



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 272 302**

51 Int. Cl.:

B22D 19/08 (2006.01)

B22F 7/00 (2006.01)

B23B 1/00 (2006.01)

C22C 1/04 (2006.01)

F16C 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00946570 .9**

86 Fecha de presentación : **17.05.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1289694**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **12.03.2003**

54

Título: **Procedimiento de fabricación de refuerzo de rodamiento en alojamiento de metal ligero.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73

Titular/es: **SAAB AB.**
581 88 Linköping, SE

72

Inventor/es: **Strand, Kent;**
Karlsson, Sven-Ake y
Ekblad, Stefan

74

Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 272 302 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

Procedimiento de fabricación de refuerzo de rodamiento en alojamiento de metal ligero.

Campo técnico

La invención se refiere a refuerzos de rodamientos para ejes montados sobre rodamientos en un alojamiento fundido en metal ligero, por ejemplo un bloque motor, alojamiento para cajas de cambios o equivalente, en los que los insertos que forman los asientos de rodamiento para los ejes se funden en el alojamiento de metal ligero, donde los insertos están hechos de un material de MMC (compuesto de matriz metálica) de un tipo tal que el metal base del material MMC es el mismo que el metal base que constituye el componente principal del material que forma el alojamiento de metal ligero.

Estado de la técnica

Los bloques motores y las cabezas de cilindros en los motores de combustión modernos a menudo están hechos de aleaciones de aluminio con el fin de ahorrar peso. La diferencia en términos de expansión térmica entre aleación de Al, aprox. 22 ppm/°K en un bloque motor, y el acero, aprox., 12 ppm/°K en, por ejemplo, cigüeñales montados en los principales rodamientos del bloque motor implica desventajas en términos de la capacidad para controlar el juego radial presente en los rodamientos del cigüeñal. Dado que el asiento de rodamiento en el bloque de Al se contrae más a temperaturas bajas que el eje de acero, debe haber suficiente juego radial para impedir que el eje gripe. Este juego aumenta a la temperatura de funcionamiento del motor. Puede conducir a dificultades en el mantenimiento de una película lubricante adecuada en el rodamiento dentro de todo el intervalo de temperaturas del motor, es decir -30°C a +150°C. El mayor juego radial a temperaturas superiores también puede producir vibraciones en el cigüeñal. En el estado de la técnica actual, este problema se aborda fundiendo insertos de material con base de hierro en el bloque en los asientos de rodamiento. No obstante, este enfoque se ve dificultado por problemas en la forma de, por ejemplo:

- insuficiente unión entre los distintos materiales,
- diferencias en términos de facilidad de trabajo,
- incompatibilidad con respecto a la reutilización.

Debajo del capó de un coche moderno, las temperaturas son elevadas y una vez que el motor ha alcanzado su temperatura de funcionamiento, la transmisión también puede estar sometida a temperaturas variables de -30°C a +150°C. Para ahorrar peso se están usando aleaciones de aluminio hasta grados cada vez mayores en alojamientos para cajas de cambios y otros componentes similares. Dada la elevada expansión térmica mostrada por estas aleaciones de aluminio, este gran intervalo de temperatura de funcionamiento puede conducir a problemas de diseño con respecto al juego entre piñones (juego entre caras de dientes de piñones) y agarre en rodamientos de elementos rodantes en la caja de cambios (se refiere al agarre entre el alojamiento y el rodamiento, que mantiene el rodamiento en su sitio). A temperaturas bajas, las distancias entre centros entre los ejes dispuestos en la caja de cambios son bajas, lo que requiere que haya suficiente juego de piñones entre los piñones del impulso en dos ejes diferentes cuando estos piñones

de impulso se ensamblan mutuamente. Sin embargo, no puede haber tanto juego entre los piñones como para que produzca ruidos y abrasión a temperaturas de funcionamiento elevadas, cuando la distancia entre centros entre dos de estos ejes es la mayor.

