

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 454**

51 Int. Cl.:

**G01B 7/06** (2006.01)

**B07C 5/00** (2006.01)

**G01N 27/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2013 PCT/JP2013/075630**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14050782**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2013 E 13841942 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2889574**

54 Título: **Dispositivo de inspección de espesor de pared**

30 Prioridad:

**28.09.2012 JP 2012217308**

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

**25.07.2017**

73 Titular/es:

**NIHON YAMAMURA GLASS CO., LTD (100.0%)  
15-1 Nishimukojima-cho  
Amagasaki-shi, Hyogo 660-8580, JP**

72 Inventor/es:

**TANAKA, NAOHIRO y  
TAMBO, GORO**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 626 454 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

Dispositivo de inspección de espesor de pared.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo de inspección de espesor de pared para inspeccionar el espesor de pared de una parte de un objeto que va a inspeccionarse tal como una botella mediante la puesta en contacto de un sensor con la parte de la superficie del objeto. Específicamente, la presente invención se refiere a un dispositivo de inspección de espesor de pared que puede inspeccionar de manera precisa el espesor de pared de una botella incluso si el cuerpo de la botella presenta una superficie periférica sin ningún grado de curvatura uniforme por toda la periferia a lo largo de la dirección circunferencial, tal como una botella que, al observarse de manera plana, presenta un cuerpo formado en una forma cuadrada (a continuación en la presente memoria, denominada "botella cuadrada") o en una forma elíptica (a continuación en la presente memoria, denominada "botella elíptica").

**Antecedentes de la invención**

Por ejemplo, se fabrican de manera sucesiva botellas a través de una pluralidad de secciones de máquinas de elaboración de botellas en una planta de fabricación de botellas. Mientras se transportan a una etapa final del proceso de envuelta, las botellas pasan a través de líneas de inspección, y se lleva a cabo la inspección para la presencia o ausencia de defectos y así sucesivamente. Como un dispositivo de inspección de botellas instalado en este tipo de línea de inspección, una pluralidad de estaciones de inspección está dispuesta alrededor de una rueda estrellada. Una rueda 8 estrellada ilustrada en la figura 17 está provista de una pluralidad de rebajes 80 en la superficie periférica exterior, y una botella 10 introducida cada rebaje 80 se alimenta de manera secuencial a cada estación de inspección según la rotación intermitente de la rueda 8 estrellada. En una estación de inspección para inspeccionar el espesor de pared de la botella 10, la botella 10 que va a inspeccionarse se soporta en el centro rotacional en la superficie superior de una mesa de soporte, y mediante la rotación axial de la botella 10 alrededor del eje central utilizando un mecanismo de accionamiento rotativo, el espesor de pared de la botella 10 se mide por toda la periferia de la misma, y por tanto se determina la calidad de la botella 10.

Se utiliza un detector de capacidad electrostática 9 como este tipo de dispositivo de inspección de espesor de pared, para detectar la capacidad electrostática entre el patrón de electrodo de un electrodo de medición y el patrón de electrodo de un electrodo de tierra con una unidad sensora 90 puesta en contacto con la superficie de la botella 10 (por ejemplo, véase un documento de patente 1). El detector de capacidad electrostática 9 está provisto de un cuerpo elástico 91 que empuja la unidad sensora 90 hacia la superficie de la botella 10, y por tanto incluso si la botella 10 se hace vibrar, el cuerpo elástico 91 absorbe la vibración para mantener de manera estable el estado de contacto entre la unidad sensora 90 y la superficie de la botella 10.

La unidad sensora 90 está formada uniendo una lámina de electrodo 93 realizada a partir de resina sintética, que presenta un patrón de electrodo formado en la misma, a la superficie de un sustrato de unión 92 de tipo cinta curvado por toda la longitud. Se detecta una capacidad electrostática de una parte de la botella 10 con la que la unidad sensora 90 se pone en contacto entre el patrón de electrodo del electrodo de medición y el patrón de electrodo del electrodo de tierra, mientras que la salida de detección de la capacidad electrostática se introduce en una unidad aritmética y de control (no mostrada) y se convierte en un espesor de pared.

**Técnica relacionada**Documento de patente

*Documento de patente 1*

Publicación de patente japonesa nº 3416084

55 **Sumario de la invención**Problema que va a resolverse mediante la invención]

Cuando un objeto que va a inspeccionarse es una botella redonda 10 con un cuerpo cilíndrico tal como se muestra en la figura 17, el grado de curvatura de la superficie periférica del cuerpo a lo largo de la dirección circunferencial es uniforme por toda la periferia de la botella 10. Por este motivo, el estado de contacto entre la unidad sensora 90 y la superficie periférica exterior de la botella 10 se mantiene para ser constante. Por el contrario, si el objeto que va a inspeccionarse es una botella cuadrada 10A tal como se muestra en las figuras 18, 19, el grado de curvatura de la superficie periférica del cuerpo a lo largo de la dirección circunferencial no es uniforme por toda la periferia de la botella 10A. Por tanto, la relación posicional relativa entre la superficie de la botella cuadrada 10A y el patrón de electrodo de la unidad sensora 90 se varía entre un estado en el que la

unidad sensora 90 entra en contacto con una parte opuesta 11 que es casi plana con un pequeño grado de curvatura (mostrada en la figura 18(1)) y un estado en el que la unidad sensora 90 entra en contacto con una parte de esquina 12 con un gran grado de curvatura (mostrada en las figuras 18(2), 18(3)). Como resultado, incluso si el espesor de pared de la botella cuadrada 10A es uniforme por toda la periferia, las capacidades electrostáticas detectadas presentan diferentes valores en función de las partes de una botella de modo que el espesor de pared de la botella cuadrada 10A se reconoce de manera errónea.

De manera similar, en un caso en el que un objeto que va a inspeccionarse es una botella elíptica 10B tal como se muestra en la figura 20, el grado de curvatura de la superficie periférica del cuerpo a lo largo de la dirección circunferencial no es uniforme por toda la periferia de la botella 10B. Por tanto, la relación posicional relativa entre la superficie de la botella elíptica 10B y el patrón de electrodo de la unidad sensora 90 se varía entre un estado en el que la unidad sensora 90 entra en contacto con una parte de diámetro corto suavemente curvada 13 y un estado en el que la unidad sensora 90 entra en contacto con una parte de diámetro largo marcadamente curvada 14. Como resultado, incluso si el espesor de pared de la botella elíptica 10B es uniforme por toda la periferia, las capacidades electrostáticas detectadas presentan diferentes valores en función de las partes.

Las figuras 21(1), 21(2) ilustran los resultados de medición del espesor de pared en la parte extrema superior del cuerpo de la botella cuadrada 10A por toda la periferia. En la figura 21(1), un gráfico de líneas I muestra valores medidos del espesor de pared de una botella por toda la periferia (a continuación en la presente memoria, denominado "valor de referencia") que se adquirieron midiendo el espesor de pared de la botella cuadrada 10A en cada ángulo prescrito con una galga mecánica (por ejemplo, galga 100 de cuadrante de espesor descrita a continuación), y un gráfico de líneas K muestra valores medidos del espesor de pared de una botella por toda la periferia que se adquirieron midiendo el espesor de pared de la botella cuadrada 10A en cada ángulo prescrito con un dispositivo de inspección de espesor de pared utilizando un detector de condensador electrostático 9 mostrado en la figura 17. Además, en la figura 21(2), un gráfico de líneas Q muestra errores de medición en cada ángulo para los valores medidos K con respecto a los valores de referencia I. Los errores de medición en las partes opuestas 11 presentan valores pequeños, mientras que los errores de medición en las partes de esquina 12 presentan valores grandes.

Las figuras 22(1), 22(2) ilustran los resultados de medición del espesor de pared en la parte extrema inferior del cuerpo de la botella cuadrada 10A por toda la periferia. En la figura 22(1), 22(2) un gráfico de líneas I muestra valores medidos del espesor de pared de una botella por toda la periferia (a continuación en la presente memoria, denominado "valor de referencia") que se adquirieron midiendo el espesor de pared de la botella cuadrada 10A en cada ángulo prescrito con una galga mecánica (por ejemplo, galga 100 de cuadrante de espesor descrito a continuación), y un gráfico de líneas K muestra valores medidos del espesor de pared de una botella por toda la periferia que se adquirieron midiendo el espesor de pared de la botella cuadrada 10A en cada ángulo prescrito con un dispositivo de inspección de espesor de pared utilizando un detector de condensador electrostático 9 mostrado en la figura 17. Además, un gráfico de líneas Q muestra errores de medición en cada ángulo para los valores medidos K con respecto a los valores de referencia I. Los errores de medición en las partes opuestas 11 presentan valores pequeños, mientras que los errores de medición en las partes de esquina 12 presentan valores grandes.

Aunque no se muestra en los dibujos, errores en la medición de espesor de pared difieren en función de la parte de medición incluso para la botella elíptica 10B de modo que los errores de medición en la parte de diámetro largo marcadamente curvada 14 se hacen más superiores a los errores de medición en la parte de diámetro corto suavemente curvada 13.

Además, cuando la botella cuadrada 10A realiza la transición desde un estado en el que la unidad sensora está en contacto con la parte opuesta 11 (un estado mostrado en la figura 18(1)) hasta un estado en el que la unidad sensora está en contacto con la parte de esquina 12 (un estado mostrado en la figura 18(3)), la unidad sensora 90 se tira en una dirección rotacional de la botella cuadrada 10A (mostrada en un flecha a en los dibujos) de modo que el cuerpo elástico 91 podría comprimirse y deformarse mientras se distorsiona en la dirección rotacional a. Cuando se produce una deformación de este tipo, la posición de contacto en la que la unidad sensora 90 está en contacto con la parte opuesta 11 se cambia desde la posición de contacto en la que la unidad sensora 90 está en contacto con la parte de esquina 12 en la superficie periférica exterior de la botella 10A. La deformación no sólo provoca la variación en los valores de medición de espesor de pared, sino que también provoca un problema de que la unidad sensora 90 no puede seguir la rotación de la botella cuadrada 10A cuando la posición de contacto en la que la unidad sensora 90 está en contacto con la superficie periférica exterior de la botella 10A posteriormente realiza la transición desde la parte de esquina 12 hasta la parte opuesta 11. Esto es porque la fuerza restauradora elástica del cuerpo elástico 91 no es suficiente en un caso en el que la diferencia de curvatura entre la parte opuesta 11 y la parte de esquina 12 en la botella 10A es grande, o incluso si la diferencia es pequeña, la velocidad rotacional de la botella 10A es grande. Por este motivo, podría producirse un fenómeno de que la unidad sensora 90 pierde el contacto con la superficie periférica exterior de la botella cuadrada 10A (a continuación en la presente memoria, denominado "fenómeno de salto") de modo que podrían generarse partes en las que no puede medirse el espesor de pared (mostradas en líneas de puntos en los dibujos).

La presente invención se ha realizado en vista del problema mencionado anteriormente, y el objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo de inspección de espesor de pared que puede inspeccionar de manera precisa el espesor de pared de una botella por toda la periferia con poco cambio en la relación posicional relativa entre la superficie de un objeto que va a inspeccionarse y un patrón de electrodo incluso si el objeto que va a inspeccionarse no presenta un grado de curvatura constante para la superficie periférica por toda la periferia de la parte de cuerpo a lo largo de la dirección circunferencial tal como una botella cuadrada o una botella elíptica.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de inspección de espesor de pared que no provoca un fenómeno de salto en que la unidad sensora podría perder el contacto con la superficie periférica exterior de una parte del objeto sometido a la inspección de espesor de pared.

Medios para resolver el problema

Un dispositivo de inspección de espesor de pared según la presente invención incluye un detector de capacidad electrostática para detectar la capacidad electrostática de una parte de un objeto sometido a una inspección de espesor de pared, y una unidad aritmética y de control para registrar la capacidad electrostática detectada por el detector de capacidad electrostática y convertir la capacidad electrostática en un espesor de pared. El detector de capacidad electrostática incluye una unidad sensora puesta en contacto con la superficie de una parte del objeto sometido a la inspección de espesor de pared y un cuerpo elástico para pretensar la unidad sensora hacia la parte del objeto. La unidad sensora presenta una superficie curvada que presenta el radio R de curvatura representada por  $2 \text{ mm} \leq R \leq 10 \text{ mm}$ . La superficie curvada está formada uniendo una lámina de electrodo realizada a partir de resina sintética que tiene cada patrón de electrodo formado en la misma a un sustrato de unión de tipo cinta de modo que por lo menos el patrón de electrodo de un electrodo de medición de entre el patrón de electrodo del electrodo de medición y el patrón de electrodo de un electrodo de tierra está posicionado sobre la superficie de una parte curvada del sustrato de unión.

