



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 665**

51 Int. Cl.:

G01B 5/00 (2006.01)

G01B 17/02 (2006.01)

G01B 21/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10250310 .9**

96 Fecha de presentación : **22.02.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2224203**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.09.2010**

54 Título: **Dispositivo de medición de espesor automatizado.**

30 Prioridad: **27.02.2009 US 394471**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.10.2011

73 Titular/es: **THE BOEING COMPANY**
100 North Riverside Plaza
Chicago, Illinois 60606-2016, US

72 Inventor/es: **Foisy, Dave M.**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 365 665 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 medición de espesor automatizado

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo de medición de espesor automatizado.

10 **Antecedentes de la divulgación**

15 Con frecuencia resulta necesario medir el espesor de partes, tales como partes de aeronaves, forros de alas, largueros, larguerillos y otros tipos de partes de aeronaves y que no son de aeronaves. Algunos aparatos y métodos convencionales para la medición del espesor de estas partes pueden utilizar dispositivos de medición manual de contacto, tales como calibres y micrómetros o dispositivos de medición manual de inspección ultrasónica que utilizan agua y otros tipos de acopladores. No obstante, el uso de dispositivos de medición manuales puede conducir a aspectos ergonómicos debido al uso repetitivo, puede proporcionar resultados inconsistentes y/o puede significar el consumo de un tiempo considerable y con ello suponer un coste creciente. Además, la cantidad de tiempo que se requiere para usar estos dispositivos de accionamiento manual puede conducir a la oxidación de la parte a medir cuando se emplea un acoplador líquido, tal como agua. Otros aparatos y métodos convencionales pueden experimentar distintos tipos de problemas.

20 El documento DE 10302312 divulga la medición del espesor de capa con ultrasonidos que tiene una cabeza de medición flotante. El documento EE.UU. 4494410 divulga el uso de un solenoide para el movimiento en un aparato de medición de ultrasonidos. El documento EE.UU. 5507185 divulga un sistema de detección móvil en tiempo real para su uso en el ensayo de materiales por ultrasonido, que conduce, por ejemplo a la modificación de la fuerza vertical con la que la deformación mecánica del transductor se mantiene con el material de ensayo.

25 Se necesita un aparato y un método para la medición de partes que pueda reducir o eliminar uno o más problemas de uno o más de los aparatos y métodos convencionales.

30 En un aspecto de la divulgación, se proporciona un aparato para la medición del espesor de una superficie. El aparato proporcionado comprende un ensamblaje de normalización, un ensamblaje de solenoide y un ensamblaje de deformación. El ensamblaje de normalización comprende un transductor apropiado para medir el espesor mediante la puesta en contacto con una superficie, un alojamiento de transductor, un muelle de transductor, un alojamiento interno y un alojamiento de deslizamiento. El transductor se encuentra unido al alojamiento de transductor. Los muelles del transductor se encuentran unidos entre el alojamiento de transductor y el alojamiento interno. El alojamiento interno se encuentra ubicado de manera que se pueda deslizar y al menos parcialmente dispuesto en el interior del alojamiento de deslizamiento de forma que el alojamiento de transductor 52 es flotante en el interior del alojamiento interno 48. El ensamblaje de solenoide comprende un solenoide y un miembro de solenoide móvil. El solenoide y el miembro móvil se adaptan para mover el alojamiento interno con respecto al alojamiento de deslizamiento de manera que el transductor 54 se pueda mover contra la superficie 14 objeto de la medición. El ensamblaje de deformación comprende un célula de carga y al menos un alojamiento de deformación. La célula de carga se adapta para la medición de una fuerza que se aplica contra el alojamiento de deslizamiento por parte de la superficie objeto de la medición.

45 En otro aspecto de la divulgación, se divulga un método para la medición automática del espesor de una superficie. En una etapa, se proporciona un aparato de medición. El aparato de medición proporcionado comprende un alojamiento de deslizamiento, una máquina, un célula de carga, un dispositivo de suministro de acoplador, un solenoide, un transductor unido a un alojamiento de transductor flotante que flota libremente en al menos una posición y un ordenador. En otra etapa, el alojamiento de deslizamiento se mueve contra la superficie a medir usando la máquina. En una etapa adicional, el movimiento del alojamiento de deslizamiento contra la superficie objeto de medición se detiene en base a los cálculos de la célula de carga relacionados con la cantidad de fuerza aplicada por parte del alojamiento de deslizamiento contra la superficie. En otra etapa, el acoplador se dispone sobre la superficie a medir usando el dispositivo de suministro de acoplador. En otra etapa, el transductor se mueve contra la superficie objeto de medición usando un miembro de solenoide móvil. En otra etapa, se orienta la superficie del transductor de forma considerablemente paralela y contra la superficie objeto de medida usando el alojamiento de transductor flotante. En otra etapa adicional, se mide el espesor de la superficie usando el transductor. En otra etapa, se almacenan los datos de medición de espesor de la superficie usando el ordenador.

60 Estas y otras características, aspectos y ventajas de la divulgación se entenderán mejor haciendo referencia a los siguientes dibujos, memoria descriptiva y reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva frontal de una realización de un aparato para medir el espesor de una superficie;

5 La Figura 2 muestra una vista en corte transversal a través de la línea 2-2 de la realización de la Figura 1, con el aparato dispuesto aparte de la superficie;

La Figura 3 muestra una vista en corte transversal a través de la línea 3-3 de la realización de la Figura 2;

La Figura 4 muestra una vista en corte transversal de la realización de la Figura 2, habiéndose movido el alojamiento de deslizamiento del aparato contra la superficie;

10 La Figura 5 muestra la vista en corte transversal de la realización de la Figura 4, habiéndose movido el transductor en el interior del alojamiento de deslizamiento del aparato contra la superficie; y

La Figura 6 muestra un diagrama de flujo de una realización de un método de medición automática del espesor de una superficie.

15 Descripción detallada de la divulgación

La siguiente descripción detallada es uno de los modos actualmente mejor contemplados para llevar a cabo la divulgación. La descripción no debe tomarse en sentido limitante, pero se hace únicamente con el fin de ilustrar los principios generales de la divulgación, ya que el alcance de la divulgación viene definido por las reivindicaciones adjuntas 1 y 10.

