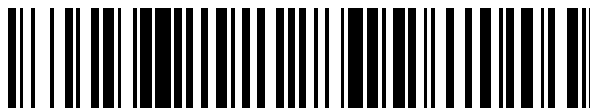


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 432 090**

21 Número de solicitud: 201230446

51 Int. Cl.:

B29C 70/38

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

26.03.2012

43 Fecha de publicación de la solicitud:

29.11.2013

71 Solicitantes:

AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.0%)
Avda. John Lennon, s/nº
28906 Getafe (Madrid) ES

72 Inventor/es:

CANO CEDIEL, David;
CHINARRO VERA, Ruth;
ESCOBAR BENAVIDES, Francisco y
NOGUEROLES VIÑES, Pedro

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS REALIZADAS EN MATERIAL COMPUESTO Y DISPOSITIVO EMPLEADO.**

57 Resumen:

El procedimiento de fabricación objeto de la invención comprende las siguientes etapas: A) apilado de tiras de material preimpregnado sobre un útil de encintado (14), de manera que se obtiene una pieza laminada en ángulo (2) que comprende una sección central (2a) contenida en un primer plano (12), al menos una sección lateral (2b) contenida en un segundo plano (13), y al menos un eje de doblado (5) entre la sección central (2a) y la al menos una sección lateral (2b), de manera que, el primer plano y el segundo plano forman un ángulo { α }; B) conformado de la pieza laminada en ángulo (2) que comprende el doblado por el eje de doblado (5) de la al menos una sección lateral respecto la sección central (2a), obteniendo una pieza conformada (6); C) curado, de la pieza conformada (6).

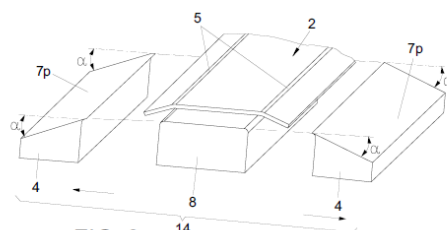


FIG. 3

**PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS REALIZADAS
EN MATERIAL COMPUESTO Y DISPOSITIVO EMPLEADO**

DESCRIPCIÓN

5

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de piezas realizadas en material compuesto de gran espesor y/o de geometría compleja. Empleando el procedimiento de fabricación objeto de la invención, se pueden fabricar piezas con estas geometrías de grandes ángulos y/o grandes espesores, cumpliendo los requisitos de calidad (dimensionales y estructurales) que se le exigen a las piezas empleadas en la industria aeronáutica. El procedimiento comprende un encintado y un conformado, empleándose para el encintado la tecnología ATL (Automatic Tape Laying). Es de aplicación en el ámbito de la fabricación de piezas para la industria aeronáutica.

15

Problema técnico a resolver y antecedentes de la invención

La utilización de materiales compuestos en la fabricación de piezas en la industria aeronáutica se ha extendido debido a las propiedades de ligereza, durabilidad y resistencia de dichos materiales.

20

Una de las técnicas actualmente empleadas para la fabricación de piezas de material compuesto, consiste en depositar tiras de material preimpregnado (material prepreg) sobre una mesa de laminación (proceso de encintado), hasta obtener un laminado en plano que se somete a un conformado posterior, obteniendo, de la pieza originalmente laminada en plano, la geometría de la pieza que se desea obtener, y finalmente someter a la pieza con la geometría definitiva a un curado.

25

La tecnología ATL, tradicionalmente, se emplea para encintar piezas planas o, en su defecto, con muy poca curvatura, empleando tiras de material prepreg que se depositan sobre una superficie plana. Tradicionalmente, para el encintado de piezas con mucha curvatura, se emplea la tecnología FP.

