

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 106**

51 Int. Cl.:

B64C 13/34 (2006.01)
B33Y 80/00 (2015.01)
B22F 3/105 (2006.01)
F16H 57/032 (2012.01)
B22F 7/06 (2006.01)
B22F 5/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2016 E 16002130 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 3153255**

54 Título: **Carcasa para una transmisión y uso de un procedimiento de fabricación aditiva**

30 Prioridad:

10.10.2015 DE 102015013182

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

19.03.2020

73 Titular/es:

DIEHL DEFENCE GMBH & CO. KG (100.0%)
Alte Nußdorfer Strasse 13
88662 ÜBERLINGEN, DE

72 Inventor/es:

FISCH, PETER GERD;
ELSNER, GERD;
STENGELE, ALEXANDER y
FISCHER, KLAUS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 749 106 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

Carcasa para una transmisión y uso de un procedimiento de fabricación aditiva

5 La invención se refiere a una carcasa para una transmisión. La carcasa sirve para alojar la transmisión, en particular ruedas dentadas y ejes. La invención se refiere a una carcasa con una transmisión alojada en la misma.

10 En la práctica, en este tipo de carcasas es habitual fabricar diferentes segmentos o partes de la carcasa correspondiente de diferentes materiales. Por ejemplo, una parte de la carcasa se fabrica de acero y otra parte de la carcasa de aluminio. A bajas temperaturas, por ejemplo a -40°C, este tipo de transmisiones pueden mostrar pares de fricción muy elevados.

15 Por el estado de la técnica se conoce emplear procedimientos de fabricación aditiva para la producción de diversos componentes. El documento FR 3 016 407 A1 describe una transmisión para unidades auxiliares para un turbopropulsor, que presenta dos brazos, en los que están montadas líneas de transmisión. La carcasa de la transmisión para unidades auxiliares puede producirse por medio de fabricación aditiva tal como fusión por rayo láser. El documento GB 2 521 391 A hace referencia a componentes que pueden formar parte de un cojinete, de un accionador, de una rueda dentada, de una carcasa de transmisión, etc. En los componentes producidos por medio de un procedimiento de fabricación aditiva se introduce una marca de identificación para poder diferenciarlos de falsificaciones. El documento WO 2016/111896 A1 se refiere a una estructura producida al menos en parte con un procedimiento de fabricación aditiva, en la que se introduce un amortiguador de vibraciones. Se propone emplear la estructura para partes de un helicóptero, como la transmisión, carcasa, etc.

25 El objetivo de la invención es proporcionar una carcasa mejorada.

El objetivo se alcanza mediante una carcasa según la reivindicación 1. A partir de las demás reivindicaciones, la siguiente descripción así como las figuras adjuntas se deducen formas de realización preferidas o ventajosas de la invención así como otras categorías de la invención.

30 La carcasa es una carcasa para una transmisión. La carcasa sirve para alojar la transmisión o aloja la transmisión. Al menos un segmento de la carcasa se ha producido con ayuda de un procedimiento de fabricación aditiva. Según la invención un segmento, que limita al menos en parte con la transmisión o una parte de la transmisión, se ha producido con ayuda de un procedimiento de fabricación aditiva.

35 En el marco de la presente solicitud de patente, el término "procedimiento de fabricación aditiva" se refiere a procedimientos de fabricación para los cuales en la bibliografía son habituales numerosas denominaciones. Este tipo de procedimientos de fabricación se denominan por ejemplo también "procedimientos de fabricación generativos", "additive manufacturing", "rapid prototyping", "rapid manufacturing" o "impresión 3D". En el documento "VDI Statusreport Additive Fertigungsverfahren September 2014", Verein deutscher Ingenieure e.V., Dr. Erik Marquardt, Departamento de ingeniería de producción y procedimientos de fabricación, archivo PDF para descarga gratuita en www.vdi.de/statusadditiv, se encuentra por ejemplo una visión general de ejemplos de procedimientos de fabricación aditiva.

45 Mediante el empleo del procedimiento de fabricación aditiva es posible obtener estructuras, en particular grosores de material o espesores de pared en la carcasa, que con este diseño o disposición sólo podrían producirse de una manera muy compleja o ni siquiera podrían producirse con los procedimientos de fabricación habituales. Así, en particular, es posible producir una carcasa que en cada punto sólo presenta el grosor de material correspondiente necesario para soportar las cargas esperadas precisamente en el mismo. Así se obtienen segmentos con espesores de pared muy reducidos, de modo que resulta un ahorro de peso con respecto a las carcasas fabricadas de la manera habitual.

