



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 347 304**

51 Int. Cl.:
G01B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08785625 .8**

96 Fecha de presentación : **19.08.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2089668**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.08.2009**

54 Título: **Método para mediciones capacitivas de espesores sin contacto.**

30 Prioridad: **30.08.2007 DE 10 2007 040 940**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.10.2010

73 Titular/es: **Plast-Control GmbH**
Walter-Freitag-Strasse 15
42899 Remscheid, DE

72 Inventor/es: **Konermann, Stefan y**
Stein, Markus

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 347 304 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

Método para mediciones capacitadas de espesores sin contacto.

5 La invención se refiere a un método para mediciones capacitivas sin contacto del espesor de un material plano que se sitúa en el campo marginal de un condensador, con la medición simultánea de la anchura de una separación de aire entre el material plano y las placas del condensador.

10 En el documento EP 1 681 531 A1 se describe un método de este tipo. Un ejemplo típico para una aplicación de este método es la medición y el control por realimentación del espesor de una película en el proceso de extrusión de películas planas o películas de burbuja. Como la medición tiene lugar en el campo marginal del condensador y, por consiguiente, ambas placas del condensador están situadas en el mismo lado de la película, las mediciones se pueden realizar fácilmente también sobre películas de burbuja cerrada. Una medición sin contacto presenta la ventaja de que se evita que la superficie de la película sufra desperfectos ya que siempre está presente una cierta separación de aire
15 entre el cabezal de medición portador de las placas del condensador y la superficie de la película. No obstante, en este caso, la capacidad medida depende, no solamente del espesor de la película, sino también de la anchura de la separación de aire, ya que el campo marginal se hace más débil a medida que aumenta la distancia con respecto al condensador. Por esta razón, para poder calcular el espesor de la película a partir de la capacidad medida, también se debe medir la anchura de la separación de aire. Con este fin, el método conocido requiere un sensor óptico adicional.

20 El documento EP 1 318 376 A2 da a conocer un método en el que se miden las capacidades de dos condensadores que difieren en su distancia de las placas, de manera que sus campos marginales se debilitan a ritmos diferentes a medida que aumenta la distancia a los condensadores. El espesor de la película se calcula a partir del cociente entre estas dos capacidades medidas. Como este cociente es en gran medida independiente de las constantes dieléctricas del material de la película, no es necesario conocer la composición del material para la medición. No obstante, este método no es adecuado para una medición sin contacto, cuando no se conoce la anchura de la separación de aire, ya que el cociente de las capacidades no depende de la anchura de la separación de aire.

Un objetivo de la invención es proporcionar un método que permita una medición sin contacto más sencilla del espesor de una película.

30 Este objetivo se alcanza con un método según la reivindicación 1, en el que se miden las capacidades de dos condensadores, cuyos campos marginales se atenúan con ritmos diferentes hacia el material plano, y en el que tanto el espesor del material plano como la anchura de la separación de aire se determinan sobre la base de la condición de que, para cada condensador, la capacidad medida es igual al gradiente de capacidad integrado con respecto al espesor del material plano.

40 En este contexto, el gradiente de capacidad se define de la manera siguiente: si una hoja se acopla directamente a las placas del condensador por un lado, entonces la capacidad medida es una función del espesor de la película, es decir, la distancia x entre las placas del condensador y la superficie de la película más alejada del condensador. El gradiente de capacidad se define entonces como la derivada de esta función con respecto a x . La capacidad medida es la integral de este gradiente de capacidad con respecto al espesor del material plano. Esta relación es en general válida también para el caso en el que el material plano no se acople directamente al condensador sino que esté separado del mismo por una separación de aire. En este caso, la integral con respecto al espesor del material plano se define como
45 la integral con respecto a la distancia x , con la superficie del material plano encarada al condensador como límite de integración inferior y la superficie alejada del condensador como límite de integración superior.