Por ejemplo, cuando el espesor de pared de una botella se inspecciona utilizando el dispositivo de inspección de espesor de pared que presenta la configuración mencionada anteriormente, el radio R de curvatura de la unidad sensora se ajusta al mínimo valor posible, y por tanto incluso si un objeto que va a inspeccionarse podría no presentar la superficie periférica del cuerpo con el grado de curvatura uniforme a lo largo de la dirección circunferencial por toda la periferia del mismo como con una botella cuadrada, la relación posicional relativa entre la superficie del objeto que va a inspeccionarse y el patrón de electrodo de la unidad sensora varía poco entre un estado en el que la unidad sensora está en contacto con una parte opuesta casi plana que presenta un pequeño grado de curvatura y un estado en el que la unidad sensora está en contacto con una parte de esquina que presenta un gran grado de curvatura. Como resultado, puede evitarse que los valores detectados de capacidades electrostáticas varíen en función de las partes a pesar del hecho de que el espesor de pared del objeto que va a inspeccionarse presenta el mismo valor por toda la periferia, y por tanto es posible evitar el reconocimiento erróneo del espesor de pared.

En una forma de realización preferible según la presente invención, la lámina de electrodo está unida al sustrato de unión desde la superficie frontal hasta la superficie trasera del mismo, formándose cada patrón de electrodo de modo que el patrón de electrodo del electrodo de medición está situado en la superficie frontal del sustrato de unión y el patrón de electrodo del electrodo de tierra está situado en la superficie trasera del sustrato de unión.

Según esta forma de realización, pueden almacenarse muchas cargas eléctricas en una parte de un objeto sometido a una inspección de espesor de pared en comparación con los que presentan tanto el patrón de electrodo de un electrodo de medición y el patrón de electrodo de un electrodo de tierra situados en la superficie frontal de un sustrato de unión. Como resultado, puede aumentarse la sensibilidad de medición para la capacidad electrostática.

En una forma de realización preferible según la presente invención, el cuerpo elástico está formado de esponja en forma de abanico o espuma de celda abierta que presenta un espesor constante; el sustrato de unión está unido a una primera superficie extrema lateral del cuerpo elástico con la parte curvada orientada hacia el exterior; y una segunda superficie extrema lateral del cuerpo elástico está unida a una placa de circuito impreso de modo que todo el cuerpo elástico se expande y se contrae con el pivote del abanico como un fulcro.

En esta forma de realización, por ejemplo, en un caso en el que la unidad sensora se pone en contacto con la superficie periférica exterior de una botella cuadrada, cuando el estado de la unidad sensora en contacto con la superficie de la botella realiza la transición desde un estado en el que la unidad sensora está en contacto con la parte de superficie opuesta de la botella hasta un estado en el que la unidad sensora está en contacto con la parte de esquina según la rotación de la botella cuadrada, incluso si se tira de la unidad sensora en la dirección rotacional de la botella, todo el cuerpo elástico se comprime y deforma con el fulcro como el centro sin distorsionarse en la dirección rotacional. Por tanto, la posición de contacto de la unidad sensora con respecto a la superficie periférica exterior de la botella cuadrada es casi la misma si la posición de contacto está en la parte de esquina o la parte de superficie opuesta. Además, cuando la posición de contacto de la unidad sensora con

respecto a la superficie periférica exterior de la botella cuadrada realiza la transición desde la parte de esquina hasta la parte de superficie opuesta, como el cuerpo elástico se comprime y deforma sin distorsionarse en la dirección rotacional, nunca se perderá la fuerza restauradora del cuerpo elástico. La fuerza restauradora actúa de manera eficaz en la dirección hacia la botella cuadrada, y como resultado, la unidad sensora se mueve siguiendo la rotación de la botella cuadrada, de modo que puede evitarse un fenómeno de salto en que la unidad sensora pierde el contacto con la superficie periférica exterior de la botella cuadrada.

Efecto sobre la invención

La presente invención posibilita llevar a cabo la inspección de espesor de pared precisa por toda la periferia de un objeto que va a inspeccionarse incluso para botellas tales como botellas cuadradas y botellas elípticas que no presentan grado de curvatura uniforme en la dirección circunferencial de la superficie periférica del cuerpo por toda la periferia sin provocar un cambio significativo en la relación posicional relativa entre la superficie del objeto que va a inspeccionarse y un patrón de electrodo.

Adicionalmente, en una forma de realización preferible, el cuerpo elástico se constituye utilizando esponja en forma de abanico o espuma de celda abierta que presenta un espesor constante, y por tanto puede evitarse un fenómeno de salto en que una unidad sensora pierde el contacto con la superficie del objeto que va a inspeccionarse.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista frontal que ilustra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de inspección de espesor de pared según una forma de realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista frontal que ilustra una estructura de un detector de capacidad electrostática.

La figura 3 es una vista lateral ampliada que ilustra una estructura de una unidad sensora en un detector de capacidad electrostática.

La figura 4 es una vista en planta que ilustra un patrón de electrodo formado en una lámina de electrodo.

La figura 5 es una vista en perspectiva ampliada que ilustra un estado en el que una lámina de electrodo está unida a un sustrato de unión.

La figura 6 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea A-A en la figura 5.

La figura 7 es una vista en sección transversal que ilustra otra forma de realización de un patrón de electrodo.

La figura 8 es una vista que ilustra una curva de conversión de espesor de pared para convertir capacidades electrostáticas detectadas en espesores de pared.

La figura 9 es una vista que ilustra resultados de medición y los errores de medición de los mismos de espesor de pared para una pluralidad de tipos de muestra que presentan un espesor de 2 mm utilizando una pluralidad de tipos de detectores de capacidad electrostática.

La figura 10 es una vista que ilustra resultados de medición y los errores de medición de los mismos de espesor de pared para una pluralidad de tipos de muestra que presentan un espesor de 1 mm utilizando una pluralidad de tipos de detectores de capacidad electrostática.

La figura 11 es una vista frontal que ilustra la estructura de una galga mecánica utilizada para medir un espesor de pared.

La figura 12 es una vista para ilustrar un estado de medición de un espesor de pared utilizando un detector de capacidad electrostática convencional.

La figura 13 es una vista para ilustrar un estado de medición de un espesor de pared utilizando un detector de capacidad electrostática según la presente invención.

La figura 14 es una vista para ilustrar resultados de medición de un espesor de pared para la parte extrema superior del cuerpo de una botella cuadrada utilizando un detector de capacidad electrostática según la presente invención.

La figura 15 es una vista para ilustrar resultados de medición de un espesor de pared para la parte extrema inferior del cuerpo de una botella cuadrada utilizando un detector de capacidad electrostática según la presente invención.

La figura 16 es una vista para ilustrar resultados de medición de un espesor de pared para una botella elíptica utilizando un detector de capacidad electrostática según la presente invención.

5 La figura 17 es una vista en planta que ilustra la estructura de un detector de capacidad electrostática utilizado para un dispositivo de inspección de espesor de pared convencional para una botella.

La figura 18 es una vista en planta que ilustra estados de inspección de espesor de pared para una botella cuadrada utilizando el detector de capacidad electrostática mostrado en la figura 17.

10 La figura 19 es una vista en perspectiva que ilustra una muestra de una botella cuadrada.

La figura 20 es una vista en perspectiva que ilustra una muestra de una botella elíptica.

15 La figura 21 es una vista para ilustrar resultados de medición de un espesor de pared para la parte extrema superior del cuerpo de una botella cuadrada utilizando un detector de capacidad electrostática convencional.

20 La figura 22 es una vista para ilustrar resultados de medición de un espesor de pared para la parte extrema inferior del cuerpo de una botella cuadrada utilizando un detector de capacidad electrostática convencional.

### Modo de llevar a cabo la invención

25 La figura 1 muestra una estructura global de un dispositivo 1 de inspección de espesor de pared según una forma de realización de la presente invención. El dispositivo 1 de inspección de espesor de pared ilustrada en el dibujo se utiliza para inspeccionar el espesor de pared de una botella de vidrio, pero se limita a esto, el dispositivo 1 de inspección de espesor de pared puede utilizarse para inspeccionar el espesor de pared de una botella de resina sintética. También, es posible inspeccionar no sólo el espesor de pared de una botella sino también el espesor de pared de varios tipos de recipientes, y el espesor de pared de un cuerpo de tipo placa.

30 El dispositivo 1 de inspección de espesor de pared mostrado en el dibujo inspecciona la botella cuadrada 10A mostrada en la figura 19, que se sitúa en una cualquiera de una pluralidad de estaciones de inspección previstas alrededor de una rueda estrellada (no mostrada). El dispositivo 1 de inspección de espesor de pared como un ejemplo ilustrado es adecuado para la inspección de espesor de pared de la botella cuadrada 10A, pero también es preferentemente adecuado para la inspección de espesor de pared de la botella elíptica 10B mostrado en la  
35 figura 20. Adicionalmente, la forma del cuerpo de la botella cuadrada 10A no se limita a cuadriláteros en una vista en planta, sino que puede incluir pentágonos, hexágonos y así sucesivamente. Una pluralidad de rebajes está prevista en la superficie periférica exterior de la rueda estrellada, y botellas cuadradas 10A (a continuación en la presente memoria, denominadas simplemente "botella") introducidas en cada rebaje se alimentan de manera secuencial a cada estación de inspección mientras están restringiéndose en los rebajes según la  
40 rotación intermitente de la rueda estrellada.

En una estación de inspección en la que se instala el dispositivo 1 de inspección de espesor de pared, la botella 10A que va a inspeccionarse se soporta en el centro de rotación de una mesa de soporte horizontal 20 y que  
45 puede rotarse. La botella 10A se rota de manera axial alrededor del eje c central de la botella 10A mediante un mecanismo 2 de accionamiento rotativo, con lo que el espesor de pared de la botella 10A se inspecciona por toda la periferia. El mecanismo 2 de accionamiento rotativo en el ejemplo ilustrado está constituido por la mesa de soporte 20, un rodillo de accionamiento 21 puesto en contacto con la superficie periférica exterior de la boca de la botella 10A soportada en la mesa de soporte 20 para rotar la botella 10A con una fuerza de fricción durante  
50 la rotación, un par de rodillos accionados 22, 23 para soportar la boca de la botella 10A interpuesta entre el rodillo de accionamiento 21 y los rodillos accionados 22, 23, y un dispositivo de accionamiento (no mostrado) para rotar el rodillo de accionamiento 21. El mecanismo 2 de accionamiento rotativo puede rotar directamente la mesa de soporte 20.

La figura 1 muestra un estado en el que el espesor de pared de la botella 10A se mide e inspecciona  
55 simultáneamente en dos posiciones de la parte superior y la parte inferior del cuerpo. Sin embargo, el espesor de pared puede medirse en una única posición o tres o más posiciones. Al medir el espesor de pared simultáneamente en dos posiciones, se conectan dos detectores de capacidad electrostática 4, 4 al cuerpo principal 3 del dispositivo a través de cordones 30, 30 de alambre respectivamente. Un monitor 31 para visualizar  
60 varios tipos de datos tales como resultados de inspección, una unidad de funcionamiento 32 en la que se disponen una pluralidad de interruptores de palanca, lámparas de visualización y así sucesivamente están previstos en la cara frontal del cuerpo principal 3. Cada detector de capacidad electrostática 4 está respectivamente amarrado a mesas de fijación 34, 35 que están previstas de manera que pueden levantarse a lo largo de una base 33 de montaje erigido verticalmente. Las salidas de detección como valores analógicos detectados por cada detector de capacidad electrostática 4, 4 se muestrean en un ciclo de muestreo prescrito y  
65 se convierten en valores digitales, a continuación se toman en una unidad aritmética y de control incorporada en el cuerpo principal 3 del dispositivo.

