

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 903 113**

51 Int. Cl.:

**F02B 77/08** (2006.01)

**F02F 3/00** (2006.01)

**G01K 1/02** (2011.01)

**G01K 11/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2011 PCT/EP2011/006329**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2012 WO12079759**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2011 E 11805772 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.12.2021 EP 2652289**

54 Título: **Medición de la temperatura de pistones con ayuda de sensores SAW**

30 Prioridad:

**16.12.2010 DE 102010054825**

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

**31.03.2022**

73 Titular/es:

**DEUTZ AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Ottostrasse 1  
51149 Köln, DE**

72 Inventor/es:

**PLUM, THOMAS;  
LOTFI, ANDRÉ;  
STEPPAT, HARALD y  
RÖBEL, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 903 113 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**

Medición de la temperatura de pistones con ayuda de sensores SAW

5 La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la medición de la temperatura de pistones con ayuda de sensores SAW (surface acoustic wave o también onda acústica superficial). Es un procedimiento para la medición de temperaturas en pistones tal como se emplean, p. ej., en el caso de un motor de combustión interna. En este caso, se emplean sensores especiales, los cuales trabajan en base al principio de la acústica de ondas superficiales, en inglés surface acoustic wave, abreviado SAW.

10 Los pistones son un componente importante de los motores de combustión interna. Dado que los pistones en la superficie del pistón están expuestos directamente al proceso de combustión interna del motor, su carga es elevada, tanto en lo que concierne a la carga térmica como a la carga mediante el efecto de la fuerza.

15 Para la elección de un pistón adecuado, juega un papel importante no solo la geometría, sino también el material a utilizar, tal como, p. ej., aluminio o acero. Para la determinación de la distribución de la temperatura en el pistón es necesario medir ésta. Las temperaturas se miden en diferentes puntos junto al y en el pistón durante el funcionamiento. El uso de puntos de carga relacionados o curvas de carga dinámicas posibilita una concepción apropiada del pistón y posibilita la elección de los materiales del pistón a utilizar.

Actualmente existen tres procedimientos establecidos y un procedimiento antiguo para la medición de las temperaturas de los pistones.

La medición con ayuda de marcadores térmicos

20 En este caso, se incorporan marcadores que modifican sus propiedades bajo la acción de determinadas temperaturas límite. Este procedimiento puede aplicarse con el fin de garantizar que se alcancen o se rebasen temperaturas límite. El procedimiento no proporciona dictámenes sobre una resolución en el tiempo.

Procedimiento de la bobina móvil

25 En el caso del procedimiento de la bobina móvil se utiliza el principio de la inducción. En este caso, una bobina se sumerge en otra y posibilita, mediante inducción, una transferencia de los datos de medición, véase, p. ej., el documento JP 8278205 A o el documento US 2005/0174255 A1.

Telemetría de radio

Si se utiliza una telemetría de radio, entonces se dispone de una unidad emisora que transmite los datos de medición de los sensores de temperatura a una unidad receptora mediante radio. En este caso, se requiere un abastecimiento de los sensores con energía eléctrica.

30 Transmisión directa mediante cables

Este procedimiento es antiguo y propenso a errores, dado que el dispositivo se expone a una sollicitación mecánica continua.