Como se miden las capacidades de dos condensadores con gradientes de capacidad diferentes, cada una de las capacidades se debe igualar a una integral correspondiente en la que la longitud del intervalo de integración indica el espesor del material plano mientras que el lugar geométrico del límite de integración inferior indica la anchura de la separación de aire. De este modo, se obtienen dos ecuaciones independientes que, bajo ciertas condiciones que, sin embargo, en la práctica se cumplen de forma general, permiten calcular las dos incógnitas, es decir, el espesor del material plano y la anchura de la separación del aire. De este modo, no son necesarios unos medios sensores
50 adicionales para medir la anchura de la separación de aire.

55 Además, según la invención, con el método según la reivindicación 11 se puede medir una película de doble capa.

La invención se refiere asimismo a un dispositivo según la reivindicación 6, adecuado para llevar a cabo este método.

60 En las reivindicaciones subordinadas se indican otras evoluciones útiles de la invención.

Cuando los gradientes de capacidad de los dos condensadores se pueden describir, por lo menos aproximadamente, mediante términos de funciones algebraicas, por ejemplo, polinomios, las integrales correspondientes vienen dadas también por términos algebraicos, y el sistema de ecuaciones se puede resolver algebraicamente.

65 Según otra forma de realización, el sistema de ecuaciones se resuelve numéricamente. Esto se puede realizar, por ejemplo, de manera que las dos integrales se calculen en primer lugar numéricamente para una cierta anchura de la

ES 2 347 304 T3

separación de aire, que se supone que es conocida, y, a continuación, se varía la anchura de la separación de aire hasta que ambas integrales sean iguales a las capacidades medidas. En este proceso, resulta conveniente variar la anchura de la separación de aire según el método de una búsqueda binaria.

- 5 Antes de la medición, el sensor capacitivo se puede calibrar de tal manera que se elimine la cantidad con la que el aire contribuye a la capacidad de los condensadores.

10 En una forma modificada, el campo de aplicación del método también se puede ampliar a mediciones de espesores de películas bicapa, en las que la contribución de la segunda película se tiene en cuenta mediante integrales correspondientes. Esta variante del método es el objeto de la reivindicación independiente 11.

A continuación se explicarán ejemplos de formas de realización de la invención conjuntamente con los dibujos, en los que:

- 15 la figura 1 es una sección transversal esquemática de un dispositivo según la invención;

la figura 2 es una vista frontal de una serie de condensadores en el dispositivo según la figura 1;

- 20 la figura 3 es una vista esquemática en sección transversal de una película en la que penetra el campo marginal de un condensador;

las figuras 4 y 5 muestran unas curvas de capacidad para dos condensadores en la serie de condensadores según las figuras 1 y 2;

- 25 las figuras 6 y 7 muestran unas gráficas de funciones que describen los gradientes de capacidad de los dos condensadores;

la figura 8 es una sección transversal esquemática de una película que está separada del condensador de medición por una separación de aire; y

- 30 la figura 9 es un diagrama que explica una condición de unicidad para el método según la invención.

La figura 1 muestra, en una sección transversal esquemática, una parte de una película 10, por ejemplo, una película de burbuja, que se extruye desde una extrusora de películas de burbuja. El espesor de esta película 10 se medirá sin contacto por medio de un dispositivo 12 de medición capacitiva. Con este fin, un cabezal 14 de medición del dispositivo de medición está dispuesto en la periferia de la película de burbuja de tal manera que forma una separación estrecha 16 de aire con la película que es extraída continuamente hacia arriba. Para estabilizar la separación 16 de aire, el cabezal 14 de medición está conectado a un soplador 18 mediante el cual se sopla aire hacia fuera desde el cabezal 14 de medición en la dirección de la película 10 a través de aberturas 20. El cabezal de medición puede impulsarse ligeramente contra la película, de manera que la película “quedará suspendida” sobre un colchón de aire.

