



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 555**

51 Int. Cl.:
H01G 4/005 (2006.01)
H01G 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06807212 .3**
96 Fecha de presentación : **12.10.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **2074640**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.07.2009**

54 Título: **Disposición de capacitancia y método para producirla.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.04.2011

73 Titular/es: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)**
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es: **Gevorgyan, Spartak;**
Deleniv, Anatoli y
Lewin, Thomas

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 357 555 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

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a una disposición de capacitancia que consiste en al menos un condensador de placa paralela que comprende un primer medio de electrodo, una capa dieléctrica y un segundo medio de electrodo que están substancialmente dispuestos en paralelo y a cada lado de la citada capa dieléctrica y que se superponen parcialmente entre sí, por lo que la capacitancia equivalente depende del tamaño del área de superposición de los citados medios de electrodo primero y segundo y en la que se proporciona un límite de desalineamiento que define el máximo grado de desalineamiento admisible entre unos medios de electrodo primero y segundo respectivos. La invención se refiere también a un método de fabricación de tal disposición de capacitancia.

ANTECEDENTES

Es bien conocido el hecho de que es muy difícil, o incluso imposible, fabricar condensadores que tengan exactamente la capacitancia deseada, particularmente en el caso de disposiciones de condensadores de placa paralela en los que el área que se superpone entre un primer medio de electrodo y un segundo medio de electrodo proporciona la capacitancia debido a un desalineamiento admisible durante el proceso de fabricación. Así, no es posible garantizar que la capacitancia será exactamente la deseada; sólo es posible garantizar que se encontrará dentro del intervalo dado por un desalineamiento admisible, es decir un límite de desalineamiento admisible. Esto es claramente desventajoso puesto que en muchos caso se necesita una capacitancia exactamente definida. Un caso particular se refiere a los llamados varactores, es decir condensadores ajustables. Los electrodos de placa coplanar y placa paralela se consideran por ejemplo para aplicaciones en fase y frecuencia ágiles, es decir sistemas ajustables, adaptables, reconfigurables, de microondas. En comparación con varactores análogos (semiconductor, MEM), los varactores basados en el uso de una película ferro eléctrica tienen una velocidad de ajuste superior, un factor Q (de calidad) mayor y corrientes de fuga menores, lo que es muy ventajoso.

La Fig. 1A muestra muy esquemáticamente una disposición de varactor de placa coplanar 10_{01} en la que dos electrodos coplanares 3_{01} , $3_{01'}$, están depositados sobre una película ferro eléctrica 2_{01} que a su vez está dispuesta sobre un sustrato 1_{01} . Para la disposición de varactor 10_{01} de la Fig. 1A, para una película ferro eléctrica dada, la capacitancia está definida por la forma de los electrodos y la anchura del hueco g entre los electrodos 3_{01} , $3_{01'}$. En varactores de placa paralela como los que se muestran en las Figs. 1B-1F, la película ferro eléctrica está por el contrario embebida entre dos electrodos, c.f. la Fig. 1B en la que una película ferro eléctrica 2_{02} está dispuesta entre un electrodo superior $3_{02'}$ y un electrodo inferior 3_{02} que está dispuesto sobre un sustrato 1_{02} . Para una película ferro eléctrica dada, la capacitancia está definida por el espesor t de la película ferro eléctrica en el área en la que los electrodos superior e inferior se superponen y por el área de superposición y por la permitividad dieléctrica de la película.

La Fig. 1C muestra una implementación alternativa de una disposición de varactor de placa paralela en la que un electrodo superior $3_{03'}$ está dispuesto sobre una película ferro eléctrica 2_{03} parcialmente en superposición con el electrodo inferior 3_{03} depuesto sobre un sustrato 1_{03} . La disposición de varactor 10_{03} de la Fig. 1C tiene una capacitancia que, para una película ferro eléctrica dada, viene dada por el área de superposición que está dada por la anchura $wx1+\Delta 1$, en la que w es la anchura de la porción de superposición y $1+\Delta 1$ es la longitud de la porción de superposición.

La Fig. 1D muestra otra disposición de varactor de placa paralela 10_{04} más que comprende un sustrato 1_{04} , un electrodo superior $3_{04'}$ y un electrodo inferior 3_{04} que está dispuesto a los dos lados de la película ferro eléctrica 2_{04} de manera que parcialmente se superponen. Una película de baja permitividad (con constante dieléctrica $\epsilon < 10$) 4_{04} está dispuesta de manera que define el área de superposición, definiendo la porción de longitud b en la que no hay tal película extra la porción relevante real. Una vista superior de esta disposición se muestra en la Fig. 1E donde puede verse la anchura c de la porción de superposición y por ello el área de superposición que está definida por la abertura bxc en la película de baja permitividad.

En otra disposición de placa paralela más 10_{05} que comprende un sustrato 1_{05} , electrodos superior e inferior 3_{05} , $3_{05'}$ de película dieléctrica 2_{05} , se forma una abertura en el electrodo inferior (3_{05}) o alternativamente en el electrodo superior ($3_{05'}$) para definir un área de superposición $A=bxc$.

El documento WO 02/23633 describe una disposición de varactor.

No obstante, todas estas disposiciones de varactor conocidas tienen inconvenientes. Por ejemplo, los varactores con electrodos de placa coplanar tales como los que se muestran en la Fig. 1A tienen un diseño simple pero requieren la aplicación de tensiones más elevadas que las disposiciones de

varactor de placa paralela, típicamente la tensión requerida es superior a 50-100 V. Los varactores con disposiciones de placa paralela tales como los que se muestran en la Fig. 1B-1C no requieren tales tensiones elevadas sino que típicamente es suficiente con una tensión de 5-20 V, pero por otra parte es una desventaja de tales diseños que sean sensibles al alineamiento de los electrodos superior e inferior durante el proceso de fabricación. Normalmente se utiliza una película ferro eléctrica con una permitividad extremadamente elevada y debido a esta extremadamente elevada permitividad, que típicamente está por encima de 100, un pequeño desalineamiento $\Delta 1$ (c.f. la Fig. 1C) provocará cambios sustanciales en la capacitancia, que hacen la predicción de la capacitancia no controlable y por ello el diseño de la disposición no será rentable. El diseño mostrado en la Fig. 1D, 1E ofrece una buena predicción de capacitancia pero requiere más procesos de máscara y fabricación que los hace no rentables. La disposición mostrada en la Fig. 1F ofrece una predicción de capacitancia comparativamente buena pero es desventajoso hasta el punto de que las pérdidas óhmicas extra están asociadas con regletas que conectan los terminales o áreas de conexión del condensador del área de superposición de la estructura de placa paralela.

RESUMEN

Lo que se necesita es por lo tanto una disposición de capacitancia para la cual la capacitancia puede ser predicha en un alto grado. Además se necesita una disposición de capacitancia que tenga un diseño simple y que a pesar de ello no requiera, particularmente en el caso de una disposición de varactor, elevadas tensiones. Más particularmente se necesita una disposición de capacitancia o una disposición de varactor que en un alto grado es insensible a cualquier desalineamiento. Básicamente se necesita una disposición de capacitancia o una disposición de varactor mediante la cual sea controlable la capacitancia. Además, se necesita también una disposición de varactor que sea fácil y rentable de fabricar. Además, se necesita tal disposición de capacitancia que no sufra elevadas pérdidas óhmicas debido al diseño.

En otras palabras, se necesita una disposición de capacitancia que tenga bajas pérdidas óhmicas o un elevado factor Q asociado con los electrodos y que no requiera máscaras y etapas de procesamiento permitiendo por ello una fabricación rentable. Particularmente se necesita una disposición de varactor de placa paralela o de capacitancia para la cual el área de superposición efectiva no sea sensible a ningún desalineamiento que pueda ser introducido durante la fabricación.