50 Para la elección del material de carcasa están disponibles una serie de materiales que pueden procesarse con procedimientos de fabricación aditiva. Así, en particular puede elegirse un material que sea favorable con respecto a su expansión térmica para la transmisión a emplear, para reducir o evitar la rigidez, una fricción aumentada o incluso atascos o posiciones de tolerancia desfavorables por todo el intervalo de temperatura especificado.

La carcasa es una carcasa de un mecanismo de timón para la cola de una aeronave. A este respecto, el mecanismo de timón incluye la transmisión. La aeronave es en particular un avión, un avión militar o un misil guiado. En este tipo de carcasas las ventajas mencionadas anteriormente, como por ejemplo la posibilidad de una construcción ligera, son especialmente ventajosas debido al ahorro de peso que puede conseguirse.

60 Según la invención al menos un segmento de la carcasa, en particular toda la carcasa, está fabricado de un material de acero. También la transmisión, en particular sus partes, como ejes y ruedas dentadas, está fabricada según la invención de un material de acero.

65

La invención se basa en las siguientes consideraciones y conclusiones: por la práctica se conocen transmisiones de construcción ligera, en particular mecanismos de timón, que generalmente presentan una carcasa de aluminio. Habitualmente la verdadera transmisión o los verdaderos elementos de transmisión, como por ejemplo ruedas dentadas y ejes, soportan cargas muy elevadas y están producidos de acero. Según la temperatura, debido a las diferentes expansiones se producen atascos en la transmisión. El motivo de los pares de fricción elevados en la carcasa conocida o la transmisión o el mecanismo de timón conocidos son las diferentes combinaciones de materiales de carcasa y transmisión. Por regla general, la transmisión está fabricada de acero para diseñar la transmisión o las ruedas dentadas para las elevadas cargas existentes. Un intervalo de temperatura habitual para la especificación de la carcasa en los mecanismos de timón es por ejemplo de -55°C a +80°C. Las partes de carcasa, que no están compuestas de acero sino por ejemplo de aluminio, presentan otras expansiones térmicas. En el intervalo de temperatura habitual para la especificación de la carcasa esto lleva a una fricción aumentada o a atascos. Es deseable mantener los pares de fricción en su mayor parte constantes por un intervalo de temperatura amplio, en particular el intervalo de especificación mencionado anteriormente.

Una primera solución concebible sería la instalación de una calefacción para evitar las desventajas a bajas temperaturas, al estabilizar la transmisión, en particular el mecanismo de timón, frente a temperaturas no críticas. Además, una posible solución sería construir la carcasa o la transmisión de materiales con una expansión térmica al menos similar. Una posibilidad sería por ejemplo fabricar la carcasa de una aleación de titanio cara, lo que sin embargo supondría una desventaja respecto a los costes.

Por regla general, en particular en aviación, se excluye el uso de material de acero porque el peso de una transmisión correspondiente se vuelve muy grande. Ahora, la idea según la invención se basa en emplear un procedimiento de fabricación aditiva en relación con un material de acero. Así, puede emplearse el material de acero más delgado de lo que hasta ahora era posible y de este modo puede compensarse el problema del peso inherente al material de acero al menos en una medida suficiente. Así es posible fabricar de material de acero también toda la carcasa o segmentos de carcasa críticos de manera correspondiente, en particular segmentos que limitan al menos en parte con la transmisión o con partes de la misma. En este sentido, como se indicó anteriormente, pueden obtenerse grosores de material que en conjunto lleven a una carcasa de acero de construcción ligera, que ya no presente desventajas respecto al peso o sólo presente desventajas aceptables respecto al peso, con respecto a una carcasa convencional con una construcción híbrida, en particular de acero y aluminio.

Entonces la carcasa de acero presenta la misma expansión térmica que una transmisión de acero o sus ruedas dentadas, con lo que se evitan diferentes expansiones de material. Según esta variante de la invención se obtiene una carcasa de menor complejidad y con menores costes con respecto a los enfoques convencionales. La carcasa puede realizarse con una construcción ligera. Puede producirse una combinación de los componentes de carcasa de aluminio y acero habituales para obtener una carcasa de acero monolítica. Ahora es posible realizar una carcasa de transmisión o mecanismo de timón de varias piezas, que hasta ahora se fabricaba a partir de materiales mixtos, como carcasa de una sola pieza, eliminando al mismo tiempo el riesgo de tensiones producidas por la temperatura. Así, dicho de otro modo la carcasa se construye con procedimientos de fabricación aditiva.