Integrada en la pared del cabezal 14 de medición encarada a la película 10 se encuentra una serie de condensadores que forma dos condensadores C1 y C2. Esta serie de condensadores se ha mostrado en una vista frontal en la figura 2. Por razones de simetría, el condensador C1 está formado por dos piezas de condensador que están dispuestas simétricamente con respecto al condensador C2. Una placa 22 de condensador exterior es común para ambos condensadores y tiene dos secciones recortadas mayores para las dos piezas de condensador C1 y una sección recortada menor para el condensador C2. En las dos secciones recortadas mayores se alojan unas placas 24 de condensador interiores que forman, cada una de ellas, una separación 26 entre placas relativamente amplia, con forma de marco, con la placa exterior. La capacidad entre las placas 22 y 24 de condensador constituye el condensador C1. Alojada en la sección recortada menor de la placa 22 de condensador se encuentra una placa 28 de condensador interior que forma, con la placa exterior, una separación 20 entre placas que tiene también forma de marco aunque es significativamente más estrecha. La capacidad entre las placas 22 y 28 de condensador constituye el condensador C2.

La figura 1 muestra los campos marginales 32 de los condensadores C1 y C2 que penetran a través de la película 10, de manera que en la capacidad de los condensadores influye la película, que actúa como dieléctrico. Se puede observar también que los campos marginales del condensador C1, debido a la separación 26 entre placas más amplia, penetran a mucha mayor profundidad a través de la película 10 que los campos marginales del condensador C2. De este modo, la película 10 influye de diferentes maneras en las capacidades de los dos condensadores.

Las placas 22, 24 y 28 de condensador están dispuestas sobre una placa 34 de circuito que está alojada dentro del cabezal 14 de medición y que es portador también de un circuito electrónico 36 de medición. El circuito 36 de medición mide las capacidades de los condensadores C1 y C2 según la manera conocida, y las señales de las mediciones son transmitidas hacia un sistema 38 de procesamiento de datos en el que las señales se procesan adicionalmente para determinar tanto la anchura de la separación 16 de aire como el espesor de la película 10 sobre la base de los datos medidos. A continuación se explicará este procedimiento más detalladamente.

La figura 3 muestra, en una sección transversal ampliada, una parte del condensador C1 y una película 40 que está en acoplamiento directo con las placas del condensador y tiene un grosor x_1 . La capacidad del condensador C1, que

ES 2 347 304 T3

tiene la separación entre placas más grande, se designará a continuación como g . La figura 4 muestra esta capacidad g en función del espesor de la película x . La capacidad aumenta al aumentar el espesor de la película, aunque el ritmo de aumento se va haciendo menos acusado, ya que el campo marginal 32 se atenúa al aumentar la distancia con respecto al condensador.

De una manera análoga, la figura 5 muestra la capacidad k del condensador C2, que presenta la separación entre placas más pequeña, en función del espesor de la película x . En este caso, la primera parte de la curva es más abrupta debido a que la intensidad del campo en la separación entre placas pequeña es mayor, aunque a continuación la curva se hace menos acusada más rápidamente debido a que el campo marginal del condensador C2 no penetra tan profundamente en el espacio y , por lo tanto, en caso de una película muy gruesa, ya no llegaría a las zonas más alejadas del condensador. Por esta razón, la curva $k(x)$ de la figura 5 tiene una curvatura mayor, mientras que la curva $g(x)$ de la figura 4 es más similar a una línea recta.

Si se considera que la película 40 de la figura 3 está constituida por una pluralidad de capas finas, entonces la capacidad total g de la película se compone con la suma de las contribuciones que son proporcionadas por las capas individuales. De este modo, para la película 40 que presenta el grosor x_1 , la capacidad g se puede calcular integrando el gradiente de capacidad $g'(x)$, es decir, la derivada de $g(x)$ con respecto a x , desde 0 a x_1 . Se aplica lo mismo para la capacidad k de condensador que tiene la separación entre placas más pequeña.

