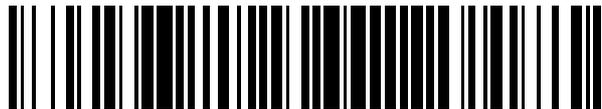


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 897**

51 Int. Cl.:

**F16C 9/04** (2006.01)

**F16C 23/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2015** E 15177841 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017** EP 3029342

54 Título: **Varilla de conexión para motor de combustión interna**

30 Prioridad:

**26.09.2014 JP 2014197141**

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

**30.01.2018**

73 Titular/es:

**HONDA MOTOR CO., LTD. (100.0%)  
1-1, Minami-Aoyama 2-chome, Minato-ku  
Tokyo 107-8556, JP**

72 Inventor/es:

**MUKOUHARA, HODAKA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 651 897 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Varilla de conexión para motor de combustión interna

5 La presente invención se refiere a una varilla de conexión para un motor de combustión interna.

10 En un motor de combustión interna, una varilla de conexión conecta un pasador de pistón a un muñón de cigüeñal por lo que el movimiento alternativo del pistón a lo largo del eje del cilindro se convierte en un movimiento rotativo del cigüeñal. La varilla de conexión tiene un orificio de conexión de pequeño diámetro formado en un extremo (el "extremo pequeño") para la conexión al pasador de pistón, y un orificio de conexión de diámetro grande formado en el otro extremo (el "extremo grande") para la conexión al muñón de cigüeñal.

15 Durante el funcionamiento del motor de combustión interna, una gran carga actúa en un borde del orificio de conexión de la varilla de conexión en un pasador de transmisión de potencia tal como el pasador de pistón, el muñón de cigüeñal o similar. Por lo tanto, para mejorar la resistencia al desgaste del pasador de transmisión de potencia, una varilla de conexión se forma de manera que la cara periférica interior de un orificio en la varilla de conexión, formada desde el material de base de varilla de conexión, se cubre con un material de revestimiento que es más blando que el material de base de varilla de conexión, mediante enchapado o similar (por ejemplo, véase el documento JP-A N.º 2011-511500).

20 En la varilla de conexión de la técnica anterior antes descrita, cuando una gran carga actúa en el pasador de transmisión de potencia en el borde del orificio de conexión, el material de revestimiento más blando aplicado al orificio de conexión se deforma elásticamente, lo que por tanto reduce la presión de contacto que actúa en el pasador de transmisión de potencia desde el borde del orificio de conexión.

25 A medida que la velocidad operativa del motor en un motor de combustión interna se incrementa, el pasador de transmisión de potencia se dobla, por lo que el extremo axial del pasador de transmisión de potencia se presiona fuertemente contra una porción alrededor del extremo axialmente exterior del orificio de conexión de la varilla de conexión.

30 Sin embargo, en la varilla de conexión de la técnica anterior antes descrita, la cara periférica interna del orificio de conexión tiene un diámetro interior constante y se reviste uniformemente con el material de revestimiento. Debido a esto, es difícil reducir eficazmente la presión ejercida en una porción del pasador de transmisión de potencia como resultado de entrar en contacto con una porción alrededor del extremo axialmente exterior del orificio de conexión.

35 Una varilla de conexión de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, se conoce a partir del documento DE 10 2006 013 399 A1.

40 Por consiguiente, al menos en sus realizaciones preferentes, la presente invención proporciona una varilla de conexión para un motor de combustión interna que permite una reducción eficaz en la presión de contacto ejercida en un pasador de transmisión de potencia desde una región alrededor de un extremo axialmente exterior de un orificio de conexión.

45 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una varilla de conexión para un motor de combustión interna, que comprende: un orificio de conexión a través del que un pasador de transmisión de potencia se encaja deslizantemente, estando el orificio de conexión formado mediante el revestimiento de una superficie periférica interna de un orificio de material de base formado en un material de base de varilla de conexión con un material de revestimiento que es más blando que el material de base de varilla de revestimiento, en el que el orificio de material de base incluye: una porción de superficie interior cilíndrica con un diámetro interior constante, formada en una región axialmente central; y una porción de superficie exterior ahusada que es continua con un lado axialmente exterior de la porción de superficie interior cilíndrica y se amplía radialmente en una dirección axialmente exterior, y en el que la capa de revestimiento formada desde el material de revestimiento incluye: una primera porción de revestimiento depositada en la porción de superficie interior cilíndrica y que tiene una cara interior con un diámetro interior aproximadamente constante; y una segunda porción de revestimiento depositada en la parte de superficie interior ahusada para ser adjunta a la primera porción de revestimiento y gradualmente incrementarse en espesor de material en la dirección axialmente exterior.

50 Debido a que el material de revestimiento más blando se deposita en la porción de superficie interior ahusada del orificio de material de base, y el espesor de la segunda porción de revestimiento continua con la primera porción de revestimiento se incrementa gradualmente hacia el exterior en la dirección axial, el efecto de amortiguación producido por el material de revestimiento se mejora más en una región exterior adicional axialmente del orificio de conexión cuando se dobla el pasador de transmisión de potencia encajado a través del orificio de conexión.

65 Preferentemente, una cara periférica interior de la segunda porción de revestimiento se forma continuamente con una cara periférica interior de la primera porción de revestimiento para tener un diámetro interior aproximadamente constante.

En este caso, cuando la flexión del pasador de transmisión de potencia es pequeña, el pasador de transmisión de potencia puede soportarse por una amplia extensión de la primera porción de revestimiento y la segunda porción de revestimiento. Por consiguiente, ocurre una reducción en la presión de contacto en el pasador de transmisión de potencia cuando la flexión del pasador de transmisión de potencia es pequeña.

5 En una forma adicional preferente, la cara periférica interior continua de la primera porción de revestimiento y la segunda porción de revestimiento se forma como una superficie mecanizada por retirada.