De forma similar, los rodamientos con elementos rodantes para los ejes en el alojamiento de la caja de cambios requieren suficiente juego a temperatura baja mientras que, al mismo tiempo, la cantidad de juego presente no debe ser excesiva a la temperatura de funcionamiento de la caja de cambios. Esto es difícil de conseguir de forma simultánea al cumplimiento del requerimiento de que los rodamientos mantengan su agarre en el alojamiento a través de todo el intervalo de temperaturas. No se conoce ninguna solución a este problema. Cabe esperar que este problema empeore a medida que las temperaturas debajo de los capos de los vehículos aumenten en el futuro, al mismo tiempo que se realicen demandas más exigentes en términos de eficiencia de la transmisión. La demanda de vehículos con menor consumo de combustible proporciona el impulso en ambos casos.

En la invención que se describe a continuación se propone el uso de material MMC. El interés comercial en los materiales estructurales del tipo conocido generalmente como MMC aumentó durante la década de 1990. Los materiales MMC son compuestos que consisten en un material de matriz en forma de un metal, por lo general un metal ligero tal como aluminio, magnesio, titanio o aleaciones de los mismos, que se refuerza a través de la mezcla de fibras o partículas en forma de sustancias cerámicas tales como carburo de silicio, carburo de boro u óxido de aluminio. Los MMC también pueden estar formados de acero producido por tecnología metalúrgica y reforzado con carburo de titanio. Los materiales MMC exhiben propiedades extremadamente interesantes, que se pueden adaptar después dependiendo del área de aplicación, lo que ofrece ventajas en cuanto a que el componente se puede hacer más ligero, más fuerte, más rígido y que posea mejores propiedades de fatiga que se pueden conseguir usando materiales convencionales dentro del área de aplicación específica en cuestión.

Una significativa desventaja asociada con el uso de materiales MMC es que son muy difíciles de mecanizar. Para crear un componente hecho de material MMC, se suelen usar métodos en los que el componente se funde en una forma que está muy cercana a la forma final del componente. Otro procedimiento implica el uso de una palanquilla forjada o una pedazo de barra extruida, de forma que se pueda usar mecanización por erosión de la superficie y técnicas de corte convencionales para producir la forma del componente final. Se han realizado intentos para producir, por ejemplo, rodillos de conexión para motocicletas por medio de tales procedimientos de fabricación y mecanización convencionales. De este modo, se ha conseguido el objetivo de alcanzar el componente deseado y sus propiedades deseadas, tales como menor peso, y el uso de tales rodillos de conexión en un motor ha tenido como resultado un motor que se enciende con más facilidad y vibra menos. No obstante, el problema es que el coste de producir componentes para motores por medios convencionales ha sido extremadamente elevado, lo que limita el uso a áreas donde el coste tiene menor importancia.

Una serie de patentes documentan varios proce-

dimientos para la forma final de los componentes en función de materiales MMC. El documento US 5 767 667 puede citarse como ejemplo de una de tales patentes, en la que se describe un procedimiento para fabricar un componente, en este caso un disco de frenos, fundiendo a un formato lo más próximo posible a la forma del componente terminado con el fin de, como se ha descrito con claridad, evitar la necesidad de cortar a máquina hasta la mayor medida posible. Para un experto en la técnica es obvio evitar la necesidad de operaciones de corte, dado que el material MMC contiene, cuando está compuesto por, por ejemplo, una base de aluminio y partículas de refuerzo de carburo de silicio, las sustancias que se usan con frecuencia para afilar las herramientas de corte. Las partículas de carburo de silicio embebidas en el material MMC poseen un efecto destructor sobre las herramientas de corte cuando se usan procedimientos de corte convencionales, dado que los bordes de las herramientas de corte se desgastan con rapidez por la acción de las partículas abrasivas del material compuesto.