La unidad aritmética y de control no mostrada convierte cada dato de muestra de salida de detección del detector de capacidad electrostática 4 en espesor de pared basándose en curvas A, B de conversión de espesor de pared tal como se muestra en la figura 8 (se describen detalles a continuación). Además, la unidad aritmética y de control controla en serie el funcionamiento de entrada-salida de la unidad de funcionamiento 32 y controla el funcionamiento de visualización del monitor 31. La unidad aritmética y de control incluye un microprocesador para llevar a cabo computación y control y una memoria y similares para almacenar programas y datos. La memoria almacena datos de conversión que constituyen las curvas A, B de conversión de espesor de pared. El microprocesador convierte cada dato de muestra de salida de detección del detector de capacidad electrostática 4 que corresponde a una rotación de la botella 10A respectivamente en cada espesor de pared con referencia a la memoria y almacena el espesor de pared en la memoria, mientras visualiza los datos de almacenamiento en el monitor 31.

Cada detector de capacidad electrostática 4 detecta una capacidad electrostática en una parte puesta en contacto con la botella 10A rotada de manera axial en la mesa de soporte 20. Tal como se muestra en las figuras 2, 3, cada detector de capacidad electrostática 4 está constituido por una unidad sensora 5 puesta en contacto con la superficie de la botella 10A, un cuerpo elástico 6 para empujar la unidad sensora 5 hacia la superficie de la botella 10A, y un cuerpo principal de detector 40. El cuerpo principal de detector 40 incorpora un circuito de detección de capacidad electrostática en el mismo que está conectado eléctricamente a través de una placa 41 de circuito impreso y tres patillas 42a a 42c de conector al patrón de electrodo (se describen detalles a continuación) en una lámina de electrodo 7 que está realizada a partir de resina sintética y constituye la unidad sensora 5.

La unidad sensora 5 incluye a superficie curvada 50 que presenta un radio R de curvatura prescrita. La superficie curvada 50 de la unidad sensora 5A está cubierta con una película 54 protectora para proteger la lámina de electrodo 7 descrita a continuación. La superficie curvada 50 está constituida doblando la lámina de electrodo 7 flexible en una forma de arco y uniendo la lámina de electrodo 7 a la superficie de una parte curvada 52 formada en un extremo de un sustrato de unión 51 de tipo cinta de modo que un patrón de electrodo 71 (que va a describirse a continuación) de un electrodo de medición está situado en la superficie de la parte curvada 52. El radio R de curvatura de la superficie curvada 50 se ajusta preferentemente al mínimo valor posible, y se ajusta a 4 mm en esta forma de realización. Sin embargo, la superficie curvada 50 puede fabricarse siempre que el radio R de curvatura se define como  $2 \text{ mm} \leq R \leq 10 \text{ mm}$  y los errores de medición mencionados anteriormente son prácticamente permisibles. El ajuste del radio R de curvatura a 2 mm o superior y 10 mm o inferior se describirá a continuación. La lámina de electrodo 7 descrita anteriormente se forma en una forma de tipo cinta con una anchura constante por casi toda la longitud tal como se muestra en la figura 4, y está unida a tanto el lado frontal como el lado trasero de la parte curvada 52 y una parte plana 53 del sustrato de unión 51.

El cuerpo elástico 6 está formado de esponja en forma de abanico o espuma de celda abierta que presenta un espesor constante. Cuando una fuerza de presión actúa sobre la superficie curvada 50 de la unidad sensora 5, todo el cuerpo elástico 6 se contrae de modo que el ángulo  $\theta$  formado por ambas superficies extrema laterales 61, 62 disminuye con el pivote del abanico como un fulcro 60 y con el fulcro 60 como el centro. El sustrato de unión 51 está unido a una primera superficie extrema lateral 61 del cuerpo elástico 6 con la unidad sensora 5 orientada hacia el exterior. Una segunda superficie extrema lateral 62 del cuerpo elástico 6 está unida a la superficie superior de una placa 41 de circuito impreso de tipo cinta montada sobre una abertura de un cuerpo de carcasa 43 que constituye el cuerpo principal de detector 40.

La lámina de electrodo 7 muestra un patrón de electrodo de un electrodo de medición (a continuación en la presente memoria, denominado "patrón de electrodo de medición") 71 y patrones de electrodo de un electrodo de tierra (a continuación en la presente memoria, denominados "patrón de electrodo de tierra") 72a, 72b tal como se muestra en la figura 4. Además, en esta forma de realización, la figura 4 muestra patrones de electrodo de guarda (a continuación en la presente memoria, denominados "patrón de electrodo de guarda") 73a, 73b para suprimir la influencia de capacidades electrostáticas desde el exterior excluyendo la botella 10A.

En la figura 4, S1 es un área que se posiciona en y se amarra a la superficie frontal de la parte curvada 52 del sustrato de unión 51, y sólo el patrón de electrodo de medición 71 existe en el área S1. S2 es un área que se posiciona y se amarra a la superficie trasera de la parte curvada 52, y el patrón de electrodo de guarda 73b y los patrones de electrodo de tierra 72b, 72b que intercalan el patrón de electrodo de guarda 73b existen en el área S2. S3 es un área que se posiciona y se amarra a lo largo de la superficie frontal de la parte plana 53 del sustrato de unión 51, el patrón de electrodo de medición 71, el patrón de electrodo de guarda 73a, y el patrón de electrodo de tierra 72a existen en esta zona S3. S4 es un área que se posiciona y se amarra a lo largo de la superficie trasera de la parte plana 53 del sustrato de unión 51 y a lo largo de la superficie frontal de la placa 41 de circuito impreso el patrón de electrodo de medición 71, el patrón de electrodo de guarda 73b y los patrones de electrodo de tierra 72b, 72b que intercalan el patrón de electrodo de guarda 73b existen en esta S4. Además, patrones de conexión 74 a 76 conducidos con tres patillas 42a a 42c de conector se forman en el extremo del área S4.

En la parte curvada 50 de la unidad sensora 5, el patrón de electrodo de medición 71 está situado en el centro de la anchura tal como se muestra en la figura 5 y la figura 6. Además, el patrón de electrodo de tierra 72b está situado en el lado trasero de la parte curvada 50, es decir, en ambos bordes laterales en la superficie trasera de la parte curvada 52 del sustrato de unión 51. Según esta forma de realización, en comparación con otra forma de realización mostrada en la figura 7 en la que el patrón de electrodo de tierra 72 se sitúa en ambos bordes laterales de la superficie frontal de la parte curvada 52, pueden almacenarse muchas cargas eléctricas en una parte del objeto sometido a una inspección de espesor de pared con el que la unidad sensora 5 se pone en contacto, y por tanto puede aumentarse una sensibilidad de medición para la capacidad electrostática. Las flechas dibujadas con líneas de puntos representan líneas de fuerza eléctrica generadas desde el patrón de electrodo de medición 71 hasta el patrón de electrodo de tierra 72b (figura 6), 72 (figura 7).

Hilos principales 55a, 55b están conectados al patrón de electrodo de medición 71 y el patrón de electrodo de guarda 73a de la lámina de electrodo 7 situada en la parte plana 53 del sustrato de unión 51. Los dos hilos principales 55a, 55b se agrupan entre sí para formar un único hilo principal 55 que se guía a la superficie trasera de la placa 41 de circuito impreso, y se conecta eléctricamente a un patrón conductor (no mostrado) impreso en la superficie trasera de la placa 41 de circuito impreso. Además, el patrón de electrodo de tierra 72a en la parte plana 53 del sustrato de unión 51 se conduce eléctricamente con los patrones de electrodo de tierra 72b, 72b en ambos lados en la superficie trasera del sustrato de unión 51 a través de hilos conductores 56, 56. El patrón conductor en la superficie trasera la placa 41 de circuito impreso y los patrones de conexión 74 a 76 de la lámina de electrodo se conducen con patillas 42a a 42c de conector. Cada patilla 42a a 42c de conector está conectada a un conector incorporado dentro del cuerpo principal de detector 40 (no mostrado). Por tanto, el patrón de electrodo de medición 71, los patrones de electrodo de tierra 72a, 72b, y los patrones de electrodo de guarda 73a, 73b de la lámina de electrodo 7 están conectados eléctricamente con un circuito de detección de capacidad electrostática incorporado en el cuerpo principal de detector 40.

El circuito de detección de capacidad electrostática da como salida un valor  $V$  de tensión que corresponde a la capacidad electrostática de una parte de un objeto sometido a una inspección de espesor de pared, es decir, una parte con que la unidad sensora 5 se pone en contacto. La salida de detección se toma en la unidad aritmética y de control incorporada en el cuerpo principal de dispositivo 3. La estructura de un circuito de detección de capacidad electrostática se conoce bien al público tal como se muestra en el documento de patente 1 (la patente japonesa nº 3416084), y por tanto la descripción detallada se omite aquí.

La figura 8 ilustra un ejemplo de una curva de conversión de espesor de pared utilizada para convertir el valor  $V$  de tensión mencionado anteriormente en el espesor  $d$  de pared en la unidad aritmética y de control. A en el dibujo representa una curva de conversión de espesor de pared que se aplica a un detector de capacidad electrostática 4 (a continuación en la presente memoria, denominado "detector de capacidad electrostática de tipo nuevo 4") en el que la superficie curvada 50 en la unidad sensora 5 presenta el radio  $R$  de curvatura de 4 mm. B representa una curva de conversión de espesor de pared que se aplica a un convencional detector de capacidad electrostática 9 (a continuación en la presente memoria, denominada "detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9") mostrado en la figura 17. Las dos curvas A, B de conversión de espesor de pared se calculan utilizando cada uno del detector de capacidad electrostática 4, 9, multiplicando datos de medición adquiridos midiendo el espesor de pared de placa de vidrio que presenta espesor conocido por un coeficiente, y el coeficiente se determina de modo que el valor multiplicado es un valor ya conocido de espesor de pared. El detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9 se utiliza principalmente para la inspección de espesor de pared para botellas excluyendo la botella cuadrada 10A y la botella elíptica 10B, y el radio  $R$  de curvatura se ajusta a 17 mm para la superficie curvada de la unidad sensora 90 del detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9 al que se aplica la curva B de conversión de espesor de pared.

La figura 9(1) muestra resultados de medición al medir el espesor de pared de las muestras 1 a 3 que presentan un espesor de pared de 2 mm, utilizando una galga 100 de cuadrante de espesor, detectores de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 y un detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9, los detectores de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 que presentan los radios de curvatura de 4 mm, 8 mm, y 10 mm respectivamente para la superficie curvada 50 de la unidad sensora 5. La muestra 1 se realiza de una placa plana; la muestra 2 se realiza de un cuerpo cilíndrico con un radio de 30 mm; y la muestra 3 se realiza de un cuerpo cilíndrico con un radio de 14 mm respectivamente.

En el dibujo,  $I_1$  a  $I_3$  son datos de medición (datos de referencia) de espesor de pared utilizando una galga 100 de cuadrante de espesor;  $J_1$  a  $J_3$  son datos de medición de espesor de pared utilizando los detectores de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 que presentan el radio  $R$  de curvatura de 4 mm para la superficie curvada 50;  $N_1$  a  $N_3$  son datos de medición de espesor de pared utilizando los detectores de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 que presentan el radio  $R$  de curvatura de 8 mm para la superficie curvada 50;  $M_1$  a  $M_3$  son datos de medición de espesor de pared utilizando los detectores de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 que presentan el radio  $R$  de curvatura de 10 mm para la superficie curvada 50; y  $K_1$  a  $K_3$  son datos de medición de espesor de pared utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9. Cada muestra 1 a 3 está realizada a partir de resina sintética, y el material es un polifluoruro de vinilideno (PVDF) que presenta una constante dieléctrica similar a un vidrio sódico.

La galga 100 de cuadrante de espesor mostrado en la figura 11 se configura de modo que contactores 102, 103 mutuamente opuestos están previstos en el extremo de brazos 101, 101 flexibles en forma de U. Cuando las muestras 1 a 3 se inmovilizan entre los contactores 102, 103, una aguja 105 indicadora de un cuadrante 104 se mueve según el espesor de pared de las muestras 1 a 3 y apunta a la escala que corresponde al espesor de pared.

