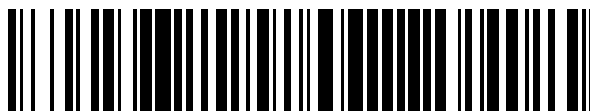


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 807**

51 Int. Cl.:

B64C 9/24

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.08.2007** E 13193040 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019** EP 2698317

54 Título: **Slat compuesto para alas de aeronaves**

30 Prioridad:

19.09.2006 US 523327

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

16.09.2019

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**BARR, MARK A, y
BAUCUM, JEFFREY P**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 724 807 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

Slat compuesto para alas de aeronaves

5 Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere, en general, a componentes estructurales para aeronaves y, más particularmente, trata sobre un slat para alas formado con materiales compuestos.

Descripción de la técnica relacionada

15 Para mejorar las características de sustentación de grandes aeronaves comerciales y militares, particularmente durante maniobras a baja velocidad, las alas se equipan con dispositivos auxiliares de alta sustentación que se conocen como slats. Los slats se montan en el borde de ataque de las alas para pivotar o deslizarse hacia fuera del borde de ataque, desde una posición plegada a una desplegada. Normalmente, los slats del borde de ataque se mueven hacia abajo y hacia delante desde el borde de ataque del ala usando activadores lineales o rotatorios, que mueven una corredera o un brazo unido al slat.

20 En el pasado, los slats se fabricaban usando metal y aleaciones metálicas que usaban enlaces de metal con metal. Los slats metálicos padecen una serie de defectos, incluyendo problemas de enlace del metal, que contribuyen al mantenimiento durante el uso, al daño por impacto y a la corrosión. Además, los slats metálicos se fabrican con numerosos componentes metálicos que se deben fabricar y montar de manera individual, haciendo que los slats sean relativamente caros de fabricar y añadiendo peso innecesario a la aeronave.

25 El documento US-A-4657615 divulga un miembro de larguero/borde de ataque de material compuesto de una pieza para una superficie de control de aeronave. El miembro de larguero/borde incluye una porción de borde de ataque delantero y una porción de larguero trasero. El borde de ataque delantero y las porciones de larguero trasero se conectan entre sí como un miembro tubular de una pieza continuo de material compuesto.

30 Por consiguiente, se necesita construir un slat para alas que tenga un número reducido de partes y un peso más ligero. La presente invención se dirige a satisfacer esta necesidad.

35 Breve resumen de la invención

La presente invención proporciona un slat para alas según la reivindicación 1 y un método según la reivindicación 8.

40 De acuerdo con un aspecto de la invención, un slat para alas de aeronaves comprende un revestimiento superior compuesto y pre-curado, un revestimiento inferior compuesto, y una sección central del núcleo aplanada que se encuentra entre el revestimiento superior y el inferior. Un larguero compuesto, con una sección transversal en forma de C, enlaza con los revestimientos superior e inferior en el extremo delantero de la sección central del núcleo. Una pluralidad de refuerzos compuestos enlazan con una sección delantera curvada del revestimiento inferior, y un revestimiento del morro compuesto, que forma el borde de ataque del slat, conecta los bordes de ataque de los revestimientos superior e inferior.

50 De acuerdo con otro aspecto de la invención, un slat compuesto para un ala de aeronave comprende un revestimiento superior compuesto, un núcleo central compuesto con forma de cuña, un revestimiento inferior compuesto que tiene un borde curvado hacia delante, un larguero, entre los revestimientos superior e inferior, delante del núcleo compuesto, y refuerzos compuestos que enlazan con el borde curvado hacia delante del revestimiento inferior. El larguero enlaza con el revestimiento superior, el revestimiento inferior y el núcleo central, que comprende preferentemente un material aplanado. Los refuerzos son curvados y están repartidos a lo largo del slat. Un revestimiento del morro compuesto, que forma el borde de ataque del slat, conecta los bordes de ataque de los revestimientos superior e inferior. El revestimiento del morro se refuerza mediante una pluralidad de nervaduras que soportan el revestimiento del morro y se apoyan contra el revestimiento inferior.

60 Todavía de acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método para fabricar un slat compuesto para alas de aeronaves que comprende las etapas de formar un estratificado, comprimir el estratificado y curar el estratificado comprimido. El estratificado se forma mediante la colocación de un revestimiento superior compuesto en un molde de estratificado, colocando un larguero compuesto en el molde sobre una sección del revestimiento superior y poniendo un revestimiento superior compuesto sobre la combinación del revestimiento inferior y el larguero. La etapa de estratificado también incluye formar un núcleo central del slat mediante la introducción de un miembro compuesto preformado en el molde de estratificado, después de lo cual se coloca en el molde un revestimiento inferior compuesto pre-curado que cubre la combinación del larguero y el núcleo central. El estratificado se comprime preferentemente usando técnicas de envasado al vacío. Después del curado, un revestimiento del morro compuesto, que forma el borde de ataque del slat, se instala en el estratificado curado.