El documento US 5 507 258 describe un pistón para un motor de combustión interna, que comprende un segmento resistente al desgaste hecho de aleación de aluminio, que contiene particulados de SiC, donde el segmento resistente al desgaste se funde dentro de un recrido superior anular tras la fundición de un pistón hecho de aleación de aluminio.

Descripción de la invención

Un aspecto de la invención atañe a un refuerzo de rodamiento para un eje montado en un alojamiento fundido de metal ligero, tal como por ejemplo un bloque motor, un alojamiento para cajas de cambios o equivalente, en los que los insertos que forman los asientos de rodamiento para los ejes se funden en el alojamiento de metal ligero, donde los insertos están hechos de un material de MMC (compuesto de matriz metálica) de un tipo tal que el metal base del material MMC es el mismo que el metal base que constituye el componente principal del material que forma el alojamiento de metal ligero.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se describe un procedimiento para fabricar un inserto hecho de material MMC para fundir en un alojamiento de metal ligero para formar un asiento de rodamiento y, por tanto, obtener un refuerzo de rodamiento según lo anterior en el que los insertos se crean mediante la extrusión de una palanquilla de material MMC para producir una barra con un perfil cuya sección transversal corresponde, esencialmente, a la del inserto terminado. A continuación, los insertos se cortan transversalmente de la barra extruida mediante el corte a través de máquinas de alta velocidad, HSM, como se define más adelante. Otros procedimientos, tales como cortes con agua, también se pueden usar para cortar transversalmente el material de la barra en insertos distintos.

Usando un compuesto de matriz metálica con base de aluminio, MMC, en insertos fundidos para los asientos de rodamiento en un bloque motor hecho de aleación de aluminio, es posible conseguir expansión térmica similar a la del acero usado en el eje en el asiento de rodamiento con materiales equivalentes al material en el bloque motor en términos de compatibilidad durante el fundido, la futura reutilización del bloque motor, y que se pueda mecanizar usando técnicas similares.

Ventajas adicionales proporcionadas por el uso de

materiales MMC en los puntos mencionados anteriormente consisten en que sus elevados módulos de elasticidad contribuyen a un diseño rígido que conserva el bajo peso del aluminio. La elevada resistencia a la abrasión reduce el daño producido por la erosión entre el inserto y la superficie externa de la protección del rodamiento.

Naturalmente, la técnica descrita es aplicable a asientos de rodamiento en alojamientos de metal ligero para otros tipos de ejes, tales como ejes de equilibrio y ejes de distribución en bloques motores, o ejes en cajas de cambios.

Otra ventaja más del uso de insertos fundidos hechos de material MMC como refuerzos de rodamiento en alojamientos de metal ligero según lo anterior es que la posición de la línea central del eje se mantiene en cuanto a que el juego entre el eje y el alojamiento del rodamiento se reduce. Esto también amplía la vida útil del aceite usado para lubricar los rodamientos.

Un medio de reducir el consumo de combustible en futuros vehículos es reemplazar el aluminio con magnesio como el componente principal en alojamientos de metal ligero en motores de combustión y cajas de cambios. El hecho de que el coeficiente de expansión lineal para magnesio es incluso mayor que para el aluminio, y que el módulo de elasticidad para magnesio es mucho menor que para aluminio, proporciona una justificación todavía mayor para usar insertos de MMC como refuerzos de rodamiento en este caso. De hecho, el uso de insertos de MMC de acuerdo con este aspecto de la invención podría ser lo que posibilita el uso de metales ligeros con base de magnesio en bloques motores para motores de combustión y en alojamientos de cajas de cambios.

Las afirmaciones anteriores concernientes al uso de insertos de MMC se aplican a todos los tipos de medios de transporte, es decir no sólo en la industria de auto motión, sino hasta un grado igualmente grande, en, por ejemplo, aviones y helicópteros.

Descripción de las figuras

La figura 1 muestra un bloque motor para un motor de combustión en el que un refuerzo del asiento de rodamiento para el cigüeñal se ha fundido en material de bloque motor.

