

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 515**

51 Int. Cl.:

B29C 70/46 (2006.01)
H05K 5/00 (2006.01)
B29C 33/06 (2006.01)
H04M 1/02 (2006.01)
H05B 6/02 (2006.01)
B29C 35/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.04.2012 PCT/EP2012/056006**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO12131112**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2012 E 12712654 (8)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2016 EP 2694277**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para el compactado y la consolidación de una pieza de material compuesto de matriz termoplástica reforzada por fibras continuas sobre todo de origen natural**

30 Prioridad:

01.04.2011 FR 1152814
18.10.2011 US 275928

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.11.2016

73 Titular/es:

ROCTOOL (100.0%)
Savoie Technolac
73370 Le Bourget du Lac, FR

72 Inventor/es:

FEIGENBLUM, JOSÉ y
GUICHARD, ALEXANDRE

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 588 515 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

Dispositivo y procedimiento para el compactado y la consolidación de una pieza de material compuesto de matriz termoplástica reforzada por fibras continuas sobre todo de origen natural.

5 La invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para el compactado y la consolidación de una pieza de material compuesto de matriz termoplástica reforzada por fibras continuas sobre todo de origen natural. La invención está adaptada especialmente a la gran producción en serie de una pieza compuesta de matriz termoplástica en forma de medio casco no desarrollable que consta de 4 rebordes, según un contorno cerrado, unidos por empalmes triedros en cantoneras. Una pieza de este tipo está destinada sobre todo para utilizarse como

10 cártel o medio casco para terminales de telecomunicación como los teléfonos móviles, asistentes numéricos personales o tabletas. Dicho medio casco puede utilizarse también, pero no de forma limitativa, como la envoltura de los componentes electrónicos y como soporte de pantalla en el momento del ensamblado del objeto para el que está destinado o puede utilizarse como casco de protección adicional capaz de albergar el objeto en cuestión.

15 En estos dos ejemplos de utilización, dicho casco debe presentar calidades estructurales de rigidez y de resistencia a los choques, impactos y escotaduras a las que puede someterse este tipo de materiales y también estar fabricado con precisión para que se adapte perfectamente a las dimensiones del objeto y/o sus componentes.

20 Se pueden considerar otras aplicaciones del procedimiento objeto de la invención sobre todo en la fabricación de un medio casco destinado a los equipajes para formar maletas, valijas o estuches de protección.

Tanto en estas aplicaciones como en las anteriores, la respuesta a las tensiones de resistencia mecánica y de precisión deben obtenerse conservando la ligereza de los objetos.

25 Estos bienes de consumo se producen en grandes cantidades y se someten a tensiones de temporalidad y decoración para adaptarlas al gusto de los consumidores o a los colores y signos distintivos de sus distribuidores. Destinados al gran público y con materiales renovados con frecuencia, estos productos deben ser, de preferencia, reciclables o, al menos, presentar un impacto ambiental escaso.

30 Por este motivo, es preferible fabricar una pieza de este tipo, sobre todo un medio casco para una tableta, en un material compuesto estratificado formado por una matriz termoplástica y un refuerzo fibroso continuo, y que dicho refuerzo fibroso esté constituido mayoritariamente por fibras naturales de origen vegetal. Formada por una matriz de material plástico y con un refuerzo fibroso continuo, esta pieza es al mismo tiempo ligera y especialmente resistente. La naturaleza termoplástica de la matriz la hace fácilmente reciclable, y la naturaleza de las fibras de refuerzo limita el impacto ambiental en términos de obtención de la materia prima y de su recidaje o de su eliminación como basura.

40 Sin embargo, como el refuerzo está formado por fibras continuas, una pieza de este tipo no puede obtenerse por los métodos de inyección plástica considerados para este tipo de fabricación en serie. Del mismo modo, un procedimiento de estampado de moldes termoplásticos preconsolidados, como el que se describe en el documento FR-A-2922276, no es aplicable, ya que el precalentamiento del molde antes de la estampación tiene una temperatura suficiente para permitir, por la fluidez de la resina el deslizamiento relativo de las fibras en las zonas no desarrollables, lo que conlleva un riesgo de que se quemen las fibras, pues son naturales, principalmente de origen vegetal. El procedimiento descrito en el documento FR-A-2922276 está adaptado en particular a la fabricación de una pieza cuyo refuerzo fibroso es en forma de fibras de carbono, de vidrio o de aramida, que no están sujetas a estos fenómenos de quemaduras a la temperatura de fusión de la resina. Por otro lado, las fibras naturales contienen humedad en tasas que pueden ser superiores al 10 %, y dicha humedad puede transformarse en vapor de agua durante la operación de estampado en caliente y producir fallos en la calidad.

50 El procedimiento descrito en el documento FR-B2882682 resuelve el problema de la inflamabilidad de las fibras naturales al realizar la formación mediante un dispositivo de vacío. Dicho procedimiento no permite obtener formas no desarrollables ceñidas como las cantoneras al nivel de empalmes triedros. En efecto, este procedimiento, que no permite poner en tensión los tejidos, conduce a la formación de pliegues y/o escurrimientos en las zonas no desarrollables o en sus alrededores. Por otro lado, este procedimiento de formación/compactado por membrana o vejiga no permite cadencias de producción elevadas, adaptadas a las series que conciernen a las aplicaciones previstas.

55 El documento FR-A-2887739 divulga un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1 que permite calentar una forma mediante inductores insertados en las cavidades de la forma.

60 El documento US 2002/0185767 A1 divulga inductores colocados sobre los moldes de una forma de moldeado. Así, no existe, según la técnica anterior, un procedimiento adaptado a la fabricación de una pieza de este tipo.

65 Con el fin de resolver los inconvenientes de la técnica anterior, la invención se refiere a un dispositivo según la

reivindicación 1 para la formación y consolidación de una prefomación textil formada por fibras continuas impregnadas de un polímero termoplástico, que consta de:

- 5 i. una matriz que consta de una forma formada por una impresión correspondiente a la forma de la pieza, y dicha forma se extiende en profundidad entre un plano de entrada y un fondo y está insertada en una carcasa;
- ii. los medios de calentamiento por inducción de la forma constan de dos inductores que forman cada uno al menos una espira en los planos de alturas distintas, ligeramente paralelos al plano de entrada de la impresión y comprendidos entre dicho plano de entrada y el fondo de la forma;
- 10 iii. medios de enfriamiento de la matriz;
- iv. un punzón formado por una parte saliente correspondiente a la forma de la pieza y cuya distancia respecto a la impresión es de un valor de entrehierro definido, y por una parte capaz de realizar un pisador entre dicho punzón y la matriz;

15 Así, los inductores que rodean la forma permiten calentarla local y rápidamente, hasta una temperatura suficiente para garantizar la fusión del polímero termoplástico que impregna la prefoma, garantizando una temperatura uniforme sobre toda la superficie de la impresión, sin calentar o calentando ligeramente los bordes de la matriz, que cooperan con el borde del punzón para ceñir los bordes de la prefoma y mantener las fibras en tensión durante la formación.

