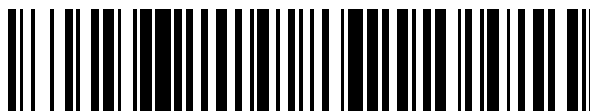


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 926 036**

51 Int. Cl.:

B29C 70/44 (2006.01)
B29C 70/56 (2006.01)
B29D 99/00 (2010.01)
B29C 33/00 (2006.01)
B29C 33/30 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)
B29B 11/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2019** **E 19383157 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2022** **EP 3838569**

54 Título: **Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
21.10.2022

73 Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS, S.L.U. (100.0%)
Av. John Lennon s/n
28906 Getafe (Madrid), ES

72 Inventor/es:

CEBOLLA GARROFE, PABLO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 926 036 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 formación de preformas de materiales compuestos de fibra

Campo de la invención

- 5 La invención se refiere a un método de formación de preformas de material compuesto con zonas convexas y/o pliegues agresivos de manera que la preforma se doble.

Antecedentes de la invención

Cuando se utilizan métodos de formación convencionales para fabricar preformas curvadas, por ejemplo, que tienen formas convexas o curvas agresivas y/o zonas de pliegues, aparecen arrugas.

- 10 Las alas convexas, por ejemplo, en una estructura curvada y convexa como una cuaderna, que deben formarse a partir de laminados planos, presentan el problema de que cuando se realiza el encintado, éste es plano. Después, el laminado plano se conforma, por ejemplo, en forma de L. Por lo tanto, hay un exceso de material en la zona del ala de la forma de L con respecto al alma de la preforma debido a su forma convexa curvada. Este exceso de material debe ser eliminado hacia los lados de la preforma para evitar arrugas. Cuando se utiliza un método de formación convencional, esto es difícil de conseguir, por lo que aparecen arrugas.

- 15 Este efecto es aún más crítico cuando el componente comprende una zona curvada. En la zona curvada aparecen arrugas debido al exceso de material, como en el ejemplo anterior. La forma de eliminar las arrugas hoy en día es cortar las alas y dividir las en dos alas separadas sin fibras continuas entre ellas.

- 20 El documento EP3115185 divulga el preámbulo de la reivindicación 1. Específicamente divulga un punzón y una matriz flexibles que se utilizan para formar una carga plana de laminado compuesto en un rigidizador que tiene una forma de sección transversal deseada. Se forma un contorno deseado en el rigidizador doblando el punzón y la matriz. El arrugado de las capas se evita durante el contorneado manteniendo las partes del rigidizador sujetas a la zona arrugada en tensión mientras se realiza el contorneado. La formación de puentes entre las capas durante el proceso de contorneado se evita contorneando primero aquellas secciones del rigidizador que están sujetas a arrugas, y luego contorneando las secciones restantes del rigidizador.

- 25 El documento US2006/108057 divulga un conjunto de encintado de largueros de aeronaves que comprende un bloque de curado contorneado y un primer elemento de mandril colocado sobre él. El primer conjunto de mandril incluye un primer conjunto de barra que tiene una pluralidad de ranuras reductoras de rigidez formadas a lo largo de una primera longitud de mandril. La pluralidad de las primeras ranuras reductoras de rigidez sobresale parcialmente a través de una primera profundidad de mandril del primer elemento de mandril para permitir que el primer conjunto de barra se ajuste al bloque de curado contorneado. Un conjunto de láminas de material compuesto se encinta sobre el primer elemento de mandril y se cura mientras se ajusta a dicho bloque de curado contorneado, de manera que se genera un elemento de largueros de material compuesto contorneado.

El documento EP3000586 divulga un método para fabricar una pieza de material compuesto que comprende un alma y al menos un ala que comprende las siguientes etapas

- 35 - una etapa de encintado, en la que se colocan una pluralidad de capas de diferentes orientaciones, incluyendo capas orientadas a 0°, para obtener un laminado plano con bordes que comprenden un contorno exterior y un contorno interior, comprendiendo además el laminado plano al menos una sección con un radio de curvatura inferior a 10 m, y
- 40 - una etapa de conformado que comprende el formado de un pliegue a lo largo de una línea de plegado en el laminado plano para crear un ala que forma un ángulo con el alma, comprendiendo la etapa de conformado, además, aplicar una tensión a las capas orientadas a 0° situadas al menos parcialmente entre la línea de plegado y el contorno exterior del laminado plano en la al menos una sección para evitar la aparición de arrugas.

Sumario de la invención

Esta invención se refiere a un método para formar una preforma a partir de un laminado encintado sin arrugas.

- 45 El método objeto de la invención permite formar geometrías complejas sin arrugas en aquellas geometrías que tienen estas características:

- Geometría de las alas convexas que resulta en un exceso de material en el ala formada causando arrugas con los métodos convencionales de formación y/o pliegues que causan también un exceso de material en las alas a formar.
- Preformas de doble curvatura a partir de laminados que no pueden desarrollarse a partir de una geometría tridimensional (3D).

El método objeto de la invención hace uso del concepto de eje neutro. El eje neutro es un eje en la sección transversal de una viga (un miembro resistente a la flexión) o eje a lo largo del cual no hay tensiones o deformaciones longitudinales. Si la sección es simétrica, isotrópica y no está curvada antes de que se produzca una flexión, el eje neutro se encuentra en el centroide geométrico. Todas las fibras de un lado del eje neutro están en estado de tensión, mientras que las del lado opuesto están en compresión.

El método de formación de la invención es capaz de desplazar el eje neutro por debajo de las alas. De esta manera, el método es capaz de formar la preforma mientras las fibras de todo el alma y el ala están bajo tensión y no se producen arrugas.

El método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra objeto de la invención se adapta a preformas que comprenden un alma y al menos un ala, un eje longitudinal y al menos una parte doblada con respecto a dicho eje longitudinal.

El método de la invención se define en la reivindicación 1.

La invención reivindicada permite formar geometrías complejas sin arrugas.

Descripción de las figuras

Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporcionan los dibujos. Los dibujos comprenden las siguientes figuras.

