componente rígido 420 a la placa flexible 410. En una realización, al menos una parte de la placa flexible 410 se superpone con una parte de la estructura de refuerzo 320. Esto mejora aún más la fiabilidad cerca de la primera unión 226, es decir, entre la estructura multicapa 200 y la placa flexible 410.

En una realización, la placa flexible 410 se conecta al primer cable eléctricamente conductor 222 usando una técnica de unión adecuada, tal como una conexión engastada o un adhesivo conductor, tal como un adhesivo conductor anisotrópico (ACF). En tal caso, el adhesivo conductor puede formar la primera unión 226 o una parte de la misma. Se ha descubierto que los adhesivos conductores forman uniones fiables. Más preferiblemente, una parte de la estructura de refuerzo 320 se superpone con el componente rígido 420 y otra parte de la estructura de refuerzo 320 se superpone con al menos una parte de la placa flexible 410. Esto mejora la fiabilidad tanto cerca del componente rígido 420 como cerca de la primera unión 226. La placa flexible 410 puede conectarse al segundo cable 223 de una manera similar para formar parte de la segunda unión 227.

Haciendo referencia a las Figuras 6a y 6b, se ha observado que la fiabilidad cerca de la primera unión 226 se puede mejorar aún más haciendo que el primer cable 222 serpentee cerca de la primera unión 226. Un cable serpenteante absorbe la tensión mecánica incluso más eficazmente que un cable recto, incluso si se puede estirar. Por lo tanto, en una realización y dentro de la segunda parte 100b del sensor capacitivo 100, el primer cable eléctricamente conductor 222 serpentea. El primer cable eléctricamente conductor 222 puede serpentear al menos dentro de la segunda parte 100b de manera que el primer cable eléctricamente conductor se extienda desde un primer punto P1 a un segundo punto P2 de tal manera que una distancia entre estos puntos (P1, P2), medida a lo largo del primer cable eléctricamente conductor 222, es mayor que la distancia entre estos puntos (P1, P2) medida en línea recta. Preferiblemente, el primer cable eléctricamente conductor 222 serpentea dentro de la segunda parte 100b de manera que el primer cable eléctricamente conductor se extienda desde un primer punto P1 a un segundo punto P2 de tal manera que la distancia entre estos puntos (P1, P2), medida a lo largo del primer cable eléctricamente conductor 222, es al menos un 5% mayor que la distancia entre estos puntos (P1, P2) medida en línea recta. El segundo punto P2 puede estar ubicado en la primera unión 226. El primer punto P1 puede estar ubicado en el borde común 100ab de la primera parte 100a y la segunda parte 100b del sensor 100.

Haciendo referencia a la Figura 6a, en una realización, el primer cable eléctricamente conductor 222 serpentea (visto desde arriba) sobre el sustrato 210, por ejemplo, entre medias del sustrato 210 y la capa protectora 230. El sustrato 210 no necesita serpentear, pero puede serpentear. Por tanto, el cable 222 puede serpentear (al menos) en un plano tangencial del sustrato 210. Además o alternativamente, la estructura conductora multicapa 200 puede serpentear en la dirección Sz de espesor, como se indica en la Figura 6b. Se ha observado que el serpenteo particularmente en la dirección Sz del espesor del sensor mejora la fiabilidad, dado que un cable que serpentea en la dirección Sz es extremadamente resiliente en la dirección en el plano (es decir, perpendicular a Sz). El primer cable eléctricamente conductor 222 puede serpentear, incluso si solo se usa uno o ninguno del sustrato 210 y la capa protectora 230.

Como se motivó anteriormente, al menos una parte, por ejemplo, más de la mitad del sensor 100 es adaptable. Sin embargo, la estructura de refuerzo 320 no necesita ser adaptable, o al menos no tan adaptable como el resto del sensor 100.

Haciendo referencia a la Figura 7, en una realización, el primer cable eléctricamente conductor 222 se extiende más allá de un borde 322 de la estructura de refuerzo 320. Así, una parte del primer cable 222 conductor de electricidad no se superpone con la estructura de refuerzo 320. Además, en una realización, la estructura de refuerzo 320 no se superpone con una parte del primer electrodo 224. Sin embargo, en una realización, la estructura de refuerzo 320 se superpone con todo el primer electrodo 224. Además, en una realización, la estructura de refuerzo 320 se superpone con todos los electrodos (incluidos 224 y 225). Esto puede mejorar la fiabilidad.

En términos de áreas de sección transversal, en una realización, un área de sección transversal de  $A_{320}$  (véase la Figura 12) la capa de refuerzo es como máximo el 50% o como máximo el 35% del área de la sección transversal  $A_{200}$  (véase la Figura 12) del sensor 100 (por ejemplo, la estructura conductora multicapa 200). En la presente memoria, el área de la sección transversal se refiere a un área de una sección transversal que se mide en una superficie tangencial del sensor 100. En caso de que el sensor 100 sea sustancialmente plano o se pueda llevar a una forma sustancialmente plana, el área de la sección transversal se refiere a un área de una sección transversal en un plano que tiene una normal en la dirección Sz del espesor del sensor. Tener este tipo de capa de refuerzo relativamente pequeña mejora la comodidad de uso del sensor.

Como se indica en muchas de las figuras, una parte de la estructura de refuerzo 320 puede superponerse con el primer cable eléctricamente conductor 222; sin embargo, como se indicó anteriormente, no es necesario que se superponga. En particular, el primer cable eléctricamente conductor 222 se extiende desde la primera unión 226 a través de la segunda parte 200b de la estructura conductora multicapa hasta la primera parte 200a de la estructura conductora multicapa y más allá del primer electrodo 224. En una realización, la primera parte 200a de la estructura conductora multicapa 200 comprende una primera parte 222a del primer cable 222. En una realización, la segunda parte 200b de la estructura conductora multicapa 200 comprende una segunda parte 222b del primer cable 222. Además del primer cable 222, también el sustrato 210 y la capa protectora 230 pueden extenderse más allá del borde 322 de la estructura de refuerzo 320. Además, en esta realización, también la capa comprimible 310 se extiende más allá del borde 322 de la estructura de refuerzo 320. Como se indica en las Figuras 8a1 a 8b2, en tal caso, el sensor 100 es divisible además en una tercera parte 100c, que se extiende a través del sensor 100 en una dirección Sz del espesor del sensor 100, y que no comprende una parte de la estructura de refuerzo 320. Además, la tercera parte 100c del sensor tiene un tercer módulo de elasticidad en el plano  $Y_{100c}$ . El tercer módulo de elasticidad

en el plano  $Y_{100c}$  puede ser el mismo o sustancialmente el mismo que el primer módulo de elasticidad en el plano  $Y_{100c}$  de la primera parte modificada 100a', es decir, la primera parte 100a sin la estructura de refuerzo 320. Como alternativa, como se indicó anteriormente y en particular en conexión con sensores táctiles, la capa comprimible 310 y el electrodo de potencial común 340 no necesitan extenderse más allá del borde 322. En tal caso, la rigidez en el plano de la tercera parte 100c sería menor que la rigidez en el plano de la primera parte modificada 100a'.

Como se indicó anteriormente, la precisión de las mediciones se puede mejorar midiendo una capacitancia entre dos electrodos. El otro de los dos electrodos puede denominarse primer electrodo de potencial común 340 (véanse las Figuras 8a1 y 8b1). En caso de que el potencial del primer electrodo de potencial común 340 se establezca en un potencial de tierra, el electrodo puede denominarse primer electrodo de tierra. El primer electrodo de potencial común 340 puede servir como un electrodo que es común a un primer par de electrodos (incluido el primer electrodo de potencial común 340 y el primer electrodo 224) y un segundo par de electrodos (incluido el primer electrodo de potencial común 340 y el segundo electrodo 225). Cuando se deja una parte de la capa comprimible 310 entre medias del primer electrodo de potencial común 340 y el primer electrodo 224, en particular se puede medir la capacitancia del primer electrodo 224 con relación al primer electrodo de potencial común 340.

Por tanto, en una realización, el sensor 100 comprende un primer electrodo de potencial común 340. Además, una parte de la capa comprimible 310 está dispuesta entre medias del primer electrodo de potencial común 340 y el primer electrodo 224. De esta manera, una capacitancia medible se forma entre medias del primer electrodo de potencial común 340 y el primer electrodo 224. Preferiblemente, estas capas del sensor 100 están dispuestas una con relación a la otra de manera que al menos una parte del primer electrodo de potencial común 340 se superpone con al menos una parte del primer electrodo 224. Además, una parte de la capa comprimible 310 está dispuesta entre medias del primer electrodo de potencial común 340 y el primer electrodo 224 en la dirección  $S_z$  del espesor del sensor 100. Más preferiblemente, al menos una parte del primer electrodo de potencial común 340 se superpone con todo el primer electrodo 224. En una realización, el primer electrodo de potencial común 340 está conectado al componente rígido 420. El primer electrodo de potencial común 340 puede superponerse también al segundo electrodo 225 de una manera similar cambiando lo que se deba de cambiar.

El primer electrodo de potencial común 340 puede ser uniformemente conductor, por ejemplo, fabricado con tinta conductora, pasta o polímero conductor sobre una superficie uniforme. En cuanto al material conductor, los materiales que son adecuados para el primer cable 222 (como se discutió anteriormente), también son adecuados para el material conductor del primer electrodo de potencial común 340. Como alternativa, el primer electrodo de potencial común 340 puede ser una malla de hebras conductoras, por ejemplo, hecha usando tinta conductora o pasta o filamentos. También puede ser suficiente que el primer electrodo de potencial común 340 consista en una línea serpenteante eléctricamente conductora. También puede ser suficiente que el primer electrodo de potencial común 340 comprenda múltiples líneas eléctricamente conductoras separadas. En una realización, al menos una parte del primer electrodo de potencial común 340 está hecha de una tinta conductora. En una realización, el primer electrodo de potencial común 340 comprende una tela eléctricamente conductora. En una realización, el primer electrodo de potencial común 340 comprende un polímero eléctricamente conductor (por ejemplo, polianilina, polivinilo, PEDOT: PSS o un polímero con partículas conductoras).

