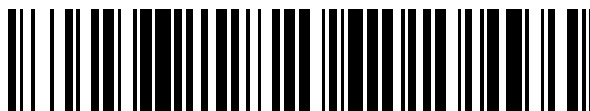


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 569**

51 Int. Cl.:

**B64C 3/28** (2006.01)

**B64D 7/00** (2006.01)

**B64D 33/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2016** **E 16382226 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019** **EP 3248864**

54 Título: **Borde de ataque blindado y procedimiento de fabricación del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.02.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VELEZ DE MENDIZABAL ALONSO, IKER;**  
**GUINALDO FERNANDEZ, ENRIQUE;**  
**GARCÍA NIETO, CARLOS;**  
**HONORATO RUIZ, FRANCISCO, JAVIER y**  
**VOTSIOS, VASILIS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 744 569 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**

Borde de ataque blindado y procedimiento de fabricación del mismo

**Objeto de la invención**

5 La presente invención se refiere a una configuración y a un procedimiento de fabricación de una superficie aerodinámica para una aeronave, tal como un ala o un estabilizador, en la que dicha superficie aerodinámica está provista de una sección de borde de ataque blindado adaptada para absorber un impacto con una o más aves.

El objeto de la presente invención es proporcionar una superficie aerodinámica para una aeronave que minimice el peso y el costo habitualmente ligados a las secciones de borde de ataque adaptadas para soportar un impacto con una o más aves.

10 **Antecedentes de la invención**

Históricamente, los elementos estructurales y aerodinámicos de una aeronave estaban fabricados con metal. Para tales aeronaves, las secciones de borde de ataque generalmente se fabricaban con aluminio de alta resistencia o aleaciones de aluminio. La Figura 1 muestra un ejemplo de estos elementos metálicos, en los que se pueden apreciar unas nervaduras 10 de aluminio de una sección de borde de ataque.

15 Sin embargo, a lo largo de los años, los materiales utilizados en la aviación han evolucionado considerablemente con el objetivo de aumentar su rigidez y reducir su peso. Con este objetivo, la mayoría de los fabricantes de aeronaves han optado por el uso de materiales de resina reforzados con fibra, es decir, materiales de composite que tienen relaciones entre resistencia y peso relativamente elevadas.

20 A pesar de la dureza de estos materiales de composite, aún se proporcionan refuerzos metálicos en aquellas áreas en las que el fuselaje está alterado o roto.

Hoy en día, las secciones de borde de ataque generalmente están fabricadas con materiales de composite que, pese a su dureza, por lo general tienen que ser reforzados por largueros o nervaduras metálicas o de composite. Las Figuras 2a y 2b muestran diferentes vistas de una de estas secciones de borde de ataque, incluyendo un par de largueros metálicos 11, 12. Un primer larguero 11 está dispuesto verticalmente en la parte más exterior de la sección del borde de ataque, y un segundo larguero 12 está dispuesto diagonalmente en la parte trasera de la sección.

Además, las secciones de borde de ataque de las superficies aerodinámicas de la aeronave (alas, VTP, HTP) están expuestas directa y continuamente a colisiones con aves durante el vuelo, el despegue y el aterrizaje. Estas colisiones pueden comprometer la integridad de la aeronave.

30 Por este motivo, las autoridades de aeronavegabilidad emitieron regulaciones de certificación que rigen ciertas categorías de aeronave que requieren que, en el caso de daños a un componente causado por colisión con un ave, la aeronave pueda mantener un vuelo lo suficientemente largo como para llegar a un lugar de aterrizaje.

Así, las secciones de borde de ataque deben diseñarse para resistir las colisiones con aves, además de sus requisitos estructurales y aerodinámicos.

35 Las soluciones actuales para lograr secciones de borde de ataque reforzadas adicionalmente implican la inclusión de piezas de refuerzo metálicas o de composite auxiliares y/o el aumento del grosor de las piezas que forman la sección de borde de ataque, en particular, la parte más exterior de la sección de punta.

El documento WO 2004/098993 muestra una solución conocida de la técnica anterior y desvela una superficie aerodinámica que tiene un material de alta absorción entre el borde de ataque y el larguero delantero, teniendo el material de alta absorción una lámina en la parte posterior entre el material y el larguero delantero.

