

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 889**

51 Int. Cl.:

C22F 1/04 (2006.01)

C22F 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2010 PCT/GB2010/002100**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2011 WO11058332**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2010 E 10787522 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 2499271**

54 Título: **Método de conformación de una pieza de forma compleja a partir de una chapa**

30 Prioridad:

13.11.2009 GB 0919945

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

12.03.2018

73 Titular/es:

**IMPERIAL INNOVATIONS LIMITED (100.0%)
52 Princes Gate South Kensington
London SW7 2PG , GB**

72 Inventor/es:

**LIN, JIANGUO;
BALINT, DANIEL;
WANG, LILIANG;
DEAN, TREVOR, ANTHONY y
FOSTER, ALISTAIR, DAVID**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 658 889 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

Método de conformación de una pieza de forma compleja a partir de una chapa

5 ÁMBITO

La presente invención se refiere a la conformación de componentes de forma compleja a partir de una chapa de aleación de aluminio. La presente invención también se refiere a la conformación de estos componentes a partir de una aleación de magnesio.

10

ANTECEDENTES

En general es conveniente que los componentes utilizados en aplicaciones automotrices y aeroespaciales sean lo más ligeros posible. Los componentes más ligeros contribuyen a disminuir el peso total de un automóvil o de una aeronave y ayudan a mejorar el ahorro de combustible. El uso de componentes livianos también puede proporcionar otras ventajas, por ejemplo, mejora la maniobrabilidad en las aplicaciones automotrices y permite transportar una carga más pesada en las aplicaciones aeroespaciales. Por estos motivos es conveniente fabricar componentes para dichas aplicaciones a partir de aleaciones ligeras, tales como las aleaciones de aluminio (aleaciones de Al).

15

20

Sin embargo las aleaciones de Al son menos dúctiles que, por ejemplo, las aleaciones de acero. Como resultado, es por lo menos difícil y algunas veces imposible moldear componentes de forma compleja a partir de aleaciones Al. En cambio, a veces los componentes de forma compleja se fresan a partir de bloques sólidos de aleación de aluminio tratada térmicamente. Esto puede ocasionar un alto porcentaje de desperdicio de aleación de Al y por consiguiente un gran aumento de costes de fabricación. Lo mismo sucede al conformar los componentes a partir de aleaciones de magnesio (aleaciones de Mg).

25

La patente WO 2008/059242 revela un método de conformación de láminas de aleación de aluminio (aleación de Al) para producir piezas de forma compleja. El método revelado en la patente WO 2008/059242 incluye las siguientes etapas generales:

30

- (i) calentar una lámina de aleación de Al en bruto hasta su temperatura de tratamiento térmico de solución (TTS) y mantener esa temperatura hasta que se haya completado el TTS;
- (ii) transferir rápidamente la lámina en bruto a una serie de moldes en frío de manera que se minimice la pérdida de calor de la lámina en bruto;
- (iii) cerrar inmediatamente los moldes fríos para transformar la lámina en bruto en una pieza; y
- (iv) mantener la pieza conformada en los moldes cerrados durante el tiempo de enfriamiento de dicha pieza.

35

Si bien este método tiene ciertas ventajas sobre los métodos anteriores, también tiene algunos inconvenientes. Por ejemplo, para que el método dé resultado la conformación debe efectuarse antes de que la lámina se enfríe. Como la lámina tiende a enfriarse con rapidez (es delgada y tiene una baja capacidad calorífica específica y una elevada conductividad térmica), la conformación debe llevarse a cabo muy rápidamente. Esto es problemático porque así el conformado requiere una prensa muy rápida, con grandes fuerzas de conformación. Estas prensas son caras y las fuerzas de conformación elevadas tienden a acortar la vida útil de la herramienta. Además es difícil conformar piezas complejas: la lámina tiende a enfriarse antes de que la pieza compleja se forme por completo.

40

45

Por lo tanto, es conveniente abordar este inconveniente.