La figura 1 muestra una vista esquemática en perspectiva de una preforma en forma de C situada en la parte macho de un ejemplo de realización de un utillaje.

La figura 2 muestra una vista esquemática en perspectiva de la preforma en forma de C de la figura 1 en una posición final doblada.

La figura 3 muestra una vista en sección transversal de la preforma en forma de C de la figura 1 situada sobre la pieza macho en posición de sujeción.

La figura 4 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de un utillaje.

Las figuras 5 a 9 muestran vistas en sección del utillaje de la figura 4 en pasos posteriores de un ejemplo de realización del método.

La figura 10 muestra una vista en perspectiva del utillaje de la figura 4 en una etapa final de doblado del método.

La figura 11 muestra una vista en planta esquemática de una preforma en forma de C en dos posiciones, una primera posición sin doblar la preforma y una segunda posición en la que la preforma está doblada alrededor de un eje transversal al plano de la ala.

La figura 12 muestra una vista en planta esquemática de una preforma en forma de C en dos posiciones, una primera posición sin doblar la preforma y una segunda posición en la que la preforma está doblada alrededor de un eje transversal al plano del alma.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra una preforma en forma de C. Alternativamente, también podría formarse una preforma en forma

de L con el presente método. Aunque el concepto presentado en esta invención puede aplicarse a otras partes estructurales de un componente aeronáutico que no sea una preforma en forma de C o de L, esta descripción se centrará en una preforma en forma de C.

5 La preforma en forma de C (1) se sitúa sobre el utillaje (5). El laminado (4) comprende bordes longitudinales (4.1) y bordes transversales (4.2). Las aristas longitudinales (4.1) son las aristas del laminado (4) situadas en sus bordes longitudinales y que comprende una forma de C. Los bordes transversales (4.2) son los bordes transversales del laminado (4) que se extienden a lo largo del borde del ala (3).

10 El utillaje mostrado (5) comprende una parte macho (7) que comprende una superficie (7.1) y dos paredes laterales (7.2). El alma (2) de la preforma (1) está situada sobre la superficie (7.1) de la parte macho (7) y la ala (3) está situada sobre las paredes laterales (7.2) de la parte macho (7). En el ejemplo de realización mostrado, la superficie (7.1) de la pieza macho (7) es plana y las paredes laterales (7.2) son también planas.

La figura 2 muestra la preforma (1) del ejemplo de realización de la figura 1 con una parte doblada (2.1). Específicamente, en el ejemplo de realización divulgado en la figura 2, la parte doblada (2.1) se dobla alrededor de un eje transversal al plano del ala (3) de tal manera que la preforma (1) comprende un pliegue.

15 La figura 3 muestra un ejemplo de realización del sistema de sujeción de los bordes transversales (4.2) del laminado (4). En concreto, las alas (3) comprenden una zona de longitud extra (3.1) que se sujeta contra la pieza macho (7). En el ejemplo de realización mostrado se hace mediante dos abrazaderas (10) que se extienden a lo largo de los bordes transversales (4.2) del laminado (4) y presionan el área de longitud extra (3.1) contra la parte macho (7). El alma (2) y el ala (3) del laminado (4) encintado, por lo tanto, se mantienen bajo cargas tensionales.

20 Las figuras 11 y 12 muestran dos ejemplos de realización de una preforma doblada (1). La figura 11 muestra un ejemplo de realización en el que la preforma (1) se dobla alrededor de un eje transversal al plano del alma (2). Se trata de una geometría curvada y convexa, por ejemplo, una cuaderna.

25 En los ejemplos de realización mostrados, la parte macho (7) comprende una primera parte (7.3) y al menos una segunda parte articulada (7.4) con respecto a la primera parte (7.3) de tal manera que la etapa de doblar la parte macho (7) se realiza moviendo la segunda parte articulada (7.4) con respecto a la primera parte (7.3).

La primera parte (7.3) y la segunda parte articulada (7.4) comprenden superficies configuradas para recibir el laminado encintado, estando dichas superficies situadas sin ninguna curvatura entre ellas en la dirección longitudinal durante la etapa de encintado del laminado (4).

30 Así, en una primera posición, se lamina el laminado (4) encintado de manera que el eje longitudinal (20) de ambas piezas (7.3, 7.4) forme una línea recta. En el último paso del proceso, la parte articulada (7.4) se desplaza con respecto a la primera parte (7.3) y se realiza una parte doblada (2.1).

La figura 12 muestra una vista lateral de una preforma (1) que se dobla alrededor de un eje transversal al plano de la ala (3) de manera que se produce un pliegue en la preforma en forma de C (1).

35 Igualmente, la primera parte (7.3) y la segunda parte articulada (7.4) comprenden superficies configuradas para recibir el laminado encintado que están situadas sin ninguna curvatura entre ellas en la dirección longitudinal durante la etapa de encintado del laminado (4).

Concretamente, en una primera posición, las superficies de la primera parte (7.3) y de la segunda parte (7.4) están situadas a ras. En el último paso del proceso, la parte articulada (7.4) se desplaza con respecto a la primera parte (7.3) y se realiza una parte doblada (2.1).

40 Las figuras 4 a 10 revelan otro ejemplo de realización del utillaje (5). Dicho ejemplo de realización adicionalmente a la parte macho (7) comprende una parte base (6) que comprende una superficie (6.1) que puede ser plana. La parte macho (7) es móvil con respecto a la parte base (6). En concreto, la parte macho (7) se desplaza en una dirección perpendicular a la superficie (6.1) de la parte base (6). Específicamente, la parte macho (7) está situada sobre una placa base (12) que se desliza con respecto a un grupo de columnas (13).

45 El encintado de un laminado (1) en el utillaje (5) según las figuras 4 a 10 comprende los siguientes pasos:

- Encintado de un laminado (4) sobre las superficies (6.1, 7.1) de la pieza base (6) y de la pieza macho (7). Además, en el ejemplo de realización mostrado en las figuras, dichas superficies (6.1, 7.1) son planas.