Haciendo referencia a las Figuras 4a a 4d, la fiabilidad del sensor 100 puede mejorarse aún más aplicando una capa espaciadora 330. La capa espaciadora 330 puede servir como la capa vecina descrita anteriormente. Cuando la capa espaciadora 330 se une al primer cable 222, opcionalmente a través de otras partes de una estructura multicapa 200, también la capa espaciadora 330 proporciona soporte mecánico para el cable 222, y de esta manera mejora la fiabilidad, al menos cuando la resiliencia en la segunda parte 100b no está comprometida. Como se indica en la figura, al menos una parte del primer cable 222 está dispuesta entre medias de la capa comprimible 310 y la capa espaciadora 330 en la dirección  $S_z$  del espesor  $S_z$  del sensor.

El material de la capa espaciadora 330 se puede seleccionar según las necesidades. En caso de que la capa espaciadora 330 necesite ser adaptable y/o configurada para ser comprimida en uso, el material de la capa espaciadora 330 puede seleccionarse del grupo que consiste en poliuretano, polietileno, poli (etileno-acetato de vinilo), cloruro de polivinilo, poliborodimetilsiloxano, poliestireno, acrilonitrilo-butadieno-estireno, estireno-butadieno-estireno, caucho de etileno propileno, neopreno, corcho, látex, caucho natural, silicona y gel elastomérico termoplástico. Sin embargo, en caso de que sea suficiente que la capa espaciadora 330 sea flexible, también se puede usar un material seleccionado del grupo que consiste en poliimida, naftalato de polietileno, tereftalato de polietileno y polieteretercetona; además de algunos otros materiales flexibles. Además, en los casos en los que la capa espaciadora 330 no necesita ser ni siquiera flexible, también se puede usar resina epoxi y/o fenólica como material de la capa espaciadora 330. Preferiblemente, la capa espaciadora 330 es al menos flexible, y más preferiblemente también se puede estirar. En caso de que la capa espaciadora 330 ni siquiera sea flexible, todo el sensor 100 puede ser rígido, en cuyo caso la estructura en sí no presenta fácilmente problemas de fiabilidad mecánica. De esta manera, en una realización preferida, al menos una parte del sensor 100, tal como al menos la mitad de la sección transversal del sensor 100, es flexible en el significado definido anteriormente. Además, en otra realización preferible, al menos una parte del sensor 100, tal como al menos la mitad de la sección transversal del sensor 100, es flexible y se puede estirar en los significados definidos anteriormente. El espesor de la capa espaciadora 330 puede ser por ejemplo al menos 0,1 mm, tal como al menos 0,5 mm. Si la capa espaciadora 330 se usa como una capa que se deforma con el uso, por lo que por ejemplo una capacitancia si el primer electrodo con

relación a, por ejemplo, un segundo electrodo de potencial común 350 también cambia con el uso, el espesor de la capa espaciadora 330 es preferiblemente de al menos 0,5 mm. En cuanto a los materiales adecuados para tal uso, los materiales adecuados para la capa comprimible 310 también se pueden utilizar para la capa espaciadora 330, como se indicó anteriormente.

5 En caso de que la capa espaciadora 330 se extienda hasta la segunda parte 100b del sensor, como en las Figuras 4a, 4b y 9c, el material de la segunda parte 330b de la capa espaciadora 330, cuya segunda parte 330b está compuesta por la segunda parte 100b del sensor 100, la segunda parte 330b está hecha preferiblemente de un material más blando que la primera parte 330a de la capa espaciadora 330, cuya primera parte 330a está compuesta por la primera parte 100a del sensor 100. Como alternativa, la resiliencia relativa puede mejorarse  
10 teniendo la capa espaciadora 330 en la primera parte 100a del sensor de manera que la capa espaciadora 330 no se extiende hasta la segunda parte 100b del sensor (véase la Figura 8b1).

Haciendo referencia a las Figuras 8b1, 9b, 9d, 10 y 11, en una realización, el sensor capacitivo comprende un segundo electrodo de potencial común 350. Además, una parte de la capa espaciadora 330 está dispuesta entre medias del segundo electrodo de potencial común 350 y el primer electrodo 224. De esta manera, se puede medir  
15 otra capacitancia del primer electrodo 224, es decir, su capacitancia con relación al segundo electrodo de potencial común 350. Además, la otra capacitancia es sensible a la presión, cuando al menos una parte del segundo electrodo de potencial común 350 se superpone con al menos una parte del primer electrodo 224. Por tanto, en una realización, al menos las partes de estos electrodos 224, 250 se superponen de tal manera. El segundo electrodo de potencial común 350 puede superponerse al segundo electrodo 225 de manera similar cambiando lo que se deba  
20 cambiar. Lo que se ha dicho acerca del material del primer electrodo de potencial común 340 se aplica al material del segundo electrodo de potencial común 350.

Haciendo referencia a las Figuras 2a, 5a, 5b y 6a, preferiblemente la estructura conductora multicapa 200 comprende un segundo cable eléctricamente conductor 223. Al menos una parte del segundo cable eléctricamente conductor 223 puede estar dispuesta sobre el sustrato flexible y que se puede estirar 210, tal como entre medias del  
25 sustrato flexible y que se puede estirar 210 y la capa protectora flexible y que se puede estirar 230. El segundo cable eléctricamente conductor 223 está unido a una segunda unión 227 para conectar el segundo cable 223 a la otra estructura eléctricamente conductora 400, tal como una placa de circuito flexible 410 o un conector 405. Además, el segundo cable eléctricamente conductor 223 se extiende desde la segunda unión 227 a través de la segunda parte 100b del sensor hasta la primera parte 100a del sensor y más allá del segundo electrodo 225. En una realización, la primera parte 100a de el sensor comprende una primera parte del segundo cable 223. En una realización, la segunda parte 100b del sensor comprende una segunda parte del segundo cable 223. También el segundo cable 223 es flexible y se puede estirar en el significado discutido anteriormente para estos términos. Lo que se ha dicho acerca del material del primer cable 222 se aplica al material del segundo cable 223. Preferiblemente, el segundo electrodo 225 también es flexible y se puede estirar en el significado discutido anteriormente para estos términos. Lo que se ha dicho acerca del material del primer electrodo 224 se aplica al material del segundo electrodo 225.  
35

Haciendo referencia a las Figuras 9a y 9b en una realización, el sensor 100 comprende una capa inferior 360. Una parte de la capa comprimible 100 está dispuesta entre medias de la estructura de refuerzo 320 y la capa inferior 360. En las Figuras 9a y 9b, una parte del primer cable 222 está dispuesta entre medias de la estructura de refuerzo 320 y la capa inferior 360. Para reducir la segunda rigidez en el plano, se dispone un espacio 312 entre la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320 y la segunda parte 222b del primer cable 222. Por tanto, el espacio 312 también está dispuesto entre medias de la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320 y la capa inferior 360. En la Figura 9b, también se dispone un espacio 332 entre la segunda parte 320b de la estructura de refuerzo 320 y la capa inferior 360. Tal espacio (312, 332) se deja, en la dirección Sz del espesor, al mismo nivel que la capa vecina (310, 330). En consecuencia, se puede dejar un espacio 312 al nivel de la capa comprimible 310. El nivel en la presente memoria indica una distancia desde la estructura de refuerzo 320 en la dirección Sz del espesor del sensor. De manera similar, puede dejarse un espacio 332 al nivel de la capa espaciadora 330.  
45

Sin embargo, haciendo referencia a las Figuras 9c y 9d, al menos uno de los espacios 312, 332 puede rellenarse con material blando para formar una segunda parte o segundas partes 310b, 330b de la capa comprimible 310 y/o la capa espaciadora 330. Si el material de la segunda parte 310b de la capa comprimible 310 es más blando que el material de la primera parte 310a de la capa comprimible 310, el módulo elástico en el plano  $Y_{100b}$  de la segunda parte modificada 100b' del sensor es menor que el módulo de elasticidad en el plano  $Y_{100a}$  de la primera parte modificada 100a' del sensor. De esta manera, la segunda parte 200b de la estructura conductora multicapa está configurada para absorber la deformación mecánica durante el uso. En la presente memoria, la primera parte 100a del sensor 100 comprende la primera parte 310a de la capa comprimible 310 y la segunda parte 100b del sensor 100 comprende la segunda parte 310b de la capa comprimible 310. En este caso, el material de la capa vecina 310 es más blando dentro de la segunda parte 100b del sensor capacitivo 100 que el material de la capa vecina 310 dentro de la primera parte 100a del sensor capacitivo 100.  
50  
55

El mismo hallazgo se aplica también a la capa espaciadora 330. Si el material de la segunda parte 330b de la capa espaciadora 330 es significativamente más blando que el material de la primera parte 330a de la capa espaciadora 330, la segunda parte 200b de la estructura conductora multicapa está configurado para absorber las deformaciones mecánicas. En la presente memoria, la primera parte 100a del sensor 100 comprende la primera parte 330a de la  
60

capa espaciadora 330 y la segunda parte 100b del sensor 100 comprende la segunda parte 330b de la capa espaciadora 330. En este caso, el material de la capa vecina 330 es más blando dentro de la segunda parte 100b del sensor capacitivo 100 que el material de la capa vecina 330 dentro de la primera parte 100a del sensor capacitivo 100. El material de la segunda parte 330b de la capa espaciadora 330 (si está presente) puede tener un módulo de Young más bajo que el material de la primera parte 330a de la capa espaciadora 330, por ejemplo, al menos un 25% más bajo.