35 En el caso de las ondas superficiales se trata de ondas acústicas sonoras transmitidas por estructuras. Éstas se expanden solo en la superficie y, por consiguiente, solo de forma bidimensional. Sobre la superficie de cuerpos sólidos pueden propagarse ondas, las cuales tienen tanto una porción transversal como una porción longitudinal. Un punto en la superficie describe durante el paso de una onda de este tipo un movimiento elíptico. Este tipo de ondas superficiales tiene una elevada velocidad de propagación debido al módulo de cizallamiento presente y se puede generar sobre la superficie de cuerpos sólidos. Los sensores SAW aprovechan la dependencia de la velocidad de las ondas superficiales de la tensión mecánica (deformación) de la sollicitación másica (depósito sobre las superficies) o la temperatura (coeficiente de temperatura de la velocidad del sonido). Por lo tanto, los sensores SAW miden la variación de la velocidad de propagación de la onda acústica. Una onda superficial de este tipo pone a las partículas en la superficie del cuerpo o sustrato perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda en movimientos ondulatorios elípticos. Estructuras SAW con una antena incorporada son componentes pasivos y devuelven una parte de las ondas de radio irradiadas a través de la misma antena, una vez que la señal haya pasado por la estructura SAW y haya sido reflejada allí en dos o varias estructuras. Mediante otros lugares individuales para cada uno de los componentes de esta estructura reflectora se forman ecos asociables al componente. El intervalo de los ecos de un componente depende de la posición de las estructuras reflectoras entre sí, así como de la velocidad del sonido del sustrato. La velocidad del sonido, en función del sustrato y de su orientación en el cristal, depende además de ello más o menos de la temperatura, así como, entre otros, depende de tensiones mecánicas.

Con ello, estas ondas superficiales son sensibles para la medición de propiedades eléctricas o mecánicas de las superficies de los cuerpos. Los sensores que se basan en este principio pueden medir bien, por consiguiente, magnitudes físicas tales como temperatura, presión y estrés.

5 Mediante una excitación de los sensores en la zona de la frecuencia de resonancia, se devuelve la frecuencia de resonancia dependiente de las condiciones del entorno. Ésta puede ser irradiada a través de una antena pasiva y ser recibida mediante una unidad receptora.

El sensor puede estar diseñado de tal forma que únicamente pueda ser leída la información de la temperatura mediante la frecuencia o que se emita una frecuencia de referencia adicional que no presente esta dependencia de la temperatura.

10 Los inconvenientes en el estado actual de la técnica se encuentran en la elevada complejidad de la aplicación de la sensorial de la resistencia mecánica de la estructura. Además, en función del procedimiento, se añaden inconvenientes en el caso de la precisión de la medición de la temperatura, así como una elevada complejidad en las transmisiones por radio en relación con las unidades emisora y receptora y la aplicación de la antena.

15 Otro inconveniente en el caso de utilizar los métodos arriba mencionados, los cuales proporcionan valores de medición lo suficientemente precisos, son los elevados costos que van acompañados con el uso.

La misión de la invención consiste en poder llevar a cabo una medición de la temperatura de los pistones con una complejidad técnica lo más baja posible y una intensidad de trabajo lo más baja posible. La invención ha de estar en condiciones de poder determinar a lo largo de varias horas la temperatura en diferentes puntos y esto en el caso de los diferentes puntos de carga y trabajo que presentan los motores de combustión interna.

20 El uso de los sensores SAW para la medición de la temperatura del pistón. Los sensores SAW pasan a emplearse de distinta forma en el caso de las mediciones de temperaturas y expansiones. Un uso de los sensores para la medición de las temperaturas de los pistones es nuevo.

25 Otra característica de la invención es el uso de un sensor pasivo. Trabajar de forma pasiva significa en este caso que el sensor no utiliza circuitos a base de transistores, diodos, varactores, interruptores micromecánicos o similares. El uso de un sensor pasivo tiene la ventaja de que no tiene lugar una alimentación de energía con ayuda de una tensión o de una corriente en el punto del sensor. Tampoco es necesario un dispositivo para la alimentación de la energía que se base en el principio del efecto piezoeléctrico o termoeléctrico. La energía de la onda irradiada por el sensor es recibida por el sensor mediante la onda irradiada por la unidad emisora y receptora.

30 El sensor empleado aprovecha el principio de la onda acústica superficial para la medición de temperaturas, pero no para medir procesos de oscilación o el ruido propagado por estructuras sólidas propio.