Por lo tanto, se proporciona una disposición de capacitancia como la referenciada inicialmente en la que un primer medio de electrodo comprende un primer y un segundo electrodo dispuestos simétricamente con respecto a un eje longitudinal. Los citados electrodos primero y segundo tienen un borde primero respectivo, cuyos respectivos primeros bordes están enfrentados, y están alineados y paralelos de manera que se define un hueco entre ellos. El medio de segundo electrodo comprende un tercer electrodo que comprende una primera sección y una segunda sección dispuestas en lados opuestos del citado hueco e interconectadas por medio de una sección intermedia que está delimitada por un primer borde curvado y un segundo borde curvado. Los citados bordes curvados primero y segundo están simétrica y opuestamente dirigidos con respecto al citado eje longitudinal. La forma de la citada sección intermedia viene dada por una función $F(x)$ que contiene un primer parámetro y un segundo parámetro. Uno de los citados parámetros está adaptado para ser seleccionado, permitiendo el cálculo del otro parámetro de manera que la capacitancia de la disposición de capacitancia será invariable con el desalineamiento dentro del límite de desalineamiento dado.

Particularmente el citado primer parámetro (k) determina la forma o la curvatura de $F(x)$ (y el tamaño) y el segundo parámetro (A) es un medio de la anchura del segundo medio de electrodo, es decir, el tercer electrodo. En una implementación ventajosa el primer parámetro k está adaptado para ser seleccionado permitiendo el cálculo del segundo parámetro A , lo que normalmente es más fácil. Por supuesto, el concepto de la invención cubre también el caso en el que el segundo parámetro sea seleccionado y el primer parámetro sea calculado dependiendo de la citada selección. Particularmente los electrodos primero y segundo están adaptados para tener una forma y para estar dispuestos de manera que el área de superposición proporciona una capacitancia predeterminada independientemente de cualquier desalineamiento (Δx) que tenga lugar. Dentro del límite de desalineamiento dado proporcionando diferentes superposiciones en la región de la sección intermedia en el lado de la primera sección y de la segunda sección, es decir el área de superposición no será simétrica con respecto a un eje perpendicular al eje longitudinal en el medio de los electrodos primero y segundo.

Más particularmente la capacitancia entre el primer electrodo y el tercer electrodo es proporcional a la suma de la superposición del primer electrodo y de la primera sección del tercer electrodo, la superposición entre el primer electrodo y la sección intermedia en ausencia de cualquier desalineamiento, y la primera área de superposición (ΔS_1), en la que el primer electrodo y la sección intermedia en la dirección longitudinal limitada por el máximo desalineamiento permitido. La capacitancia entre el segundo

electrodo y el tercer electrodo es proporcional a la suma del área de superposición del segundo electrodo y la segunda sección del tercer electrodo, la superposición entre el segundo electrodo y la sección intermedia en ausencia de cualquier desalineamiento y una segunda área de superposición (ΔS_2) de desalineamiento del segundo electrodo y la sección intermedia en la dirección longitudinal opuesta limitada por el máximo desalineamiento permitido. Las citadas áreas de superposición de desalineamiento primera y segunda tienen signos opuestos, es decir si la primera área de superposición de desalineamiento tiene un signo positivo, la segunda tiene un signo negativo o vice versa. Particularmente los citados parámetros primero y segundo están seleccionados y calculados de tal manera respectivamente que la relación entre las áreas de superposición primera y segunda, ΔS_1 , ΔS_2 , o entre las correspondientes diferencias de capacitancia primera y segunda ΔC_1 , ΔC_2 , serán de tal manera que la capacitancia equivalente de la disposición es independiente de cualquier desalineamiento producido, dentro del límite de desalineamiento dado.

Particularmente la primera área de superposición de desalineamiento ΔS_1 es igual al área de superposición de la primera sección S_1 dividida por el cociente entre el área de superposición de la primera sección y la segunda área de superposición de desalineamiento, $S_1/\Delta S_2$ menos 2, es decir $\Delta S_1 = S_1 / ((S_1/\Delta S_2) - 2)$. Particularmente la forma de la sección intermedia viene dada por una función $F(x) = A \cdot e^{kx}$, en la que $2A$ es la anchura del segundo medio de electrodo, es decir dos veces el primer parámetro y siendo k el primer parámetro que define la pendiente o la curvatura, en la que $0 < x < 2\Delta x_A$, siendo Δx_A el límite del desalineamiento. Particularmente un medio de la anchura del segundo medio de electrodo es $A = -k \cdot S_1 / e^{kWg/2}$, donde S_1 es el área de superposición de una primera sección, siendo Wg la anchura del hueco y siendo k el parámetro que determina la pendiente o la curvatura de la función que delimita la sección intermedia. Particularmente las secciones primera y segunda son simétricas. Las secciones primera y segunda pueden ser de forma cuadrada, rectangular, semicircular o parcialmente irregular.

En una implementación más particular un número de condensadores (condensadores de placa paralela o varactores) están conectados en serie. En una realización el segundo medio de electrodo comprende un electrodo inferior y el primer medio de electrodo comprende un electrodo superior, o viceversa. Alternativamente los miembros de electrodo primero y segundo pueden estar dispuestos sobre un substrato aunque éste no sea necesariamente el caso.

En una realización el material dieléctrico tiene una baja o comparativamente baja constante dieléctrica, por ejemplo consistente en SiO_2 o un material con propiedades similares, siendo la disposición una disposición de capacitancia no-ajustable. En una realización alternativa comprende una disposición de varactor y la capa dieléctrica comprende una capa ferro eléctrica con una constante dieléctrica ajustable que preferiblemente es alta o muy alta.

La capa dieléctrica puede entonces por ejemplo comprender un material cerámico ajustable tal como SrTiO_3 , BaSTO o un material con similares propiedades. El medio de electrodo generalmente consiste en un metal tal como Au, Ag, Pt, Cu.

El material ferro eléctrico o material dieléctrico puede comprender una delgada película, es decir puede implementarse una tecnología de película delgada. No obstante, la invención no está limitada a implementaciones de película delgada sino que la capa dieléctrica o ferro eléctrica puede comprender también una película delgada.

Una ventaja de la invención es que los circuitos, particularmente condensadores o varactores, pueden ser fabricados con valores de capacitancia definidos de manera precisa y exacta. Una ventaja importante es que los condensadores de placa paralela o varactores son, hasta un alto grado, insensibles a los desalineamientos entre los electrodos superior e inferior que pueden ser producidos durante el proceso de fabricación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describirá mejor en lo que sigue, de una manera no limitativa, y con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

la Fig. 1A muestra esquemáticamente una disposición de condensador/varactor del estado más avanzado de la técnica del tipo coplanar,

la Fig. 1B ilustra esquemáticamente una primera disposición de varactor o condensador de placa paralela de acuerdo con el estado más avanzado de la técnica,

la Fig. 1C muestra otro ejemplo de disposición de condensador o varactor de placa paralela del estado más avanzado de la técnica,

la Fig. 1D es una vista esquemática, de sección recta, de otra disposición más de condensador/varactor de placa paralela del estado más avanzado de la técnica,

la Fig. 1F muestra aun otra disposición más de condensador/varactor de placa paralela de acuerdo con el estado más avanzado de la técnica,

5 la Fig. 2 ilustra una primera realización de una disposición de condensador/varactor de acuerdo con la presente invención cuando no hay desalineamiento entre los medios de electrodo primero y segundo,

la Fig. 2A es una representación del circuito simplificada de la disposición de la Fig. 2,

10 la Fig. 3 ilustra una disposición de condensador/varactor como la de la Fig. 2 pero en la que ha habido un desalineamiento entre los medios de electrodo primero y segundo,

la Fig. 3A es una representación del circuito simplificada del desalineamiento de la Fig. 3,

la Fig. 4 ilustra esquemáticamente una realización alternativa de una disposición de condensador/varactor de acuerdo con la invención,

15 la Fig. 5 muestra muy esquemáticamente otra realización más de la disposición de varactor de acuerdo con la invención,

la Fig. 6 ilustra muy esquemáticamente una disposición de acuerdo con la invención con varactores conectados en serie,

la Fig. 7 ilustra un ejemplo de un cuarto de una estructura de electrodo obtenida para un varactor invariante con el desalineamiento de acuerdo con otra implementación.