20 La Figura 1 ilustra una vista en perspectiva frontal de una realización de un aparato 10 para la medición del espesor 12 de una superficie 14. La superficie 14 objeto de medición puede comprender una superficie de un aeroplano, un forro de ala, largueros de alas, larguerillos de alas, un metal, una aleación u otro tipo de superficie. El aparato 10 incluye un ordenador 16, un controlador 18, una máquina 20, un ensamblaje de deformación 22, un ensamblaje de solenoide 23, un ensamblaje de normalización 25 y un dispositivo 27 de suministro de acoplador. El dispositivo 27 de suministro de acoplador puede comprender un tanque 27a de suministro de acoplador y una tubería de acoplador 27b. Se pueden usar un estándar de referencia 29 fabricado de un material conocido y con un espesor conocido 31 para calibrar el aparato 10 antes de medir el espesor 12 de la superficie 14. El ordenador 16 y/o el controlador 18 se usan para controlar y/o para calibrar el aparato 10 con el fin de medir automáticamente el espesor 12 de la superficie 14.

35 La Figura 2 ilustra una vista en corte transversal a través de la línea 2-2 de la realización de la Figura 1 con el aparato 10 colocado aparte de la superficie 14. Como se muestra en la Figura 2, y más claramente en la Figura 5, la máquina 20 puede comprender un robot, una fresadora y/o otro tipo de máquina para controlar el movimiento del aparato 10. El ensamblaje de deformación 22 incluye una placa de deformación 24, una célula de carga 26, un muelle de deformación 28, un alojamiento 30 de deformación superior y un alojamiento 32 de deformación inferior. El ensamblaje de solenoide 23 comprende un alojamiento de solenoide 34, un solenoide 36, un miembro 38 de solenoide móvil, una placa de solenoide 40 y un acoplador 42. El ensamblaje de normalización 25 comprende un miembro 44, un alojamiento de deslizamiento 46, un alojamiento interno 48, muelles del transductor 50, un alojamiento 52 de transductor flotante, un miembro 53 de retención del alojamiento de transductor flotante, un transductor 54 y una tubería de transductor 56. El miembro 38 de solenoide móvil puede comprender un rodillo de solenoide móvil. El miembro 44 puede comprender un rodillo de normalización. La tubería del acoplador 27b se puede extender entre el tanque 27a de suministro de acoplador y el ensamblaje de normalización 25.

45 Como se muestra en las Figuras 1 y 2, el ordenador 16 y/o el controlador 18 pueden controlar la máquina 20. La máquina 20 puede estar unida de forma fija a la placa de deformación 24. La placa de deformación 24 y la célula de carga 26 pueden estar unidas de forma fija a alojamiento 30 de deformación superior. El alojamiento 30 de deformación superior puede estar unido de forma móvil a alojamiento 32 de deformación inferior para permitir el movimiento relativo entre los alojamientos 30 y 32 de deformación superior e inferior, hacia arriba y hacia abajo a lo largo de la dirección 33. El alojamiento 30 de deformación superior puede estar dispuesto de forma móvil en el interior de la cavidad 32a del alojamiento 32 de deformación inferior, usando miembros 32b de deslizamiento lineal para mover la placa de deformación 24 hacia arriba y hacia abajo, a lo largo de la dirección 33, moviendo de este modo el alojamiento 30 de deformación superior unido con respecto al alojamiento 32 de deformación inferior. En otra realización, se puede usar cualquier tipo de mecanismo para unir de forma móvil el alojamiento 30 de deformación superior al alojamiento 32 de deformación inferior. Un extremo 28a del muelle de deformación 28 puede estar unido de forma fija a la célula de carga 26. El otro extremo 28b del muelle de deformación 28 puede encontrarse libre. Cuando el extremo 28b del muelle de deformación 28 se encuentra dispuesto aparte de la superficie 32c del alojamiento 32 de deformación inferior, el muelle de deformación 28 puede estar completamente extendido. Cuando los alojamientos 30 y 32 de deformación superior e inferior se mueven el uno hacia el otro, el extremo 28b del muelle de deformación 28 puede apoyarse sobre la superficie inferior 32c del alojamiento 32 de deformación inferior con el fin de comprimir el muelle de deformación 28 hacia la célula de carga 26.

60 El alojamiento de solenoide 34 puede estar unido de forma fija al alojamiento 32 de deformación inferior. El solenoide 36 puede estar unido de forma fija a la placa de solenoide 40 unida al alojamiento de solenoide 34. El miembro 38 de solenoide móvil puede estar unido de forma móvil al solenoide 36. El solenoide 36 puede mover el

miembro 38 de solenoide móvil hacia arriba y hacia abajo a lo largo de la dirección 37. Un extremo 38a del miembro 38 de solenoide móvil puede estar unido al solenoide 36, y el otro extremo 38b del miembro 38 de solenoide móvil puede estar unido al acoplador 42. Un extremo 44a del miembro 44 puede estar unido al acoplador 42 y el otro extremo 44b del miembro 44 puede estar unido al alojamiento interno 48. De tal manera, el solenoide 36 puede mover el alojamiento interno 48 hacia arriba y hacia abajo, moviendo el miembro 38 de solenoide móvil hacia arriba y hacia abajo a lo largo de la dirección 37.

El alojamiento de deslizamiento 46 puede estar unido de forma fija al alojamiento de solenoide 34. El alojamiento de deslizamiento 46 puede comprender un cilindro hueco. El miembro 53 de retención del alojamiento del transductor flotante puede estar unido de forma fija al alojamiento interno 48. Los muelles del transductor 50, el alojamiento 52 de transductor flotante y el transductor 54 pueden estar colocados al menos parcialmente en el interior de la cavidad 48a del alojamiento interno 48. El miembro 53 de retención del alojamiento del transductor flotante puede comprender un anillo de miembro de retención. El miembro 53 de retención del alojamiento de transductor flotante puede estar definido por superficies 53a con forma de ángulo que conforman el orificio 53b. Un extremo 50a de los muelles del transductor 50 puede estar unido a la superficie superior 48b de la cavidad interna 48a del alojamiento interno 48. El otro extremo 50b de los muelles del transductor 50 puede estar unido a la superficie superior 52b del alojamiento 52 de transductor flotante. En esta posición, los muelles de transductor 50 puede únicamente estar parcialmente comprimidos y las superficies 52c con forma de ángulo del alojamiento 52 de transductor flotante pueden apoyarse sobre la configuración de acoplamiento con y contra las superficies 53b con forma de ángulo del miembro 53 de retención del alojamiento de transductor flotante, evitando de este modo que el alojamiento 52 de transductor flotante flote libremente. El transductor 54 puede comprender un transductor ultrasónico u otro tipo de transductor. El transductor 54 puede estar unido de forma fija al alojamiento 52 de transductor flotante. Un extremo 54a de medición inferior del transductor 54 se puede extender más allá de la superficie inferior del alojamiento 52 de transductor flotante. El extremo 54a de medición inferior del transductor 54, cuando las superficies 52c con forma de ángulo del alojamiento 52 de transductor flotante se apoyan sobre las superficies 53b con forma de ángulo del miembro 53 de retención del alojamiento flotante, con los muelles del transductor 50 en posición parcialmente comprimida, puede extenderse hacia el interior o hacia el exterior del orificio 53a del miembro 53 de retención de alojamiento flotante. La tubería del acoplador 27b se puede extender entre el tanque 27a de suministro del acoplador y hacia el interior del alojamiento de deslizamiento 46. El tanque 27a de suministro de acoplador puede suministrar el acoplador 27c sobre al superficie 14 por debajo y/o dentro del alojamiento de deslizamiento 46. El acoplador 27c puede comprender agua u otro tipo de acoplador.