35 La invención se basa en el aprovechamiento de los sensores SAW para mediciones de la temperatura de pistones. Para ello, pasa a emplearse una unidad emisora-receptora, la cual, a través de una antena, irradia las frecuencias en el espacio por debajo del pistón a medir, frecuencias que puede recibir el sensor. El sensor está provisto de sensores SAW en los puntos deseados. El sensor es conectado a una antena, la cual recibe la frecuencia irradiada por la unidad receptora y, en el caso de la resonancia, irradia de nuevo también a través de esta antena. La unidad emisora-receptora recibe esta señal. El desplazamiento de la frecuencia de resonancia del sensor depende de la temperatura en el punto del sensor y, por consiguiente, posibilita una medición de la temperatura.

40 El sistema no está unido a un punto de medición y, por consiguiente, a un sensor, sino que puede ampliarse a varios sensores. Estos pueden aprovechar conjuntamente una antena para la recepción y para la irradiación de la señal o también pueden ser provistos de antenas individuales.

Un sensor SAW puede ser atornillado, afianzado o pegado en el pistón, en particular, sobre el fondo del pistón. Además, el sensor puede incorporarse en taladros o puntos erosionados en el interior del pistón y pegarse allí.

45 Como antena pueden utilizarse antenas de varilla usuales en el comercio, cables no blindados u otras geometrías adecuadas, tales como, p. ej., cubos, anillos o formas fractales. Esto es válido tanto para las antenas de la unidad emisora y receptora como para la antena del sensor.

En el caso de este procedimiento no existe una limitación a un pistón determinado. Asimismo, un uso de la invención es adecuado para todos los tipos de motores de combustión interna, así como para el empleo en el caso de tecnologías híbridas en las que existe un componente de un motor de combustión interna.

50 El empleo de sensores SAW posibilita incorporar de manera flexible los sensores en varios puntos en el pistón. En la representación esquemática en la Figura 1, la zona en la que pueden incorporarse los sensores está caracterizada con triángulos y comprende toda la zona del pistón. Naturalmente, son imaginables, p. ej., para la vigilancia del espacio

interior del motor, también otros puntos de medición. Abajo a la derecha en el pistón está el lugar en el que está colocado el sensor en el caso del ejemplo de realización representado.

5 En el fondo del pistón 2 están representadas posibles posiciones para la disposición de las antenas 4 del sensor en el pistón 2. También aquí se pueden realizar posiciones adicionales, p. ej., en las zonas situadas más abajo de la cara inferior del pistón. Las posiciones de la antena 5 en la estructura de ensayo elegida están caracterizadas por puntos. La unión entre el sensor y la antena puede tener lugar a través de cables blindados adecuados, de modo que tanto para los sensores como para las antenas pueden elegirse posiciones adecuadas que sean ampliamente independientes entre sí. La unidad emisora y receptora 6 está unida con la antena 5 mediante una línea de comunicación 7.

10 Caracterizadas con puntos se encuentran las posiciones de los lugares de las antenas mejor adecuados para las unidades emisoras y receptoras entre la cara inferior del pistón en el punto muerto inferior (UT) y por encima del costado del cigüeñal. También aquí, la posición elegida en el ensayo está marcada mediante un rectángulo punteado. La posición de la antena no está unida a la superficie marcada y debería elegirse en el lugar con la potencia de transmisión mejor. Ésta depende las geometrías del motor.

15 En la Figura 1 se representa en corte un cilindro 1 del motor de combustión interna. En el pistón 2 que se encuentra en el punto muerto superior está dispuesto un sensor SAW 3 de acción pasiva, el cual comunica con una antena 4 fijada asimismo en el pistón 2. La antena 4 transmite la señal del sensor SAW 3 a la antena 5 dispuesta por debajo del pistón 2 y por encima del costado del cigüeñal. La antena 5 transmite la señal del sensor SAW 3 a la unidad emisora y receptora 6 que se encuentra unida con la regulación del motor, no representada, del motor de combustión  
20 interna. La zona de montaje 8 de líneas discontinuas muestra las posiciones de la disposición para la antena en el pistón 4.