El sensor 100 puede comprender capas adicionales. Haciendo referencia a la Figura 10, el sensor 100 puede comprender una segunda estructura de refuerzo 370, tal como una segunda capa de refuerzo 370; en cuyo caso, la estructura de refuerzo 320 puede denominarse una primera estructura de refuerzo 320. Una parte del primer cable 222 y una parte de la capa comprimible 310 están dispuestas entre medias de la (primera) estructura de refuerzo 320 y la segunda estructura de refuerzo 370. Al menos una parte del electrodo de potencial común 340, si está presente, puede estar dispuesta entre la primera estructura de refuerzo 320 y la segunda estructura de refuerzo 370. Al menos una parte del segundo electrodo de potencial común 350, si está presente, puede estar dispuesta entre medias de la primera estructura de refuerzo 320 y la segunda estructura de refuerzo 370. Al menos una parte de la capa espaciadora 330, si está presente, puede estar dispuesta entre medias de la primera estructura de refuerzo 320 y la segunda estructura de refuerzo 370. En la presente memoria, el término "entre medias de" se refiere a la dirección Sz del espesor. Sin embargo, si el sensor 100 comprende tanto la segunda estructura de refuerzo 370 como la capa inferior 360, preferiblemente, tanto la primera estructura de refuerzo 320 como la segunda estructura de refuerzo 370 están dispuestas en un mismo lado de la capa inferior 360. Por tanto, la capa inferior 360 puede estar terminada, por ejemplo para la apariencia visual del sensor y/o para una mayor comodidad de uso. La segunda estructura de refuerzo 370 puede estar hecha de tal material que se ha discutido anteriormente para que sea adecuado para la primera estructura de refuerzo 320.

Haciendo referencia a la Figura 11, el sensor 100 puede comprender una capa superior 380. La estructura de refuerzo 320, una parte del primer cable 222 y una parte de la capa comprimible 310 están dispuestas en un mismo lado de la capa superior 380. Por tanto, la capa superior 380 se puede terminar, por ejemplo para la apariencia visual del sensor y/o para una mayor comodidad de uso. Preferiblemente, la capa superior 380 está hecha de textil (sintético o natural). En una realización, la capa superior 380 comprende material fibroso. En una realización, la capa superior 380 comprende material fibroso tejido. El sensor puede comprender la capa superior 380 incluso si no comprende una o más de una de las siguientes capas: la segunda capa de refuerzo 370, la capa inferior 360, el (primer) electrodo de potencial común 340, el segundo electrodo de potencial común 350 y la capa espaciadora 330.

Por tanto, como se discutió en detalle anteriormente, la fiabilidad puede mejorarse permitiendo que la segunda parte 222b del primer cable eléctricamente conductor 222 se mueva con relativa libertad en relación con la estructura de refuerzo. Se identificaron las dos siguientes alternativas:

- utilizar una capa (310, 330), de la cual al menos una parte no se extiende en una dirección lateral (es decir, perpendicular a la dirección Sz de espesor) hasta el cable 222. Como resultado, se forma un espacio 312, 332, que en efecto reduce la rigidez en el plano de la segunda parte 100b; y
- utilizar un material más blando para la capa (310, 330) dentro de la segunda parte 100b que dentro de la primera parte 100a.

En cuanto a la primera opción, es suficiente que una parte delgada (por ejemplo, el cuerpo 310') de la capa (310, 330) se extienda en la dirección lateral cuando otra parte (por ejemplo, el adhesivo 314) no se extiende, formando así un espacio.

Incluso si no se muestra en las figuras, es posible usar una capa (310, 330) que tenga tanto un área blanda (310b, 330b, por ejemplo, dentro de la segunda parte 100b) como un área dura (dentro de la primera parte 100a), y tener además tal espacio (312, 332) que el espacio quede entre la unión 226 y el área blanda (310b, 330b).

Además, como se discutió en detalle anteriormente, la fiabilidad se puede mejorar aún más, por un lado, uniéndose en la dirección Sz del espesor, dentro de la primera parte 100a, el primer cable eléctricamente conductor 222 a la estructura de refuerzo 320 y no uniéndose el primer cable eléctricamente conductor 222 a la estructura de refuerzo 320 dentro de la segunda parte 100b en la dirección Sz del espesor. No unir se puede lograr utilizando un espacio (312, 332) o, en caso de que el espacio esté lleno, no uniéndose el material que llena el espacio al menos a una capa al lado del material que llena el espacio.

Además, la rigidez en el plano de las piezas modificadas (100a', 100b') se puede diseñar como se discutió anteriormente para mejorar aún más la fiabilidad. Las posibilidades incluyen la ingeniería de los módulos de elasticidad ( $Y_{100a}$ ,  $Y_{100b}$ ) de las piezas modificadas (100a', 100b') y/o diseñar los espesores de las partes modificadas (100a', 100b').

Tal sensor se puede utilizar en diversas aplicaciones que incluyen, pero no se limitan a, ropa, como guantes, manoplas, calzado (zapatos, plantillas, calcetines), cascos, etc. En la ropa, se pueden señalar en particular dos aplicaciones: un guante de boxeo y plantilla para calzado. Otras aplicaciones incluyen escalas para medir sensores táctiles y de masa, por ejemplo, para varios dispositivos de interfaz de usuario.

Con este fin, la Figura 12 muestra un sensor 100, el sensor 100 que tiene la forma de una plantilla para calzado. Los componentes electrónicos de medición, que incluye un componente rígido 420, tal como un chip, están dispuestos en una ubicación que, en uso, está dispuesta debajo del arco de un pie. El componente 420 está unido a una placa flexible 410, que está unida a un primer cable 222 de una estructura conductora multicapa, que es flexible y que se puede estirar. El componente 420, la placa flexible 410 y una parte del primer cable 222 están dispuestos debajo de una estructura de refuerzo 320. El sensor 100 se extiende lateralmente fuera de la capa de refuerzo 320 y comprende, también fuera de la estructura de refuerzo 320, una parte de la estructura conductora multicapa 200 y una parte de la capa comprimible 310; y típicamente también una parte del electrodo de potencial común 340. El primer electrodo 224 forma parte del cableado de la estructura conductora multicapa 200, y está dispuesto entre medias del sustrato flexible y que se puede estirar 210 y la capa protectora flexible y que se puede estirar 230. Una posible selección de la primera parte 100a y la segunda parte 100b del sensor 100 se indican en la Figura 12. Como se indicó anteriormente, tanto la primera como la segunda partes (100a, 100b) se seleccionan de manera que ambas de ellas comprendan una parte de la estructura de refuerzo 320. Como se discutió anteriormente, un módulo de elasticidad en el plano  $Y_{100a}$  de la primera parte modificada 100a' puede ser mayor que un módulo de elasticidad en el plano  $Y_{100b}$  de la segunda parte modificada 100b'. Además, en la realización de la Figura 12, dentro de la primera parte 100a, la estructura conductora multicapa 200 se une a la capa comprimible 310, por ejemplo, usando un adhesivo. Además, fuera de la estructura de refuerzo 320, la estructura conductora multicapa 200 está unida a la capa comprimible 310. Cuando el sensor se utiliza como plantilla, la estructura conductora multicapa 200 absorbe tensión por deformaciones debidas a los diferentes módulos de elasticidad en el plano. Incluso si la Figura 12 muestra un sensor 100 con solo dos electrodos, el sensor puede estar provisto de múltiples electrodos según las necesidades. Por ejemplo, el sensor 100 puede estar provisto de una configuración de electrodo descrita en la patente FI 127245.

Las Figuras 13a y 13b muestran algunas otras formas del sensor para otras aplicaciones además de una plantilla.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sensor capacitivo (100), que comprende
- un primer cable eléctricamente conductor (222) que es flexible y que se puede estirar,
  - una capa comprimible (310), y
- 5 - un primer electrodo (224) para medir una capacitancia y acoplado al primer cable eléctricamente conductor (222), en donde el sensor capacitivo (100) comprende
- una primera parte (100a) que se extiende a través del sensor (100) en una dirección (Sz) de espesor del sensor, que comprende
    - una primera parte (222a) del primer cable eléctricamente conductor (222), y
- 10 • una primera parte de (310a) la capa comprimible (310), de manera que
- al menos una parte de la primera parte (310a) de la capa comprimible (310) se superpone con al menos una parte de la primera parte (222a) el primer cable eléctricamente conductor (222) en la dirección (Sz) del espesor del sensor (100), y
- 15 - una segunda parte (100b) que se extiende a través del sensor (100) en una dirección (Sz) de espesor del sensor, que comprende
- una segunda parte (222b) del primer cable eléctricamente conductor (222), en donde
  - el primer cable eléctricamente conductor (222) está unido a una primera unión (226) para conectar el primer cable (222) a otra estructura eléctricamente conductora (400), tal como una placa de circuito flexible (410) o un conector (405) ,
- 20 - el primer cable eléctricamente conductor (222) se extiende desde la primera unión (226) a través de la segunda parte (100b) hasta la primera parte (100a) (100) y más allá del primer electrodo (224), y
- caracterizado por que el sensor capacitivo (100) comprende
- una estructura de refuerzo integral (320), en donde
    - la primera parte (100a) comprende una primera parte (320a) de la estructura de refuerzo (320),
- 25 • al menos una parte de la primera parte (320a) de la estructura de refuerzo (320) se superpone con al menos una parte de la primera parte (310a) de la capa comprimible en la dirección (Sz) de espesor del sensor (100), y
- la segunda parte (100b) comprende una segunda parte (320b) de la estructura de refuerzo (320), y
- [A]
- la segunda parte (100b) comprende una segunda parte (310b) de la capa comprimible (310), en donde
- 30 - una rigidez en el plano de la segunda parte (310b) de la capa comprimible (310) es menor que la rigidez en el plano de la primera parte (310a) de la capa comprimible (310), o
- [B]
- la capa comprimible (310) no se extiende hasta la segunda parte (100b)
2. El sensor capacitivo (100) de la reivindicación 1, en donde
- 35 - un módulo de Young de la segunda parte (310b) de la capa comprimible (310) es menor que un módulo de Young de la primera parte (310a) de la capa comprimible (310) y/o
- un espesor ( $T_{310b}$ ) de la segunda parte (310b) de la capa comprimible (310) es menor que un espesor ( $T_{310a}$ ) de la primera parte (310a) de la capa comprimible (310).
3. El sensor capacitivo (100) de la reivindicación 1 o 2, en donde
- 40 - dentro de la primera parte (100a) del sensor (100), la primera parte (222a) del primer cable eléctricamente conductor (222) se une, directamente o a través de al menos una capa, a la primera parte (320a) de la estructura de refuerzo (320) en una dirección (Sz) de espesor del sensor (100) y
- dentro de la segunda parte (100b) del sensor (100), la segunda parte (222b) del primer cable eléctricamente conductor (222) no está unida, directamente o a través de al menos una capa, a la segunda parte (320b) de la
- 45 estructura de refuerzo (320) en la dirección (Sz) de espesor del sensor (100).