Con los procedimientos de fabricación aditiva según la invención, que corresponden a los métodos de fabricación más novedosos, pueden producirse carcasas de transmisión o mecanismos de timón de acero con el mismo peso y la misma rigidez que las carcasas convencionales de aluminio o con un porcentaje en aluminio. Así, según esta variante de la invención puede obtenerse una carcasa de construcción ligera sin tensiones producidas por la temperatura. Gracias a la novedosa tecnología de fabricación aditiva puede obtenerse una carcasa de aluminio o híbrida, convencional hasta el momento, con una carcasa de acero igual de pesada e igual de rígida. Pueden utilizarse todos los grados de libertad de diseño de los procedimientos de fabricación aditiva, por ejemplo en particular del procedimiento SLM (*selective laser melting*, fusión selectiva por láser), también denominado LBM (*laser beam melting*, fusión por rayo láser).

Según una forma de realización preferida la carcasa comprende varias partes de carcasa. Al menos una de las partes de carcasa se ha producido con ayuda del procedimiento de fabricación aditiva. Así, por ejemplo es posible producir partes de carcasa no críticas, de fabricación convencional con los procedimientos de fabricación habituales de manera rápida y sencilla, las partes de carcasa complejas o de realización con un ahorro de peso particular pueden producirse con ayuda del procedimiento de fabricación aditiva. Así se reducen los costes y la complejidad para toda la carcasa.

En una forma de realización alternativa la carcasa está realizada de una sola pieza. La carcasa de una sola pieza puede producirse completamente con ayuda de un procedimiento de fabricación aditiva. Sin embargo, con los procedimientos de fabricación aditiva también es posible fabricar sólo determinados segmentos de la carcasa, en particular aquellos segmentos que limitan con la transmisión al menos en parte y producir los segmentos restantes de la manera habitual. Finalmente se unen todos los segmentos de la carcasa formando una sola pieza, por ejemplo mediante soldadura.

En una forma de realización preferida la carcasa se produce completamente con ayuda del procedimiento de fabricación aditiva. Esto es aplicable tanto para una carcasa de una sola pieza como para una carcasa con varias

partes de carcasa. De este modo, en particular sólo es necesario un único procedimiento de fabricación para toda la carcasa y toda la carcasa puede realizarse en particular con respecto a los grosores de pared en todos los puntos con el mínimo grosor de pared posible o una estructura con ahorro de peso.

5 En una forma de realización preferida al menos una parte del segmento de la carcasa, que se produce con ayuda del procedimiento de fabricación aditiva, presenta una microestructura. La microestructura, por ejemplo como la estructura con ahorro de peso mencionada anteriormente, incluye una pluralidad de nervios de unión con espacios libres intermedios. El segmento de carcasa correspondiente está realizado en particular como microentramado, como se conoce por ejemplo por el documento DE 10 2014 003 441 A1. Una microestructura de este tipo es lo
10 suficientemente estable a pesar de sus espacios libres en comparación con un segmento de carcasa producido de material macizo, aunque tiene un mayor ahorro de peso. En particular este tipo de microestructuras no pueden producirse con los procedimientos de fabricación habituales o sólo pueden producirse difícilmente, sin embargo, mediante el procedimiento de fabricación aditiva pueden producirse sin problemas.

15 En una forma de realización preferida el procedimiento de fabricación aditiva es un procedimiento SLM o LBM. Estos procedimientos ya se mencionaron anteriormente y son adecuados en particular para el procesamiento de materiales de acero y así para la producción de carcasas de acero fabricadas de manera aditiva con las ventajas mencionadas anteriormente.

20 En una forma de realización preferida la carcasa se ha construido de manera biónica o según un enfoque biónico. Por regla general, un enfoque biónico de manera correspondiente da lugar a estructuras de aspecto filigrana u orgánico, que en particular pueden realizarse como microentramado, como se explicó anteriormente, y presentan una pluralidad de cavidades entre los nervios de unión. En el caso del enfoque biónico se imitan o simulan estructuras presentes en particular en la naturaleza, que por ejemplo pueden ser particularmente estables y al
25 mismo tiempo también ligeras.