La Figura 2 muestra la parte inferior de un bloque motor, es decir el puente de rodamiento del cigüeñal, donde se muestran los insertos hechos de material MMC fundidos para todos los asientos de rodamiento.

La Figura 3 muestra un inserto de dos partes hecho de material MMC para fundir en un alojamiento de metal ligero para reforzar un asiento de rodamiento para un eje de rotación.

Descripción de las formas de realización

A continuación se describe una serie de formas de realización ejemplo de la invención en relación con las figuras adjuntas.

La Figura 1 muestra un ejemplo de un bloque motor para un motor de combustión. Se supone que el bloque motor está hecho de algún metal ligero, bien aluminio o magnesio, o de alguna aleación de metal ligero basado en tal metal ligero. En el ejemplo descrito en la presente, se supone que el bloque motor está hecho de aluminio o de una aleación que contiene aluminio como su componente principal. En el ejemplo mostrado, el bloque motor es divisible en dos partes, una parte inferior a la que se denomina el puente de rodamiento del cigüeñal 1 y una parte superior a la que en la presente se denomina el bloque de cilindros

2. Un cigüeñal 3 está montado en el bloque motor en, como se muestra en la Figura 5, asientos de rodamiento a lo largo del cigüeñal 3. Los pistones montados sobre el cigüeñal se designan con el número 4.

Es ventajoso reforzar los asientos de rodamiento para rodamientos en los que ejes de rotación en el bloque motor están montados en asientos que residen en el material del bloque motor. Por los motivos enumerados antes, se ha propuesto de acuerdo con la invención, que estos refuerzos consisten en insertos 5 que están hechos de un material MMC. Los insertos (3) están hechos de un material MMC basado en el mismo metal básico que sobre el que se basa el bloque motor, es decir, en este caso aluminio. Esto significa que el material MMC en este ejemplo posee aluminio como su material base mientras que, por otro lado, el material de refuerzo consiste en un material cerámico arbitrario en forma de partícula, partículas de fibras, que consisten en carburo de silicio, nitruro de boro u óxido de aluminio mezclado en el material MMC, donde la proporción de material cerámico representa del 10% al 70% del material MMC en volumen. Por tanto, se consigue una buena correspondencia de materiales entre el bloque motor y los insertos. Los insertos se funden en el bloque motor cuando se forma. En este contexto, es adecuado, como se muestra en la Figura 3, fabricar los insertos 5 como semianillos, donde las mitades de los insertos 5a y 6b se funden respectivamente en las partes superior e inferior del alojamiento del metal ligero que el bloque motor comprende. En este ejemplo, un grupo de mitades de inserto 5a se funde, por tanto, en el puente de rodamiento del cigüeñal 1, mientras que el grupo correspondiente de las mitades del inserto 5b se funde en el bloque de cilindros 2. Como muestran las figuras, las superficies de los insertos 5 son extensas en el lado de los insertos que mira hacia delante y posee contacto con el material del alojamiento de metal ligero en el que se funden los insertos 5. Esto produce una gran área de contacto entre el inserto 5 y el material. Una mitad de inserto puede tener un porcentaje en volumen más elevado del refuerzo más cercano a la CUP del rodamiento y no estar reforzado/menos reforzado en la superficie que mira hacia el material del alojamiento de metal ligero. Esto se puede conseguir a través de, por ejemplo, coextrusión.

El principio de la invención, dado que atañe a un bloque motor basado en el metal ligero aluminio, se ilustra en el ejemplo. Como se indica, el alojamiento de metal ligero puede también consistir en un alojamiento de la caja de cambios u otro alojamiento de equipamiento. De forma correspondiente, el material base en los insertos 5 se puede reemplazar con magnesio si el metal ligero en el alojamiento en el que los insertos se funden contiene magnesio como su material base.