10 En este caso, la superficie periférica interna de la primera porción de revestimiento y la segunda porción de revestimiento puede formarse fácilmente y con precisión mediante mecanización para retirar material de revestimiento para proporcionar una superficie de diámetro interior continua aproximadamente constante.

15 Preferentemente, la capa de revestimiento incluye una tercera porción de revestimiento continua con un lado axialmente exterior de la segunda porción de revestimiento y con una cara interior periférica radialmente ampliada en la dirección axialmente exterior.

20 Con esta disposición, cuando el pasador de transmisión de potencia se dobla a una extensión mayor, un intervalo más amplio de la capa de revestimiento se realiza para seguir de inmediato la flexión del pasador de transmisión de potencia. Por lo tanto, es posible reducir aún más la presión de contacto que actúa en el pasador de transmisión de potencia desde la región alrededor del extremo axialmente exterior del orificio de conexión cuando la flexión del pasador de transmisión de potencia es grande.

25 Preferentemente, la porción de superficie interior ahusada del orificio de material de base tiene un índice de expansión de diámetro en una región axialmente exterior que es mayor que un índice de expansión de diámetro en una región axialmente interior.

En este caso, la tercera porción de revestimiento puede formarse fácilmente en el lado axialmente exterior de la segunda porción de revestimiento.

30 En una forma adicional preferente, la porción de superficie interior ahusada del orificio del material de base se forma como una superficie ahusada con una pluralidad de fases, en las que el ángulo de ahusado se cambia en múltiples fases separadas.

35 Con esta disposición, la porción de superficie interior ahusada del orificio de material de base con el índice de expansión de diámetro variable puede formarse fácilmente mediante la mecanización por retirada, tal como corte, amolado y/o similares.

40 En una forma preferente adicional, la porción de superficie interior ahusada del orificio de material de base tiene una primera porción ahusada dispuesta adyacente a un lado axialmente exterior de la porción de superficie interior cilíndrica, y una segunda porción ahusada dispuesta adyacente a un lado axialmente exterior de la primera porción ahusada; y un ángulo que forma la porción de superficie interior cilíndrica con la primera porción ahusada se establece para ser mayor que un ángulo que la primera porción ahusada forma con la segunda porción ahusada.

45 Así, cuando el pasador de transmisión de potencia se dobla a una gran extensión, el pasador de transmisión de potencia recibe apenas una gran presión de contacto desde las proximidades del extremo axialmente exterior del orificio de conexión.

50 De acuerdo con al menos las realizaciones preferentes de la presente invención, ya que el material de revestimiento más blando se deposita en la porción de superficie interior ahusada del orificio de material de base y el espesor del material de la segunda porción de revestimiento adjunta a la primera porción de revestimiento se incrementa gradualmente hacia el exterior en la dirección axial, es posible reducir eficazmente la presión de contacto ejercida en el pasador de transmisión de potencia desde las proximidades del extremo axialmente exterior del orificio de conexión.

55 Las realizaciones preferentes de la invención se describirán ahora a modo de ejemplo únicamente y en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Fig. 1 es una vista lateral de un motor de combustión interna que incluye una varilla de conexión de acuerdo con una primera realización de la presente invención;  
 60 la Fig. 2 es una vista delantera de una varilla de conexión de acuerdo con la primera realización;  
 la Fig. 3 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea III-III en la Fig. 2 que muestra la varilla de conexión de acuerdo con la primera realización;  
 la Fig. 4 es una vista en sección transversal ampliada de la parte IV en la Fig. 3;  
 la Fig. 5 es también una vista en sección transversal ampliada de la parte IV en la Fig. 3;  
 65 la Fig. 6 es una secuencia de vistas en sección transversal ampliadas de la parte IV en la Fig. 3, que ilustra el proceso de fabricación de la varilla de conexión de acuerdo con la primera realización; y

la Fig. 7 es una vista en sección transversal ampliada de la parte IV en la Fig. 3 que muestra una varilla de conexión de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

5 Las realizaciones de la presente invención se describirán en detalle a continuación en referencia a los dibujos adjuntos.

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un motor de combustión interna 1 que incorpora una varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización. El motor de combustión interna 1 puede usarse en vehículos de tipo montar a horcajadas tal como motocicletas y similares. En los dibujos, la flecha FR apunta en la dirección delantera del vehículo en el uso normal, mientras que la flecha UP apunta en la dirección hacia arriba en el uso normal.

10 Como se muestra en la Fig. 1, un pistón 3 se aloja de manera deslizante en una unidad de cilindro 2 del motor de combustión interna 1, y un cigüeñal 5 se soporta de manera rotativa en un cárter 4 por debajo de la unidad de cilindro 2. Un pasador de pistón 6 se monta dentro del pistón 3 para extenderse a lo largo de una dirección diametral del pistón. Un muñón de cigüeñal 8 se proporciona integralmente con el cigüeñal 5 y excéntricamente a un árbol rotativo 7 del cigüeñal 5. En el caso de la primera realización, el pasador de pistón 6 constituye un pasador de transmisión de potencia.

15 La Fig. 2 y la Fig. 3 son diagramas que muestran la varilla de conexión 10.

20 Como se muestra en estos diagramas, la varilla de conexión 10 tiene un orificio de conexión de menor diámetro 11 formado en un extremo, y un orificio de conexión de mayor diámetro 12 formado en el otro extremo. El pasador de pistón 6 encaja de manera deslizante en el orificio de conexión de menor diámetro 11. El muñón de cigüeñal 8 se encaja de manera deslizante en el orificio de conexión de mayor diámetro 12. Una parte principal de la varilla de conexión 10 se forma desde el material de base de varilla de conexión, que puede ser un acero de cromo-molibdeno, acero de carbono, aleación de aluminio y/o similares, mediante colada o forjado.