30

El procedimiento tradicional de fabricación de las piezas de material compuesto, utilizando la tecnología ATL, comprende los siguientes pasos:

- A) apilado de las tiras de material preimpregnado, sobre una superficie plana,
- B) conformado, de la pieza laminada en el paso anterior, mediante el empleo de:
 - a. un útil macho, con la geometría interior de la pieza deseada, contra el cual se presiona la pieza laminada para obtener la geometría deseada,
 - b. una máquina de conformado con una membrana de material elastómero, y
 - c. temperatura de alrededor de 60° C y aplicación de vacío a velocidad lenta para ir doblando el laminado por presión contra el útil macho.
- C) curado, de la pieza conformada en el paso anterior, en un autoclave en el que se aplican presión y temperatura altas.

40

El calor en el conformado se aplica por medios bien conocidos en el estado del arte, que están incorporados en la parte superior de la máquina de conformado.

45

Este procedimiento de fabricación presenta el problema de que al doblar en piezas de gran espesor ángulos de aproximadamente 90° aparecen problemas por el hecho de que la fibra de carbono es inextensible, por lo que, en la zona de doblado, se produce un deslizamiento entre las distintas capas de material prepreg, que puede no ser suficiente para que se produzca un acoplamiento de unas capas sobre otras, generando la aparición de arrugas.

50

Es por la aparición de estas arrugas por lo que las piezas fabricadas siguiendo este procedimiento tradicional no cumplen con los requisitos de calidad necesarios en la fabricación de piezas para aeronaves.

55

En laminados de gran espesor, se produce además el sobrecalentamiento de algunas capas de dicho material durante el conformado. Esto se debe a que el calor se proporciona desde la parte superior de la máquina de conformado y para que las capas más alejadas de la fuente de calor (más cercanas al útil macho) adquieran la temperatura suficiente para su doblado, las más cercanas a dicha fuente de calor se someten a una temperatura demasiado elevada, lo que produce una disminución de la vida útil del

60

material compuesto.

- 5 El objeto de esta invención es encontrar un procedimiento de fabricación de piezas de material compuesto con geometrías complejas y conformadas a partir de laminados de gran espesor, empleando en la etapa de encintado la tecnología ATL, tal que las piezas fabricadas mediante este procedimiento cumplan con los requisitos de calidad que demandan las piezas para aeronaves.

Descripción de la invención

- 10 La invención divulga un procedimiento para la fabricación de piezas realizadas en material compuesto a partir de tiras de material preimpregnado.

El procedimiento de fabricación objeto de la invención comprende las siguientes etapas:

- 15 A) apilado de las tiras de materiales prepreg, sobre un útil de encintado, de manera que se obtiene una pieza laminada que comprende:
- una sección central, contenida en un primer plano,
 - al menos una sección lateral, contenida en un segundo plano, y
 - al menos un eje de doblado entre la sección central y la, al menos una, sección lateral;
- 20 de manera que, el primer plano y el segundo plano, forman un ángulo α ;
- B) conformado de la pieza laminada que comprende el doblado por el, al menos un, eje de doblado de la, al menos una, sección lateral respecto la sección central, obteniendo una pieza conformada;
- 25 C) curado, de la pieza conformada.

- En el procedimiento de fabricación objeto de la invención, el laminado se realiza sobre un útil de encintado que comprende, un útil macho, sobre el que se lamina la sección central de la pieza laminada, y, al menos una pieza desmontable sobre la que se lamina la, al menos una, sección lateral;

- 30 En el procedimiento de fabricación objeto de la invención el conformado se realiza sobre el útil macho, retirando la, al menos una pieza desmontable, y plegando la, al menos una sección lateral, por el, al menos un, eje de doblado.

- 35 La invención también divulga un dispositivo para la realizar el encintado que forma parte del proceso de fabricación objeto de la invención:
- un útil macho que tiene una superficie superior,
 - al menos una pieza desmontable con una superficie superior,

- 40 La superficie superior de la, al menos, una pieza desmontable es una continuación de la superficie superior del útil macho, ofreciendo, el dispositivo, de esta manera una superficie superior de laminado continua.

- 45 En dicho dispositivo, la superficie superior de la sección central está contenida en un primer plano y la superficie superior de la, al menos una, pieza desmontable está contenida en un segundo plano, de manera que el primer plano y el segundo plano forman un ángulo α .