Las figuras 6 y 7 son representaciones gráficas de los gradientes de capacidad g' y k' . La figura 8 muestra, en una ilustración similar a la figura 3, la película 10 que forma la separación 16 de aire con el cabezal de medición. La película 10 tiene un grosor D , y la separación 16 de aire tiene una anchura L . Esta configuración se obtiene a partir de la configuración mostrada en la figura 3 omitiendo, de entre la pluralidad de capas por las que está compuesta la película 40, las capas que están más próximas al cabezal de medición, y sustituyéndolas con la separación 16 de aire. Por consiguiente, la capacidad g_L del condensador C1, determinada por la película 10 y la separación 16 de aire, se obtiene integrando el gradiente de capacidad g' (figura 6) desde L a $L+D$. La integral, y por lo tanto la capacidad g_L , viene dada por el área de la superficie de la zona rayada 42 de la figura 6.

No obstante, esta integral no permite determinar L y D de forma única, ya que existen innumerables combinaciones de estos valores que dan como resultado la misma integral, es decir, la misma área superficial bajo la curva, tal como se ha ilustrado mediante la zona 44 en la figura 6.

No obstante, si la integral del gradiente de capacidad k' para el condensador C2 y, por lo tanto, la capacidad k_L , que se mide para la misma película 10 y la misma separación 16 de aire, se calcula de una manera análoga, se dispone de dos integrales que se pueden igualar, cada una de ellas, con uno respectivo de los dos valores medidos:

$$g_L = \int_L^{L+D} g'(x) dx \quad (1)$$

$$k_L = \int_L^{L+D} k'(x) dx \quad (2)$$

La integral de la ecuación (2) se corresponde con el área superficial 46 de la figura 7. Normalmente, los valores para L y D se pueden calcular de forma única a partir de las dos ecuaciones (1) y (2). La condición para la unicidad se describirá posteriormente.

Una forma posible de calcular L y D consiste en describir los gradientes de capacidad g' y k' , que son conocidos para una configuración dada de los condensadores, mediante polinomios, por ejemplo, polinomios de cuarto o quinto orden. Entonces, las integrales de las ecuaciones (1) y (2) se pueden expresar en forma de términos algebraicos, de manera que se obtiene un sistema (no lineal) de ecuaciones con dos ecuaciones y dos incógnitas (L y D) que se puede resolver algebraicamente para L y D .

Como opción alternativa, el sistema de ecuaciones se puede resolver numéricamente. Esto se puede realizar, por ejemplo, de la manera siguiente: se comienza con la suposición (no muy realista) de $L=0$ y se calcula en primer lugar la integral de la ecuación (1), en la que la integración avanza desde 0 a lo largo del eje x hasta que la integral llega al valor medido g_L . El límite de integración al que se ha llegado así proporciona un valor preliminar para el espesor D de la película 10. A continuación, se calcula numéricamente desde 0 a D la integral de la ecuación (2). Si la suposición $L=0$ fuera correcta, entonces la integral obtenida tendría que coincidir con k_L . No obstante, en general esto no será así, sino que la integral será mayor que el valor medido (ya que k' es inicialmente muy elevado, véase la figura 7). A continuación, supóngase un valor para L que sea ligeramente mayor que 0 y repítase el procedimiento antes descrito, comenzando ahora la integración de g' en L y continuando hasta que la integral llegue al valor g_L . El intervalo de integración que se ha barrido de esta manera resulta en un valor nuevo para D , que a continuación se comprueba por medio de la ecuación (2). A continuación se realizan iteraciones de este procedimiento, y L ejecuta gradualmente un

ES 2 347 304 T3

barrido del intervalo total de valores de x desde 0 hasta valores cada vez mayores, hasta que se llega finalmente a un valor L en el que ambas integrales proporcionan el resultado correcto.

En la práctica, el procedimiento descrito anteriormente resultaría sin embargo relativamente complicado y, por lo tanto, el mismo se ha descrito en este caso principalmente por la razón de que ayuda a explicar bajo qué condiciones el procedimiento descrito genera un resultado único.