20 La invención se refiere también a un procedimiento según la reivindicación 11 para la fabricación de una pieza que consta de cuatro rebordes de contorno cerrado, hecha de un material compuesto estratificado formado por una matriz termoplástica y un refuerzo fibroso de fibras continuas, especialmente de origen vegetal, que funciona mediante un dispositivo objeto de la invención, que incluye las etapas que consisten en:

- 25 a. recortar un molde no consolidado en un tejido impregnado de un polímero termoplástico;
- b. colocar dicho molde encima de la impresión de un dispositivo según la invención;
- c. estampar dicho molde descendiendo el punzón sobre la impresión (220) manteniendo los bordes del molde sobre el contorno de la impresión y manteniendo el molde bajo presión en el entrehierro entre el punzón y la impresión;
- 30 d. calentar la parte del molde situada en la impresión a una velocidad de calentamiento al menos igual a $2\text{ }^{\circ}\text{s}^{-1}$ hasta una temperatura igual o superior a la temperatura de fusión del polímero termoplástico manteniendo la presión sobre el entrehierro y sin alcanzar la temperatura de fusión de dicho polímero en los bordes mantenidos sobre el contorno de dicha impresión;
- 35 e. enfriar la impresión a una velocidad de enfriamiento superior o igual a 2°s^{-1} hasta una temperatura inferior a la temperatura de transición vítrea del polímero manteniendo la presión sobre el entrehierro;
- f. aislar el punzón de la impresión y desmoldar la pieza.

40 Así, el procedimiento objeto de la invención, combinando un calentamiento y un enfriamiento rápidos y localizados en la parte del molde que se encuentra en la impresión, permite fabricar la pieza en cuestión sin riesgo de vaporización de la humedad contenida en las fibras naturales y garantiza una tensión del tejido para la fabricación de empalmes triedros y de partes no desarrollables de la pieza.

45 La invención puede ponerse en práctica según los modos de realización preferentes, expuestos a continuación, y que pueden tenerse en cuenta individualmente o según cualquier combinación técnicamente funcional.

50 De preferencia, los medios de calentamiento por inducción del dispositivo objeto de la invención constan de un inductor que forma al menos una espira en una cavidad que se extiende entre el fondo de la impresión y el fondo de la forma. Así, los inductores colocados en el fondo de la impresión calientan su superficie por conducción térmica entre la parte de la forma calentada por inducción por los inductores y el fondo de la impresión. La distancia entre dichos inductores y el fondo de la impresión se determina de modo que se obtenga la uniformidad de la temperatura en dicho fondo en función de la conductividad térmica del material del que esté compuesta la forma.

55 De preferencia, la carcasa está hecha de un material no magnético. Así, el calentamiento por inducción se concentra en la forma.

60 Según un modo de realización preferido, la forma está formada por un bloque en el que está tallada la impresión y una base que encierra dicho bloque. Este modo de realización facilita la fabricación de la forma, especialmente la fabricación de cavidades que alberguen a los inductores con rayos de empalme ceñidos, para un progreso de los inductores lo más cerca posible de la impresión.

De preferencia, según este modo de realización, la base está hecha de un material no magnético. Así, el calentamiento por inducción se concentra en el bloque de la impresión.

65 De preferencia, los inductores están formados de cables de cobre trenzados multifilamentosos, y dichos filamentos están al descubierto. Así, dichos inductores son flexibles y pueden seguir los contornos de la impresión lo más cerca posible de la misma. La ausencia de aislante que recubre cada hebra permite pasar dichos cables de

intensidades eléctricas elevadas, para un calentamiento rápido de la forma, y de este modo los inductores se colocan a temperaturas elevadas sin riesgo de que se deterioren.

5 Según un modo de realización preferente, la forma consta de dos mandrinadoras de ejes secantes que forman una cavidad capaz de albergar a un inductor, y la continuidad de la cavidad entre las dos mandrinadoras se logra mediante una pieza proporcionada que consta de una cavidad que describe un rayo de empalme adaptado a la flexibilidad del inductor. Este modo de realización de la forma permite fabricar cavidades que consten de rayos de empalme locales ceñidos, de modo que dichas cavidades sigan el contorno de la impresión lo más cerca posible de la misma. Así, el volumen calentado por inducción se reduce, lo que permite alcanzar velocidades de calentamiento elevadas y un calentamiento localizado de dicha forma.

15 Según un modo de realización especialmente preferente del dispositivo objeto de la invención, la forma está hecha de un material metálico no magnético, y las cavidades en las que se extienden los inductores están revestidas de una capa de un material ferromagnético. Este modo de realización favorece la uniformidad de la temperatura de la impresión por la conducción térmica del material que la constituye.

20 Según este último modo de realización, el material que constituye la forma se elige entre el cobre y sus aleaciones o entre el aluminio y sus aleaciones. Estos materiales presentan a la vez una conductividad eléctrica y una conductividad térmica elevada, además de una efusividad térmica elevada. Estas características permiten obtener una homogeneización de la temperatura de la impresión rápida, debido a la conductividad térmica elevada del material que la constituye, incluso cuando los inductores se colocan cerca del contorno de dicha impresión. La efusividad térmica del material que constituye la forma permite una transferencia rápida de la temperatura de la impresión a la prefoma textil.

25 El procedimiento y el dispositivo objetos de la invención están adaptados especialmente a la fabricación de una pieza, sobre todo un medio casco para una tableta o asistente numérico personal que consta de cuatro rebordes de contorno cerrado, hecha de un material compuesto estratificado formado por una matriz formada por unpolímero termoplástico y pliegues de refuerzo fibroso que conste al menos del 30 % de fibras continuas constituidas mayoritariamente por fibras naturales de origen vegetal, y que consta de un pliegue de decoración integrado en la estratificación y formada por un tejido impreso, y dicha capa de decoración está totalmente recubierta por el polímero que forma la matriz. Así, la decoración se imprime en plano sobre el tejido que forma el pliegue de decoración y la decoración de la pieza es resistente al desgaste.

35 Según un modo de realización de una pieza la matriz termoplástica está constituida por un primer PET de origen biológico y las fibras de refuerzo constan de fibras formadas por un segundo PET de origen biológico cuya temperatura de fusión es superior a la temperatura de fusión del primer PET. Así, las fibras PET aportan un refuerzo suplementario, y permiten aumentar la tasa de refuerzo de la pieza sin adquirir las dificultades de fabricación de esta.