Al fabricar un inserto hecho de MMC para fundir en un alojamiento de metal ligero para producir un asiento de rodamiento y, de este modo, obtener refuerzo de rodamiento según lo anterior, se usa un procedimiento en el que los insertos se crean mediante la extrusión de una palanquilla de material MMC seleccionado en una barra con un perfil cuyas secciones transversales correspondan esencialmente a las del inserto terminado. A continuación, los insertos se cortan transversalmente a partir de la barra extraída mediante el corte con máquinas de alta velocidad, HSM, como se define más adelante.

Al fabricar insertos para fundir en alojamientos de metal ligero divididos a lo largo de la línea de división según la Figura 1, es adecuado extruir una barra con un perfil por mitad de inserto 5a en la Figura 3. A continuación, sólo es necesario cortar transversalmente el material de la barra en insertos de una anchura adecuada. Los cortes transversales se pueden realizar usando herramientas de fresado tal como fresas de disco, cuchillas dentadas o dientes en banda. Como se ha indicado, también se puede usar el corte con agua.

Un aspecto de la invención se basa en un procedimiento de trabajar una palanquilla de material MMC por medio de lo que en la presente se denomina HSM, o mecanizado de alta velocidad, y se le puede dar a un componente su forma final directamente a partir de la palanquilla por medio de este procedimiento. La palanquilla se puede forjar, fundir o sinterizar, o puede consistir en una pieza de barra extruida o una materia prima producida de algún otro modo.

La mecanizado de alta velocidad se caracteriza porque la herramienta de corte alcanza velocidades extremadamente elevadas en relación con la palanquilla mecanizada en comparación con las técnicas convencionales. Las herramientas de corte en este contexto son, preferentemente, herramientas de fresado y taladros, pero también pueden consistir en, por ejemplo, cuchillas dentadas, fresas de disco, etc.

En este documento, el término mecanizado de alta velocidad (HSM) se usa para indicar un procedimiento diferente de los procedimientos de mecanizado convencionales. En es caso, este término también se usa en ocasiones para indicar mecanizado convencional en la que se desarrollan nuevos procedimientos para empujar hacia arriba los límites de los datos de mecanizado convencional. Este no es el sentido del término como se usa en la presente memoria descriptiva.

La HSM se caracteriza por:

- velocidades de corte extremadamente elevadas
- un índice alto de elongación de cizalladura (capacidad para separar un corte de la palanquilla)
- Una densidad de potencia muy elevada se alcanza en frente del corte (valores típicos: MW/mm³)
- Las temperaturas locales extremadamente elevadas prevalecen en el punto de corte durante el proceso de producción del corte
- Los cortes fluyen sin entrar en contacto con el corte,
- Las fuerzas de corte tienden asintóticamente hacia cero.

Los siguientes ejemplos de las elevadas velocidades de corte asociadas con el mecanizado de varias sustancias pueden anotarse:

- aluminio: aprox. 3000 m/minuto (convencionalmente aprox. 100-400 m/minuto),
- titanio: aprox. 15.000 m/minuto (convencionalmente aprox. 15-100 m/minuto).

Por tanto, hallar la velocidad de corte correcta para producir las condiciones anteriores que caracteri-

zan la HSM depende enteramente del material que se va a mecanizar. Las fuerzas de corte se pueden estudiar en relación con el análisis para determinar la velocidad de corte óptima para la HSM de un material nuevo. Estas fuerzas tienden asintóticamente hacia cero, a medida que se cumplen los criterios para las condiciones de HSM. Por tanto, puede decirse que las condiciones de HSM prevalecen cuando las fuerzas de corte disminuyen. En tales condiciones, queda por determinar una velocidad de corte óptima para el material que se está mecanizando. En el mecanizado convencional, las fuerzas de corte incrementan con las velocidades de corte crecientes.

Otra ventaja más del uso de la HSM es que los cortes absorben el grueso, por lo general aproximadamente el 80%, del calor generado en el punto de corte, de forma que una pieza de trabajo quedará sin afectar en su mayoría por el calor generado durante el mecanizado.