4. El sensor capacitivo (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde
- una primera parte modificada (100a') del sensor (100) tiene una primera rigidez en el plano y una segunda parte modificada (100b') del sensor (100) tiene una segunda rigidez en el plano que es menor que la primera rigidez en el plano, en donde
- 5
- la primera parte modificada (100a') se ha modificado de la primera parte (100a) del sensor (100) eliminando la primera parte (320a) de la estructura de refuerzo (320) de la primera parte (100a) del sensor (100) y
  - la segunda parte modificada (100b') se ha modificado de la segunda parte (100b) del sensor (100) eliminando la segunda parte (320b) de la estructura de refuerzo (320) de la segunda parte (100b) del sensor (100); por ejemplo,
- 10
- la primera parte modificada (100a') del sensor (100) tiene un primer módulo de elasticidad en el plano ( $Y_{100a}$ ) y una segunda parte modificada (100b') del sensor (100) tiene un segundo módulo de elasticidad en el plano ( $Y_{100b}$ ) que es menor que el primer módulo de elasticidad en el plano ( $Y_{100a}$ ).
5. El sensor capacitivo (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende
- una placa flexible (410) conectada al primer cable eléctricamente conductor (222); preferiblemente,
- 15
- al menos una parte de la placa flexible (410) se superpone con una parte de la estructura de refuerzo (320); preferiblemente también,
  - el cableado de la placa flexible (410) está conectado al primer cable eléctricamente conductor (222); por ejemplo, con una conexión engastada o con un adhesivo conductor, tal como un adhesivo conductor anisotrópico (ACF).
6. El sensor capacitivo (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende
- un componente rígido (420) que está
- 20
- dispuesto fuera de la primera parte (100a) del sensor capacitivo (100) y
  - conectado eléctricamente a la primera unión (226);
- preferiblemente,
- la capa de refuerzo (320) se superpone con el componente rígido (420).
7. El sensor capacitivo (100) de la reivindicación 5, que comprende
- 25
- un componente rígido (420) que está
- dispuesto fuera de la primera parte (100a) del sensor capacitivo (100) y
  - conectado eléctricamente a la primera unión (226); en donde
- la placa flexible (410) está conectada al primer cable eléctricamente conductor (222), y
- 30
- la placa flexible (410) está conectada al componente rígido (420), preferiblemente con un conector de cable a placa;
- preferiblemente,
- la estructura de refuerzo (320) se superpone con el componente rígido (420).
8. El sensor capacitivo (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende
- 35
- una estructura conductora multicapa (200), que comprende un sustrato flexible y que se puede estirar (210), en donde el primer cable conductor eléctrico (222) dispuesto sobre el sustrato (210);
- preferiblemente,
- la estructura conductora multicapa (200) comprende además una capa protectora flexible y que se puede estirar (230) que forma una primera interfaz (232) con el sustrato flexible y que se puede estirar (210) y una segunda interfaz (234) con el primer cable eléctricamente conductor (222).
- 40
9. El sensor capacitivo (100) cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde
- dentro de la segunda parte (100b) del sensor capacitivo (100), el primer cable eléctricamente conductor (222) serpentea;
- por ejemplo
- 45
- dentro de la segunda parte (100b), el primer cable eléctricamente conductor se extiende desde un primer punto (P1) hasta un segundo punto (P2), tal como la primera unión (226), de tal manera que una distancia entre estos puntos (P1, P2), medida a lo largo del primer cable eléctricamente conductor (222), es mayor que la distancia entre estos puntos medidos en línea recta.

10. El sensor capacitivo (100) de la reivindicación 9, en donde
- dentro de la segunda parte (100b) del sensor capacitivo (100), el primer cable eléctricamente conductor (222) serpentea en la dirección (Sz) de espesor del sensor (100).
11. El sensor capacitivo (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde
- 5 - al menos una parte de la segunda parte (100b) del sensor (100) está dispuesta en una dirección perpendicular a la dirección (Sz) de espesor del sensor (100) entre medias de la unión (226) y la primera parte (100a) del sensor (100) y
- una longitud ( $L_{222b}$ ) de tal parte del primer cable (222) que se extiende dentro de la segunda parte (100b) es mayor que un espesor ( $T_{310a}$ ) de la capa comprimible (310) dentro de la primera parte (100a).
- 10 12. El sensor capacitivo (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende
- un primer electrodo de potencial común (340), de manera que
  - una parte de la capa comprimible (310) está dispuesta entre medias del primer electrodo de potencial común (340) y el primer electrodo (224) en la dirección (Sz) del espesor del sensor (100);
- preferiblemente,
- 15 - al menos una parte del primer electrodo de potencial común (340) se superpone con al menos una parte del primer electrodo (224).
13. El sensor capacitivo (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende
- una capa espaciadora (330) de manera que
- 20 - al menos una parte del primer cable eléctricamente conductor (222) está dispuesta en la dirección (Sz) del espesor del sensor (100) entre medias de la capa comprimible (310) y la capa espaciadora (330).
14. El sensor capacitivo (100) de la reivindicación 13, que comprende
- un segundo electrodo de potencial común (350) de manera que
  - una parte de la capa espaciadora (330) está dispuesta en la dirección (Sz) del espesor del sensor (100) entre medias del segundo electrodo de potencial común (350) y el primer electrodo (224);
- 25 preferiblemente,
- al menos una parte del segundo electrodo de potencial común (350) se superpone con al menos una parte del primer electrodo (224).
15. El sensor capacitivo (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende
- un segundo electrodo (225) y
- 30 - un segundo cable eléctricamente conductor (223), en donde
- el segundo cable eléctricamente conductor (223) está unido a una segunda unión (227) para conectar el segundo cable eléctricamente conductor (223) a la otra estructura eléctricamente conductora (400), tal como una placa de circuito flexible (410) o un conector (405),
  - el segundo cable eléctricamente conductor (223) se extiende desde la segunda unión (227) a través de la segunda parte (200b) de la estructura conductora multicapa hasta la primera parte (200a) de la estructura conductora multicapa y más allá del segundo electrodo (225);
- 35 preferiblemente,
- al menos una parte de la primera parte (320a) de la estructura de refuerzo (320) se superpone con una parte del segundo cable eléctricamente conductor (223), y
- 40 - al menos una parte de la segunda parte (320b) de la estructura de refuerzo (320) se superpone con una parte del segundo cable eléctricamente conductor (223).