Todavía de acuerdo con otro aspecto más de la invención, se proporciona un método para fabricar un slat compuesto para alas que comprende las etapas de: formar un estratificado en el molde, donde el estratificado incluye un revestimiento superior compuesto, un núcleo central y un revestimiento inferior compuesto; comprimir el estratificado usando un proceso de envasado al vacío; curar el estratificado; e instalar un revestimiento del morro compuesto en el estratificado curado. El proceso de estratificado incluye colocar refuerzos en el molde bajo el revestimiento superior. Se forma un revestimiento del morro compuesto poniendo materiales compuestos, comprimiendo el estratificado del revestimiento del morro y curando el estratificado del revestimiento del morro.

El slat compuesto para alas resulta ventajoso puesto que es de peso ligero en comparación con anteriores slats de metal, y se fabrica usando un número reducido de componentes. Se pueden usar procesos de producción comunes para moldear los componentes del slat, y se evitan los enlaces metal con metal.

Estos y otros rasgos, aspectos y ventajas de la invención se entenderán mejor en referencia a los dibujos, descripción y reivindicaciones siguientes.

Breve descripción de las varias vistas de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva de un slat compuesto de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva ampliada y en despiece del slat que se muestra en la figura 1, con algunas partes que no se muestran para más claridad.

La figura 3 es una vista en perspectiva del revestimiento superior del slat que se muestra en la figura 1.

La figura 4 es una vista en perspectiva de un larguero.

La figura 5 es una vista posterior del larguero que se muestra en la figura 4.

La figura 6 es una vista en perspectiva del revestimiento inferior.

La figura 7 es una vista en perspectiva del núcleo central.

La figura 8 es una vista transversal de un estratificado colocado en un molde de estratificado, que se usa para fabricar partes del slat que se muestra en la figura 1.

La figura 9 es una vista transversal del estratificado después de haberlo curado y retirado del molde de estratificado que se muestra en la figura 8.

La figura 10 es una vista fragmentada en perspectiva de una porción de un estratificado curado después de haberlo retirado del molde que se muestra en la figura 8.

La figura 11 es un diagrama de flujo simplificado de las etapas para producir el estratificado que se muestra en las figuras 8-10.

Las figuras 12-14 son vistas en perspectiva de nervaduras usadas en el slat que se muestra en la figura 1.

La figura 15 es una vista en perspectiva de un revestimiento del morro compuesto que forma parte del slat que se muestra en la figura 1.

La figura 16 es una vista en perspectiva de un slat montado parcialmente, que muestra las posiciones de las nervaduras que se representan en las figuras 12-14.

La figura 17 es una vista ampliada y fragmentada de un extremo del slat, estando las porciones divididas en secciones.

Descripción detallada de la invención

En referencia a las figuras, la presente invención se refiere, en líneas generales, a un slat 20 para alas de aeronaves, formado con materiales compuestos con un número mínimo de componentes. Las estructuras y materiales compuestos se usan mucho en aplicaciones de alto rendimiento por su ligero peso, gran solidez, alta dureza y resistencia superior a la fatiga. Tal como se usa en el presente documento, "materiales compuestos" hace referencia a materiales y estructuras que comprenden una combinación de distintos materiales constituyentes que enlazan unos con otros mediante un aglutinante, que se forman comúnmente mediante una matriz de resina termoestable en combinación con un reforzamiento fibroso, tal como fibra de carbono, normalmente en forma de cinta, lámina o estera. Se impregnan múltiples capas de la estera con un aglutinante, tal como resina epoxi de plástico o resina de poliéster, y se forma un "estratificado". Las capas están dispuestas de manera que sus respectivas direcciones de orientación alternan a diferentes ángulos para mejorar la dureza del laminado curado. Se aplica presión y calor a la parte del estratificado con múltiples láminas para comprimir y curar las capas y, de esa manera, formar una estructura rígida.