EL HSM se ha mostrado que proporciona inesperadamente buenos resultados cuando se usa en materiales MMC. A pesar de la elevada proporción de partículas abrasivas en tal material, se encuentra que las herramientas de corte conservan su agudeza durante un tiempo prolongado, aunque no se ven afectadas por los abrasivos en el material MMC. El motivo de esto no se ha explicado por completo, dado que no se conoce el proceso interno, es decir lo que en realidad sucede al material MMC en el punto de corte durante el mecanizado. Una teoría consiste en que un corte cortado del material se lleva hasta cierto punto a un estado líquido en un área pequeña inmediatamente en frente del borde de la herramienta de corte y que las partículas abrasivas embebidas en el material en forma de, por ejemplo, carburo de silicio, carburo de boro u óxido de aluminio, se eliminan en el material molido y, por tanto, no entran en contacto directo con el corte. Esto podría explicar por qué las herramientas de corte conservan su filo, en contraste directo con lo que ocurre durante las operaciones de corte convencionales.

Se han realizado una serie de pruebas para evaluar el procedimiento según la invención. Entre otros análisis, se produjo una brida a partir de una palanquilla en bruto de un material MMC usándose un laminador para eliminar todo el material de la palanquilla en bruto alrededor del resto de la brida. En este caso, la brida tenía forma de L, con un grosor final de 1 mm de material, y los lados de la brida midieron 45 y 15 mm, respectivamente. Los valores usados durante el mecanizado en este ejemplo fueron: velocidad de giro del huso 15.000 rpm, velocidad de corte 565 m/minuto y velocidad de alimentación 300 mm/min. Llevó 2,5 minutos crear la brida. La vida de herramienta de la

herramienta de corte se midió en horas. La proporción de Si C en el material fue del 40% en este ejemplo.

También se realizaron pruebas en las que se taladraron orificios en material MMC que contenía un 40% de SiC. Se taladraron una serie de orificios usando taladros HM de 6,9 mm, con una velocidad del torno de 15.000 rpm y una velocidad de alimentación de 3000 mm/minuto. La vida de herramienta del taladro fue tal que un taladro se pudo usar para taladrar 1000 orificios.

En otro ejemplo se realizó un rodillo de conexión directamente a partir de un palanquilla en barra de MMC mecanizado en su forma final usando HSM. El coste de, por ejemplo, un rodillo de conexión hecho de MMC es bajo, y también ofrece las siguientes ventajas sobre los rodillos de conexión hechos de otros materiales:

- en relación con acero. Masa menor, mejor conducción de calor
- en relación con titanio: masa menor, rigidez mayor, mejor conducción de calor
- en relación con aluminio: rigidez más elevada, mayor punto de rendimiento, mayor resistencia a la fatiga, coeficiente de expansión lineal térmica como el del acero en un rodillo de conexión conectado
- en relación con compuesto de fibra: menor precio, propiedades isotrópicas, coeficiente de expansión lineal térmica como el del acero en un rodillo de conexión conectado, mejor conducción del calor.

Los buenos resultados obtenidos en relación con el mecanizado de acuerdo con el procedimiento propuesto se produjeron utilizando herramientas de corte de metal duro recubierto con enfriamiento del conducto interno, y con herramientas de diamante. Cuando se usan herramientas de diamante, las vidas de herramienta de las herramientas son largas a contenidos de carburo de hasta un 40% en el material MMC. Se siguen obteniendo buenos resultados a contenidos de carburo tan elevados como del 70% en el material MMC.