Según una variante preferida de esta forma de realización la carcasa se ha construido utilizando al menos dos optimizaciones de topología, en particular procesos de optimización automáticos biónicos con diferentes parámetros de inicio. Por regla general, mediante los dos procesos de optimización diferentes se proponen dos estructuras de carcasa diferentes. Éstas sirven entonces de sugerencia para un constructor para diseñar una carcasa con ahorro
30 de espacio, pero lo suficientemente estable, por regla general como modelo CAD.

El objetivo de la invención también se alcanza mediante el uso de un procedimiento de fabricación aditiva según la reivindicación 10. En este sentido el procedimiento de fabricación aditiva se utiliza para la producción de la carcasa según la invención mencionada anteriormente. El uso así como sus formas de realización preferidas y sus ventajas se explicaron ya de manera análoga en relación con la carcasa según la invención.

35 Los aspectos de la invención en sus diferentes categorías incluidas las formas de realización preferidas pueden resumirse de la siguiente manera:

40 Las carcasas según la invención pueden diseñarse de manera completamente nueva; sin embargo, alternativamente también es posible optimizar los diseños o planteamientos de carcasa conocidos con respecto a las posibilidades de los procedimientos de fabricación aditiva, en particular reducir los grosores de pared en determinados segmentos de carcasa y/o realizar los segmentos macizos convencionales como microentramado, etc. Las modificaciones pueden
45 llevarse a cabo en particular donde hasta ahora no era posible o no era rentable debido a las posibilidades limitadas de los métodos de fabricación habituales. En particular con la carcasa según la invención pueden implementarse futuros proyectos aeronáuticos o también realizarse programas de actualización de series de construcción existentes.

50 A partir de la siguiente descripción de un ejemplo de realización preferido de la invención así como de las figuras adjuntas se deducen características, efectos y ventajas adicionales de la invención. A este respecto muestran en un esbozo esquemático:

la figura 1, una carcasa según la invención y su diseño mediante una carcasa existente,

55 la figura 2, un proceso de diseño alternativo para la carcasa según la invención,

la figura 3, la conversión de la carcasa existente de la figura 1 en una carcasa de acero habitual.

60 La figura 1 muestra una carcasa 2 según la invención, que es una carcasa 2 de un mecanismo de timón para la cola de una aeronave, que no se representan. La carcasa 2 sirve para alojar una transmisión 10 del mecanismo de timón, no representada en las figuras 1 y 2. La carcasa 2 se ha producido en su totalidad de una sola pieza con ayuda de un procedimiento de fabricación aditiva, en este caso del procedimiento SLM.

65 La figura 1 muestra la carcasa 2 desde tres vistas a) a c), estando representadas las respectivas direcciones de visualización para las vistas mediante flechas y mayúsculas A-C. La figura 1 muestra también un proceso de diseño,

que lleva a la realización concreta de la carcasa 2. El proceso de diseño comienza con un diseño ya existente para la carcasa 2 como componente híbrido H, en el que una primera parte de carcasa 4a de la carcasa, en este caso un cuerpo de base o la verdadera carcasa, se ha fabricado de aluminio. Una segunda parte de carcasa 4b, en este caso una cubierta superior especialmente bajo carga, está fabricada de acero. El componente existente presenta una masa de 430 gramos y una deformación en el asiento del cojinete de 0,09 milímetros.

El problema de la carcasa 2 como componente híbrido H, es decir, con una construcción híbrida, consiste en este caso en la diferente expansión térmica de las partes de carcasa 4a, b. Éstas provocan variaciones de la fricción y de la holgura de transmisión en el mecanismo de timón definitivo, es decir, cuando la transmisión 10 está colocada en la carcasa 2, que dependen mucho de la temperatura. En este sentido el peso total de 430 gramos está compuesto por 140 gramos para la parte de carcasa 4b y 281 gramos para la parte de carcasa 4a así como 9 gramos para tornillos de carcasa no representados.

Inicialmente, mediante una optimización de topología T se produce una determinación automática de segmentos 6 de la carcasa 2 sometidos a mucha carga y sometidos a menor carga con métodos CAD (Computer Aided Design, diseño asistido por ordenador) habituales para los expertos, que en este caso no se explicarán en más detalle.