RESUMEN

50

Según un primer aspecto de la presente invención se ofrece un método como el definido en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

En un ejemplo se ofrece un método para conformar una pieza de forma compleja a partir de una lámina de aleación de Al, que comprende el método las siguientes etapas:

55

- a) calentar la lámina a una temperatura por debajo de la temperatura de tratamiento térmico de solución (TTS) de la aleación y por debajo de aquella a la cual se funden las inclusiones de la aleación y a la cual la capacidad de conformación de la aleación es mayor que a la temperatura TTS; y luego;
- b) transformar la lámina caliente entre matrices calentadas en o hacia la forma compleja;
- c) calentar la lámina al menos hasta su temperatura TTS y mantener sustancialmente esa temperatura hasta que se haya completado el TTS; y
- d) enfriar entre matrices frías la lámina resultante del tratamiento térmico de solución y finalizar al mismo tiempo la transformación en la forma compleja o mantener esta forma.

60

65

Se ha encontrado que la capacidad de conformación de las aleaciones de Al es mayor a temperaturas por debajo de la temperatura de TTS que a la temperatura de TTS. Ello es debido a que las inclusiones de la aleación se pueden

licuar a la temperatura de TTS, creando micro-huecos en el material antes de que haya comenzado la conformación. Como resultado disminuye la capacidad de conformación después del TTS y a la temperatura de TTS.

5 Por consiguiente es más fácil elaborar una pieza compleja conformando la lámina, al menos parcialmente, a una temperatura por debajo de la temperatura de TTS, cuando la capacidad de conformación es mayor. En el presente método, esto se logra calentando primero la lámina a una temperatura por debajo de la temperatura de TTS y luego transformando la lámina, al menos parcialmente, en la forma compleja entre matrices calientes. Además, colocando la lámina conformada, al menos parcialmente, entre matrices frías para templar la lámina, se puede completar el conformado (o mantenerlo, si ya está terminado) durante la operación de templado, dando como resultado la pieza
10 con la forma deseada.

La etapa (a) puede consistir en calentar la lámina a una temperatura por debajo de la cual se funden las inclusiones de la aleación. La etapa (a) puede consistir en calentar la lámina hasta una temperatura a la cual la capacidad de conformación de la aleación es mayor que a la temperatura de TTS. La etapa (a) puede consistir en calentar la lámina hasta una temperatura a la cual la capacidad de conformación de la aleación se maximiza sustancialmente.
15

La etapa (b) puede consistir en conformar la lámina en matrices calientes habilitadas para minimizar la pérdida de calor de la lámina. En la etapa (b) las matrices pueden estar a una temperatura por debajo de la temperatura de TTS de la aleación. En la etapa (b) las matrices pueden estar esencialmente a la misma temperatura a la cual se calienta la lámina en la etapa (a). Durante la etapa (b) la temperatura de las matrices se puede mantener prácticamente constante. Las matrices de la etapa (b) pueden comprender uno o más elementos calefactores.
20

La etapa (d) puede incluir el paso de practicar agujeros y/o cortes en la lámina. Las matrices de la etapa (b) pueden tener sustancialmente la misma forma que la matriz de la etapa (b). Las matrices de la etapa (b) pueden disponerse para disipar el calor de la lámina cuando está en su interior. Las matrices de la etapa (b) pueden enfriarse; y pueden comprender uno o más elementos y/o canales de refrigeración. El método puede incluir la etapa posterior de (e) envejecer artificialmente la pieza resultante de forma compleja.
25

La aleación de Al puede ser una aleación de Al de la serie 2XXX, tal como el aluminio AA2024. En la etapa (a) la lámina se puede calentar a menos de 493°C; la lámina se puede calentar a menos de 470°C; la lámina se puede calentar entre 430°C y 470°C; la lámina se puede calentar entre 440°C y 460°C. La etapa (a) puede consistir en calentar la lámina a esta temperatura durante un tiempo comprendido entre 1 y 10 minutos, o incluso durante más tiempo, antes de empezar la etapa (b); y puede consistir en calentar la lámina a esta temperatura durante 5 minutos solamente. La etapa (c) puede consistir en calentar la lámina entre 493°C y 495°C, y puede consistir en calentarla a 493°C. La etapa (c) puede consistir en calentar la lámina a esta temperatura y mantenerla principalmente a esta temperatura durante un tiempo comprendido entre 10 y 20 minutos o entre 15 y 20 minutos, antes de empezar la etapa (d); y puede consistir en calentar la lámina a esta temperatura y mantenerla básicamente a esta temperatura durante un tiempo comprendido entre 15 y 20 minutos, por ejemplo durante 15 minutos solamente.
30
35

