

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
11 de noviembre de 2010 (11.11.2010)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional  
**WO 2010/128192 A2**

(51) Clasificación Internacional de Patentes:  
**B29C 70/30** (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/ES2010/070296

(22) Fecha de presentación internacional:  
5 de mayo de 2010 (05.05.2010)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:  
P200901152 6 de mayo de 2009 (06.05.2009) ES

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **AIRBUS OPERATIONS, S.L.** [ES/ES]; Avda. John Lennon s/n, E-28906 Getafe, Madrid (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **LOZANO GARCÍA, José Luis** [ES/ES]; C/ Manuel de Falla, 55, E-28905 Getafe, Madrid (ES). **GRANADO MACARRILLA, José Orencio** [ES/ES]; C/ Real 39, 2C, E-28991 Torrejón de la Calzada, Madrid (ES). **MARTÍNEZ VALDEGRAMA, Vicente** [ES/ES]; C/ Río de Narcea 18 2C, E-28430 Collado Villalba, Madrid (ES).

(74) Mandatario: **ELZABURU, Alberto de**; C/ Miguel Angel, 21, E-28010 Madrid (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla 48.2(g))

(54) Title: COMPOSITE MATERIAL PART WITH LARGE VARIATION IN THICKNESS

(54) Título : PIEZA DE MATERIAL COMPUESTO CON GRAN CAMBIO DE ESPESOR.

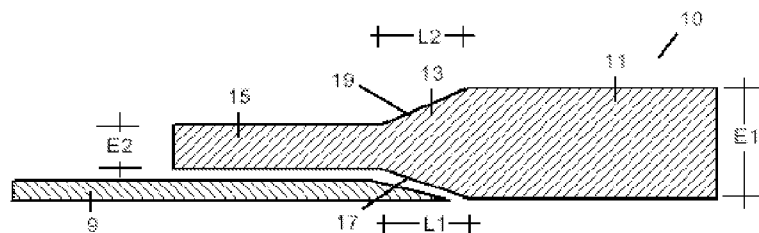


FIG. 3

(57) Abstract: Composite material part (10) with a large variation in thickness between a first zone (11) having a thickness E1 and a second zone (15) having a thickness E2, which is made as a single part with a transition zone (13), the external surfaces (17, 19) of which have gradients of magnitude P1, P2, in which the structure of the stack comprises b1) a plurality of continuous plies (31, 35, 39) which extend in the three zones mentioned (11, 13, 15); b2) a plurality of plies (33) which extend in the first zone (11) and in the transition zone (13), terminating in a stepped manner in the transition zone (13); b3) a plurality of plies (37) which extend in the first zone (11) and in the transition zone (13), terminating in a stepped manner in the transition zone (13). The invention also refers to methods for manufacturing said part.

(57) Resumen: Pieza (10) de material compuesto con gran cambio de espesor entre una primera zona (11) de un espesor E1 y una segunda zona (15) de un espesor E2, realizada como una pieza unitaria

[Continúa en la página siguiente]



---

con una zona de transición (13) cuyas superficies exteriores (17, 19) tienen unas pendientes de magnitudes P1, P2, en la que la estructura del apilado comprende: b1) una pluralidad de telas continuas (31, 35, 39) que se extienden en las tres zonas mencionadas (11, 13, 15); b2) una pluralidad de telas (33) que se extienden en la primera zona (11) y en la zona de transición (13), terminando escalonadamente en la zona de transición (13); b3) una pluralidad de telas (37) que se extienden en la primera zona (11) y en la zona de transición (13), terminando escalonadamente en la zona de transición (13). La invención también se refiere a procedimientos para fabricar dicha pieza.

- 1 -

## **PIEZA DE MATERIAL COMPUESTO CON GRAN CAMBIO DE ESPESOR**

### **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a la estructura del apilado de una pieza de material compuesto con un gran cambio de espesor que se fabrica curando en autoclave dicho apilado y, más en particular, a la estructura del apilado de una pieza de material compuesto de una estructura aeronáutica.

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

En la industria aeronáutica son bien conocidos procesos de fabricación de piezas que comprenden básicamente una primera etapa de apilado de telas por ATL "Automatic Tape Lay-Up" y una segunda etapa de curado en autoclave.