20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las figuras 1A-1E que muestran realizaciones se han discutido anteriormente en la sección de antecedentes y por lo tanto no se explicará más en esta memoria.

25 De acuerdo con la presente invención los electrodos superior y/o inferior están conformados de tal manera unos con respecto a otros que el área de superposición efectiva será insensible a cualquier desalineamiento (dentro de un límite de desalineamiento máximo). Las disposiciones de acuerdo con las realizaciones diferentes pueden hacerse como disposiciones de capacitancia o como disposiciones de varactor, es decir que comprenden un condensador ajustable. Por razones de simplicidad se hará referencia principalmente en lo que sigue a varactores pero debe quedar claro que pueden igualmente ser condensadores, estando la diferencia en la constante dieléctrica de la película delgada o gruesa a cada lado de la cual están dispuestos los medios de electrodo primero y segundo.

30 La Fig. 2 muestra una primera realización de una disposición de varactor 10 de acuerdo con la presente invención. En la Fig. 2 se presenta la disposición para un caso en el que no existe realmente ningún desalineamiento entre los electrodos a cada lado de la capa ferro eléctrica. Un primer medio de electrodo que comprende un primer electrodo 4_1 y un segundo electrodo 4_2 están dispuestos sobre una delgada película ferro eléctrica (no mostrada en la Figura). Se supone aquí que los electrodos primero y segundo $4_1, 4_2$ son de forma rectangular o cuadrada y están dispuestos simétricamente con respecto a un eje longitudinal x de manera que se proporciona un hueco de una anchura w_0 entre ellos. Están por ello simétricamente situados tanto con respecto al eje longitudinal x como a un eje y perpendicular al eje x y paralelos a la extensión longitudinal del hueco. Al otro lado de la película ferro eléctrica está dispuesto un segundo medio de electrodo que comprende una tercer electrodo 3. Comprende una primera sección de electrodo 3_1 y una segunda sección de electrodo 3_2 que tienen la misma forma y que aquí también están supuestos para estar simétricamente dispuestos con respecto al eje longitudinal x . En esta realización particular se suponen de forma cuadrada pero pueden tener substancialmente cualquier forma como se mostrará a continuación. Una sección intermedia 3_3 interconecta las citadas secciones primera y segunda $3_1, 3_2$. La forma de la sección intermedia 3_3 está determinada por la función $F(x)$ que va a ser establecida de manera apropiada como se describirá con mayor profundidad a continuación. La capacitancia equivalente de la disposición viene dada por las áreas de superposición que aquí son las mismas, es decir la parte de los electrodos primero y segundo $4_1, 4_2$ que se superpone sobre las secciones primera y segunda $3_1, 3_2$ del segundo medio de electrodo y, puesto que no hay ningún desalineamiento, las áreas de superposición simétricas e idénticas de la sección intermedia 3_3 y los electrodos primero y segundo $4_1, 4_2$. Así, en la Fig. 2 dos interfaces metalizadas que comprenden los medios de electrodo primero y segundo $4_1, 4_2, 3$ están alineadas de manera precisa formando el varactor 10, establecido mediante una conexión en serie de dos varactores similares, c.f. la Fig. 2A, debido a dos áreas que se superponen entre sí S_1, S_2 que aquí son similares. Cada varactor tiene una capacitancia nominal

$$C1=C2=\frac{\epsilon_r \epsilon_0 S1}{h} \equiv C1$$

en la que S1 denota las respectivas áreas que se superponen, y h el grosor de la película ferro eléctrica en el área de superposición.

La Fig. 2A es una representación de circuito simplificada de un varactor que comprende el varactor formado por el área de superposición entre el primer electrodo 4₁ y la primera sección 3₁ del tercer electrodo 3 y parte de la sección intermedia 3₃ conectada con la primera sección 3₁ idéntica al área S1 y de manera correspondiente C2 es la capacitancia del varactor formado por el segundo electrodo 4₂ y la segunda sección 3₂ y la parte correspondiente de la sección intermedia 3₃ conectada con la citada segunda conexión. En este caso son idénticas.

La Fig. 3 muestra la topología de la misma disposición que en la Fig. 2 pero en la que hay un desalineamiento Δx entre los medios de electrodo primero y segundo. Como puede verse de la figura, el efecto del desalineamiento será diferente para los dos varactores. En la figura Δx ilustra el desalineamiento. Como puede verse el primer medio de electrodo que comprende los electrodos 4₁ y 4₂ ha sido desplazado una distancia Δx en el eje longitudinal x. El área de desalineamiento llamada también el área de capacitancia del primer varactor aumenta, indicándose el aumento como ΔS1 en la figura, y C1≡S1+ΔS1. Para el otro varactor, por otro lado, la capacitancia es disminuida en ΔC2, es decir C2≡S1-ΔS2, lo que significa que para el primer varactor, en este caso, la capacitancia es aumentada mientras que para la otra es disminuida. En la figura ΔS1 indica el área de desalineamiento para el primer varactor y ΔS2 indica el área de desalineamiento para el segundo varactor. Generalmente ΔS1 no es igual a ΔS2. La capacitancia C total de los dos varactores es 1/C=1/C1+1/C2. De acuerdo con la presente invención la relación entre ΔC1 y ΔC2 se establece de manera que la capacitancia total o capacitancia equivalente del condensador de desalineamiento es la misma que la capacitancia total sin desalineamiento, es decir debería ser la misma para la disposición de varactor de la Fig. 2 que para la disposición de varactor de la Fig. 3. La fórmula puede escribirse:

$$\frac{S1}{2} = \frac{(S1 + \Delta S1) \times (S1 - \Delta S2)}{(S1 + \Delta S1) + (S1 - \Delta S2)}$$

que puede ser simplificada como ΔS1=S1/((S1/ΔS2)-2).

Esto da la relación entre ΔS1 y ΔS2 que se necesita para que la disposición de varactor de la Fig. 2 y la Fig. 3 tenga la misma o similar capacitancia de área total S1/2. Esta relación puede utilizarse para encontrar una función F(x) que defina la forma de los electrodos. En general la función puede representarse por diferentes formas, y asume diferentes formas. Aquí un ejemplo de una función viene dado por S(x)=Ae^{kx}, donde 0<x<2<Δx_A, siendo Δx el máximo desalineamiento de las interfaces metálicas o entre los medios de electrodo primero y segundo. ΔS1 y ΔS2 pueden ser especificados en una forma analítica como:

$$\Delta S1=A(e^{k(Wg/2+\Delta x)} - e^{k(Wg/2)})/k \quad \Delta S2=A(e^{k(Wg/2)} - e^{k(Wg/2-\Delta x)})/k$$

se puede entonces obtener como $S1=-2Ae^{kWg/2}/k$

Debe observarse que en la última fórmula no hay dependencia de Δx, es decir del desalineamiento. Esto significa realmente que estableciendo adecuadamente A y k puede obtenerse una capacitancia profundamente dependiente del desalineamiento, es decir un varactor para el cual la capacitancia es independiente de cualquier desalineamiento de los medios de electrodo primero y

segundo. propiamente significa aquí que la última fórmula $(S1=2A(e^{kWg/2})/k)$ se satisface.

Como puede verse hay dos parámetros diferentes, A y k, lo que significa que uno de ellos puede ser seleccionado como independiente. Generalmente es más conveniente seleccionar el valor para k, puesto que A puede entonces ser calculado analíticamente como:

$$A = -kS1 / (2e^{kWg/2})$$

Si en lugar de éste se selecciona A debe resolverse una ecuación transcendental con respecto a k. 2A corresponde a la anchura del segundo medio de electrodo.