En una optimización de fabricación F siguiente se evalúa o utiliza el resultado de la optimización de topología. En el presente caso, por ejemplo en segmentos 6 de la carcasa 2 sometidos a menor carga, se prevén hendiduras 8 en el diseño de la carcasa 2. De este modo se ahorra material. La compleja geometría de componentes obtenida (diseño CAD) puede fabricarse sin problemas de acero mediante el procedimiento de fabricación aditiva. Como resultado se obtiene el componente monolítico M como carcasa 2, que en sí mismo está compuesto de acero y presenta una masa de aproximadamente 480 gramos con una deformación del asiento del cojinete también de 0,09 milímetros.

Para la carcasa 2 con una construcción monolítica, es decir, como componente monolítico M, se obtiene un comportamiento de expansión térmica homogéneo de la estructura de carcasa, ninguna variación desventajosa con respecto a la rigidez y al peso en relación al componente híbrido H, una posibilidad de montaje mejorada y la posibilidad de utilizar grados de libertad de diseño del procedimiento de fabricación aditiva, en este caso, en particular del procedimiento SLM.

La figura 1 muestra opcionalmente cómo puede reducirse adicionalmente la masa de la carcasa 2 mediante la fabricación de una microestructura 12. La microestructura presenta nervios y espacios intermedios indicados de manera simbólica, aunque en el segmento 6 correspondiente de la carcasa 2 es lo suficientemente estable.

La figura 2 muestra en detalle una optimización alternativa de la carcasa 2 con respecto a la construcción monolítica M. Partiendo de la carcasa 2 conocida por la figura 1 con una construcción híbrida se llevan a cabo dos optimizaciones de topología T diferentes con diferentes parámetros de inicio como dos procesos de optimización biónicos automáticos. A partir de los dos resultados se produce la optimización de fabricación F, en la que mediante los modelos intermedios optimizados automáticamente de manera biónica (diferentes resultados de las dos optimizaciones de topología T diferentes) se obtiene un diseño definitivo (modelo CAD) de la forma de la carcasa 2. La masa conseguida del componente monolítico M se encuentra en 484 gramos, es decir, todavía aproximadamente 50 gramos por encima de la de la versión híbrida H.

La figura 3 muestra para la carcasa 2 la conversión del componente híbrido H en un componente monolítico M alternativo según el estado de la técnica. En la carcasa 2 según las figuras 3a, b se han colocado partes de la transmisión 10, es decir, algunos componentes de transmisión. La figura 3a muestra una posición de montaje y la figura 3b una representación en parte en despiece ordenado. La figura 3 muestra la carcasa 2 también con una construcción monolítica M mediante el uso de la tecnología de fabricación convencional. Para ello se tomó el diseño según la figura 3a, b de manera idéntica con una construcción meramente en acero. La masa de la carcasa 2 según la figura 3c se encuentra claramente por encima de la de la carcasa 2 como componente monolítico M según las figuras 1 y 2, porque en este caso en particular no ha tenido lugar una optimización de topología T. En particular no existen hendiduras 8 en el componente monolítico M según la figura 3.

Lista de símbolos de referencia

2	carcasa
4a, b	parte de carcasa
6	segmento
8	hendidura
10	transmisión
12	microestructura

5	F	optimización de fabricación
	H	componente híbrido
	M	componente monolítico
	T	optimización de topología

REIVINDICACIONES

- 5 1. Carcasa (2) de un mecanismo de timón para la cola de una aeronave con una transmisión (10) alojada en la misma, en la que
- a) al menos un segmento (6) de la carcasa (2), que delimita al menos en parte con la transmisión (10) o una parte de la transmisión (10), se ha producido con ayuda de un procedimiento de fabricación aditiva y
- 10 b) el segmento (6) y la transmisión (10) se han fabricado de un material de acero.
2. Carcasa (2) según la reivindicación 1, en la que toda la carcasa (2) se ha fabricado de un material de acero.
3. Carcasa (2) según la reivindicación 1 o 2, en la que la carcasa (2) comprende varias partes de carcasa (4a, 4b) y al menos una de las partes de carcasa (4a, 4b) se ha producido con ayuda del procedimiento de fabricación aditiva.
- 15 4. Carcasa (2) según la reivindicación 1 o 2, en la que la carcasa (2) se ha realizado de una sola pieza.
5. Carcasa (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la carcasa (2) se ha producido completamente con ayuda del procedimiento de fabricación aditiva.
- 20 6. Carcasa (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos una parte del segmento (6) de la carcasa (2) producida con ayuda del procedimiento de fabricación aditiva presenta una microestructura (12) que incluye una pluralidad de nervios de unión con espacios libres intermedios.
- 25 7. Carcasa (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el procedimiento de fabricación aditiva es un procedimiento SLM o LBM.
8. Carcasa (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la carcasa (2) se ha construido según un enfoque biónico.
- 30 9. Carcasa (2) según la reivindicación 8, en la que la carcasa (2) se ha construido utilizando al menos dos optimizaciones de topología (T) diferentes.
- 35 10. Uso de un procedimiento de fabricación aditiva, en el que se utiliza el procedimiento de fabricación aditiva para la producción de una carcasa (2) según una de las reivindicaciones anteriores.