40 Sin embargo, estas soluciones habituales conllevan un aumento poco deseable del peso y el costo.

Por lo tanto, se ha detectado la necesidad en la industria aeronáutica de una superficie aerodinámica y un procedimiento para su fabricación, que sea capaz de minimizar el peso requerido convencionalmente para reforzar las secciones de borde de ataque, y que también sea capaz de minimizar el costo derivado de las colisiones con aves.

45 **Sumario de la invención**

La presente invención supera los inconvenientes anteriormente mencionados al proporcionar una superficie aerodinámica para una aeronave y un procedimiento para fabricar la misma, que reduce el peso y el costo tradicionalmente asociados con las secciones de bordes de ataque adaptadas para resistir las colisiones con aves.

50 Un aspecto de la invención se refiere a una superficie aerodinámica para una aeronave que comprende una caja de torsión y una sección de composite de borde de ataque, teniendo la caja de torsión un larguero de ataque, y

comprendiendo la sección de borde de ataque de composite una superficie exterior, una superficie interior y una manta.

5 La superficie exterior está conformada con un perfil aerodinámico de borde de ataque. La superficie interior está dispuesta interiormente con respecto a la superficie exterior, estando así conformada también con el perfil aerodinámico de borde de ataque.

La manta está dispuesta a lo largo de la sección de borde de ataque entre el punto más exterior de la superficie interior y el larguero delantero, y unida con al menos dos áreas opuestas de la superficie interior. Así, la manta está dispuesta para proteger el larguero delantero ante cualquier daño.

10 La manta está fabricada con un material de fibra que tiene una absorción de energía específica que varía de 47 a 72 J·g<sup>-1</sup>, y una velocidad de onda longitudinal que varía de 6 a 15 km·s<sup>-1</sup>. Preferentemente, dicho material es una fibra de aramida, tal como Kevlar®, o PBO ((Poli(p-fenileno-2, 6-benzobisoxazol))), tal como Zylon®, o Polietileno molecular ultra alto (UHMWPE), tal como Dyneema®, o polipropileno (PP).

15 La mayor parte de la manta es fibra seca. De esta manera, la manta está configurada para absorber una colisión con un ave, actuando como una red. Así, la manta amortigua el impacto con un ave, reteniendo al ave antes de que alcance el larguero delantero y evitando así que cause daños en el mismo.

Así, la invención proporciona una superficie aerodinámica adaptada para soportar una colisión con aves, y que implica una adición mínima de peso y de costo.

20 De esta manera, la invención ofrece una solución en la que se evita que se dañe el larguero delantero de la caja de torsión. Así, la invención garantiza la integridad de los componentes estructurales de la aeronave y, por lo tanto, mejora la seguridad de vuelo.

Otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de fabricación para producir una superficie aerodinámica con una sección de borde de ataque adaptada para soportar un impacto con aves.

25 En el procedimiento de la invención, se proporciona una caja de torsión que tiene un larguero frontal y una manta de material de fibra. De acuerdo con el procedimiento, se conforma un laminado formado por el apilamiento de capas de material de composite, para obtener una preforma de superficie exterior con la forma de un perfil de borde de ataque aerodinámico. Otro laminado de materiales de composite se adapta para obtener una preforma de superficie interior de borde de ataque.

30 A continuación, se dispone interiormente la preforma de superficie interior con respecto a la preforma de superficie exterior. Adicionalmente, se ensamblan la preforma de superficie exterior, la preforma de superficie interior y la manta entre sí para formar una preforma de sección de borde de ataque.

La manta se dispone a lo largo de la sección de borde de ataque entre el punto más exterior de la preforma de superficie interior y el larguero delantero, y se une a al menos dos áreas opuestas de la superficie interior. Así, la manta queda colocada para absorber una colisión con un ave, evitando que el ave impacte en el larguero delantero.