En lo que sigue se proporcionará un ejemplo que describe el diseño de la forma de los electrodos en el intervalo de un posible desalineamiento máximo de manera que la capacitancia será completamente dependiente del desalineamiento. Primero, se supone aquí que se selecciona un valor k que es tal que las anchuras de los electrodos (A) son razonables). Subsiguientemente el área de los electrodos se ajusta de manera que se obtenga la capacitancia deseada dada S_1 . En una realización particular se supone que se diseña una capacitancia invariante con el alineamiento que tiene un área equivalente de $25 \mu\text{m}^2$. Se supone que el hueco entre los electrodos es $4 \mu\text{m}$ y el posible desalineamiento es $\pm 2 \mu\text{m}$. K es aquí seleccionada a continuación para ser $-0,49/w_g$, lo que da $A=5 \mu\text{m}$. Puede utilizarse un programa para dibujar la forma de los electrodos y la Fig. 7 muestra un cuarto simétrico de una estructura de electrodo obtenida con las figuras anteriores.

La Fig. 8 es una figura similar a la Fig. 7 para otro diseño en el que los electrodos o particularmente las secciones de electrodo primera y segunda de los medios de electrodos segundos son de una forma más general en lugar de rectangulares aunque sus áreas son similares.

La Fig. 4 es una figura similar a la Fig. 3 que muestra una disposición de varactor 20 en la que está dispuesto un segundo medio de electrodo $3'$ que comprende una primera sección de electrodo $3_1'$ y una segunda sección de electrodo $3_2'$ conectadas por una sección intermedia $3_3'$ dispuesta en un sustrato $1'$ sobre el cual está dispuesta una película ferro eléctrica dieléctrica, sobre la cual un primer medio de electrodo que comprende un primer electrodo $4_1'$ y un segundo electrodo $4_2'$ está dispuesto de manera que se da una superposición correspondiente a $S_1'+\Delta S_1'$ y $S_2'-\Delta S_2'$ respectivamente. No obstante, puesto que existe un desalineamiento, Δx , las áreas de desalineamiento $\Delta S_1'$ y $\Delta S_2'$ no son las mismas (c.f. la Fig. 3). La diferencia realmente aquí es que las secciones de electrodo primera y segunda $3_1'$, $3_2'$ son substancialmente semicirculares, o tienen una forma oval.

La Fig. 5 muestra otra realización más de una disposición de varactor 30 en la que un segundo medio de electrodo que comprende una primera sección de electrodo $3_1''$ y una segunda sección de electrodo $3_2''$ interconectadas por medio de una sección intermedia $3_3''$ está dispuesta sobre un sustrato dispuesto de manera que se proporciona una superposición con un primer medio de electrodo que comprende un electrodo primero y segundo $4_1''$, $4_2''$ cuyas secciones son rectangulares y están dispuestas como la estructura de la Fig. 2, es decir simétricamente a lo largo de un eje longitudinal x pero con un desalineamiento donde el área de desalineamiento $\Delta S_1''$ y $\Delta S_2''$ no son iguales. En este caso las secciones de electrodo primera y segunda son rectangulares en lugar de semicirculares o de forma cuadrada o similar. En cualquier otro aspecto el funcionamiento es el mismo que el descrito con referencia a la Fig. 2 y 3 y la figura está meramente incluida para ilustrar explícitamente que pueden utilizarse diferentes formas.

La Fig. 6 muestra muy esquemáticamente una disposición de varactor 40 que comprende dos varactores 3_{10} , 3_{20} , 3_{30} conectados en serie. Esto significa que dos varactores, es decir varactores de placa paralela están dispuestos sobre un sustrato 1_{10} con una película dieléctrica y ferro eléctrica dispuesta entre los medios de electrodo primero y segundo como se ha explicado anteriormente. Debido a unas áreas de superposición de desalineamiento se dan como $S_{10}+\Delta S_{10}$; $S_{20}-\Delta S_{20}$; $S_{30}-\Delta S_{30}$ y $S_{40}+\Delta S_{40}$ respectivamente. Debe quedar claro que esta figura es muy esquemática, siendo la única intención de la misma ilustrar que pueden utilizarse varios condensadores formados por los medios de electrodo primero y segundo como los explicados anteriormente, etc, que están dispuestos para proporcionar una disposición invariable frente al desalineamiento.

Debe quedar claro que la invención puede variarse de un número de maneras dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una disposición de capacitancia (10; 20; 30; 40) que comprende al menos un condensador de placa paralela que comprende un primer medio de electrodo ($4_1, 4_2; 4_1', 4_2'; 4_1'', 4_2''; 3_{10}, 3_{20}, 3_{30}$), una capa dieléctrica y un segundo medio de electrodo ($3; 3'; 3''; 4_{10}, 4_{20}, 4_{30}$) substancialmente paralelo dispuesto a cada lado de la citada capa dieléctrica y que parcialmente se superponen entre sí, siendo la capacitancia equivalente de la disposición de capacitancia dependiente del tamaño del área de superposición de los citados medios de electrodo primero y segundo, y dado un límite de desalineamiento que define el máximo grado admisible de desalineamiento (Δx_A) entre un medio de electrodo primero y segundo respectivo dado,
- 5 caracterizado porque
- 10 ese citado medio de electrodo primero ($4_1, 4_2; 4_1', 4_2'; 4_1'', 4_2''; 3_{10}, 3_{20}, 3_{30}$), comprende un primer y un segundo electrodo dispuesto simétricamente con respecto a un eje longitudinal (x), porque los citados primero y segundo electrodos ($4_1, 4_2; 4_1', 4_2'; 4_1'', 4_2''; 3_{10}, 3_{20}, 3_{30}$), tienen un respectivo primer borde, cuyos respectivos primeros bordes están enfrentados entre sí, son lineales y paralelos de manera que está definido un hueco entre ellos, porque el citado segundo medio de electrodo ($3; 3'; 3''; 4_{10}, 4_{20}, 4_{30}$)
- 15 comprende una primera sección ($3_1; 3_1'; 3_1''$) y una segunda sección ($3_2; 3_2'; 3_2''$) dispuestas en lados opuestos del citado hueco e interconectadas por medio de una sección intermedia ($3_3; 3_3'; 3_3''$), que está delimitada por un primer borde curvado y un segundo borde curvado cuyos bordes curvados primero y segundo están simétrica y opuestamente dirigidos con respecto al citado eje longitudinal,
- 20 y la forma del cual viene dada por una función $F(x)$ dependiente de un primer parámetro k y un segundo parámetro A y porque uno de los citados dos parámetros está adaptado para ser seleccionado, permitiendo por ello el cálculo del otro parámetro para determinar la forma y el tamaño del segundo medio de electrodo ($3; 3'; 3''; 4_{10}, 4_{20}, 4_{30}$) de manera que la capacitancia de la disposición de capacitancia será invariable con el desalineamiento dentro del límite de desalineamiento.
2. Una disposición de capacitancia de acuerdo con la reivindicación 1,
- 25 caracterizada porque
- el primer parámetro (k) determina la forma o curvatura de $F(x)$ y porque el segundo parámetro (A) es un medio de la anchura ($2A$) del segundo medio de electrodo, es decir del tercer electrodo.
3. Una disposición de capacitancia de acuerdo con la reivindicación 2,
- caracterizada porque
- 30 el primer parámetro (k) está adaptado para ser seleccionado permitiendo el cálculo del segundo parámetro (A).
4. Una disposición de capacitancia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizada porque
- 35 comprende los electrodos primero y segundo están adaptados para tener una forma y para ser dispuestos de manera que el área de superposición proporciona una capacitancia predeterminada independientemente de cualquier desalineamiento Δx dentro del límite de desalineamiento dado Δx_A proporcionando diferentes superposiciones del primer medio de electrodo y de la sección intermedia ($3_3; 3_3'; 3_3''$) del lado de la primera sección y de la segunda sección.
- 40 5. Una disposición de capacitancia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4,
- caracterizada porque
- la capacitancia entre el primer electrodo y el tercer electrodo es proporcional a la suma de la superposición del primer electrodo y de la primera sección del tercer electrodo, la superposición entre el primer electrodo y la sección intermedia en ausencia de cualquier desalineamiento, y una primera área de superposición de desalineamiento (ΔS_1), el primer electrodo y la sección intermedia en la dirección longitudinal limitada por el máximo desalineamiento Δx permitido, y porque la capacitancia entre el segundo electrodo y el tercer electrodo es proporcional a la suma del área de superposición del segundo electrodo y de la segunda sección del tercer electrodo la superposición entre el segundo electrodo y la sección intermedia en ausencia de cualquier desalineamiento, y una segunda área de superposición de desalineamiento (ΔS_2) del segundo electrodo y la sección intermedia en la dirección longitudinal opuesta limitada por el máximo desalineamiento permitido, teniendo las áreas de superposición de desalineamiento primera y segunda signos opuestos, es decir si la primera área de superposición de desalineamiento tiene un signo positivo, la segunda tiene un signo negativo o vice versa.
- 45
- 50