40 La invención se expone a continuación según sus modos de realización preferidos, en absoluto limitativos, y en referencia a las figuras 1 a 10, en las que:

- la figura 1 representa de perfil (figura 1A), de frente (figura 1B) y en perspectiva (figura 1C) un ejemplo de realización de una pieza;
- 45 - la figura 2 es un ejemplo de realización de la matriz de unas herramientas para la puesta en práctica del procedimiento de fabricación de una pieza según la invención;
- la figura 3 representa una parte de la matriz según la misma vista en perspectiva que la de la figura 2, en donde se ha desmontado la forma para dejar ver la carcasa;
- 50 - la figura 4 muestra en vista de fondo de la forma las herramientas de la figura 2, sin la carcasa de conservación;
- la figura 5 muestra en vista de fondo de una parte de la forma, en este caso de la pieza que consta de la impresión de las herramientas de la figura 2;
- la figura 6 es un sinóptico de un ejemplo de realización del procedimiento;
- 55 - la figura 7 ilustra un ejemplo de ciclo presión-temperatura utilizado durante la formación y consolidación de una pieza según el procedimiento objeto de la invención;
- la figura 8 es una vista en sección de un inductor utilizado para el calentamiento de las herramientas según un ejemplo de realización de la invención;
- la figura 9 es una vista parcial en corte de un ejemplo de realización de las herramientas según la invención en el caso de que la forma presente un estampado profundo, figura 9A según un corte A-A como se define en la figura 2, figura 9B según un corte BB que define un plano paralelo al fondo de la impresión y figura 9C según un corte parcial en un plano perpendicular al plano de corte B-B en una zona de empalme de las cantoneras de la forma;
- 60 - y la figura 10 representa según una vista partida en corte D-D definido en la figura 4 un detalle de realización de las cavidades que albergan los inductores en el bloque de la forma, según un ejemplo de realización del dispositivo objeto de la invención.

Figura 1, según un ejemplo de realización, la pieza (100) se presenta en forma de medio casco que consta de un fondo (110) y de rebordes (120). El contorno (111) de la pieza (100) es continuo de modo que la pieza conste de zonas no desarrollables (121), llamadas «cantonerías», en los empalmes triédros entre los rebordes (120) y el fondo (110). El fondo se representa aquí plano. Según un modo de realización preferente (no representado), el fondo puede seguir una superficie encorvada en doble curvatura. Dicha pieza (100) está constituida por un compuesto estratificado que consta de numerosos pliegues con fibras llamadas continuas (130). Las fibras, llamadas continuas, se extienden ininterrumpidamente de un borde de la pieza (100) al otro. Según un modo de realización preferente, dichas fibras están formadas por fibras continuas monolíticas o por fibras continuas reconstituidas, resultado de un ensamblaje de numerosos filamentos por ejemplo en forma de fibras hiladas rasgadas.

Figura 2, según un ejemplo de realización del dispositivo objeto de la invención, adaptado a la fabricación de una pieza de este tipo, que comprende una matriz (200) que puede fijarse en la base de una prensa (no representado). Dicha matriz (200) consta de un conjunto llamado «foma» (210) que comprende la impresión (220) que reproduce, en cruz, la superficie exterior de la pieza (100) que se va a fabricar. La foma (210) se coloca en una carcasa (230) que realiza la interfaz mecánica con la base de la prensa y soporta también numerosas funciones técnicas. Así, la carcasa (230) puede albergar distintas fomas (210) correspondientes a distintas piezas. El contorno (221) de la intersección entre la impresión (220) y el plano superior de la foma (210) define el plano de entrada de la impresión. La foma (210) consta de un dispositivo de calentamiento por inducción. Este dispositivo consta de un primer inductor (241) formado por un circuito que se extiende por un plano y que forma una espira a una altura próxima al plano de entrada de la impresión (220). Según este ejemplo de realización, un segundo inductor (242) está formado por un circuito que se extiende por un plano y que forma una espira a una altura próxima al fondo (222) de la impresión (220). Los dos circuitos (241, 242) están conectados en serie a un generador.

Figura 3, la carcasa consta de un circuito de circulación fluida alrededor de la foma. Este circuito está representado parcial y esquemáticamente en la figura 3.

Dicho circuito de circulación fluida consta de canalizaciones (331) que pueden enfriar los bordes de la foma y el plano de entrada de la impresión, además de las canalizaciones (332) que pueden enfriar el fondo (222) de la foma. Dichas canalizaciones (331, 332) que forman una red se alimentan en fluido por medios (235) de aducción. El fluido de enfriamiento está compuesto mayoritariamente por agua con el fin de garantizar un enfriamiento eficaz de la foma (210). La circulación del fluido en esta red se realiza a baja presión y en circuito abierto, de preferencia insertando un tampón depósito en el circuito, de modo que el fluido pueda llegar a hervir sin riesgo de que explote. Según un primer ejemplo de puesta en práctica de esta red de fluido, la circulación de dicho fluido se mantiene durante el calentamiento de la foma por inducción, y este medio de calentamiento es lo suficientemente energético para permitir este modo de funcionamiento. De modo alternativo y de preferencia, la circulación del fluido se interrumpe y se purga el circuito antes del calentamiento de la foma, y la circulación del fluido no se establece hasta que llegan las fases de enfriamiento.

Figura 4, la foma (210) está constituida por dos piezas ensambladas:

- una base (430);
- y un bloque (420) que consta de la impresión (220) albergada en dicha base.

Una ranura (440) que se extiende en forma de espiras entre la base (430) y el bloque (420) y sirve de albergue de un inductor (242) colocado cerca del fondo de la impresión. Esta ranura (440) está cerrada por el fondo (340) de la carcasa (230) cuando la foma (210) está montada sobre dicha carcasa, formando así una cavidad en la que se extiende el segundo inductor (242). Para evitar que la carcasa no se caliente por inducción y para concentrar este modo de calentamiento en la foma, dicha carcasa está constituida por un material no magnético.

Figura 5, el bloque (420) consta de una ranura (540) que está cerrada por la base (430) cuando dicho bloque (420) está montado sobre ella, y dicha ranura forma una cavidad cerca del plano de entrada de la impresión, cavidad en la que se extiende el primer inductor (241).