25 El extremo de la varilla de conexión 10 con el orificio de conexión de menor diámetro 11 formado en él y el otro extremo con el orificio de conexión de mayor diámetro 12 formado en él se forman en una forma generalmente cilíndrica, como se muestra en la Fig. 3. Sin embargo, la porción generalmente cilíndrica con el orificio de conexión de menor diámetro 11 formado en él se forma con una forma algo trapezoidal en sección transversal, de manera que una porción proximal 10Eb (en el lado inferior de la Fig. 3) de la varilla de conexión 10 tiene una anchura mayor en la dirección axial del orificio de conexión 11 que el extremo extendido 10E (en el lado superior de la Fig. 3). Por consiguiente, en el orificio de conexión de menor diámetro 11, la carga que actúa en el pistón 3 durante el funcionamiento del motor, y en particular el tiempo de combustión, puede recibirse ventajosamente en un área mayor.

30 La Fig. 4 y la Fig. 5 son vistas en sección transversal ampliadas de la parte IV de la varilla de conexión 10 mostrada en la Fig. 3.

35 Estas Figuras muestran una parte del orificio de conexión de menor diámetro 11 de la varilla de conexión 10. La cara periférica interior de un orificio de material de base 15 perforado a través del material de base de varilla de conexión 14 se cubre con una capa de revestimiento 16 formada de material de revestimiento mediante enchapado o similar. El material de revestimiento es más blando que el material de base de varilla de conexión 14, y puede ser una aleación de cobre o similar.

40 El orificio de material de base 15 tiene una porción de superficie interior cilíndrica 17 de diámetro interior constante, que se forma en una región axialmente central del orificio, y una porción de superficie interior ahusada 18 que es continua con el extremo axialmente exterior de la porción de superficie interior cilíndrica 17 y se amplía radialmente en la dirección axialmente exterior (de manera que el extremo del orificio 15 está acampanado). La Fig. 4 y la Fig. 5 solo muestran una parte de un extremo axial del orificio de material de base 15 (el lado derecho en la Fig. 3), pero se entenderá que el otro extremo axial del orificio de material de base 15 (el lado izquierdo de la Fig. 3) es de la misma estructura.

45 La porción de superficie interior ahusada 18 del orificio de material de base 15 incluye una primera porción ahusada 18A y una segunda porción ahusada 18B, por lo que el ángulo de ahusado se cambia en una pluralidad de fases (más específicamente, en la primera realización, dos fases). La primera porción ahusada 18A se dispone adyacente al lado axialmente exterior de la porción de superficie interior cilíndrica 17, y la segunda porción ahusada 18B se dispone adyacente al lado axialmente exterior de la primera porción ahusada 18A. El ángulo  $\theta_1$  que forma la porción de superficie interior cilíndrica 17 con la primera porción ahusada 18A se establece para ser mayor que el ángulo  $\theta_2$  que la primera porción ahusada 18A forma con la segunda porción ahusada 18B. Por tanto, la porción de superficie interior ahusada 18 del orificio del material de base 15 se establece por lo que el índice de expansión de diámetro en la región axialmente interior es menor que el índice de expansión de diámetro en la región axialmente exterior. En la primera realización, la porción de superficie interior ahusada 18 del orificio de material de base 15 se forma de una superficie ahusada con una pluralidad de fases (dos fases), por lo que el ángulo de ahusado se cambia en un número de fases separadas.

En la primera realización, la segunda porción ahusada 18B de la porción de superficie interna ahusada 18 se forma mediante achaflanado, en una manera ahusada, una parte del borde periférico del orificio de conexión 11 (una región de borde inferior en la Fig. 2) en una cara terminal axial 10Es del extremo extendido 10E (en el extremo superior de la varilla en la Fig. 2) de la varilla de conexión 10 en el lado del orificio de conexión 11, como se ilustra en la Fig. 2.

El número de referencia 40 en la Fig. 2 indica la porción achaflanada.

Sin embargo, la segunda porción ahusada 18B puede formarse alrededor de todo el borde periférico del orificio de conexión 11 en la cara terminal axial 10Es del extremo extendido 10E de la varilla de conexión 10 en el lado del orificio de conexión 11.

La capa de revestimiento 16 tiene: una primera porción de revestimiento 19 aplicada a la porción de superficie interior cilíndrica 17, de manera que la superficie interior tiene un diámetro interior aproximadamente cortante; una segunda porción de revestimiento 20 aplicada a la porción de superficie interior ahusada 18 y que tiene una región que es continua con la primera porción de revestimiento 19 y se incrementa gradualmente en el espesor de material en la dirección axialmente exterior del orificio; y una tercera porción de revestimiento 21 continua con el lado axialmente exterior de la segunda porción de revestimiento 20, aplicada a la porción de superficie interior ahusada 18 que se amplía radialmente en la dirección axialmente exterior. En el caso de la primera realización, en la tercera posición de revestimiento 21, la superficie periférica interior se amplía radialmente en dos fases en la dirección axialmente exterior. El número de referencia 21a en los dibujos indica una porción de revestimiento escalonada en la que la cara periférica interior se amplía radialmente gradualmente en la región axialmente exterior de la tercera porción de revestimiento 21.

Debe apreciarse que la tercera porción de revestimiento 21, que es continua con el lado exterior axial de la segunda porción de revestimiento 20, se forma para tener un espesor de material aproximadamente constante sobre todo el intervalo. La tercera porción de revestimiento 21 se aplica para descansar a horcajadas de la primera porción ahusada 18A y la segunda porción ahusada 18B de la porción de superficie interior ahusada 18 del orificio de material de base 15. Por tanto, aunque tiene un espesor aproximadamente constante, la tercera porción de revestimiento 21 tiene una cara periférica interior que se amplía gradual y radialmente en la dirección axialmente exterior.

Un ejemplo de cómo mecanizar el orificio de conexión 11 en la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización se describirá ahora en referencia ahora a la Fig. 6.