La Figura 3 ilustra una vista en corte transversal a través de la línea 3-3 de la realización de la Figura 2. Como se ilustra en la Figura 3, se pueden distribuir cinco muelles de transductor 50 alrededor de un perímetro 52a del alojamiento 52 de transductor flotante. En otras realizaciones, se puede usar un número variable de muelles de transductor 50, con varias orientaciones y/o configuraciones con respecto al alojamiento interno 48 y/o al alojamiento 52 de transductor flotante.

Como se ilustra en la Figura 2, el ordenador 16 y/o el controlador 18 pueden transmitir instrucciones a la máquina 20 para colocar el alojamiento de deslizamiento 46 y el transductor 54 fuera de la superficie 14. En esta posición, el alojamiento 30 de deformación superior puede estar colocado en una posición elevada con respecto al alojamiento 32 de deformación inferior, de manera que únicamente una pequeña parte del alojamiento 30 de deformación superior se encuentre dentro de la cavidad 32a del alojamiento 32 de deformación inferior, mientras que el muelle de deformación 28 puede encontrarse en una posición extendida fuera de la superficie inferior 32c del alojamiento 32 de deformación inferior. El miembro 38 de solenoide móvil puede estar ubicado en una posición elevada provocando que el alojamiento interno 48 y el miembro 53 de retención del alojamiento de transductor flotante se encuentre en una posición elevada dentro del alojamiento de deslizamiento 46. Como resultado de ello, el alojamiento 52 de transductor flotante, que se encuentra apoyado contra el miembro 53 de retención del alojamiento de transductor flotante, y el transductor 54 unido pueden también encontrarse en una posición elevada al menos parcialmente dentro de la cavidad 48a del alojamiento interno 48.

La Figura 4 ilustra una vista en corte transversal de la realización de la Figura 2, habiéndose movido el alojamiento de deslizamiento 46 del aparato 10 contra la superficie 14. El ordenador 16 y/o el controlador 18 (no mostrados en la Figura 4) pueden haber transmitido las instrucciones a la máquina 20 para mover la placa de deformación 24 en sentido descendente, provocando que el ensamblaje de deformación 22, el ensamblaje de solenoide 23 y el alojamiento de deslizamiento 46 se muevan en sentido descendente para colocar el alojamiento de deslizamiento 46 contra la superficie 14. Cuando el alojamiento de deslizamiento 46 se apoya contra la superficie 14, la fuerza de la superficie 14 puede haber provocado que el alojamiento 30 de deformación superior se haya movido hacia la superficie inferior 32c del alojamiento 32 de deformación inferior. Es posible que el extremo 28b del muelle de deformación 28 se haya apoyado contra la superficie inferior 32c del alojamiento 32 de deformación inferior, provocando de este modo la compresión del muelle de deformación 28 hacia la célula de carga 26. Es posible que la célula de carga 26 haya medido la compresión del muelle de deformación 28, y puede que haya detenido la máquina 20, evitando el movimiento posterior del alojamiento de deslizamiento 46 contra la superficie 14 cuando la cantidad de fuerza aplicada por parte del alojamiento de deslizamiento 46 contra la superficie 14 haya alcanzado la cantidad deseada de fuerza para al superficie 14 objeto de medición. La cantidad deseada de fuerza puede estar basada en el material de la superficie 14 y/o en otros factores. De tal manera, la célula de carga 26 puede evitar que se

produzca daño alguno sobre la superficie 14 y/o el alojamiento de deslizamiento 46.

Es posible que el solenoide 36 haya mantenido el miembro 38 de solenoide móvil en posición elevada, mientras que el alojamiento de deslizamiento 46 se apoya contra la superficie 14, de manera que el alojamiento interno 48, el miembro 53 de retención de alojamiento de transductor flotante, el alojamiento 52 de transductor flotante y el transductor 54 permanezcan en sus posiciones elevadas dentro del alojamiento de deslizamiento 46. De tal manera, es posible que el transductor 54 permanezca colocado fuera de la superficie 14 en posición elevada en el interior del alojamiento de deslizamiento 46. Es posible que el ordenador 16 y/o controlador 18 (no mostrados en la Figura 4) hayan enviado la orden al tanque 27a de suministro de acoplador (no mostrado en la Figura 4) de suministrar el acoplador 27c sobre la superficie 14 dentro y/o por debajo del alojamiento de deslizamiento 46, estando el transductor 54 en posición elevada en el interior del alojamiento de deslizamiento 46.

La Figura 5 ilustra una vista de corte transversal de la realización de la Figura 4, habiéndose movido el transductor 54 en el interior del alojamiento de deslizamiento 46 contra la superficie 14. Es posible que el ordenador 16 y/o el controlador 18 hayan enviado la orden al solenoide 36 para mover el miembro 38 de solenoide móvil en sentido descendente hacia la superficie 14. Esto puede haber provocado que el alojamiento interno 48, unido al miembro 38 de solenoide móvil con el acoplador 42 y el miembro 44, y el miembro 53 de retención de alojamiento de transductor flotante se hayan movido con respecto a y en el interior del alojamiento de deslizamiento 46 hacia la superficie 14. El movimiento descendente del alojamiento interno 48 puede haber provocado que la superficie 54a de medición inferior del transductor 54 se haya despegado del orificio 53a del miembro 53 de retención del alojamiento de transductor flotante, para apoyarse contra la superficie 14. Cuando la superficie 54a de medición inferior del transductor 54 se apoya contra la superficie 14, la fuerza de la superficie 14 contra la superficie 54a de medición inferior del transductor 54 puede hacer que las superficies 52c con forma de ángulo del alojamiento 52 de transductor flotante se muevan en sentido ascendente para separarse de las superficies 53b con forma de ángulo del miembro 53 de retención del alojamiento de transductor flotante. Como resultado de ello, los muelles de transductor 50 puede haberse comprimido más en sentido ascendente permitiendo que el alojamiento 52 de transductor flotante y el transductor 54 unido floten libremente fuera de y con relación al miembro 53 de retención de alojamiento de transductor flotante. En la posición flotante, el alojamiento 52 de transductor flotante y el transductor 54 pueden moverse libremente en distintas direcciones y orientaciones, moviéndose arriba y abajo, hacia los lados, en ángulo y/o rotando con el fin de orientar la superficie 54a de medición inferior del transductor 54 de forma considerablemente paralela a y contra la superficie 14 objeto de medición por parte del transductor.