En la etapa de apilado se colocan en un molde/útil de forma apropiada capas de un material compuesto tal como el preimpregnado que es una mezcla de refuerzo fibroso y matriz polimérica susceptible de almacenamiento.

Ese material se puede presentar en diversas formas y en particular en forma de tela. Para las matrices termoendurecibles la resina generalmente se cura parcialmente o se lleva mediante otro proceso a una viscosidad controlada, llamada B-etapa.

Las telas de material compuesto no se colocan aleatoriamente sino que se disponen en cada zona en un número y con una orientación de su refuerzo fibroso, típicamente de fibra de carbono, determinados en función de la naturaleza y la magnitud de los esfuerzos que vaya a soportar la pieza en cada zona. Se utilizan para ello generalmente máquinas ATL ("Automatic Tape Lay-up").

Las máquinas de encintado automático son muy eficientes para fabricar laminados planos o sustancialmente planos ya que las pendientes admisibles por dichas máquinas son pequeñas. Esa limitación tiene como consecuencia que en aquellas estructuras aeronáuticas con zonas de distinto espesor haya

- 2 -

que extender mucho las rampas de cambio de espesor especialmente cuando las diferencias de espesor son muy acusadas, con el consiguiente impacto en peso.

La presente invención está orientada a la solución de ese problema.

## **SUMARIO DE LA INVENCION**

Un objeto de la presente invención es proporcionar una estructura de apilado de una pieza realizada en material compuesto con un gran cambio de espesor entre dos zonas que facilite su optimización en peso y dimensiones.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura de apilado de una pieza realizada en material compuesto con un gran cambio de espesor entre dos zonas que pueda ejecutarse con una máquina ATL.

En un primer aspecto, esos y otros objetos se consiguen proporcionando una pieza con una primera zona de un espesor  $E1$  y una segunda zona de un espesor  $E2$  que está realizada como una pieza unitaria con una zona de transición entre dichas zonas, cuyas superficies exteriores tienen unas pendientes de magnitudes  $P1$ ,  $P2$ , con un apilado estructurado con:

- Una pluralidad de telas continuas que se extienden en las tres zonas mencionadas.

- Una pluralidad de telas que se extienden en la primera zona y en la zona de transición, terminando escalonadamente en la zona de transición, para compensar la diferencia de espesor entre la primera y la segunda zonas correspondientes por un lado a la pendiente  $P1$  y por otro lado a la pendiente  $P2$ .

En una realización preferente, la estructura del apilado comprende:

- Dos secciones exteriores con telas continuas que se extienden en las tres zonas mencionadas paralelamente a sus superficies.

- Una sección central con telas continuas que se extienden en las tres zonas mencionadas paralelamente a las superficies de la primera y la segunda zona.

- 3 -

- Dos secciones intermedias entre las secciones exteriores y la sección central con telas que extienden en la primera zona y en la zona de transición paralelamente a la superficie de la primera zona y que terminan escalonadamente en la zona de transición. Se consigue con ello, una estructura de apilado optimizada para piezas con cambios de espesor como la correspondiente a la zona de cogida de componentes del borde de salida y/o de ataque en el revestimiento del cajón de torsión de un estabilizador horizontal de cola de una aeronave, al aprovechar la rampa que debe existir en la cuna de apilado de dicho revestimiento para que haya continuidad aerodinámica entre el revestimiento y el componente del borde de salida y/o de ataque, para configurar una zona de transición optimizada en peso y dimensiones.

En un segundo aspecto, los objetos mencionados se consiguen con procedimientos de fabricación de la pieza que comprenden el apilado de telas de material compuesto sobre un útil de apilado con la forma de la superficie exterior de la pieza en distintas etapas, dependientes de la estructura del apilado y su curado en un dispositivo apropiado.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada que sigue de una realización ilustrativa del objeto de la invención en relación a las figuras adjuntas.

## **DESCRIPCION DE LAS FIGURAS**

La Figura 1a es una vista del montaje del cajón de torsión y el borde de salida de un estabilizador horizontal de cola de una aeronave, con un cajón de torsión cuyo revestimiento es una pieza con un gran cambio de espesor y la Figura 1b es una vista parcial de detalle de una zona de cogida del revestimiento del cajón a un componente del borde de salida.

La Figura 2 es una vista en sección transversal de una solución conocida en la técnica para montar piezas de material compuesto con grandes cambios de espesor.