- Desplazamiento de la pieza macho (7) del utillaje (5) con respecto a la pieza base (6), de forma que la ala (3) sea moldeada desde el laminado (4) encintado en las paredes laterales (7.2) de la pieza macho (7).

El laminado (4) es un laminado plano que comprende el alma (2) y el ala (3).

5 En particular, como se muestra en la figura 4, la parte macho (7) comprende una primera parte (7.3) y al menos una segunda parte articulada (7.4) con respecto a la primera parte (7.3). Así, el paso de doblar la preforma (1) se realiza moviendo la segunda parte articulada (7.4) con respecto a la primera parte (7.3). En concreto, el utillaje (5) mostrado en el ejemplo de realización comprende dos partes articuladas (7.4).

Ambas partes (7.3, 7.4) son desplazables con respecto a la parte base (6) del utillaje (5).

10 Como puede verse en las figuras 5 a 10, tanto la primera parte (7.3) como la segunda parte articulada (7.4) comprenden superficies planas configuradas para recibir el laminado encintado de forma enrasada durante la etapa de encintado del laminado (4), como puede verse en la figura 5, por ejemplo.

15 El proceso de formación del ejemplo de realización se lleva a cabo mediante una bolsa. En concreto, una membrana (11) se sitúa sobre el laminado (4) y se sella al utillaje (5). La membrana (11) cubre las superficies (7.1, 6.1) de la parte macho (7) y de la parte base (6). El utillaje (5) puede además variar la presión bajo la membrana (11) para formar la preforma. Por esta razón, el utillaje (5) debe garantizar la estanquidad cuando se acciona.

Además, el utillaje (5) puede autocalentarse para permitir el calentamiento en condiciones de vacío para lograr la activación del ligante. Los dispositivos o elementos sensibles a la temperatura deberán estar correctamente aislados para evitar que se dañen durante el calentamiento.

20 Son posibles otras alternativas al proceso de conformación, por ejemplo, aplicando presión al alma (2) y a las alas (3) de la preforma mediante un utillaje en lugar de mediante una bolsa.

La figura 6 muestra la etapa en la que la parte macho (7) se eleva con respecto a la parte base (6). Así, la membrana (11) se alarga debido al empuje de la parte macho (7) sobre la membrana (11). A continuación, las alas (3) del laminado (4) encintado se depositan sobre las paredes laterales (7.2) de la parte macho (7).

25 La figura 7 representa la etapa de formación en la que la presión de aire bajo la membrana (11) se reduce para formar la preforma (1). Por lo tanto, la membrana (11) se succiona de tal manera que se fija en la parte macho (7) y se forma el laminado (4).

En el paso mostrado en la figura 8, se eleva la presión del aire para formar la preforma (1) y se libera la membrana (11) y posteriormente, como se puede ver en la figura 9, se baja la parte macho (7).

30 Los bordes transversales (4.2) del laminado (4) se sujetan al utillaje (5) de forma que el alma (2) y el ala (3) del laminado (4) encintado se mantienen bajo cargas de tensión. En concreto, el utillaje (5) comprende unas abrazaderas (10) como se puede ver en la figura 9.

Los bordes longitudinales (4.1) también se pueden sujetar en esta etapa o, alternativamente, se pueden sujetar antes de la etapa de conformación o no se sujetan en todo el proceso.

35 Por último, las partes articuladas (7.4) del utillaje (5) se desplazan con respecto a la primera parte (7.2) y la preforma en forma de C (1) se pliega.

40 El laminado (4) encintado comprende una pluralidad de capas. El método puede comprender la etapa de cortar al menos una de las capas del laminado (4) encintado en la zona de la parte doblada (2.1) en dirección transversal al eje longitudinal (20) de la preforma (1). A esto se le denomina dardo o corte interlaminado. Es decir, cortar, total o parcialmente, una o varias capas del laminado (4) en un punto para permitir la apertura de las fibras unidireccionales. De este modo, se introducen huecos entre las capas, especialmente en la dirección 0 del laminado.

45 Estas capas de corte contiguas pueden colocarse adyacentes antes de doblar la preforma (1) de manera que haya un espacio entre ellas después de doblar la preforma (1). Alternativamente, las capas cortadas contiguas pueden superponerse de manera que después de doblar la preforma (1) no haya ningún espacio entre ellas. En otro ejemplo de realización, las capas cortadas contiguas pueden superponerse de manera que después de doblar la preforma (1) haya un cierto grado de superposición entre las dos capas adyacentes.

El método de la invención tiene la ventaja de que permite incluir dardos para mejorar la discontinuidad del ala (3) para evitar la tensión y la rotura de fibras.

REIVINDICACIONES

1.- Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra, comprendiendo la preforma (1) un alma (2) y al menos un ala (3), un eje longitudinal (20) y al menos una parte doblada (2.1) respecto a su eje longitudinal (20), el método comprendiendo los siguientes pasos:

- 5 • encintar un laminado (4) sobre un utillaje (5), comprendiendo el laminado (4) unos bordes longitudinales (4.1) y unos bordes transversales (4.2) y comprendiendo el utillaje (5) una parte macho (7) que comprende una superficie (7.1) y al menos una pared lateral (7.2), estando el alma (2) de la preforma (1) configurada para situarse sobre la superficie (7.1) de la parte macho (7) y estando el ala (3) configurada para situarse sobre la pared lateral (7.2) de la parte macho (7),
- 10 • formar la preforma (1) sobre la parte macho (7),
- sujetar los bordes transversales (4.2) del laminado (4) al utillaje (5) de manera que el alma (2) y el ala (3) del laminado (4) encintado se mantengan bajo cargas de tensión,
- doblar una porción longitudinal de la parte macho (7) con respecto al eje longitudinal (20) de la preforma (1) de manera que se realice la parte doblada (2.1) de la preforma (1), caracterizado en que el proceso de formado se realiza empleando una bolsa, la etapa de conformado de las preformas (1) comprendiendo las subetapas de:
- 15 • proporcionar una membrana (11) sobre el laminado (4),
- sellar la membrana (11) contra el utillaje (5),
- 20 • bajar la presión bajo la membrana (11) para formar la preforma (1), donde la presión bajo la membrana (11) se eleva respecto a la presión para conformar la preforma (1) después del paso de formación y antes de la sujeción de los bordes transversales (4.2).