Figura 8, para poder seguir el contorno de las cavidades formadas por las ranuras de la foma, los inductores (241, 242) están constituidos por filamentos múltiples (840) trenzados, preferiblemente de cobre (Cu). La constitución multifilamentosa permite, por una parte, reducir la sección de los inductores, comprendida para un funcionamiento de alta frecuencia, repartiendo los efectos de piel por todos los filamentos, y confiere, además, una mayor flexibilidad a dichos inductores, permitiéndoles seguir el contorno de la impresión lo más cerca posible de la misma, especialmente en las zonas de rayo de curvatura débil. Aunque la utilización de cables multifilamentosos para la realización de inductores ya se conoce de la técnica anterior, en forma de cables llamados de Litz, los cables de la técnica anterior utilizan filamentos aislados individualmente, con el fin de confinar los efectos de piel en cada filamento y aprovechar toda la sección del inductor para el paso de corriente. El efecto de piel corresponde a la concentración de corriente eléctrica que circula en un conductor sobre la periferia de su sección, de modo que la sección efectiva de conducción de corriente eléctrica es claramente más débil que la sección del conductor que es por tanto susceptible de sufrir un recalentamiento importante por efecto Joule debido a la densidad de corriente

conducida por esta sección efectiva. El efecto será más marcado cuanto más elevada sea la frecuencia de corriente. Por tanto, es especialmente sensible para los inductores que utilizan frecuencias elevadas. Con el fin de doblar ese efecto se utilizan los cables denominados de Litz descritos anteriormente. Sin embargo, dichos cables imponen una temperatura de funcionamiento del inductor limitada por la temperatura que el aislante individual de cada filamento pueda soportar, que es una temperatura máxima del orden de 180 °C en el caso de los aislantes a base de resina epóxida que suelen utilizarse con este fin. Según un efecto sorprendente, la utilización de filamentos, llamados descubiertos, no recubiertos individualmente de una funda aislante, permite pasar densidades de corrientes bastante elevadas, aunque sin limitación práctica de la temperatura del inductor, por lo que se reduce su diámetro, debido a la ausencia de capa aislante sobre cada filamento, y mejorando más la flexibilidad del inductor. Una funda (841) aislante, resistente al calor, por ejemplo en forma de una funda tejida a partir de fibras de silicio, se utiliza de preferencia para aislar eléctricamente el exterior del cable multifilamentoso.

Figura 9A, según un ejemplo de realización del dispositivo objeto de la invención, el estampado de la foma es profundo, un inductor se coloca en plano intermedio entre el fondo de la impresión y el plano de entrada, para garantizar el calentamiento de la impresión (920). Con este fin, un inductor (941) suplementario se coloca en un plano intermedio, por ejemplo, a media altura de la impresión. La cavidad (940) que puede albergar un inductor (941) de este tipo se realiza con cuidado por ranuración, sobre todo si el inductor debe colocarse cerca de la superficie de la impresión (920). En estas condiciones la cavidad (940) se realiza de preferencia por perforación, especialmente por técnicas de perforación profunda mediante brocas llamadas % o «*taladro profundo*». Figura 9B, la dificultad de esta técnica reside en el seguimiento del contorno de la impresión (920) por dicha cavidad (940), puesto que necesita la realización de perforaciones de ejes (9410, 9420) secantes, en donde al menos una extremidad debe taparse enseguida. El punto de intersección (9421) de las perforaciones se encuentra por tanto alineada con los bordes de la impresión (920) en esta zona, donde la eficacia del calentamiento es primordial y esta intersección constituye también un punto anguloso que exige que el inductor se guíe por un rayo de curvatura débil. Para resolver este inconveniente, se coloca un inserto (930) en un hueco practicado en el bloque (920) donde está la impresión, y dicho inserto (930) consta de una cavidad (935) que se extiende por un eje circular respecto al rayo de curvatura mínimo admisible para el cable que forma el inductor. Figura 9C, de preferencia, el inserto (930) está formado por dos piezas (931, 932) ensambladas, que constan cada una de una media ranura (935) realizada por fresamiento. Así, la distribución espacial de las fuentes de calentamiento energético y la circulación de fluido alrededor de la forma permiten realizar ciclos de calentamiento y enfriamiento muy rápidos de la impresión, proporcionando tanto una distribución uniforme de la temperatura sobre toda la superficie de la impresión y de altos gradientes de temperatura en los bordes de la impresión. Así, la temperatura de fusión de la resina se consigue de manera uniforme en la impresión, garantizando un reparto uniforme del polímero termoplástico que forma la matriz en todo el volumen de la pieza. Sin embargo, esta temperatura de fusión no se alcanza más allá de los bordes (221) de dicha impresión, lo que permite el control de la tensión y el deslizamiento del tejido en los bordes con el fin de evitar la formación de pliegues en las zonas no desarrollables (121) de la pieza.

Figura 6, las características preferentes del dispositivo objeto de la invención se efectúan para beneficio de la fabricación de una pieza según un procedimiento

Según un ejemplo de realización de este procedimiento, figura 6A, las numerosas capas que forman los pliegues del compuesto final se apilan para constituir una preformatexil (600). Las dos primeras capas (611, 612), por ejemplo, están formadas por un tejido de fibras vegetales naturales, como fibras de lino, de algodón o de cáñamo, espolvoreadas con un polímero termoplástico, de un tejido de dichas fibras laminado con un polímero de ese tipo o de un tejido que consta de fibras termoplásticas y vegetales mezcladas. Como ejemplo no limitativo, el polímero termoplástico se elige entre un grupo formado por:

- acrilonitrilo butadieno estireno o ABS;
- poliolefinas;
- politereftalato de butileno o PBT;
- polietilenimina o PEI;
- poliéter cetona o PEK;
- poliéter éter cetona o PEEK;
- polisulfuro de fenileno o PPS;
- poliamidas como el policaprolactame (PA6) o el polihexametileno (PA6-6);

según las propiedades que se busquen para la pieza.

Según otro ejemplo de realización, no limitativo, se utiliza un polímero termoplástico de origen biológico, que de preferencia se elige entre un grupo formado por:

- poliamidas (PA), sobre todo la PA11
- polietileno (PET) de origen biológico;
- ácido poliláctico (PLA);
- o incluso poliésteres de origen biológico.

Los polímeros termoplásticos según estos distintos ejemplos de realización presentan temperaturas de fusión superiores a los 100 °C incluso a 200 °C o 300 °C en el caso de algunos. Ahora bien, las fibras naturales como las fibras de lino tienden a degradarse por el desgaste más allá de los 120 °C y la humedad que contienen puede evaporarse por encima de los 100 °C. Estas dificultades de puesta en marcha se resuelven gracias a la dinámica del procedimiento, hecha posible por el dispositivo objeto de la invención, especialmente para el calentamiento y enfriamiento del conjunto que forma la matriz.

Volviendo a la figura 6A, una tercera capa (613) está formada por un tejido impreso con un papel simplemente decorativo. Como ejemplo, se puede tratar de un tejido de algodón impreso. La cuarta capa (614) es una película termoplástica, escogida de preferencia entre los polímeros nombrados anteriormente.