- 4 -

La Figura 3 es una vista esquemática en sección transversal del montaje de piezas de material compuesto en el que una de las partes es una pieza con grandes cambios de espesor según la presente invención.

Las Figuras 4a, 4b, 4c y 4d son vistas esquemáticas del proceso de encintado de una pieza con grandes cambios de espesor según la presente invención.

## **DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION**

La presente invención resulta aplicable a piezas fabricadas en material compuesto con grandes cambios de espesor. Como ejemplo de piezas de ese tipo en la industria aeronáutica, cabe citar a los revestimientos de los cajones de torsión de los estabilizadores horizontales de cola mostrados en las Figuras 1a y 1b en los que hay un gran cambio de espesor entre el revestimiento 5 del cajón propiamente dicho y la faldilla 7 de cogida de un panel 9 del borde de salida. En ese caso la superficie externa del revestimiento 5 y la superficie del panel 9 del borde de salida deben quedar alineados para garantizar la continuidad aerodinámica.

Como ya hemos dicho, la solución convencional de la técnica anterior para poder fabricar unitariamente piezas con zonas de distintos espesor utilizando una máquina ATL es que las rampas de las zonas de transición entre las zonas con distinto espesor sean compatibles con los requerimientos de dichas máquinas.

En el caso que nos ocupa, una alternativa a la fabricación de una pieza unitaria con rampas demasiado largas es la ilustrada en la Figura 2 en la que se fabrica la faldilla de cogida 7 como una pieza separada del revestimiento 5 para su unión posterior a éste y al panel 9 del borde de salida.

En ese contexto, la idea básica de la presente invención para conseguir el objetivo de que dicha pieza pueda fabricarse como una pieza unitaria con una transición suave entre las zonas de distinto espesor y limitando al máximo la longitud de la zona de transición es utilizar el escalón existente en la cara

- 5 -

externa de las zonas de distinto espesor, es decir en la superficie exterior de la pieza, para estructurar adecuadamente el apilado de la zona de transición.

Siguiendo la Figura 3 puede observarse que la pieza 10 según la presente invención comprende: una primera zona 11 de un espesor E1, una segunda zona 15 de un espesor E2 y una zona de transición 13 entre ambas cuyas superficies 17, 19, de dimensiones longitudinales L1, L2, tienen, respectivamente, pendientes P1, P2.

La estructura del apilado de la pieza 10 en una realización preferente de la invención ilustrada en la Figura 4d es la siguiente

- Dos secciones exteriores 21, 29 con telas continuas 31, 39 que se extienden en las tres zonas mencionadas 11, 13, 15 paralelamente a sus superficies, adaptándose pues a las rampas de la zona de transición 13.

- Una sección central 25 con telas continuas 35 horizontales que se extienden a lo largo de la pieza.

- Dos secciones intermedias 23, 27 entre las secciones exteriores 21, 31 y la sección central 25 con telas 33, 37 horizontales que extienden en la primera zona 11 y en la zona de transición 13, terminando escalonadamente en la zona de transición 13.

Siguiendo las Figuras 4a, 4b, 4c, 4d pueden observarse las etapas básicas que se siguen en el encintado de la pieza 10 sobre una cuna de apilado 49 cuya superficie se corresponde con la superficie aerodinámica de la pieza 10:

- En la primera etapa se encintan las telas 31 de la sección 21 que siguen la geometría exterior de la pieza 10 y de la cuna de apilado 49. Las telas pueden ser apiladas por una máquina ATL puesto que la pendiente P1 es compatible con sus requerimientos.

- En la segunda etapa se encintan las telas 33 de la sección 23. Como se ilustra en las Figuras 4a, 4b se van “matando” telas 33 en la zona de transición 13 provocando una primera disminución de espesor en la pieza 10 correspondiente al escalón conformado en la cuna 49.

- En la tercera etapa se encintan las telas 35 de la sección central 25.

- 6 -

- En la cuarta etapa se encintan las telas 37 de la sección 27. Como se ilustra en las Figuras 4c, 4d se van “matando” telas 37 en la zona de transición 13 conformando un escalón y provocando una segunda disminución de espesor en la pieza 10. El perímetro de estas telas no coincide en planta con el perímetro de las telas “muertas” en la segunda etapa. La “muerte” de estas telas se intercala por tanto entre la “muerte” de las telas de la segunda etapa.