2.- Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra, según la reivindicación 1, en el que el utillaje (5) comprende una pieza base (6) que comprende una superficie (6.1), siendo la pieza macho (7) móvil con respecto a la pieza base (6) en una dirección perpendicular a la superficie (6.1) de la pieza base (6), comprendiendo la etapa de colocación de un laminado (1) los siguientes pasos:

- colocar un laminado (4) sobre las superficies (6.1, 7.1) de la parte base (6) y de la parte macho (7),
- desplazar la parte macho (7) con respecto a la parte base (6) de manera que el ala (3) se sitúe en la pared lateral (7.2) de la parte macho (7).

3.- Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra, según la reivindicación 2, en el que la superficie (6.1) de la pieza base (6) y la superficie (7.1) de la pieza macho (7) se encuentran enrasadas cuando el laminado se coloca sobre ellas.

4.- Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el laminado (4) encintado es un laminado plano que comprende el alma (2) y el ala (3).

5.- Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa de sujeción de los bordes longitudinales (4.1) del laminado (4) al utillaje (5).

6.- Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la preforma (1) se dobla alrededor de un eje transversal al plano del ala (3).

7.- Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra, según las reivindicaciones 1 ó 5, en el que la preforma (1) se dobla alrededor de un eje transversal al plano del alma (2).

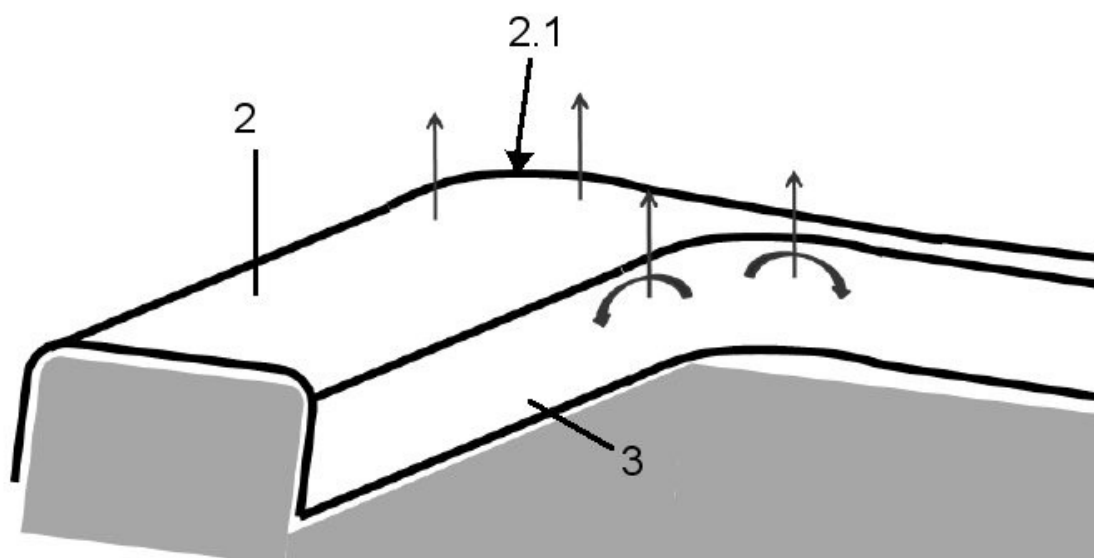
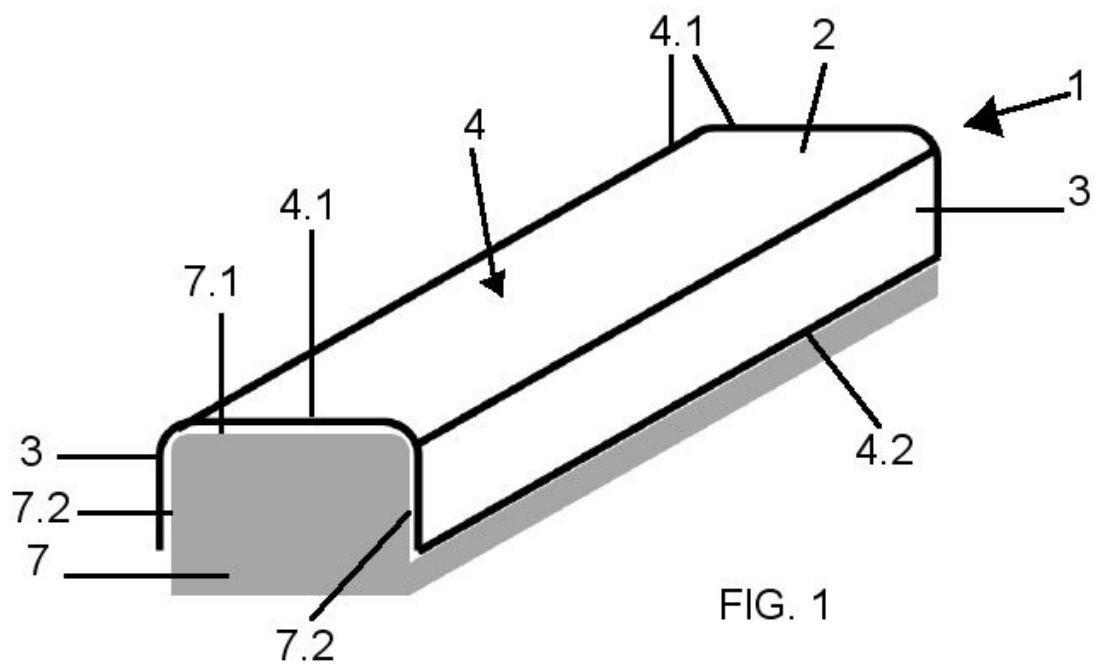
8.- Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pieza macho (7) comprende una primera pieza (7.3) y al menos una segunda pieza articulada (7.4) respecto a la primera pieza (7.3) de forma que el paso de doblar la pieza macho (7) se realiza moviendo la segunda pieza articulada (7.4) respecto a la primera pieza (7.3).