25 En la Figura 2 se puede reconocer una posible situación de montaje. Sobre la cara inferior izquierda del pistón se puede reconocer la antena 4 del motor SAW, en la cara de la derecha está atornillado y pegado un sensor SAW 3. La antena 5 de la unidad emisora y receptora 6 sobresale, en el caso de esta estructura de ensayo, de la cara inferior del pistón junto a la biela.

30 Sobre la cara inferior derecha del pistón 2 está dispuesto mediante tornillos el sensor SAW 3 junto a la biela 9. Mediante un cable 13 de la antena, el sensor SAW 3 está unido con la antena 4 en el pistón. En las partes no móviles de la carcasa del cigüeñal del motor de combustión interna la antena 5 está fijada mediante un soporte de la unidad emisora/receptora 11 de la antena. Este soporte 11 está atornillado a la carcasa del cigüeñal mediante una unión atornillada del dispositivo de inyección de refrigeración con aceite 10 del pistón. El soporte 11 comprende también una boquilla de inyección de aceite 12.

En la Figura 3 se muestra esquemáticamente un pistón 2 de un cilindro de un motor de combustión interna.

35 En el pistón 2 están dispuestos varios sensores SAW 3 pasivos. Un sensor SAW se encuentra en el entorno inmediato de la cara inferior del pistón. Otro sensor SAW se encuentra en el entorno inmediato de la superficie de deslizamiento del pistón. Otros sensores SAW se encuentran en el entorno inmediato de la cara superior del pistón orientada hacia la culata. La antena 4 en el pistón 2 se encuentra junto a la cara inferior del pistón.

40 La Figura 4 muestra un pistón 2 con seis sensores SAW dispuestos de manera diferente, que están caracterizados con los números de posición Pos. 1, Pos. 2, Pos. 3, Pos.4, Pos. 5 y Pos. 6. Pos. 1 y Pos. 2 están dispuestos junto al extremo superior del pistón 2. Pos. 3 y Pos.5 están dispuestos en la cavidad del pistón. La Pos.2 del sensor SAW está dispuesta en el entorno inmediato de un anillo del pistón.

La Pos. 4 del sensor SAW está dispuesta en el entorno inmediato de un ojo del perno del pistón.

Los sensores SAW aprovechan la dependencia de la velocidad de las ondas superficiales de la tensión mecánica (deformación), de la sollicitación másica (depósitos sobre las superficies) o de la temperatura (coeficiente de temperatura de velocidad del sonido).

45 Símbolos de referencia

- |      |   |
|------|---|
| 1    | cilindro del motor de combustión interna  |
| 2    | pistón                                    |
| 3    | sensor SAW pasivo                         |
| 4    | antena en el pistón                       |
| 50 5 | antena                                    |
| 6    | unidad emisora y receptora                |
| 7    | línea de comunicación                     |
| 8    | zona de montaje para la antena del sensor |
| 9    | biela                                     |

## ES 2 903 113 T3

- 10 unión atornillada del dispositivo de inyección de la refrigeración con aceite del pistón
- 11 soporte de la unidad emisora/receptora de la antena
- 12 boquilla de inyección de aceite
- 13 cable de la antena del sensor SAW

5

**REIVINDICACIONES**

1. Motor de combustión interna con al menos un cilindro (1) y al menos un pistón (2), en donde el pistón presenta al menos un sensor pasivo (3) y al menos una antena (4) que comunica con el sensor (3), y al menos una antena (5) que comunica con la antena fijada en el pistón, caracterizado por que el sensor pasivo (3) es un sensor SAW.
- 5 2. Motor de combustión interna según la reivindicación 1, caracterizado por que el sensor está dispuesto junto a la cara inferior del pistón.
3. Motor de combustión interna según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el sensor está dispuesto en una escotadura.
- 10 4. Motor de combustión interna según una o varias de las reivindicaciones antes mencionadas, caracterizado por que el sensor está dispuesto pegado y/o atornillado.
5. Motor de combustión interna según una o varias de las reivindicaciones antes mencionadas, caracterizado por que la antena (5) está dispuesta esencialmente por debajo de la cara inferior del fondo del pistón en el UT.
6. Procedimiento para determinar magnitudes de medición en la zona del pistón, caracterizado por que pasa a emplearse un dispositivo según una o varias de las reivindicaciones antes mencionadas.