El transductor 54 puede haber tomado mediciones del espesor de la superficie 14 por medio de la emisión de una señal de ultrasonidos 60, reflejando la señal de ultrasonidos 60 de una superficie inferior 14a de la superficie 14 y recibiendo la señal de ultrasonidos reflejada 60. El alojamiento 52 de transductor flotante puede permitir que la superficie 54a de medición inferior del transductor 54 rote entre tres y cinco grados con respecto a la superficie 14 y todavía capte mediciones precisas del espesor 12 de la superficie 14. En otras realizaciones, el alojamiento 52 de transductor flotante puede permitir que la superficie 54a de medición inferior del transductor 54 rote en cantidades variables al tiempo que todavía capta mediciones del espesor 12 de la superficie 14.

El ordenador 16 puede calcular el espesor 12 de la superficie 14, basado en las mediciones tomadas por el transductor 54. El ordenador 16 puede calcular el espesor 12 de la superficie 14, basándose en una velocidad conocida de la señal de ultrasonidos 60, un material conocido de la superficie 14 y un tiempo de vuelo de la señal de ultrasonidos 60 entre el transductor 54 y la superficie 14. El ordenador 16 puede almacenar las mediciones de espesor 12 de la superficie 14 y puede determinar si el espesor 12 de la superficie 14 alcanza los estándares de tolerancia. Basándose en la determinación, la superficie 14 puede ser aceptada o rechazada.

La Figura 6 ilustra un diagrama de flujo de una realización de un método 162 para medir automáticamente una superficie 14. La superficie 14 puede comprender una superficie de un aeroplano, un forro de alas, un larguero de alas, un larguerillo de alas u otro tipo de superficie. En la etapa 164, se proporciona un aparato de medición 10. El aparato de medición 10 proporcionado comprende un ordenador 16, una máquina 20, una célula de carga 26, un solenoide 36, un alojamiento de deslizamiento 46, un alojamiento interno 48, un miembro 53 de retención de alojamiento de transductor flotante unido al alojamiento interno 48, un transductor 54 unido al alojamiento 52 de transductor flotante, muelles de transductor 50 unidos entre el alojamiento 52 de transductor flotante y el alojamiento interno 48 y un dispositivo 27 de suministro de acoplador. La máquina 20 puede comprender una fresadora, un robot y/o otro tipo de máquina. El transductor 54 puede comprender un transductor de ultrasonidos u otro tipo de transductor. En otras realizaciones, el aparato de medición 10 proporcionado puede comprender cualquiera de las realizaciones divulgada en la presente memoria.

En la etapa 166, el aparato de medición 10 se calibra usando un estándar de referencia 29 y al menos un ordenador 16 y un controlador 18. El estándar de referencia 29 puede comprender un espesor conocido 31 y un material conocido. En la etapa 168, el alojamiento de deslizamiento 46 se mueve contra la superficie 14 objeto de medición usando la máquina 20. En la etapa 170, el movimiento posterior del alojamiento de deslizamiento 46 contra la superficie 14 objeto de medición se detiene, en base a los cálculos de la célula de carga 26 relacionados con la cantidad de fuerza aplicada por parte de alojamiento de deslizamiento 46 contra la superficie 14. En la etapa 172, el acoplador 27c se encuentra colocado sobre la superficie 14 objeto de medición usando el dispositivo 27 de

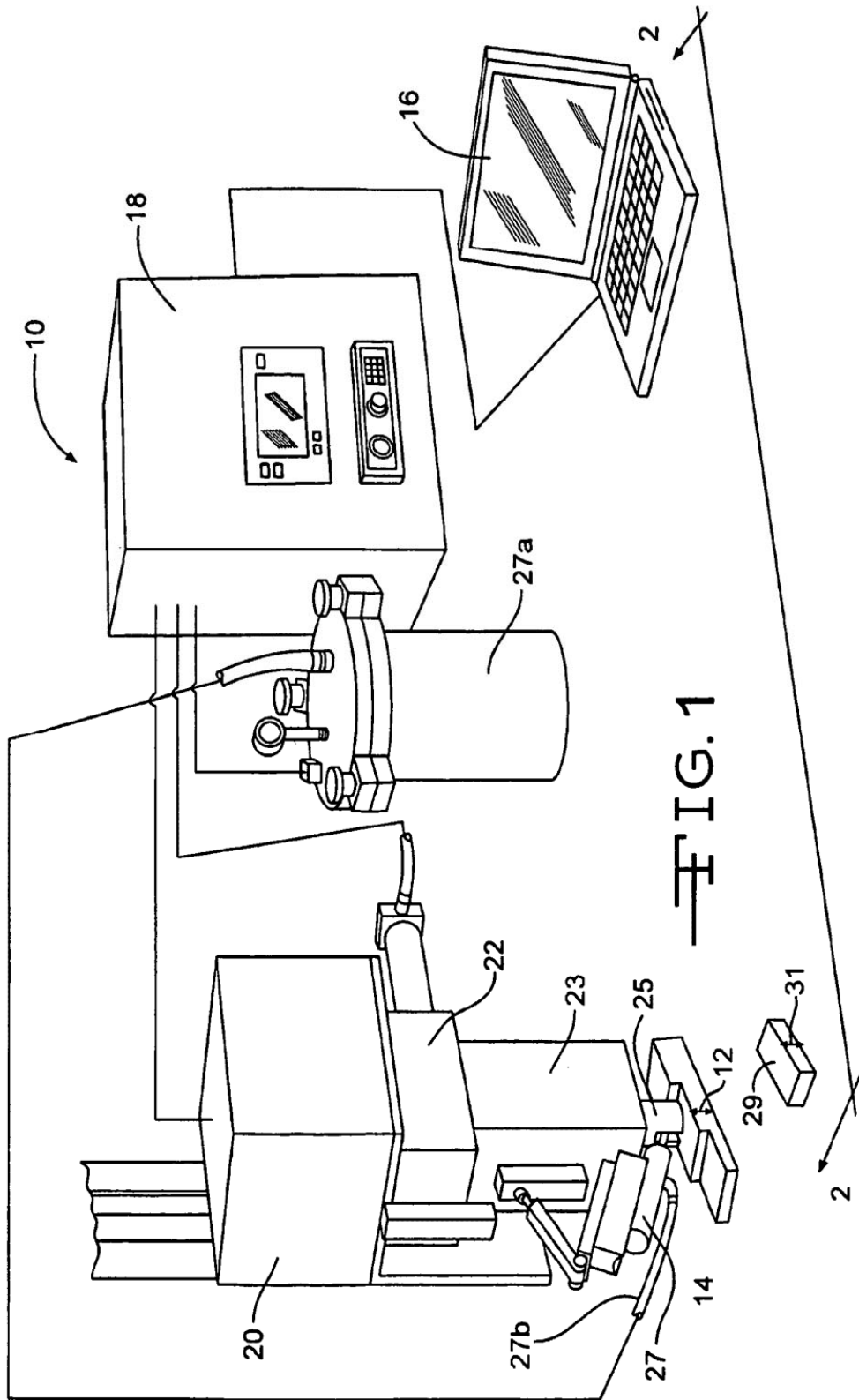
suministro de acoplador.

