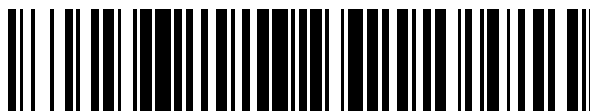


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 460 516**

51 Int. Cl.:

**F02F 1/12** (2006.01)

**F02F 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2006 E 06781044 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014 EP 1904737**

54 Título: **Camisa de cilindro y motor**

30 Prioridad:

**08.07.2005 JP 2005201000**

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

**13.05.2014**

73 Titular/es:

**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (100.0%)  
1, Toyota-cho  
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571 , JP**

72 Inventor/es:

**TAKAMI, TOSHIHIRO;  
HORI, KOUHEI;  
TSUKAHARA, TAKESHI;  
MIYAMOTO, NORITAKA;  
HIRANO, MASAKI;  
OHTA, YUKINORI;  
YAMADA, SATOSHI;  
SHIBATA, KOUHEI;  
YAMASHITA, NOBUYUKI;  
MIHARA, TOSHIHIRO;  
SAITO, GIICHIRO;  
HORIGOME, MASAMI y  
SATO, TAKASHI**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

**ES 2 460 516 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).

**CAMISA DE CILINDRO Y MOTOR**

**DESCRIPCIÓN**

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una camisa de cilindro para fundición por inserción usada en un bloque de cilindros, a un motor que tiene la camisa de cilindro y a un bloque de cilindros que tiene la camisa de cilindro.

10 **Antecedentes de la técnica**

Se han llevado a la práctica bloques de cilindros para motores con camisas de cilindros. Normalmente se aplican camisas de cilindros a bloques de cilindros compuestos por una aleación de aluminio. Se conoce una camisa de cilindro para fundición por inserción de este tipo por la dada a conocer en la publicación de modelo de utilidad japonés abierto a consulta por el público n.º 62-52255.

En un motor, un aumento de temperatura de los cilindros provoca que los orificios de cilindro se expandan de manera térmica. Además, la temperatura en un cilindro varía entre las posiciones a lo largo de la dirección axial del cilindro. Por consiguiente, la cantidad de deformación del orificio de cilindro debido a expansión térmica varía a lo largo de la dirección axial. Tal variación en la cantidad de deformación del orificio de cilindro aumenta la fricción del pistón, que empeora la tasa de consumo de combustible.

El documento US 5 537 969 A da a conocer una camisa de cilindro para fundición por inserción usada en un bloque de cilindros, que comprende una primera parte y una segunda parte con respecto a una dirección axial de la camisa de cilindro, en la que una película de alta conductividad térmica está prevista sobre una superficie circunferencial externa de la primera parte, y en la que una película de baja conductividad térmica está prevista sobre la superficie circunferencial externa de la segunda parte.

30 **Descripción de la invención**

Por consiguiente, es un objetivo de la presente invención proporcionar una camisa de cilindro que reduzca la diferencia de temperatura de un cilindro a lo largo de su dirección axial, un motor que tenga la camisa de cilindro y un bloque de cilindros que tenga la camisa de cilindro.

Según el objetivo anterior, un aspecto de la presente invención proporciona una camisa de cilindro para fundición por inserción usada en un bloque de cilindros. La camisa de cilindro tiene una primera parte y una segunda parte con respecto a una dirección axial de la camisa de cilindro. Una película de alta conductividad térmica está prevista sobre una superficie circunferencial externa de la primera parte. Una película de baja conductividad térmica está prevista sobre una superficie circunferencial externa de la segunda parte. La película de alta conductividad térmica no está prevista sobre una superficie circunferencial externa de la segunda parte. La película de baja conductividad térmica no está prevista sobre la superficie circunferencial externa de la primera parte. La película de alta conductividad térmica sirve para aumentar la conductividad térmica entre el bloque de cilindros y la camisa de cilindro. La película de baja conductividad térmica sirve para disminuir la conductividad térmica entre el bloque de cilindros y la camisa de cilindro.

Un aspecto adicional de la presente realización proporciona un motor que tiene la camisa de cilindro anterior.

Otro aspecto de la presente invención proporciona un bloque de cilindros que tiene la camisa de cilindro anterior.

50 Otros aspectos y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción, tomada junto con los dibujos adjuntos, que ilustran a modo de ejemplo los principios de la invención.

**Breve descripción de los dibujos**

55 La invención, junto con objetos y ventajas de la misma, puede entenderse mejor en referencia a la siguiente descripción de las realizaciones actualmente preferidas junto con los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es una vista esquemática que ilustra un motor que tiene camisas de cilindros según una primera realización de la presente invención;

60 la figura 2 es una vista en perspectiva que ilustra la camisa de cilindro de la primera realización;

la figura 3 es una tabla que muestra un ejemplo de razón de composición de un hierro de fundición, que es un material de la camisa de cilindro de la primera realización;

65 las figuras 4 y 5 son diagramas modelo que muestran un saliente que tiene una forma estrechada formado sobre la

camisa de cilindro de la primera realización;

la figura 6A es una vista en sección transversal de la camisa de cilindro según la primera realización tomada a lo largo de la dirección axial;

5 la figura 6B es un gráfico que muestra un ejemplo de la relación entre posiciones axiales y la temperatura de la pared de cilindro en la camisa de cilindro según la primera realización;

10 la figura 7 es una vista en sección transversal ampliada de la camisa de cilindro según la primera realización, que muestra la parte rodeada con un círculo ZC de la figura 6A;

la figura 8 es una vista en sección transversal ampliada de la camisa de cilindro según la primera realización, que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A;

15 la figura 9 es una vista en sección transversal de la camisa de cilindro según la primera realización, que muestra la parte rodeada con un círculo ZA de la figura 1;

20 la figura 10 es una vista en sección transversal de la camisa de cilindro según la primera realización, que muestra la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1;

las figuras 11A, 11B, 11C, 11D, 11E y 11F son diagramas de proceso que muestran las etapas para producir una camisa de cilindro a través de la fundición por centrifugación;

25 las figuras 12A, 12B y 12C son diagramas de proceso que muestran las etapas para formar un rebaje que tiene una forma estrechada en una capa de lavado de molde en la producción de la camisa de cilindro a través de la fundición por centrifugación;

las figuras 13A y 13B son diagramas que muestran un ejemplo del procedimiento para medir parámetros de la camisa de cilindro según la primera realización, usando un láser tridimensional;

30 la figura 14 es un diagrama que muestra parcialmente un ejemplo de líneas de contorno de la camisa de cilindro según la primera realización, obtenidas a través de medición usando un láser tridimensional;

35 la figura 15 es un diagrama que muestra la relación entre la altura medida y las líneas de contorno de la camisa de cilindro de la primera realización;

las figuras 16 y 17 son diagramas que muestran parcialmente cada uno otro ejemplo de líneas de contorno de la camisa de cilindro según la primera realización, obtenidas a través de medición usando un láser tridimensional;

40 las figuras 18A, 18B y 18C son diagramas que muestran un ejemplo de un procedimiento de un ensayo de tracción para evaluar la fuerza de unión de la camisa de cilindro según la primera realización en un bloque de cilindros;

45 las figuras 19A, 19B, 19C son diagramas que muestran un ejemplo de un procedimiento de un método de pulso láser para evaluar la conductividad térmica del bloque de cilindros que tiene la camisa de cilindro según la primera realización;

la figura 20 es una vista en sección transversal ampliada de una camisa de cilindro según una segunda realización de la presente invención, que muestra la parte rodeada con un círculo ZC de la figura 6A;

50 la figura 21 es una vista en sección transversal ampliada de la camisa de cilindro según la segunda realización, que muestra la parte rodeada con un círculo ZA de la figura 1;

la figura 22 es una vista en sección transversal ampliada de una camisa de cilindro según una tercera realización de la presente invención, que muestra la parte rodeada con un círculo ZC de la figura 6A;

55 la figura 23 es una vista en sección transversal ampliada de la camisa de cilindro según la tercera realización, que muestra la parte rodeada con un círculo ZA de la figura 1;

60 la figura 24 es una vista en sección transversal ampliada de una camisa de cilindro según una cuarta realización de la presente invención, que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A;

la figura 25 es una vista en sección transversal ampliada de la camisa de cilindro según la cuarta realización, que muestra la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1;

65 la figura 26 es una vista en sección transversal ampliada de una camisa de cilindro según una quinta realización de la presente invención, que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A;

la figura 27 es una vista en sección transversal ampliada de la camisa de cilindro según la quinta realización, que muestra la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1;

5 la figura 28 es una vista en sección transversal ampliada de una camisa de cilindro según las realizaciones sexta a novena de la presente invención, que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A;

la figura 29 es una vista en sección transversal ampliada de la camisa de cilindro según las realizaciones sexta a novena, que muestra la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1; y

10 la figura 30 es una vista en perspectiva que ilustra una camisa de cilindro según una décima realización de la presente invención.

#### Mejor modo de llevar a cabo la invención

15 (Primera realización)

A continuación se describirá una primera realización de la presente invención con referencia a las figuras 1 a 19C.

20 <Estructura del motor>

La figura 1 muestra la estructura de la totalidad del motor 1 compuesto por una aleación de aluminio que tiene camisas 2 de cilindros según la presente realización.

25 El motor 1 incluye un bloque 11 de cilindros y una culata 12. El bloque 11 de cilindros incluye una pluralidad de cilindros 13. Cada cilindro 13 incluye una camisa 2 de cilindro. Las camisas 2 de cilindros se forman en el bloque 11 de cilindros mediante fundición por inserción.

30 Una superficie 21 circunferencial interna de camisa, que es una superficie circunferencial interna de cada camisa 2 de cilindro, forma la pared interna (pared 14 interna de cilindro) del correspondiente cilindro 13 en el bloque 11 de cilindros. Cada superficie 21 circunferencial interna de camisa define un orificio 15 de cilindro.

35 A través de la fundición por inserción de un material de fundición, una superficie 22 circunferencial externa de camisa, que es una superficie circunferencial externa de cada camisa 2 de cilindro, se pone en contacto con el bloque 11 de cilindros.

40 Como la aleación de aluminio como material del bloque 11 de cilindros, por ejemplo, puede usarse una aleación especificada en la norma industrial japonesa (JIS, *Japanese Industrial Standard*) ADC10 (norma estadounidense relacionada, ASTM A380.0) o una aleación especificada en la norma JIS ADC12 (norma estadounidense relacionada, ASTM A383.0). En la presente realización, se usa una aleación de aluminio de ADC12 para formar el bloque 11 de cilindros.

<Estructura de la camisa de cilindro>

45 La figura 2 es una vista en perspectiva que ilustra la camisa 2 de cilindro según la presente realización.

50 La camisa 2 de cilindro está compuesta por hierro de fundición. La composición del hierro de fundición se ajusta, por ejemplo, tal como se muestra en la figura 3. Básicamente, los componentes enumerados en la tabla "Componente básico" pueden seleccionarse como la composición del hierro de fundición. Según sea necesario, pueden añadirse componentes enumerados en la tabla "Componente auxiliar".

La superficie 22 circunferencial externa de camisa de la camisa 2 de cilindro tiene salientes 3, que tienen cada uno una forma estrechada.

55 Los salientes 3 se forman sobre la totalidad de la superficie 22 circunferencial externa de camisa desde un extremo 23 superior de camisa, que es un extremo superior de la camisa 2 de cilindro, hasta un extremo 24 inferior de camisa, que es un extremo inferior de la camisa 2 de cilindro. El extremo 23 superior de camisa es un extremo de la camisa 2 de cilindro que está ubicado en una cámara de combustión en el motor 1. El extremo 24 inferior de camisa es un extremo de la camisa 2 de cilindro que está ubicado en una parte opuesta a la cámara de combustión en el motor 1.

60 En la camisa 2 de cilindro, se forman una película 4 de alta conductividad térmica y una película 5 de baja conductividad térmica sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa. La película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica se forman cada una a lo largo de la totalidad de la dirección circunferencial de la camisa 22 de cilindro.

65

Más específicamente, la película 4 de alta conductividad térmica se forma sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa en una sección desde el extremo 23 superior de camisa hasta una parte 25 central de camisa, que es una parte central de la camisa 2 de cilindro en la dirección axial del cilindro 13. La película 5 de baja conductividad térmica se forma sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa en una sección desde la parte 25 central de camisa hasta el extremo 24 inferior de camisa. Es decir, una superficie de contacto de la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica se forma sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa en la parte 25 central de camisa.

La película 4 de alta conductividad térmica está formada por una capa 41 pulverizada de aleación de aluminio. En la presente realización, se usa una aleación de Al-Si como la aleación de aluminio que forma la capa 41 pulverizada.

La película 5 de baja conductividad térmica está formada por una capa 51 pulverizada de material cerámico. En la presente realización, se usa alúmina como material cerámico que forma la capa 51 pulverizada. Las capas 41, 51 pulverizadas se forman mediante pulverización (pulverización por plasma, pulverización por arco eléctrico o pulverización HVOF).

Como material para la película 4 de alta conductividad térmica, puede usarse un material que cumpla al menos una de las siguientes condiciones (A) y (B).

(A) Un material cuyo punto de fusión es menor que o igual a una temperatura de referencia TC, que es la temperatura del material de fundición fundido, o un material que contiene un material de este tipo. Más específicamente, la temperatura de referencia TC puede describirse como sigue. Es decir, la temperatura de referencia TC se refiere a la temperatura del material de fundición fundido del bloque 11 de cilindros cuando se suministra el material de fundición fundido a un molde para llevar a cabo la fundición por inserción de las camisas 2 de cilindros.

(B) Un material que puede unirse de manera metalúrgica al material de fundición del bloque 11 de cilindros, o un material que contiene un material de este tipo.

<Estructura de los salientes>

La figura 4 es un diagrama modelo que muestra un saliente 3. A continuación en el presente documento, se hace referencia a una dirección de la flecha A, que es una dirección radial de la camisa 2 de cilindro, como dirección axial del saliente 3. Además, se hace referencia a una dirección de la flecha B, que es la dirección axial de la camisa 2 de cilindro, como dirección radial del saliente 3. La figura 4 muestra la forma del saliente 3 tal como se observa en la dirección radial del saliente 3.

El saliente 3 se forma de manera solidaria con la camisa 2 de cilindro. El saliente 3 se acopla a la superficie 22 circunferencial externa de camisa en un extremo 31 proximal.

En un extremo 32 distal del saliente 3, se forma una superficie 32A superior que corresponde a una superficie de extremo distal del saliente 3. La superficie 32A superior es sustancialmente plana.

En la dirección axial del saliente 3, se forma un estrechamiento 33 entre el extremo 31 proximal y el extremo 32 distal.

El estrechamiento 33 se forma de manera que su área de sección transversal a lo largo de la dirección axial del saliente 3 (área de sección transversal en la dirección axial SR) es menor que un área de sección transversal en la dirección axial SR en el extremo 31 proximal y en el extremo 32 distal.

El saliente 3 se forma de manera que el área de sección transversal en la dirección axial SR aumenta gradualmente desde el estrechamiento 33 hasta el extremo 31 proximal y hasta el extremo 32 distal.

La figura 5 es un diagrama modelo que muestra el saliente 3, en el que está marcado un espacio 34 de estrechamiento de la camisa 2 de cilindro. En cada camisa 2 de cilindro, el estrechamiento 33 de cada saliente 3 crea el espacio 34 de estrechamiento (áreas sombreadas en la figura 5).

El espacio 34 de estrechamiento es un espacio rodeado por una superficie cilíndrica imaginaria que circunscribe la mayor parte 32B distal (en la figura 5, las líneas D-D rectas corresponden a la superficie cilíndrica) y una superficie 33A de estrechamiento, que es la superficie del estrechamiento 33. La mayor parte 32B distal representa una parte en la que el diámetro del saliente 3 es el más largo en el extremo 32 distal.

En el motor 1 que tiene las camisas 2 de cilindro, el bloque 11 de cilindros y las camisas 2 de cilindros se unen unos a otros con parte del bloque 11 de cilindros ubicada en los espacios 34 de estrechamiento, en otras palabras, con el bloque 11 de cilindros acoplado a los salientes 3. Por tanto, se garantiza una fuerza de unión de camisa suficiente, que es la fuerza de unión del bloque 11 de cilindros y las camisas 2 de cilindros. Además, puesto que la fuerza de

unión de camisa aumentada suprime la deformación de los orificios 15 de cilindro, se reduce la fricción. Por consiguiente, se mejora la tasa de consumo de combustible.

<Formación de las películas>

5 Haciendo referencia a las figuras 6A, 6B y 7, se describirá la formación de la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro. A continuación en el presente documento, se hace referencia al grosor de la película 4 de alta conductividad térmica y al grosor de la película 5 de baja conductividad térmica como grosor de película TP.

10 [1] Posición de las películas

15 Haciendo referencia a las figuras 6A y 6B, se describirán las posiciones de la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica. La figura 6A es una vista en sección transversal de la camisa 2 de cilindro a lo largo de la dirección axial. La figura 6B muestra un ejemplo de la variación en la temperatura del cilindro 13 en un estado de funcionamiento normal del motor 1, específicamente, en la temperatura de pared de cilindro TW. A continuación en el presente documento, se hará referencia a la camisa 2 de cilindro de la que se retiran la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica como camisa de cilindro de referencia. Se hará referencia a un motor que tiene las camisas de cilindros de referencia como motor de referencia.

En esta realización, las posiciones de la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica se determinan basándose en la temperatura de pared de cilindro TW en el motor de referencia.

25 Se describirá la variación de la temperatura de pared de cilindro TW. En la figura 6B, la línea continua representa la temperatura de pared de cilindro TW del motor de referencia, y la línea discontinua representa la temperatura de pared de cilindro TW del motor 1 de la presente realización. A continuación en el presente documento, se hace referencia a la mayor temperatura de la temperatura de pared de cilindro TW como temperatura de pared de cilindro máxima TWH, y se hace referencia a la menor temperatura de la temperatura de pared de cilindro TW como temperatura de pared de cilindro mínima TWL.

En el motor de referencia, la temperatura de pared de cilindro TW varía de la siguiente manera.

35 (a) En un área desde el extremo 24 inferior de camisa hasta la parte 25 central de camisa, la temperatura de pared de cilindro TW aumenta gradualmente desde el extremo 24 inferior de camisa hasta la parte 25 central de camisa debido a una pequeña influencia del gas de combustión. En las proximidades del extremo 24 inferior de camisa, la temperatura de pared de cilindro TW es una temperatura de pared de cilindro mínima TWL1. Se hace referencia a una parte de la camisa 2 de cilindro en la que la temperatura de pared de cilindro TW varía de tal manera como parte 27 de camisa de baja temperatura.

40 (b) En un área desde la parte 25 central de camisa hasta el extremo 23 superior de camisa, la temperatura de pared de cilindro TW aumenta bruscamente debido a una gran influencia del gas de combustión. En las proximidades del extremo 23 superior de camisa, la temperatura de pared de cilindro TW es una temperatura de pared de cilindro máxima TWH1. Se hace referencia a una parte de la camisa 2 de cilindro en la que la temperatura de pared de cilindro TW varía de tal manera como parte 26 de camisa de alta temperatura.

50 En motores de combustión incluyendo el motor de referencia descrito anteriormente, un aumento en la temperatura de pared de cilindro TW provoca una expansión térmica de los orificios de cilindro. Puesto que la temperatura de pared de cilindro TW varía a lo largo de la dirección axial, la cantidad de deformación del orificio de cilindro varía a lo largo de la dirección axial. Tal variación de la cantidad de deformación de un cilindro aumenta la fricción del pistón, lo que empeora la tasa de consumo de combustible.

55 Por tanto, en cada camisa 2 de cilindro según la presente realización, la película 4 de alta conductividad térmica se forma sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa en la parte 26 de camisa de alta temperatura, la película 5 de baja conductividad térmica se forma sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa en la parte 27 de camisa de baja temperatura. Esta configuración reduce la diferencia entre la temperatura de pared de cilindro TW en la parte 26 de camisa de alta temperatura y la temperatura de pared de cilindro TW en la parte 27 de camisa de baja temperatura.

60 En el motor 1 según la presente realización, se establece suficiente adhesión entre el bloque 11 de cilindros y las partes 26 de camisa de alta temperatura, es decir, se crea una pequeña separación alrededor de cada parte 26 de camisa de alta temperatura. Esto garantiza una conductividad térmica alta entre el bloque 11 de cilindros y las partes 26 de camisa de alta temperatura. Por consiguiente, la temperatura de pared de cilindro TW en la parte 26 de camisa de alta temperatura desciende. Esto provoca que la temperatura de pared de cilindro máxima TWH sea una temperatura de pared de cilindro máxima TWH2, que es inferior a la temperatura de pared de cilindro máxima TWH1.

5 En el motor 1, la película 5 de baja conductividad térmica hace descender la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura. Por consiguiente, la temperatura de pared de cilindro TW en la parte 27 de camisa de temperatura inferior aumenta. Esto provoca que la temperatura de pared de cilindro mínima TWL sea una temperatura de pared de cilindro mínima TWL2, que es superior a la temperatura de pared de cilindro mínima TWL1.