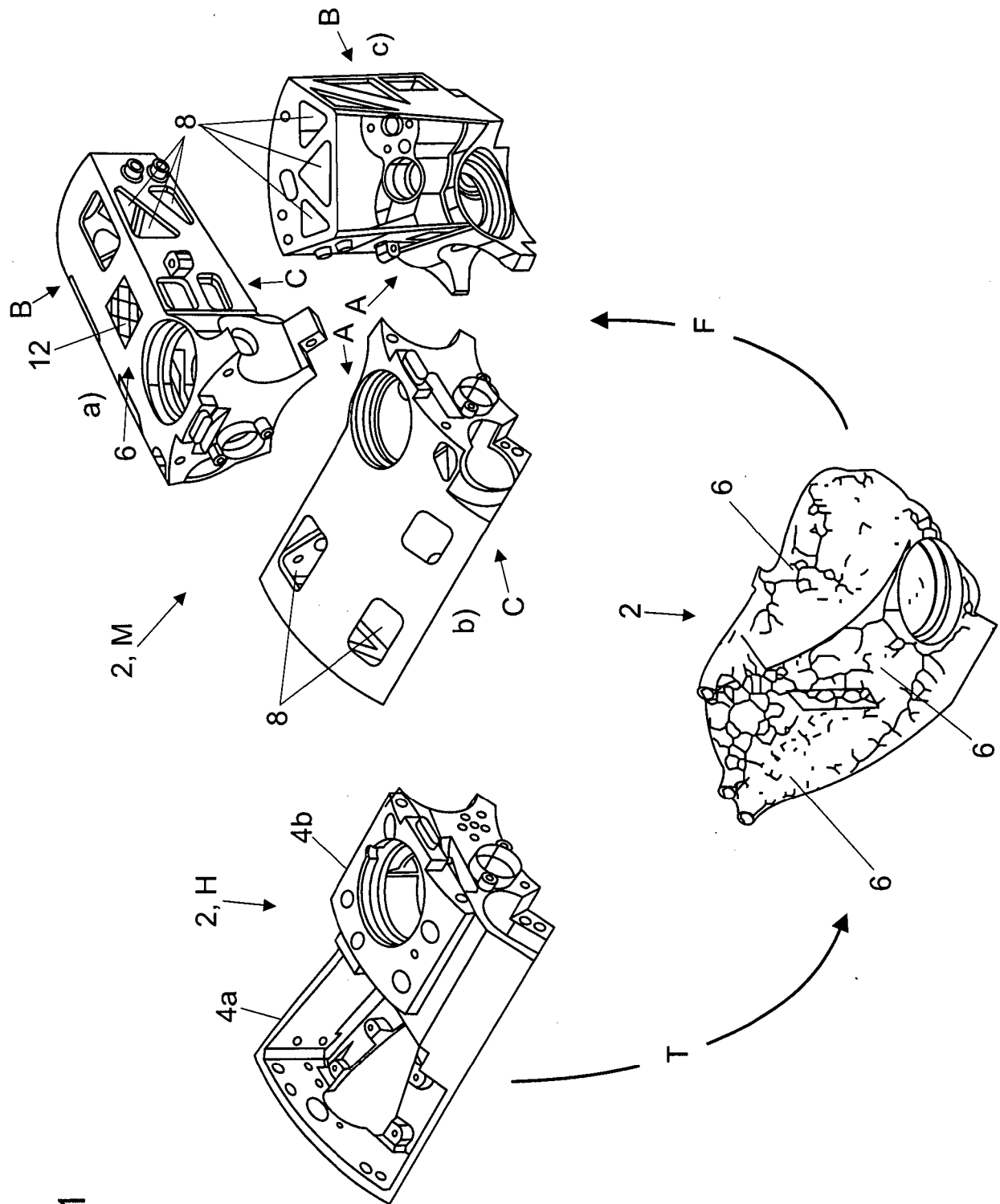


Fig. 1