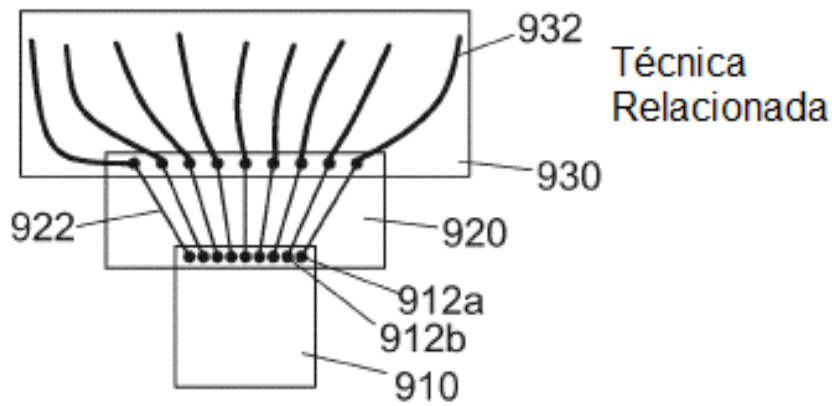


Fig. 1

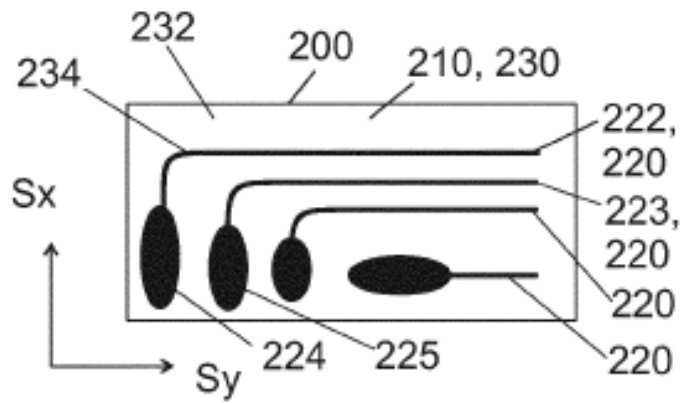


Fig. 2a

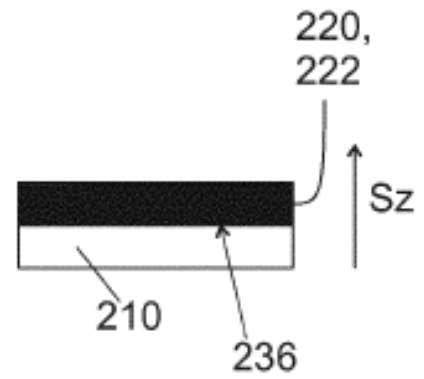


Fig. 2b

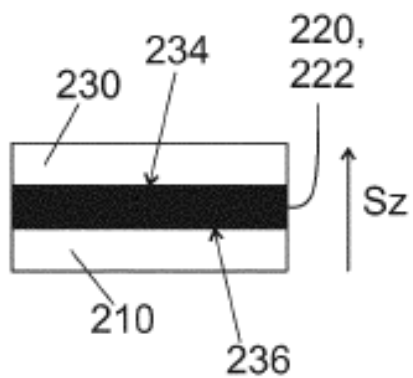


Fig. 2c

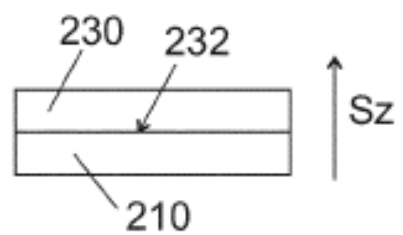
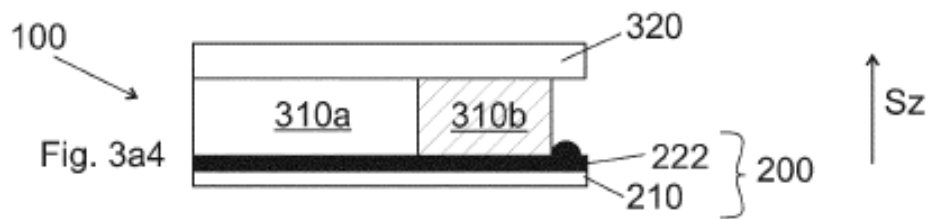
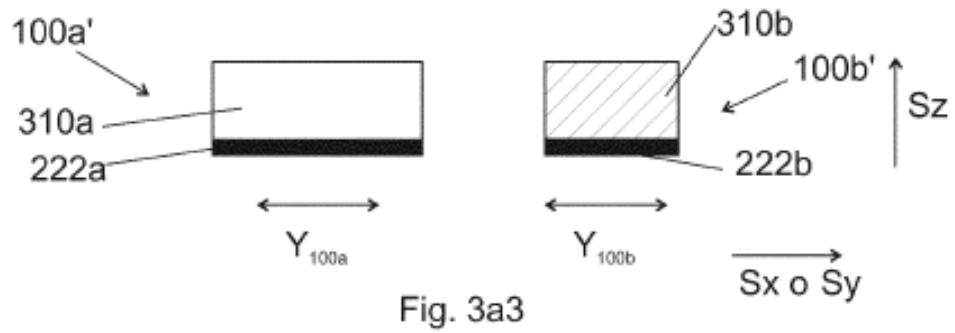
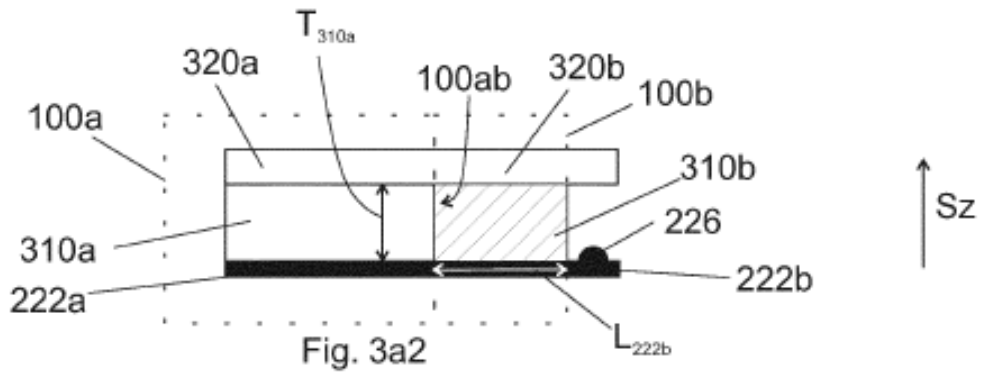
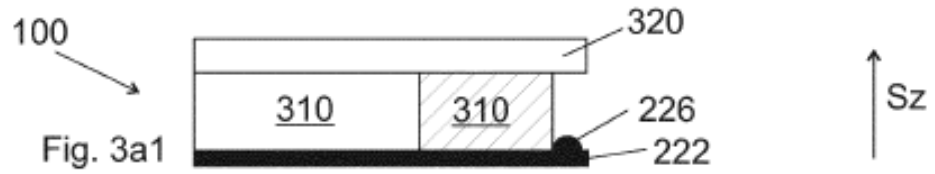
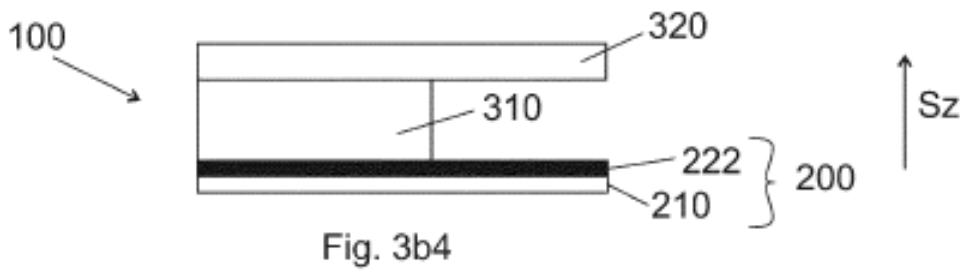
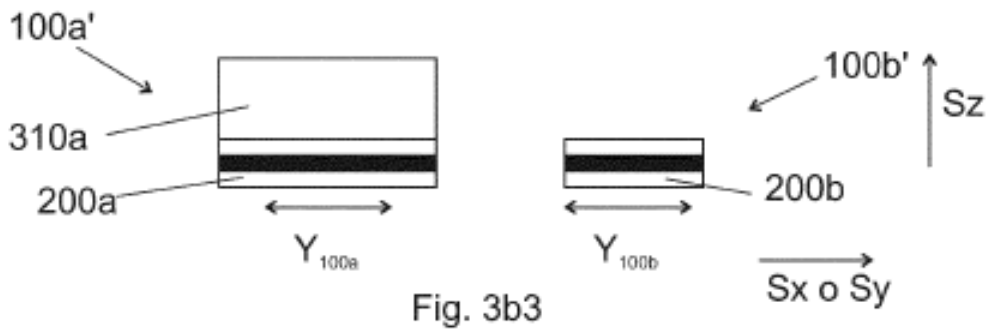
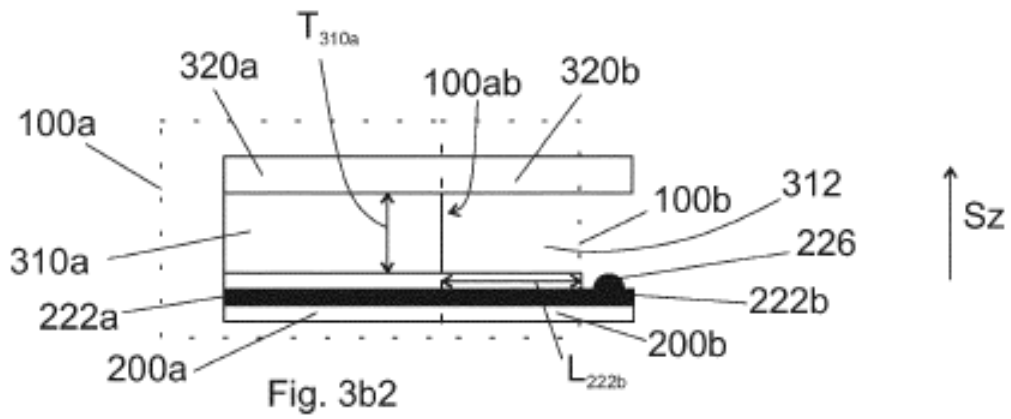
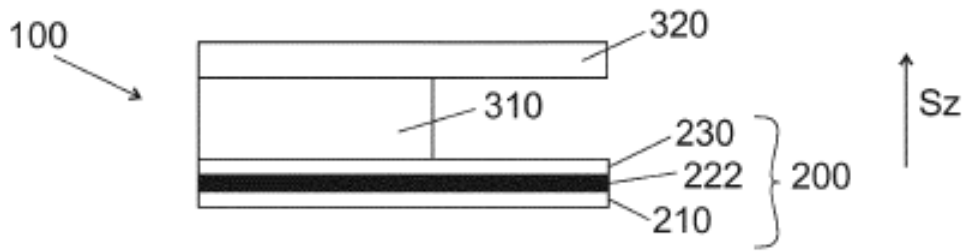
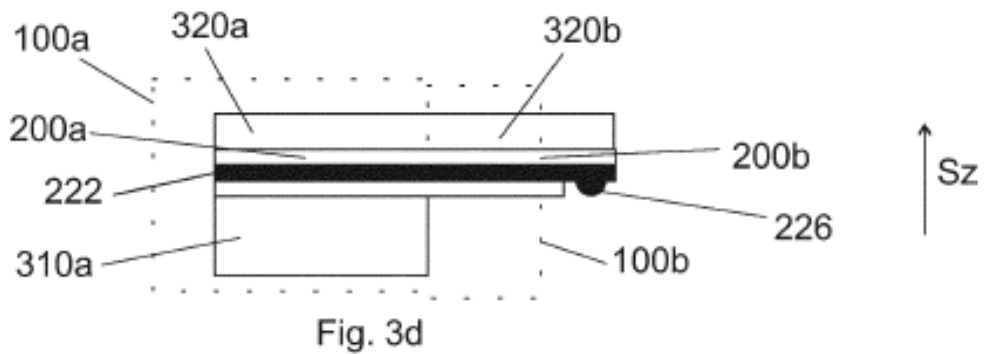
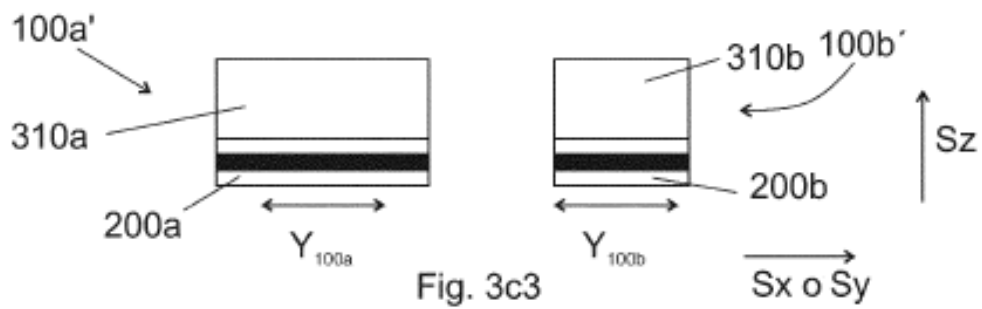
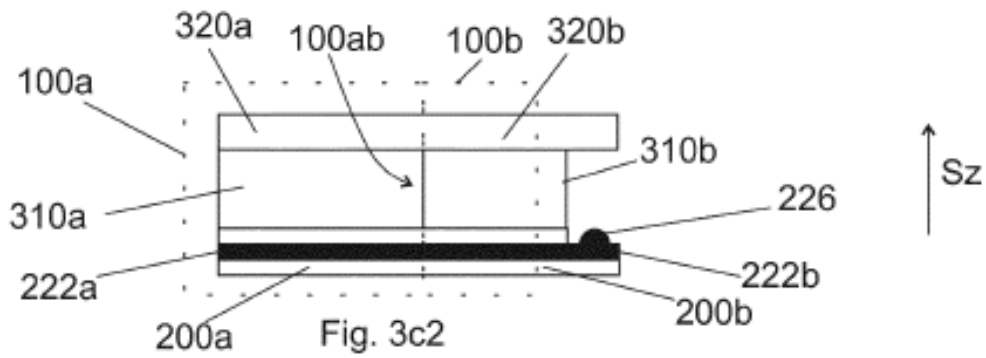
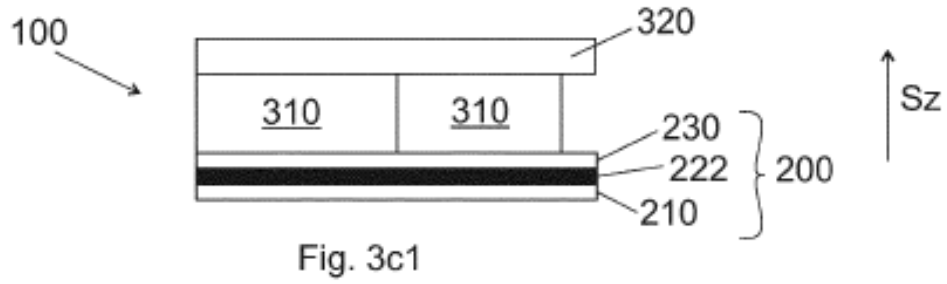