El slat 20 comprende, en líneas generales, un revestimiento superior compuesto 22, un revestimiento inferior compuesto 24 y una sección central del núcleo 26 que se encuentra entre los revestimientos 22 y 24. Un larguero 28, formado con materiales compuestos pre-curados, se encuentra entre los revestimientos superior e inferior 22, 24 respectivamente, y enlaza con el borde de ataque del núcleo central de espuma 26. El revestimiento inferior 24 se extiende hacia delante más allá del revestimiento superior 22 e incluye una sección curvada hacia abajo 24 que termina en un borde trasero 24b. Una pluralidad de refuerzos curvados 30, formados con material compuesto, se extiende de delante hacia atrás y enlaza con la sección curvada 24a del revestimiento inferior 24. Tal como se discutirá más adelante con mayor detalle, una pluralidad de nervaduras 32, repartidas longitudinalmente, se aseguran a la sección curvada 24a del revestimiento inferior 24, y un fragmento de revestimiento del morro compuesto 40 se ubica sobre las nervaduras 32 para formar el borde de ataque del slat 20.

El revestimiento superior 22 puede comprender una estructura compuesta pre-curada, formada, por ejemplo, con tela de fibra de carbono pre-impregnada con epoxi. En un ejemplo, cinco capas de tela de fibra de carbono, dispuestas alternativamente en una orientación 0/45/0/-45/0, resultaron ser satisfactorias. Un "duplicador", que comprende cinco capas adicionales de tela de fibra de carbono, puede añadirse al lado inferior de secciones
 5 delanteras del revestimiento superior 22 para incrementar su solidez y dureza. El revestimiento superior 22 se fabrica usando técnicas normales de estratificado, incluyendo envasado al vacío y curado. El borde trasero del revestimiento superior 22 puede manipularse para que posea el grosor y el ángulo de estrechamiento deseados.

El material que se usa para conformar el revestimiento inferior 24 puede comprender cinta de fibra de carbono, pre-impregnada con epoxi, y tela, dispuestas en múltiples ángulos en relación con la dirección de orientación. El número
 10 de capas variará dependiendo de la dureza que se desee para cada área del revestimiento 24. En un ejemplo satisfactorio, cuatro capas resultaron ser satisfactorias cerca del borde trasero del revestimiento 24, mientras que se usó una acumulación de diez capas de cinta en las porciones delanteras del revestimiento inferior 24. Se añadió un duplicador de 4 capas adicionales en las que el revestimiento 24 hace contacto con las nervaduras 32.

Como bien se aprecia en las figuras 4 y 5, el larguero 28 tiene generalmente forma de C en sección transversal, y comprende un tramo inferior 28a, un tramo intermedio 28b y un tramo superior 28c de anchura más grande que el tramo inferior 28a. El larguero 28 se extiende básicamente sobre toda la extensión del slat 20 y puede formarse usando técnicas convencionales de estratificado usando múltiples capas de cinta de fibra de carbono pre-impregnada con epoxi. En una realización que resultó satisfactoria, se combinaron veinte capas de cinta de fibra de carbono con capas de fibra de vidrio en las áreas que hacían contacto con las nervaduras 32, donde las capas se colocaron en una disposición alterna de 45/0/0/-45/90/45/0/0/-45/0, en relación con la dirección de orientación. Los materiales de aglomeración que forman el larguero pueden envasarse al vacío para comprimir las capas, después de lo cual se cura el estratificado comprimido.
 15

La sección central del núcleo 26 tiene forma de cuña en sección transversal y se estrecha desde el borde de ataque 28a al borde trasero 26b. La sección central del núcleo 26 puede formarse a partir de láminas disponibles en el mercado, ya sea de panales N636 Kevlar® o un panel de NOMEX®. NOMEX® está disponible en la compañía DuPont y puede convertirse en un panel usando papel NOMEX®, que es un tipo de papel con base de Kevlar®.
 20 Normalmente, el panel de papel inicial se empapa en una resina fenólica para producir un núcleo apanalado que exhibe una alta solidez y una muy buena resistencia al fuego. El núcleo formado 26 puede manipularse tanto como sea necesario hasta conseguir las dimensiones finales.

El revestimiento del morro 40 puede comprender un laminado pre-curado impregnado de resina, que alterna capas de fibra de vidrio y de fibra de carbono, en forma de cinta, con una manta calefactora (no se muestra) que se inserta entre al menos dos de las capas para proporcionar al slat 20 capacidad de descongelación. El revestimiento del morro 49 se une a la subestructura 45 usando pernos avellanados (no se muestran) o sujeciones "ciegas" similares, que se ubican en placas de tuerca (no se muestran) en la subestructura 45. El revestimiento del morro compuesta 40 puede formarse poniendo materiales compuestos, comprimiendo los materiales compuestos y curando los materiales compuestos.
 25