10 De esta manera, en el motor 1, se reduce una diferencia de temperatura de pared de cilindro  $\Delta TW$ , que es la diferencia entre la temperatura de pared de cilindro máxima TWH y la temperatura de pared de cilindro mínima TWL. Por consiguiente, se reduce la variación de deformación de cada orificio 15 de cilindro a lo largo de la dirección axial del cilindro 13. En otras palabras, la cantidad de deformación del orificio 15 de cilindro se iguala. Esto reduce la fricción y, por tanto, mejora la tasa de consumo de combustible.

15 Puede obtenerse un límite 28 de temperatura de pared, que es el límite entre la parte 26 de camisa de alta temperatura y la parte 27 de camisa de baja temperatura, basándose en la temperatura de pared de cilindro TW del motor de referencia. Por otro lado, se ha descubierto que en muchos casos la longitud de la parte 26 de camisa de alta temperatura (la longitud desde el extremo 23 superior de camisa hasta el límite 28 de temperatura de pared) es de una tercera a una cuarta parte de la totalidad de longitud de la camisa 2 de cilindro (la longitud desde el extremo 23 superior de camisa hasta el extremo 24 inferior de camisa). Por tanto, cuando se determina la posición de la película 4 de alta conductividad térmica, un intervalo de una tercera a una cuarta parte desde el extremo 23 superior de camisa en la totalidad de longitud de camisa puede tratarse como la parte 26 de camisa de alta temperatura sin determinar con precisión el límite 28 de temperatura de pared.

25 [2] Grosor de las películas

En la camisa 2 de cilindro, la película 4 de alta conductividad térmica se forma de manera que su grosor TP es menor que o igual a 0,5 mm. Si el grosor de película TP es mayor que 0,5 mm, el efecto de anclaje de los salientes 3 se reducirá, dando como resultado una reducción significativa en la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura.

30 En la presente realización, la película 4 de alta conductividad térmica se forma de manera que un valor medio del grosor de película TP en una pluralidad de posiciones de la parte 26 de camisa de alta temperatura es menor que o igual a 0,5 mm. Sin embargo, la película 4 de alta conductividad térmica puede formarse de manera que el grosor de película TP sea menor que o igual a 0,5 mm en la totalidad de la parte 26 de camisa de alta temperatura.

35 En el motor 1, como se reduce el grosor de película TP, la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta. Por tanto, a la hora de formar la película 4 de alta conductividad térmica, es preferible que el grosor de película TP sea tan cercano a cero como sea posible en la totalidad de la parte 26 de camisa de alta temperatura.

40 Sin embargo, puesto que, en este momento, es difícil formar la capa 41 pulverizada que tiene un grosor uniforme por la totalidad de la parte 26 de camisa de alta temperatura, algunas zonas sobre la parte 26 de camisa de alta temperatura quedarán sin la película 4 de alta conductividad térmica si un grosor de película objetivo TP se ajusta a un valor excesivamente pequeño a la hora de formar la película 4 de alta conductividad térmica. Por tanto, en la presente realización, a la hora de formar la película 4 de alta conductividad térmica, el grosor de película objetivo TP se determina según las siguientes condiciones (A) y (B).

45 (A) La película 4 de alta conductividad térmica puede formarse sobre la totalidad de la parte 26 de camisa de alta temperatura.

50 (B) El valor mínimo en un intervalo en el que se cumple la condición (A).

55 Por tanto, la película 4 de alta conductividad térmica se forma sobre la totalidad de la parte 26 de camisa de alta temperatura, y el grosor de película TP de la película 4 de alta conductividad térmica tiene un valor pequeño. Por tanto, la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta de manera fiable. Aunque esta realización se centra en el aumento en la conductividad térmica, el grosor de película objetivo TP se determina según otras condiciones cuando la temperatura de pared de cilindro TW necesita ajustarse a un valor determinado.

60 En la camisa 2 de cilindro, la película 5 de baja conductividad térmica se forma de manera que su grosor TP es menor que o igual a 0,5 mm. Si el grosor de película TP es mayor que 0,5 mm, el efecto de anclaje de los salientes 3 se reducirá, dando como resultado una reducción significativa en la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

65 En la presente realización, la película 5 de baja conductividad térmica se forma de manera que un valor medio del grosor de película TP en una pluralidad de posiciones de la parte 27 de camisa de baja temperatura es menor que o

igual a 0,5 mm. Sin embargo, la película 5 de baja conductividad térmica puede formarse de manera que el grosor de película TP sea menor que o igual a 0,5 mm en la totalidad de la parte 27 de camisa de baja temperatura.

[3] Formación de las películas alrededor de los salientes

5 La figura 7 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada con un círculo ZC de la figura 6A. En la camisa 2 de cilindro, la película 4 de alta conductividad térmica se forma sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa y las superficies de los salientes 3 de manera que los espacios 34 de estrechamiento no se llenan. Es decir, a la hora de llevar a cabo la fundición por inserción de las camisas 2 de cilindros, el material de fundición fluye al interior de los espacios 34 de estrechamiento. Si los espacios 34 de estrechamiento se llenan mediante la película 4 de alta conductividad térmica, el material de fundición no llenará los espacios 34 de estrechamiento. Por tanto, no se obtendrá efecto de anclaje alguno de los salientes 3 en la parte 26 de camisa de alta temperatura.

15 La figura 8 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada por un círculo ZD de la figura 6A. En la camisa 2 de cilindro, la película 5 de baja conductividad térmica se forma sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa y las superficies de los salientes 3 de manera que los espacios 34 de estrechamiento no se llenan. Es decir, a la hora de llevar a cabo la fundición por inserción de las camisas 2 de cilindros, el material de fundición fluye al interior de los espacios 34 de estrechamiento. Si los espacios 34 de estrechamiento se llenan mediante la película 5 de baja conductividad térmica, el material de fundición no llenará los espacios 34 de estrechamiento. Por tanto, no se obtendrá efecto de anclaje alguno de los salientes 3 en la parte 27 de camisa de baja temperatura.

<Estado de unión del bloque de cilindros y la camisa de cilindro>

25 Haciendo referencia a las figuras 9 y 10, se describirá el estado de unión del bloque 11 de cilindros y la camisa 2 de cilindro. Las figuras 9 y 10 son vistas en sección transversal que muestran el bloque 11 de cilindros tomadas a lo largo del eje del cilindro 13.

[1] Estado de unión de la parte de camisa de alta temperatura

30 La figura 9 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZA de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura. En el motor 1, el bloque 11 de cilindros está unido a la parte 26 de camisa de alta temperatura en un estado en el que el bloque 11 de cilindros está acoplado a los salientes 3. El bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se unen entre sí con la película 4 de alta conductividad térmica entremedias.

35 Puesto que la película 4 de alta conductividad térmica se forma mediante pulverización, la parte 26 de camisa de alta temperatura y la película 4 de alta conductividad térmica están unidas mecánicamente entre sí con suficiente adhesión y fuerza de unión. La adhesión de la parte 26 de camisa de alta temperatura y la película 4 de alta conductividad térmica es superior a la adhesión del bloque de cilindros y la camisa de cilindro de referencia en el motor de referencia.

40 La película 4 de alta conductividad térmica está formada por una aleación de Al-Si que tiene un punto de fusión inferior a la temperatura de referencia TC y una alta humectabilidad con el material de fundición del bloque 11 de cilindros. Por tanto, el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica se unen mecánicamente entre sí con suficiente adhesión y fuerza de unión. La adhesión del bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica es superior a la adhesión del bloque de cilindros y la camisa de cilindro de referencia en el motor de referencia.

50 En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se unen entre sí en este estado, se obtienen las siguientes ventajas.

55 (A) Puesto que la película 4 de alta conductividad térmica garantiza la adhesión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura, la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta.

60 (B) Puesto que la película 4 de alta conductividad térmica garantiza la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura, la exfoliación del bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se suprime. Por tanto, aunque el orificio 15 de cilindro se expanda, la adhesión del bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se mantiene. Esto suprime la reducción de la conductividad térmica.

65 (C) Puesto que los salientes 3 garantizan la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura, la exfoliación del bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se suprime. Por tanto, aunque el orificio 15 de cilindro se expanda, la adhesión del bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se mantiene. Esto suprime la reducción en la conductividad térmica.



5 En el motor 1, a medida que la adhesión entre el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica y la adhesión entre la parte 26 de camisa de alta temperatura y la película 4 de alta conductividad térmica descienden, la cantidad de separación entre estos componentes aumenta. Por consiguiente, la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se reduce. A medida que la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica y la fuerza de unión entre la parte 26 de camisa de alta temperatura y la película 4 de alta conductividad térmica se reducen, es más probable que ocurra exfoliación entre estos componentes. Por tanto, cuando el orificio 15 de cilindro se expande, la adhesión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se reduce.

10 En la camisa 2 de cilindro según la presente realización, el punto de fusión de la película 4 de alta conductividad térmica es menor que o igual a la temperatura de referencia TC. Por tanto, se cree que, a la hora de producir el bloque 11 de cilindros, la película 4 de alta conductividad térmica se funde y se une de manera metalúrgica al material de fundición. Sin embargo, según los resultados de ensayos llevados a cabo por los presentes inventores, se confirmó que el bloque 11 de cilindros tal como se describió anteriormente estaba mecánicamente unido a la película 4 de alta conductividad térmica. Además, se encontraron partes unidas de manera metalúrgica. Sin embargo, el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica estaban unidos principalmente de manera mecánica.

20 A través de ensayos, los inventores también descubrieron lo siguiente. Esto es, aunque el material de fundición y la película 4 de alta conductividad térmica no se unan de manera metalúrgica (o sólo se unan de manera metalúrgica parcialmente), la adhesión y la fuerza de unión del bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumentan mientras la película 4 de alta conductividad térmica tenga un punto de fusión menor que o igual a la temperatura de referencia TC. Aunque el mecanismo no se ha aclarado con precisión, se cree que la tasa de solidificación del material de fundición se reduce debido al hecho de que el calor del material de fundición no se retira uniformemente mediante la película 4 de alta conductividad térmica.

[2] Estado de unión de la parte de camisa de baja temperatura

30 La figura 10 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

35 En el motor 1, el bloque 11 de cilindros está unido a la parte 27 de camisa de baja temperatura en un estado en el que el bloque 11 de cilindros se acopla a los salientes 3. El bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí con la película 5 de baja conductividad térmica entremedias.

Puesto que la película 5 de baja conductividad térmica está formada por alúmina, que tiene una conductividad térmica más baja que la del bloque 11 de cilindros, el bloque 11 de cilindros y la película 5 de baja conductividad térmica se unen mecánicamente entre sí en un estado de una conductividad térmica baja.

40 En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí en este estado, se obtienen las siguientes ventajas.

45 (A) Puesto que la película 5 de baja conductividad térmica reduce la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura, la temperatura de pared de cilindro TW en la parte 27 de camisa de baja temperatura aumenta.

50 (B) Puesto que los salientes 3 garantizan la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura, la exfoliación del bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se suprime.

<Formación de los salientes>

Haciendo referencia a la tabla 1, se describirá la formación de los salientes 3 sobre la camisa 2 de cilindro.

55 Como parámetros relacionados con el saliente 3, se definen una primera razón de área SA, una segunda razón de área SB, un área de sección transversal convencional SD, una densidad de salientes convencional NP y una altura de saliente convencional HP.

60 Ahora se describirá una altura de medición H, un primer plano de referencia PA y un segundo plano de referencia PB, que son valores básicos para los parámetros relacionados con los salientes 3.

65 (a) La altura de medición H representa la distancia desde el extremo proximal del saliente 3 a lo largo de la dirección axial del saliente 3. En el extremo proximal del saliente 3, la altura de medición H es cero. En la superficie 32A superior del saliente 3, la altura de medición H tiene el valor máximo.

(b) El primer plano de referencia PA representa un plano que se sitúa a lo largo de la dirección radial del saliente 3

en la posición de la altura de medición de 0,4 mm.

(c) El segundo plano de referencia PB representa un plano que se sitúa a lo largo de la dirección radial del saliente 3 en la posición de la altura de medición de 0,2 mm.

5

Ahora se describirán los parámetros relacionados con los salientes 3.

[A] La primera razón de área SA representa la razón de un área de sección transversal en la dirección radial SR del saliente 3 en una unidad de área del primer plano de referencia PA. Más específicamente, la primera razón de área SA representa la razón del área obtenida sumando el área de regiones rodeadas cada una por una línea de contorno de una altura de 0,4 mm al área de la totalidad del diagrama de contorno de la superficie 22 circunferencial externa de camisa.

10

[B] La segunda razón de área SB representa la razón de un área de sección transversal en la dirección radial SR del saliente 3 en una unidad de área del segundo plano de referencia PB. Más específicamente, la segunda razón de área SB representa la razón del área obtenida sumando el área de regiones rodeadas cada una por una línea de contorno de una altura de 0,2 mm al área de la totalidad del diagrama de contorno de la superficie 22 circunferencial externa de camisa.

15

[C] El área de sección transversal convencional SD representa un área de sección transversal en la dirección radial SR, que es el área de un saliente 3 en el primer plano de referencia PA. Es decir, el área de sección transversal convencional SD representa el área de cada región rodeada por una línea de contorno de una altura de 0,4 mm en el diagrama de contorno de la superficie 22 circunferencial externa de camisa.

20

[D] La densidad de salientes convencional NP representa el número de los salientes 3 por unidad de área en la superficie 22 circunferencial externa de camisa.

25

[E] La altura de saliente convencional HP representa la altura de cada saliente 3.

30 Tabla 1

	Tipo de Parámetro	Intervalo seleccionado
[A]	Primera razón de área SA	del 10 al 50%
[B]	Segunda razón de área SB	del 20 al 55%
[C]	Área de sección transversal convencional SD	de 0,2 a 3,0 mm <sup>2</sup>
[D]	Densidad de salientes convencional NP	de 5 a 60 unidades/cm <sup>2</sup>
[E]	Altura de saliente convencional HP	de 0,5 a 1,0 mm

En la presente realización, los parámetros [A] a [E] se ajustan para que estén dentro de los intervalos seleccionados en la tabla 1, de modo que aumente el efecto de aumento de la fuerza de unión de camisa por los salientes 3 y el factor de llenado del material de fundición entre los salientes 3. Puesto que el factor de llenado del material de fundición aumenta, es improbable que se creen separaciones entre el bloque 11 de cilindros y las camisas 2 de cilindros. El bloque 11 de cilindros y las camisas 2 de cilindros se unen cuando entran en contacto cercano entre sí.

35

Además, los salientes 3 se forman sobre la camisa 2 de cilindro para ser independientes unos de otros sobre el primer plano de referencia PA en la presente realización. En otras palabras, una sección transversal de cada saliente 3 por un plano que contiene la línea de contorno que representa una altura de 0,4 mm desde su extremo proximal es independiente de las secciones transversales de los otros salientes 3 por el mismo plano. Esto mejora además la adhesión.

40

<Método para producir la camisa de cilindro>

45

Haciendo referencia a las figuras 11 y 12 y a la tabla 2, se describirá un método para producir la camisa 2 de cilindro.

En la presente realización, la camisa 2 de cilindro se produce por fundición por centrifugación. Para hacer que los parámetros enumerados anteriormente relacionados con los salientes 3 se encuentren en los intervalos seleccionados de la tabla 1, se ajustan los siguientes parámetros [A] a [F] relacionados con la fundición por centrifugación para que estén dentro del intervalo seleccionado de la tabla 2.

50

[A] La razón de composición de un material 61A refractario en una suspensión 61.

55

[B] La razón de composición de un aglutinante 61B en la suspensión 61.

[C] La razón de composición de agua 61C en la suspensión 61.

[D] El tamaño de partícula promedio del material 61A refractario.

[E] La razón de composición de tensioactivo 62 añadido a la suspensión 61.

[F] El grosor de una capa de un lavado 63 de molde (capa 64 de lavado de molde).

Tabla 2

	Tipo de Parámetro	Intervalo seleccionado
[A]	Razón de composición de material refractario	del 8 al 30% en masa
[B]	Razón de composición de aglutinante	del 2 al 10% en masa
[C]	Razón de composición de agua	del 60 al 90% en masa
[D]	Tamaño de partícula promedio de material refractario	de 0,02 a 0,1 mm
[E]	Razón de composición de tensioactivo	más del 0,005% en masa y el 0,1% en masa o menos
[F]	Grosor de capa de lavado de molde	de 0,5 a 1,0 mm

La producción de la camisa 2 de cilindro se ejecuta según el procedimiento mostrado en las figuras 11A a 11F.

[Etapa A] Se combinan el material 61A refractario, el aglutinante 61B y el agua 61C para preparar la suspensión 61 tal como se muestra en la figura 11A. En esta etapa, se ajustan las razones de composición del material 61A refractario, el aglutinante 61B y el agua 61C, y el tamaño de partícula promedio del material 61A refractario para que se encuentren dentro de los intervalos seleccionados en la tabla 2.

[Etapa B] Se añade una cantidad predeterminada del tensioactivo 62 a la suspensión 61 para obtener el lavado 63 de molde tal como se muestra en la figura 11B. En esta etapa, se ajusta la razón del tensioactivo 62 añadido a la suspensión 61 para que se encuentre dentro del intervalo seleccionado mostrado en la tabla 2.

[Etapa C] Tras calentar la superficie circunferencial interna de un molde 65 giratorio hasta una temperatura predeterminada, se aplica el lavado 63 de molde a través de pulverización sobre una superficie circunferencial interna del molde 65 (superficie 65A circunferencial interna de molde), tal como se muestra en la figura 11C. En este momento, se aplica el lavado 63 de molde de manera que se forma una capa del lavado 63 de molde (capa 64 de lavado de molde) de un grosor sustancialmente uniforme sobre la totalidad de la superficie 65A circunferencial interna de molde. En esta etapa, se ajusta el grosor de la capa 64 de lavado de molde para que se encuentre dentro del intervalo seleccionado mostrado en la tabla 2.

En la capa 64 de lavado de molde del molde 65, tras la [etapa C] se forman agujeros que tienen una forma estrechada. Haciendo referencia a las figuras 12A a 12C, se describirá la formación de los agujeros que tienen una forma estrechada.

[1] La capa 64 de lavado de molde con una pluralidad de burbujas 64A se forma sobre la superficie 65A circunferencial interna de molde del molde 65, tal como se muestra en la figura 12A.

[2] El tensioactivo 62 actúa sobre las burbujas 64A para formar rebajes 64B en la superficie circunferencial interna de la capa 64 de lavado de molde, tal como se muestra en la figura 12B.

[3] El fondo del rebaje 64B llega a la superficie 65A circunferencial interna de molde, de modo que se forma un agujero 64C que tiene una forma estrechada en la capa 64 de lavado de molde, tal como se muestra en la figura 12C.

[Etapa D] Tras secarse la capa 64 de lavado de molde, se vierte hierro 66 de fundición fundido en el molde 65, que está haciéndose girar, tal como se muestra en la figura 11D. El hierro 66 de fundición fundido fluye al interior del agujero 64C que tiene una forma estrechada en la capa 64 de lavado de molde. Por tanto, los salientes 3 que tienen una forma estrechada se forman sobre la camisa 2 de cilindro sometida a fundición.

[Etapa E] Tras endurecerse el hierro 66 de fundición fundido y formarse la camisa 2 de cilindro, se saca la camisa 2 de cilindro del molde 65 con la capa 64 de lavado de molde, tal como se muestra en la figura 11E.

[Etapa F] Usando un dispositivo 67 de tratamiento a chorro, se retira la capa 64 de lavado de molde (lavado 63 de molde) de la superficie circunferencial externa de la camisa 2 de cilindro, tal como se muestra en la figura 11F.

<Método para medir parámetros relacionados con los salientes>

Haciendo referencia a las figuras 13A y 13B, se describirá un método para medir los parámetros relacionados con los salientes 3 usando un láser tridimensional. La altura de saliente convencional HP se mide mediante otro método.

Cada uno de los parámetros relacionados con los salientes 3 puede medirse de la siguiente manera.

[1] Se realiza una probeta 71 para medir parámetros de los salientes 3 a partir de la camisa 2 de cilindro.

[2] En un dispositivo 81 de medición láser tridimensional sin contacto, se ajusta la probeta 71 sobre un banco 83 de ensayo de manera que la dirección axial de los salientes 3 es sustancialmente paralela a la dirección de irradiación de la luz 82 láser (figura 13A).

[3] Se irradia la luz 82 láser desde el dispositivo 81 de medición láser tridimensional a la probeta 71 (figura 13B).

[4] Se importan los resultados de medición del dispositivo 81 de medición láser tridimensional a un dispositivo 84 de procesamiento de imágenes.

[5] A través del procesamiento de imágenes llevado a cabo por el dispositivo 84 de procesamiento de imágenes, se representa visualmente un diagrama 85 de contorno (figura 14) de la superficie 22 circunferencial externa de camisa. Se calculan los parámetros relacionados con los salientes 3 basándose en el diagrama 85 de contorno.