Fig. 2d







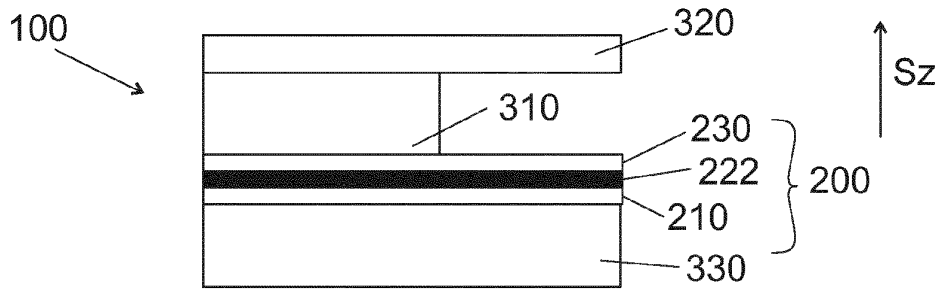


Fig. 4a

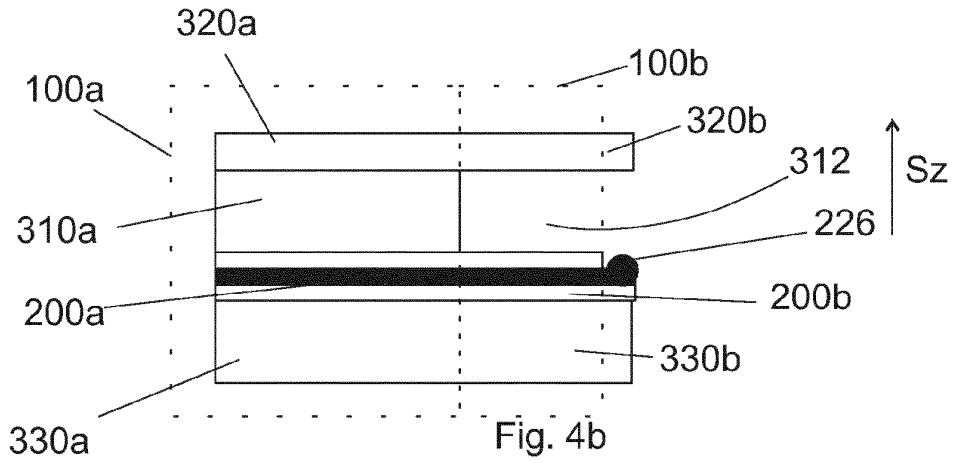


Fig. 4b

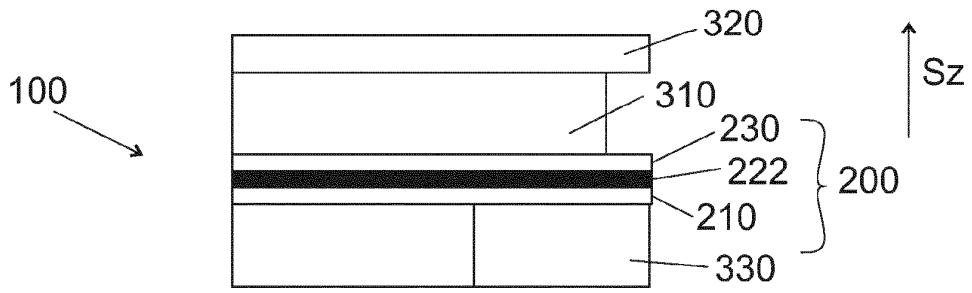


Fig. 4c

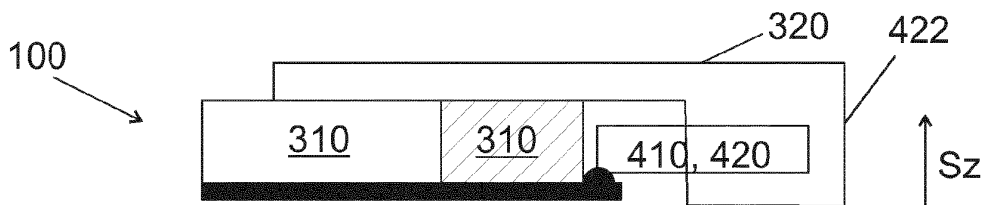
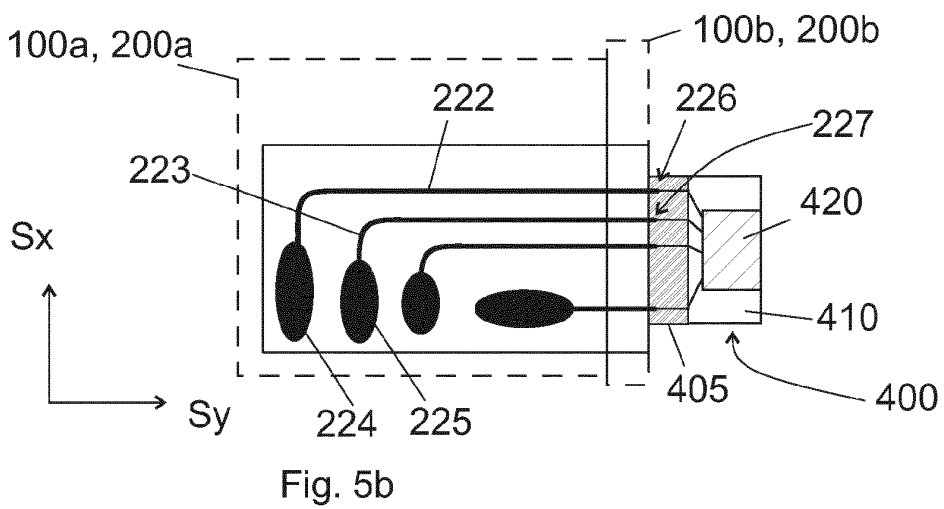
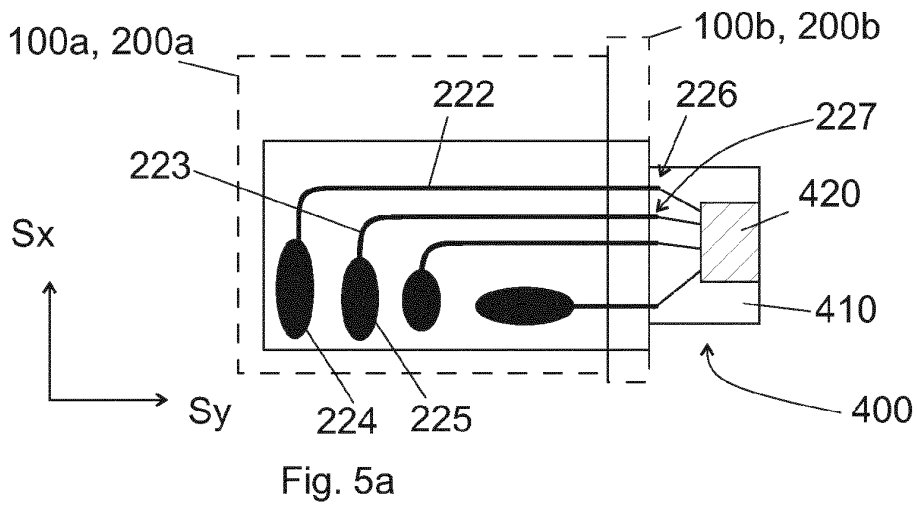
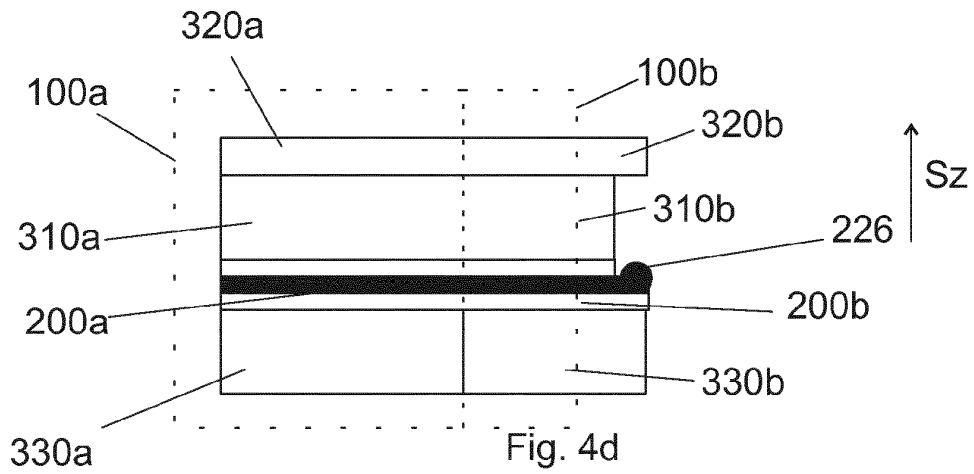
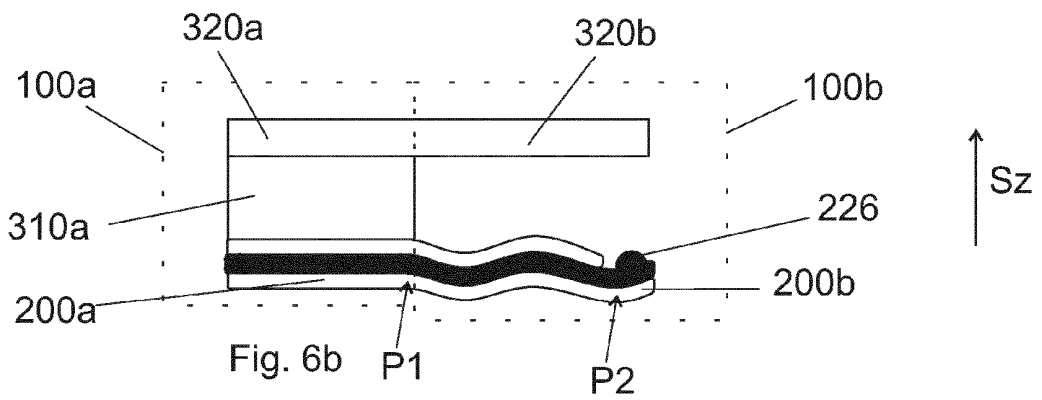