Para el $L=0$, tal como se ha descrito, el valor de la integral en la ecuación (2) será mayor que el valor medido k_L . A continuación, el valor de la integral se reducirá en la cantidad en la que se aumente L , hasta que finalmente se llegue a k_L . Para que el resultado sea único, se debe garantizar que el valor de la integral no aumente de nuevo y llegue a k_L una segunda vez cuando se incremente adicionalmente L . Es decir, la función

$$\Delta k(L) = \int_L^{L+D(L)} k'(x) dx$$

debe ser una función de L monótonamente decreciente. En este caso, $D(L)$ es una función de L ya que el intervalo de integración se selecciona siempre de tal manera que se cumpla la ecuación (1) para el valor medido de g_L .

En la figura 9, se han mostrado una vez más las curvas g y k de la figura 4 y 5 a una escala diferente y en un diagrama común. En el mismo, las cantidades Δg , Δk (integrales, respectivamente, según las ecuaciones (1) y (2)) y D (candidato al espesor de la película) se consideran como funciones de la anchura L de la separación de aire. $D(L)$ se define de tal manera que Δg se corresponde con el valor medido de g_L para cada L .

La condición de unicidad que se ha expuesto anteriormente también se puede expresar entonces de la manera siguiente: para dos valores arbitrarios L_1 , L_2 de L , con $L_1 < L_2$, se debe cumplir la siguiente condición:

$$\Delta k(L_1) > \Delta k(L_2)$$

Esta condición se cumple cuando la curva k de la figura 9 tiene una curvatura mayor que la curva g , es decir, cuando se cumple la siguiente expresión para todo L_1 , L_2 con $L_1 < L_2$:

$$\frac{\Delta k(L_1) / D(L_1)}{\Delta k(L_2) / D(L_2)} > \frac{\Delta g(L_1) / D(L_1)}{\Delta g(L_2) / D(L_2)}$$

Esto se puede mostrar de la manera siguiente: con $\Delta g(L_1) = \Delta g(L_2) = g_L$, la división de la anterior inecuación por $D(L_2)$ y la multiplicación por $D(L_1)$ da como resultado:

$$\Delta k(L_1) / \Delta k(L_2) > 1, \text{ y por consiguiente } \Delta k(L_1) > \Delta k(L_2)$$

Cuanto más rápido se atenúe el campo marginal 32 del condensador C_2 , mayor será la curvatura de la curva k . Se puede lograr una atenuación rápida del campo marginal, por un lado, reduciendo la separación 30 entre placas y, por otro lado, haciendo disminuir el área de la superficie de la placa 28 de condensador. De este modo, mediante una configuración adecuada de las placas del condensador se puede conseguir que el método produzca resultados únicos por lo menos en los intervalos, relevantes en la práctica, de valores de D y L .

Un método rápido y eficaz de determinar numéricamente D y L se basa en el principio conocido de una búsqueda binaria. En la misma, se selecciona un primer valor para L de modo que esté situado en el centro del intervalo relevante $[L_{\min}, L_{\max}]$ de valores posibles, y, a continuación, para este valor de L , se busca, según la manera que se ha descrito anteriormente, un valor D que cumpla una de las dos ecuaciones (1) y (2), por ejemplo, la ecuación (1), y se comprueba si también se cumple la otra ecuación (2). Dependiendo de si el valor de la integral obtenido es o no menor o mayor que la capacidad medida k , se toma un nuevo valor L que bisecta o bien el intervalo $[0, L_{\max}/2]$ o bien el intervalo $[L_{\max}/2, L_{\max}]$. En las siguientes etapas de iteración, se bisectan entonces una y otra vez los intervalos, de manera que, ya después de unas pocas etapas, se obtienen unas buenas aproximaciones para el valor real de L y, por lo tanto, también el valor correcto de D .