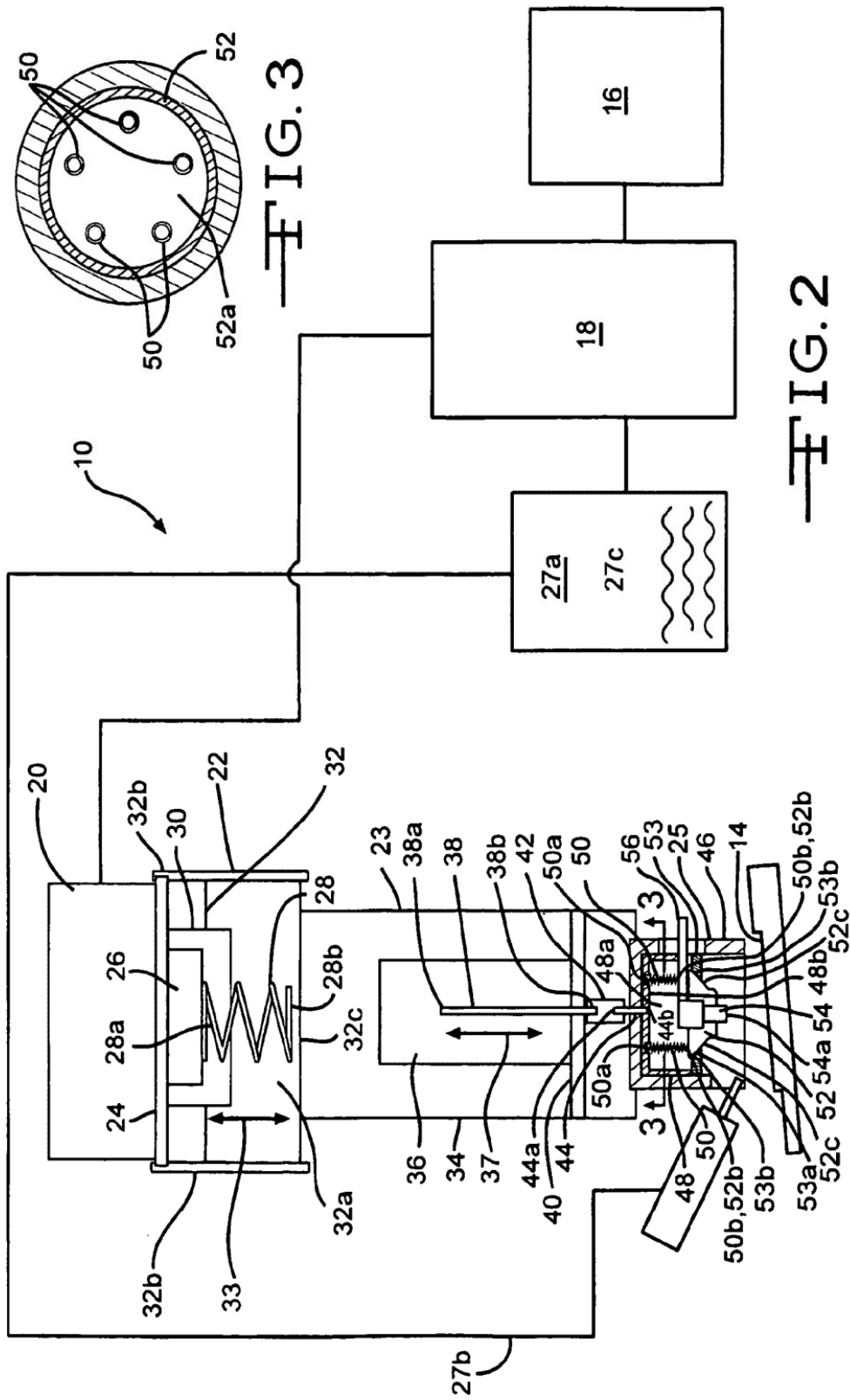
- 5 En la etapa 174, el transductor 54 se mueve contra la superficie 14 objeto de medición usando un miembro de solenoide 38. La etapa 174 puede comprender el miembro de solenoide 38 que mueve el alojamiento interno 48 con respecto al alojamiento de deslizamiento 46. En la etapa 176, la superficie 54a de medición inferior del transductor 54 se orienta libremente en paralelo a y contra la superficie 14 objeto de medición, como resultado del alojamiento 52 de transductor flotante. La etapa 176 puede comprender el alojamiento 52 de transductor flotante que se separa del miembro 53 de retención de alojamiento de transductor flotante para comprimir los muelles de transductor 50 y orientar la superficie 54a de medición inferior del transductor 54 de manera considerablemente paralela a y contra la superficie 14 objeto de medición. Esto puede obtenerse a partir del movimiento en varias direcciones y orientaciones del alojamiento 52 de transductor flotante y del transductor 54 unido, mediante un movimiento hacia arriba y abajo, hacia los lados, en ángulo y/o en rotación con el fin de colocar la superficie 54a de medición inferior del transductor 54 considerablemente en paralelo a y contra la superficie 14 objeto de medición.
- 10
- 15 En la etapa 178, el espesor 12 de la superficie 14 se mide usando el transductor 54. La etapa 178 puede comprender emitir una señal de ultrasonidos 60 desde el transductor de ultrasonidos 54, reflejar la señal de ultrasonidos 60 desde la superficie inferior 14a de la superficie 14, recibir la señal de ultrasonidos 60 reflejada con el transductor de ultrasonidos 54 y calcular el espesor 12 de la superficie 14, basándose en una velocidad conocida de la señal de ultrasonidos 60, basándose en un material conocido de la superficie 14 y basándose en un tiempo de vuelo de la señal de ultrasonidos 60 entre el transductor de ultrasonidos 54 y la superficie 14.
- 20
- En la etapa 180, los datos de medición relativos al espesor 12 de la superficie 14 se almacenan usando el ordenador 16. En la etapa 183, los datos almacenados se analizan para determinar si la superficie 14 alcanza los estándares de tolerancia con el fin de aceptar o rechazar la superficie 14. En otras realizaciones, se pueden cambiar de orden una o más de las etapas del método 162, suprimir o modificar. En otras realizaciones, se pueden añadir varias etapas. Las etapas del método 162 se pueden llevar a cabo de forma automática en menos de dos segundos. En otras realizaciones, las etapas del método 162 se pueden llevar a cabo de forma automática en cantidades variables de tiempo.
- 25
- 30 Una o más realizaciones de la divulgación pueden reducir o eliminar uno o más problemas asociados con uno o más aparatos y/o métodos convencionales para medir el espesor de la superficie. Por ejemplo, una o más realizaciones de la descripción pueden: permitir la medición automática de una superficie en menos que dos segundos ahorrando de este modo tiempo, trabajo, costes y reduciendo la probabilidad de que el acoplador oxide la superficie; puede permitir desviaciones angulares del transductor al tiempo que se produce la toma de mediciones exactas de la superficie; puede estar completamente automatizada y controlada por ordenador aumentando de esta forma la eficacia y reduciendo o eliminando lesiones repetitivas de los operadores; puede reducir la necesidad de procesos de fabricaciones extra debido a una mayor tolerancia-precisión de las superficies medidas; o puede reducir y/o eliminar otro tipo de problemas.
- 35
- 40 Por supuesto, debe entenderse que lo anterior se refiere a realizaciones ejemplares de la divulgación y que se permiten modificaciones sin alejarse del alcance de la divulgación como se establece en las reivindicaciones.