6. Una disposición de capacitancia de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada porque

5 la relación entre las áreas de superposición de desalineamiento primera y segundo (ΔS_1 , ΔS_2), o entre correspondientes diferencias de capacitancia primera y segunda (ΔC_1 , ΔC_2), serán de tal manera que la capacitancia equivalente de la disposición es independiente de cualquier desalineamiento dentro del límite de desalineamiento dado.

7. Una disposición de capacitancia de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada porque

10 la primera área de superposición de desalineamiento (ΔS_1) es igual al área de superposición de un electrodo primero y segundo y una primera o segunda sección de electrodo del segundo medio de electrodo en ausencia de cualquier desalineamiento (S_1) dividida por el cociente entre la citada área de superposición y la segunda área de desalineamiento ($S_1/\Delta S_2$) menos 2, es decir

$$\Delta S_1 = S_1 / ((S_1 / \Delta S_2) - 2)$$

15 8. Una disposición de capacitancia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque

20 la forma de la sección intermedia viene dada por $F(x) = A \cdot e^{kx}$, siendo $2A$ la anchura del segundo medio de electrodo, es decir, dos veces el segundo parámetro, y siendo k el primer parámetro que define la pendiente o curvatura donde $0 < x < 2\Delta x_A$, siendo Δx_A el límite de desalineamiento.

9. Una disposición de capacitancia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque

25 un medio de la anchura del segundo medio de electrodo es $A = -k \cdot S_1 / (e^{k \cdot W_g / 2})$, siendo S_1 el área de superposición de un primer/segundo electrodo y una primera/segunda sección de electrodo en ausencia de desalineamiento, siendo W_g la anchura del hueco y siendo k el primer parámetro que determina la pendiente o curvatura de la función que delimita la sección intermedia (3_3 ; $3_3'$; $3_3''$).

30 10. Una disposición de capacitancia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el material dieléctrico tiene una baja constante dieléctrica.

11. Una disposición de capacitancia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, caracterizada porque

35 comprende una disposición de varactor, o un número de condensadores de placa paralela o varactores conectados en serie.

12. Una disposición de capacitancia de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizada porque

40 la capa dieléctrica comprende una capa ferro eléctrica con una constante dieléctrica ajustable que preferiblemente es alta o muy alta o porque la capa dieléctrica comprende un material cerámico ajustable, $SrTiO_2$, $BaSTO$ o un material con similares propiedades.

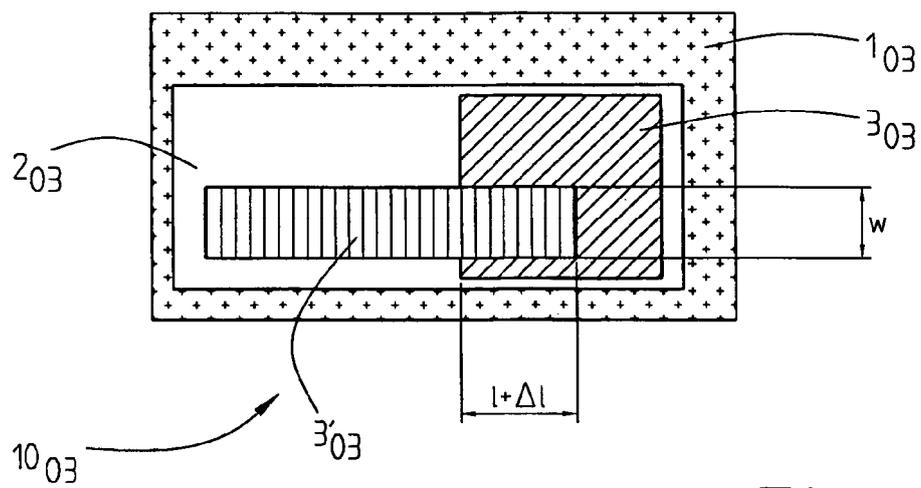
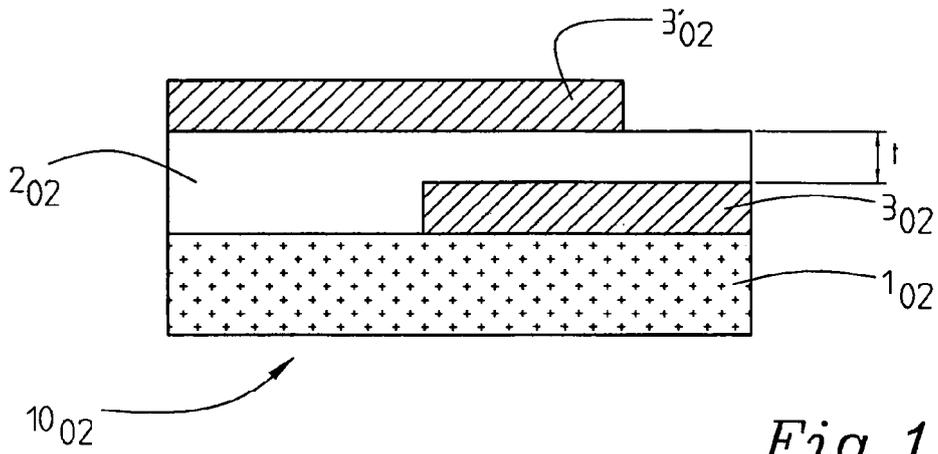
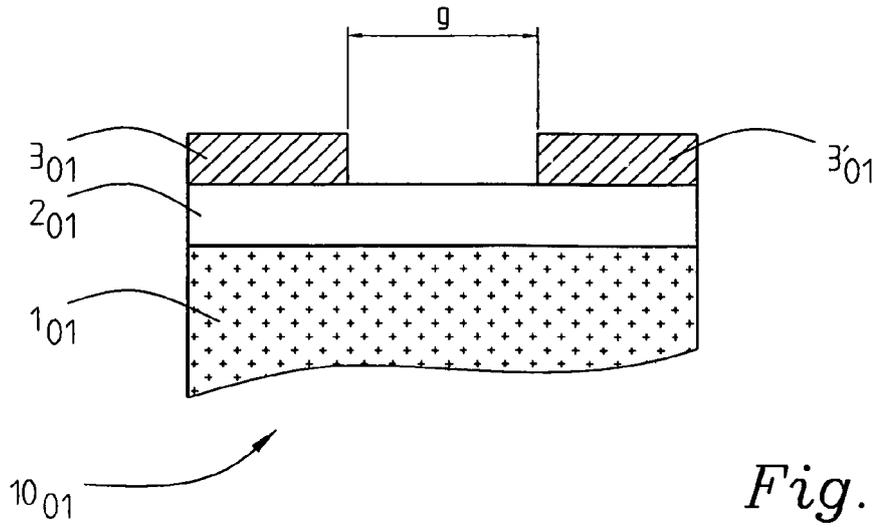
13. Una disposición de capacitancia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque

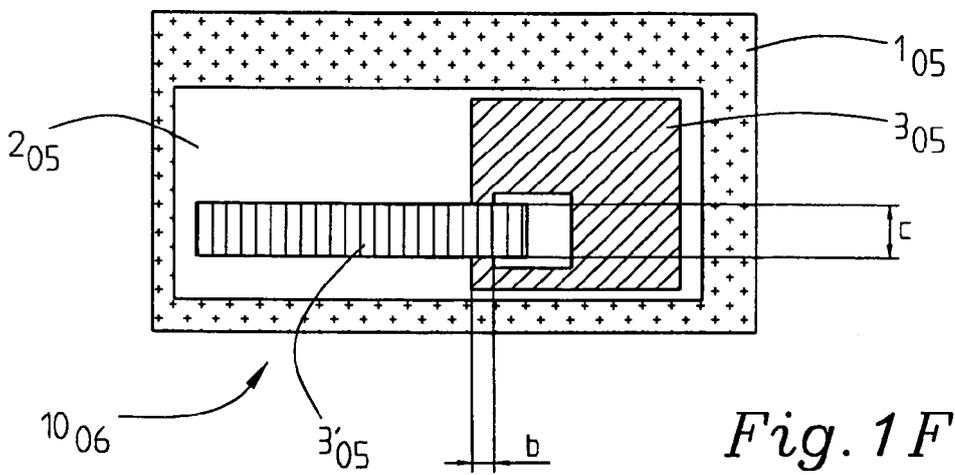
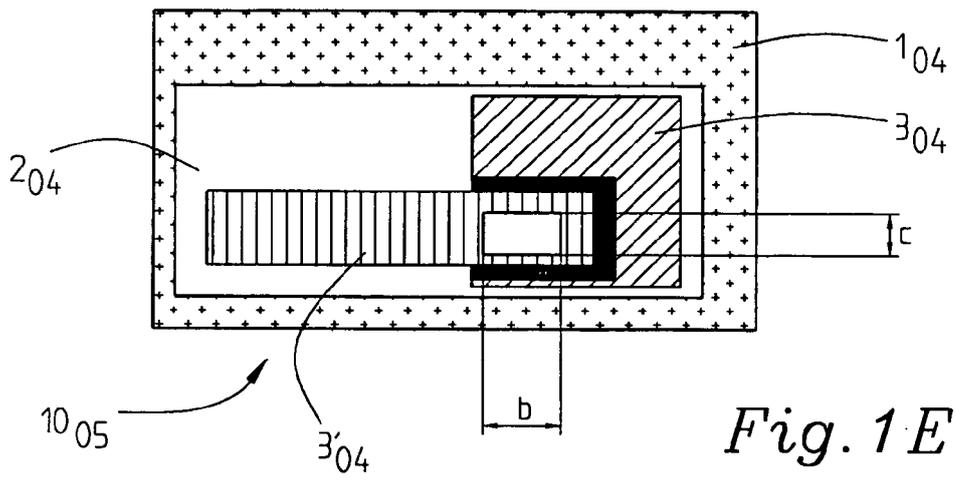
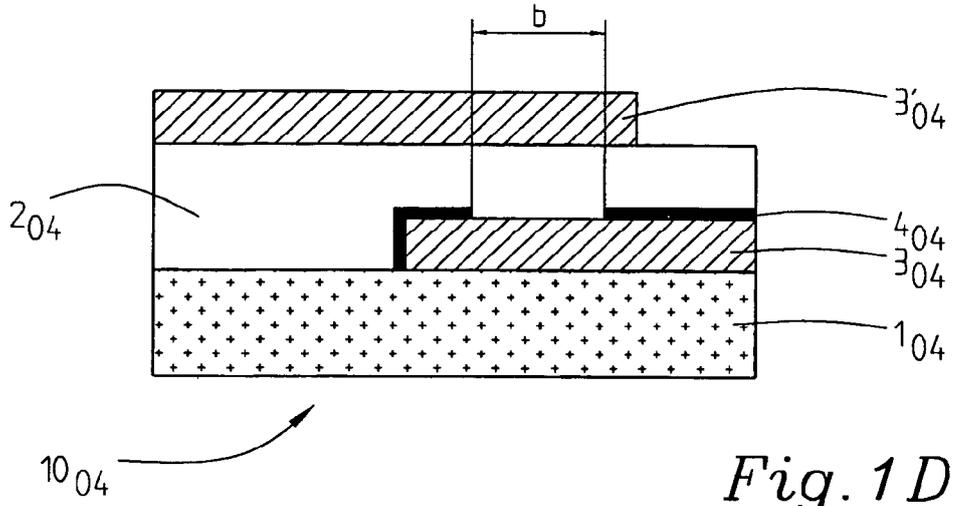
45 el material ferro eléctrico comprende una delgada película, o porque la capa dieléctrica o ferro eléctrica comprende una gruesa película y porque los medios de electrodo primero y segundo consisten en metal tal como Au, Ag, Pt, Cu.

14. Un método para producir una disposición de capacitancia que comprende al menos un condensador de placa paralela que comprende un primer medio de electrodo, una capa dieléctrica y un

segundo medio de electrodo en el que los citados medios de electrodo primero y segundo parcialmente se superponen entre sí, proporcionando el tamaño del área de superposición la capacitancia equivalente de la disposición y en el que otro límite de desalineamiento admisible está dado definiendo el máximo alcance admisible de desalineamiento entre un respectivo medio de electrodo primero y segundo,

- 5 caracterizado porque comprende las etapas de:
- establecer una capacitancia equivalente para ser proporcionada,
 - determinar un límite de desalineamiento admisible,
- 10 - diseñar un primer medio de electrodo que comprende dos electrodos substancialmente simétricos con dos respectivos primeros bordes enfrentados entre sí, que son lineales, paralelos y adaptados para ser dispuestos simétricamente sobre un eje longitudinal de manera que se forma un hueco entre ellos, y un segundo medio de electrodo que comprende un tercer electrodo que comprende una primera y una segunda sección situadas en lados opuestos del citado hueco e interconectadas por medio de una sección intermedia, encontrando una función $F(x)$, dependiente de un primer parámetro k y de un segundo parámetro A y siendo reflejado en espejo en el citado eje longitudinal ($-F(x)$), que determina la forma de la citada sección intermedia en lados opuestos del citado eje longitudinal de manera que la capacitancia equivalente será independiente del desalineamiento dentro del límite de desalineamiento dado.
- 15
- 20 15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14, caracterizado porque el primer parámetro (k) determina la forma o la curvatura de $F(x)$ y porque el segundo parámetro (A) es un medio de la anchura ($2A$) del segundo medio de electrodo, y porque el método comprende las etapas de:
- seleccionar el valor de uno de los citados parámetros,
 - calcular el valor del otro de los citados parámetros que usan el valor del parámetro seleccionado, y
- 25 - disponer los medios de electrodo primero y segundo en los dos lados de la capa dieléctrica, o
- disponer los medios de electrodo primero y segundo en los dos lados de una capa ferro eléctrica con una constante dieléctrica variable para proporcionar una disposición de varactor.