35 El material de la manta tiene una absorción de energía específica que varía de 47 a 72 J·g<sup>-1</sup> y una velocidad de onda longitudinal que varía de 6 a 15 km·s<sup>-1</sup>. Además, la mayor parte de la manta está fabricada con material de fibra seca. De esta manera, la invención asegura que la manta mantenga las propiedades de estas fibras, que se comporte como una red, que sirva de barrera y amortigüe el impacto con una o más aves.

40 Así, la invención proporciona un procedimiento de fabricación sencillo y rentable para producir una superficie aerodinámica equipada con una sección de borde de ataque, adaptada para resistir las colisiones con aves, con impactos mínimos en el peso y el costo.

### **Breve descripción de los dibujos**

Las realizaciones preferentes de la invención se describen a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

45 Figura 1.- muestra una vista en perspectiva de una nervadura que forma una sección de borde de ataque metálico de la técnica anterior.

Figura 2.- muestra, en los dibujos (A) y (B), diferentes vistas en perspectiva de una sección de borde de ataque de la técnica anterior provista de refuerzos metálicos.

Figura 3.- muestra una vista en sección transversal de una superficie aerodinámica, de acuerdo con una primera realización preferente de la invención.

50 Figura 4.- muestra una vista en sección transversal de una representación esquemática de una superficie aerodinámica de acuerdo con una segunda realización preferente de la invención.

Figura 5.- muestra una vista en sección transversal de una representación esquemática de una superficie aerodinámica de acuerdo con una tercera realización preferente de la invención.

Figura 6.- muestra una vista en sección transversal de una representación esquemática de una superficie aerodinámica de acuerdo con una cuarta realización preferente de la invención.

5 Figura 7.- muestra una vista en sección transversal de una representación esquemática de una superficie aerodinámica de acuerdo con una quinta realización preferente de la invención.

**Realización preferente de la invención**

10 Figura 3 muestra un ejemplo de una superficie aerodinámica 1 para una aeronave de acuerdo con la invención, que comprende una caja de torsión que tiene un larguero delantero 5, y una sección de composite de borde de ataque que comprende una superficie exterior 2, una superficie interior 3 y una manta 4, dispuesta a lo largo entre el punto más exterior de la superficie interior 3 y el larguero delantero 5.

15 La superficie exterior 2 está conformada con un perfil aerodinámico de borde de ataque. La superficie interior 3 está dispuesta interiormente con respecto a la superficie exterior 2. La manta 4 está fabricada con material de fibra, y está unida a al menos dos áreas opuestas de la superficie interior 3 para retener a una posible ave antes de que alcance el larguero delantero 5. La mayor parte de la manta 4 está fabricada con material de fibra seca para mantener sus propiedades óptimas en caso de un suceso de impacto con una o más aves.

El material de la manta 4 tiene una absorción de energía específica que varía de 47 a 72 J•g<sup>-1</sup> y una velocidad de onda longitudinal que varía de 6 a 15 km•s<sup>-1</sup>, y, preferentemente, es uno de los siguientes materiales:

- 20 - fibra de aramida, tal como Kevlar®, o
- PBO ((Poli(p-fenileno-2, 6-benzobisoxazol)), tal como Zylon®, o
- polietileno molecular ultra alto (UHMWPE), tal como Dyneema®, o
- polipropileno (PP).

25 De acuerdo con la invención, la manta 4 está dispuesta dentro del 0-20 % de la longitud de cuerda de la sección de borde de ataque, asegurando la retención del ave antes de que llegue al larguero delantero 5, y evitando así que se dañe el larguero delantero 5.

Para proporcionar un buen rendimiento de la superficie aerodinámica 1 contra una colisión con una o más aves, el grosor de la manta 4 debe ser de al menos 1 mm. Así, la invención garantiza que no se produzca una perforación en la manta, y también que no se dañe el larguero delantero de la caja de torsión.

30 De acuerdo con otra realización preferente, la sección de borde de ataque se obtiene a partir de las superficies exterior e interior 2, 3 de material preimpregnado de fibras de carbono. En tal caso, los extremos de la manta 4 se recubren preferentemente con una resina húmeda para unir al menos la superficie interior 3 de la sección de borde de ataque.

35 Alternativamente, y de acuerdo con otra realización preferente, la sección de borde de ataque se obtiene a partir de las superficies exterior e interior 2, 3 de un material de fibras secas de carbono y un procedimiento de moldeo por transferencia de resina.