<Líneas de contorno de la superficie circunferencial externa de camisa>

Haciendo referencia a las figuras 14 y 15, se explicará el diagrama 85 de contorno de la superficie 22 circunferencial externa de camisa. La figura 14 es una parte de un ejemplo del diagrama 85 de contorno. La figura 15 muestra la relación entre la altura de medición H y las líneas de contorno HL. El diagrama 85 de contorno de la figura 14 se dibuja basándose y según la superficie 22 circunferencial externa de camisa que tiene un saliente 3 que es diferente del saliente 3 de la figura 15.

En el diagrama 85 de contorno, se muestran las líneas de contorno HL a cada valor predeterminado de la altura de medición H.

Por ejemplo, en el caso en el que se muestran las líneas de contorno HL a un intervalo de 0,2 mm desde la altura de medición de 0 mm hasta la altura de medición de 1,0 mm en el diagrama 85 de contorno, se muestran líneas de contorno HL0 de la altura de medición de 0 mm, líneas de contorno HL2 de la altura de medición de 0,2 mm, líneas de contorno HL4 de la altura de medición de 0,4 mm, líneas de contorno HL6 de la altura de medición de 0,6 mm, líneas de contorno HL8 de la altura de medición de 0,8 mm y líneas de contorno HL10 de la altura de medición de 1,0 mm.

Las líneas de contorno HL4 están contenidas en el primer plano de referencia PA. Las líneas de contorno HL2 están contenidas en el segundo plano de referencia PB. Aunque la figura 14 muestra un diagrama en el que se muestran las líneas de contorno HL a un intervalo de 0,2 mm, puede cambiarse la distancia entre las líneas de contorno HL según sea necesario.

Haciendo referencia a las figuras 16 y 17, se describirán primeras regiones RA y segundas regiones RB en el diagrama 85 de contorno. La figura 16 es una parte de un primer diagrama 85A de contorno, en el que las líneas de contorno HL4 de la altura de medición de 0,4 mm en el diagrama 85 de contorno se muestran en líneas continuas y las otras líneas de contorno HL en el diagrama 85 de contorno se muestran en líneas de puntos. La figura 17 es una parte de un segundo diagrama 85B de contorno, en el que las líneas de contorno HL2 de la altura de medición de 0,2 mm en el diagrama 85 de contorno se muestran en líneas continuas y las otras líneas de contorno HL en el diagrama 85 de contorno se muestran en líneas de puntos.

En la presente realización, se definen regiones rodeadas cada una por la línea de contorno HL4 en el diagrama 85 de contorno como las primeras regiones RA. Es decir, las áreas sombreadas en el primer diagrama 85A de contorno corresponden a las primeras regiones RA. Se definen regiones rodeadas cada una por la línea de contorno HL2 en el diagrama 85 de contorno como las segundas regiones RB. Es decir, las áreas sombreadas en el segundo diagrama 85B de contorno corresponden a las segundas regiones RB.

<Método para calcular parámetros relacionados con los salientes>

Con respecto a la camisa 2 de cilindro según la presente realización, los parámetros relacionados con los salientes 3 se calculan de la siguiente manera basándose en el diagrama 85 de contorno.

[A] Primera razón de área SA

La primera razón de área SA se calcula como la razón del área total de las primeras regiones RA con respecto al área de la totalidad del diagrama 85 de contorno. Es decir, la primera razón de área SA se calcula usando la fórmula siguiente.

5  $SA = SRA/ST \times 100 \text{ [%]}$

10 En la fórmula anterior, el símbolo ST representa el área de la totalidad del diagrama 85 de contorno. El símbolo SRA representa el área total de las primeras regiones RA en el diagrama 85 de contorno. Por ejemplo, cuando se usa como modelo la figura 16, que muestra una parte del primer diagrama 85A de contorno, el área de la zona rectangular rodeada por el marco corresponde al área ST, y el área de la zona sombreada corresponde al área SRA. Cuando se calcula la primera razón de área SA, se supone que el diagrama 85 de contorno incluye sólo la superficie 22 circunferencial externa de camisa.

15 [B] Segunda razón de área SB

La segunda razón de área SB se calcula como la razón del área total de las segundas regiones RB con respecto al área de la totalidad del diagrama 85 de contorno. Es decir, la segunda razón de área SB se calcula usando la fórmula siguiente.

20  $SB = SRB/ST \times 100 \text{ [%]}$

25 En la fórmula anterior, el símbolo ST representa el área de la totalidad del diagrama 85 de contorno. El símbolo SRB representa el área total de las segundas regiones RB en el diagrama 85 de contorno. Por ejemplo, cuando se usa como modelo la figura 17, que muestra una parte del segundo diagrama 85B de contorno, el área de la zona rectangular rodeada por el marco corresponde al área ST, y el área de la zona sombreada corresponde al área SRB. Cuando se calcula la segunda razón de área SB, se supone que el diagrama 85 de contorno incluye sólo la superficie 22 circunferencial externa de camisa.

30 [C] Área de sección transversal convencional SD

El área de sección transversal convencional SD puede calcularse como el área de cada primera región RA en el diagrama 85 de contorno. Por ejemplo, cuando se usa como modelo la figura 16, que muestra una parte del primer diagrama 85A de contorno, el área del área sombreada corresponde al área de sección transversal convencional SD.

35 [D] Densidad de salientes convencional NP

La densidad de salientes convencional NP puede calcularse como el número de salientes 3 por unidad de área en el diagrama 85 de contorno (en esta realización, 1 cm<sup>2</sup>).

40 [E] Altura de saliente convencional HP

45 La altura de saliente convencional HP representa la altura de cada saliente 3. La altura de cada saliente 3 puede ser un valor medio de las alturas del saliente 3 en varias ubicaciones. La altura de los salientes 3 puede medirse mediante un dispositivo de medición tal como un calibre de profundidad de cuadrante.

50 Puede comprobarse si los salientes 3 se proporcionan independientemente en el primer plano de referencia PA basándose en las primeras regiones RA en el diagrama 85 de contorno. Es decir, cuando cada primera región RA no interfiere con las demás primeras regiones RA, se confirma que los salientes 3 se proporcionan independientemente en el primer plano de referencia PA. En otras palabras, se confirma que una sección transversal de cada saliente 3 por un plano que contiene la línea de contorno que representa una altura de 0,4 mm desde su extremo proximal es independiente de las secciones transversales de los otros salientes 3 por el mismo plano.

55 A continuación en el presente documento, se describirá la presente invención basándose en la comparación entre ejemplos y ejemplos comparativos.

En cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos, se produjeron camisas de cilindros por fundición por centrifugación. A la hora de producir camisas de cilindros, se usó un material de hierro de fundición, que corresponde a FC230, y el grosor de la camisa de cilindro terminada se ajustó a 2,3 mm.

60 La tabla 3 muestra las características de las camisas de cilindros de los ejemplos. La tabla 4 muestra las características de las camisas de cilindros de los ejemplos comparativos.

Tabla 3

Características de la camisa de cilindro	
Ej. 1	(1) Se forma una película de alta conductividad térmica mediante una capa pulverizada de aleación de Al-Si. (2) Se ajusta la primera razón de área a un valor límite inferior (10%).
Ej. 2	(1) Se forma una película de alta conductividad térmica mediante una capa pulverizada de aleación de Al-Si. (2) Se ajusta la segunda razón de área a un valor límite superior (55%).
Ej. 3	(1) Se forma una película de alta conductividad térmica mediante una capa pulverizada de aleación de Al-Si. (2) Se ajusta el grosor de película a 0,005 mm.
Ej. 4	(1) Se forma una película de alta conductividad térmica mediante una capa pulverizada de aleación de Al-Si. (2) Se ajusta el grosor de película a un valor límite superior (0,5 mm).

Tabla 4

5

Características de la camisa de cilindro	
Ej. C. 1	(1) No se forma película de alta conductividad térmica alguna. (2) Se ajusta la primera razón de área a un valor límite inferior (10%).
Ej. C. 2	(1) No se forma película de alta conductividad térmica alguna. (2) Se ajusta la segunda razón de área a un valor límite superior (55%).
Ej. C. 3	(1) Se forma una película de alta conductividad térmica mediante una capa pulverizada de aleación de Al-Si. (2) No se forma saliente con estrechamiento alguno.
Ej. C. 4	(1) Se forma una película de alta conductividad térmica mediante una capa pulverizada de aleación de Al-Si. (2) Se ajusta la primera razón de área a un valor inferior al valor límite inferior (10%).
Ej. C. 5	(1) Se forma una película de alta conductividad térmica mediante una capa pulverizada de aleación de Al-Si. (2) Se ajusta la segunda razón de área a un valor superior al valor límite superior (55%).
Ej. C. 6	(1) Se forma una película de alta conductividad térmica mediante una capa pulverizada de aleación de Al-Si. (2) Se ajusta el grosor de película a un valor mayor que el valor límite superior (0,5 mm).

A continuación se muestran condiciones de producción de camisas de cilindros específicas de cada uno de los ejemplos y ejemplos comparativos. Aparte de las siguientes condiciones específicas, las condiciones de producción son comunes para todos los ejemplos y los ejemplos comparativos.

10

En el ejemplo 1 y el ejemplo comparativo 1, se ajustaron parámetros relacionados con la fundición por centrifugación ([A] a [F] en la tabla 2) a los intervalos seleccionados mostrados en la tabla 2 de modo que la primera razón de área SA pasa a ser el valor límite inferior (10%).

15

En el ejemplo 2 y el ejemplo comparativo 2, se ajustaron parámetros relacionados con la fundición por centrifugación ([A] a [F] en la tabla 2) a los intervalos seleccionados mostrados en la tabla 2 de modo que la segunda razón de área SB pasa a ser el valor límite superior (55%).

20

En los ejemplos 3 y 4, y el ejemplo comparativo 6, se ajustaron parámetros relacionados con la fundición por centrifugación ([A] a [F] en la tabla 2) a los mismos valores de los intervalos seleccionados mostrados en la tabla 2.

En el ejemplo comparativo 3, tras la fundición se retiró la superficie de fundición para obtener una superficie circunferencial externa lisa.

25

En el ejemplo comparativo 4, se ajustó al menos uno de los parámetros relacionados con la fundición por centrifugación ([A] a [F] en la tabla 2) fuera del intervalo seleccionado en la tabla 2 de modo que la primera razón de área SA pasa a ser menor que el valor límite inferior (10%).

30

En el ejemplo comparativo 5, se ajustó al menos uno de los parámetros relacionados con la fundición por centrifugación ([A] a [F] en la tabla 2) fuera del intervalo seleccionado en la tabla 2 de modo que la segunda razón de área SB pasa a ser mayor que el valor límite superior (55%).

Las condiciones para formar películas se muestran a continuación.

35

El grosor de película TP se ajustó al mismo valor en los ejemplos 1 y 2, y los ejemplos comparativos 3, 4 y 5.

En el ejemplo 4, el grosor de película TP se ajustó al valor límite superior (0,5 mm).

En los ejemplos comparativos 1 y 2, no se formó película alguna.

En el ejemplo comparativo 6, el grosor de película TP se ajustó a un valor mayor que el valor límite superior (0,5 mm).

<Medición y cálculo de parámetros relacionados con los salientes>

Ahora se explicará la medición y el cálculo de los parámetros relacionados con los salientes en cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos.

En cada uno de los ejemplos y ejemplos comparativos, se midieron y calcularon parámetros relacionados con los salientes según el “Método para medir parámetros relacionados con los salientes” y el “Método para calcular parámetros relacionados con los salientes”.

<Medición del grosor de la película>

Ahora se explicará el método de medición del grosor de película TP en cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos.

En cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos, el grosor de película TP se midió con un microscopio. Específicamente, el grosor de película TP se midió según los siguientes procedimientos [1] y [2].

[1] Se realiza una probeta para medir el grosor de película a partir de la camisa 2 de cilindro.

[2] Se mide el grosor de película TP en varias posiciones en la probeta usando un microscopio y se calcula el valor medio de los valores medidos como valor medido del grosor de película TP.

<Evaluación de la fuerza de unión>

Haciendo referencia a las figuras 18A a 18C, se explicará un método para evaluar la fuerza de unión de camisa en cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos.

En cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos, se eligió un ensayo de tracción como método para evaluar la fuerza de unión de camisa. Específicamente, la evaluación de la fuerza de unión de camisa se llevó a cabo según los siguientes procedimientos [1] y [5].

[1] Se produjeron bloques 72 de cilindros de tipo de único cilindro, teniendo cada uno una camisa 2 de cilindro, a través de fundición a presión (figura 18A).

[2] Se realizaron probetas 74 para la evaluación de fuerza a partir de los bloques 72 de cilindros de tipo de único cilindro. Las probetas 74 de evaluación de fuerza estaban formadas cada una por un fragmento 74A de camisa, que es una parte de la camisa 2 de cilindro, y un fragmento 74B de aluminio, que es una parte de aluminio del cilindro 73. La película 4 de alta conductividad térmica se forma entre cada fragmento 74A de camisa y el correspondiente fragmento 74B de aluminio.

[3] Se unieron los brazos 86 de un dispositivo de ensayo de tracción a la probeta 74 de evaluación de fuerza, que incluye el fragmento 74A de camisa y el fragmento 74B de aluminio (figura 18B).

[4] Tras sujetar uno de los brazos 86 mediante una abrazadera 87, se aplicó una carga de tracción a la probeta 74 de evaluación de fuerza mediante el otro brazo 86 de manera que el fragmento 74A de camisa y el fragmento 74B de aluminio se exfoliaron en una dirección de la flecha C, que es una dirección radial del cilindro (figura 18C).

[5] A través del ensayo de tracción, se obtuvo la magnitud de la carga por unidad de área a la que se exfoliaron el fragmento 74A de camisa y el fragmento 74B de aluminio como la fuerza de unión de camisa.

Tabla 5

[A]	Material de aluminio	ADC12
[B]	Presión de fundición	55 MPa
[C]	Velocidad de fundición	1,7 m/s
[D]	Temperatura de fundición	670°C
[E]	Grosor de cilindro sin la camisa de cilindro	4,0 mm

## ES 2 460 516 T3

En cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos, se produjo el bloque 72 de cilindros de tipo de único cilindro para la evaluación en las condiciones mostradas en la tabla 5.

### 5 <Evaluación de la conductividad térmica>

Haciendo referencia a las figuras 19A a 19C, se explicará un método para evaluar la conductividad térmica de cilindro (conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura) en cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos.

10 En cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos, se eligió el método de pulso láser como método para evaluar la conductividad térmica de cilindro. Específicamente, la evaluación de la conductividad térmica se llevó a cabo según los siguientes procedimientos [1] y [4].

15 [1] Se produjeron bloques 72 de cilindros de tipo de único cilindro, teniendo cada uno una camisa 2 de cilindro, a través de fundición a presión (figura 19A).

[2] Se realizaron probetas 75 anulares para la evaluación de la conductividad térmica a partir de los bloques 72 de cilindros de tipo de único cilindro (figura 19B). Las probetas 75 de evaluación de conductividad térmica estaban formadas cada una por un fragmento 75A de camisa, que es una parte de la camisa 2 de cilindro, y un fragmento 75B de aluminio, que es una parte de aluminio del cilindro 73. La película 4 de alta conductividad térmica se forma entre cada fragmento 75A de camisa y el correspondiente fragmento 75B de aluminio.

25 [3] Tras ajustar la probeta 75 de evaluación de conductividad térmica en un dispositivo 88 de pulso láser, se irradió luz 80 láser de un oscilador 89 láser a la circunferencia externa de la probeta 75 (figura 19C).

[4] Basándose en los resultados de ensayo medidos por el dispositivo 88 de pulso láser, se calculó la conductividad térmica de la probeta 75 de evaluación de conductividad térmica.

### 30 Tabla 6

[A]	Grosor del fragmento de camisa	1,35 mm
[B]	Grosor del fragmento de aluminio	1,65 mm
[C]	Diámetro externo de la probeta	10 mm

35 En cada uno de los ejemplos y los ejemplos comparativos, se produjo el bloque 72 de cilindros de tipo de único cilindro para la evaluación en las condiciones mostradas en la tabla 5. La probeta 75 de evaluación de conductividad térmica se produjo en las condiciones mostradas en la tabla 6. Específicamente, se recortó una parte del cilindro 73 del bloque 72 de cilindros de tipo de único cilindro. Las superficies circunferenciales externa e interna de la parte recortada se mecanizaron de manera que los grosores del fragmento 75A de camisa y el fragmento 75B de aluminio tuvieran los valores mostrados en la tabla 6.

### 40 <Resultados de medición>

La tabla 7 muestra los resultados de medición de los parámetros en los ejemplos y los ejemplos comparativos. Los valores en la tabla son cada uno un valor representativo de varios resultados de medición.

### 45 Tabla 7

	Primera razón de área [%]	Segunda razón de área [%]	Densidad de salientes convencional [unidades/cm <sup>2</sup> ]	Altura de saliente convencional [mm]	Material de película	Grosor de película [mm]	Fuerza de unión [MPa]	Conductividad térmica [W/mK]
Ej. 1	10	20	20	0,6	Aleación de Al-Si	0,08	35	50
Ej. 2	50	55	60	1,0	Aleación de Al-Si	0,08	55	50



## ES 2 460 516 T3

Ej. 3	20	35	35	0,7	Aleación de Al-Si	0,005	50	60
Ej. 4	20	35	35	0,7	Aleación de Al-Si	0,5	45	55
Ej. C. 1	10	20	20	0,6	Sin película	-	17	25
Ej. C. 2	50	55	60	1,0	Sin película	-	52	25
Ej. C. 3	0	0	0	0	Aleación de Al-Si	0,08	22	60
Ej. C. 4	2	10	3	0,3	Aleación de Al-Si	0,08	15	40
Ej. C. 5	25	72	30	0,8	Aleación de Al-Si	0,08	40	35
Ej. C. 6	20	35	35	0,7	Aleación de Al-Si	0,6	10	30

Ahora se explicarán las ventajas reconocidas basándose en los resultados de medición.

5 Contrastando los ejemplos 1 a 4 con el ejemplo comparativo 3, se descubrieron los siguientes hechos. Es decir, la formación de los salientes 3 sobre la camisa 2 de cilindro aumenta la fuerza de unión de camisa.

10 Contrastando el ejemplo 1 con el ejemplo comparativo 1, se descubrieron los siguientes hechos. Es decir, la formación de la película 4 de alta conductividad térmica sobre la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura. Además, la fuerza de unión de camisa aumenta.

15 Contrastando el ejemplo 2 con el ejemplo comparativo 2, se descubrieron los siguientes hechos. Es decir, la formación de la película 4 de alta conductividad térmica sobre la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura. Además, la fuerza de unión de camisa aumenta.

20 Contrastando el ejemplo 4 con el ejemplo comparativo 6, se descubrieron los siguientes hechos. Es decir, la formación de la película 4 de alta conductividad térmica que tiene grosor TP menor que o igual al valor superior (0,5 mm) aumenta la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura. Además, la fuerza de unión de camisa aumenta.

25 Contrastando el ejemplo 1 con el ejemplo comparativo 4, se descubrieron los siguientes hechos. Es decir, formar los salientes 3 de manera que la primera razón de área SA sea mayor que o igual al valor límite inferior (10%) aumenta la fuerza de unión de camisa. Además la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta.

30 Contrastando el ejemplo 2 con el ejemplo comparativo 5, se descubrieron los siguientes hechos. Es decir, formar los salientes 3 de manera que la segunda razón de área SB sea menor que o igual al valor límite superior (55%) aumenta la fuerza de unión de camisa. Además la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta.

35 Contrastando el ejemplo 3 con el ejemplo 4, se descubrieron los siguientes hechos. Es decir, formar la película 4 de alta conductividad térmica mientras se reduce el grosor de película TP aumenta la fuerza de unión de camisa. Además la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta.

<Ventajas de la primera realización>

40 La camisa 2 de cilindro y el motor 1 según la presente realización proporcionan las siguientes ventajas.

45 (1) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, la película 4 de alta conductividad térmica se forma sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa de la parte 26 de camisa de alta temperatura, mientras que la película 5 de baja conductividad térmica se forma sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa de la parte 27 de camisa de baja temperatura. Por consiguiente, la diferencia de temperatura de pared de cilindro  $\Delta TW$ , que es la diferencia entre la temperatura de pared de cilindro máxima TWH y la temperatura de pared de cilindro mínima TWL en el motor 1, se reduce. Por tanto, la variación de deformación de cada orificio 15 de cilindro a lo largo de la dirección axial del cilindro 13 se reduce. Por consiguiente, la cantidad de deformación de la deformación de cada orificio 15 de cilindro se iguala. Esto reduce la fricción del pistón y por tanto mejora la tasa de consumo de combustible.

5 (2) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, la película 4 de alta conductividad térmica está formada por una capa pulverizada de aleación de Al-Si. Esto reduce la diferencia entre el grado de expansión del bloque 11 de cilindros y el grado de expansión de la película 4 de alta conductividad térmica. Por tanto, cuando el orificio 15 de cilindro se expande, se garantiza la adhesión entre el bloque 11 de cilindros y la camisa 2 de cilindro.

10 (3) Puesto que se usa una aleación de Al-Si que tiene una alta humectabilidad con el material de fundición del bloque 11 de cilindros, la adhesión y la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica aumentan adicionalmente.