- En la quinta etapa se encintan las telas 39 de la sección 29. Las telas pueden ser apiladas por una máquina ATL.

En otras realizaciones del apilado podría haber telas continuas 31, 35, 39 continuas intercaladas entre las telas 33, 37 que mueren en la zona de transición 13 en cuyo caso la máquina ATL irá apilando sucesivamente sobre la cuna de apilado 49 tanto las telas continuas 31, 35, 39 a lo largo de las tres zonas 11, 13, 15 como las telas 33, 37 que “mueren” en la zona de transición 13. Como ya hemos dicho, en la ejecución del apilado se procedería en primer término a ir matando telas contra la rampa 17 y una vez que el apilado haya superado el espesor de la segunda parte 15 continuar matando telas por el otro lado (el de la rampa 19) hasta conseguir el espesor de la primera pieza 11.

Las pendientes P1, P2 de las superficies 17, 19 de la zona de transición 13 deben ser iguales o menores de la máxima pendiente admisible para un encintado con una máquina ATL que actualmente puede cifrarse en 1/5.

En el caso de que la pieza 10 se corresponda con la zona de cogida del revestimiento del cajón de torsión de un estabilizador horizontal de cola a un componente del borde de ataque o del borde de salida ilustrada en la Figura 2, si el panel 9 tiene, por ejemplo, un espesor de 3,5 mm, eso determina que, considerando como máxima pendiente admisible para una máquina ATL una pendiente de 1/5 la longitud L1 de la superficie 17 de la zona de transición 13 sea de 17,5 mm. A partir de ahí, la longitud L2 y pendiente P2 de la superficie 19 vienen determinadas por la diferencia de espesores del revestimiento 5 y la zona de cogida 7.

En el tipo de piezas que estamos considerando, la zona de transición 13 tiene normalmente la forma representada en las Figuras 4a-4b con sus dos

- 7 -

superficies en rampa 17, 19 dentro de una zona de transición de longitud L porque la diferencia de espesores del revestimiento 5 y la zona de cogida 7 permite que la pendiente P2 sea igual o menor que P1. Ello es deseable porque se optimiza la longitud de la zona de transición ya que las rampas no son aptas para la unión de otras piezas como por ejemplo largueros en el caso que nos ocupa. Ahora bien, si la diferencia de espesores lo exigiera la rampa 19 podría tener una mayor extensión longitudinal que la rampa 17.

Se considera que la presente invención es aplicable para piezas en las que la diferencia entre el espesor E1 de la primera zona 11 y el espesor E2 de la segunda zona 15 está comprendido en el rango 1.5 – 15 mm.

En las realizaciones preferentes que acabamos de describir pueden introducirse aquellas modificaciones comprendidas dentro del alcance definido por las siguientes reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1.- Una pieza (10) de material compuesto que comprende una primera zona (11) de un espesor E1 y una segunda zona (15) de un espesor E2, caracterizada porque:

a) está realizada como una pieza unitaria con una zona de transición (13) entre ambas zonas (11, 15) cuyas superficies exteriores (17, 19) tienen unas pendientes de magnitudes P1, P2;

b) la estructura del apilado de la pieza (10) comprende:

b1) una pluralidad de telas continuas (31, 35, 39) que se extienden en las tres zonas mencionadas (11, 13, 15);

b2) una pluralidad de telas (33) que se extienden en la primera zona (11) y en la zona de transición (13), terminando escalonadamente en la zona de transición (13) para compensar la diferencia de espesor entre la primera y la segunda zonas (11, 15) correspondiente a la pendiente P1;

b3) una pluralidad de telas (37) que se extienden en la primera zona (11) y en la zona de transición (13), terminando escalonadamente en la zona de transición (13) para compensar la diferencia de espesor entre la primera y la segunda zonas (11, 15) correspondiente a la pendiente P2.

2.- Una pieza (10) según la reivindicación 1, caracterizada porque la estructura de su apilado comprende:

c1) dos secciones exteriores (21, 29) con telas continuas (31, 39) que se extienden en las tres zonas mencionadas (11, 13, 15) paralelamente a sus superficies;

c2) una sección central (25) con telas continuas (35) que se extienden en las tres zonas mencionadas paralelamente a las superficies de la primera y la segunda zona (11, 15);

c3) dos secciones intermedias (23, 27) entre las secciones exteriores (21, 31) y la sección central (25) con telas (33, 37) que extienden en la primera zona (11) y en la zona de transición (13) paralelamente a la superficies de la

- 9 -

primera zona (11) y que terminan escalonadamente en la zona de transición (13).