Primero, el material de base de varilla de conexión 14 se moldea mediante colada o forjado, y después la superficie interior del orificio del material de base 15 se mecaniza por corte, amolado o similar. En esta fase, como se ilustra en la Fig. 6(A), la porción de superficie interior cilíndrica 17 y la porción de superficie interior ahusada 18 (la primera porción ahusada 18A y la segunda porción ahusada 18B) se forman en el orificio de material de base 15.

Después, tras la mecanización antes descrita, el material de revestimiento se deposita en el orificio de material de base 15 mediante enchapado o similar, para tener un espesor aproximadamente uniforme como se ilustra en la Fig. 6(B).

Después, la superficie interior del área revestida con el material de revestimiento se somete a mecanización por retirada, tal como bruñido o similar, por lo que la superficie interior se realiza aproximadamente paralela a la porción de superficie interior cilíndrica 17 del orificio de material de base 15. Así, un espesor predeterminado del material de revestimiento depositado se retira de una región axialmente central del área revestida con el material de revestimiento. Como resultado, la porción del material de revestimiento que cubre la porción de superficie interior cilíndrica 17 tiene un espesor aproximadamente uniforme, mientras que una porción del material de revestimiento que cubre la porción de superficie interior ahusada 18 incluye una porción que se incrementa gradualmente en espesor de material en la dirección axialmente exterior, comenzando con el punto adyacente a la porción de superficie interior cilíndrica 17. La porción con espesor uniforme que cubre la porción de superficie interior cilíndrica 17 funciona como la primera porción de revestimiento 19, y la porción que se incrementa gradualmente en espesor de material comenzando con el punto adyacente a la porción de superficie interior cilíndrica 17 funciona como la segunda porción de revestimiento 20. La porción sin retirar del material de revestimiento depositada en la porción de superficie interior ahusada 18 funciona como la tercera porción de revestimiento 21.

Como se ha descrito antes, en la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización, el material de revestimiento (que es más blando que el material de base de varilla de conexión 14) se deposita en la porción de superficie interior ahusada 18 del orificio de material de base 15, y el espesor de material del material de revestimiento en la segunda porción de revestimiento 20 adyacente a la primera porción de revestimiento 19 se incrementa gradualmente en la dirección axialmente exterior. Por este motivo, cuando la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización se usa en un motor de combustión interna 1, puede lograrse una reducción eficaz en la presión de contacto que actúa en el pasador de pistón 6 desde la porción alrededor del extremo axialmente exterior del orificio de conexión 11.

5 Cuando una carga que actúa en el pasador de pistón 6 desde el pistón 3 se incrementa, como resultado del tiempo de combustión durante el funcionamiento del motor de combustión interna 1, esto provoca que el extremo axial del pasador de pistón 6 se doble ampliamente en la dirección de arriba abajo (si el cilindro se considera como vertical) y, típicamente, como resultado de la flexión, la presión de contacto que actúa en el pasador de pistón 6 tiende a incrementarse ligeramente más cerca de la región axialmente más exterior del orificio de conexión 11. Sin embargo, en la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización, la porción de superficie interior ahusada 18 que se amplía radialmente en la dirección axialmente exterior se forma en una posición exterior de la porción de superficie exterior cilíndrica 17 del orificio de material de base 15. Además, el material de revestimiento, que es más blando que el material de base de varilla de conexión 14, se deposita en la porción de superficie interior cilíndrica 17 y la porción de superficie interior ahusada 18, y el espesor de material de la segunda porción de revestimiento 20 depositado en la porción de superficie interior ahusada 18 se incrementa gradualmente hacia el exterior en la dirección axial. Como resultado, en las regiones exteriores axialmente adicionales del orificio de conexión 11 donde la presión de contacto se incrementa fácilmente mediante la flexión del pasador de pistón 6, el efecto de amortiguación del material de revestimiento puede mejorarse. Por consiguiente, en la varilla de conexión 10, se hace posible una reducción eficaz en la presión de contacto que actúa en el pasador de pistón 6 desde la región alrededor del extremo axialmente exterior del orificio de conexión 11.

20 Además, en la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización, la segunda porción de revestimiento 20 depositada en la porción de superficie interior ahusada 18 se forma continuamente con la primera porción de revestimiento 19 para tener un diámetro interior aproximadamente constante. Debido a esto, cuando la flexión del pasador de pistón 6 es pequeña, el pasador de pistón 6 se soporta por una amplia extensión de la primera porción de revestimiento 19 y la segunda porción de revestimiento 20. Por consiguiente, al emplear la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización, incluso cuando la flexión del pasador de pistón 6 es pequeña, el área de contacto entre el pasador de pistón 6 y el orificio de conexión 11 puede incrementarse para una mejora en la propiedad de resistencia al desgaste.

30 Además, en la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización, ya que la cara periférica interior continua con el diámetro interior constante de la primera porción de revestimiento 19 y la segunda porción de revestimiento 20 se mecaniza mediante bruñido y/o similar para retirar material, la superficie periférica interior de la primera porción de revestimiento 19 y la segunda porción de revestimiento 20 puede formarse como una superficie de diámetro interior aproximadamente constante continua con facilidad y precisión.

35 Además, en la primera realización, la tercera porción de revestimiento 21 se proporciona en una posición axialmente exterior de la segunda porción de revestimiento 20 de la capa de revestimiento 16 y tiene una cara periférica interior que se amplía radialmente en la dirección axialmente exterior. Debido a esto, cuando el pasador de pistón 6 se dobla ampliamente en la dirección de arriba abajo del cilindro, una extensión más amplia de la capa de revestimiento 16 se realiza para seguir de inmediato la flexión del pasador de pistón 6. Por tanto, en la primera realización, se hace posible una reducción ventajosa adicional en la presión de contacto que actúa en el pasador de pistón 6 desde el borde del orificio de conexión 11 cuando se aplica una gran carga.