Ahora, en referencia particularmente a las figuras 8 y 11, una subestructura compuesta 45 se forma mediante la aglomeración secuencial de materiales en un molde de estratificado 42. Comenzando por la etapa 48 en la figura 11, el revestimiento superior pre-curado 22 se carga primero en el molde 42, después de lo cual se aplica un adhesivo de película al lado superior del revestimiento 22 en la etapa 50. En la etapa 52, el larguero pre-curado 28 se carga en el molde 42 para que lo soporte una porción del mandril 47 del molde 42. Como puede apreciarse en la figura 8, una porción del tramo 28c recubre y hace contacto con el revestimiento superior 22, mientras que el tramo 28a se posiciona encima de la porción del mandril 47 del molde 42. En la etapa 54, el núcleo central preformado 26 se carga con un adhesivo de espuma adecuado, después de lo cual se aplica un adhesivo de película en la etapa 56. En la etapa 58, se ponen en el molde 42 tiras de material compuesto para formar los refuerzos 30. A continuación, en la etapa 60, el revestimiento inferior 24 se carga en el molde 42 y, de ese modo, cubre y hace contacto con los refuerzos 30, el larguero 28 y un lado del núcleo central 26. El molde 42 se coloca, junto con el estratificado, en una bolsa de vacío y se hace el vacío para comprimir ambos componentes. Finalmente, en la etapa 62, se cura el estratificado, provocando que se co-curen el revestimiento inferior 24 y los refuerzos 30. La bolsa de vacío se retira y la subestructura final se recorta y se perfora para producir aberturas necesarias para las sujeciones, según se requiera. Se instala un sello (no se muestra) en los extremos de la subestructura 45, entre los revestimientos superior e inferior 22, 24.
 30

Las nervaduras 32 se aseguran a la sección delantera del revestimiento inferior 24 mediante tornillos, remaches u otras sujeciones y, tal como se ha mencionado anteriormente, el revestimiento del morro 40 se asegura mediante pernos avellanados que se unen a una placa de tuerca (no se muestra) que está en la subestructura 45 co-curada. Como puede apreciarse mejor en las figuras 9, 10, y 17, el borde trasero superior del revestimiento del morro 40 se ubica dentro de una hendidura 66 que está delimitada por el borde delantero del revestimiento superior 22 y por el tramo superior 28a del larguero 28. La hendidura 66 permite que las superficies exteriores del revestimiento del morro 40 y del revestimiento superior 22 formen una superficie continua y nivelada para reducir las turbulencias. Una nervadura extrema 36 (figuras 14 y 17) precinta el extremo exterior del revestimiento del morro 40. Tal como se
 35

muestra en la figura 17, un sello de cabeza 68, superior y en envergadura, y un faldón flexible 64, inferior y en envergadura, se unen a la zona posterior del slat 20 y sirven para sellar el larguero 20 contra el borde de ataque fijado del ala (no se muestra) cuando el slat 20 está en la posición plegada durante el vuelo normal.

- 5 Aunque esta invención se describe con respecto a ciertas realizaciones ejemplares, hay que entender que las realizaciones específicas tienen un fin ilustrativo y no limitativo, ya que a los expertos en la materia se les ocurrirán otras variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un slat para alas de aeronaves, que comprende:

5 un revestimiento superior compuesto (22);
 un revestimiento inferior compuesto (24); y
 una sección central del núcleo aplanada (26) que se encuentra entre los revestimientos superior e inferior;
caracterizado por que el revestimiento inferior (24) incluye un borde delantero curvado (24a) y una pluralidad
 de refuerzos (30) se unen al borde delantero curvado del revestimiento inferior (24).

10 2. El slat para alas de la reivindicación 1, que comprende además un larguero compuesto (28) en el extremo
 delantero de la sección central del núcleo (26) y está dispuesto entre los revestimientos superior (22) e inferior (24).

15 3. El slat para alas de la reivindicación 2, donde el larguero (28) tiene una sección transversal, generalmente en
 forma de C.

20 4. El slat para alas de las reivindicaciones 2 o 3, donde el larguero (28) incluye primeros (28c), segundos (28a) y
 terceros (28b) tramos que enlazan respectivamente con el revestimiento superior (22), la sección central del núcleo
 (26) y el revestimiento inferior (24).

25 5. El slat para alas de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende además una pluralidad de refuerzos
 (30) sujetos al revestimiento inferior (24), separándose los refuerzos a lo largo de la longitud del slat y se extiende en
 una dirección de delante a atrás.