3.- Una pieza (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, caracterizada porque la diferencia entre los espesores E1, E2 de la primera y la segunda zonas (11, 15) está comprendida en el rango 1.5 -15 mm.

4.- Una pieza (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizada porque dichas pendientes P1, P2 son iguales o menores de 1/5.

5.- Una pieza (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizada porque forma parte del revestimiento de un cajón de torsión de un estabilizador horizontal de una aeronave.

6.- Un procedimiento de fabricación de una pieza (10) según la reivindicación 1, que comprende el apilado de telas de material compuesto sobre un útil de apilado (49) con la forma de la superficie exterior de la pieza (10) y su curado en un dispositivo apropiado, caracterizado porque comprende etapas de apilado de telas continuas (31, 35, 39) a lo largo de las tres secciones de la pieza (11, 13, 15) y etapas de apilado de telas (33, 37) que terminan escalonadamente en la zona de transición (13).

7.- Un procedimiento de fabricación de una pieza (19) según la reivindicación 2, que comprende el apilado de telas de material compuesto sobre un útil de apilado (49) con la forma de la superficie exterior de la pieza (5) y su curado en un dispositivo apropiado, caracterizado porque:

a) en una primera etapa se apilan las telas (31) de la sección exterior (21);

b) en una segunda etapa se apilan las telas (33) de la sección intermedia (23);

c) en una tercera etapa se apilan las telas (35) de sección central (25);

- 10 -

d) en una cuarta etapa se apilan las telas (37) de la sección intermedia (27);

e) en una quinta etapa se apilan las telas (39) de la sección exterior (29).