40 Se ha encontrado que los principios del método del primer aspecto también se pueden usar con aleaciones de Mg.

Así, en otro ejemplo se ofrece un método para conformar una pieza de forma compleja a partir de una lámina de aleación de Al o de una lámina de aleación de Mg, que comprende las siguientes etapas:

- 45 a) calentar la lámina a una temperatura inferior a la temperatura de tratamiento térmico de solución (TTS) de la aleación y por debajo de la temperatura a la cual se funden las inclusiones de la aleación y a la cual la capacidad de conformación de la aleación es mayor que a la temperatura de TTS; y luego;
b) transformar la lámina caliente entre matrices calentadas en o hacia la forma compleja;
50 c) calentar la lámina al menos hasta su temperatura TTS y mantener sustancialmente esa temperatura hasta que se haya completado el TTS; y
d) enfriar entre matrices frías la lámina resultante del tratamiento térmico de solución y finalizar al mismo tiempo la transformación en la forma compleja o mantener esta forma.

55 Las características opcionales del primer ejemplo también pueden ser características opcionales de este segundo ejemplo.

Cuando el método es para conformación a partir de una aleación de Mg, la aleación de Al puede ser una aleación tal como AZ31 o AZ91. En la etapa (a), la lámina se puede calentar a menos de 480°C; la lámina se puede calentar a menos de 470°C; la lámina se puede calentar a una temperatura comprendida entre 400°C y 420°C; la lámina se puede calentar aproximadamente a 413°C. La etapa (a) puede consistir en calentar la lámina a esta temperatura durante un tiempo comprendido entre 1 y 10 minutos, o incluso más tiempo, antes de empezar la etapa (b); y puede consistir en calentar la lámina a esta temperatura durante solo 5 minutos o 3 minutos. La etapa (c) puede consistir en calentar la lámina a una temperatura comprendida entre 400°C y 525°C, y puede consistir en calentar la lámina a aproximadamente 480°C. La etapa (c) puede consistir en calentar la lámina a esta temperatura y mantenerla a esta temperatura básicamente durante un tiempo comprendido entre 10 y 20 minutos, antes de empezar la etapa (d); y
60
65

puede consistir en calentar la lámina a esta temperatura y mantenerla sustancialmente a esta temperatura durante un tiempo comprendido entre 15 y 20 minutos, por ejemplo durante 15 minutos solamente.

La temperatura de las matrices frías puede ser inferior a 50°C.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LAS FIGURAS

A continuación se describen formas de ejecución específicas de la presente invención, solo a manera de ejemplo y haciendo referencia al esquema adjunto, en el cual:

La figura 1 es una representación de la variación de la temperatura de una lámina de aleación de Al respecto al tiempo durante el uso de un método según una forma de ejecución de la presente invención.

DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE CIERTOS EJEMPLOS DE FORMAS DE EJECUCIÓN

A continuación se describe una forma de ejecución de un método para conformar una pieza de forma compleja a partir de una lámina de aleación de Al, haciendo referencia a la figura 1.

En primer lugar se calienta una lámina de aleación de Al AA2024 en un horno hasta una temperatura de 450°C. Esta temperatura de calentamiento inicial está por debajo de la temperatura típica de 493°C del tratamiento térmico de solución (TTS) de la AA2024. La lámina se mantiene a 450°C durante cinco minutos. Esta parte del método se ilustra en la figura 1 mediante la línea B.

A continuación la lámina se transfiere a una serie de matrices calientes. En esta forma de ejecución las matrices se mantienen a una temperatura inferior 400°C, en concreto a 350°C, mediante el funcionamiento de unos elementos calefactores situados en las matrices y alrededor de ellas. La lámina se transfiere a las matrices calientes sin demora para minimizar el enfriamiento de la lámina durante esta transferencia. Luego se juntan las matrices calientes para transformar la lámina en la pieza de forma compleja que debe elaborarse. Esta parte del método está representada en la figura 1 por la línea C. En otras formas de ejecución puede ser que las matrices calientes transformen la lámina dándole aproximadamente la forma de la pieza compleja, de modo que haga falta alguna deformación posterior para lograr finalmente esta pieza. Esto se explicará con más detalle a continuación.