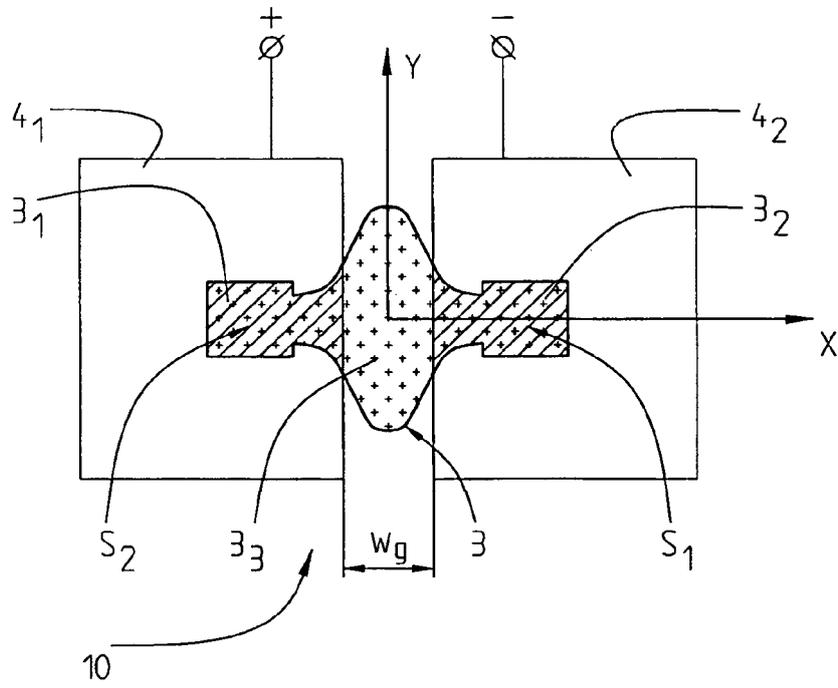


Fig. 2

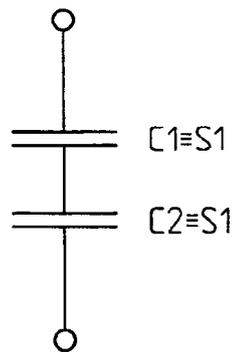


Fig. 2A

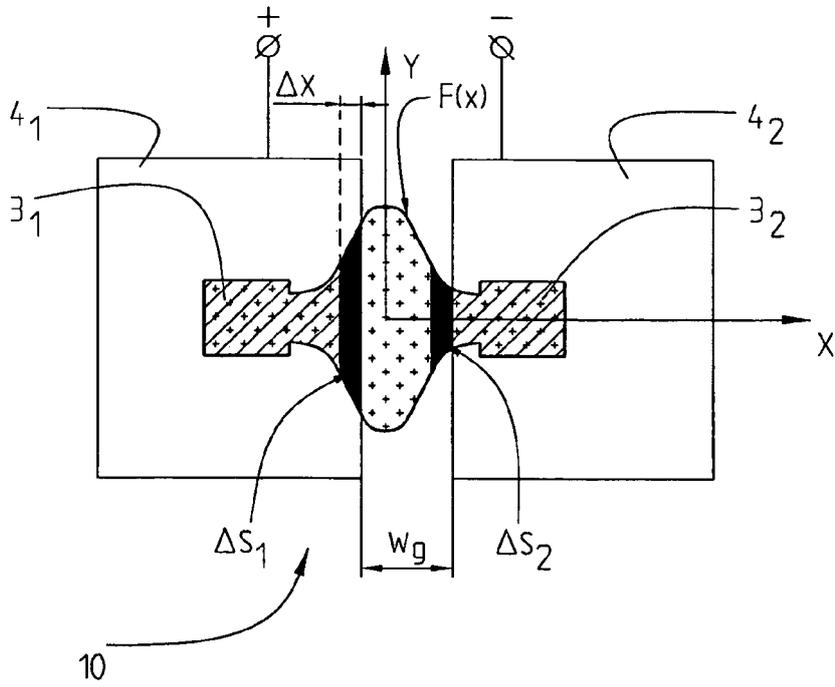


Fig. 3

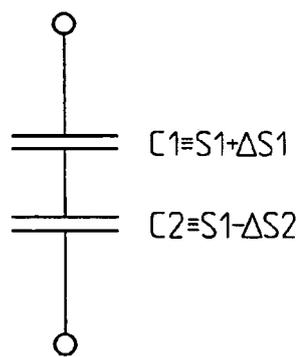


Fig. 3A

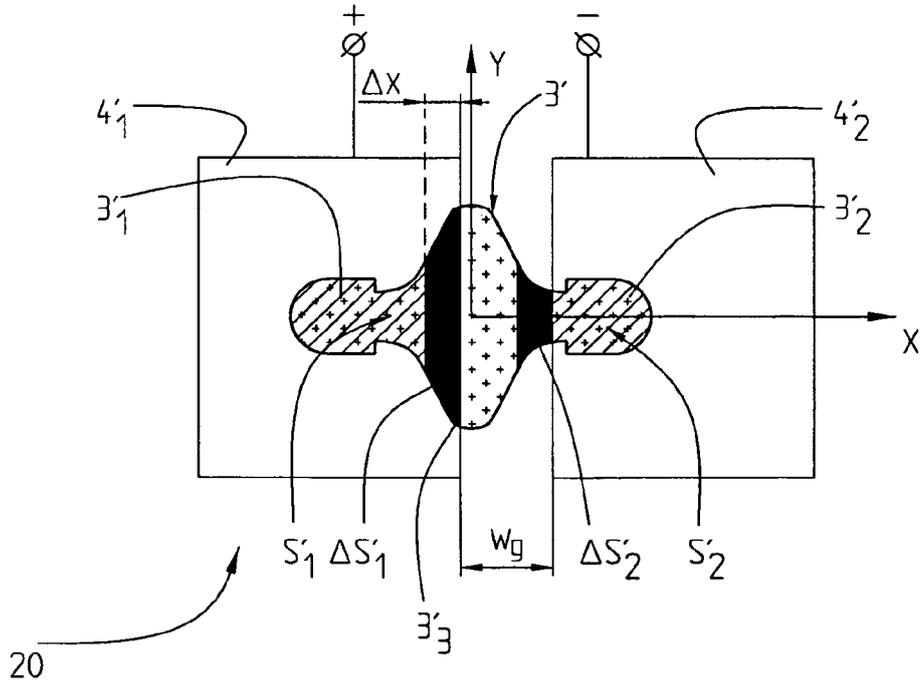