El procedimiento según la invención es aplicable a todos los tipos de componentes que se van a preparar a partir de materiales MMC en los casos en los que es factible el corte con máquina, a la luz de la forma final del componente. Por tanto, el procedimiento no se limita a las formas de realización representadas, pero se puede usar en relación con todos los componentes en los que la elección de MMC como el material es ventajosa.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para fabricar insertos (5, 5a, 5b) para asientos de rodamiento para ejes (3) montados en rodamientos en un alojamiento de metal ligero fundido (1,2), que se **caracteriza** porque

- se forma una palanquilla de un material MMC que contiene 10-70% de material cerámico en volumen en forma de partículas o fibras en una barra cuyo perfil transversal coincide esencialmente con todo el perfil transversal del inserto (5) o coincide con el perfil transversal de una sección (5a, 5b) del inserto,
- se obtienen insertos distintos (5, 5a, 5b) mediante corte transversal de la barra por medio del corte con mecanizado de alta velocidad, durante el cual las fuerzas de cor-

te en el borde del corte disminuyen con la velocidad de corte creciente, tras lo cual las piezas de corte transversal de la barra constituyen todo o partes de un inserto (5, 5a, 5b).

2. Un procedimiento según la reivindicación 1, que se **caracteriza** porque la palanquilla del material MMC se forma en dicha barra mediante extrusión, fusión, sinterización o forjado.

3. Un procedimiento según la reivindicación 1, que se **caracteriza** porque las herramientas de corte para el mecanizado de alta velocidad consisten en herramientas del grupo compuesto por laminadores, taladros, fresas de disco, cuchillas dentadas o sierras de cinta.

4. Un procedimiento según la reivindicación 1, que se **caracteriza** porque la palanquilla de material MMC se forma en dicha barra mediante extrusión, fusión, sinterización o forjado.

Fig 1

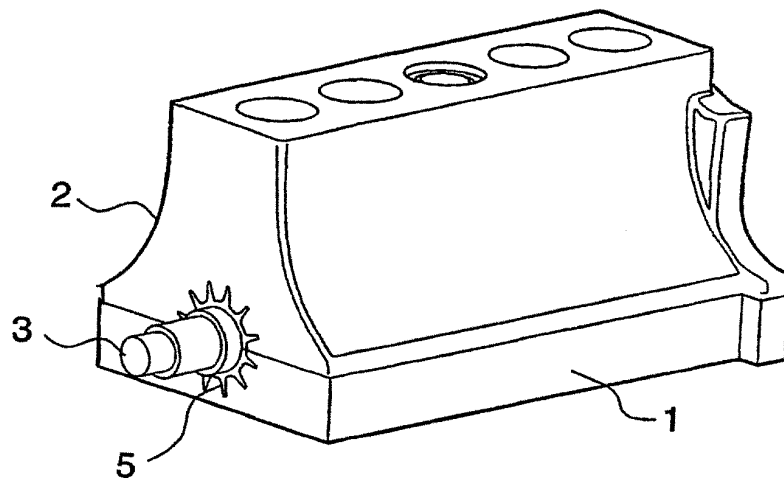


Fig 2

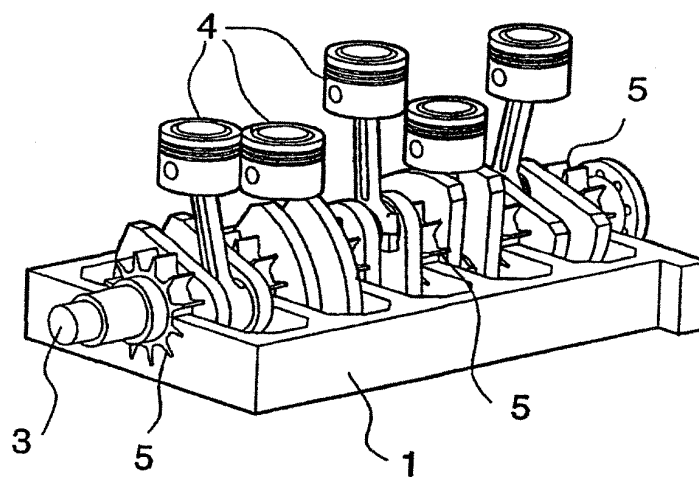


Fig 3