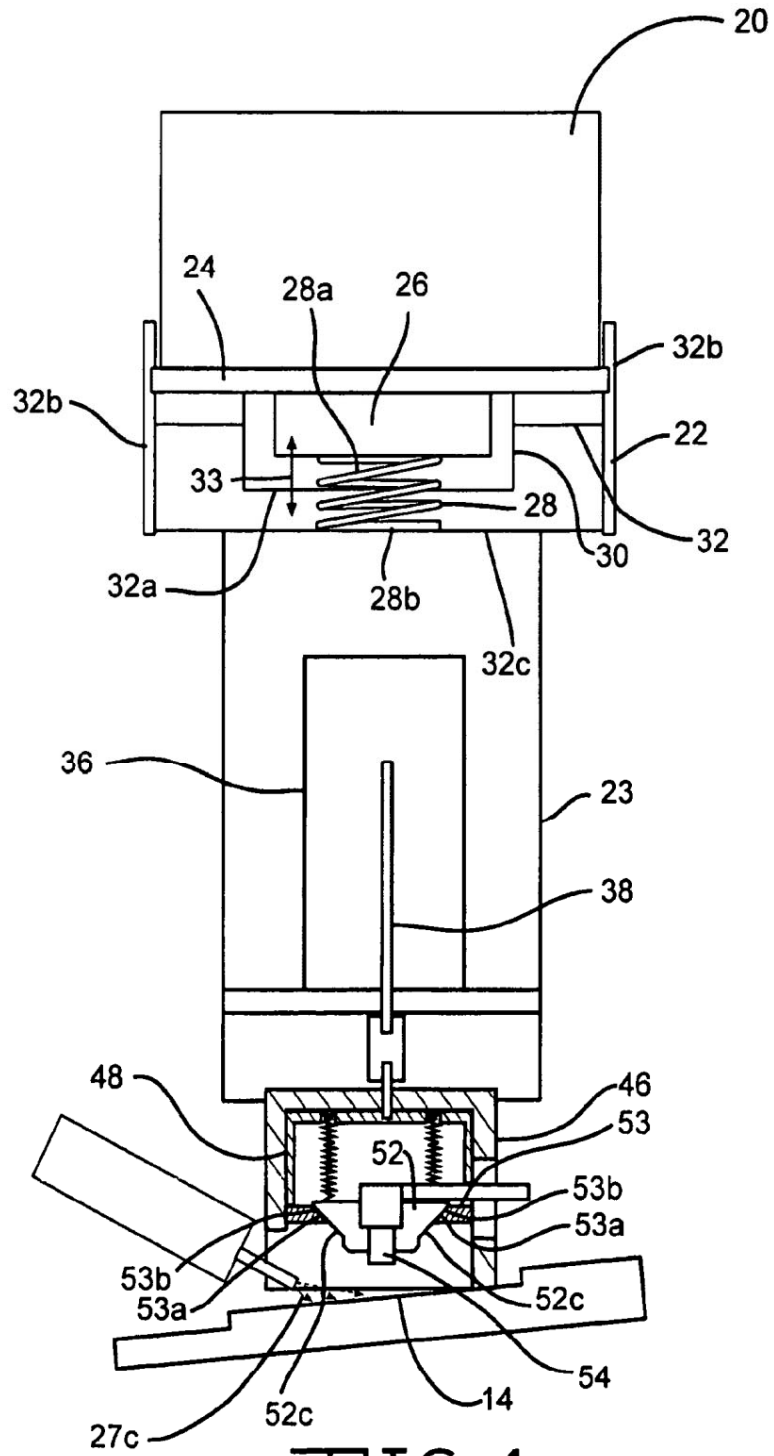
REIVINDICACIONES

1. Un aparato 10 para medir el espesor de una superficie 14 que comprende:
- 5 un ensamblaje de normalización 25 que comprende un transductor 54 apropiado para la medición del espesor mediante la puesta en contacto de una superficie, un alojamiento de transductor 52, muelles de transductor 50, un alojamiento interno 48 y un alojamiento de deslizamiento 46, en el que el transductor 54 se encuentra unido al alojamiento de transductor 52, estando los muelles de transductor 50 unidos entre el alojamiento de transductor 52 y el alojamiento interno 48, estando colocado el alojamiento interno 48 de manera móvil y al menos parcialmente ubicado en el interior del alojamiento de deslizamiento 46, de manera que el alojamiento de transductor 52 sea flotante en el interior del alojamiento interno 48;
- 10 un ensamblaje de solenoide 23 que comprende un solenoide 36 y un miembro 38 de solenoide móvil, en el que el solenoide 36 y el miembro 31 de solenoide móvil se adaptan para mover el alojamiento interno 48 con respecto al alojamiento de deslizamiento 46 de manera que el transductor 54 se pueda mover contra la superficie 14 objeto de medición y
- 15 un ensamblaje de deformación 22 que comprende una célula de carga 26 y al menos un alojamiento de deformación 30, 32 en el que la célula de carga 26 se adapta para la medición de la fuerza aplicada contra el alojamiento de deslizamiento 46 por parte de la superficie 14 objeto de medición.
- 20 2. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende un dispositivo de suministro de acoplador para suministrar el acoplador sobre la superficie objeto de medición por parte del aparato transductor.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que el ensamblaje de normalización comprende además un alojamiento de transductor flotante que retiene el miembro unido al alojamiento interno, estando definido el miembro de retención de alojamiento de transductor flotante por un orificio que tiene superficies en forma de ángulo para apoyarse contra las superficies en forma de ángulo del alojamiento de transductor flotante cuando éste se encuentra en una posición no flotante.
- 25 4. El aparato de la reivindicación 1, en el que cinco muelles de transductor se encuentran unidos entre el alojamiento de transductor flotante y el alojamiento interno.
- 30 5. El aparato de la reivindicación 1, en el que el miembro de solenoide móvil comprende un rodillo de solenoide unido a un acoplador, en el que el acoplador se encuentra unido a otro rodillo, en el que el otro rodillo está unido al alojamiento interno.
- 35 6. El aparato de la reivindicación 1, en el que el transductor comprende un transductor de ultrasonidos y un extremo de medición del transductor de ultrasonidos se extiende más allá de la superficie inferior del alojamiento de transductor flotante.
- 40 7. El aparato de la reivindicación 1, en el que el ensamblaje de deformación comprende un alojamiento de deformación superior, un alojamiento de deformación inferior y un muelle de deformación, en el que los alojamientos de deformación superior e inferior se encuentran dispuestos de forma móvil, el uno con respecto al otro, y el muelle de deformación se comprime y se extiende a medida que los alojamientos de deformación superior e inferior se mueven de forma relativa uno con respecto a otro.