Fig. 4

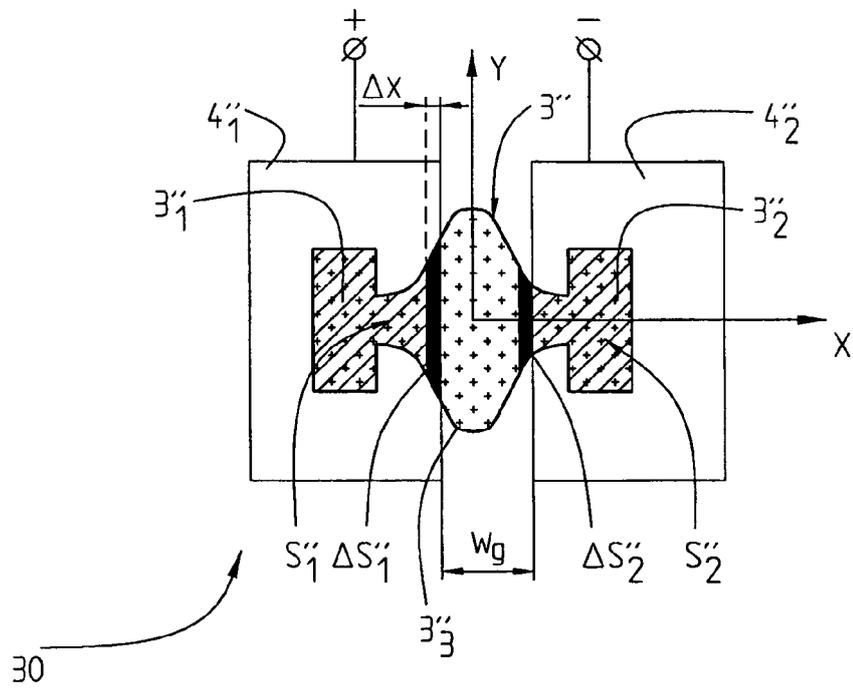


Fig. 5

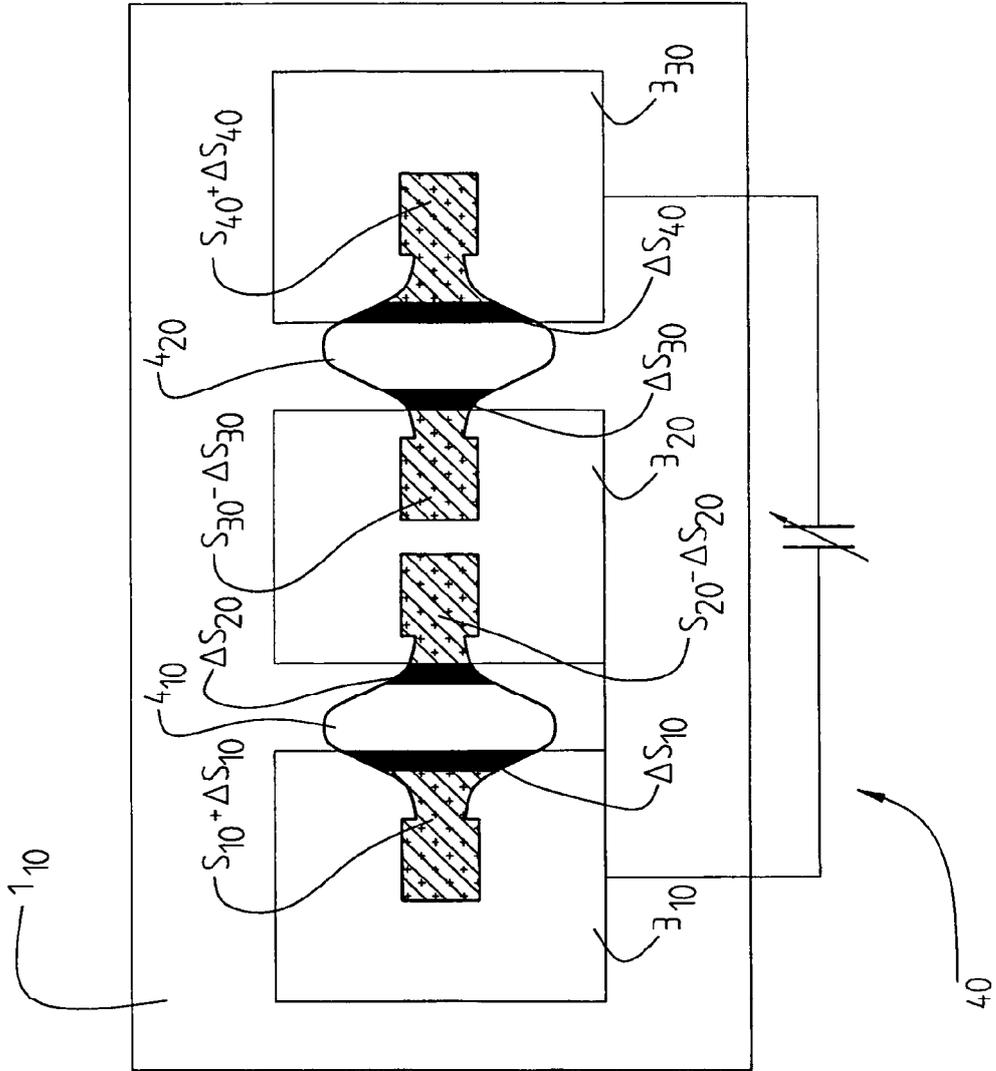


Fig. 6

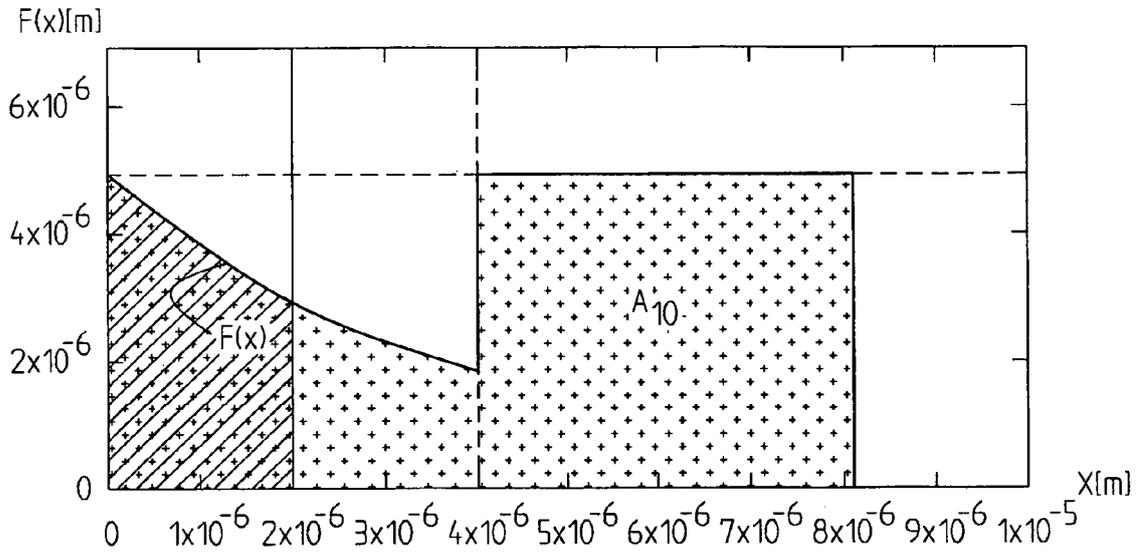


Fig. 7

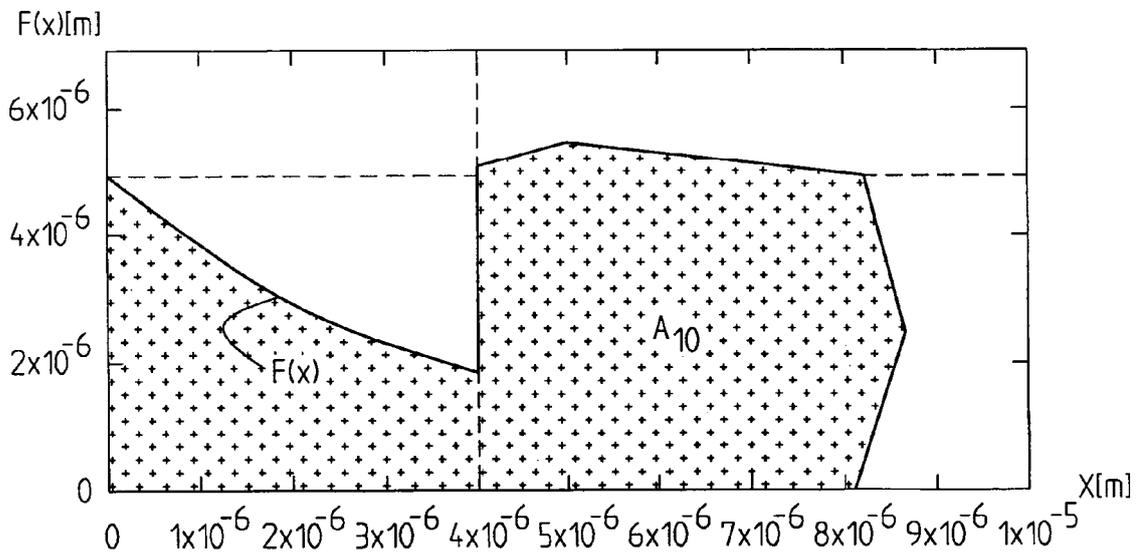


Fig. 8