La figura 9 (2) muestra los errores de medición  $P_1$  a  $P_3$ ,  $R_1$  a  $R_3$ ,  $S_1$  a  $S_3$ , y  $Q_1$  a  $Q_3$  de los datos de medición  $J_1$  a  $J_3$ ,  $N_1$  a  $N_3$ ,  $M_1$  a  $M_3$ , y  $K_1$  a  $K_3$  respectivamente con respecto a los datos de referencia  $I_1$  a  $I_3$ .

En referencia a las figuras 9(1), 9(2), los errores de medición  $P_2$  a  $P_3$ ,  $R_2$  a  $R_3$ ,  $S_2$  a  $S_3$  de los datos de medición de espesor de pared utilizando los detectores de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 son lo suficientemente pequeños en comparación con los errores de medición  $Q_2$  a  $Q_3$  de los datos de medición del espesor de pared utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9 para representar las relaciones  $P_2, R_2, S_2 < Q_2$  y  $P_3, R_3, S_3 < Q_3$ . Además, cuanto más pequeño es el radio R de curvatura de la superficie curvada 50 de la unidad sensora 5, más pequeños se hacen los errores de medición  $P_2$  a  $P_3$ ,  $R_2$  a  $R_3$ ,  $S_2$  a  $S_3$  de los datos de medición del espesor de pared utilizando los detectores de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 para representar las relaciones  $P_2 < R_2 < S_2$  y  $P_3 < R_3 < S_3$ .

A continuación, al comparar los datos de medición  $K_2$  del espesor de pared de la muestra 2 con el radio de 30 mm utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9 con los datos de medición  $K_3$  del espesor de pared de la muestra 3 con el radio de 14 mm, la relación de los datos de medición se representa mediante  $K_2 < K_3$ . También, la relación de los errores de medición se representa mediante  $Q_2 < Q_3$ . Esto demuestra que al medir el espesor de pared de la botella cuadrada 10A utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9, el valor de medición del espesor de pared de la parte de esquina 12 es inferior al del espesor de pared de la parte opuesta 11 a pesar del hecho de que los dos espesores de pared son iguales entre sí. Al contrario, al comparar los datos de medición  $J_2, N_2, M_2$  del espesor de pared de la muestra 2 con el radio de 30 mm utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 con los datos de medición  $J_3, N_3, M_3$  del espesor de pared de la muestra 3 con el radio de 14 mm, la relación de los datos de medición se representa mediante  $N_3 < N_2$  y  $M_3 < M_2$ , y la relación de los errores de medición se representa mediante  $R_2 < R_3$  y  $S_2 < S_3$ . Sin embargo, la relación de los datos de medición  $J_2, J_3$  se representa mediante  $J_2 \approx J_3$  y la relación de los errores de medición se representa mediante  $P_2 \approx P_3$ . Esto demuestra que al medir el espesor de pared de la botella cuadrada 10A con un espesor de pared de 2 mm utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 provisto del sensor 5 que presenta el radio de curvatura de 4 mm para la superficie curvada 50, los valores de medición del espesor de pared de la parte opuesta 11 y el espesor de pared de la parte de esquina 12 son casi iguales entre sí.

Las figuras 10(1), 10(2) muestran datos de medición y errores de medición al medir el espesor de pared de cada muestra 1 a 3 con el espesor de pared de 1 mm utilizando la galga 100 de cuadrante de espesor, el detector de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 que presenta los radios R de curvatura de 4 mm, 8 mm, y 10 mm para la superficie curvada 50 de la unidad sensora 5, y el detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9.

En referencia a las figuras 10(1), 10(2), los errores de medición  $P_2$  a  $P_3$ ,  $R_2$  a  $R_3$ ,  $S_2$  a  $S_3$  de los datos de medición de espesor de pared utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 son lo suficientemente pequeños en comparación con los errores de medición  $Q_2$  a  $Q_3$  de los datos de medición del espesor de pared utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9, y se representan mediante  $P_2, R_2, S_2 < Q_2$  y  $P_3, R_3, S_3 < Q_3$ . Además, cuanto más pequeño es el radio R de curvatura de la superficie curvada 50 de la unidad sensora 5, más pequeños se hacen los errores de medición  $P_2$  a  $P_3$ ,  $R_2$  a  $R_3$ ,  $S_2$  a  $S_3$  de los datos de medición del espesor de pared utilizando los detectores de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 para representar las relaciones  $P_2 < R_2 < S_2$  y  $P_3 < R_3 < S_3$ .

A continuación, al comparar los datos de medición  $K_2$  del espesor de pared de la muestra 2 con el radio de 30 mm utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9 con los datos de medición  $K_3$  del espesor de pared de la muestra 3 con el radio de 14 mm, la relación de los datos de medición se representa mediante  $K_2 < K_3$ . También, la relación de los errores de medición se representa mediante  $Q_2 < Q_3$ . Esto demuestra que al medir el espesor de pared de la botella cuadrada 10A utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9, el valor de medición del espesor de pared de la parte de esquina 12 es inferior al del espesor de pared de la parte opuesta 11 a pesar del hecho de que los dos espesores de pared son iguales entre sí. Al contrario, al comparar los datos de medición  $J_2, N_2, M_2$  del espesor de pared de la muestra 2 con el radio de 30 mm utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 con los datos de medición  $J_3, N_3, M_3$  del espesor de pared de la muestra 3 con el radio de 14 mm, la relación de los datos de medición se representa mediante  $N_2 \approx N_3$ ,  $M_2 \approx M_3$ , y  $J_2 \approx J_3$ , y la relación de los errores de medición se representa mediante  $R_2 \approx R_3$ ,  $S_2 \approx S_3$ , y  $P_2 \approx P_3$ . Esto demuestra que al medir el espesor de pared de la botella cuadrada 10A que presenta un espesor de pared de 1 mm utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo nuevo 4, los valores de medición del espesor de pared de la parte opuesta 11 y el espesor de pared de la parte de esquina 12 son casi iguales entre sí.

Las figuras 12(1), 12(2) muestran un estado en el que el espesor de pared de la botella cuadrada 10A está midiéndose utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9 descrito anteriormente. La figura 12(1) muestra un estado en el que la unidad sensora 90 se pone en contacto con la parte opuesta 11 en la que el grado de curvatura a lo largo de la dirección circunferencial es pequeño, y la figura 12(2) muestra un estado en el que la unidad sensora 90 se pone en contacto con la parte de esquina 12 en la que el grado de curvatura a lo largo de la dirección circunferencial es grande, respectivamente. Ahora, suponiendo que la capacidad electrostática en el área dentro de una distancia L desde la superficie de la botella cuadrada 10A, la relación entre un intervalo de medición  $e_2$  de la parte de esquina 12 y un intervalo de medición  $e_1$  de la parte opuesta 11 se representa mediante  $e_2 < e_1$ , y la razón de los dos ( $e_1/e_2$ ) se hace un valor superior a 1. Como una capacidad electrostática es proporcional al área de un electrodo, el valor de medición del espesor de pared de la parte de esquina 12 se hace inferior al valor de medición del espesor de pared de la parte opuesta 11.

Las figuras 13(1), 13(2) muestran un estado en el que el espesor de pared de la botella cuadrada 10A está midiéndose utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 provisto del sensor 5 que presenta el radio R de curvatura de 4 mm para la superficie curvada 50. La figura 13(1) muestra un estado en el que la unidad sensora 5 se pone en contacto con la parte opuesta 11 en la que el grado de curvatura a lo largo de la dirección circunferencial es pequeño, y la figura 13(2) muestra un estado en el que la unidad sensora 5 se pone en contacto con la parte de esquina 12 en la que el grado de curvatura a lo largo de la dirección circunferencial es grande, respectivamente. Ahora, suponiendo que la capacidad electrostática en el área dentro de la distancia L desde la superficie de la botella cuadrada 10A, la relación entre un intervalo de medición  $f_2$  de la parte de esquina 12 y un intervalo de medición  $f_1$  de la parte opuesta 11 se representa mediante  $f_2 \approx f_1$ , y la razón de los dos ( $f_1/f_2$ ) se hace un valor casi igual a 1, y por tanto el valor de medición del espesor de pared de la parte de esquina 12 y el valor de medición del espesor de pared de la parte opuesta 11 son casi iguales entre sí.

Como es evidente de las figuras 9, 10, 12, 13 descritas anteriormente, el radio R de curvatura de la superficie curvada 50 de la unidad sensora 5 preferentemente presenta el mínimo valor posible, y cuanto más pequeño es el radio R de curvatura, más próximos se hacen entre sí el valor de medición del espesor de pared de la parte de esquina 12 y el valor de medición del espesor de pared de la parte opuesta 11. Sin embargo, la superficie curvada 50 de la unidad sensora 5 necesita fabricarse, por ejemplo, uniendo la lámina de electrodo 7 en la parte curvada 52 del sustrato de unión 51, y por tanto es difícil ajustar el radio R de curvatura a un valor inferior a 2 mm en vista de técnicas de fabricación, eficacia de fabricación, y costes de fabricación, y por tanto el límite inferior del radio R de curvatura se ajusta a 2 mm.

Mientras tanto, al considerar que el espesor de pared de una botella de vidrio que presenta el espesor mínimo como una norma de producción es de aproximadamente 1 mm, el radio R de curvatura de la superficie curvada 50 presenta el límite superior de 10 mm y preferentemente se ajusta a un valor de no más del límite superior. Cuando el espesor de pared de una muestra realizada a partir de un polifluoruro de vinilideno (PVDF) con la misma constante dieléctrica que la botella de vidrio que presenta el espesor de pared más fino de 1,0 mm se mide utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo antiguo 9 ( $R = 17$  mm), el error de medición es de 0,5 mm (muestra 3) tal como se muestra en la figura 10(2). En este caso, botellas con un espesor de pared de 1,5 mm o menos necesitan eliminarse como botellas con espesor de pared defectuoso, y por tanto se aumenta la eliminación de botellas no defectuosas para provocar problemas prácticos. Al contrario, cuando se mide el espesor de pared descrito anteriormente de la muestra 3 utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 provisto del sensor 5 que presenta el radio R de curvatura de 10 mm para la superficie curvada 50, el error de medición es de 0,3 mm (véase la figura 10(2)). El error de medición se aumenta además con el radio R de curvatura que supera los 10 mm para la superficie curvada 50 de la unidad sensora 5. Como esto no es práctico, el límite superior del radio R de curvatura se ajusta a 10 mm. Al considerar tanto la eficacia de fabricación como los errores de medición basándose en las descripciones anteriores, el radio R de curvatura de la superficie curvada 50 del sensor 5 se ajusta preferentemente a aproximadamente 4 mm, es decir, superior o igual a 3 mm e inferior o igual a 5 mm.

Las figuras 14(1), 14(2) ilustran los resultados de medición del espesor de pared para la parte extrema superior del cuerpo de la botella cuadrada 10A por toda la periferia utilizando el detector de capacidad electrostática 4 provisto del sensor 5 que presenta el radio R de curvatura de 4 mm para la superficie curvada 50. Las figuras 15(1), 15(2) ilustran los resultados de medición del espesor de pared para la parte extrema inferior del cuerpo de la botella cuadrada 10A por toda la periferia. En los dibujos, un gráfico de líneas I muestra los valores de medición (valores de referencia) del espesor de pared por toda la periferia de una botella adquiridos midiendo el espesor de pared de la botella cuadrada 10A en cada ángulo prescrito utilizando la galga 100 de cuadrante de espesor descrita anteriormente, y un gráfico de líneas J muestra los valores de medición del espesor de pared por toda la periferia de una botella adquiridos midiendo el espesor de pared de la botella cuadrada 10A en cada ángulo prescrito utilizando el detector de capacidad electrostática de tipo nuevo 4 ( $R = 4$  mm). Un gráfico de líneas Q muestra los errores de medición de los valores de medición J con respecto a los valores de referencia I en cada ángulo. Tanto los errores de medición en la parte opuesta 11 como los errores de medición en la parte de esquina 12 se limitan a valores lo suficientemente pequeños para cualquiera de la parte extrema superior y la parte extrema inferior del cuerpo.