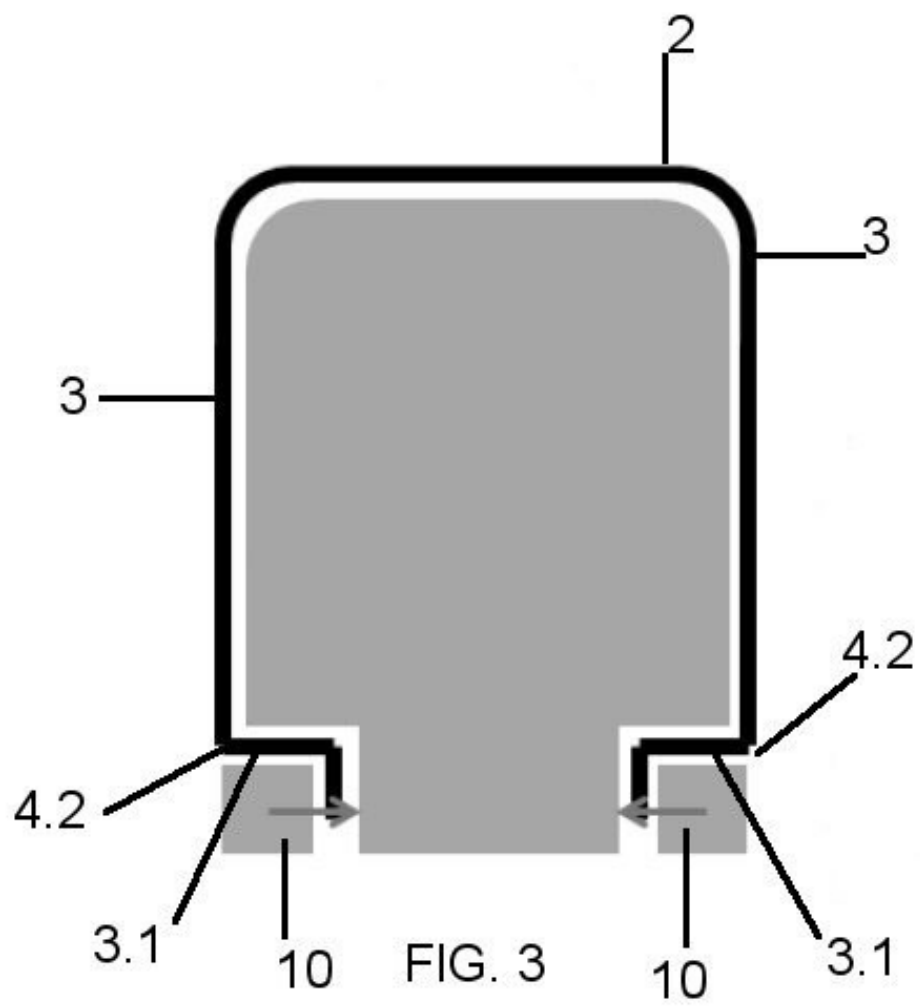
9.- Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra, según la reivindicación 8, en el que la primera parte (7.3) y la segunda parte articulada (7.4) comprenden superficies configuradas para recibir el laminado encintado, estando dichas superficies situadas sin ninguna curvatura entre ellas en la dirección longitudinal durante la etapa de encintado del laminado (4).

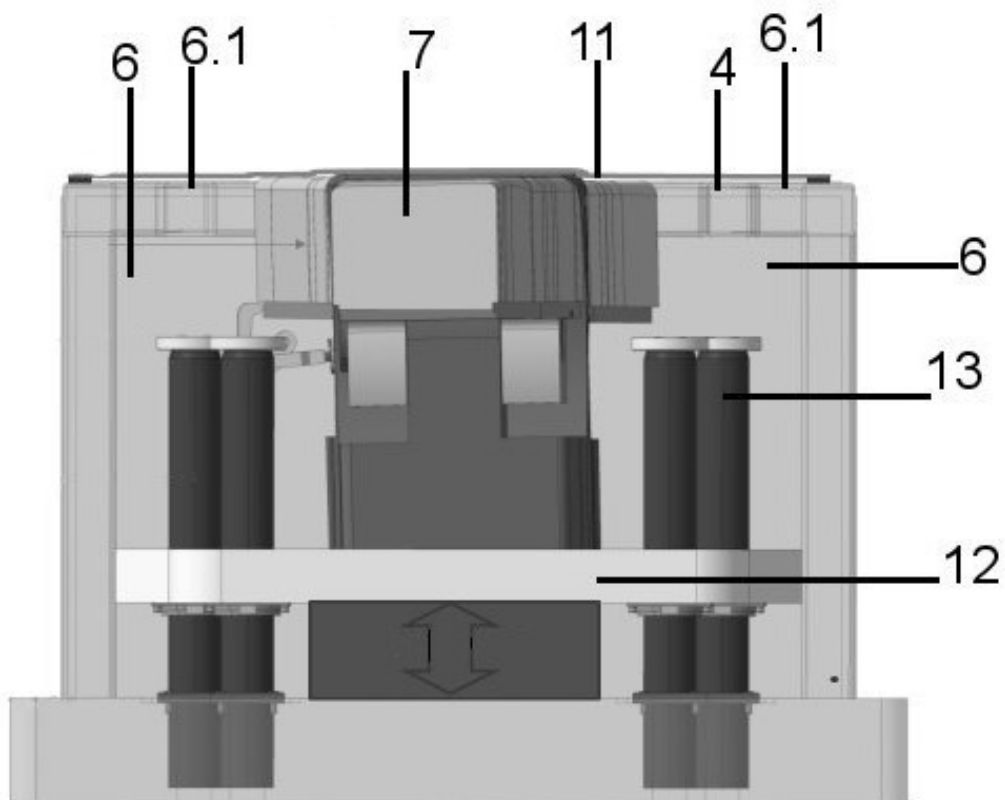
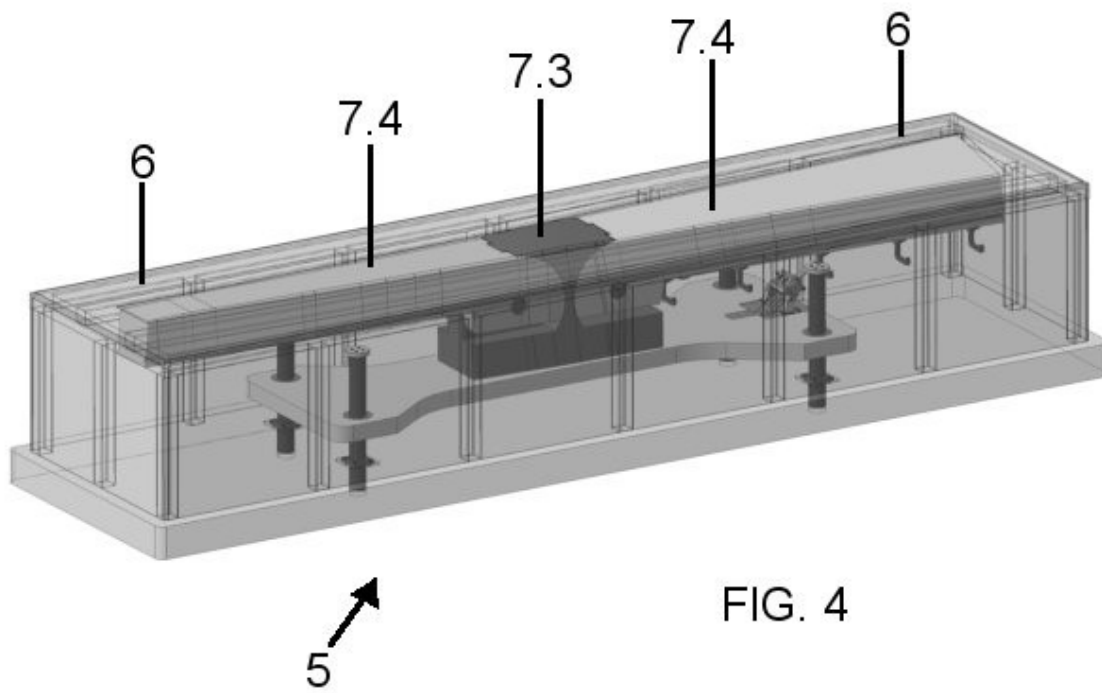
10.- Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el laminado (4) encintado comprende una pluralidad de capas y el método