15 (4) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, la película 4 de alta conductividad térmica se forma de manera que su grosor TP es menor que o igual a 0,5 mm. Esto impide que la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura desciendan. Si el grosor de película TP es mayor que 0,5 mm, el efecto de anclaje de los salientes 3 se reducirá, dando como resultado una reducción significativa en la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura.

20 (5) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, la película 5 de baja conductividad térmica se forma de manera que su grosor TP es menor que o igual a 0,5 mm. Esto impide que la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura desciendan. Si el grosor de película TP es mayor que 0,5 mm, el efecto de anclaje de los salientes 3 se reducirá, dando como resultado una reducción significativa en la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

25 (6) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, los salientes 3 se forman sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa. Esto permite que el bloque 11 de cilindros y la camisa 2 de cilindro se unan entre sí con el bloque 11 de cilindros y los salientes 3 acoplados entre sí. Se garantiza suficiente fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la camisa 2 de cilindro. Tal aumento en la fuerza de unión impide la exfoliación entre el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica y entre el bloque 11 de cilindros y la película 5 de baja conductividad térmica. El efecto de aumento y reducción de la conductividad térmica que se obtiene por las películas se mantiene de manera fiable. Además el aumento en la fuerza de unión impide que el orificio 15 de cilindro se deforme.

30 (7) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, los salientes 3 se forman de manera que la densidad de salientes convencional NP está en el intervalo de desde  $5/\text{cm}^2$  hasta  $60/\text{cm}^2$ . Esto aumenta adicionalmente la fuerza de unión de camisa. Además el factor de llenado del material de fundición de los espacios entre los salientes 3 aumenta.

35 Si la densidad de salientes convencional NP está fuera del intervalo seleccionado, se provocarán los siguientes problemas. Si la densidad de salientes convencional NP es menor que  $5/\text{cm}^2$ , el número de salientes 3 será insuficiente. Esto reducirá la fuerza de unión de camisa. Si la densidad de salientes convencional NP es mayor que  $60/\text{cm}^2$ , los espacios estrechos entre los salientes 3 reducirán el factor de llenado del material de fundición de los espacios entre los salientes 3.

40 (8) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, los salientes 3 se forman de manera que la altura de saliente convencional HP está en el intervalo de desde 0,5 mm hasta 1,0 mm. Esto aumenta la fuerza de unión de camisa y la precisión del diámetro externo de la camisa 2 de cilindro.

45 Si la altura de saliente convencional HP está fuera del intervalo seleccionado, se provocarán los siguientes problemas. Si la altura de saliente convencional HP es menor de 0,5 mm, la altura de los salientes 3 será insuficiente. Esto reducirá la fuerza de unión de camisa. Si la altura de saliente convencional HP es mayor que 1,0 mm, los salientes 3 se romperán fácilmente. Esto también reducirá la fuerza de unión de camisa. Además, puesto que las alturas del saliente 3 son irregulares, la precisión del diámetro externo se reduce.

50 (9) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, los salientes 3 se forman de manera que la primera razón de área SA está en el intervalo de desde el 10% hasta el 50%. Esto garantiza suficiente fuerza de unión de camisa. Además el factor de llenado del material de fundición de los espacios entre los salientes 3 aumenta.

55 Si la primera razón de área SA está fuera del intervalo seleccionado, se provocarán los siguientes problemas. Si la primera razón de área SA es menor que el 10%, la fuerza de unión de camisa se reducirá significativamente comparada con el caso en el que la primera razón de área SA es mayor que o igual al 10%. Si la primera razón de área SA es mayor que el 50%, la segunda razón de área SB superará el valor límite superior (55%). Por tanto, el factor de llenado del material de fundición en los espacios entre los salientes 3 se reducirá significativamente.

60 (10) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, los salientes 3 se forman de manera que la segunda razón de área SB está en el intervalo de desde el 20% hasta el 55%. Esto aumenta el factor de llenado del material de fundición de los espacios entre los salientes 3. Además se garantiza suficiente fuerza de unión de camisa.

65

Si la segunda razón de área SB está fuera del intervalo seleccionado, se provocarán los siguientes problemas. Si la segunda razón de área SB es menor que el 20%, la primera razón de área SA caerá por debajo del valor límite inferior (10%). Por tanto, la fuerza de unión de camisa se reducirá significativamente. Si la segunda razón de área SB es mayor que el 55%, el factor de llenado del material de fundición en los espacios entre los salientes 3 se reducirá significativamente comparado con el caso en el que la segunda razón de área SB es menor que o igual al 55%.

(11) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, los salientes 3 se forman de manera que el área de sección transversal convencional SD está en el intervalo de desde 0,2 mm<sup>2</sup> hasta 3,0 mm<sup>2</sup>. Por tanto, durante el procedimiento de producción de las camisas 2 de cilindros, se impide que los salientes 3 se dañen. Además el factor de llenado del material de fundición de los espacios entre los salientes 3 aumenta.

Si el área de sección transversal convencional SD está fuera del intervalo seleccionado, se provocarán los siguientes problemas. Si el área de sección transversal convencional SD es menor que 0,2 mm<sup>2</sup>, la fuerza de los salientes 3 será insuficiente, y los salientes 3 se dañarán fácilmente durante la producción de la camisa 2 de cilindro. Si el área de sección transversal convencional SD es mayor que 3,0 mm<sup>2</sup>, unos espacios estrechos entre los salientes 3 reducirán el factor de llenado del material de fundición de los espacios entre los salientes 3.

(12) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, los salientes 3 (las primeras áreas RA) se forman para ser independientes entre sí en el primer plano de referencia PA. En otras palabras, una sección transversal de cada saliente 3 por un plano que contiene la línea de contorno que representa una altura de 0,4 mm desde su extremo proximal es independiente de las secciones transversales de los otros salientes 3 por el mismo plano. Esto aumenta el factor de llenado del material de fundición de los espacios entre los salientes 3. Si los salientes 3 (las primeras áreas RA) no son independientes entre sí en el primer plano de referencia PA, unos espacios estrechos entre los salientes 3 reducirán el factor de llenado del material de fundición de los espacios entre los salientes 3.

(13) En el motor de referencia, puesto que se favorece el consumo del aceite de motor cuando la temperatura de pared de cilindro TW de la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta excesivamente, se requiere que la tensión de los segmentos de pistón sea relativamente grande. Es decir, la tasa de consumo de combustible empeora inevitablemente por el aumento en la tensión de los segmentos de pistón.

En la camisa 2 de cilindro según la presente realización, se establece suficiente adhesión entre el bloque 11 de cilindros y las partes 26 de camisa de alta temperatura, es decir, se crea una pequeña separación alrededor de cada parte 26 de camisa de alta temperatura. Esto garantiza una conductividad térmica alta entre el bloque 11 de cilindros y las partes 26 de camisa de alta temperatura. Por consiguiente, puesto que la temperatura de pared de cilindro TW en la parte 26 de camisa de alta temperatura desciende, el consumo del aceite de motor se reduce. Puesto que de esta manera se suprime el consumo del aceite de motor, pueden usarse segmentos de pistón de una tensión menor comparado con los del motor de referencia. Esto mejora la tasa de consumo de combustible.

(14) En el motor de referencia 1, la temperatura de pared de cilindro TW en la parte 27 de camisa de baja temperatura es relativamente baja. Por tanto, la viscosidad del aceite de motor en la superficie 21 circunferencial interna de camisa de la parte 27 de camisa de baja temperatura es excesivamente alta. Es decir, puesto que la fricción del pistón en la parte 27 de camisa de baja temperatura del cilindro 13 es grande, el empeoramiento de la tasa de consumo de combustible debido a tal aumento en la fricción es inevitable. Tal empeoramiento de la tasa de consumo de combustible debido a la temperatura de pared de cilindro TW es particularmente notable en motores en los que la conductividad térmica del bloque de cilindros es relativamente grande, tal como un motor hecho de una aleación de aluminio.

En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, puesto que la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura es baja, la temperatura de pared de cilindro TW en la parte 27 de camisa de baja temperatura aumenta. Esto reduce la viscosidad del aceite de motor sobre la superficie 21 circunferencial interna de camisa de la parte 27 de camisa de baja temperatura, y por tanto reduce la fricción. Por consiguiente, la tasa de consumo de combustible se mejora.

(15) En un motor convencional, la reducción de la distancia entre los orificios de cilindro reduce el peso y, por tanto, mejora la tasa de consumo de combustible. Sin embargo, una distancia reducida entre los orificios de cilindro provoca los siguientes problemas.

[a] Las secciones entre los orificios de cilindro son más delgadas que las secciones circundantes (secciones separadas de las secciones entre los orificios de cilindro). Por tanto, a la hora de producir el bloque de cilindros a través de la fundición por inserción, la tasa de solidificación es superior en las secciones entre los orificios de cilindro que en las secciones circundantes. La tasa de solidificación de las secciones entre los orificios de cilindro aumenta a medida que el grosor de tales secciones se reduce. Por tanto, en el caso en el que la distancia entre los orificios de cilindro es corta, la tasa de solidificación del material de fundición aumenta adicionalmente. Esto aumenta la diferencia entre la tasa de solidificación del material de fundición entre los orificios de cilindro y la de las secciones circundantes. Por consiguiente, aumenta una fuerza que tira del material de fundición ubicado entre los orificios de

cilindro hacia las secciones circundantes. Esto es muy probable que cree fisuras (grietas térmicas) entre los orificios de cilindro.

5 [b] En un motor en el que la distancia entre los orificios de cilindro es corta, es probable que el calor quede confinado a una sección entre los orificios de cilindro. Por tanto, a medida que la temperatura de pared de cilindro aumenta, se favorece el consumo del aceite de motor.

10 Por consiguiente, se necesitan cumplir las siguientes condiciones a la hora de mejorar la tasa de consumo de combustible a través de la reducción de la distancia entre los orificios de cilindro.

15 Para suprimir el movimiento del material de fundición de las secciones entre los orificios de cilindro a las secciones circundantes debido a la diferencia en las tasas de solidificación, se necesita garantizar suficiente fuerza de unión entre las camisas de cilindros y el material de fundición a la hora de producir el bloque de cilindros.

20 Para suprimir el consumo del aceite de motor, se necesita garantizar suficiente conductividad térmica entre el bloque de cilindros y las camisas de cilindros.

25 Según la camisa 2 de cilindro de la presente realización, a la hora de producir el bloque 11 de cilindros a través de fundición por inserción, el material de fundición del bloque 11 de cilindros y los salientes 3 se acoplan entre sí de modo que se garantiza suficiente fuerza de unión de estos componentes. Esto suprime el movimiento del material de fundición de las secciones entre los orificios de cilindro a las secciones circundantes debido a la diferencia en las tasas de solidificación.

30 Puesto que la película 4 de alta conductividad térmica se forma junto con los salientes 3, la adhesión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta. Esto garantiza suficiente conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura.

35 Además, puesto que los salientes 3 aumentan la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la camisa 2 de cilindro, la exfoliación del bloque 11 de cilindros y la camisa 2 de cilindro se suprime. Por tanto, aunque el orificio 15 de cilindro se expanda, se garantiza suficiente conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura.

40 De esta manera, el uso de la camisa 2 de cilindro de la presente realización garantiza suficiente fuerza de unión entre el material de fundición del bloque 11 de cilindros y la camisa 2 de cilindro, y suficiente conductividad térmica entre la camisa 2 de cilindro y el bloque 11 de cilindros. Esto permite reducir la distancia entre los orificios 15 de cilindro. Por consiguiente, puesto que la distancia entre los orificios 15 de cilindro en el motor 1 es más corta que la de los motores convencionales, la tasa de consumo de combustible mejora.

45 Según los resultados de los ensayos, los presentes inventores descubrieron que en el bloque de cilindros que tiene las camisas de cilindros de referencia, existían separaciones relativamente grandes entre el bloque de cilindros y cada camisa de cilindro. Es decir, si los salientes con estrechamientos se forman simplemente sobre la camisa de cilindro, no se garantizará suficiente adhesión entre el bloque de cilindros y la camisa de cilindro. Esto reducirá inevitablemente la conductividad térmica debido a las separaciones.

50 <Modificaciones de la primera realización>

La primera realización ilustrada anteriormente puede modificarse tal como se muestra a continuación.

55 Aunque se usa una aleación de Al-Si como material de la película 4 de alta conductividad térmica, pueden usarse otras aleaciones de aluminio (una aleación de Al-Si-Cu y una aleación de Al-Cu). Aparte de una aleación de aluminio, la película 4 de alta conductividad térmica puede estar formada por una capa pulverizada de cobre o una aleación de cobre. En estos casos, se obtienen ventajas similares a las de la primera realización.

60 En la primera realización, una capa pulverizada de un material a base de aluminio (capa pulverizada de aluminio) puede formarse sobre la película 5 de baja conductividad térmica. En este caso, la película 5 de baja conductividad térmica se une al bloque 11 de cilindros con la capa pulverizada de aluminio entremedias. Esto aumenta la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

(Segunda realización)

65 Ahora se describirá una segunda realización de la presente invención con referencia a las figuras 20 y 21.

La segunda realización se configura cambiando la formación de la película 4 de alta conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro de la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la segunda realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

<Formación de la película>

La figura 20 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada con un círculo ZC de la figura 6A.

5 En la camisa 2 de cilindro, se forma una película 4 de alta conductividad térmica sobre una superficie 22 circunferencial externa de camisa de una parte 26 de camisa de alta temperatura. A diferencia de la película 4 de alta conductividad térmica de la primera realización, que se forma sobre la totalidad de la superficie 22 circunferencial externa, la película 4 de alta conductividad térmica de la segunda realización se forma sobre la parte superior de cada saliente 3 y las secciones entre salientes 3 adyacentes.

10 La película 4 de alta conductividad térmica está formada por una capa 42 de recubrimiento por granallado de aluminio. La capa 42 de recubrimiento por granallado se forma mediante recubrimiento por granallado.

15 Pueden usarse otros materiales que cumplan al menos una de las siguientes condiciones (A) y (B) como material de la película 4 de alta conductividad térmica.

(A) Un material cuyo punto de fusión es menor que o igual a la temperatura de referencia TC, o un material que contiene un material de este tipo.

20 (B) Un material que puede unirse de manera metalúrgica al material de fundición del bloque 11 de cilindros, o un material que contiene un material de este tipo.

<Estado de unión del bloque de cilindros y la parte de camisa de alta temperatura>

25 La figura 21 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZA de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura.

30 En el motor 1, el bloque 11 de cilindros se une a la parte 26 de camisa de alta temperatura en un estado en el que el bloque 11 de cilindros está acoplado a los salientes 3. El bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se unen entre sí con la película 4 de alta conductividad térmica entremedias.

35 Puesto que la película 4 de alta conductividad térmica se forma mediante recubrimiento por granallado, la parte 26 de camisa de alta temperatura y la película 4 de alta conductividad térmica se unen mecánicamente entre sí con suficiente adhesión y fuerza de unión. Es decir, la parte 26 de camisa de alta temperatura y la película 4 de alta conductividad térmica se unen entre sí en un estado en el que las partes unidas mecánicamente y las partes unidas de manera metalúrgica se mezclan. La adhesión de la parte 26 de camisa de alta temperatura y la película 4 de alta conductividad térmica es superior a la adhesión del bloque de cilindros y la camisa de cilindro de referencia en el motor de referencia.

40 La película 4 de alta conductividad térmica está formada por aluminio que tiene un punto de fusión menor que la temperatura de referencia TC y una alta humectabilidad con el material de fundición del bloque 11 de cilindros. Por tanto, el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica se unen mecánicamente entre sí con suficiente adhesión y fuerza de unión. La adhesión del bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica es superior a la adhesión del bloque de cilindros y la camisa de cilindro de referencia en el motor de referencia.

50 En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se unen entre sí en este estado, se obtienen las ventajas (A) a (C) en "[1] Estado de unión de la parte de camisa de alta temperatura" de la primera realización. En cuanto a la conexión mecánica entre el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica, puede aplicarse la misma explicación que la de la primera realización.

<Ventajas de la segunda realización>

55 Además de las ventajas (1) a (14) en la primera realización, la camisa 2 de cilindro de la segunda realización proporciona la siguiente ventaja.

60 (15) En la presente realización, la película 4 de alta conductividad térmica se forma mediante recubrimiento por granallado. En el recubrimiento por granallado, la película 4 de alta conductividad térmica se forma sin fusión del material de recubrimiento. Por tanto, la película 4 de alta conductividad térmica no contiene óxidos. Por tanto, se impide que la conductividad térmica de la película 4 de alta conductividad térmica empeore por oxidación.

<Modificaciones de la segunda realización>

65 La segunda realización ilustrada anteriormente puede modificarse tal como se muestra a continuación.

En la segunda realización, se usa aluminio como material para la capa 42 de recubrimiento. Sin embargo, pueden

usarse, por ejemplo, los siguientes materiales.

[a] Zinc

5 [b] Estaño

[c] Una aleación que contiene al menos uno de aluminio, zinc y estaño.

(Tercera realización)

10

Ahora se describirá una tercera realización de la presente invención con referencia a las figuras 22 y 23.

La tercera realización se configura cambiando la formación de la película 4 de alta conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro de la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la tercera realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

15

<Formación de la película>

La figura 22 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada con un círculo ZC de la figura 6A. En la camisa 2 de cilindro, se forma una película 4 de alta conductividad térmica sobre una superficie 22 circunferencial externa de camisa de una parte 26 de camisa de alta temperatura. La película 4 de alta conductividad térmica está formada por una capa 43 chapada de aleación de cobre. La capa 43 chapada se forma mediante chapado.

20

Pueden usarse otros materiales que cumplan al menos una de las siguientes condiciones (A) y (B) como material de la película 4 de alta conductividad térmica.

25

(A) Un material cuyo punto de fusión es menor que o igual a la temperatura de metal fundido de referencia TC, o un material que contiene un material de este tipo.

30

(B) Un material que puede unirse de manera metalúrgica al material de fundición del bloque 11 de cilindros, o un material que contiene un material de este tipo.

<Estado de unión del bloque de cilindros y la parte de camisa de alta temperatura>

35

La figura 23 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZA de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura.

En el motor 1, el bloque 11 de cilindros se une a la parte 26 de camisa de alta temperatura en un estado en el que parte del bloque 11 de cilindros se ubica en cada uno de los espacios 34 de estrechamiento. El bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se unen entre sí con la película 4 de alta conductividad térmica entremedias.

40

Puesto que la película 4 de alta conductividad térmica se forma mediante chapado, la parte 26 de camisa de alta temperatura y la película 4 de alta conductividad térmica se unen mecánicamente entre sí con suficiente adhesión y fuerza de unión. La adhesión de la parte 26 de camisa de alta temperatura y la película 4 de alta conductividad térmica es superior a la adhesión del bloque de cilindros y la camisa de cilindro de referencia en el motor de referencia.

45

La película 4 de alta conductividad térmica está formada por una aleación de cobre que tiene un punto de fusión superior a la temperatura de referencia TC. Sin embargo, el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica se unen de manera metalúrgica entre sí con suficiente adhesión y fuerza de unión. La adhesión del bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica es superior a la adhesión del bloque de cilindros y la camisa de cilindro de referencia en el motor de referencia.

50

En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura se unen entre sí en este estado, se obtiene una ventaja (D) mostrada a continuación además de las ventajas (A) a (C) en "[1] Estado de unión de la parte de camisa de alta temperatura" de la primera realización.

55

(D) Puesto que la película 4 de alta conductividad térmica está formada por una aleación de cobre que tiene una conductividad térmica mayor que la del bloque 11 de cilindros, la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta adicionalmente.

60

Para unir de manera metalúrgica el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica entre sí, se cree que la película 4 de alta conductividad térmica necesita estar formada básicamente de un metal que tenga un punto de fusión igual a o menor que la temperatura de referencia TC. Sin embargo, según los resultados de los ensayos llevados a cabo por los presentes inventores, aunque la película 4 de alta conductividad térmica esté

65

formada por un metal que tenga un punto de fusión superior a la temperatura de referencia TC, el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica se unen de manera metalúrgica entre sí en algunos casos.

<Ventajas de la tercera realización>

5 Además de las ventajas similares a las ventajas (1) y (4) a (14) en la primera realización, la camisa 2 de cilindro de la tercera realización proporciona las siguientes ventajas.

10 (16) En la presente realización, la película 4 de alta conductividad térmica está formada por una aleación de cobre. Por consiguiente, el bloque 11 de cilindros y la película 4 de alta conductividad térmica se unen de manera metalúrgica entre sí. La adhesión y la fuerza de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumentan adicionalmente.

15 (17) Puesto que la aleación de cobre tiene una conductividad térmica alta, la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta significativamente.

<Modificaciones de la tercera realización>

20 La tercera realización ilustrada anteriormente puede modificarse tal como se muestra a continuación.

La capa 43 chapada puede estar formada por cobre.