5 Este también es el caso en la botella elíptica 10B. Las figuras 16(1), 16(2) ilustran los resultados de medición del espesor de pared para la parte extrema superior del cuerpo de la botella elíptica 10B por toda la periferia utilizando el detector de capacidad electrostática 4 provisto del sensor 5 que presenta el radio R de curvatura de 4 mm para la superficie curvada 50. En el dibujo, los errores de medición se limitan a valores lo suficientemente pequeños para cualquiera de la parte de diámetro corto 13 y la parte de diámetro largo 14 de la botella elíptica 10B.

**Descripción de los números de referencia**

- 10 1: Dispositivo de inspección de espesor de pared
- 4: Detector de capacidad electrostática
- 5: Unidad sensora
- 6: Cuerpo elástico
- 7: Lámina de electrodo
- 15 10: Botella
- 10A: Botella cuadrada
- 10B: Botella elíptica
- 50: Superficie curvada
- 51: Sustrato de unión
- 20 52: Parte curvada
- 60: Fulcro
- 71: Patrón de electrodo de medición
- 72: Patrón de electrodo de tierra

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de inspección de espesor de pared que comprende: un detector de capacidad electrostática para detectar la capacidad electrostática de una parte de un objeto sometido a una inspección de espesor de pared, y una unidad aritmética y de control para registrar la capacidad electrostática detectada por el detector de capacidad electrostática y convertir la capacidad electrostática en un espesor de pared, en el que el detector de capacidad electrostática incluye una unidad sensora puesta en contacto con la superficie de una parte del objeto sometido a la inspección de espesor de pared, y un cuerpo elástico para pretensar la unidad sensora hacia la parte del objeto; la unidad sensora presenta una superficie curvada con el radio R de curvatura; y la superficie curvada está formada uniendo una lámina de electrodo realizada a partir de resina sintética que tiene cada patrón de electrodo formado sobre la misma con un sustrato de unión de tipo cinta de modo que por lo menos el patrón de electrodo de un electrodo de medición de entre el patrón de electrodo del electrodo de medición y el patrón de electrodo de un electrodo de tierra esté posicionado sobre la superficie de una parte curvada del sustrato de unión, caracterizado por que el radio R de curvatura está representado por  $2\text{ mm} \leq R \leq 10\text{ mm}$ .
- 10
- 15
- 20 2. Dispositivo de inspección de espesor de pared según la reivindicación 1, en el que la lámina de electrodo está unida al sustrato de unión desde la superficie frontal hasta la superficie trasera del mismo, estando cada patrón de electrodo formado de manera que el patrón de electrodo del electrodo de medición esté situado sobre la superficie frontal del sustrato de unión y el patrón de electrodo del electrodo de tierra esté situado sobre la superficie trasera del sustrato de unión.
- 25 3. Dispositivo de inspección de espesor de pared según la reivindicación 1, en el que el cuerpo elástico está formado por una esponja en forma de abanico o una espuma de celda abierta que presenta un espesor constante; el sustrato de unión está unido a una primera superficie extrema lateral del cuerpo elástico con la parte curvada orientada hacia el exterior, y una segunda superficie extrema lateral del cuerpo elástico está unida a una placa de circuito impreso de modo que todo el cuerpo elástico se expande y se contrae con el pivote del abanico como un fulcro.