- El ángulo α es de hasta 25° , estando este rango limitado por la capacidad de giro de la máquina de encintado.

50

Descripción de las figuras

- 55 Para completar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del dispositivo, se acompaña a esta memoria descriptiva un conjunto de figuras en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 (1A, 1B, 1C), representa de una manera esquemática el procedimiento de fabricación de piezas de material compuesto que se emplea actualmente.

- 60 La figura 2 muestra el útil de encintado empleado en el procedimiento de fabricación de la invención, durante el encintado de la pieza, compuesta por el útil macho del conformado posterior y dos piezas desmontables.

La figura 3 muestra una vista del paso intermedio entre el encintado y el conformado, en el momento en que se están retirando las piezas desmontables.

- 5 La figura 4 muestra la pieza fabricada colocada sobre el útil macho, cuando el conformado ya se ha realizado.

La figura 5 muestra el útil empleado en la fabricación de la pieza.

- 10 La figura 6 muestra una pieza final obtenida en el procedimiento de fabricación objeto de la invención, en la realización preferente de la invención.

A continuación se proporciona una lista de los distintos elementos representados en las figuras que integran la invención:

- 15 1.- mesa,
2.- pieza laminada en ángulo,
2.a. sección central de la pieza laminada curva,
2.b. sección lateral de la pieza laminada curva,
3.- membrana,
20 4.- piezas desmontables,
5.- ejes de doblado,
6.- pieza conformada,
7.- superficie superior,
7c.-superficie superior del útil macho,
25 7p.-superficie superior de la pieza desmontable,
8.- útil macho,
9.- parte superior de la máquina de conformado,
10.- pieza final,
11.- bancada,
30 12.- primer plano,
13.- segundo plano,
14.- útil de encintado,
15.- pieza laminada plana.

35 Descripción detallada de la invención

El objeto de esta invención es un procedimiento de fabricación de piezas realizadas en material compuesto, a través del cual la posibilidad de la aparición de arrugas se minimiza, realizando un
40 encintado sobre una superficie que no es plana con el propósito de realizar una primera colocación de las fibras del material preimpregnado que facilita su posterior doblado. Se obtienen, con este nuevo procedimiento de fabricación, piezas realizadas en material compuesto que cumplen con los requisitos de calidad de las piezas empleadas en la industria aeronáutica.

En la figura 1 se muestran de un modo esquemático los pasos de encintado y conformado del
45 procedimiento de fabricación que se emplean actualmente en la fabricación de piezas realizadas en material compuesto. El último paso es el curado de la pieza que no aparece reflejado en ninguna figura. La pieza final (10) resultante es una pieza con forma de "U", no estando este procedimiento limitado a esa geometría sino que con este procedimiento se fabrican piezas con diferentes geometrías.

50 La figura 1A muestra la pieza laminada plana (15) obtenida mediante el apilado de tiras de material preimpregnado sobre una mesa (1) que muestra una superficie superior (7) plana.

La figura 1B muestra la colocación de la pieza laminada plana (15) sobre el útil macho (8) de conformado dentro de la máquina de conformado. Una vez colocada la pieza laminada plana (15) sobre el útil macho
55 (8) de conformado, por debajo de la parte superior de la máquina de conformado (9) existe una membrana (3) que se desplaza hacia abajo, junto con la parte superior de la máquina de conformado (9), hasta que los extremos de la membrana (3) entran en contacto con la bancada (11). Para llevar a cabo el conformado de la pieza se aplica calor a través de la parte superior de la máquina de conformado y vacío por medio de la membrana, tal que la pieza se ajusta al útil macho (8), obteniéndose así la geometría de
60 la pieza final.

La figura 1C muestra la pieza conformada (6) situada sobre el útil macho (8) en espera de ser trasladada para proceder al curado.