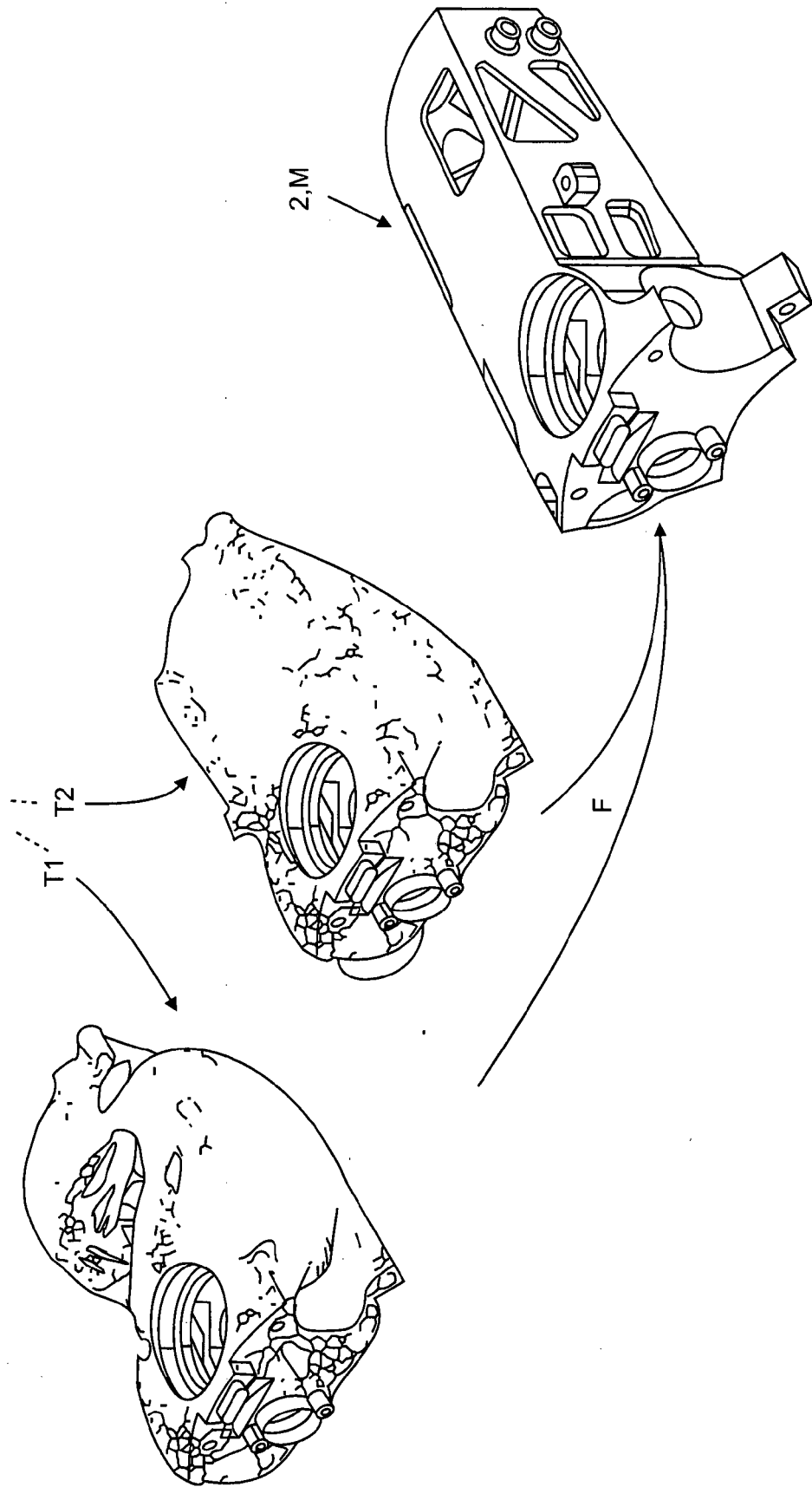


Fig. 2

Fig. 3