Según otro ejemplo de realización, el procedimiento objeto de la invención se utiliza para realizar piezas a partir de moldes con la forma de los tejidos formados por fibras mezcladas con polietileno (PET) de varias constituciones. Las diferencias de constitución de dichas fibras confieren distintas temperaturas de fusión. Estas fibras pueden salir en parte o en su totalidad de polietileno de origen biológico. Así, el control preciso de la temperatura en la impresión (220) permite realizar la fusión de una sola parte de las fibras, que constituirán la matriz de la pieza final, y las demás fibras conservarán su integridad y su papel de refuerzo de la pieza. Esta puesta en práctica es compatible con la inserción de un tejido de decoración en la pila. Esta versión de puesta en práctica del procedimiento está adaptada especialmente a la realización de piezas destinadas a equipaje.

Incluso aunque no se lleven a su temperatura de fusión durante la formación, las fibras de refuerzo PET son deformables a la temperatura de fusión del polímero que forma la matriz del compuesto. Así, tasa de refuerzo puede verse aumentada por la presencia de estas fibras PET sin adquirir las dificultades de formación de la pieza.

Figura 6B, la pila (611, 612, 613, 614) se coloca sobre la matriz (200) del dispositivo objeto de la invención, sin preparación específica para las piezas de pequeñas dimensiones como los cascos de protección para teléfonos móviles. En el caso de la realización de un medio casco de mayores dimensiones, destinado, por ejemplo, a formar una tapa o un fondo de maleta o baúl, la pila de tejidos puede estabilizarse ensamblando las capas entre ellas por puntos o líneas de soldadura, sobre todo para garantizar la orientación del motivo del tejido impreso respecto a la pieza final. La matriz (200) se coloca sobre una de las bases de una prensa (no representada). El tejido impreso (613), según este ejemplo de realización, se coloca con la cara impresa hacia el fondo de la impresión (220) y hacia el exterior de la pila, de modo que esta cara impresa se vea desde la cara convexa de la pieza. Una vez que la pila de tejidos está colocada sobre la matriz (200), empieza el ciclo de formación y consolidación.

La figura 7 representa en un diagrama el tiempo (710), la temperatura (712) y la fuerza (711), la evolución de la temperatura (720) en la impresión, y de la fuerza de cierre (730) del dispositivo objeto de la invención durante un ciclo de este tipo de formación y consolidación. La primera etapa (740) corresponde a la colocación de los tejidos en la matriz (200) del dispositivo objeto de la invención, que está a temperatura ambiente (721), y cuya fuerza de cierre es nula (731).

Durante la segunda etapa (750), la pila de tejidos se estampa entre un punzón (620) y la matriz (200) para que el cierre del dispositivo objeto de la invención tenga la fuerza de cierre de la prensa (732).

Figura 6B, el punzón (620) se fija sobre la base de una prensa (no representada), opuesto a la base sobre la que está fijada la matriz (200). El punzón (620) tiene dos partes. Una primera parte (621) tiene la forma complementaria de la impresión (220), separada por un entrehierro (e) hasta que el pistón (620) desciende hasta entrar en contacto con la matriz. Una segunda parte (622) que se extiende en un plano superior a la primera parte (621) y que forma un pisador que puede asir los bordes de la pila de tejidos (611, 612, 613, 614) entre dicho pisador y la parte superior de la matriz correspondiente al plan de entrada de la impresión. De preferencia, la primera parte (621) del punzón (620) que forma un saliente en referencia al pisador (622) está constituida de silicona. La aproximación del punzón (620) y la matriz (200) por cierre de la prensa empuja la parte central de la pila de tejido en la impresión (220) y sujeta los bordes de la pila de tejido entre los bordes de la impresión y el pisador. Así los tejidos se estiran, sobre todo en las zonas no desarrollables, con lo que se evita la formación de pliegues en esas zonas.

Volviendo a la Figura 7, durante la etapa de estampado (750), después del cierre de la prensa, la temperatura de la impresión se incrementa muy rápidamente a una velocidad de calentamiento de al menos 2 °C. s⁻¹ por la aplicación de calentamiento por inducción, a una temperatura igual o superior a la temperatura de fusión (723) del material termoplástico que constituye la matriz de la pieza, y la presión de cierre de herramientas se mantiene constante. Como ejemplo, en el caso de la utilización de una matriz termoplástica de tipo PA11, cuya temperatura de fusión es de 185 °C, la temperatura puede alcanzarse en 60 segundos.

A la fase de estampado (750) le sigue una fase de conservación (760), donde la impresión se mantiene a la temperatura de fusión (723) de la resina y la fuerza de cierre del molde se mantiene también en su valor máximo (732). De preferencia, esta fase de conservación (760) debe durar unos 30 segundos.

Después de esta fase de conservación (760), el calentamiento por inducción se interrumpe y la circulación de fluido

en los conductos (331, 332) de la carcasa (230) se restablece con el fin de enfriar rápidamente la forma (210) . La fuerza de cierre del molde se mantiene durante esta fase de enfriamiento (770), lo que permite la consolidación de la pieza. Esta consolidación se alcanza cuando la temperatura de la impresión es inferior a la temperatura (722) de transición vítrea de la resina termoplástica. El enfriamiento se logra justo a temperatura ambiente (721), antes de proceder a la apertura de las herramientas y a la etapa de desmoldado (780) de la pieza. Con este fin, en el marco de una gran fabricación en serie, la matriz (200) de las herramientas está provista de medios (no representados) para automatizar este desmoldado.

La pieza se transfiere hacia un puesto de recortado. En efecto, figura 6C, después de la operación de formación y consolidación, la pieza desmoldada presenta una parte consolidada (600) y en los bordes, partes de tejido no consolidadas. La operación de recorte está diseñada para eliminar estos bordes no consolidados.

Dicho recorte se puede lograr mediante una herramienta de corte montado sobre una prensa adyacente a la prensa utilizada para las operaciones de formación y consolidación, o por mecanizado, por ejemplo, fresando una máquina de pedidos numérica. Según estos ejemplos, el recorte se efectúa según un contorno (640) situado en la parte consolidada (600) de la pieza. Los rebordes de la parte consolidada (600) de la pieza son más largos que los de la pieza final para poder efectuar el recorte en una parte consolidada.

Figura 6D, la pieza (100) se termina después de este recorte. La cara decorada (650) se sitúa en este ejemplo de realización en el exterior de la pieza sobre su parte convexa. La decoración está integrada en el espesor de la pieza sobre una capa de resina. Por tanto es mucho más resistente que una decoración por impresión sobre la superficie de la pieza final.

Volviendo a la figura 6B, si se colocan los inductores (241, 2412) muy próximos a la imprenta, la combinación de estas características con la dinámica elevada de calentamiento-enfriamiento permite no provocar la fusión de la matriz termoplástica más que en la parte de la pila de tejidos que se sitúan en la impresión, y cuyos bordes permanecen por encima de la temperatura de fusión de la matriz.