5 Este procedimiento de fabricación presenta el problema antes descrito para piezas de gran espesor y/o con geometrías con grandes ángulos de la aparición de arrugas en el material que forma la pieza, en las zonas en las que se producen los pliegues. Otro inconveniente que presenta este método para piezas de gran espesor es la pérdida de propiedades del material en las zonas que se someten a temperaturas excesivas durante el conformado.

10 Las figuras 2, 3 y 4 muestran diferentes pasos de una realización preferente del procedimiento de fabricación objeto de la invención. En esta realización preferentes del procedimiento de fabricación la pieza final (10) obtenida es una pieza en forma de "U" (se puede observar en la figura 6).

15 El primer paso del procedimiento de fabricación objeto de la invención según la realización preferente, consiste en el apilado de las tiras de material prepreg sobre un útil de encintado (14), que está compuesta por el útil macho (8) de conformado que tiene la forma de la pieza final (10) que se quiere fabricar, y a los dos lados del citado útil macho (8) se sitúan unas piezas desmontables (4), con la característica de que la superficie superior (7p) de las piezas desmontables (4) forma un ángulo α con la superficie superior (7c) del útil macho (8). La superficie superior (7c) del útil macho (8) y la superficie superior (7p) de las piezas desmontables (4) forman una superficie superior continua (7) sobre la que se realiza el encintado. El ángulo α está limitado por la capacidad de giro de la máquina de encintado que se está usando (véase la figura 5).

25 La transición entre la superficie superior (7c) del útil macho (8) y la superficie superior (7p) de las piezas desmontables (4) situadas a los lados del útil macho (8) es una transición tal que la máquina de encintado no encuentra ningún salto cuando está realizando el encintado. En una realización del dispositivo utilizado en el procedimiento de fabricación objeto de la invención las esquinas del útil macho (8) tienen forma redondeada y las piezas desmontables (4) tienen una forma que, en la zona común con el útil macho (8), complementa la forma de las esquinas redondeadas del citado útil macho (8).

30 La figura 2 muestra una vista de la pieza laminada en ángulo (2) en la que se diferencian:
 - una sección central (2a), contenida en un primer plano (12),
 - dos secciones lateral (2b), contenidas en unos segundos planos (13), y
 - ejes de doblado (5) entre la sección central (2a) y las secciones laterales (2b).

35 En esta pieza laminada en ángulo (2) el primer plano (12) y el segundo plano (13) forman un ángulo α , de manera que, en el encintado se obtiene una pieza laminada en ángulo (2) que no es plana.

40 El siguiente paso del procedimiento de fabricación objeto de la invención es realizar el conformado de la pieza laminada en ángulo (2). En este paso se pliegan las secciones laterales (2b) de la pieza laminada en ángulo (2) respecto de la sección central (2a) hasta obtener la forma final de la pieza que se quiere fabricar. Para realizar el conformado se retiran las piezas desmontables (4) (en la figura 3 se muestra la retirada de dichas piezas desmontables (4)) y, se deja únicamente el útil macho (8) sobre el que se realiza el conformado con la máquina de conformado (9) de igual manera que se realiza en el procedimiento conocido en el estado de la técnica, según se ha mostrado en la figura 1B.

50 La figura 4 muestra la pieza conformada (6), situada sobre el útil macho (8) de conformado, en espera de ser sometida al último paso del procedimiento de fabricación, este último paso es el curado de la pieza, que se lleva a cabo de manera similar a como se realiza en el procedimiento conocido en el estado de la técnica.

La figura 5 muestra el útil de encintado (14) empleado en el encintado que se emplea en el procedimiento de fabricación objeto de la invención. En una realización preferente de la invención, dicho útil de encintado (14) comprende:

- 55
- un útil macho (8) que se empleará en el conformado posterior, y
 - dos piezas desmontables (4).

60 La figura 6 muestra la pieza final (10) fabricada con el procedimiento de fabricación objeto de la invención, estando marcados en la pieza final (10) los ejes de doblado (5) que han permitido realizar el conformado en el procedimiento de fabricación sin que aparecieran las arrugas que aparecían en el procedimiento de fabricación del estado de la técnica.