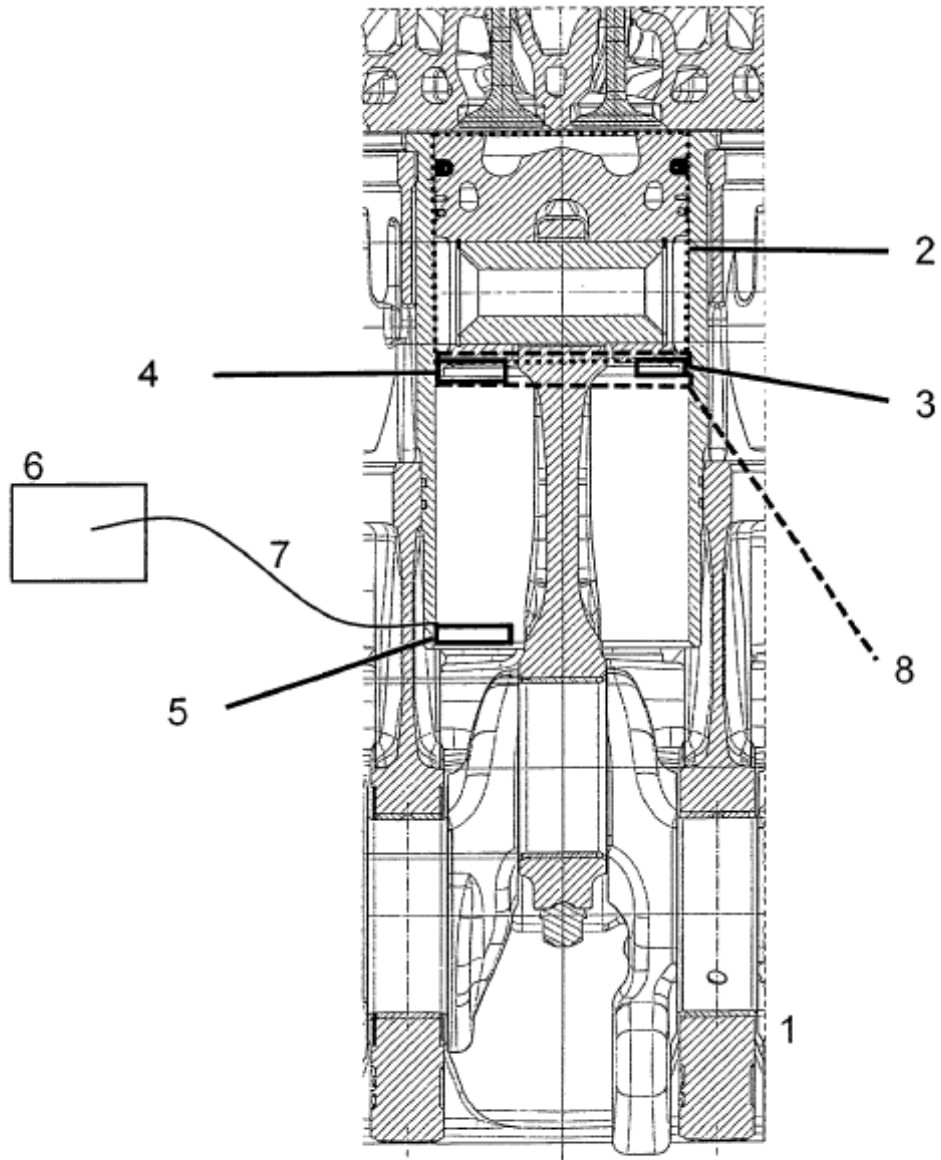


Fig. 1