En total, la permanencia del conjunto de tejidos situados en la impresión (220) tiene una temperatura superior a 100 °C e inferior a 2 minutos. Esta corta permanencia a alta temperatura, combinada con una temperatura uniforme sobre toda la superficie de la impresión permite, además de garantizar la ausencia de desgaste o decoloración de las fibras de los tejidos de refuerzo (611, 612) y del tejido de decoración (613), la ausencia de fallos unidos a la vaporización de la humedad que contienen las fibras tanto de los tejidos de refuerzo (611, 612) como del tejido impreso (613) y un reparto uniforme de la resina en todo el volumen de la pieza. La uniformidad de la temperatura en la superficie de la impresión durante todo el ciclo permite también obtener un aspecto uniforme en la superficie de la pieza, sobre todo en términos del estado de la superficie. El modo de realización representado en la figura 9 facilita la realización de dichas cavidades revestidas en las zonas de rayo de empalme débil

Figura 10 según un ejemplo de realización del dispositivo objeto de la invención, el bloque (420) que constituye la forma está formado por un material eléctricamente conductor y no magnético. Como ejemplo no limitativo, dicho bloque (420) está hecho de cobre (Cu) o de una aleación de cobre y berilio (Be). Según otro ejemplo de realización, dicho bloque está hecho de una aleación de aluminio. Estos materiales presentan una conductividad térmica y una conductividad magnética elevada. Según este modo de realización, la superficie de las ranuras (440) que realizan las cavidades que reciben a los inductores (241, 242) están cubiertas por un revestimiento (140) formado por un material ferromagnético, por ejemplo, el níquel o una aleación con hierro. Así, cuando una corriente eléctrica alternativa de alta frecuencia circule en dichos inductores (241, 242), dicho revestimiento (140) se calienta por inducción y transmite su calor al bloque (420), que la transmite por conducción a la pieza colocada en la impresión. La fuerte conductividad térmica del material que forma el bloque (420) según este modo de realización permite una homogeneización rápida de la temperatura en toda la superficie de la impresión.

La descripción previa y los ejemplos de realización muestran que la invención alcanza los objetivos mencionados, en particular el dispositivo objeto de la invención permite por un calentamiento rápido e uniforme de la impresión realizar piezas compuestas formadas por fibras de origen vegetal en una matriz termoplástica.

REVINDICACIONES

1. Dispositivo para la formación y consolidación de una prefomación (600) textil formada por fibras continuas impregnadas de un polímero termoplástico, que consta de:

I. una matriz (200) que consta de una foma (210) formada por una impresión (220) correspondiente a la forma de la pieza, y dicha forma se extiende en profundidad entre un plano de entrada y un fondo y está insertada en una carcasa (230);

II. medios (241, 242) de calentamiento por inducción de la foma (210);

III. medios (235, 331, 332) de enfriamiento de la matriz;

IV. un punzón (620) formado por una parte (621) saliente correspondiente a la forma de la pieza y cuya distancia respecto a la impresión (220) es de un valor de entrehierro (e) definido, y por una parte (622) capaz de realizar un pisador entre dicho punzón y la matriz (200);

caracterizado porque:

los medios de calentamiento por inducción de la foma constan de dos inductores que se extienden dentro de las cavidades (440) de la foma (210) y que forman cada uno una espira en los planos de alturas distintas, ligeramente paralelos al plano de entrada de la impresión (220) y comprendidos entre dicho plano de entrada y el fondo de la foma.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los medios de calentamiento por inducción constan de un inductor (242) que forma al menos una espira en una cavidad que se extiende entre el fondo de la impresión y el fondo de la foma.

3. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la carcasa (230) está hecha de un material no magnético.

4. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la foma (210) consta de un bloque (420) en el que está tallada la impresión y una base (430) que encierra dicho bloque.

5. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la base (430) está hecha de un material no magnético.

6. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los inductores (241, 242, 941) están formados de cables de cobre trenzados multifilamentosos (840), y dichos filamentos están al descubierto.

7. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la foma (920) consta de dos mandrinadoras de ejes (9410, 9420) secantes que forman una cavidad (940) capaz de albergar a un inductor, y la continuidad de la cavidad entre las dos mandrinadoras se logra mediante una pieza (930) proporcionada que consta de una cavidad (935) que describe un rayo de empalme adaptado a la flexibilidad del inductor (941).

Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el bloque (420) de la foma (210) está hecho de un material metálico no magnético, y las cavidades (440) en las que se extienden los inductores (241, 242) están revestidas de una capa (1040) de un material ferromagnético.

8. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el bloque (420) de la foma (210) está hecho de un material elegido entre el cobre y sus aleaciones.

9. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el bloque (420) de la foma (210) está hecho de un material elegido entre el aluminio y sus aleaciones.

10. Procedimiento para la fabricación de una pieza (100) que consta de cuatro rebordes de contorno cerrado, hecha de un material compuesto estratificado formado por una matriz termoplástica y un refuerzo fibroso de fibras continuas, especialmente de origen vegetal, que funciona mediante un dispositivo según la reivindicación 1, que incluye las etapas que consisten en:

a. recortar un molde (600) no consolidado en un tejido impregnado de un polímero termoplástico;

b. colocar (740) dicho molde encima de la impresión (220) de un dispositivo según la reivindicación 1;

c. estampar (750) dicho molde descendiendo el punzón (620) sobre la impresión (220) manteniendo los bordes del molde (600) sobre el contorno de la impresión y manteniendo el molde bajo presión en el entrehierro (e) entre el punzón (620) y la impresión (220);

d. calentar la parte del molde situada en la impresión (220) a una velocidad de calentamiento al menos igual a 2 °s⁻¹ hasta una temperatura igual o superior a la temperatura (723) de fusión del polímero termoplástico manteniendo la presión sobre el entrehierro y sin alcanzar la temperatura de fusión de dicho polímero en los bordes mantenidos sobre el contorno de dicha impresión;

ES 2 588 515 T3

- e. enfriar (770) la impresión a una velocidad de enfriamiento superior o igual a $2^{\circ}.\text{s}^{-1}$ hasta una temperatura inferior a la temperatura de transición vítrea del polímero manteniendo la presión sobre el entrehierro;
- f. aislar el punzón de la impresión y desmoldar la pieza.