El procedimiento de fabricación objeto de la invención presenta ventajas respecto al procedimiento de fabricación que se emplea actualmente:

5 - facilidad de doblado en el conformado, debido a que, en el encintado, se marcan ejes de doblado (5) en los que las fibras del material prepreg se han colocado de manera que en el conformado posterior se minimiza la posible aparición de arrugas. Cuanto mayor es el ángulo α , los ejes de doblado (5) están más marcados, por lo que en el doblado que se realiza en el conformado posterior el riesgo de la aparición de arrugas es menor.

10 - la temperatura que tienen que soportar las fibras superiores en el conformado de la pieza laminada en ángulo (2) es inferior a la temperatura que soportan en el procedimiento actualmente empleado. Al existir un primer doblado, la temperatura a la que las fibras de la pieza laminada en ángulo (2) situadas más lejanas a la fuente de calor, se doblan, es inferior a la temperatura que requieren en el procedimiento actualmente empleado y el tiempo de aplicación de dicho calor disminuye.

15 - la aplicación de los pasos de laminado y conformado en la misma ubicación física, sin necesidad de trasladar la pieza de un útil de encintado (1) a un útil de conformado nos reduce la posibilidad de errores o problemas, que ocurren en ese traslado.

20 La invención no debe verse limitada a la realización particular descrita en este documento. Expertos en la materia pueden desarrollar otras realizaciones a la vista de la descripción aquí realizada. En consecuencia, el alcance de la invención se define por las siguientes reivindicaciones.

25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de piezas realizadas en material compuesto a partir de tiras de material preimpregnado (prepreg), **caracterizado por** que comprende las siguientes etapas:
 - 5 A) apilado de las tiras de materiales prepreg, sobre un útil de encintado (1), de manera que se obtiene una pieza laminada en ángulo (2) que comprende:
 - una sección central (2a), contenida en un primer plano (12),
 - al menos una sección lateral (2b), contenida en un segundo plano (13), y
 - al menos un eje de doblado (5) entre la sección central (2a) y la al menos una sección lateral (2b);
 - 10 de manera que, el primer plano (12) y el segundo plano (13), forman un ángulo α ;
 - B) conformado de la pieza laminada en ángulo (2) que comprende el pliegue por el, al menos un, eje de doblado (5) de la, al menos una, sección lateral (2b) respecto la sección central (2a), obteniendo una pieza conformada (6);
 - 15 C) curado, de la pieza conformada (6).
2. Procedimiento de fabricación de piezas realizadas en material compuesto a partir de tiras de material preimpregnado (prepreg), según la reivindicación 1, **caracterizado por** que:
 - el laminado se realiza sobre un útil de encintado (14) que comprende, un útil macho (8), sobre el que se lamina la sección central (2a) de la pieza laminada en ángulo (2), y, al menos una pieza desmontable (4)
 - 20 sobre la que se lamina la, al menos una, sección lateral (2b);
 - el conformado se realiza sobre el útil macho (8), retirando la, al menos una pieza desmontable (4), y plegando la, al menos una sección lateral (2b), por el, al menos un, eje de doblado (5).
3. Dispositivo para realizar una laminación en el procedimiento de fabricación de piezas en material compuesto a partir de tiras de material preimpregnado (material prepreg), **caracterizado por** que comprende:
 - un útil macho (8) que tiene una superficie superior (7c) y dos esquinas superiores en los bordes de la superficie superior (7c),
 - al menos una pieza desmontable (4) con una superficie superior (7p),
 - 30 donde la superficie superior (7p) de la, al menos, una pieza desmontable (4) es una continuación de la superficie superior (7c) del útil macho (8), ofreciendo, el dispositivo, de esta manera una superficie superior (7) de laminado continua.
4. Dispositivo para realizar una laminación en el procedimiento de fabricación de piezas en material compuesto a partir de tiras de material preimpregnado, según la reivindicación 3, **caracterizado por** que la superficie superior (7c) de la sección central (8) está contenida en un primer plano (12) y la superficie superior (7p) de la al menos una pieza desmontable (4) está contenida en un segundo plano (13), de manera que el primer plano (12) y el segundo plano (13) forman un ángulo α .
- 40 5. Dispositivo para realizar una laminación en el procedimiento de fabricación de piezas en material compuesto a partir de tiras de material preimpregnado, según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 4 anteriores, **caracterizado por** que el ángulo α está comprendido entre 20° y 30°, estando este rango limitado por la capacidad de giro de la máquina de encintado.