comprende el paso de cortar al menos una de las capas del laminado (4) encintado en la zona de la parte doblada (2.1) en una dirección transversal al eje longitudinal (20) de la preforma (1).

- 5 11.- Método de formación de preformas de materiales compuestos de fibra, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende el paso de proporcionar una zona de longitud extra (3.1) de las alas (3) y sujetar dicha zona de longitud extra (3.1) contra la parte macho (7).







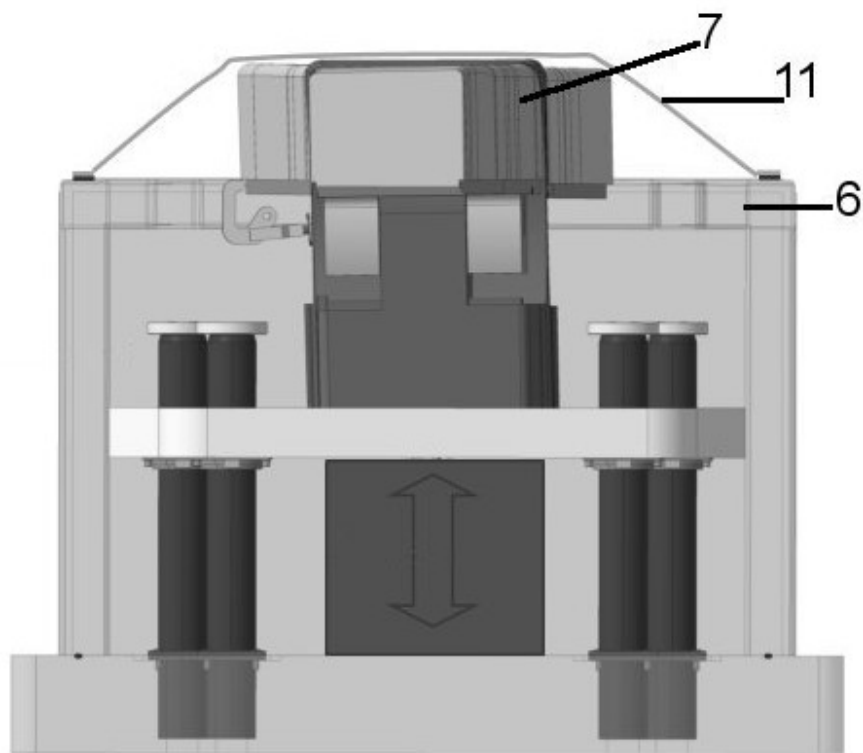


FIG. 6