(Cuarta realización)

25 Ahora se describirá una cuarta realización de la presente invención descrita con referencia a las figuras 24 y 25.

La cuarta realización se configura cambiando la formación de la película 5 de baja conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro según la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la cuarta realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

30 <Formación de la película>

La figura 24 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A. En la camisa 2 de cilindro, se forma una película 5 de baja conductividad térmica sobre una superficie 22 circunferencial externa de camisa de una parte 27 de camisa de baja temperatura en la camisa 2 de cilindro.

40 La película 5 de baja conductividad térmica está formada por una capa 52 pulverizada de un material a base de hierro. La capa 52 pulverizada se forma laminando una pluralidad de capas 52A pulverizadas finas. La capa 52 pulverizada (las capas 52A pulverizadas finas) contiene óxidos y poros.

<Estado de unión del bloque de cilindros y la parte de camisa de baja temperatura>

45 La figura 25 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

En el motor 1, el bloque 11 de cilindros se une a la parte 27 de camisa de baja temperatura en un estado en el que el bloque 11 de cilindros está acoplado a los salientes 3. El bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí con la película 5 de baja conductividad térmica entremedias.

50 Puesto que la película 5 de baja conductividad térmica está formada por una capa pulverizada que contiene varias capas de óxido y poros, el bloque 11 de cilindros y la película 5 de baja conductividad térmica se unen mecánicamente entre sí en un estado de conductividad térmica baja.

55 En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí en este estado, se obtienen las ventajas (A) y (B) en "[2] Estado de unión de la parte de camisa de baja temperatura" de la primera realización.

<Método para producir la película>

60 En la presente realización, la película 5 de baja conductividad térmica se forma mediante pulverización por arco eléctrico. La película 5 de baja conductividad térmica puede formarse a través del siguiente procedimiento.

65 [1] Se pulveriza alambre fundido sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa mediante un dispositivo de pulverización por arco eléctrico para formar una fina capa 52A pulverizada.

[2] Tras formar una fina capa 52A pulverizada, se forma otra fina capa 52A pulverizada sobre la primera fina capa

52A pulverizada.

[3] Se repite el procedimiento [2] hasta que se forme la película 5 de baja conductividad térmica de un grosor deseado.

5

<Ventajas de la cuarta realización>

Además de las ventajas (1) a (14) en la primera realización, la camisa 2 de cilindro de la cuarta realización proporciona la siguiente ventaja.

10

(18) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, la capa 52 pulverizada está formada por una pluralidad de finas capas 52A pulverizadas. Por consiguiente, se forman varias capas de óxido en la capa 52 pulverizada. Por tanto, la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se reduce adicionalmente.

15

(Quinta realización)

Ahora se describirá una quinta realización de la presente invención con referencia a las figuras 26 y 27.

20

La quinta realización se configura cambiando la formación de la película 5 de baja conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro según la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la quinta realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

25

<Formación de la película>

La figura 26 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A. En la camisa 2 de cilindro, se forma una película 5 de baja conductividad térmica sobre una superficie 22 circunferencial externa de camisa de una parte 27 de camisa de baja temperatura en la camisa 2 de cilindro. La película 5 de baja conductividad térmica está formada por una capa 53 de óxido.

30

<Estado de unión del bloque de cilindros y la parte de camisa de baja temperatura>

La figura 27 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

35

En el motor 1, el bloque 11 de cilindros se une a la parte 27 de camisa de baja temperatura en un estado en el que el bloque 11 de cilindros está acoplado a los salientes 3. El bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí con la película 5 de baja conductividad térmica entremedias.

40

Puesto que la película 5 de baja conductividad térmica está formada por óxido, el bloque 11 de cilindros y la película 5 de baja conductividad térmica se unen mecánicamente entre sí en un estado de conductividad térmica baja.

45

En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí en este estado, se obtienen las ventajas (A) y (B) en "[2] Estado de unión de la parte de camisa de baja temperatura" de la primera realización.

<Método para producir la película>

50

En la presente realización, la película 5 de baja conductividad térmica se forma mediante calentamiento de alta frecuencia. La película 5 de baja conductividad térmica puede formarse a través del siguiente procedimiento.

[1] La parte 27 de camisa de baja temperatura se calienta mediante un dispositivo de calentamiento de alta frecuencia.

55

[2] El calentamiento se continúa hasta que la capa 53 de óxido de un grosor predeterminado se forma sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa.

60

Según este método, el calentamiento de la parte 27 de camisa de baja temperatura funde el extremo 32 distal de cada saliente 3. Como resultado, una capa 53 de óxido es más gruesa en el extremo 32 distal que en otras partes. Por consiguiente, se mejora la propiedad de aislamiento térmico alrededor del extremo 32 distal del saliente 3. Además la película 5 de baja conductividad térmica se forma para tener un grosor suficiente en el estrechamiento 33 de cada saliente 3. Por tanto, se mejora la propiedad de aislamiento térmico alrededor del estrechamiento 33.

65

<Ventajas de la quinta realización>

Además de las ventajas (1) a (14) en la primera realización, la camisa 2 de cilindro de la quinta realización



proporciona la siguiente ventaja.

(19) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, la película 5 de baja conductividad térmica se forma calentando la camisa 2 de cilindro. Puesto que no se requiere material adicional alguno para formar la película 5 de baja conductividad térmica, se reducen los costes y esfuerzos para el control de material.

(Sexta realización)

Ahora se describirá una sexta realización de la presente invención con referencia a las figuras 28 y 29.

La sexta realización se configura cambiando la formación de la película 5 de baja conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro según la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la sexta realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

<Formación de la película>

La figura 28 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A. En la camisa 2 de cilindro, se forma una película 5 de baja conductividad térmica sobre una superficie 22 circunferencial externa de camisa de una parte 27 de camisa de baja temperatura en la camisa 2 de cilindro. La película 5 de baja conductividad térmica está formada por una capa 54 de agente desmoldante, que es una capa de agente desmoldante para fundición a presión.

A la hora de formar la capa 54 de agente desmoldante, por ejemplo, pueden usarse los siguientes agentes desmoldantes.

[1] Un agente desmoldante obtenido combinando vermiculita, Hitasol y vidrio soluble.

[2] Un agente desmoldante obtenido combinando un material líquido, siendo un componente principal del mismo silicio, y vidrio soluble.

<Estado de unión del bloque de cilindros y la parte de camisa de baja temperatura>

La figura 29 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

En el motor 1, el bloque 11 de cilindros se une a la parte 27 de camisa de baja temperatura en un estado en el que el bloque 11 de cilindros está acoplado a los salientes 3. El bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí con la película 5 de baja conductividad térmica entremedias.

Puesto que la película 5 de baja conductividad térmica está formada por un agente desmoldante, que tiene una baja adhesión con el bloque 11 de cilindros, el bloque 11 de cilindros y la película 5 de baja conductividad térmica se unen entre sí con separaciones 5H. A la hora de producir el bloque 11 de cilindros, el material de fundición se solidifica en un estado en el que, en varias partes, no se establece suficiente adhesión entre el material de fundición y la capa 54 de agente desmoldante. Por consiguiente, las separaciones 5H se crean entre el bloque 11 de cilindros y la capa 54 de agente desmoldante.

En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí en este estado, se obtienen las ventajas (A) y (B) en "[2] Estado de unión de la parte de camisa de baja temperatura" de la primera realización.

<Ventajas de la sexta realización>

Además de las ventajas (1) a (14) en la primera realización, la camisa 2 de cilindro de la sexta realización proporciona la siguiente ventaja.

(20) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, la película 5 de baja conductividad térmica se forma usando un agente desmoldante para fundición a presión. Por tanto, a la hora de formar la película 5 de baja conductividad térmica, puede usarse el agente desmoldante para fundición a presión que se usa para producir el bloque 11 de cilindros o el material para el agente. Por tanto, se reduce el número de etapas y costes de producción.

(Séptima realización)

Ahora se describirá una séptima realización de la presente invención con referencia a las figuras 28 y 29.

La séptima realización se configura cambiando la formación de la película 5 de baja conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro según la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la séptima

realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

<Formación de la película>

5 La figura 28 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A. En la camisa 2 de cilindro, se forma una película 5 de baja conductividad térmica sobre una superficie 22 circunferencial externa de camisa de una parte 27 de camisa de baja temperatura en la camisa 2 de cilindro.

10 La película 5 de baja conductividad térmica está formada por una capa 55 de lavado de molde, que es una capa de lavado de molde para el molde de fundición por centrifugación. A la hora de formar la capa 55 de lavado de molde, por ejemplo, pueden usarse los siguientes lavados de molde.

[1] Un lavado de molde que contiene tierra de diatomeas como componente principal.

15 [2] Un lavado de molde que contiene grafito como componente principal.

<Estado de unión del bloque de cilindros y la parte de camisa de baja temperatura>

20 La figura 29 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

25 En el motor 1, el bloque 11 de cilindros se une a la parte 27 de camisa de baja temperatura en un estado en el que el bloque 11 de cilindros está acoplado a los salientes 3. El bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí con la película 5 de baja conductividad térmica entremedias.

30 Puesto que la película 5 de baja conductividad térmica está formada por un lavado de molde, que tiene una baja adhesión con el bloque 11 de cilindros, el bloque 11 de cilindros y la película 5 de baja conductividad térmica se unen entre sí con separaciones 5H. A la hora de producir el bloque 11 de cilindros, el material de fundición se solidifica en un estado en el que, en varias partes, no se establece suficiente adhesión entre el material de fundición y la capa 55 de lavado de molde. Por consiguiente, las separaciones 5H se crean entre el bloque 11 de cilindros y la capa 55 de lavado de molde.

35 En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí en este estado, se obtienen las ventajas (A) y (B) en "[2] Estado de unión de la parte de camisa de baja temperatura" de la primera realización.

<Ventajas de la séptima realización>

40 Además de las ventajas (1) a (14) en la primera realización, la camisa 2 de cilindro de la séptima realización proporciona la siguiente ventaja.

45 (21) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, la película 5 de baja conductividad térmica se forma usando un lavado de molde para fundición por centrifugación. Por tanto, a la hora de formar la película 5 de baja conductividad térmica, puede usarse el lavado de molde para fundición por centrifugación que se usa para producir la camisa 2 de cilindro o el material para el molde. Por tanto, se reduce el número de etapas y costes de producción.

(Octava realización)

50 Ahora se describirá una octava realización de la presente invención con referencia a las figuras 28 y 29.

La octava realización se configura cambiando la formación de la película 5 de baja conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro según la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la octava realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

55 <Formación de la película>

60 La figura 28 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A. En la camisa 2 de cilindro, se forma una película 5 de baja conductividad térmica sobre una superficie 22 circunferencial externa de camisa de una parte 27 de camisa de baja temperatura en la camisa 2 de cilindro.

65 La película 5 de baja conductividad térmica está formada por una capa 56 de agente de baja adhesión. El agente de baja adhesión se refiere a un material líquido preparado usando un material que tiene una baja adhesión con el bloque 11 de cilindros. A la hora de formar la capa 56 de agente de baja adhesión, por ejemplo, pueden usarse los siguientes agentes de baja adhesión.

[1] Agentes de baja adhesión obtenidos combinando grafito, vidrio soluble y agua.

[2] Un agente de baja adhesión obtenido combinando nitruro de boro y vidrio soluble.

<Estado de unión del bloque de cilindros y la parte de camisa de baja temperatura>

5 La figura 29 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

10 En el motor 1, el bloque 11 de cilindros se une a la parte 27 de camisa de baja temperatura en un estado en el que el bloque 11 de cilindros está acoplado a los salientes 3. El bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí con la película 5 de baja conductividad térmica entremedias.

15 Puesto que la película 5 de baja conductividad térmica está formada por un agente de baja adhesión, que tiene una baja adhesión con el bloque 11 de cilindros, el bloque 11 de cilindros y la película 5 de baja conductividad térmica se unen entre sí con separaciones 5H. A la hora de producir el bloque 11 de cilindros, el material de fundición se solidifica en un estado en el que, en varias partes, no se establece suficiente adhesión entre el material de fundición y la capa 56 de agente de baja adhesión. Por consiguiente, las separaciones 5H se crean entre el bloque 11 de cilindros y la capa 56 de agente de baja adhesión.

20 En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí en este estado, se obtienen las ventajas (A) y (B) en "[2] Estado de unión de la parte de camisa de baja temperatura" de la primera realización.

<Método para producir la película>

25 Se describirá un método para producir la película 5 de baja conductividad térmica.

En la presente realización, la película 5 de baja conductividad térmica se forma recubriendo y secando el agente de baja adhesión. La película 5 de baja conductividad térmica puede formarse a través del siguiente procedimiento.

30 [1] Se coloca la camisa 2 de cilindro durante un período predeterminado en un horno que se calienta hasta una temperatura predeterminada para que se precaliente.

35 [2] Se sumerge la camisa 2 de cilindro en un agente de baja adhesión líquido en un recipiente de modo que la superficie 22 circunferencial externa de camisa se recubre con el agente de baja adhesión.

[3] Tras la etapa [2], se coloca la camisa 2 de cilindro en el horno usado en la etapa [1] de modo que se seca el agente de baja adhesión.

40 [4] Se repiten las etapas [1] a [3] hasta que la capa 56 de agente de baja adhesión, que se forma a través de secado, tiene un grosor predeterminado.

<Ventajas de la octava realización>

45 La camisa de cilindro según la octava realización proporciona ventajas similares a las ventajas (1) a (14) en la primera realización.

<Modificaciones de la octava realización>

50 La octava realización ilustrada anteriormente puede modificarse tal como se muestra a continuación.

Como el agente de baja adhesión, pueden usarse los siguientes agentes.

55 (a) Un agente de baja adhesión obtenido combinando grafito y disolvente orgánico.

(b) Un agente de baja adhesión obtenido combinando grafito y agua.

(c) Un agente de baja adhesión que tiene nitruro de boro y aglutinante inorgánico como componentes principales, o un agente de baja adhesión que tiene nitruro de boro y aglutinante orgánico como componentes principales.

60 (Novena realización)

Ahora se describirá una novena realización de la presente invención con referencia a las figuras 28 y 29.

65 La novena realización se configura cambiando la formación de la película 5 de baja conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro según la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la novena

realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

<Formación de la película>

5 La figura 28 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A. En la camisa 2 de cilindro, se forma una película 5 de baja conductividad térmica sobre una superficie 22 circunferencial externa de camisa de una parte 27 de camisa de baja temperatura en la camisa 2 de cilindro. La película 5 de baja conductividad térmica está formada por una capa 57 de pintura metálica.

10 <Estado de unión del bloque de cilindros y la parte de camisa de baja temperatura>

La figura 29 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

15 En el motor 1, el bloque 11 de cilindros se une a la parte 27 de camisa de baja temperatura en un estado en el que el bloque 11 de cilindros está acoplado a los salientes 3. El bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí con la película 5 de baja conductividad térmica entremedias.

20 Puesto que la película 5 de baja conductividad térmica está formada por una pintura metálica, que tiene una baja adhesión con el bloque 11 de cilindros, el bloque 11 de cilindros y la película 5 de baja conductividad térmica se unen entre sí con separaciones 5H. A la hora de producir el bloque 11 de cilindros, el material de fundición se solidifica en un estado en el que, en varias partes, no se establece suficiente adhesión entre el material de fundición y la capa 57 de pintura metálica. Por consiguiente, las separaciones 5H se crean entre el bloque 11 de cilindros y la

25 En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí en este estado, se obtienen las ventajas (A) y (B) en "[2] Estado de unión de la parte de camisa de baja temperatura" de la primera realización.

30 <Ventajas de la novena realización>

La camisa 2 de cilindro según la novena realización proporciona ventajas similares a las ventajas (1) a (14) en la primera realización.

35 (Décima realización)

Ahora se describirá una décima realización de la presente invención con referencia a las figuras 28 y 29.

40 La décima realización se configura cambiando la formación de la película 5 de baja conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro según la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la décima realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

<Formación de la película>

45 La figura 28 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A. En la camisa 2 de cilindro, se forma una película 5 de baja conductividad térmica sobre una superficie 22 circunferencial externa de camisa de una parte 27 de camisa de baja temperatura en la camisa 2 de cilindro. La película 5 de baja conductividad térmica está formada por una capa 58 de resina de alta temperatura.

50 <Estado de unión del bloque de cilindros y la parte de camisa de baja temperatura>

La figura 29 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

55 En el motor 1, el bloque 11 de cilindros se une a la parte 27 de camisa de baja temperatura en un estado en el que el bloque 11 de cilindros está acoplado a los salientes 3. El bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí con la película 5 de baja conductividad térmica entremedias.

60 Puesto que la película 5 de baja conductividad térmica está formada por una resina de alta temperatura, que tiene una baja adhesión con el bloque 11 de cilindros, el bloque 11 de cilindros y la película 5 de baja conductividad térmica se unen entre sí con separaciones 5H. A la hora de producir el bloque 11 de cilindros, el material de fundición se solidifica en un estado en el que, en varias partes, no se establece suficiente adhesión entre el material de fundición y la capa 58 de resina de alta temperatura. Por consiguiente, las separaciones 5H se crean entre el bloque 11 de cilindros y la capa 58 de resina de alta temperatura.

65 En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí en

este estado, se obtienen las ventajas (A) y (B) en "[2] Estado de unión de la parte de camisa de baja temperatura" de la primera realización.

<Ventajas de la décima realización>

5 La camisa 2 de cilindro según la décima realización proporciona ventajas similares a las ventajas (1) a (14) en la primera realización.

(Undécima realización)

10 Ahora se describirá una undécima realización de la presente invención con referencia a las figuras 28 y 29.

15 La undécima realización se configura cambiando la formación de la película 5 de baja conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro según la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la undécima realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

<Formación de la película>

20 La figura 28 es una vista ampliada que muestra la parte rodeada con un círculo ZD de la figura 6A. En la camisa 2 de cilindro, se forma una película 5 de baja conductividad térmica sobre una superficie 22 circunferencial externa de camisa de una parte 27 de camisa de baja temperatura en la camisa 2 de cilindro.

25 La película 5 de baja conductividad térmica está formada por una capa 59 de tratamiento de conversión química, que es una capa formada a través de tratamiento de conversión química. Como capa 59 de tratamiento de conversión química, pueden formarse las siguientes capas.

[1] Una capa de tratamiento de conversión química de fosfato.

30 [2] Una capa de tratamiento de conversión química de óxido ferroso-férrico.

<Estado de unión del bloque de cilindros y la parte de camisa de baja temperatura>

35 La figura 29 es una vista en sección transversal de la parte rodeada con un círculo ZB de la figura 1 y muestra el estado de unión entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura.

40 En el motor 1, el bloque 11 de cilindros se une a la parte 27 de camisa de baja temperatura en un estado en el que el bloque 11 de cilindros está acoplado a los salientes 3. El bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí con la película 5 de baja conductividad térmica entremedias.

45 Puesto que la película 5 de baja conductividad térmica está formada por una película de fosfato o un óxido ferroso-férrico, que tiene una baja adhesión con el bloque 11 de cilindros, el bloque 11 de cilindros y la película 5 de baja conductividad térmica se unen entre sí con una pluralidad de separaciones 5H. A la hora de producir el bloque 11 de cilindros, el material de fundición se solidifica en un estado en el que, en varias partes, no se establece suficiente adhesión entre el material de fundición y la capa 59 de tratamiento de conversión química. Por consiguiente, las separaciones 5H se crean entre el bloque 11 de cilindros y la capa 59 de tratamiento de conversión química.

50 En el motor 1, puesto que el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se unen entre sí en este estado, se obtienen las ventajas (A) y (B) en "[2] Estado de unión de la parte de camisa de baja temperatura" de la primera realización.

<Ventajas de la undécima realización>

55 Además de las ventajas (1) a (14) en la primera realización, la camisa 2 de cilindro de la undécima realización proporciona la siguiente ventaja.

60 (22) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, la película 5 de baja conductividad térmica se forma mediante tratamiento de conversión química. La película 5 de baja conductividad térmica se forma para tener un grosor suficiente en el estrechamiento 33 de cada saliente 3. Por tanto, las separaciones 5H se forman fácilmente alrededor de los estrechamientos 33. Es decir, se mejora la propiedad de aislamiento térmico alrededor del estrechamiento 33.

65 (23) Además puesto que la película 5 de baja conductividad térmica se forma con una pequeña variación en el grosor de película TP, la temperatura de pared de cilindro TW se ajusta de manera precisa cambiando el grosor de película TP.

(Duodécima realización)

Ahora se describirá una duodécima realización de la presente invención con referencia a la figura 30.

5 La duodécima realización se configura cambiando la formación de la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica en la camisa 2 de cilindro según la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la duodécima realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

10 <Formación de la película>

10 La figura 30 es una vista en perspectiva que ilustra la camisa 2 de cilindro. Sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa de la camisa 2 de cilindro, se forma una película 4 de alta conductividad térmica en un área desde el extremo 23 superior de camisa hasta una primera línea 25A, que es un extremo superior de la parte 25 central de camisa. La película 4 de alta conductividad térmica se forma a lo largo de la totalidad de la dirección circunferencial.