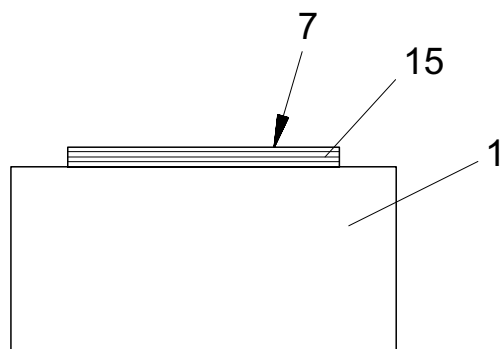


FIG. 1A

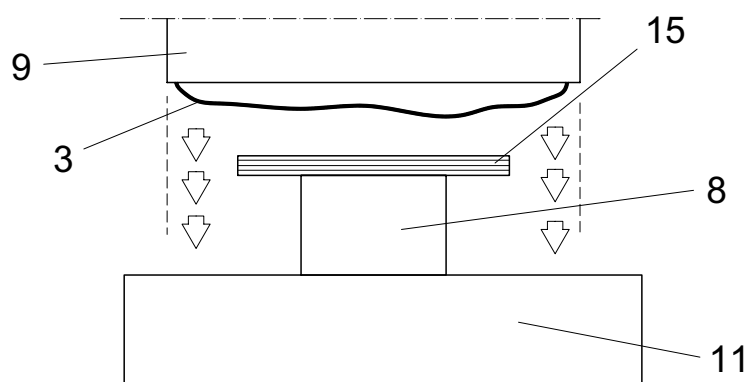


FIG. 1B

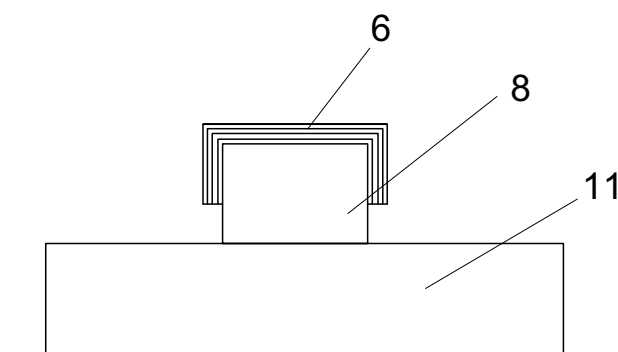