30 6. El slat para alas de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende además un revestimiento del morro
 compuesto (40) que forma el borde de ataque del slat y se extiende entre los bordes delanteros de los
 revestimientos superior (22) e inferior (24).

35 7. El slat para alas de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que comprende además una pluralidad de nervaduras
 (32) que se apoyan contra el revestimiento inferior (24) y están cubiertas por el revestimiento del morro (40).

8. Un método para fabricar un slat compuesto para alas para una aeronave, que comprende las etapas de:

35 formar un estratificado –

colocando un revestimiento superior compuesto (22) en un molde (42) de estratificado,
 colocando un larguero compuesto (28) en el molde sobre una sección del revestimiento superior,
 poniendo tiras de material compuesto en el molde para formar una pluralidad de refuerzos (30);

40 poniendo un revestimiento inferior compuesto (24) sobre la combinación del revestimiento superior (22), el
 larguero y los refuerzos (30);
 comprimiendo el estratificado; y
 curando el estratificado comprimido;

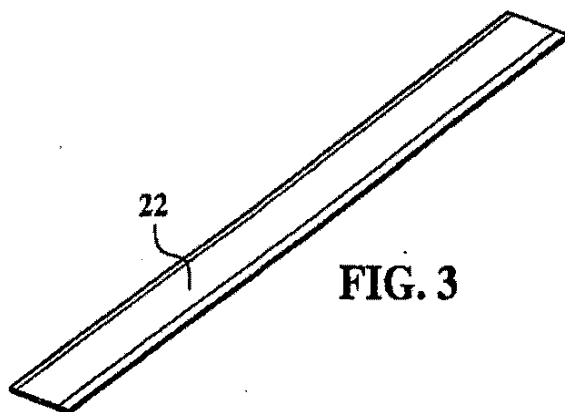
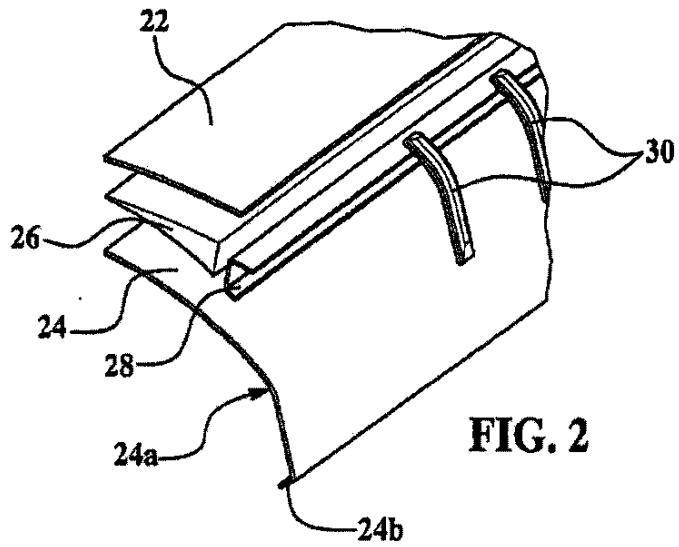
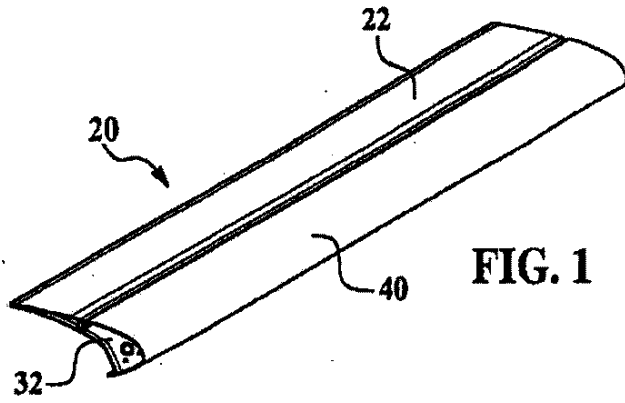
45 **caracterizado por que** el revestimiento inferior (24) incluye un borde delantero curvado (24a) y la pluralidad de
 refuerzos se unen al borde delantero curvado del revestimiento inferior.

50 9. El método de la reivindicación 8, donde la etapa para formar el estratificado incluye además colocar en el molde
 un núcleo compuesto pre-curado (26), que cubre el revestimiento inferior (24), antes de poner el revestimiento
 inferior.

10. El método de las reivindicaciones 8 o 9, donde formar el estratificado incluye colocar los refuerzos (30) en el
 molde (42) bajo el revestimiento inferior (24).