Fig.1

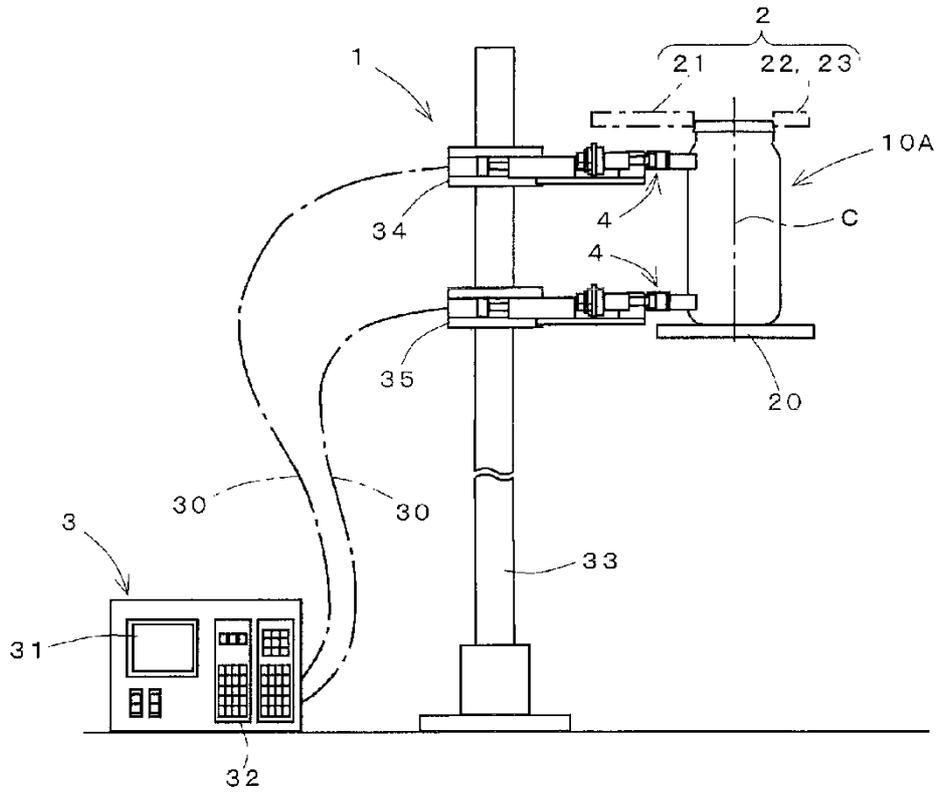


Fig.2

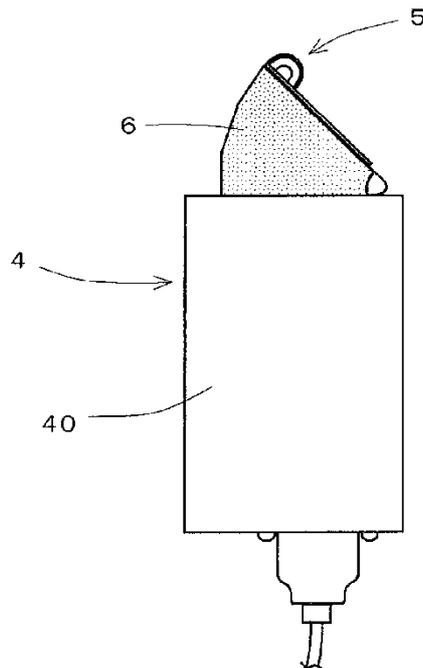


Fig.3

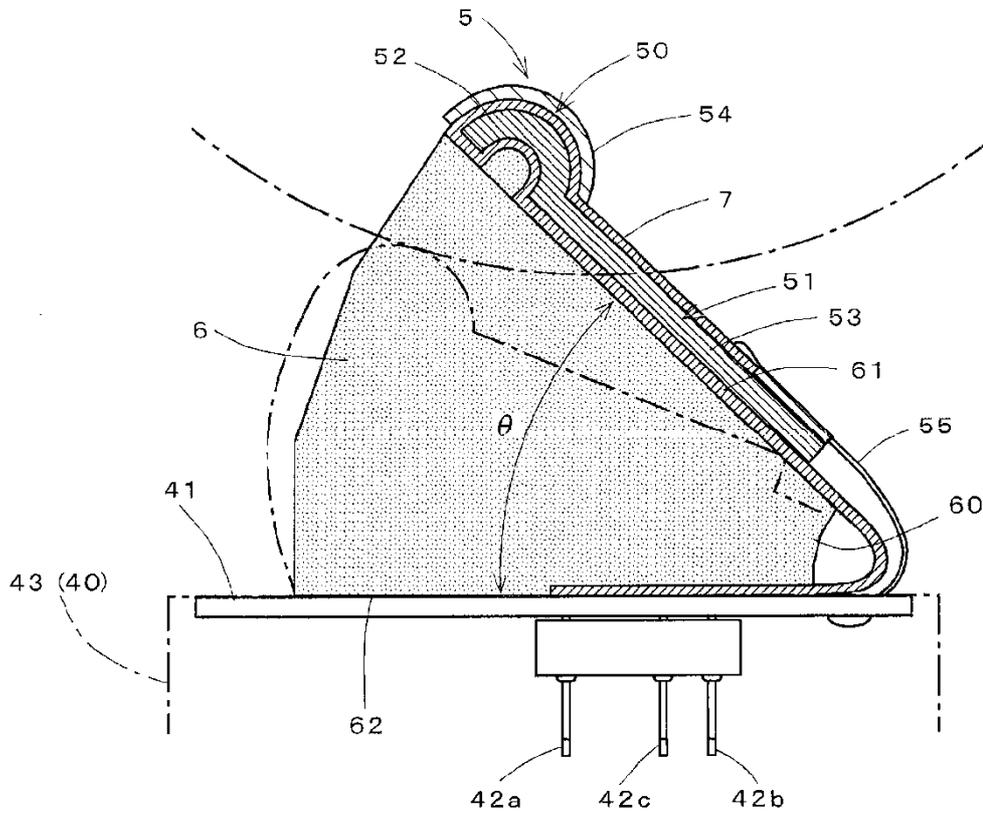


Fig.4

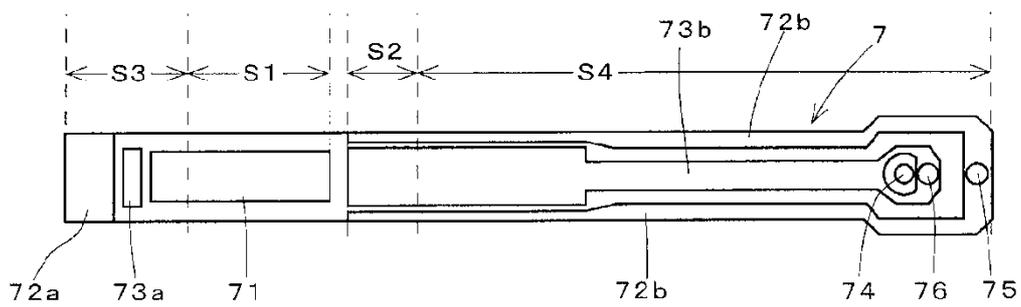




Fig.8

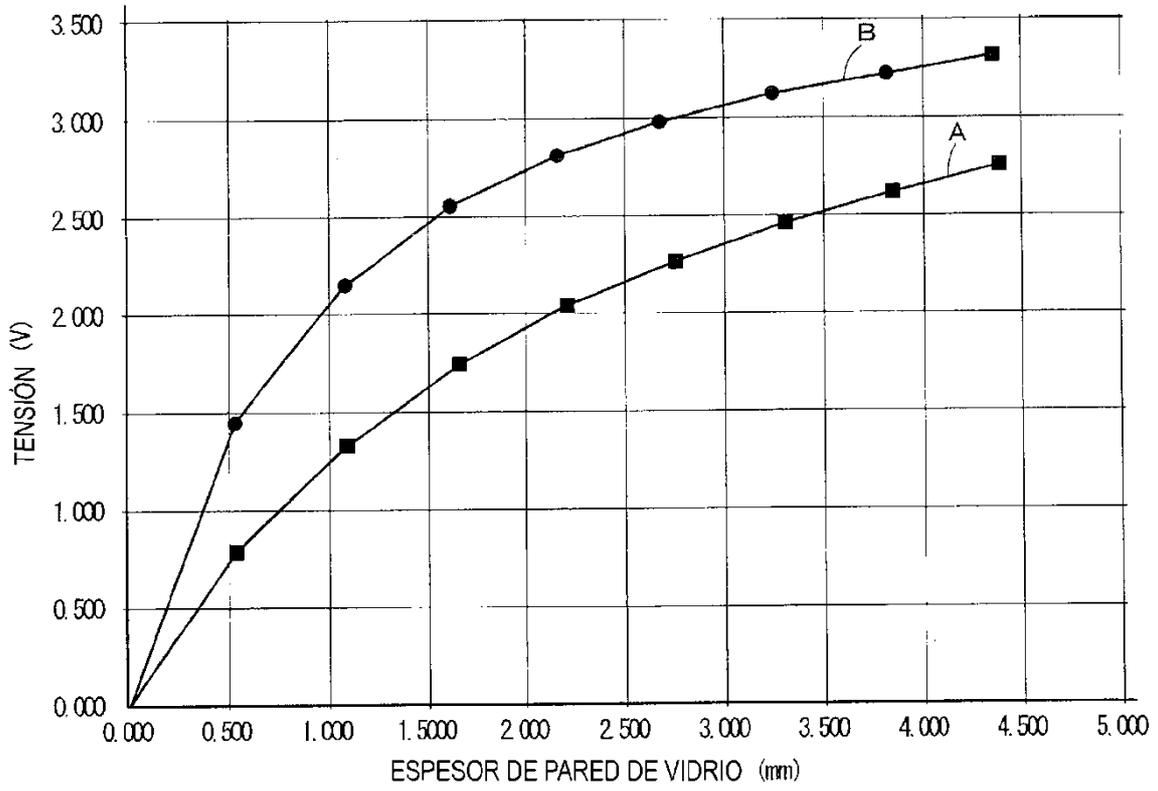
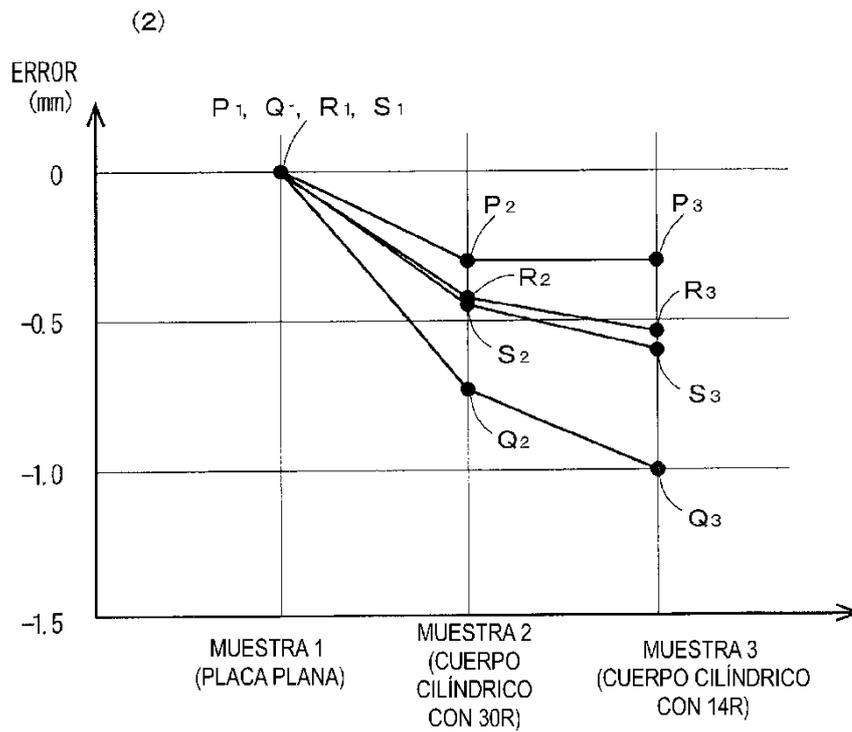
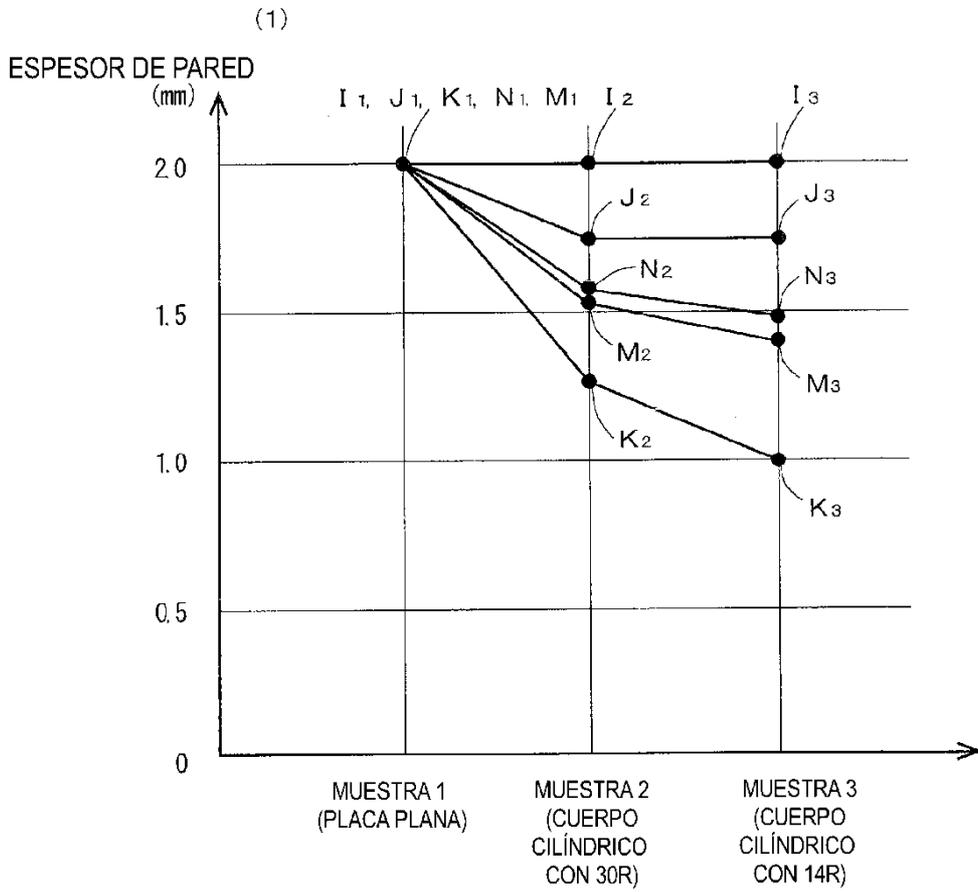
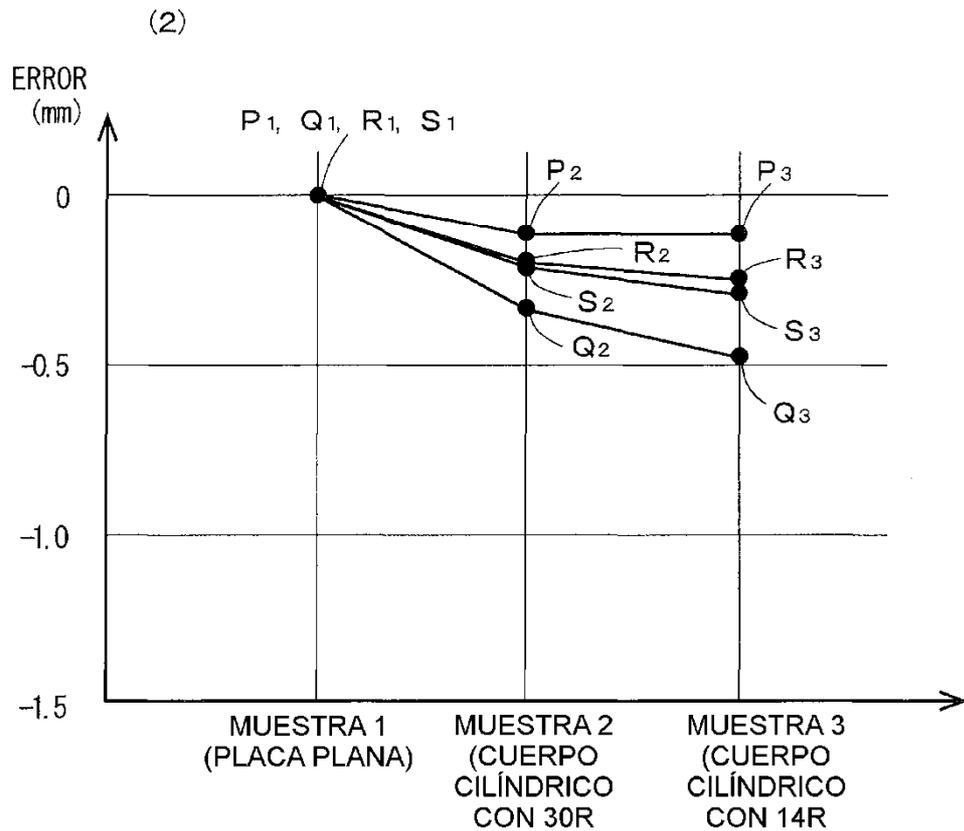
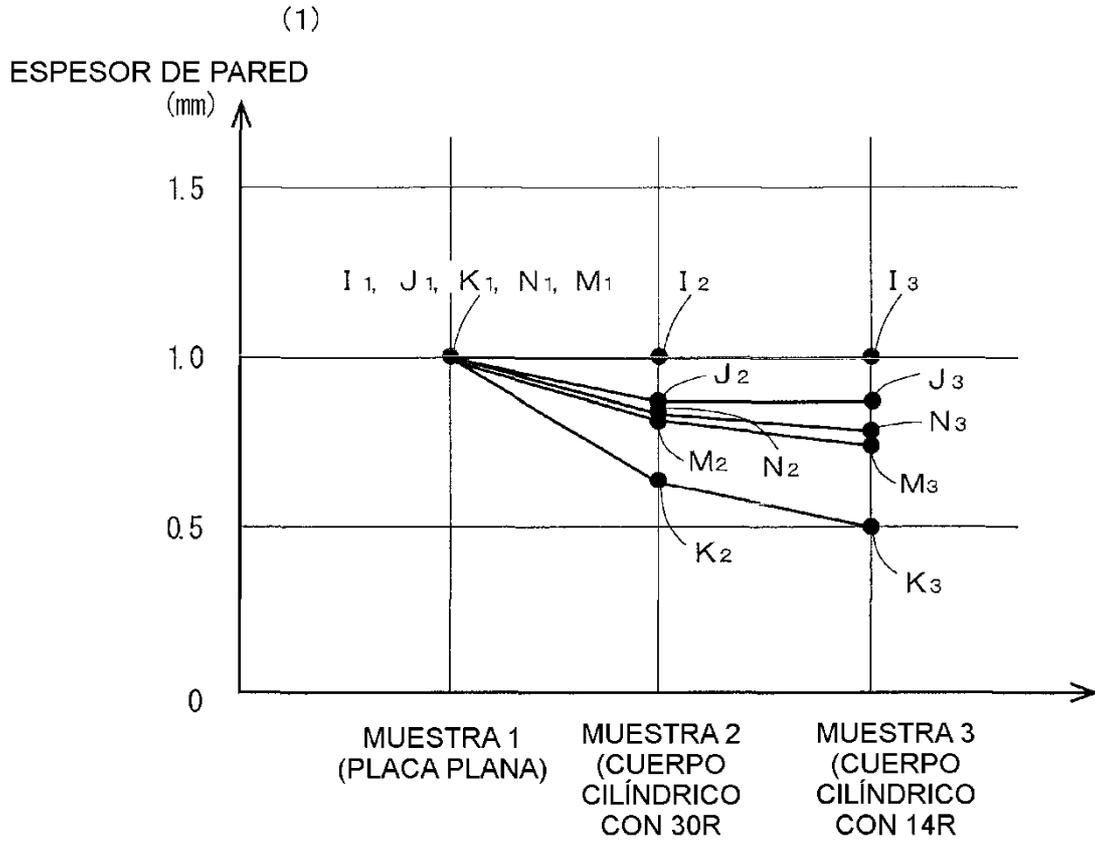