1/2

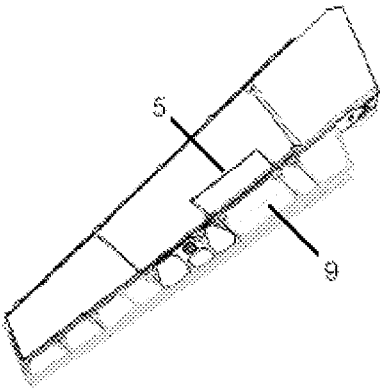


FIG. 1a

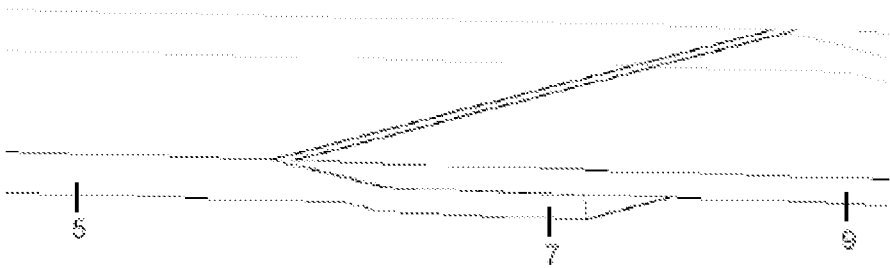


FIG. 1b

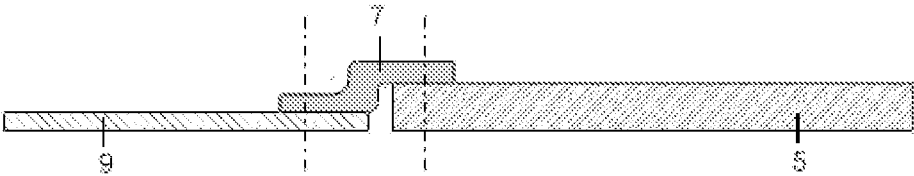


FIG. 2

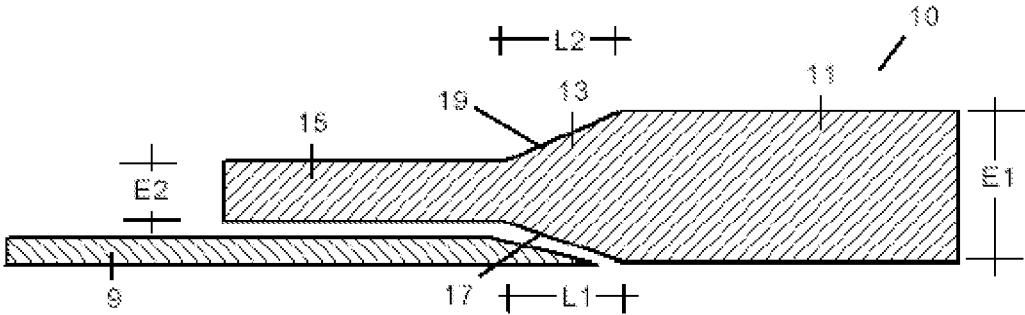


FIG. 3

2/2

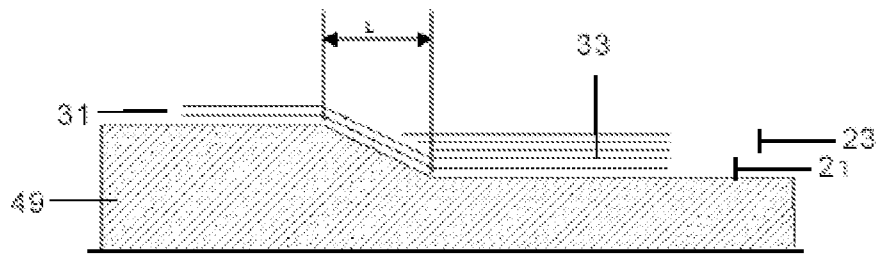


FIG. 4a

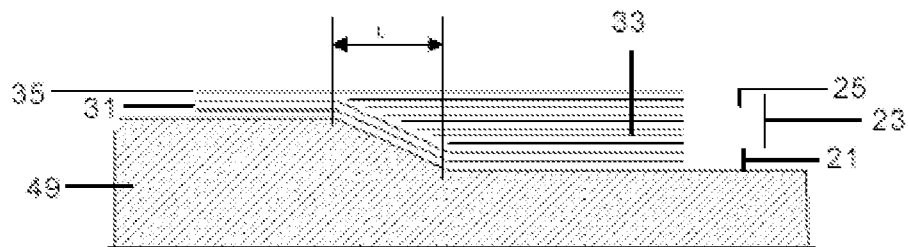


FIG. 4b

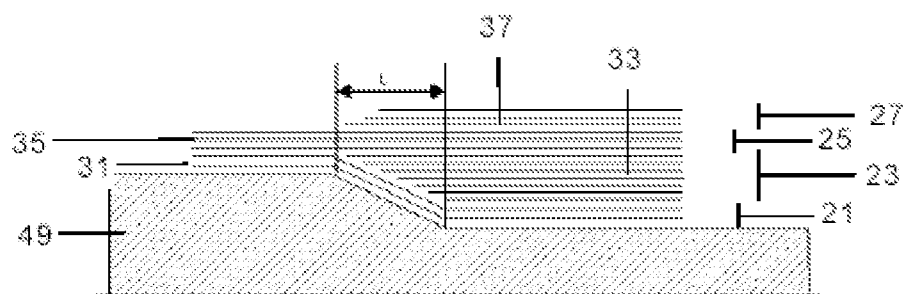


FIG. 4c

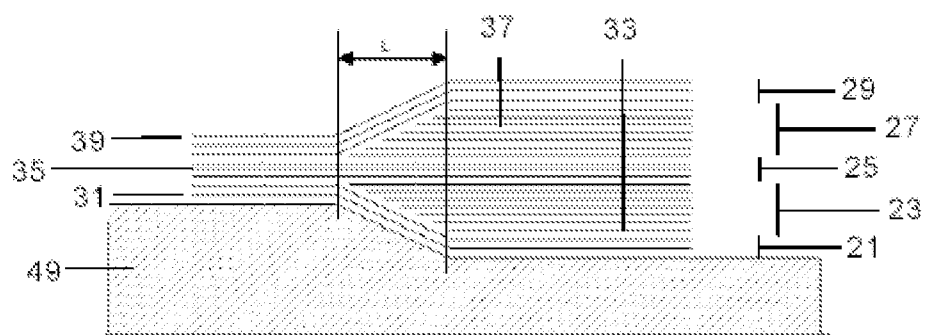


FIG. 4d