- 45 8. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende al menos una máquina, un robot, una fresadora para mover el ensamblaje de normalización, el ensamblaje de solenoide y el ensamblaje de deformación con respecto a la superficie objeto de medición.
- 50 9. El aparato de la reivindicación 11, que además comprende al menos uno de un ordenador y un controlador para al menos uno de almacenamiento de datos de espesor medido por el aparato, calibración del aparato y control del aparato.
10. Un método para medir automáticamente el espesor de una superficie 14 que comprende:
- 55 proporcionar un aparato 10 de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende un alojamiento de deslizamiento 46, una máquina 20, una célula de carga 26, un dispositivo 27 de suministro de acoplador, un solenoide 36, un transductor 54, un alojamiento 52 de transductor flotante y un ordenador 16;
- 60 mover el alojamiento de deslizamiento 46 contra la superficie 14 objeto de medición usando la máquina 20; detener el movimiento posterior del alojamiento de deslizamiento 46 contra la superficie 14 objeto de medición, basándose en los cálculos de la célula de carga 26 con respecto a la cantidad de fuerza aplicada por parte del alojamiento de deslizamiento 46 contra la superficie 14;
- disponer el acoplador sobre la superficie 14 objeto de medición usando el dispositivo 27 de suministro de acoplador;

- mover el transductor 54 contra la superficie 14 objeto de medición usando un miembro 38 de solenoide móvil del solenoide 36;
orientar la superficie del transductor 54 de forma considerablemente paralela a y contra la superficie 14 objeto de medición usando el alojamiento 52 de transductor flotante;
5 medir el espesor de la superficie 14 usando el transductor 54; y
almacenar los datos de medición relativos al espesor de la superficie 14 usando el ordenador 16.
11. El método de la reivindicación 10, que además comprende la etapa de analizar los datos de medición almacenados para determinar si la superficie alcanza los estándares de tolerancia.
10
12. El método de la reivindicación 10, que además comprende la etapa de calibrar el aparato de medición usando un estándar de referencia y al menos uno de ordenador y controlador, en el que el estándar de referencia comprende un espesor conocido y un material conocido.
- 15 13. El método de la reivindicación 10, en el que la máquina comprende al menos uno de una fresadora y un robot.
14. El método de la reivindicación 10, en el que el aparato de medición proporcionado comprende además un alojamiento interno, y la etapa de movimiento del transductor comprende además el miembro de solenoide móvil que mueve el alojamiento interno con respecto al alojamiento de deslizamiento.
20
15. El método de la reivindicación 10, en el que el transductor del aparato de medición proporcionado comprende un transductor de ultrasonidos, y la etapa de medición del espesor comprende emitir una señal de ultrasonidos desde el transductor de ultrasonidos, reflejar la señal de ultrasonidos desde la superficie inferior de la superficie, recibir la señal de ultrasonidos reflejada con el transductor de ultrasonidos y calcular el espesor de la superficie, basándose en la velocidad conocida de la señal de ultrasonidos, en el material conocido de la superficie y en el tiempo de vuelo de la señal de ultrasonidos entre el transductor y la superficie.
25