Fig.9



**Fig.10**



**Fig.11**

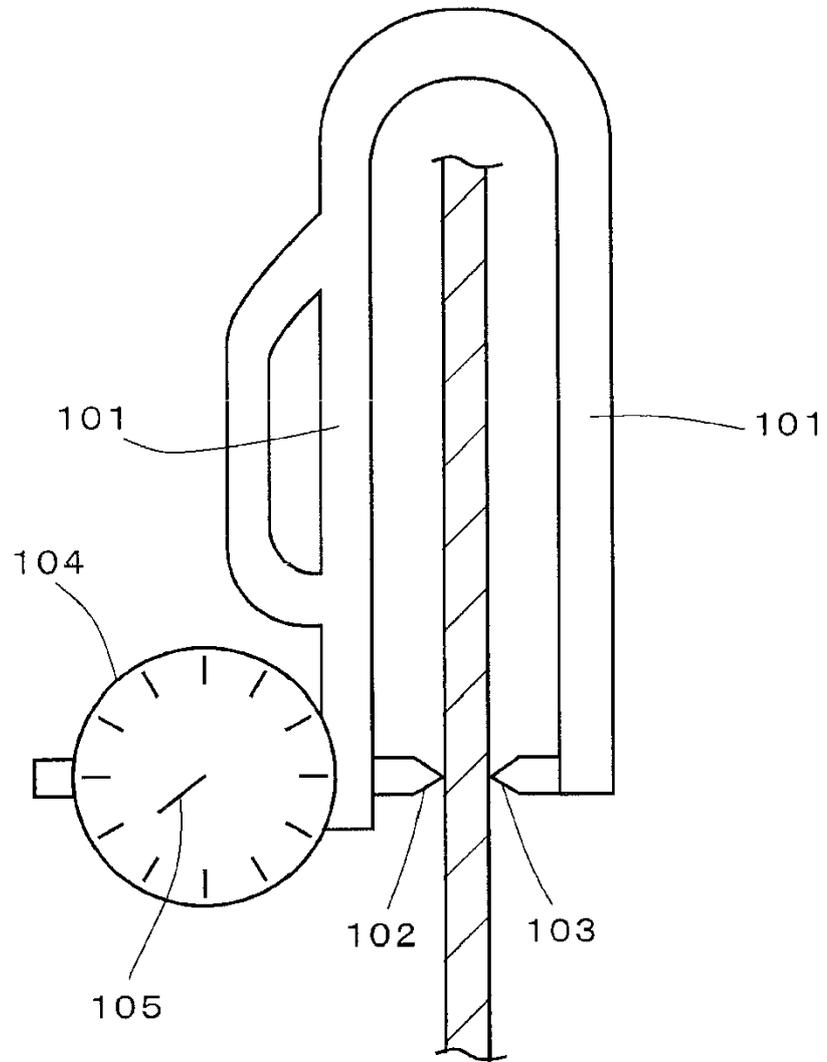


Fig.12

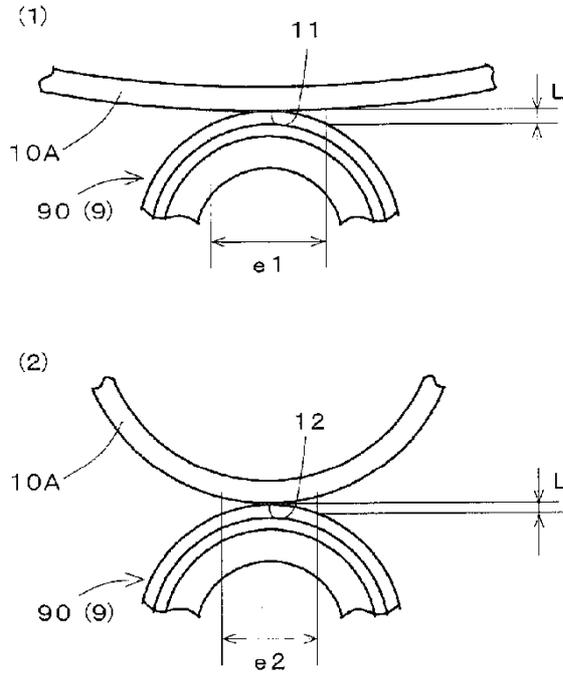


Fig.13

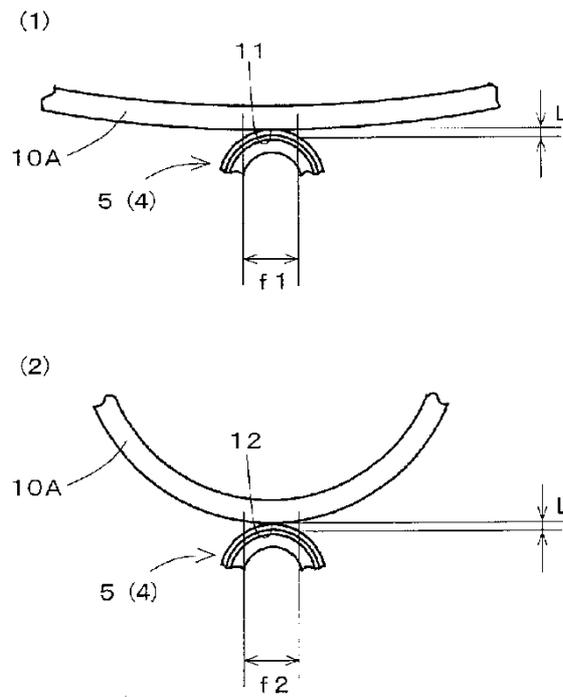


Fig.14

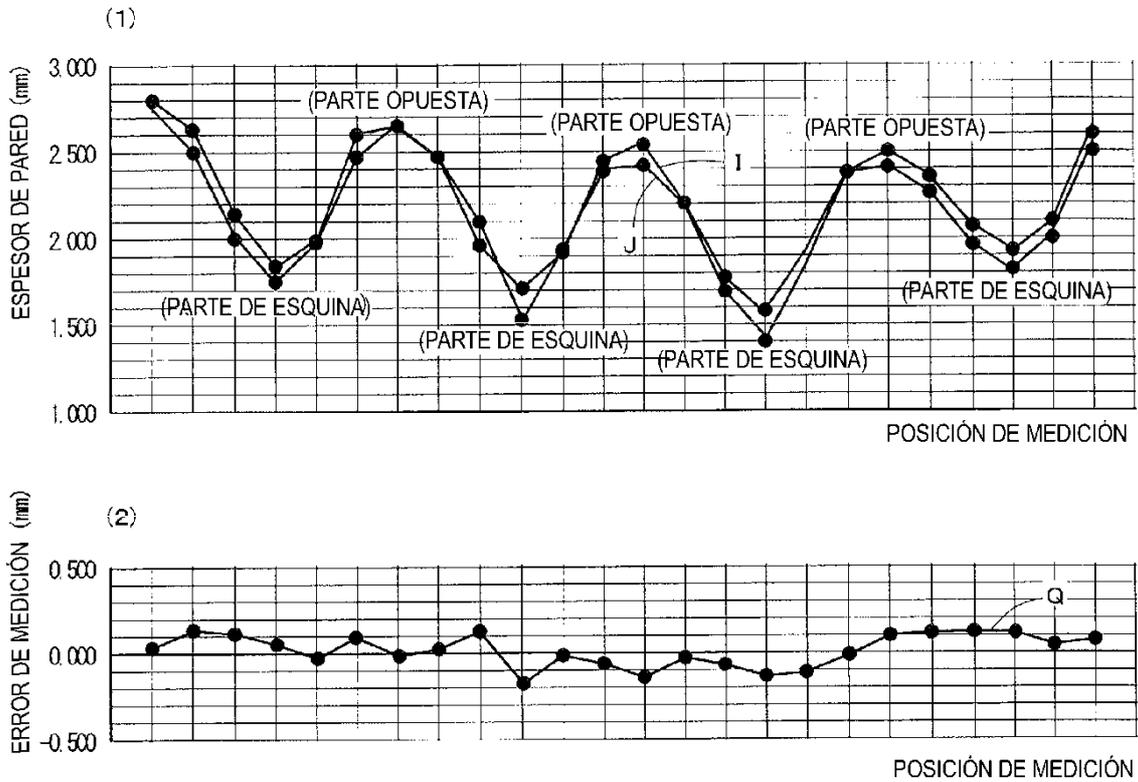


Fig.15

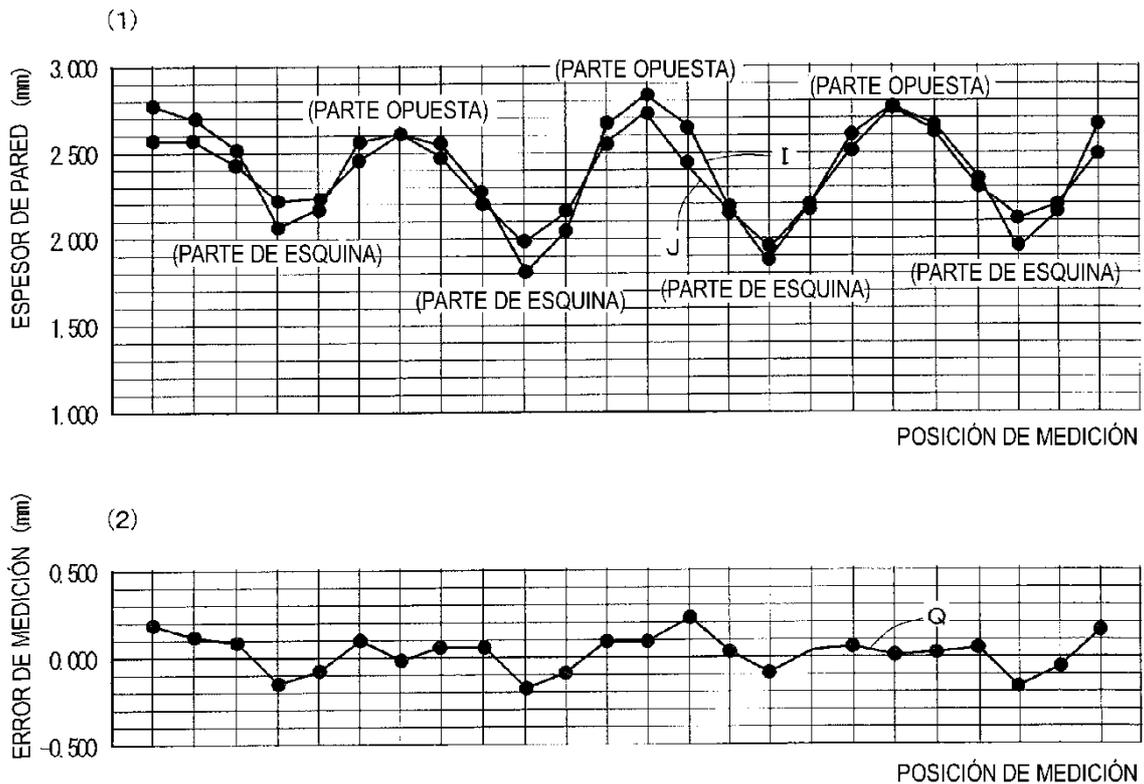


Fig.16