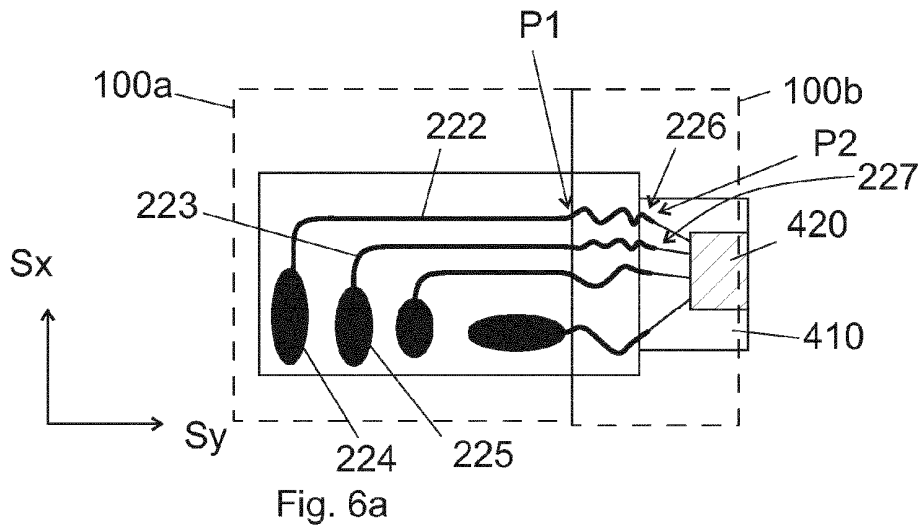
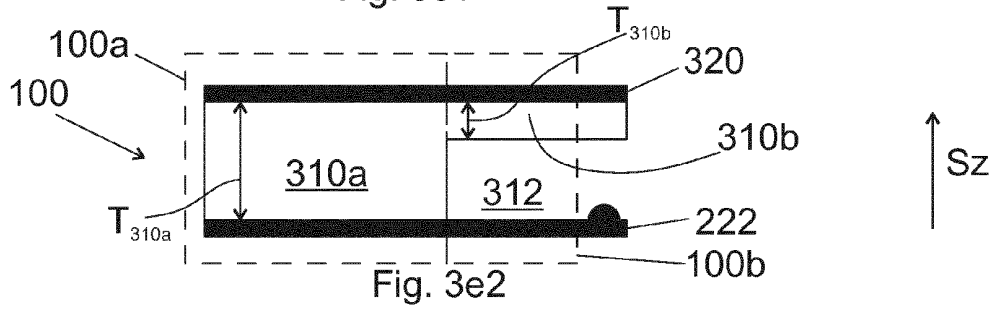
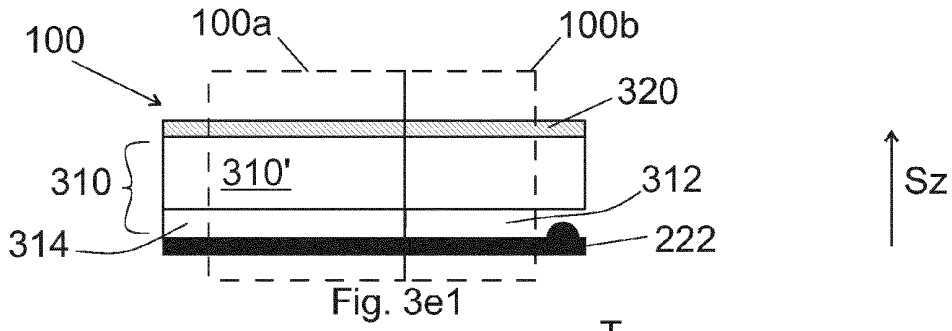
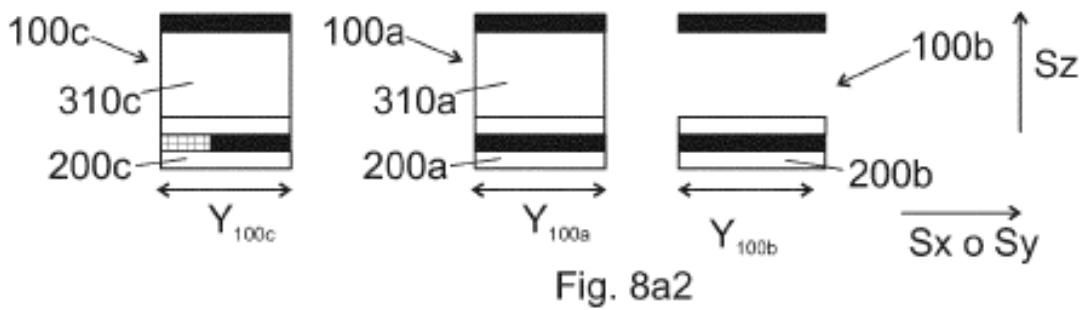
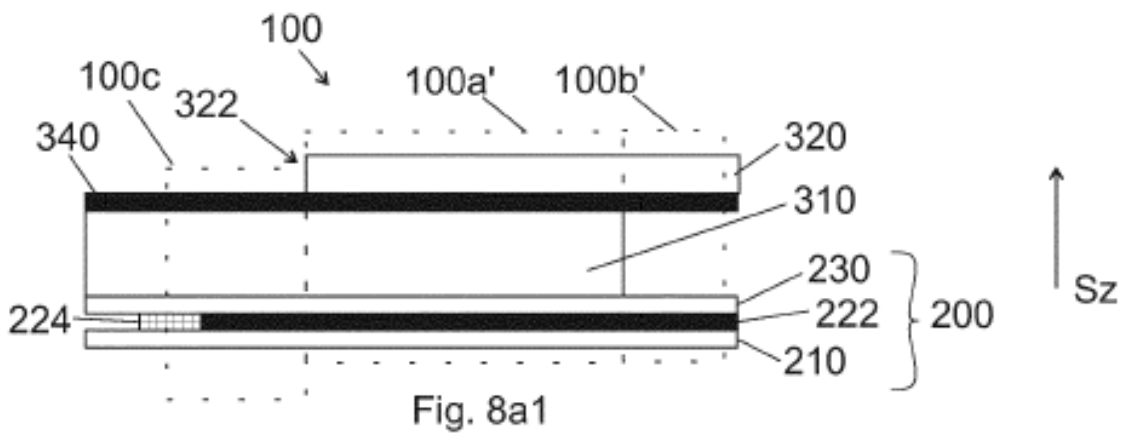
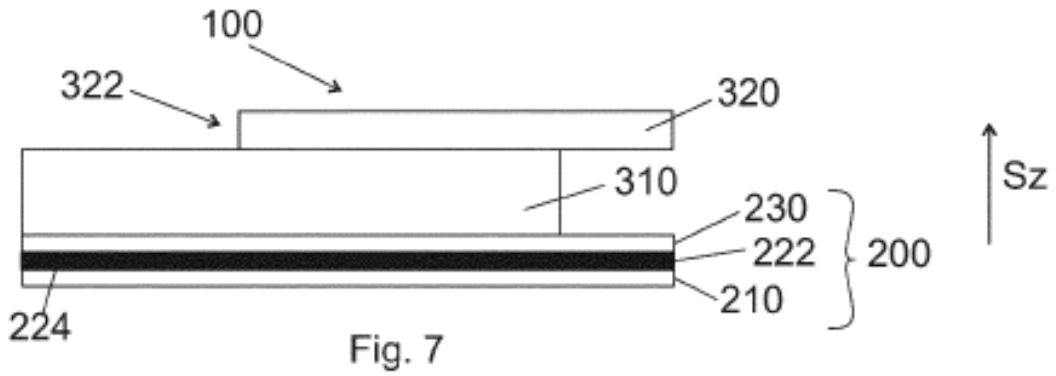
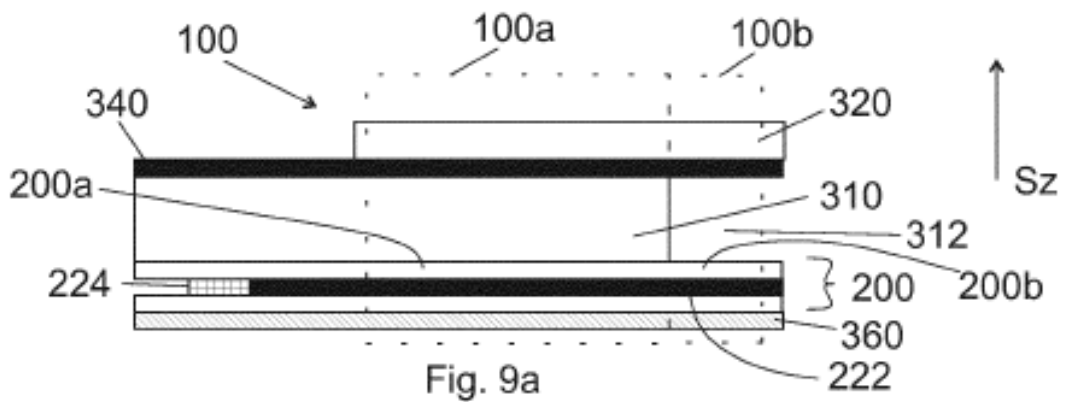
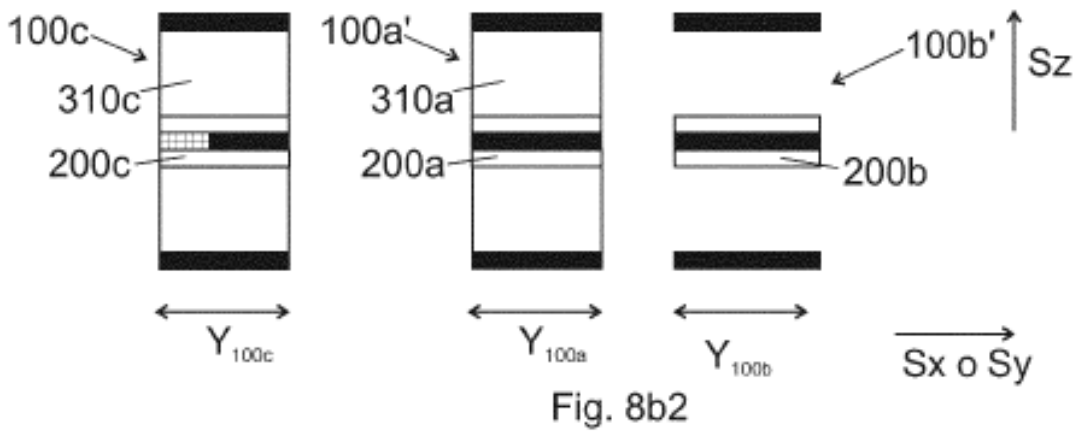
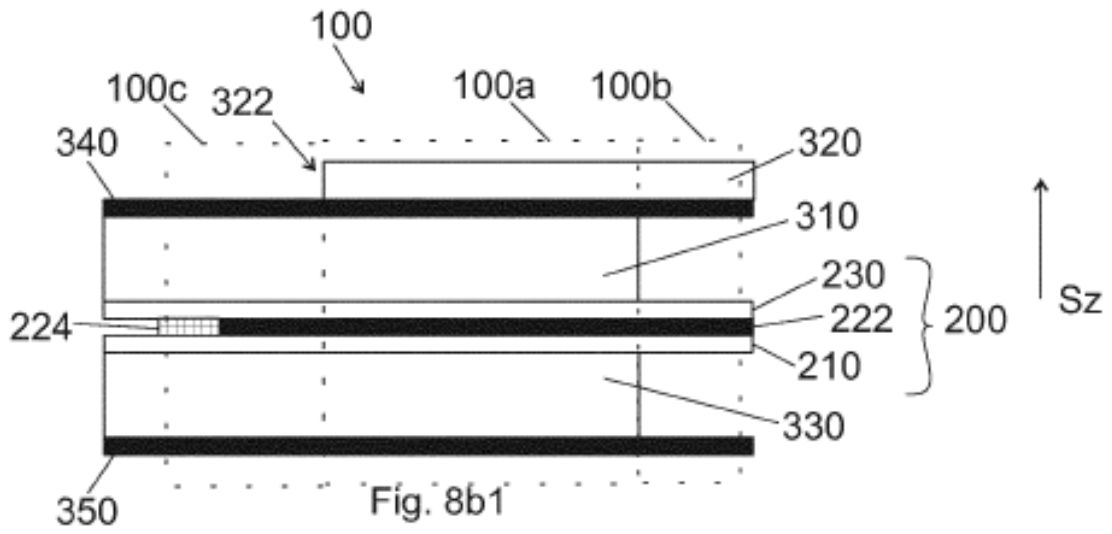