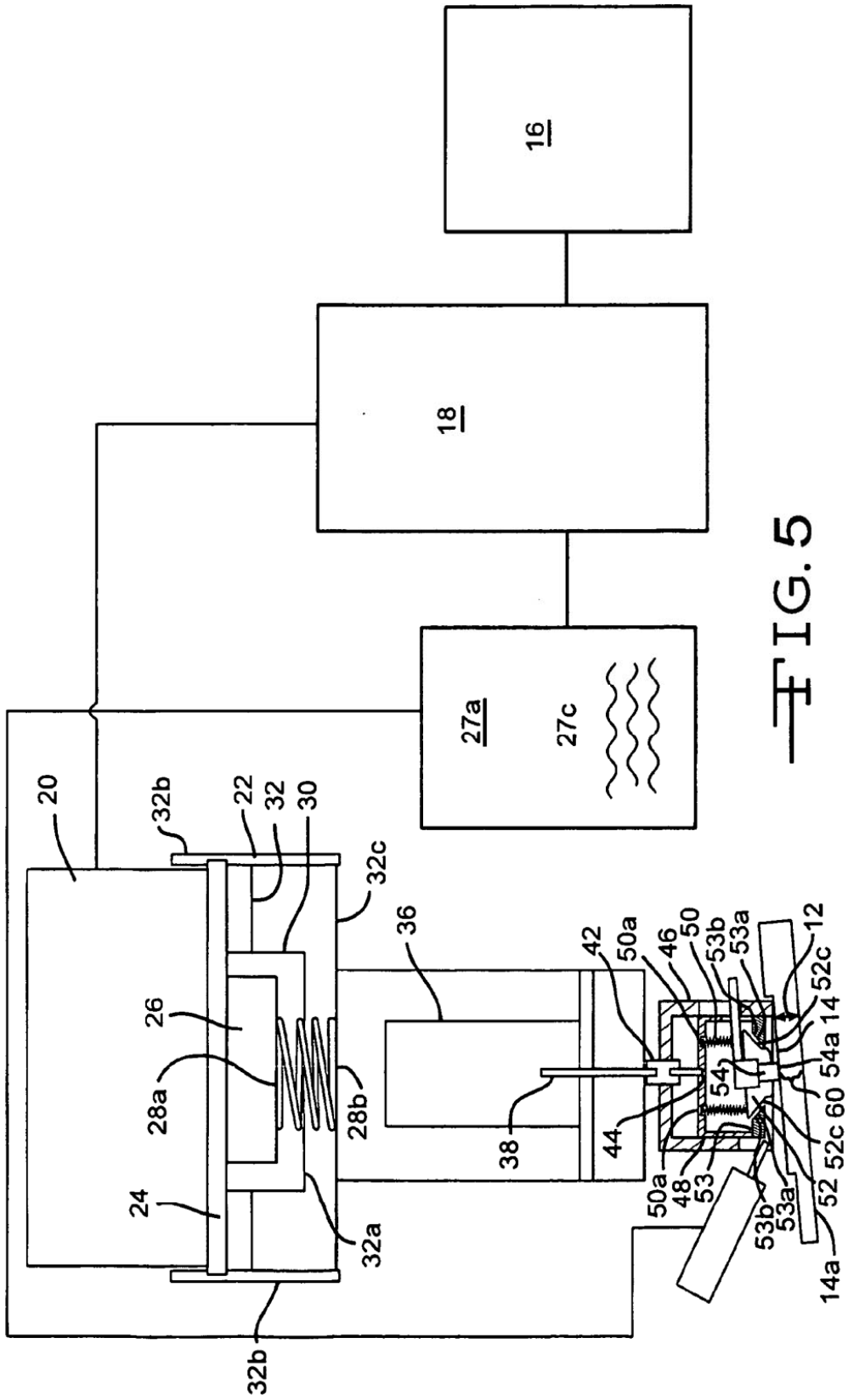


FIG. 5

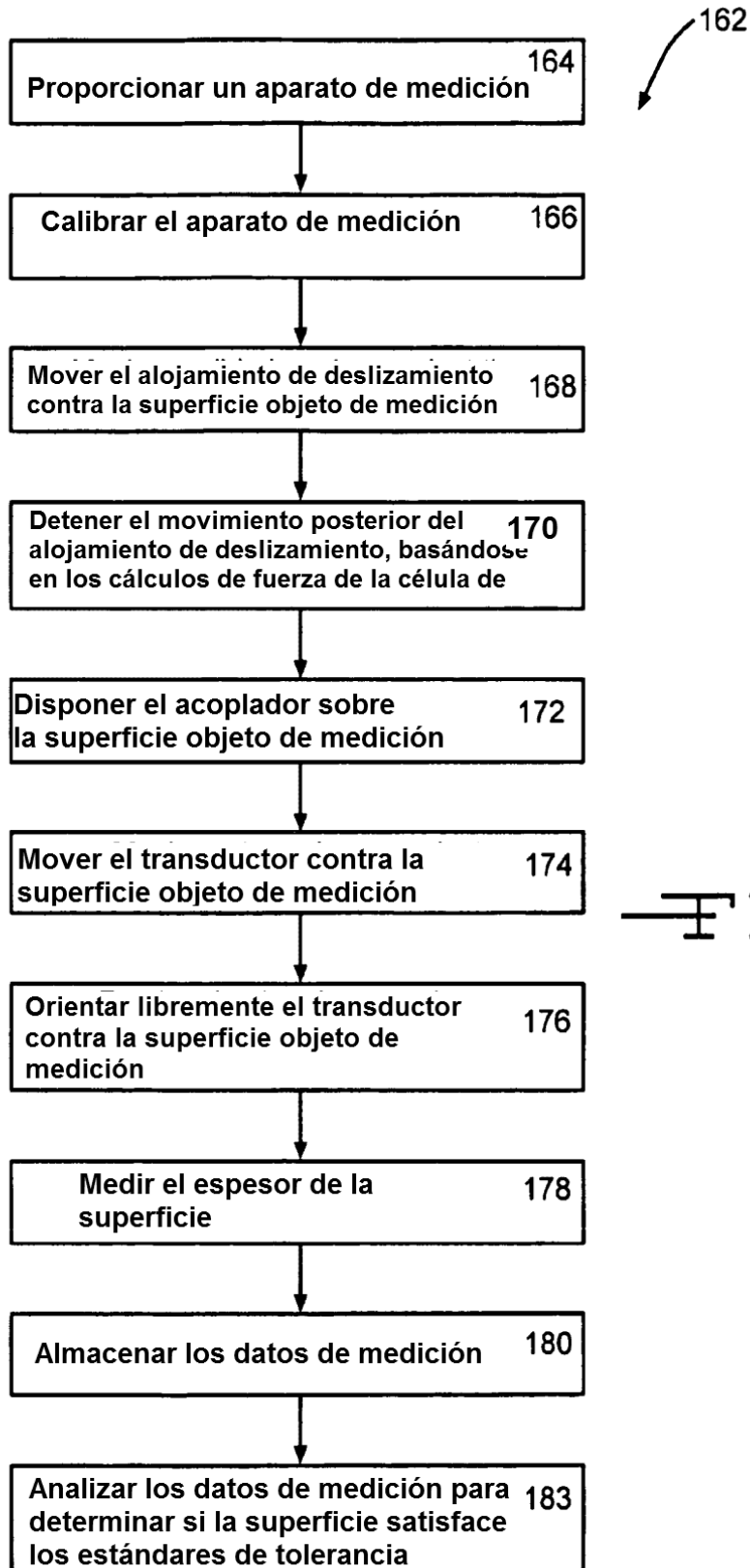


FIG. 6