15 Sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa de la camisa 2 de cilindro, se forma una película 5 de baja conductividad térmica en un área desde el extremo 24 inferior de camisa hasta una segunda línea 25B, que es un extremo inferior de la parte 25 central de camisa. La película 5 de baja conductividad térmica se forma a lo largo de la totalidad de la dirección circunferencial.

20 Sobre la superficie 22 circunferencial externa de camisa, se proporciona un área sin la película 4 de alta conductividad térmica ni la película 5 de baja conductividad térmica desde la primera línea 25A hasta la segunda línea 25B. La primera línea 25A está ubicada más cercana al extremo 23 superior de camisa que la segunda línea 25B.

25 <Ventajas de la duodécima realización>

30 Además de las ventajas (1) a (14) en la primera realización, la camisa 2 de cilindro de la duodécima realización proporciona la siguiente ventaja.

35 (24) En la camisa 2 de cilindro de la presente realización, la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la camisa 2 de cilindro se reduce discretamente desde el extremo 23 superior de camisa hasta el extremo 24 inferior de camisa. Esto suprime cambios bruscos en la temperatura de pared de cilindro TW.

<Modificaciones de la duodécima realización>

La duodécima realización ilustrada anteriormente puede modificarse tal como se muestra a continuación.

40 La duodécima realización puede aplicarse a las realizaciones segunda a undécima.

(Decimotercera realización)

45 Ahora se describirá la decimotercera realización.

La decimotercera realización se configura cambiando la estructura de la camisa 2 de cilindro según la primera realización de la siguiente manera. La camisa 2 de cilindro según la decimotercera realización es la misma que la de la primera realización excepto por la configuración descrita a continuación.

50 <Estructura de la camisa de cilindro>

55 Se ajusta un grosor de camisa TL, que es el grosor de la camisa 2 de cilindro de la presente realización, de la siguiente manera. Es decir, el grosor de camisa TL en la parte 27 de camisa de baja temperatura se ajusta mayor que el grosor de camisa TL en la parte 26 de camisa de alta temperatura. Además el grosor de camisa TL se ajusta para aumentar gradualmente desde el extremo 23 superior de camisa hasta el extremo 24 inferior de camisa.

<Ventajas de la decimotercera realización>

60 Además de las ventajas (1) a (14) en la primera realización, la camisa 2 de cilindro de la decimotercera realización proporciona la siguiente ventaja.

65 (25) Según la camisa 2 de cilindro de la presente realización, la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 26 de camisa de alta temperatura aumenta mientras que la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y la parte 27 de camisa de baja temperatura se reduce. Esto reduce adicionalmente la diferencia de temperatura de pared de cilindro  $\Delta TW$ .

<Modificaciones de la decimotercera realización>

La decimotercera realización ilustrada anteriormente puede modificarse tal como se muestra a continuación.

5 La decimotercera realización puede aplicarse a las realizaciones segunda a duodécima.

En la decimotercera realización, el grosor de camisa TL en la parte 27 de camisa de baja temperatura puede ajustarse mayor que el grosor de camisa TL en la parte 26 de camisa de alta temperatura, y el grosor de camisa TL puede ajustarse constante en cada una de estas secciones.

10 Además de a la camisa 2 de cilindro, el ajuste del grosor de camisa TL según la decimotercera realización puede aplicarse a cualquier tipo de camisa de cilindro. Por ejemplo, el ajuste del grosor de camisa de cilindro TL de la presente realización puede aplicarse a una camisa de cilindro que cumpla al menos una de las siguientes condiciones (A) y (B).

15 (A) Una camisa de cilindro sobre la que no se forman la película 4 de alta conductividad térmica ni la película 5 de baja conductividad térmica.

20 (B) Una camisa de cilindro sobre la que no se forman los salientes 3.

(Otras realizaciones)

Las realizaciones anteriores pueden modificarse como sigue.

25 Son posibles las siguientes combinaciones de las películas 4 de alta conductividad térmica y las películas 5 de baja conductividad térmica de las realizaciones anteriores.

30 (i) Una combinación de la película 4 de alta conductividad térmica de la segunda realización y la película 5 de baja conductividad térmica de cualquiera de las realizaciones cuarta a undécima.

(ii) Una combinación de la película 4 de alta conductividad térmica de la tercera realización y la película 5 de baja conductividad térmica de cualquiera de las realizaciones cuarta a undécima.

35 Puede aplicarse al menos una de las realizaciones duodécima y decimotercera a las realizaciones (i) y (ii).

El método para formar la película 4 de alta conductividad térmica no se limita a los métodos mostrados en las realizaciones anteriores (pulverización, recubrimiento por granallado y chapado). Puede aplicarse cualquier otro método según sea necesario.

40 El método para formar la película 5 de baja conductividad térmica no se limita a los métodos mostrados en las realizaciones anteriores (pulverización, recubrimiento, recubrimiento con resina y tratamiento de conversión química). Puede aplicarse cualquier otro método según sea necesario.

45 En las realizaciones ilustradas anteriormente, los intervalos seleccionados de la primera razón de área SA y la segunda razón de área SB se ajustan para estar en los intervalos seleccionados mostrados en la tabla 1. Sin embargo, los intervalos seleccionados pueden cambiarse tal como se muestra a continuación.

La primera razón de área SA: 10% - 30%

50 La segunda razón de área SB: 20% - 45%

Este ajuste aumenta la fuerza de unión de camisa y el factor de llenado del material de fundición de los espacios entre los salientes 3.

55 En las realizaciones anteriores, el intervalo seleccionado de la altura de saliente convencional HP se ajusta a un intervalo de desde 0,5 mm hasta 1,0 mm. Sin embargo, el intervalo seleccionado puede cambiarse tal como se muestra a continuación. Es decir, el intervalo seleccionado de la altura de saliente convencional HP puede ajustarse a un intervalo de desde 0,5 mm hasta 1,5 mm.

60 En cada una de las realizaciones anteriores, el grosor de película TP de la película 4 de alta conductividad térmica puede aumentarse gradualmente desde el extremo 23 superior de camisa hasta la parte 25 central de camisa. En este caso, la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y una parte superior de la camisa 2 de cilindro se reduce desde el extremo 23 superior de camisa hasta la parte 25 central de camisa. Por tanto, se reduce la diferencia de la temperatura de pared de cilindro TW en la parte superior de la camisa 2 de cilindro a lo largo de la dirección axial.

65

En cada una de las realizaciones anteriores, el grosor de película TP de la película 5 de baja conductividad térmica puede reducirse gradualmente desde el extremo 24 inferior de camisa hasta la parte 25 central de camisa. En este caso, la conductividad térmica entre el bloque 11 de cilindros y una parte inferior de la camisa 2 de cilindro aumenta desde el extremo 24 inferior de camisa hasta la parte 25 central de camisa. Por tanto, se reduce la diferencia de la temperatura de pared de cilindro TW en la parte inferior de la camisa 2 de cilindro a lo largo de la dirección axial.

En las realizaciones anteriores, la película 5 de baja conductividad térmica se forma a lo largo de la totalidad de la circunferencia de la camisa 2 de cilindro. Sin embargo, la posición de la película 5 de baja conductividad térmica puede cambiarse tal como se muestra a continuación. Es decir, con respecto a la dirección a lo largo de la cual están dispuestos los cilindros 13, la película 5 puede omitirse de secciones de las superficies 22 circunferenciales externas de camisa que están orientadas hacia los orificios 15 de cilindro adyacentes. En otras palabras, las películas 5 de baja conductividad térmica pueden formarse en secciones excepto por secciones de las superficies 2 circunferenciales externas de camisa que están orientadas hacia las superficies 2 circunferenciales externas de camisa de las camisas 2 de cilindros adyacentes con respecto a la dirección de disposición de los cilindros 13. Esta configuración proporciona las siguientes ventajas (i) y (ii).

(i) Es probable que el calor procedente de cada par adyacente de los cilindros 13 quede confinado en una sección entre los correspondientes orificios 15 de cilindro. Por tanto, es probable que la temperatura de pared de cilindro TW en esta sección sea superior a la de las secciones distintas a las secciones entre los orificios 15 de cilindro. Por tanto, la modificación descrita anteriormente de la formación de la película 5 de baja conductividad de calor impide que la temperatura de pared de cilindro TW en una sección que está orientada hacia los orificios 15 de cilindro adyacentes con respecto a la dirección circunferencial de los cilindros 13 aumente excesivamente.

(ii) En cada cilindro 13, puesto que la temperatura de pared de cilindro TW varía a lo largo de la dirección circunferencial, la cantidad de deformación del orificio 15 de cilindro varía a lo largo de la dirección circunferencial. Tal variación en la cantidad de deformación del orificio 15 de cilindro aumenta la fricción del pistón, lo que empeora la tasa de consumo de combustible. Cuando se elige la configuración anterior de la formación de la película 5, la conductividad térmica desciende en secciones distintas a las secciones que están orientadas hacia los orificios 15 de cilindro adyacentes con respecto a la dirección circunferencial del cilindro 13. Por otro lado, la conductividad térmica de las secciones que están orientadas hacia los orificios 15 de cilindro adyacentes es la misma que la de los motores convencionales. Esto reduce la diferencia entre la temperatura de pared de cilindro TW en las secciones distintas a las secciones que están orientadas hacia los orificios 15 de cilindro adyacentes y la temperatura de pared de cilindro TW en las secciones que están orientadas hacia los orificios 15 de cilindro adyacentes. Por consiguiente, se reduce la variación de la deformación de cada orificio 15 de cilindro a lo largo de la dirección circunferencial (la cantidad de deformación se iguala). Esto reduce la fricción del pistón y por tanto mejora la tasa de consumo de combustible.

La configuración de la formación de la película 4 de alta conductividad térmica según las realizaciones anteriores puede modificarse tal como se muestra a continuación. Es decir, la película 4 de alta conductividad térmica puede estar formada por cualquier material siempre que se cumpla al menos una de las siguientes condiciones (A) y (B).

(A) La conductividad térmica de la película 4 de alta conductividad térmica es mayor que la de la camisa 2 de cilindro.

(B) La conductividad térmica de la película 4 de alta conductividad térmica es mayor que la del bloque 11 de cilindros.

La configuración de la formación de la película 5 de baja conductividad térmica según las realizaciones anteriores puede modificarse tal como se muestra a continuación. Es decir, la película 5 de baja conductividad térmica puede estar formada por cualquier material siempre que se cumpla al menos una de las siguientes condiciones (A) y (B).

(A) La conductividad térmica de la película 5 de baja conductividad térmica es menor que la de la camisa 2 de cilindro.

(B) La conductividad térmica de la película 5 de baja conductividad térmica es menor que la del bloque 11 de cilindros.

En las realizaciones anteriores, la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica se forman sobre la camisa 2 de cilindro con los salientes 3 cuyos parámetros relacionados se encuentran en los intervalos seleccionados de la tabla 1. Sin embargo, la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica pueden formarse sobre cualquier camisa de cilindro siempre que los salientes 3 se formen sobre ella.

En las realizaciones anteriores, la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica se forman sobre la camisa 2 de cilindro sobre la que se forman los salientes 3. Sin embargo, la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica pueden formarse sobre una camisa de



cilindro sobre la que se forman los salientes sin estrechamientos.

5 En las realizaciones anteriores, la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica se forman sobre la camisa 2 de cilindro sobre la que se forman los salientes 3. Sin embargo, la película 4 de alta conductividad térmica y la película 5 de baja conductividad térmica pueden formarse sobre una camisa de cilindro sobre la que no se forman salientes.

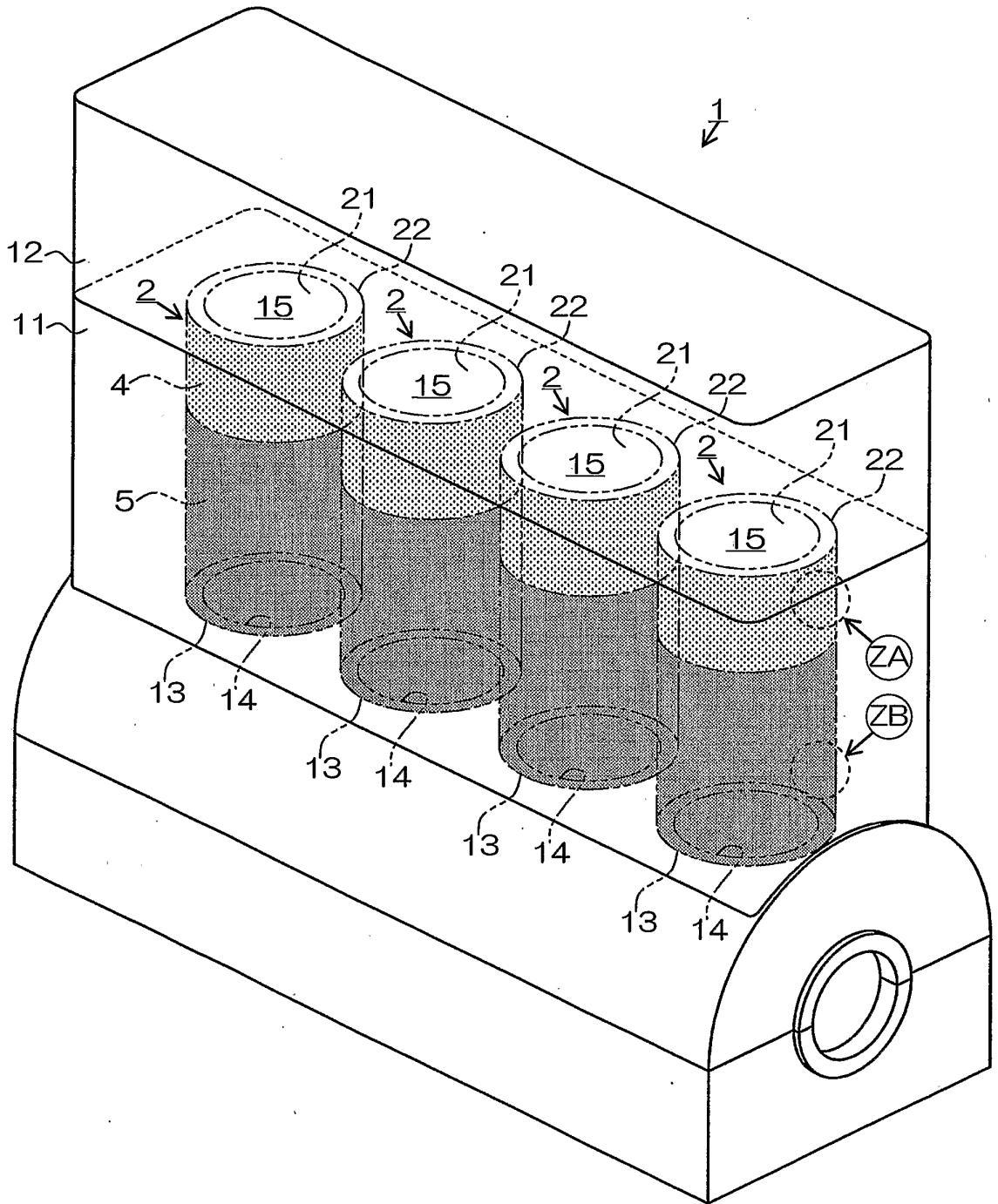
10 En la realización anterior, la camisa de cilindro de la presente realización se aplica a un motor hecho de una aleación de aluminio. Sin embargo, la camisa de cilindro de la presente invención puede aplicarse a un motor hecho de, por ejemplo, una aleación de magnesio. En resumen, la camisa de cilindro de la presente invención puede aplicarse a cualquier motor que tenga una camisa de cilindro. Incluso en tal caso, si la invención se implementa de manera similar a las realizaciones anteriores, se obtienen ventajas similares a las de las realizaciones anteriores.

**REIVINDICACIONES**

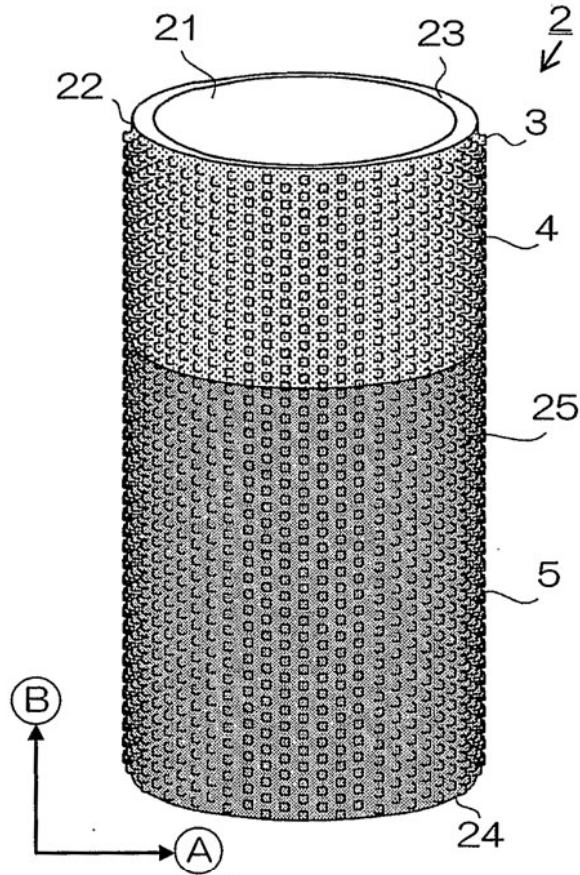
- 5 1. Camisa (2) de cilindro para fundición por inserción usada en un bloque (11) de cilindros, que comprende una primera parte y una segunda parte con respecto a una dirección axial de la camisa (2) de cilindro, en la que una película (4) de alta conductividad térmica está prevista sobre una superficie circunferencial externa de la primera parte, y en la que una película (5) de baja conductividad térmica está prevista sobre la superficie circunferencial externa de la segunda parte, caracterizada porque
- 10 la película (4) de alta conductividad térmica no está prevista sobre una superficie circunferencial externa de la segunda parte, y
- la película (5) de baja conductividad térmica no está prevista sobre la superficie circunferencial externa de la primera parte.
- 15 2. Camisa de cilindro según la reivindicación 1, caracterizada porque la película (4) de alta conductividad térmica está formada por una capa (41) pulverizada de un material de metal.
3. Camisa de cilindro según la reivindicación 1, caracterizada porque la película (4) de alta conductividad térmica está formada por una capa (42) de recubrimiento por granallado de un material de metal.
- 20 4. Camisa de cilindro según la reivindicación 1, caracterizada porque la película de alta conductividad térmica está formada por una capa (43) chapada de un material de metal.
5. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque la película (4) de alta conductividad térmica tiene una conductividad térmica más alta que la de la camisa (2) de cilindro.
- 25 6. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la película (5) de baja conductividad térmica está formada por un agente (54) desmoldante para fundición a presión.
- 30 7. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la película (5) de baja conductividad térmica está formada por un lavado de molde para fundición por centrifugación.
8. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la película (5) de baja conductividad térmica está formada por un agente (56) de baja adhesión que contiene grafito como componente principal.
- 35 9. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la película (5) de baja conductividad térmica está formada por un agente (56) de baja adhesión que contiene nitruro de boro como componente principal.
- 40 10. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la película (5) de baja conductividad térmica está formada por una pintura (57) metálica.
- 45 11. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la película (5) de baja conductividad térmica está formada por una resina (58) de alta temperatura.
12. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la película (5) de baja conductividad térmica está formada por una capa (59) de tratamiento de conversión química.
- 50 13. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la película (5) de baja conductividad térmica está formada por una capa (51) pulverizada de un material cerámico.
14. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la película (5) de baja conductividad térmica está formada por una capa (52) pulverizada de un material a base de hierro, teniendo la capa (52) pulverizada óxidos y poros.
- 55 15. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la película (5) de baja conductividad térmica está formada por una capa (53) de óxido.
- 60 16. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizada porque la película (5) de baja conductividad térmica tiene una conductividad térmica más baja que la de la camisa (2) de cilindro.
- 65 17. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizada porque el grosor de la película (5) de baja conductividad térmica se reduce a medida que se aleja de un segundo extremo de la camisa (2) de cilindro a lo largo de la dirección axial de la camisa (2) de cilindro.