En una realización alternativa adicional, la superficie exterior se obtiene a partir de material de fibra de carbono, y la superficie interior se obtiene a partir de material de fibras secas de aramida. La superficie exterior puede obtenerse a partir de un material preimpregnado de fibras de carbono o de un material de fibras secas de carbono, y de un procedimiento de moldeo por transferencia de resina.

40 En cualquier caso, la invención obtiene una superficie aerodinámica 1 que comprende una sección de borde de ataque que incluye una manta 4 de material trenzado, que proporciona suficiente resistencia a la sección de borde de ataque para cumplir con los requisitos ante una colisión con aves, de tal manera que se ahorre dinero y peso con respecto a las soluciones tradicionales.

45 La manta 4 se puede integrar en la superficie aerodinámica 1 por medio de técnicas de fabricación de co-curado o de co-unión, para obtener una superficie aerodinámica 1 (sólida) unitaria en un ciclo de curado de borde de ataque integrado completo de un disparo. Las Figuras 4-6 muestran diferentes realizaciones de la solución de manta integrada.

50 Alternativamente, la manta 4 se puede ensamblar a preformas curadas (al menos a la preforma de superficie interior) mediante medios de fijación convencionales. La Figura 7 muestra un ejemplo de una superficie aerodinámica 1 con esta solución de manta no integrada.

Como se muestra en las Figuras 4-7 y de acuerdo con una realización preferente, la sección de borde de ataque comprende un panel 6 más exterior en forma de C que tiene una primera superficie interior 3', y un par de subsiguientes paneles 7 de revestimiento, teniendo cada panel 7 de revestimiento una segunda superficie interior 3'',

en la que la superficie interior 3 está formada por la primera superficie interior 3' y/o la segunda superficie interior 3", y en el que la manta 4 está dispuesta entre el panel 6 en forma de C y los paneles 7 de revestimiento.

5 Preferentemente, el panel 6 en forma de C y el par de paneles 7 de revestimiento están fabricados con polímero reforzado con fibra de carbono curado (CFRP). De acuerdo con otra realización preferente, el panel 6 en forma de C y el par de paneles 7 de revestimiento son de plástico reforzado con fibras de aramida curada (AFRP).

La manta 4 está unida al menos a la superficie interior 3 para poder retener una colisión con una o más aves, pero, de acuerdo con otra realización preferente, la manta 4 está unida preferentemente tanto a la superficie exterior 2 como a la superficie interior 3. De esta manera, la manta 4 está fijada de forma más segura, lo que proporciona una resistencia al impacto más fiable.

10 De acuerdo con una realización preferente, y como se muestra en la Figura 4, la manta 4 tiene un perfil en forma de C, y los extremos de la misma están dispuestos entre las superficies exterior e interior 2, 3. De esta manera, la manta 4 está fijada de manera segura a ambas superficies 2, 3.

15 La Figura 5 muestra una segunda solución de manta integrada, en la que la manta 4 tiene un perfil en forma de I, y los extremos de la misma están dispuestos entre los extremos del panel 6 en forma de C y los paneles 7 de revestimiento. De esta manera, la invención proporciona una solución simplificada para la disposición de la manta 4, ahorrando el peso del exceso de la manta 4 ubicada entre las superficies exterior e interior 2, 3.

La Figura 6 muestra una tercera solución de manta integrada, en la que el panel 6 en forma de C y el par de paneles 7 de revestimiento están fabricados con plástico reforzado con fibras de aramida curada (AFRP), y la manta 4 está construida intrínsecamente.

20 Como se ha mencionado, la manta 4 se puede fabricar de manera independiente y puede ensamblarse posteriormente en las superficies exteriores e interiores de las preformas, para formar la sección de borde de ataque. Se pueden utilizar juntas secundarias o mecánicas para la junta.