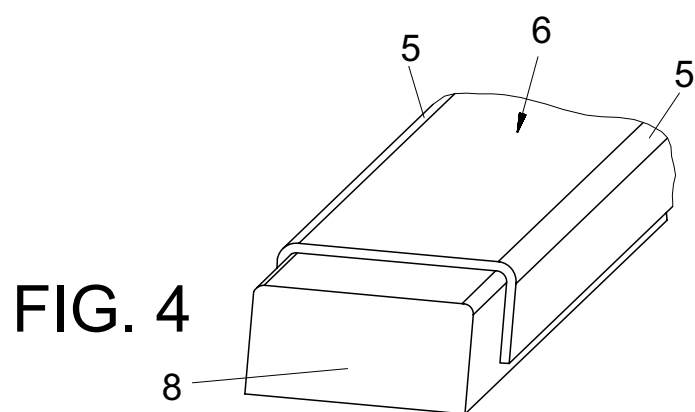
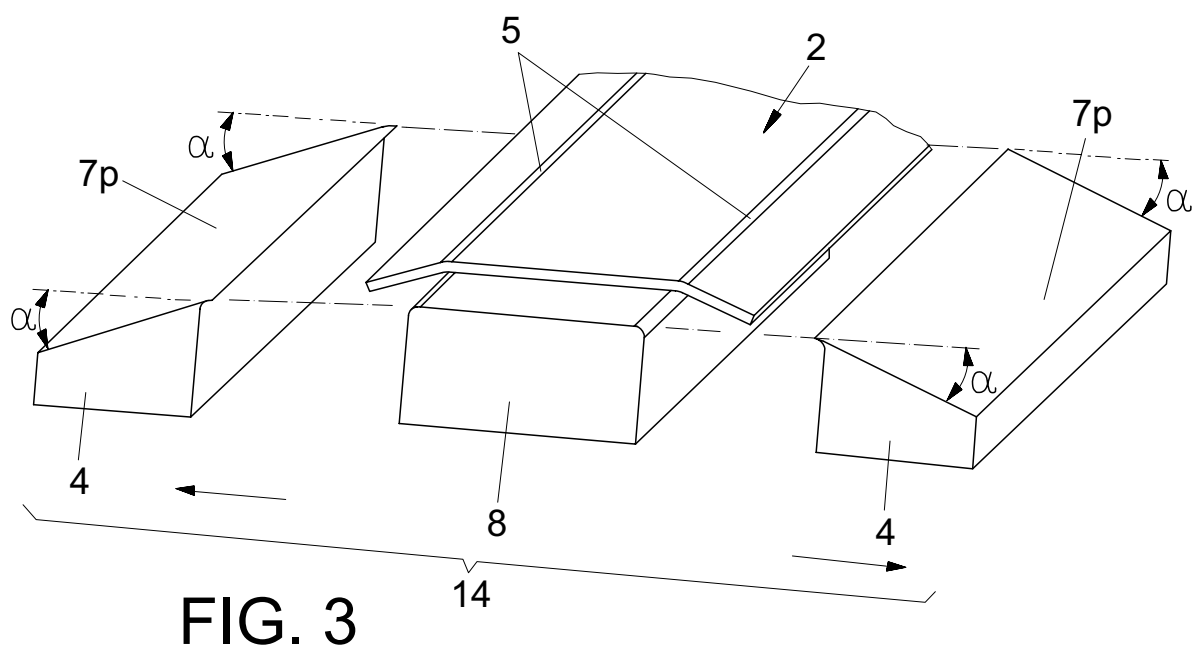
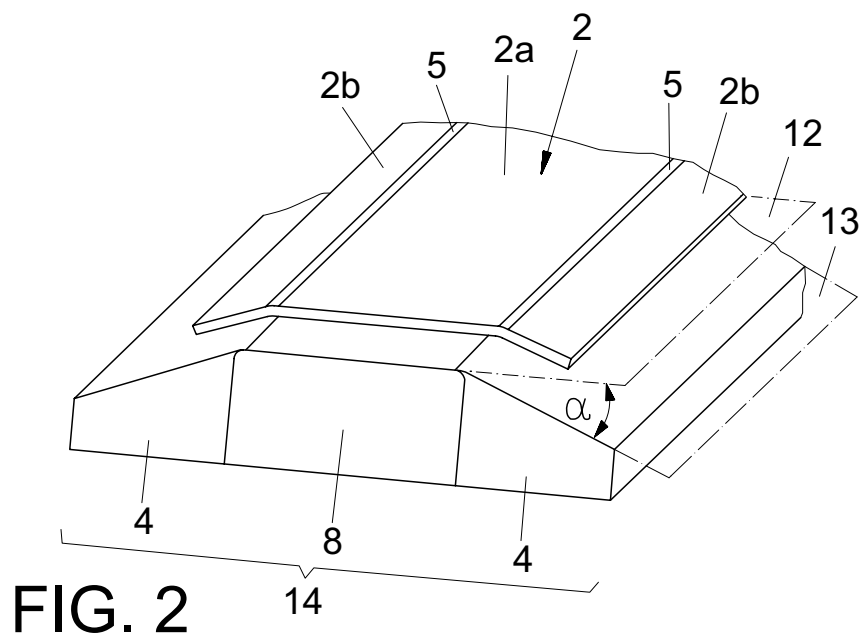