40 Además, en la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización, la segunda porción de revestimiento 20 que se incrementa gradualmente en espesor de material se coloca fuera y continuamente con la primera porción de revestimiento 19 de la capa de revestimiento 16 en la dirección axial, y la tercera porción de revestimiento 21 con un espesor de material aproximadamente constante se coloca fuera y continuamente con la segunda porción de revestimiento 20 en la dirección axial, de manera que la cara periférica interior se amplía radial y gradualmente.

50 Debido a esto, como se ilustra en la Fig. 5, cuando se actúa sobre el pasador de pistón 6 mediante una carga durante el tiempo de combustión y de esta manera se dobla en un grado mayor, en el comienzo de la flexión, la cantidad de deformación elástica se incrementa por grados en la segunda porción de revestimiento 20 con espesor de material gradualmente creciente. Después, la cantidad de deformación elástica disminuye poco a poco en la tercera porción de revestimiento 21 con un espesor aproximadamente constante y la cara periférica interior radialmente ampliada de manera gradual. Por consiguiente, al emplear la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización, los cambios en la presión de contacto aplicada al pasador de pistón 6 pueden hacerse graduales, teniendo como resultado una ventaja adicional en la resistencia al desgaste del pasador de pistón 6.

55 Además, en la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización, el índice de expansión de diámetro en la región axialmente exterior de la porción de superficie interior ahusada 18 se establece para ser mayor que el índice de expansión de diámetro en la región axialmente interior de la porción de superficie interior ahusada 18. Debido a esto, la tercera porción de revestimiento 21 con la superficie periférica interior radialmente ampliada hacia el exterior en la dirección axial puede formarse fácilmente mediante la deposición uniforme del material de revestimiento en la porción de superficie interior ahusada 18.

60 Además, en el caso de la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización, la porción de superficie interior ahusada 18 se forma de una superficie ahusada con una pluralidad de fases, en las que el ángulo de ahusado se cambia en múltiples fases separadas. Debido a esto, la porción de superficie interior ahusada 18 con

índice de expansión de diámetro variable puede formarse fácilmente mediante el mecanizado por retirada tal como corte y/o similar.

5 Además, en la varilla de conexión 10 de acuerdo con la primera realización, la porción de superficie interior ahusada 18 tiene la primera porción ahusada 18A que está dispuesta adyacente al lado axialmente exterior de la porción de superficie interior cilíndrica 17, y la segunda porción ahusada 18B que está dispuesta adyacente al lado axialmente exterior de la primera porción ahusada 18A. Además, el ángulo  $\theta_1$  que forma la porción de superficie interior cilíndrica 17 con la primera porción ahusada 18A se establece para ser mayor que el ángulo  $\theta_2$  que forma la primera porción ahusada 18A con la segunda porción ahusada 18B. Como resultado, en la primera realización, cuando el pasador de pistón 6 se somete a una gran carga y se hace flexionar, el pasador de pistón 6 está menos sometido a una gran presión de contacto desde la región alrededor del extremo axial del orificio de conexión 11.

15 En este sentido, el ángulo  $\theta_2$  que forma la primera porción ahusada 18A con la segunda porción ahusada 18B es de manera aconsejable un ángulo obtuso. En este caso, como se muestra en la Fig. 5, cuando el pasador de pistón 6 se dobla para entrar en contacto con la tercera porción de revestimiento 21, la presión de contacto que actúa en el pasador de pistón 6 no se incrementa fácilmente para ser mayor. El ángulo  $\theta_2$  que forma la primera porción ahusada 18A con la segunda porción ahusada 18B es aconsejablemente igual a o mayor que 135 grados.

20 Además, en la primera realización, el achaflanado se realiza en una parte del borde periférico del orificio de conexión 11 en la cara terminal axial 10E del extremo extendido 10E en el lado del orificio de conexión 11 de la varilla de conexión 10 por lo que la segunda porción ahusada 18B se forma en la parte del borde periférico mediante el achaflanado (la porción achaflanada 40). Al formar la segunda porción ahusada 18B de esta manera, la segunda porción ahusada 18B puede formarse fácilmente sin un mecanizado sofisticado.

25 Por ejemplo, en la primera realización, la porción de superficie interior ahusada 18 dispuesta adyacente a la porción de superficie interior cilíndrica 17 del orificio de material de base 15 se forma en una manera doblada para ampliarse radialmente hacia el exterior en la dirección axial. Sin embargo, en otra realización ilustrada en la Fig. 7, una porción de superficie interior ahusada 118 puede curvarse en una forma de arco de manera que ocurre un cambio de ángulo de manera fluida desde la porción de superficie interior cilíndrica 17.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Una varilla de conexión para un motor de combustión interna, que comprende:

5 una varilla de conexión (11) a través de la que un pasador de transmisión de potencia (6) encaja de manera deslizante,  
 el orificio de conexión (11) formándose mediante el revestimiento de una superficie periférica interior de un orificio de material de base (15) formado en un material de base de varilla de conexión (14) con un material de revestimiento que es más blando que el material de base de varilla de conexión (14), en el que el orificio de material de base (15) incluye:  
 10 una porción de superficie interior cilíndrica (17) con un diámetro interior constante, formado en una región axialmente central; y  
 en el que la capa de revestimiento (16) formada desde el material de revestimiento incluye:

15 una primera porción de revestimiento (19) depositada en la porción de superficie interior cilíndrica (17) y que tiene una cara interior con un diámetro interior aproximadamente constante caracterizado por que el orificio de material de base (15) incluye además una porción de superficie interior ahusada (18) que es continua con un lado axialmente exterior de la porción interior cilíndrica (17) y se amplía radialmente en una dirección axialmente exterior y por que la capa de revestimiento incluye además una segunda porción de revestimiento (20) depositada en la porción de superficie interior ahusada (18) para ser adyacente a la primera porción de revestimiento (19) e incrementarse gradualmente en espesor de material en la dirección axialmente exterior.