Volviendo a la presente forma de ejecución, una vez conformada entre las matrices calientes, la lámina se calienta en otro horno a su temperatura de TTS de 493°C y se mantiene a esta temperatura durante 15 minutos, a fin de completar el TTS de la lámina conformada. Esta parte del método está representada en la figura 1 por la línea D.

Inmediatamente después de completar el TTS la hoja se transfiere a matrices frías. En esta forma de ejecución las matrices frías tienen exactamente la misma forma que las matrices calientes (aunque puede diferir en otras formas de ejecución, como se describirá a continuación). Luego las matrices frías se juntan para que la lámina conformada mantenga la forma de la pieza o la recupere, si ha sufrido cualquier distorsión durante el SHT, y para que la lámina se temple al mismo tiempo. En esta forma de ejecución las matrices frías se mantienen a una temperatura inferior a 150°C, lo cual se consigue mediante la provisión de canales de refrigeración en las matrices frías y alrededor de las mismas, por los cuales circula un refrigerante. Cuando la lámina está templada se retira de las matrices frías. Esta parte del método está representada en la figura 1 por la línea E.

Por último, la lámina, que ahora está transformada en la pieza de forma compleja, se envejece artificialmente de manera convencional. Esta parte del método está representada en la figura 1 por la línea F.

Se ha encontrado que la capacidad de conformación de la AA2024 a su temperatura de TTS de 293°C es incluso menor que su capacidad de conformación a temperatura ambiente. Otros estudios han revelado que esta aleación lleva grandes inclusiones de $Al_{20}Cu_2Mn_3$, que funden entre 470°C y 480°C (es decir, por debajo de la temperatura de TTS), dependiendo de la velocidad de calentamiento. Como resultado estas inclusiones se licúan a la temperatura del TTS, provocando la formación de huecos en la microestructura de la lámina. Esto disminuye la capacidad de conformación sea baja. Por esta razón, la lámina se calienta a una temperatura inferior a la temperatura del TTS en la primera etapa del método. Se ha encontrado que la AA2024 tiene una capacidad de conformación máxima a 450°C y por tanto se utiliza esta temperatura. Se han encontrado características similares en otras aleaciones de Al. En particular, se prevé que las formas de ejecución del método también puedan aplicarse para conformar piezas de forma compleja a partir de aleaciones de las series AA5XXX y AA6XXX, con los cambios idóneos de temperaturas y tiempos.

La conformación de la lámina calentada entre matrices calientes minimiza la pérdida de calor de la lámina, de modo que puede transformarse en condiciones isotérmicas o casi isotérmicas. Por consiguiente no hace falta realizar el proceso de conformado tan rápidamente como en la patente WO 2008/059242 o usando fuerzas de conformación tan grandes. Por lo tanto se puede usar un equipo de conformación menos costoso y esperar una vida útil más larga de la herramienta.

5 El resto del método es similar al descrito en la patente WO 2008/059242, pero con la excepción de que no se lleva a cabo ninguna deformación de la lámina durante el enfriamiento entre las matrices frías (aunque en otras formas de ejecución puede ocurrir alguna deformación pequeña). La finalidad principal de esta parte del método es templar la aleación tras el TTS y minimizar la distorsión de la pieza conformada durante el enfriamiento rápido. En aquellas formas de ejecución donde se realiza una conformación adicional en esta parte del método, la forma de la pieza se refina adicionalmente para obtener el aspecto final y se le pueden añadir otras características adicionales.

10 Como ya se ha mencionado, en otras formas de ejecución la lámina puede no estar completamente transformada en la pieza deseada entre las matrices calientes. En cambio, puede tener lugar una conformación adicional entre las matrices frías. En tales formas de ejecución está previsto que las matrices calientes y frías no tengan exactamente la misma forma.