FIG. 1C



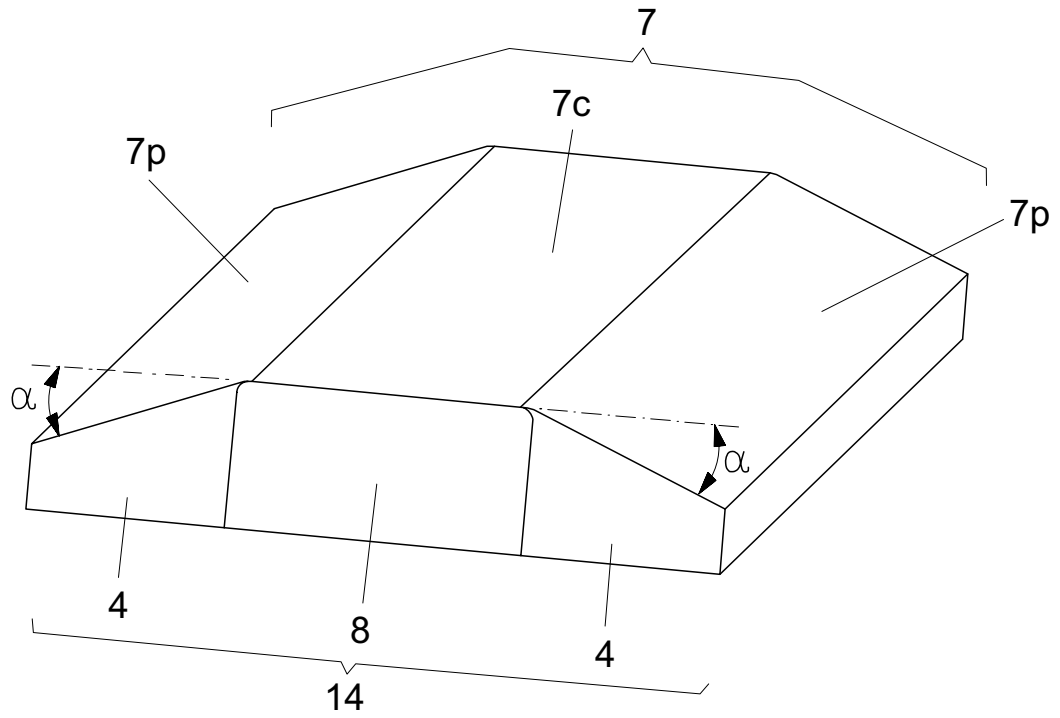


FIG. 5

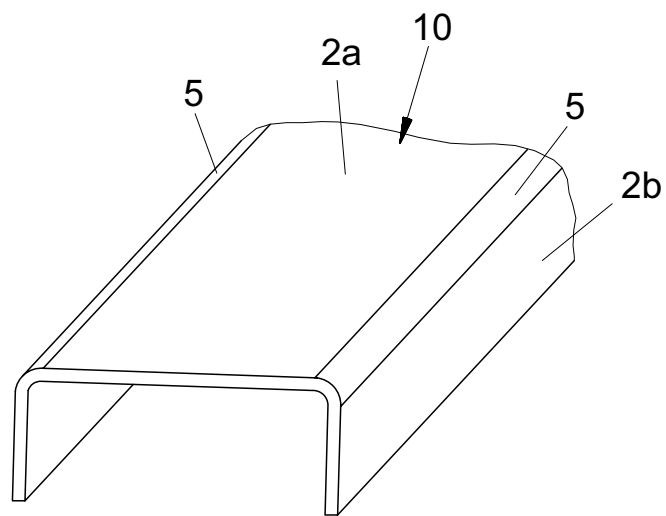


FIG. 6