2. La varilla de conexión para un motor de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 1, en la que una cara periférica interior de la segunda porción de revestimiento (20) se forma continuamente con la cara periférica interior de la primera porción de revestimiento (19) para tener un diámetro interior aproximadamente constante.

3. La varilla de conexión para un motor de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 2, en la que la cara periférica interior continua de la primera porción de revestimiento (19) y la segunda porción de revestimiento (20) se forman mediante mecanizado para retirar parte del material de revestimiento.

4. La varilla de conexión para un motor de combustión interna de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la capa de revestimiento (16) incluye una tercera porción de revestimiento (21) continua con un lado axialmente exterior de la segunda porción de revestimiento (20) y que tiene una cara periférica interior radialmente ampliada en la dirección axialmente exterior.

5. La varilla de conexión para un motor de combustión interna de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que la porción de superficie interior ahusada (18) del orificio de material de base (15) tiene un índice de expansión de diámetro en una región axialmente exterior que es mayor que un índice de expansión de diámetro en una región axialmente interior.

6. La varilla de conexión para un motor de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 5, en la que la porción de superficie interior ahusada (18) del orificio de material de base (15) se forma como una superficie ahusada con una pluralidad de fases, en las que el ángulo de ahusado se cambia en múltiples fases separadas.

7. La varilla de conexión para un motor de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 6, en la que:

la porción de superficie interior ahusada (18) del orificio de material de base (15) tiene una primera porción ahusada (18A) dispuesta adyacente a un lado axialmente exterior de la porción de superficie interior cilíndrica (17), y la segunda porción ahusada (18B) dispuesta adyacente a un lado axialmente exterior de la primera porción ahusada (18A); y  
 50 en la que un ángulo que forma la porción de superficie interior cilíndrica (17) con la primera porción ahusada (18A) se establece para ser mayor que un ángulo que forma la primera porción ahusada (18A) con la segunda porción ahusada (18B).