- 5 18. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizada porque la película (4) de alta conductividad térmica comienza en un primer extremo de la camisa (2) de cilindro y alcanza una primera línea (25A) que es un primer extremo de una parte (25) central de la camisa, ubicándose la parte central en un centro de la camisa (2) de cilindro con respecto a la dirección axial, en la que la película (5) de baja conductividad térmica comienza en un segundo extremo de la camisa (2) de cilindro y alcanza una segunda línea (25B) que es un segundo extremo de la parte (25) central de la camisa, en la que ni la película (4) de alta conductividad térmica ni la película (5) de baja conductividad térmica se forma entre la primera línea (25A) y la segunda línea (25B), y en la que la primera línea (25A) está ubicada más cerca del primer extremo de la camisa (2) de cilindro que la segunda línea (25B).
- 10 19. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizada porque un grosor de la primera parte es menor que un grosor de la segunda parte.
- 15 20. Camisa de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizada porque la superficie circunferencial externa de la camisa (2) de cilindro tiene una pluralidad de salientes (3) teniendo cada uno una forma estrechada.
- 20 21. Motor caracterizado por la camisa (2) de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20.
- 25 22. Bloque de cilindros caracterizado por la camisa (2) de cilindro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20.
- 30 23. Bloque de cilindros según la reivindicación 22, caracterizado porque la película (4) de alta conductividad térmica tiene un punto de fusión que es menor que o igual a una temperatura de un material de fundición fundido del bloque (11) de cilindros, concretamente una aleación de aluminio, cuando el material de fundición fundido se suministra a un molde para realizar la fundición por inserción de la camisa (2) de cilindro con el bloque (11) de cilindros.
- 35 24. Bloque de cilindros según la reivindicación 22, caracterizado porque la película (4) de alta conductividad térmica tiene una conductividad térmica más alta que la del bloque (11) de cilindros.
- 40 25. Bloque de cilindros según la reivindicación 22, caracterizado porque la película (5) de baja conductividad térmica tiene una conductividad térmica más baja que la del bloque (11) de cilindros.
26. Bloque de cilindros según la reivindicación 22, caracterizado porque el bloque (11) de cilindros tiene una pluralidad de orificios (15) de cilindro, ubicándose la camisa (2) de cilindro en uno de los orificios (15) de cilindro, y en el que la película (5) de baja conductividad térmica se forma sobre la superficie circunferencial externa de la parte inferior excepto por secciones que están orientadas hacia los orificios (15) de cilindro adyacentes.

Fig.1



**Fig.2**



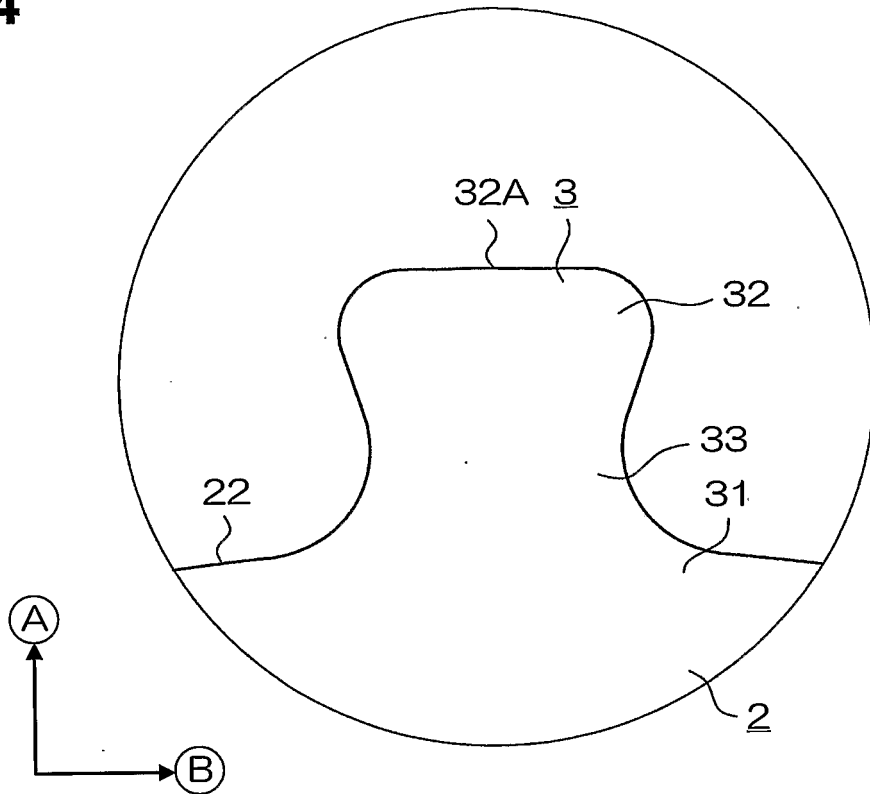
**Fig.3**

Componente básico	
C.T.	2,9 (% en masa) ~ 3,7 (% en masa)
Si	1,6 (% en masa) ~ 2,8 (% en masa)
Mn	0,5 (% en masa) ~ 1,0 (% en masa)
P	0,05 (% en masa) ~ 0,4 (% en masa)

Componente auxiliar	
Cr	0,05 (% en masa) ~ 0,4 (% en masa)
B	0,03 (% en masa) ~ 0,08 (% en masa)
Cu	0,3 (% en masa) ~ 0,5 (% en masa)

\* C.T. representa carbono total

**Fig.4**



**Fig.5**

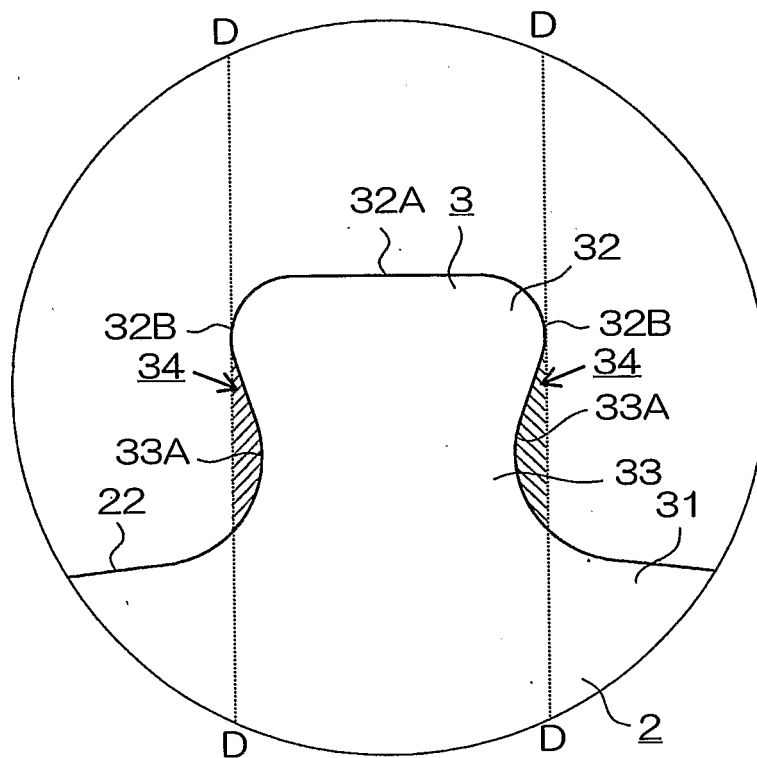


Fig.6A

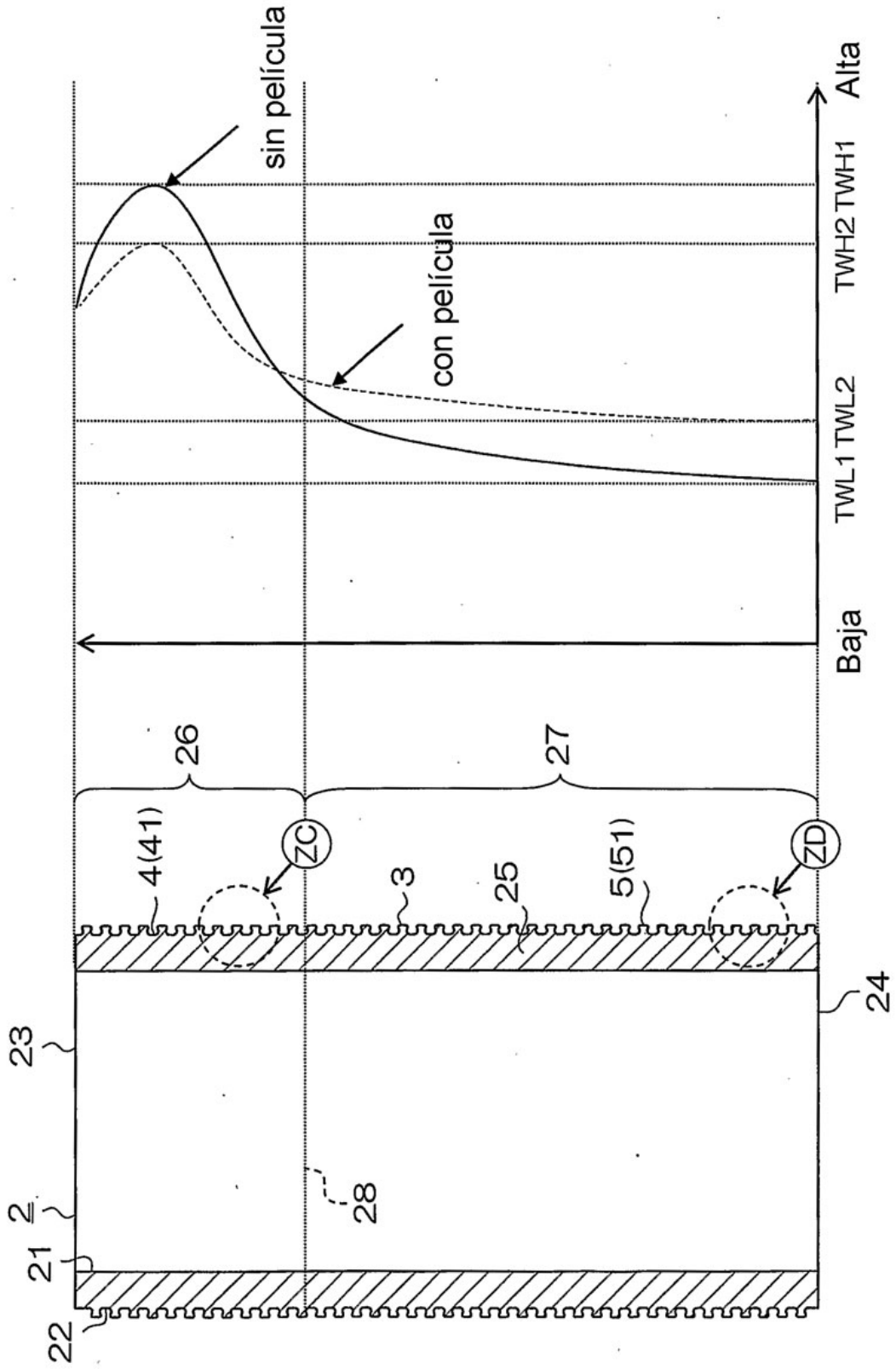
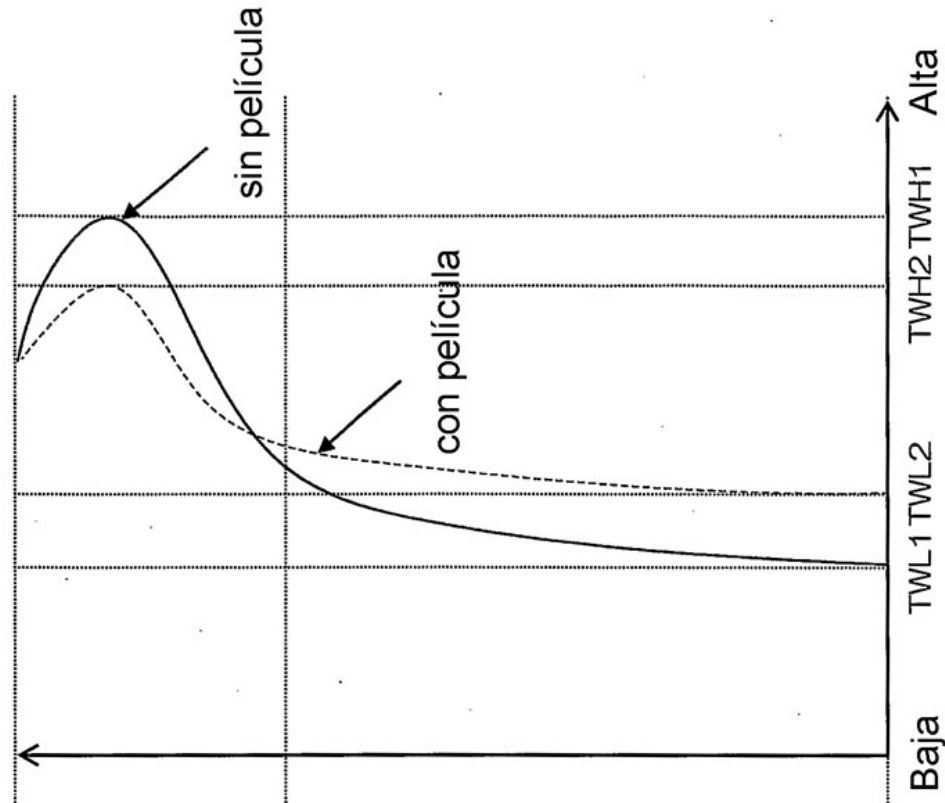
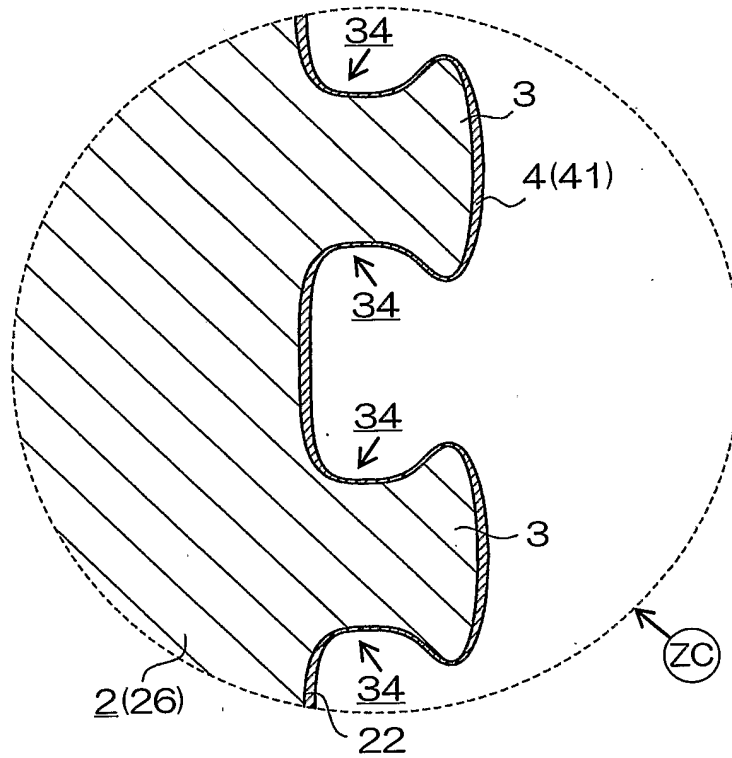


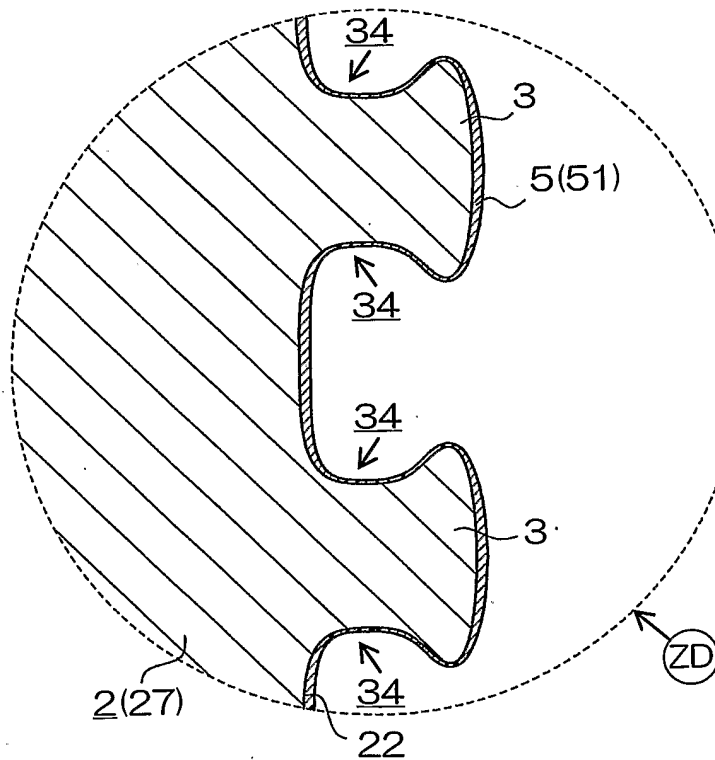
Fig.6B



**Fig.7**

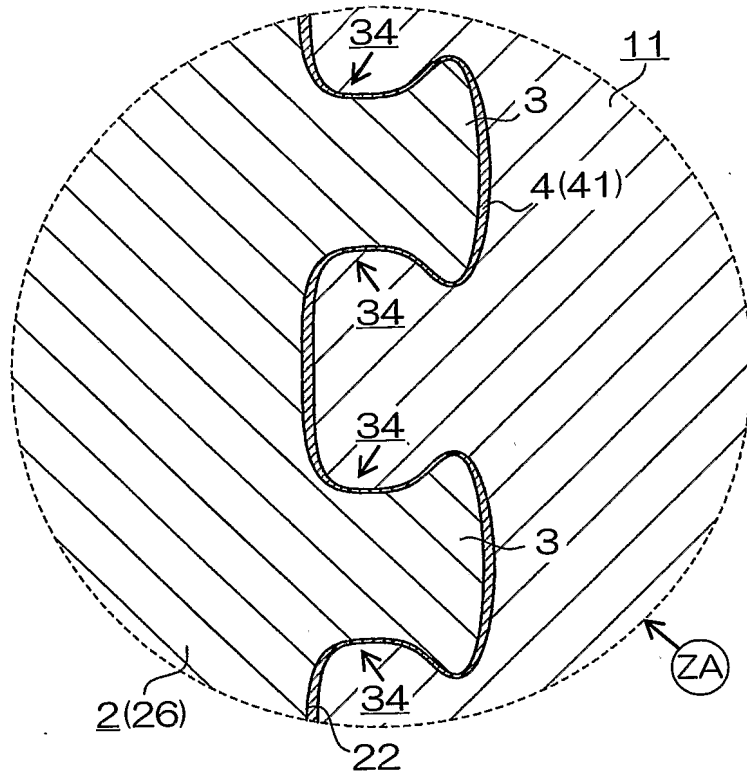


**Fig.8**





**Fig.9**



**Fig.10**

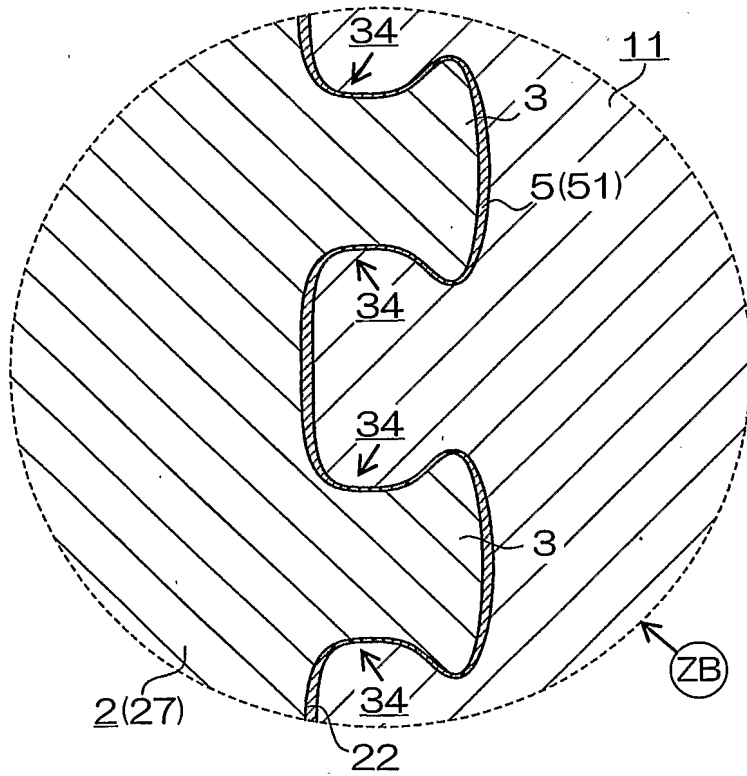


Fig.11A

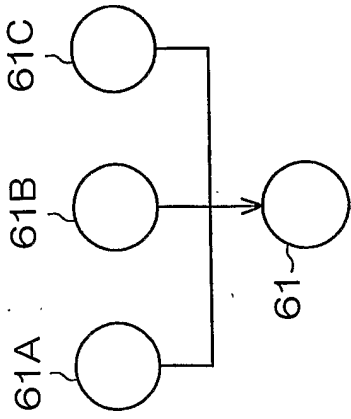


Fig.11B

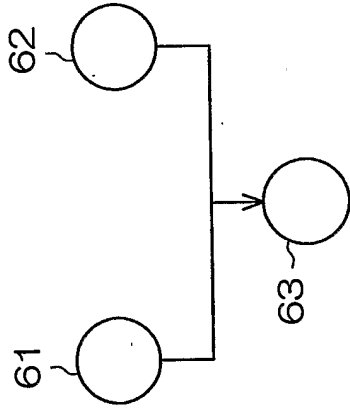


Fig.11C

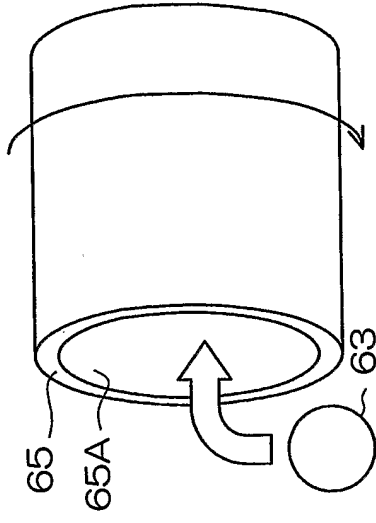


Fig.11D

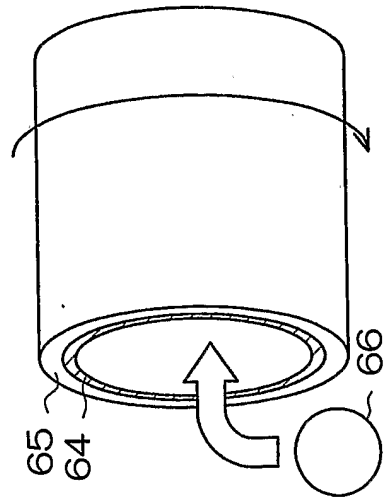


Fig.11E

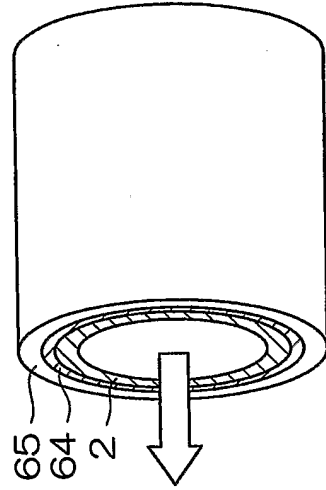
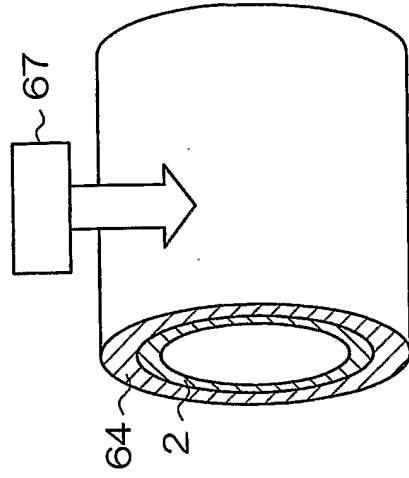
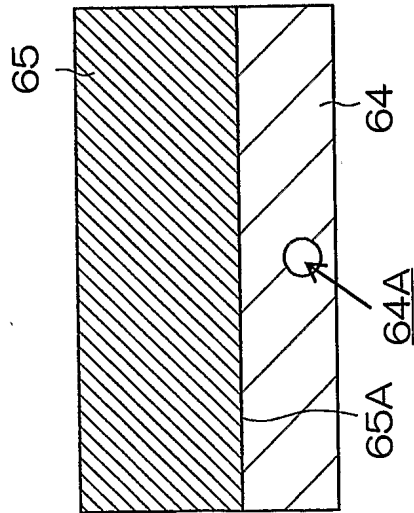