El método es adecuado asimismo para mediciones del espesor de una película de doble capa, en la que la segunda capa de la película sustituye a la separación de aire y, por lo tanto, se acopla directamente a los condensadores. A continuación, la determinación de L se corresponde con la determinación del espesor de la segunda capa de la

ES 2 347 304 T3

película. No obstante, en general, se debe tener en cuenta la constante dieléctrica de la segunda capa del material. Las ecuaciones (1) y (2) se sustituyen entonces por las siguientes ecuaciones:

$$g_L = \int_0^L r \cdot g'(x) dx + \int_L^{L+D} g'(x) dx \quad (1')$$

$$k_L = \int_0^L r \cdot k'(x) dx + \int_L^{L+D} k'(x) dx \quad (2')$$

en las que r es una constante que representa la relación de las constantes dieléctricas de las dos capas de la película.

REIVINDICACIONES

1. Método para la medición capacitiva sin contacto del espesor de un material plano (10) que se sitúa en el campo marginal (32) de un condensador (C1, C2), con una medición simultánea de la anchura L de una separación (16) de aire entre el material plano y las placas del condensador, **caracterizado** porque se miden las capacidades g_L , k_L de dos condensadores (C1, C2), cuyos campos marginales (32) se atenúan con ritmos diferentes hacia el material plano (10), y porque tanto el espesor D del material plano (10) como la anchura L de la separación (16) de aire se determinan sobre la base de la condición de que, para cada condensador (C1, C2), la capacidad medida (g_L , k_L) es igual a la integral del gradiente de capacidad (g' , k') conocido respectivo con respecto al espesor del material plano (10).

2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque, mediante términos de funciones algebraicas, se obtienen aproximaciones de los gradientes de capacidad g' , k' , como funciones de la distancia x a los condensadores (C1, C2), y las ecuaciones

$$g_L = \int_L^{L+D} g'(x) dx \quad (1)$$

$$k_L = \int_L^{L+D} k'(x) dx \quad (2)$$

se resuelven algebraicamente.

3. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque las integrales de los gradientes de capacidad g' , k' se calculan numéricamente.

4. Método según la reivindicación 3, **caracterizado** porque las ecuaciones

$$g_L = \int_L^{L+D} g'(x) dx \quad (1)$$

$$k_L = \int_L^{L+D} k'(x) dx \quad (2)$$

se resuelven numéricamente.

5. Método según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la solución numérica se halla según el principio de una búsqueda binaria.

6. Aparato para la medición capacitiva sin contacto del espesor de un material plano (10), que comprende un cabezal (14) de medición dispuesto para formar una separación (16) de aire con dicho material plano (10), **caracterizado** porque por lo menos dos condensadores (C1, C2) están dispuestos de manera que los campos marginales (32) de los mismos se atenúan hacia el material plano (10) a ritmos diferentes, y porque un sistema (38) de procesamiento de datos está configurado para determinar tanto el espesor (D) del material plano (10) como la anchura (L) de la separación (16) de aire, sobre la base de la condición de que, para cada condensador (C1, C2), la capacidad medida (g , k) es igual a la integral del gradiente de capacidad (g' , k') conocido respectivo con respecto al espesor del material plano.

7. Aparato según la reivindicación 6, **caracterizado** porque los dos condensadores (C1, C2) presentan unas separaciones (26, 30) entre placas con anchuras diferentes.

8. Aparato según la reivindicación 6 ó 7, **caracterizado** porque los condensadores (C1, C2) son diferentes en cuanto al área de la superficie de sus placas (24, 28) de condensador.

9. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado** porque uno de los dos condensadores (C1) presenta dos placas (24) de condensador con la misma polaridad que están rodeadas por una placa (22) de condensador exterior y están dispuestas simétricamente con respecto al otro condensador (C2).

ES 2 347 304 T3

10. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado** porque el cabezal (14) de medición comprende un soplador (18) y un sistema (20) de conductos para soplar aire hacia la separación (16) de aire.