FIG. 1

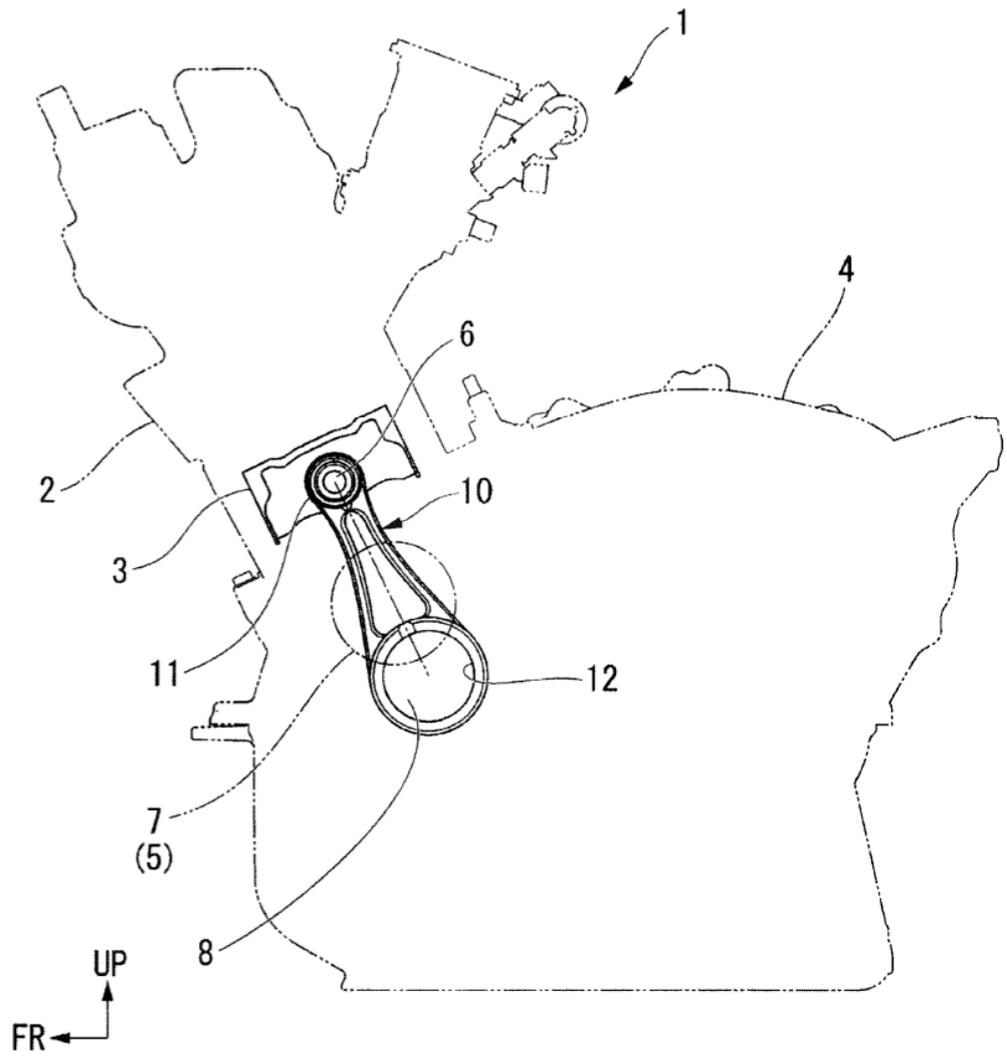


FIG. 2

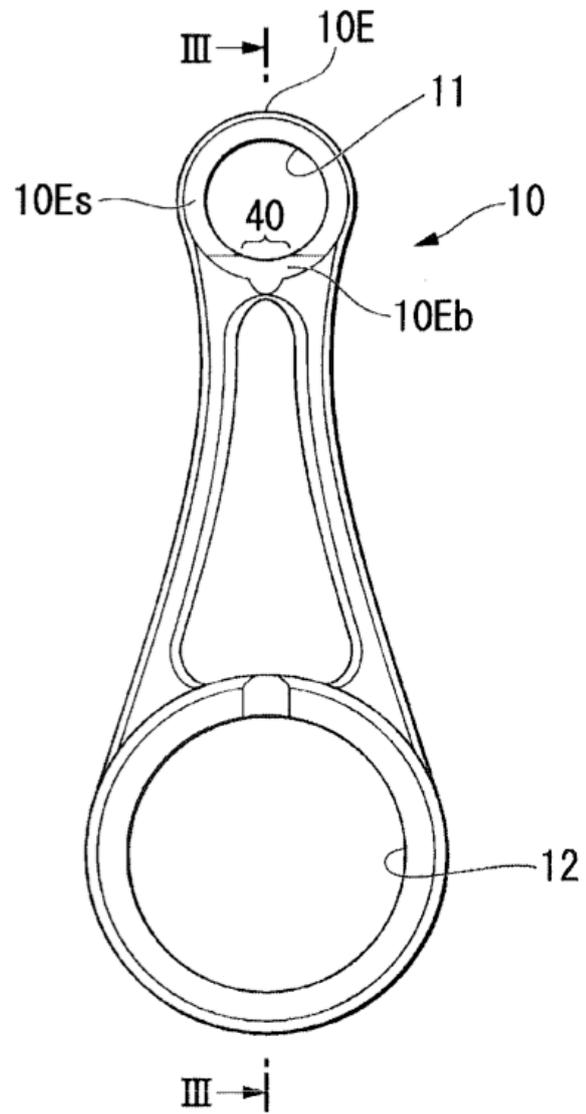


FIG. 3

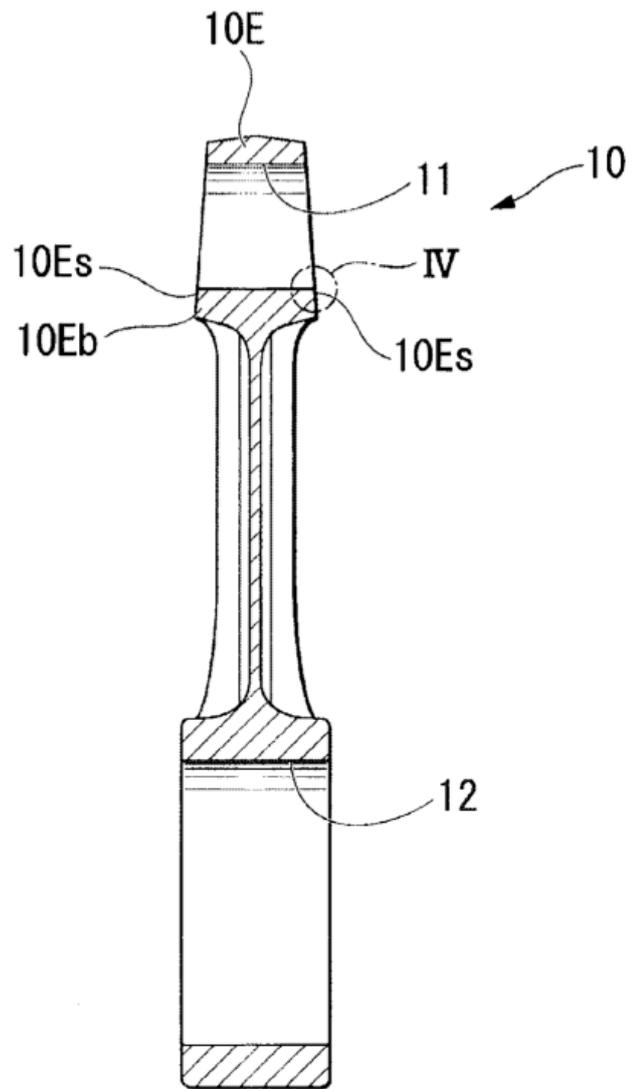