REIVINDICACIONES

1. Método para conformar una pieza de forma compleja a partir de una lámina de aleación de Al o de Mg, que comprende las siguientes etapas:
- 5
- a) calentar la lámina a una temperatura por debajo de la temperatura de tratamiento térmico de solución (TTS) de la aleación y por debajo de aquella a la cual se funden las inclusiones de la aleación y a la cual la capacidad de conformación de la aleación es mayor que a la temperatura TTS; y luego;
 - b) transformar la lámina caliente entre matrices calentadas en o hacia la forma compleja;
 - 10 c) calentar la lámina al menos hasta su temperatura TTS y mantener sustancialmente esa temperatura hasta que se haya completado el TTS; y
 - d) enfriar entre matrices frías la lámina resultante del tratamiento térmico de solución y finalizar al mismo tiempo la transformación en la forma compleja o mantener esta forma.
- 15
2. Método según cualquier reivindicación anterior, durante cuya etapa (b) las matrices están sustancialmente a la misma temperatura que cuando la lámina se calienta en la etapa (a).
3. Método según cualquier reivindicación anterior, durante cuya etapa (b) se mantiene básicamente constante la temperatura de las matrices.
- 20
4. Método según cualquier reivindicación anterior, en el cual las matrices de la etapa (b) incluyen uno o varios elementos calefactores.
5. Método según cualquier reivindicación anterior, en el cual las matrices de la etapa (b) tienen sustancialmente la misma forma que la matriz de la etapa (b).
- 25
6. Método según cualquier reivindicación anterior, en el cual las matrices de la etapa (b) se enfrían e incluyen opcionalmente uno o más elementos y/o canales de refrigeración.
- 30
7. Método según cualquier reivindicación anterior, que incluye la etapa subsiguiente de (e) envejecer de manera artificial la pieza resultante de forma compleja.
8. Método según cualquier reivindicación anterior, en el cual la aleación de Al es una aleación de Al de la serie 2XXX, tal como la AA2024.
- 35
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en que la aleación de Mg es AZ31 o AZ91.

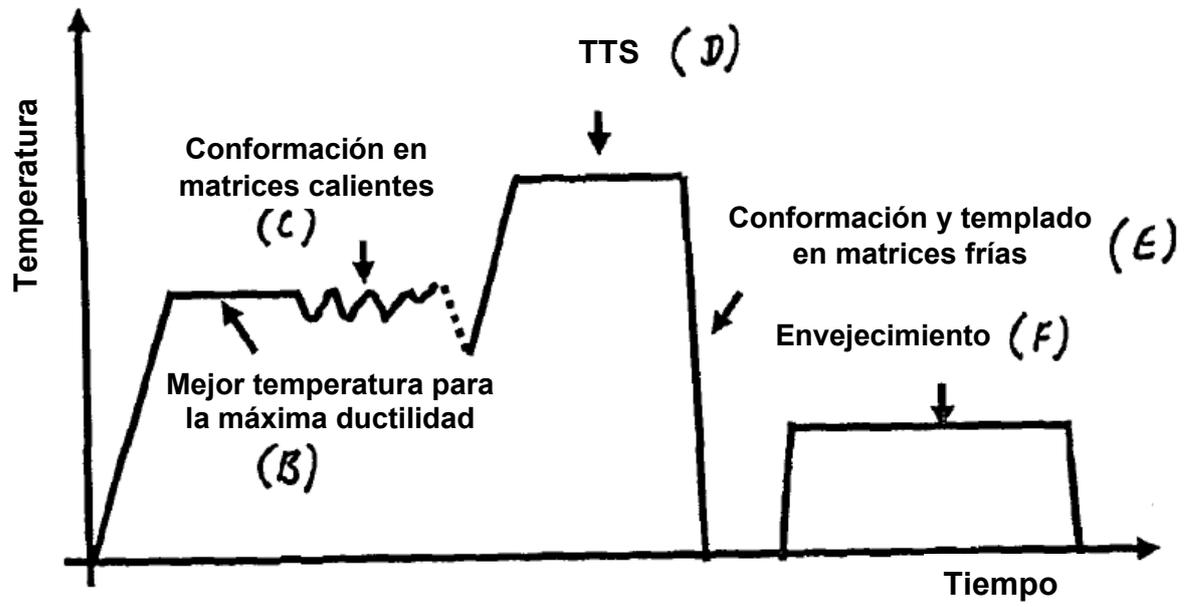


Figura 1