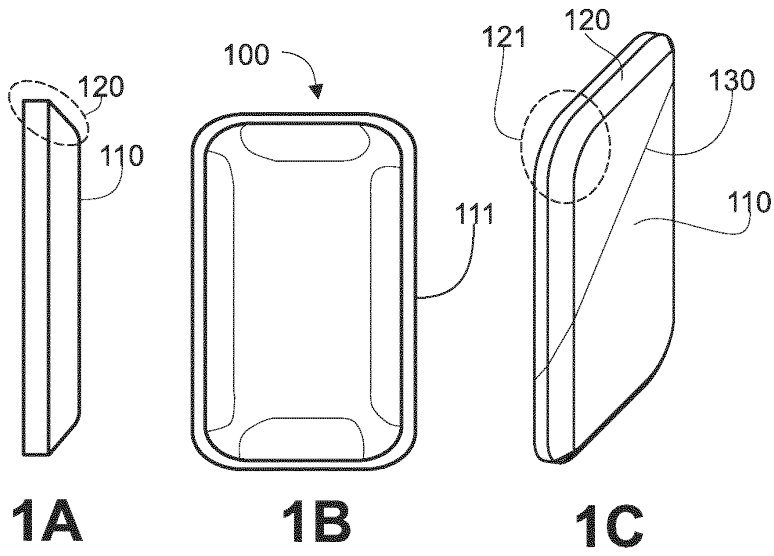
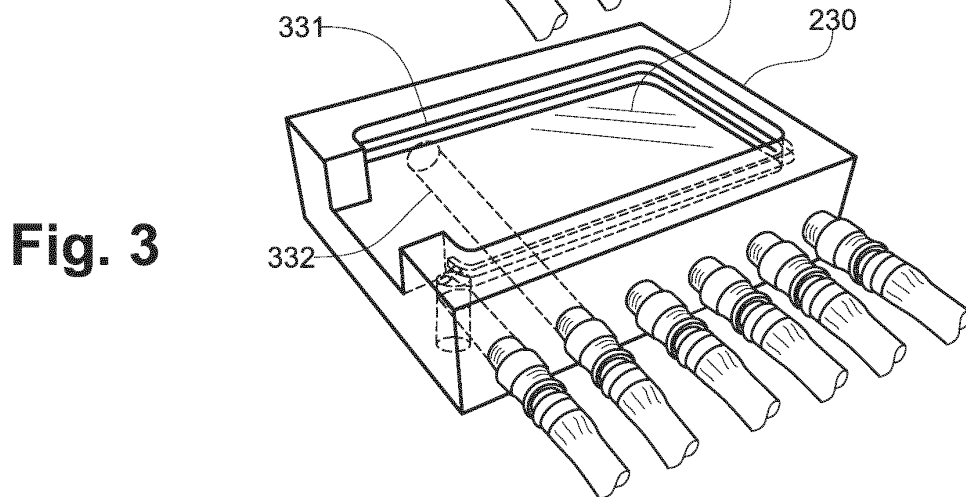
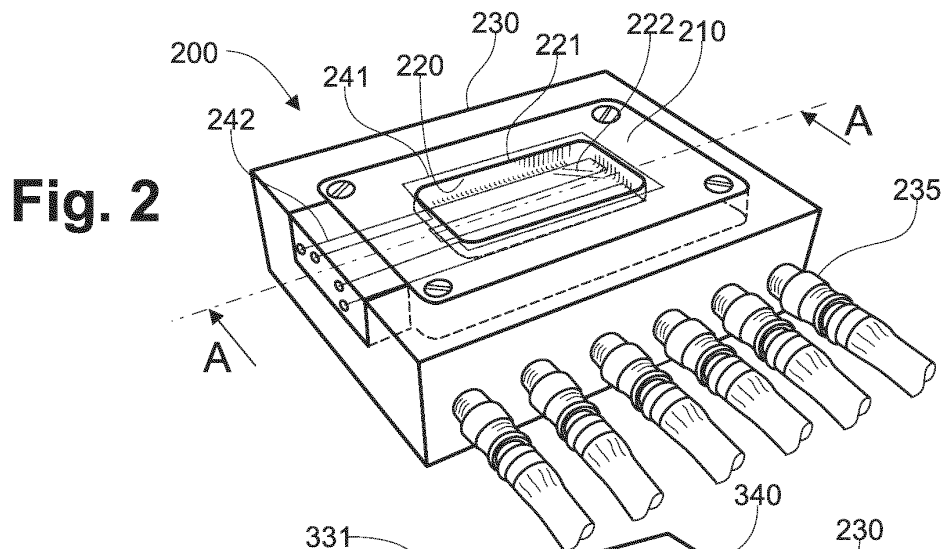


Fig. 1



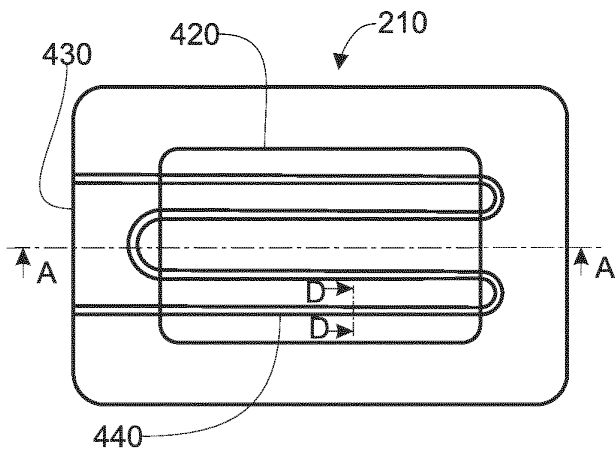


Fig. 4

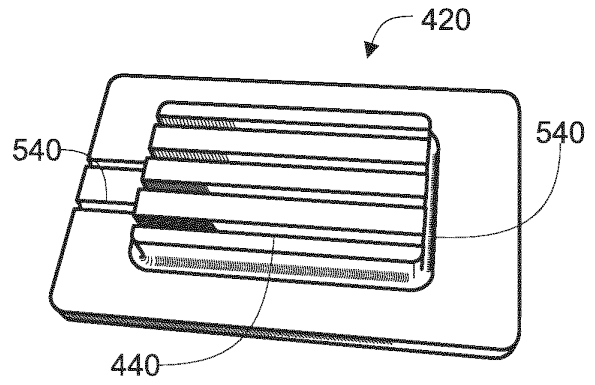
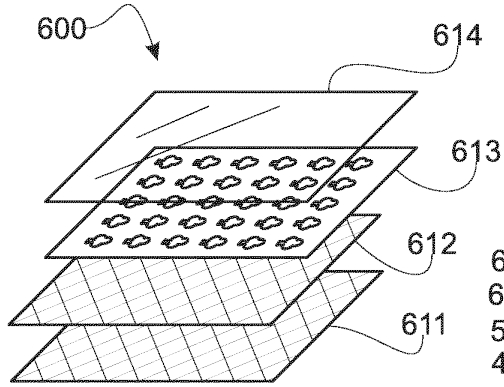
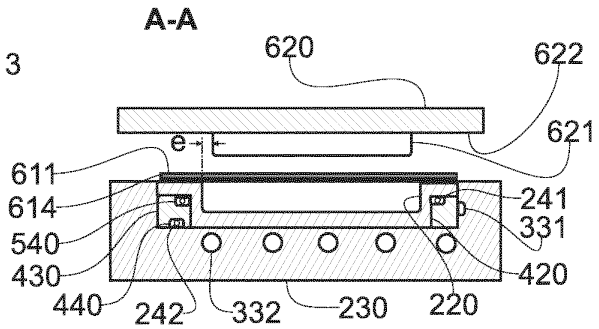