Fig. 3f









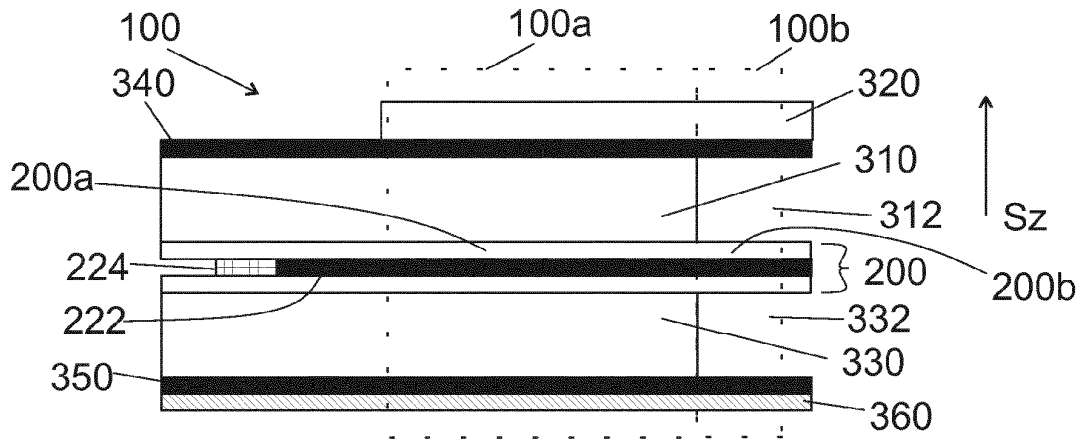


Fig. 9b

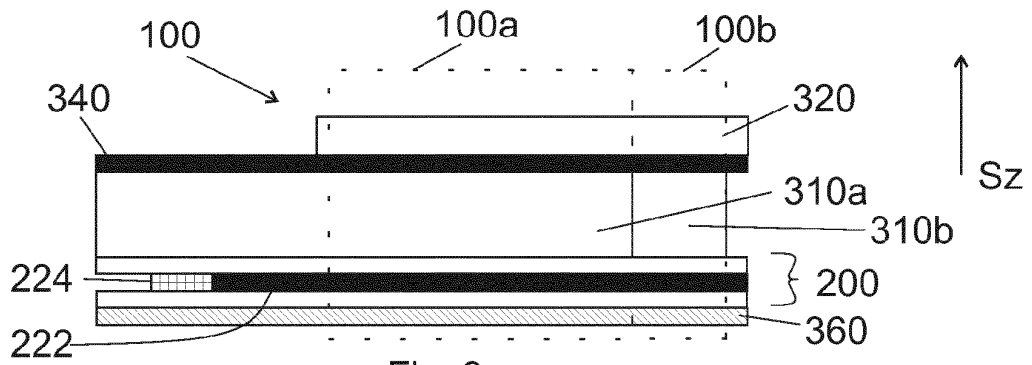


Fig. 9c

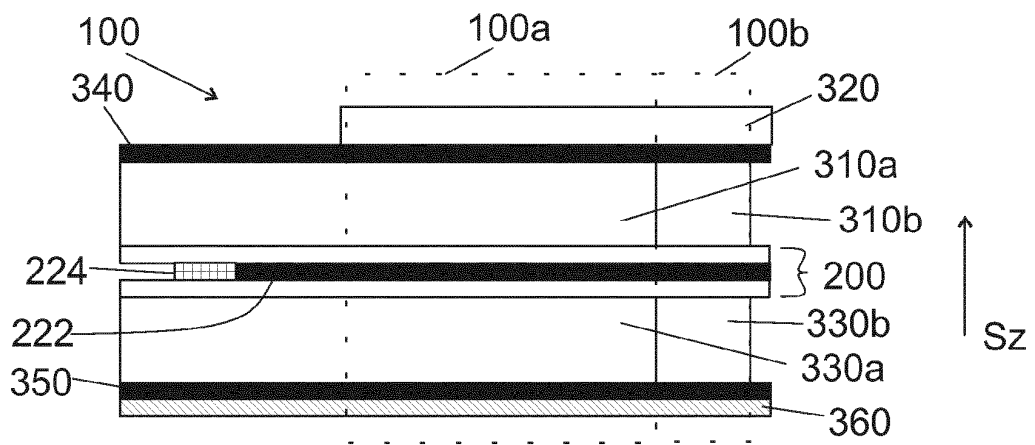


Fig. 9d