55 11. El método de las reivindicaciones 8-10, que comprende además la etapa de formar un revestimiento del morro
 compuesto (40) poniendo materiales compuestos, comprimiendo los materiales compuestos y curando los
 materiales compuestos.

60 12. El método de la reivindicación 8, que comprende además la etapa de comprimir el estratificado antes de que se
 complete la etapa de curado.



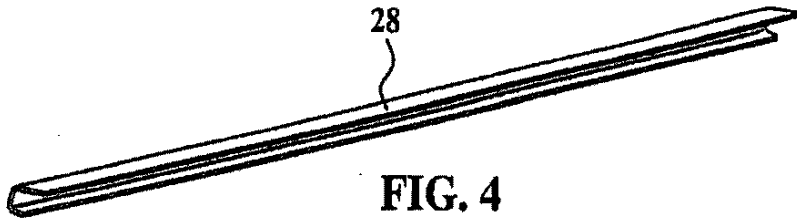


FIG. 4

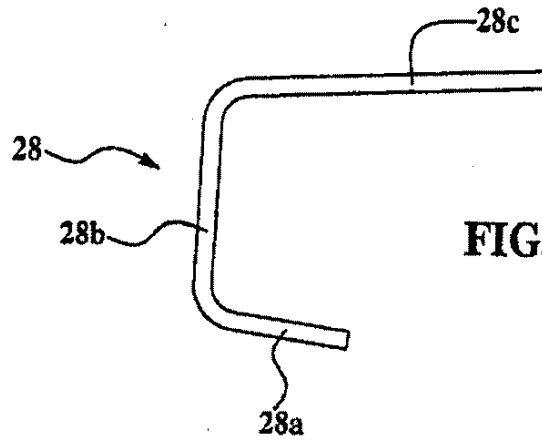


FIG. 5

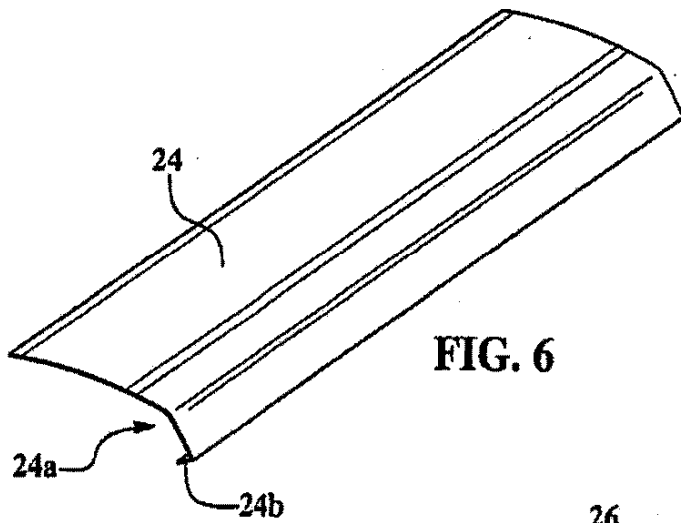


FIG. 6

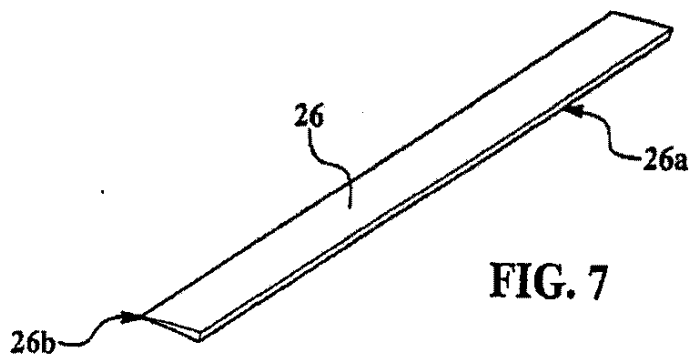


FIG. 7

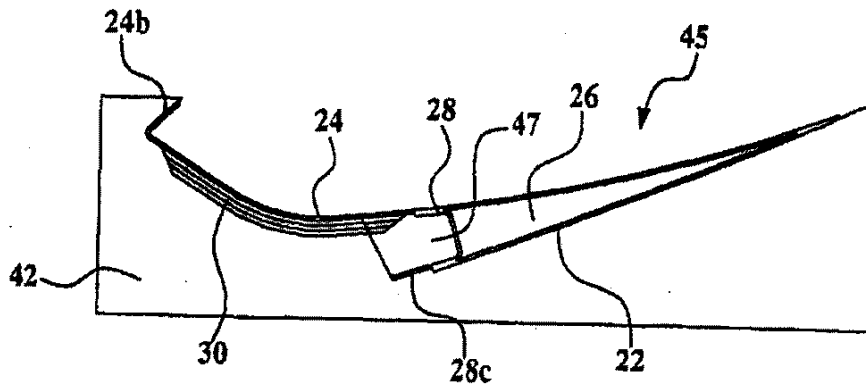


FIG. 8

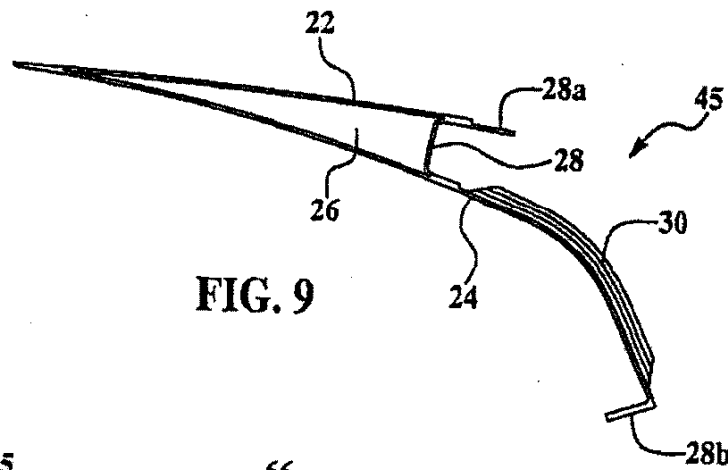


FIG. 9

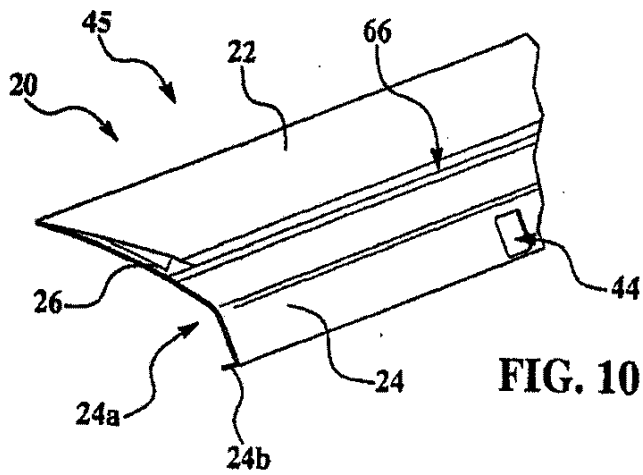