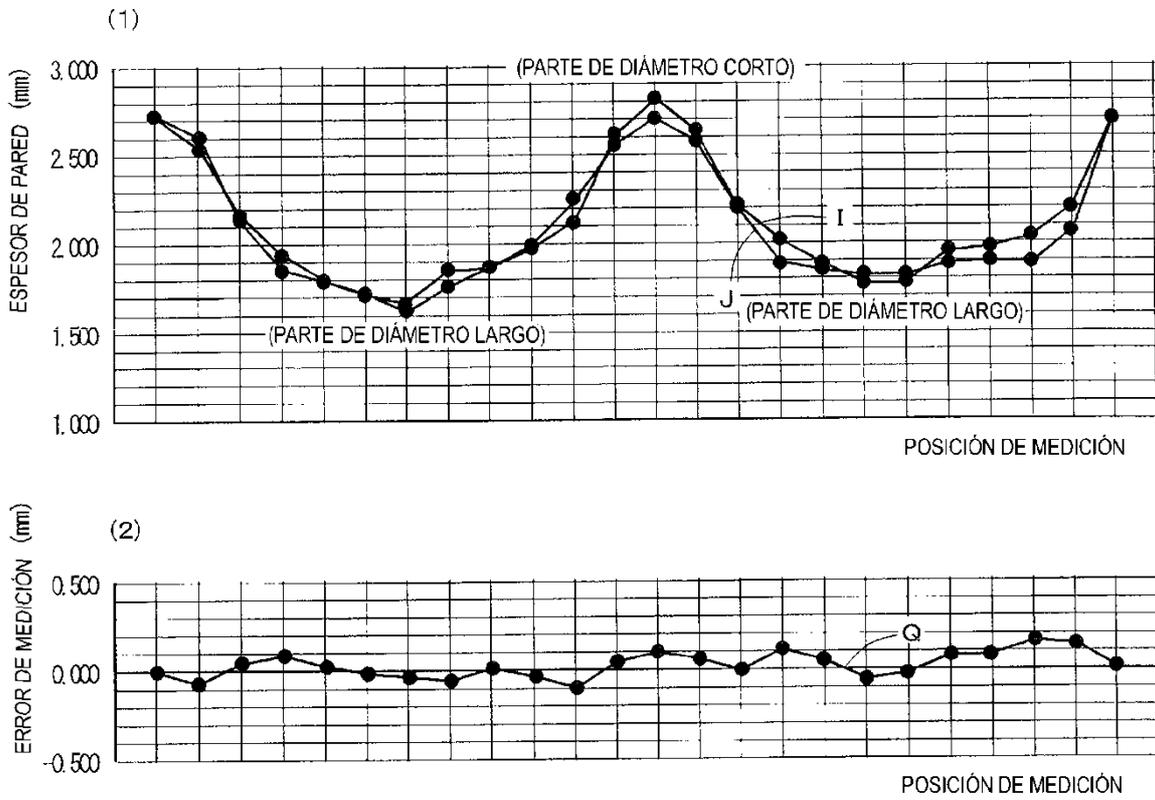


Fig.17

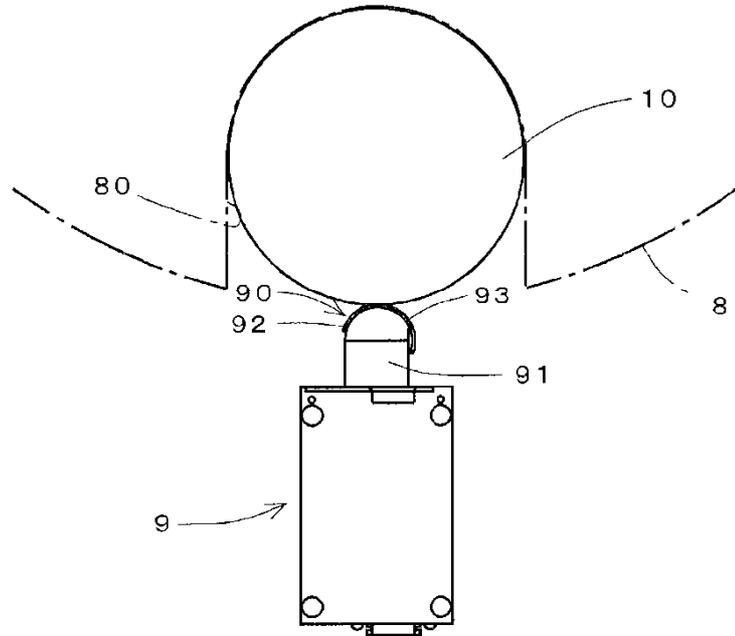
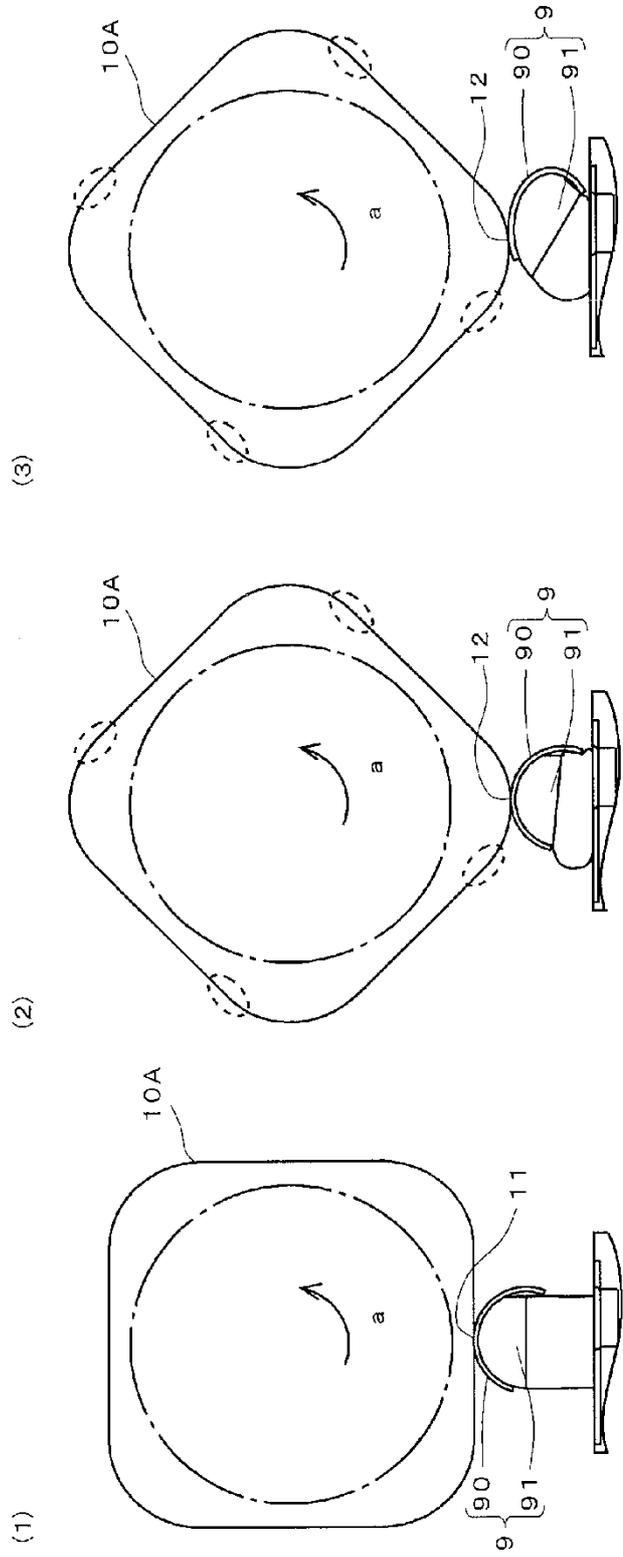
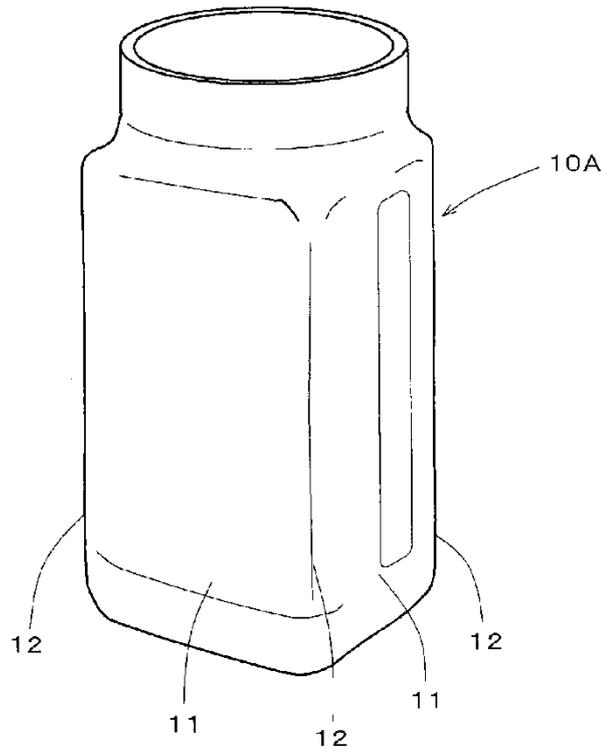


Fig.18



**Fig.19**



**Fig.20**

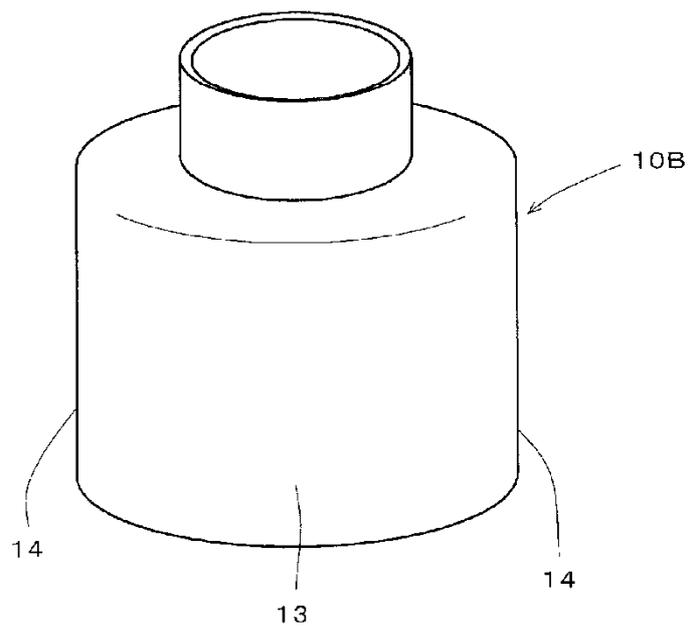


Fig.21

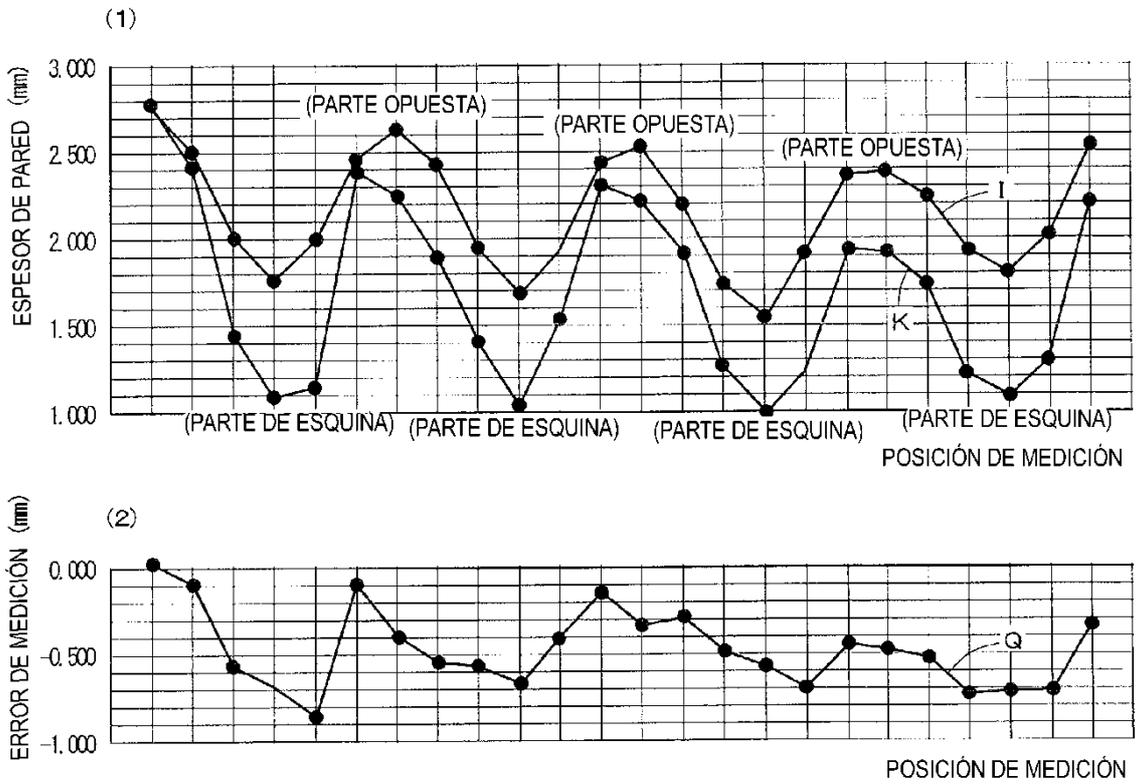


Fig.22