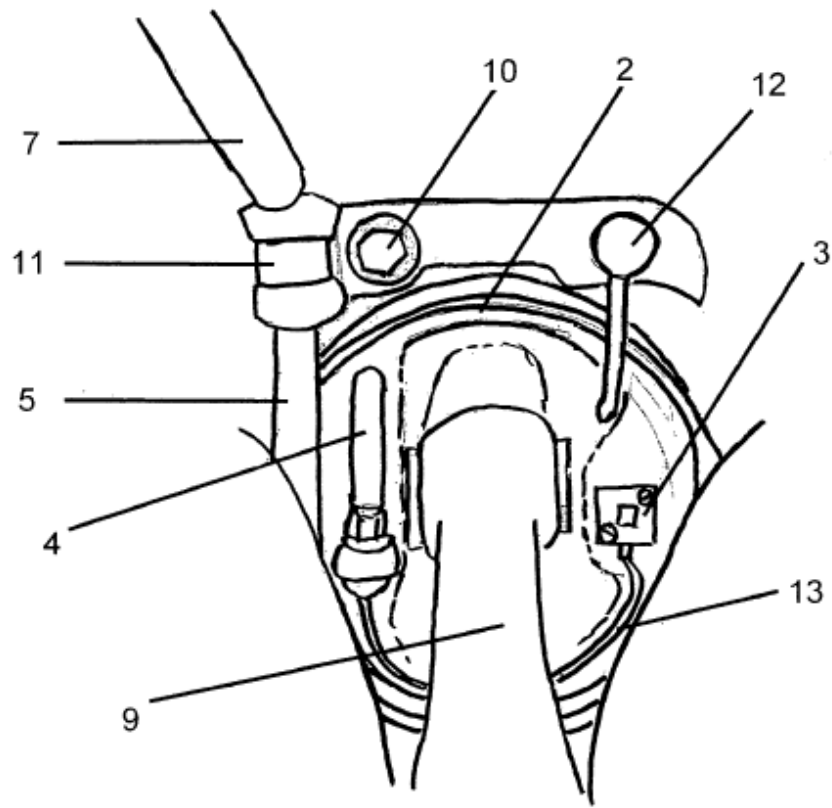


Fig. 2

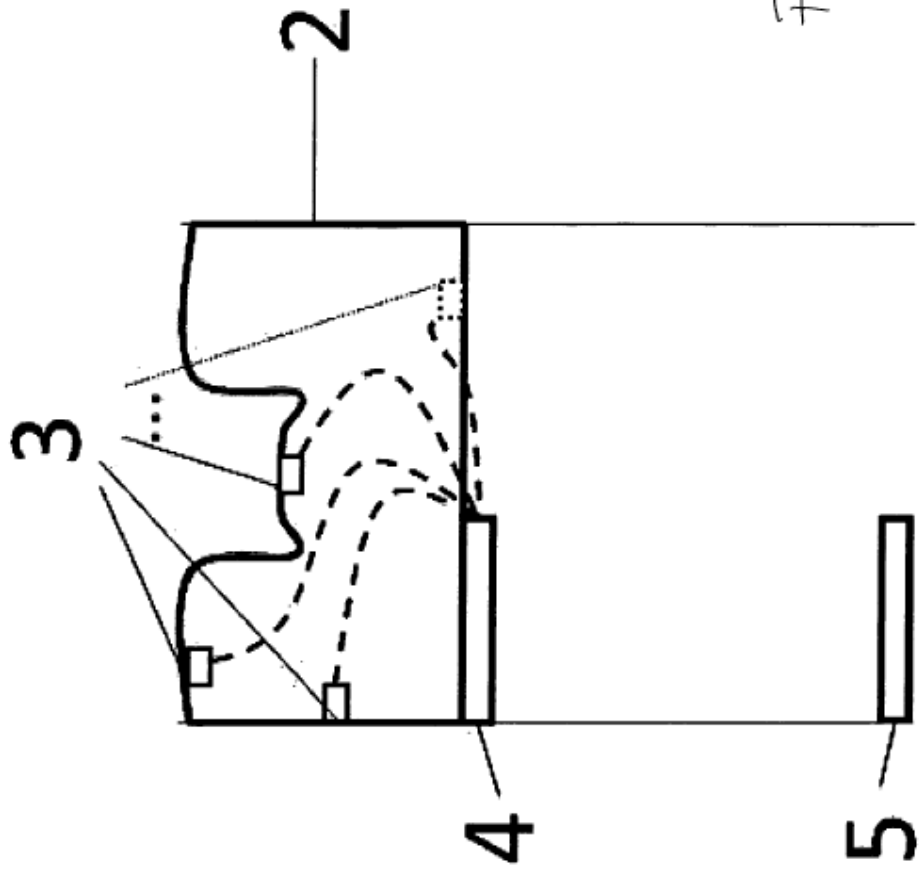