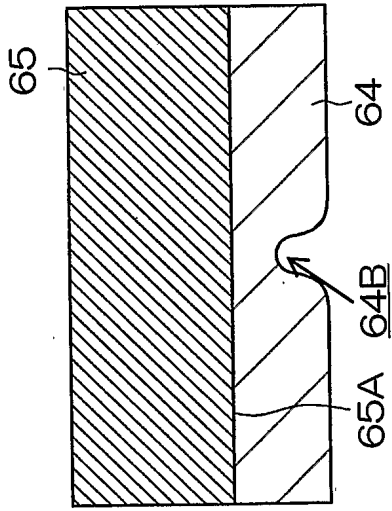
Fig.11F



**Fig.12A**



**Fig.12B**



**Fig.12C**

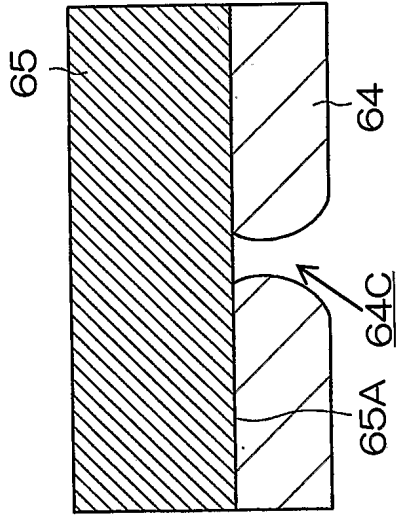


Fig.13B

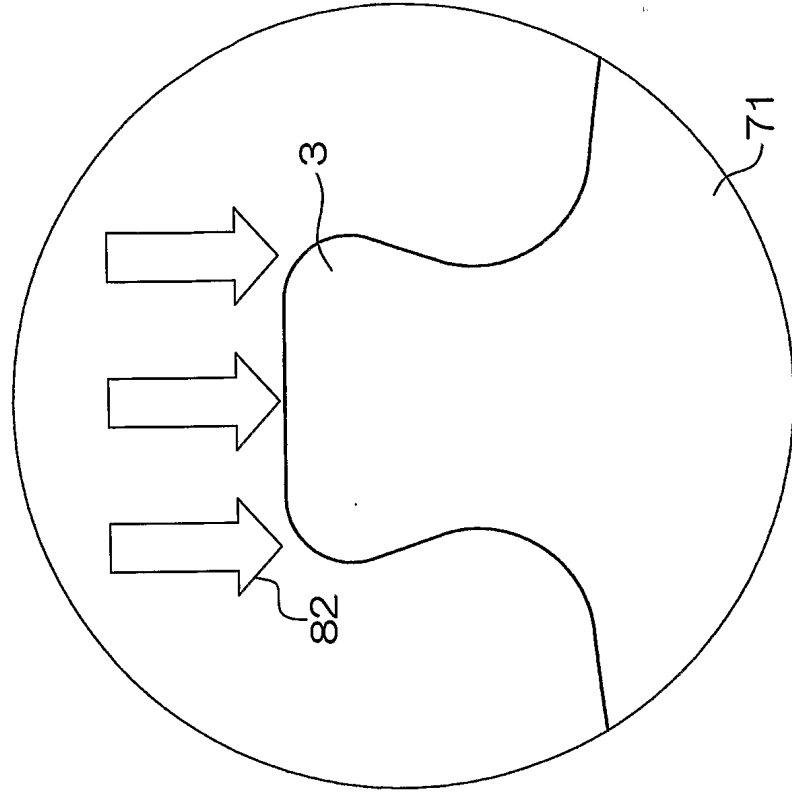
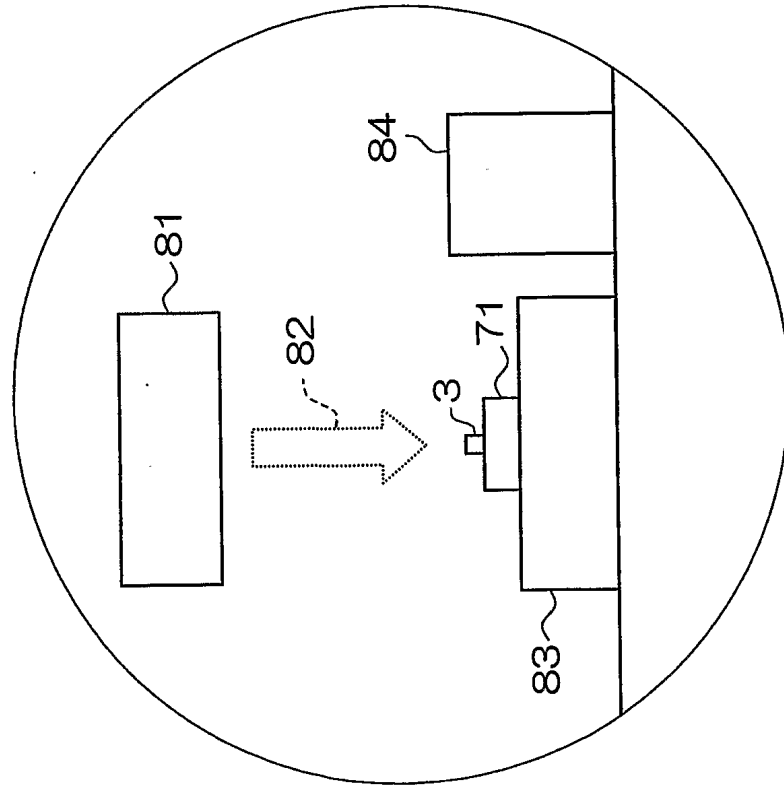
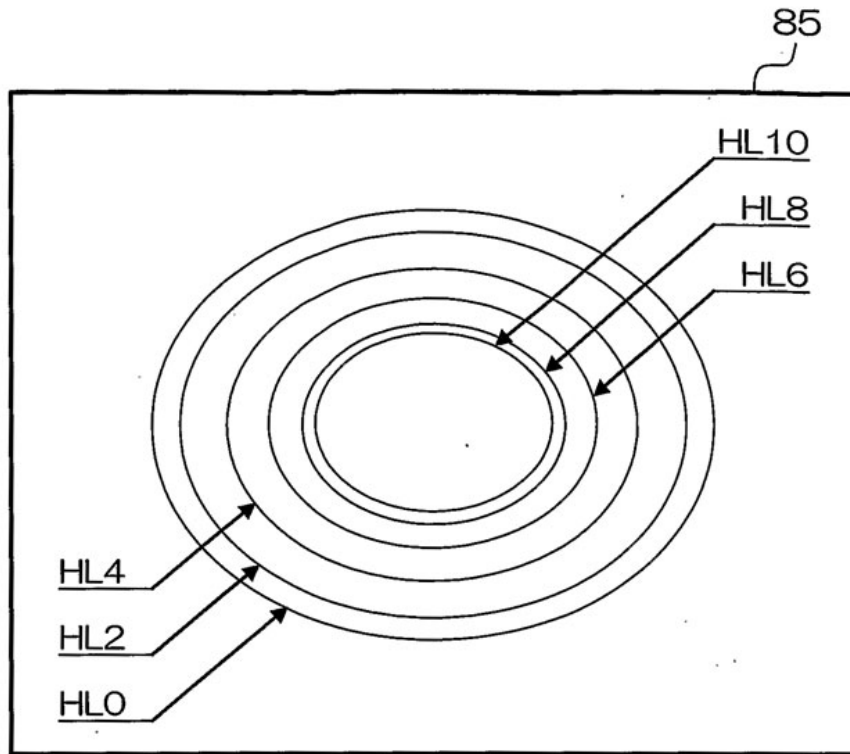


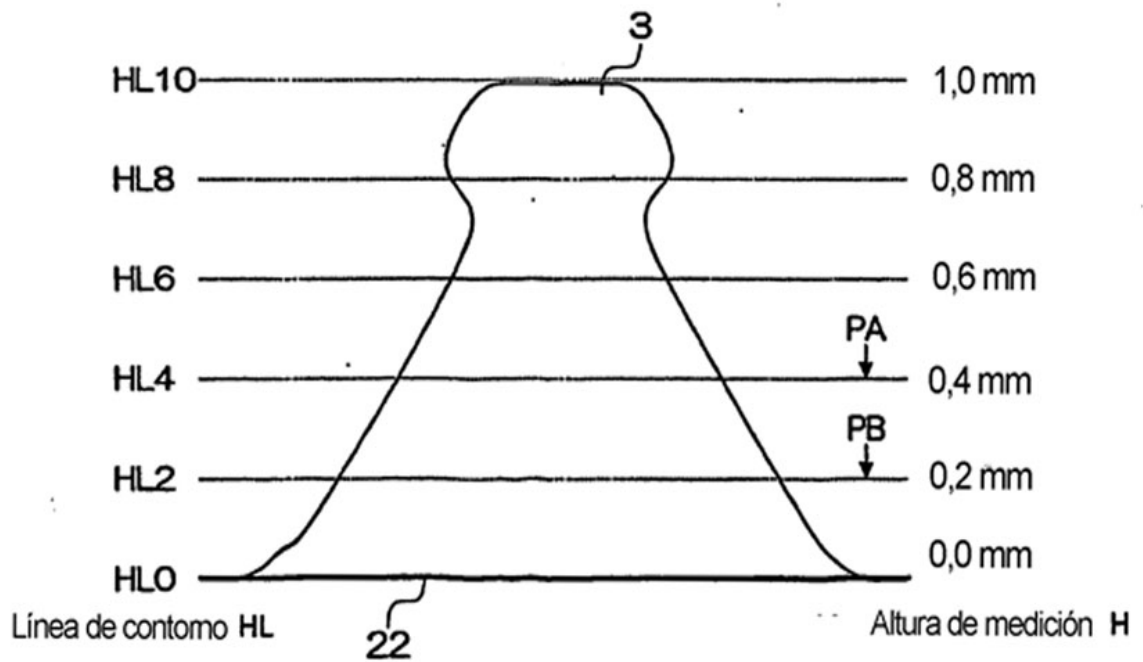
Fig.13A



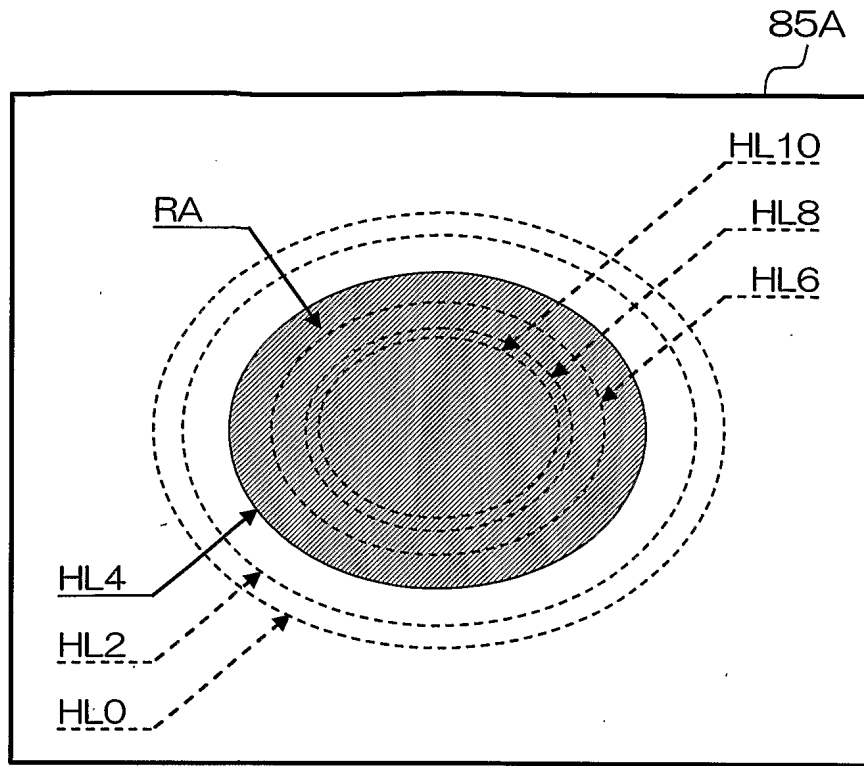
**Fig.14**



**Fig.15**



**Fig.16**



**Fig.17**

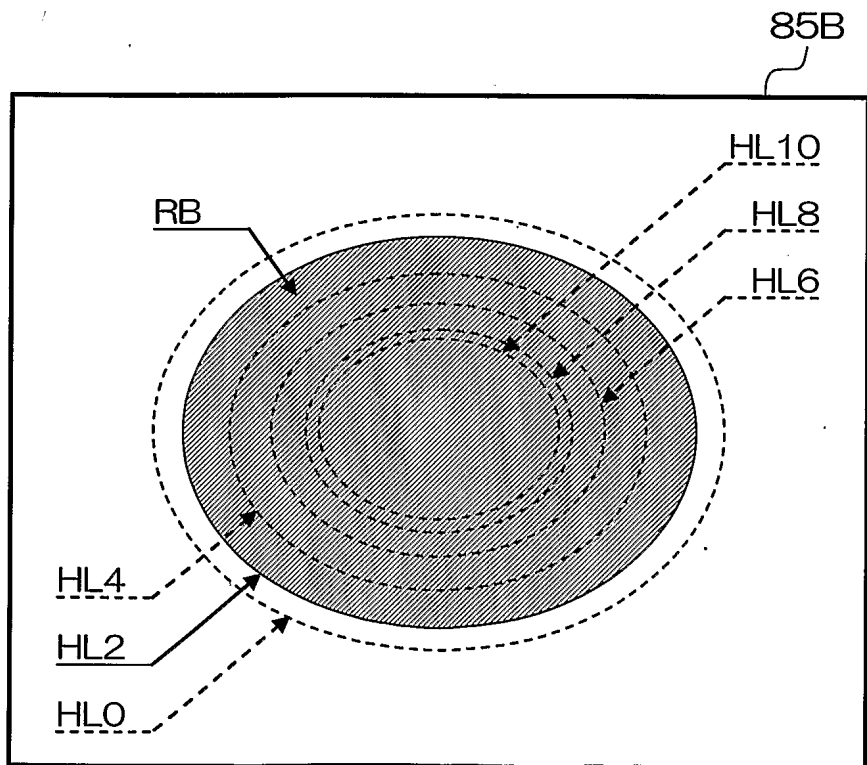


Fig.18A

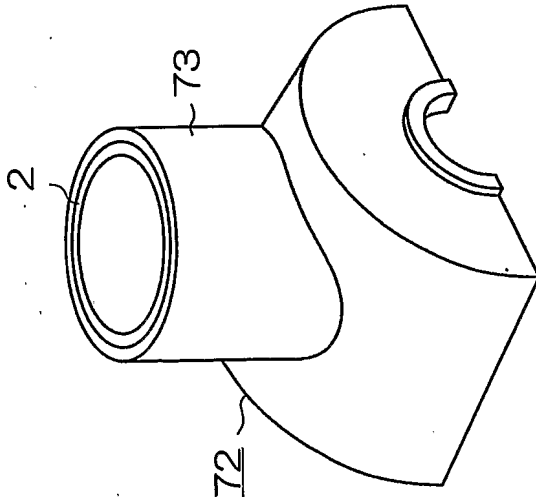


Fig.18B

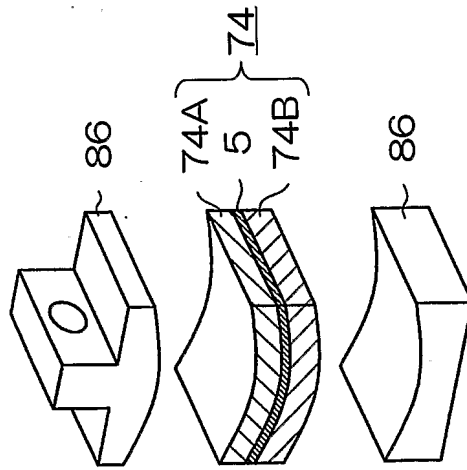


Fig.18C

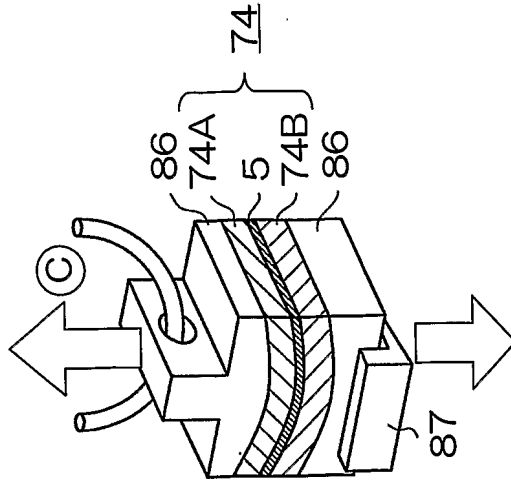


Fig.19C

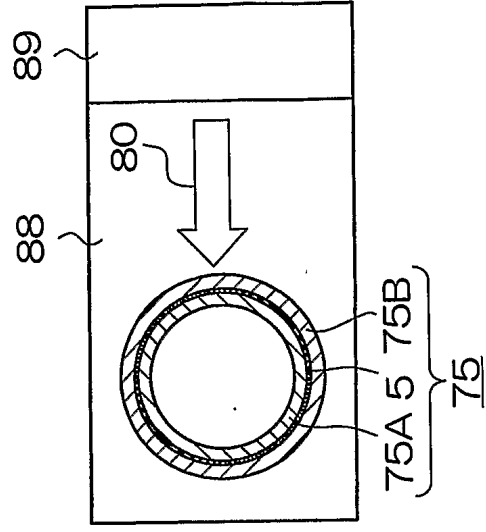


Fig.19B

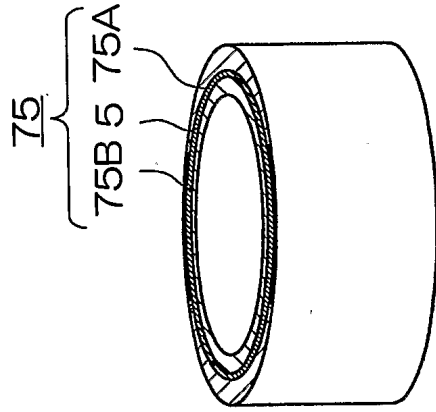


Fig.19A