FIG. 10

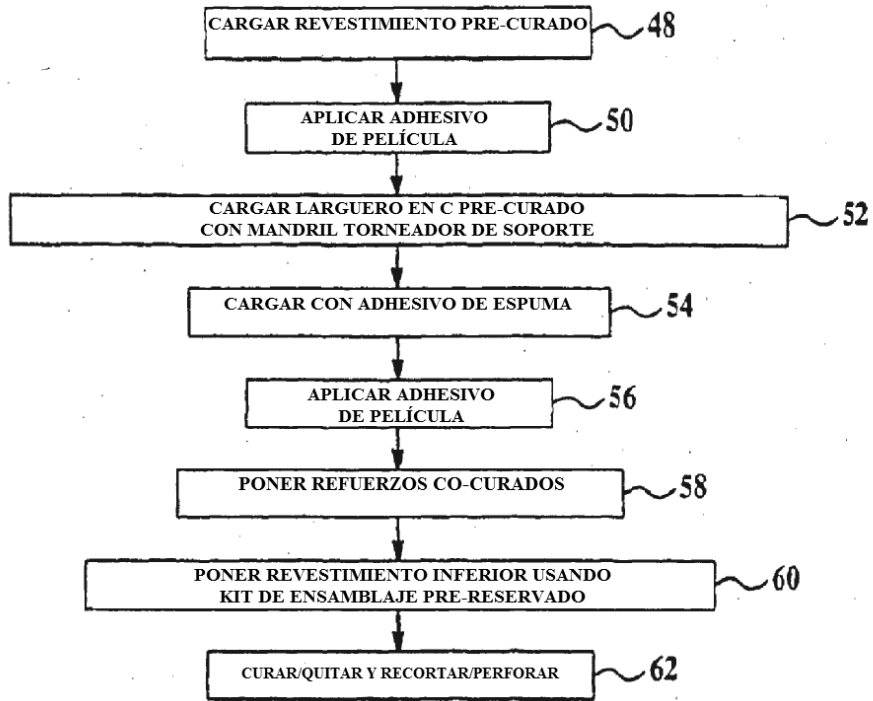


FIG. 11

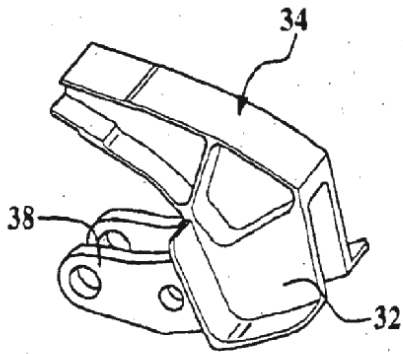


FIG. 12

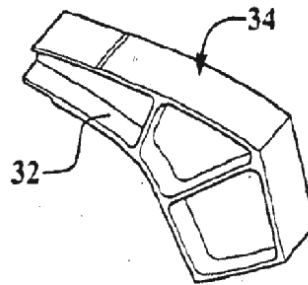


FIG. 13

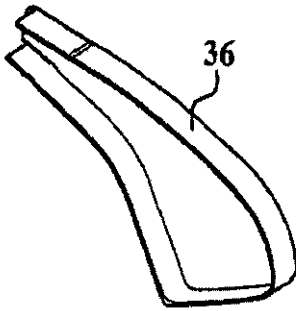


FIG. 14

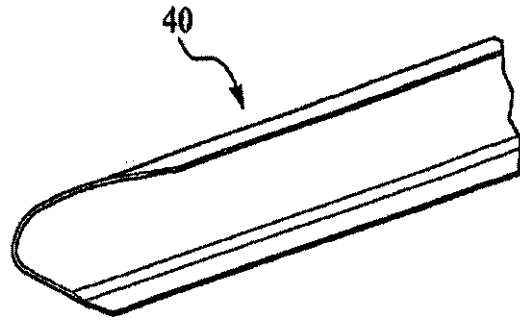


FIG. 15

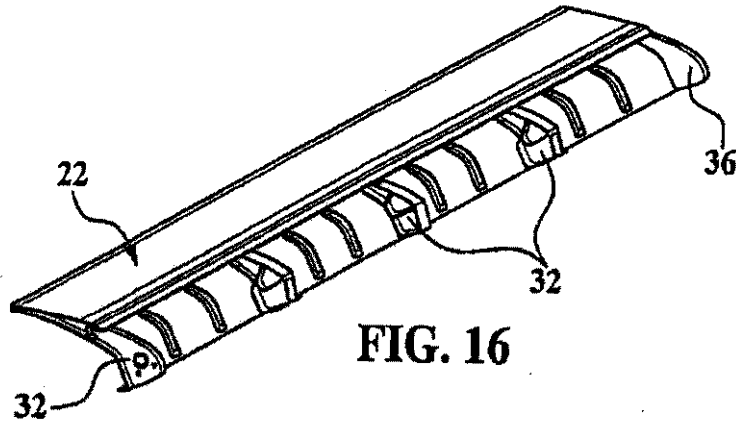


FIG. 16

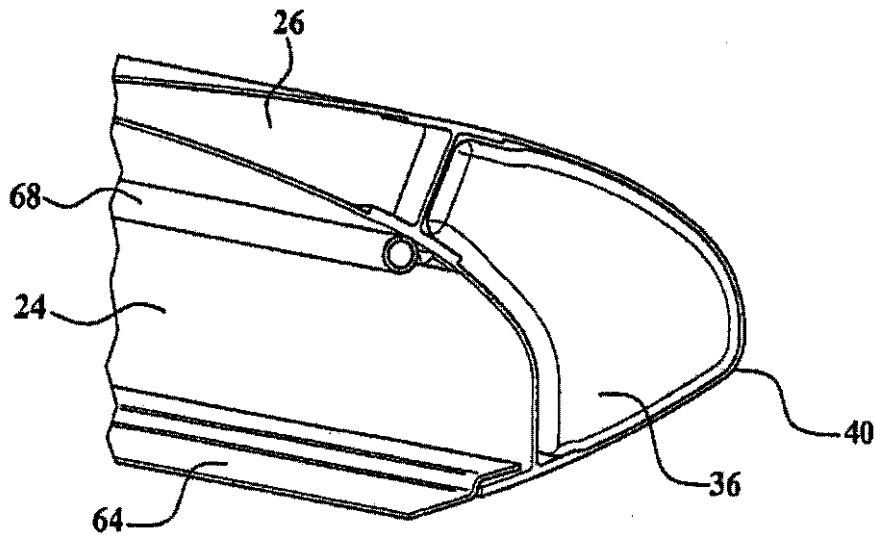


FIG. 17