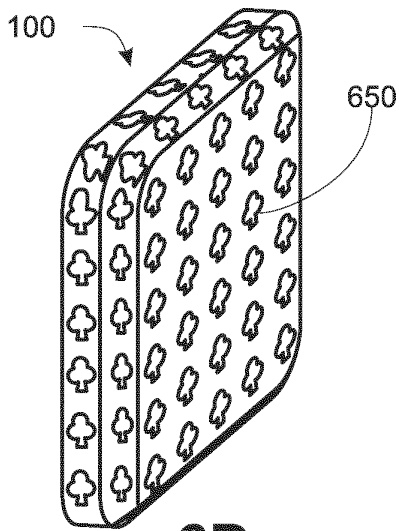
Fig. 5



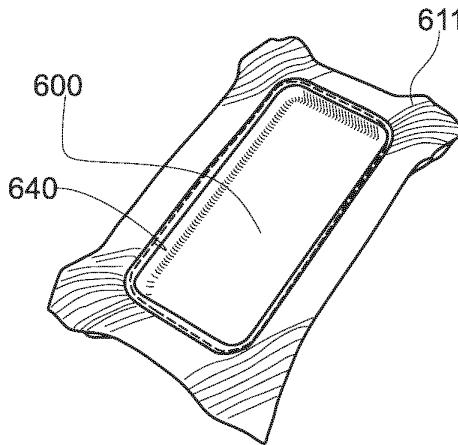
6A



6B



6D



6C

Fig. 6

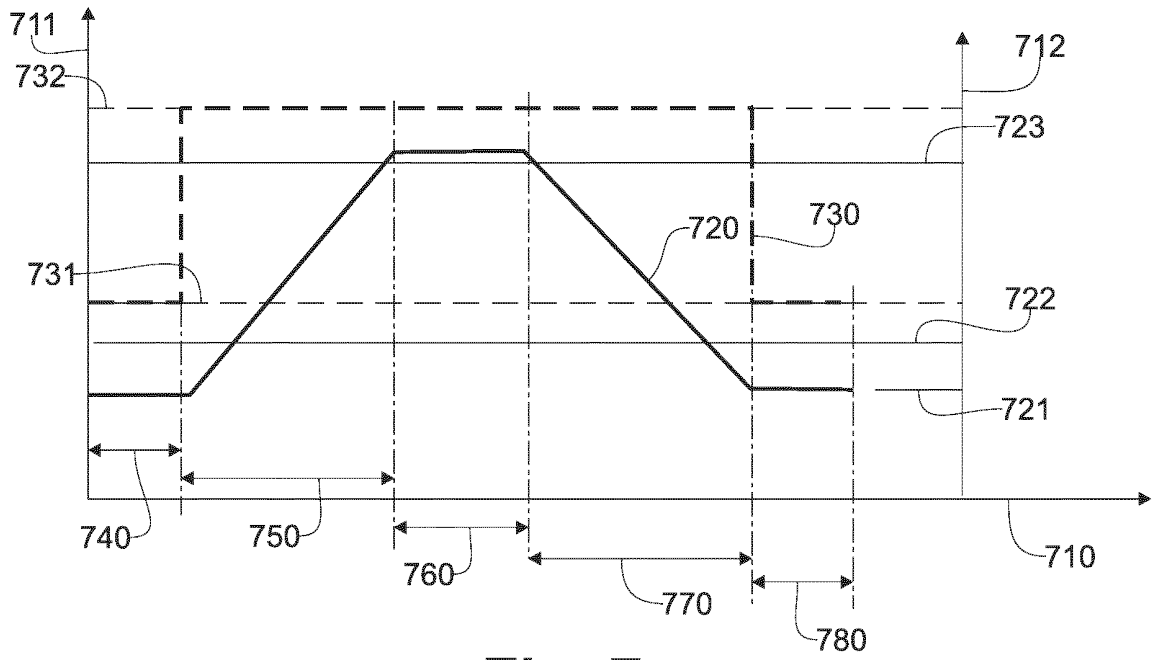


Fig. 7

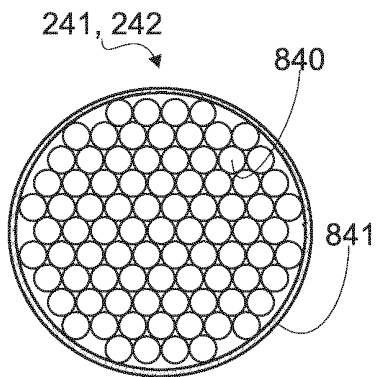


Fig. 8

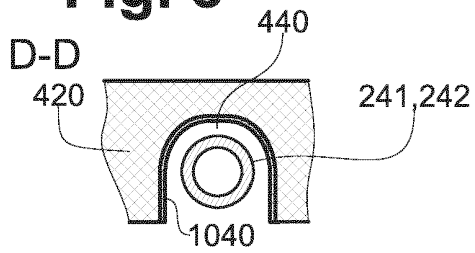


Fig. 10

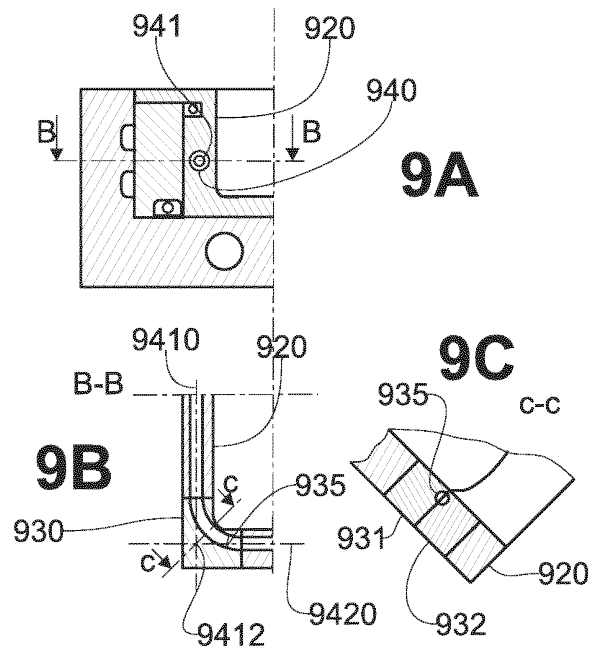


Fig. 9