FIG. 4

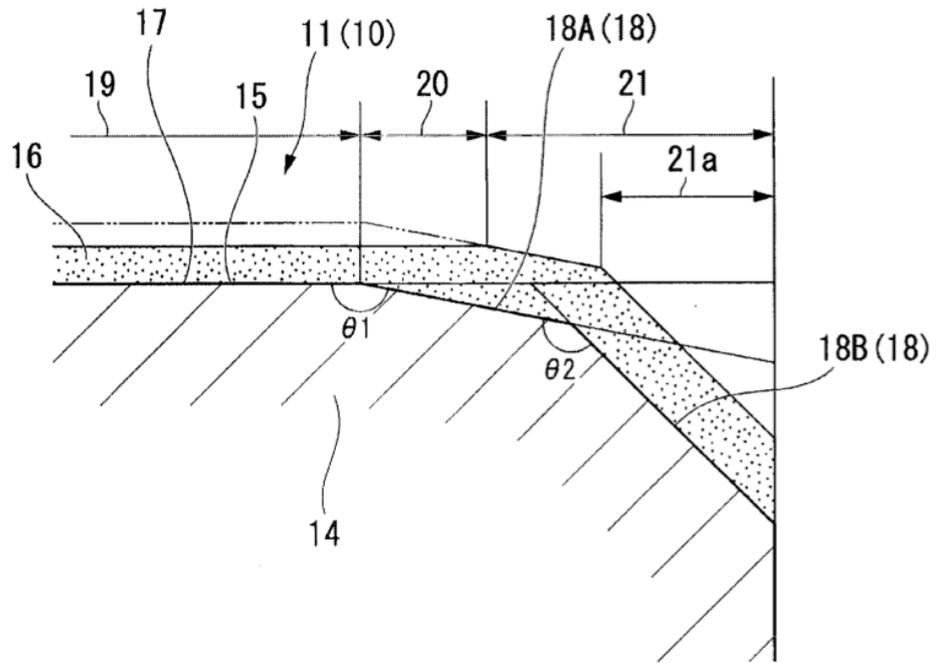


FIG. 5

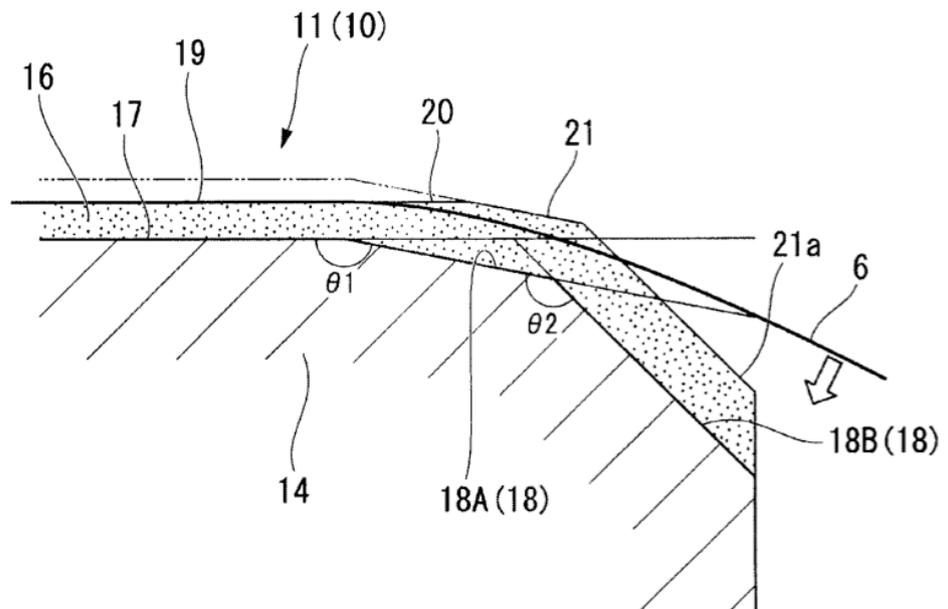


FIG. 6

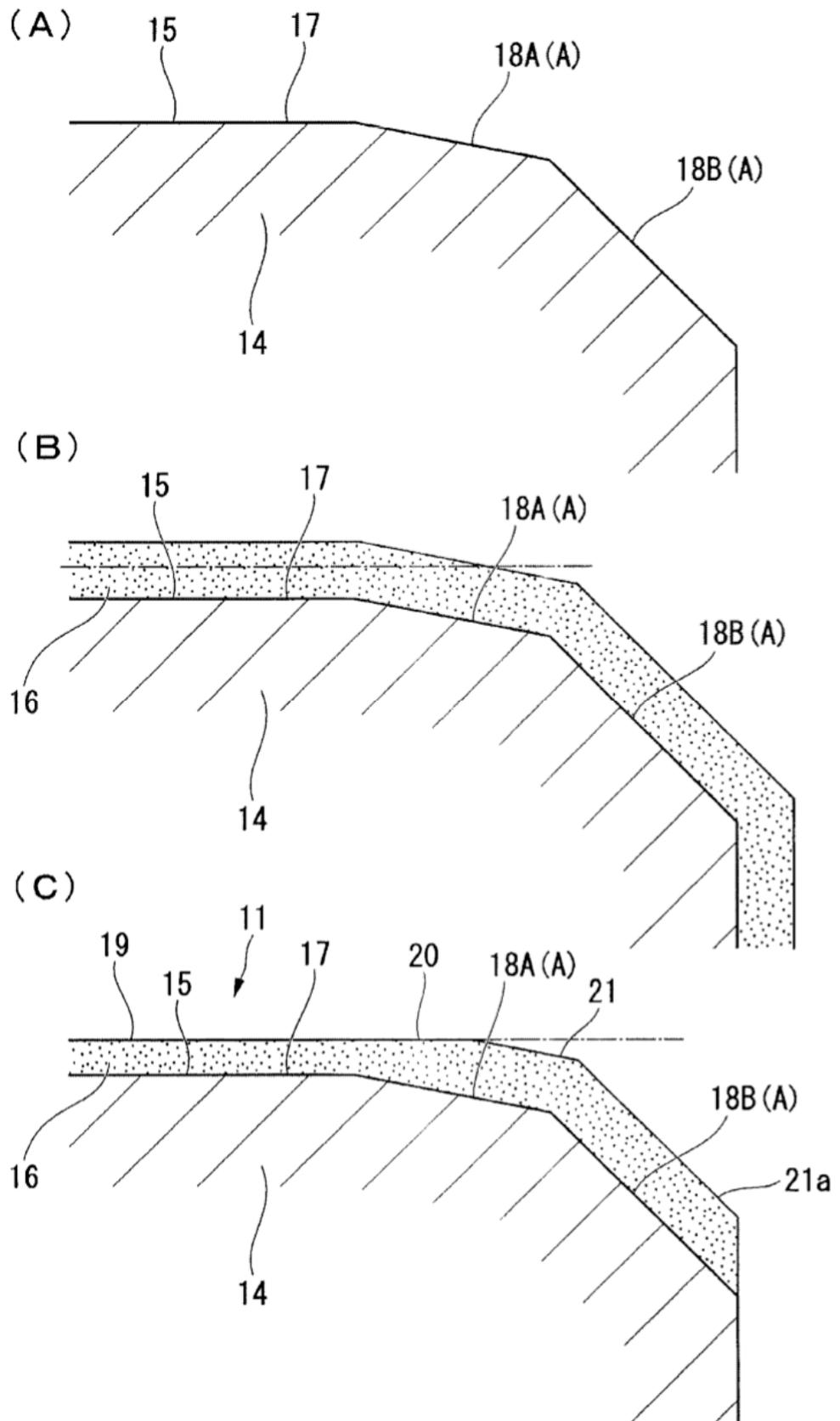


FIG. 7