5 11. Método para la medición capacitiva del espesor de dos capas (10, 16) de material dispuestas adyacentes una a la otra, encaradas, y en un campo marginal (32) de un condensador (C1, C2) y que presentan unas constantes dieléctricas diferentes, **caracterizado** porque se miden las capacidades (g_L , k_L) de dos condensadores (C1, C2) que están dispuestos directamente adyacentes a una (16) de las dos capas de material, y cuyos campos marginales (32) se atenúan hacia las capas (10, 16) de material a ritmos diferentes, y porque los espesores (D y L) de ambas capas (10, 16) de material se determinan sobre la base de la condición de que, para cada condensador (C1, C2), la capacidad medida
10 (g_L , k_L) es igual a la suma de las integrales del gradiente (g' , k') de capacidad respectivo conocido con respecto a los espesores de las dos capas (10, 16) de material por separado.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

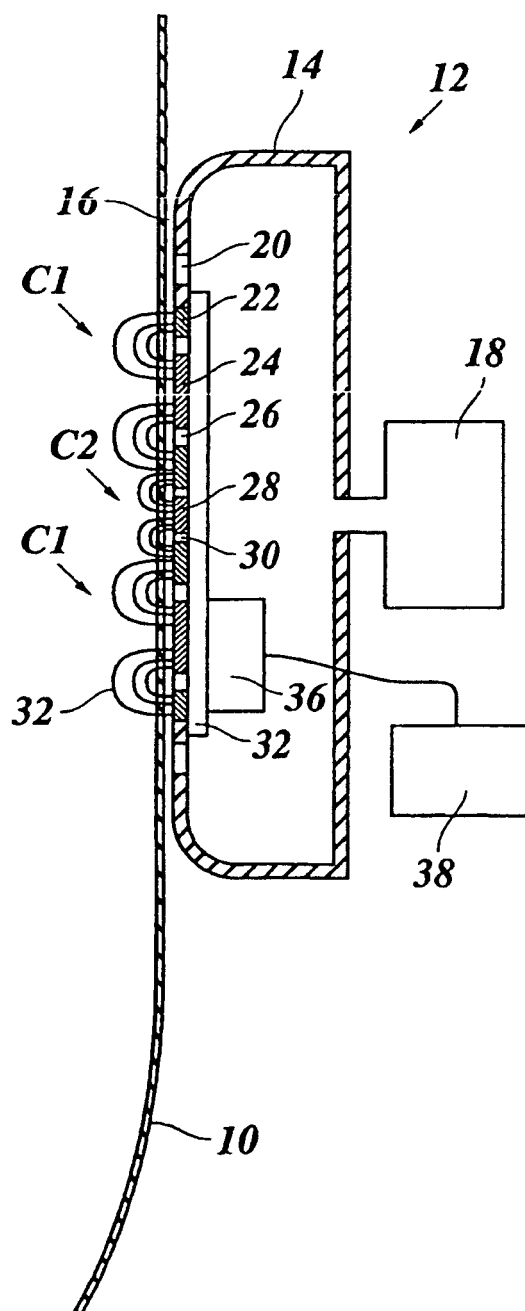


Fig. 2

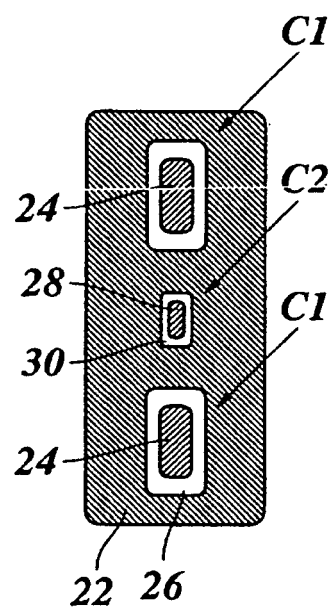


Fig. 3

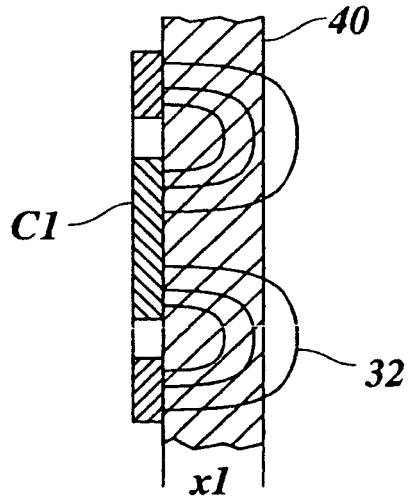


Fig. 4

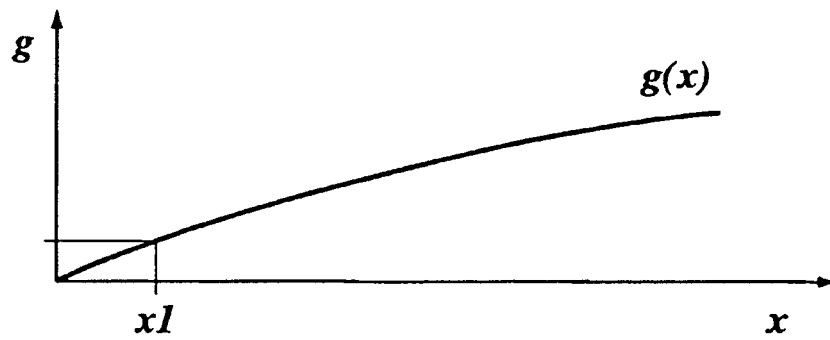


Fig. 5



Fig. 6

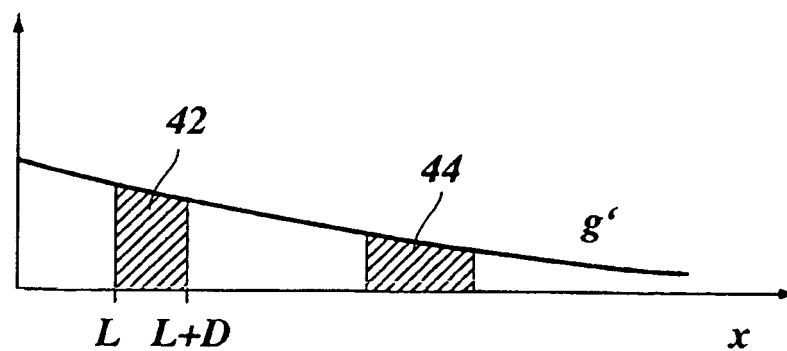


Fig. 7

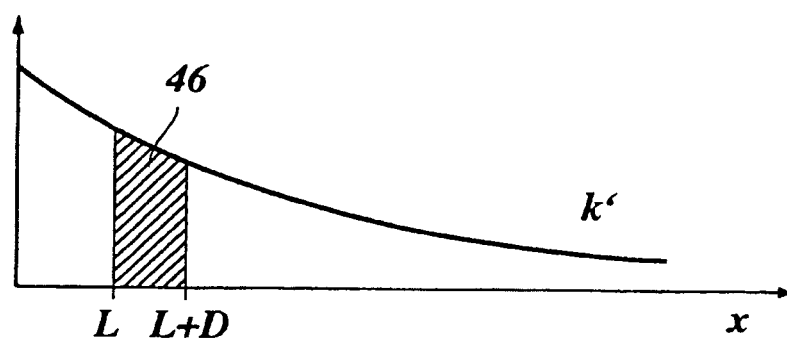


Fig. 8

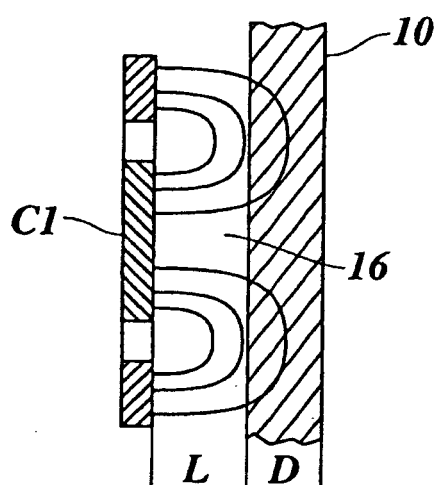


Fig. 9