Fig.3

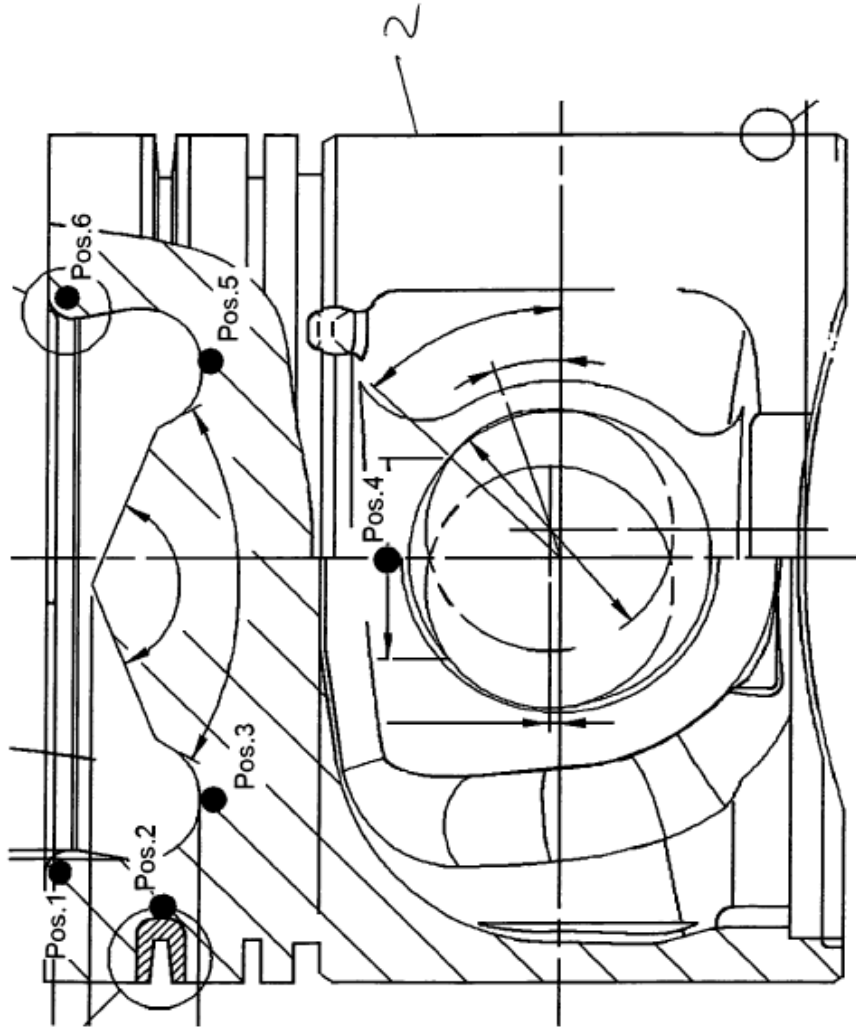


Fig. 4