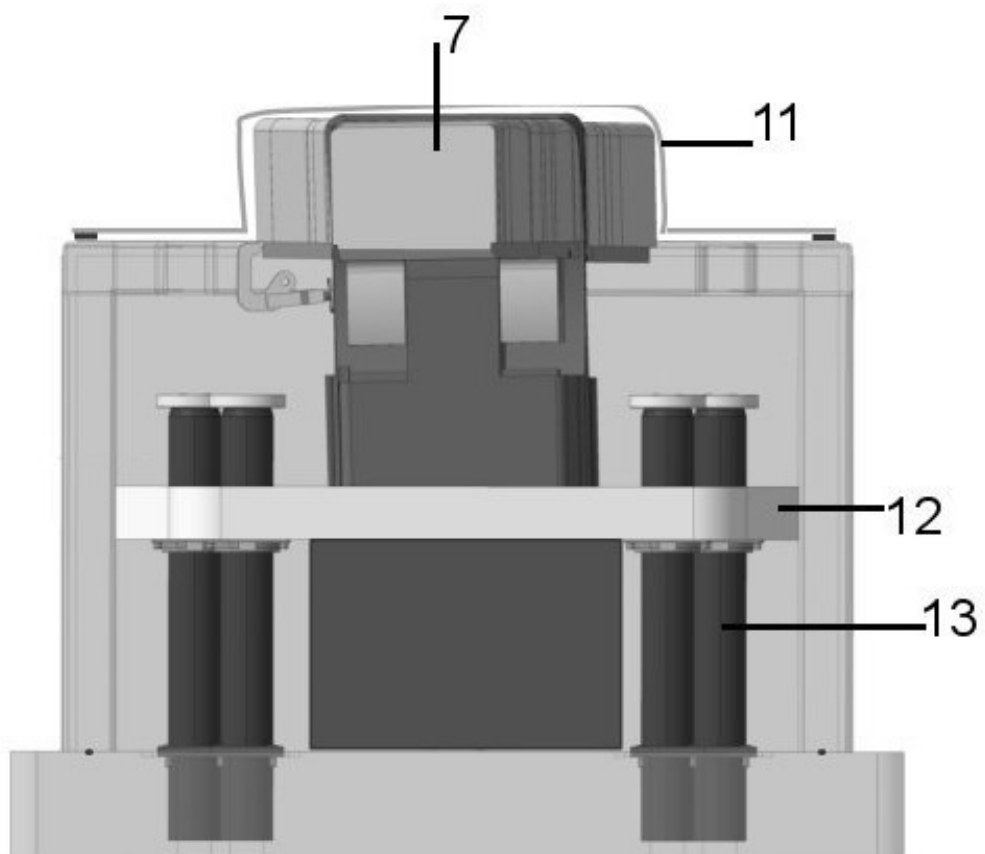


FIG. 7

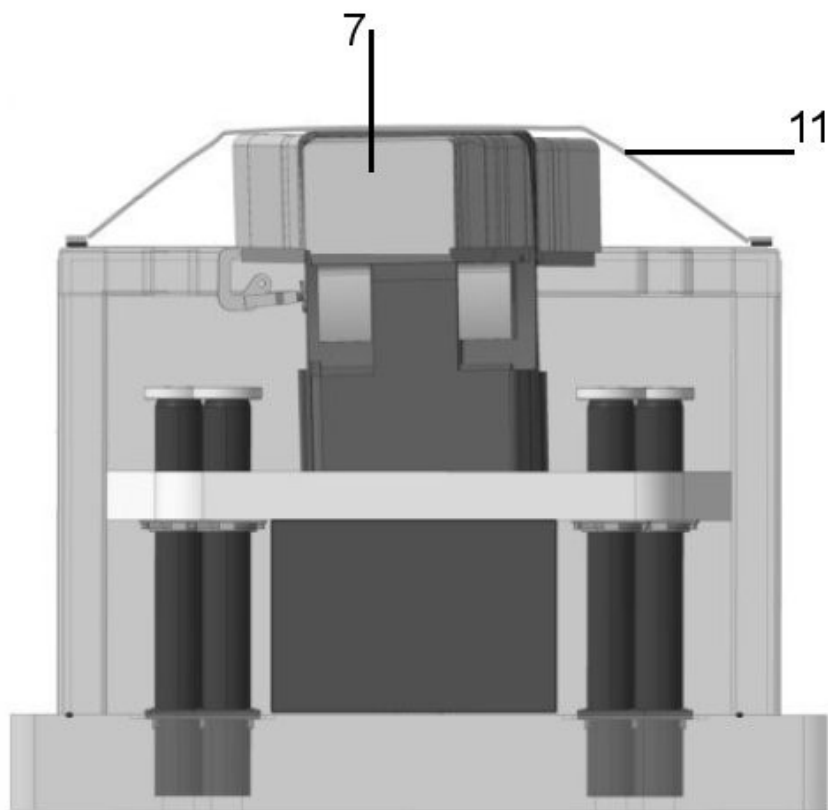


FIG. 8

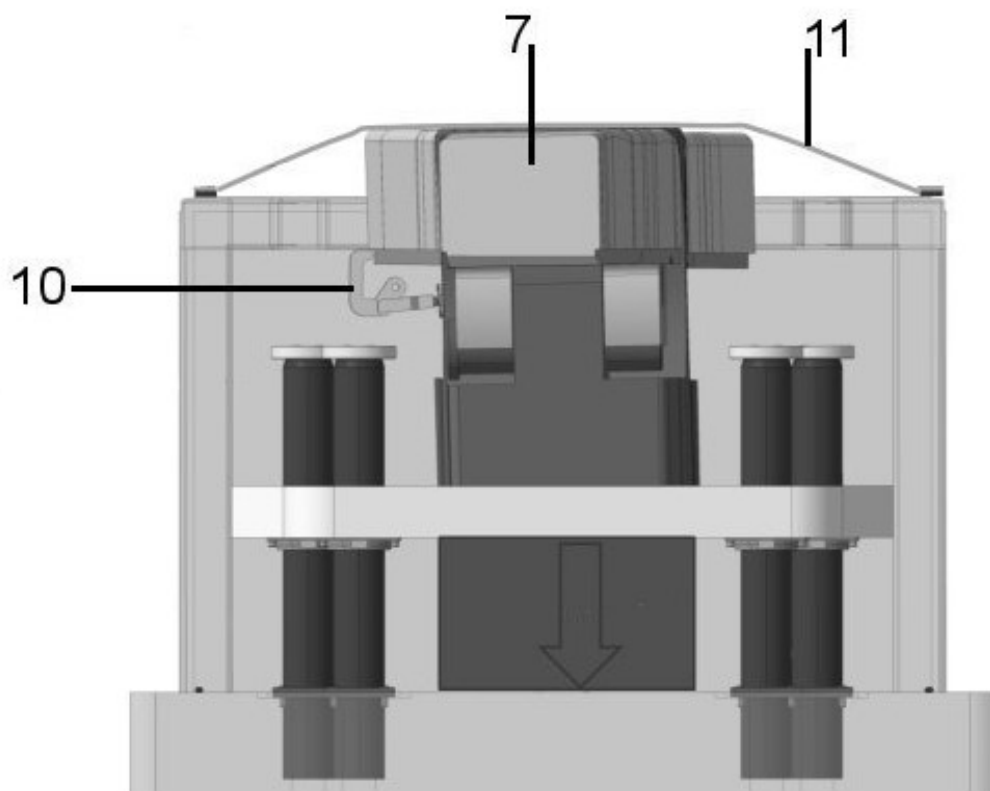
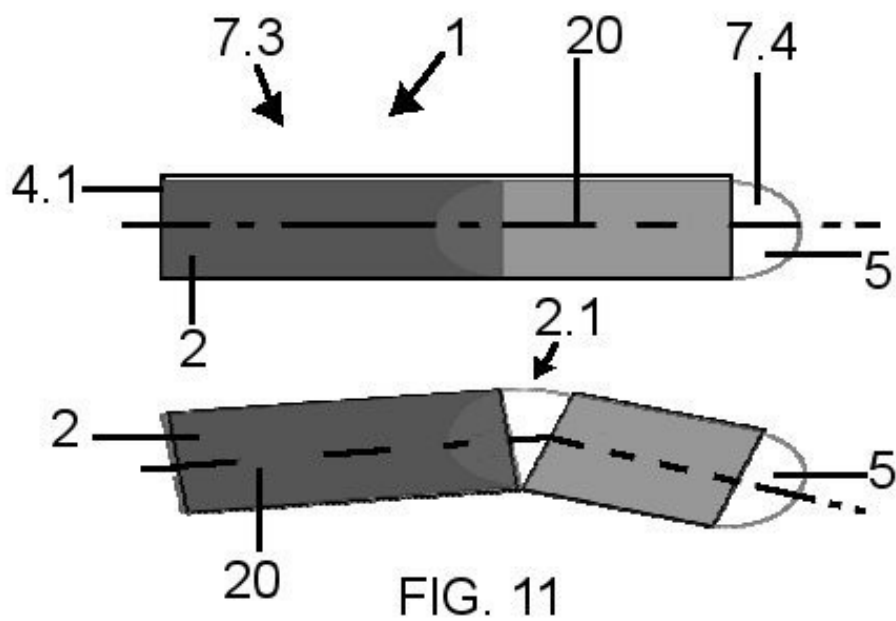
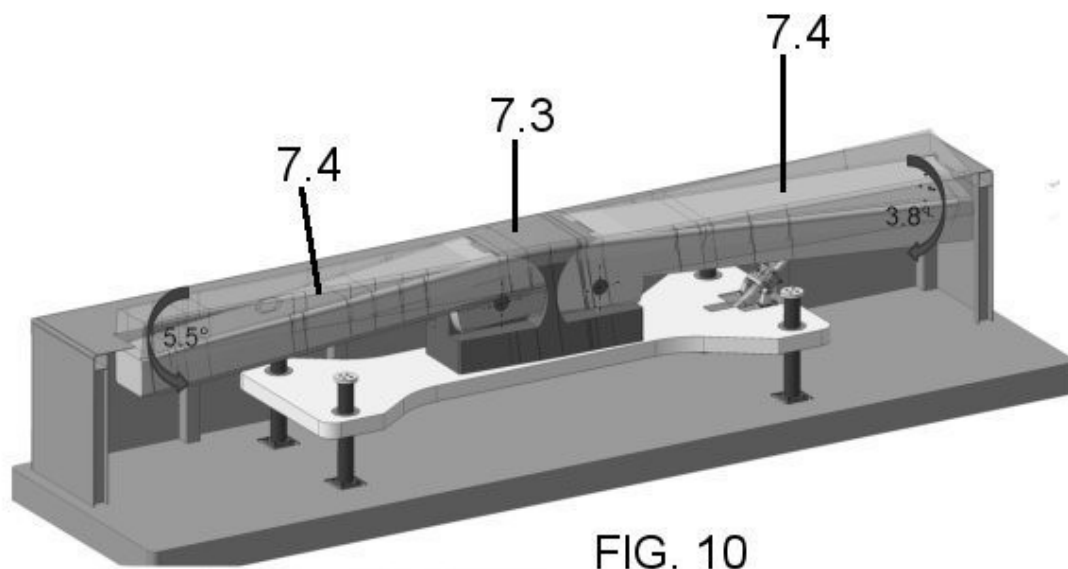


FIG. 9



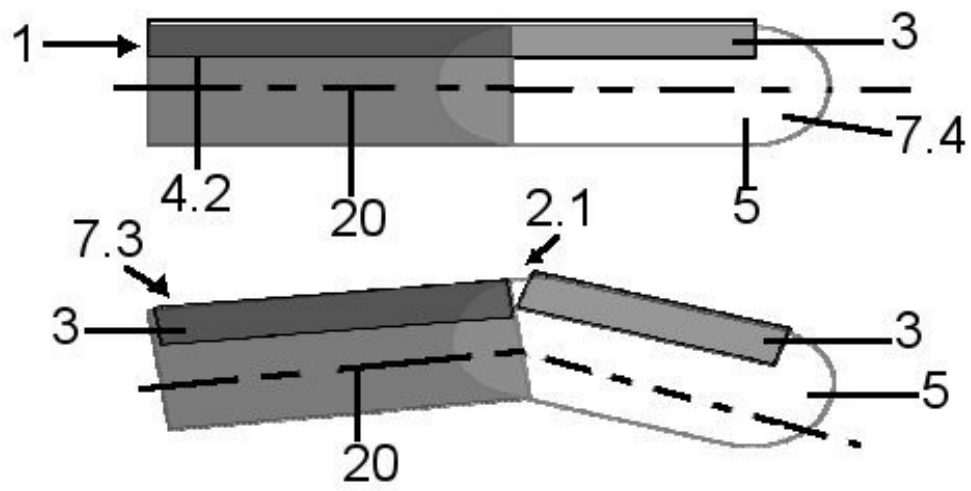


FIG. 12