25 La Figura 7 muestra un ejemplo de una superficie aerodinámica 1 con soluciones de manta no integradas. La Figura muestra dos alternativas de sujeción mecánica. Una está configurada por una manta que tiene unos extremos curados duros 4a, proporcionándose medios de fijación para sujetar la manta 4 a los paneles 6, 7. La otra está configurada por al menos una placa curada 8 proporcionada en la superficie interior 3, para enrollar la manta 4 alrededor de la misma. Preferentemente, la placa 8 es de polímero reforzado con fibras de carbono curado (CFRP). La última alternativa de sujeción facilita el ensamblaje de la manta y mejora el comportamiento de juntas en caso de una colisión con una o más aves.

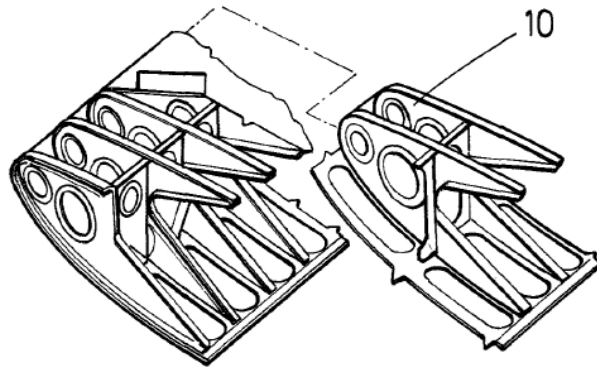
30

**REIVINDICACIONES**

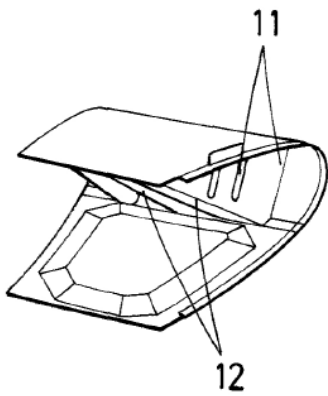
1. Una superficie aerodinámica (1) para una aeronave, que comprende:
  - una caja de torsión con un larguero delantero (5), y
  - una sección de composite de borde de ataque, que comprende:
    - 5       - una superficie exterior (2) formada con un perfil aerodinámico de borde de ataque,
    - una superficie interior (3) dispuesta interiormente con respecto a la superficie exterior (2), y
    - una manta (4) dispuesta a lo largo entre el punto más exterior de la superficie interior (3) y el larguero delantero (5), - en la que la manta (4) está fabricada con un material de fibras, que tiene una absorción de energía específica que varía de 47 a 72 J•g<sup>-1</sup> y una velocidad de onda longitudinal de 6 a 15 km•s<sup>-1</sup>,
    - 10       - en la que la mayor parte de la manta (4) es fibra seca,
    - en la que la manta (4) está unida a al menos dos áreas opuestas de la superficie interior (3) para absorber una colisión con una o más aves, para prevenir daños en el larguero delantero (5), y
    - en la que la manta 4 está dispuesta dentro del 0 %-20 % de la longitud de cuerda de la sección de borde de ataque.
- 15   2. Una superficie aerodinámica (1) para una aeronave de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el material de la manta (4) es uno de los siguientes:
  - fibra de aramida, tal como Kevlar®, o
  - PBO ((Poli(p-fenileno-2, 6-benzobisoxazol)), tal como Zylon®, o
  - polietileno molecular ultra alto (UHMWPE), tal como Dyneema®, o
  - 20       - polipropileno (PP).
3. Una superficie aerodinámica (1) para una aeronave de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la sección de borde de ataque se obtiene a partir de las superficies exterior e interior (2, 3) de material preimpregnado de fibras de carbono.
- 25   4. Una superficie aerodinámica (1) para una aeronave de acuerdo con la reivindicación 3, en la que los extremos de la manta (4) tienen un revestimiento de una resina húmeda para unir al menos la superficie interior (3) de la sección de borde de ataque.
5. Una superficie aerodinámica (1) para una aeronave de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en la que la sección de borde de ataque se obtiene a partir de las superficies exterior e interior (2, 3) de un material de fibras secas de carbono y un procedimiento de moldeo por transferencia de resina.
- 30   6. Una superficie aerodinámica (1) para una aeronave de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en la que la superficie exterior (2) se obtiene a partir de un material de fibras de carbono, y la superficie interior (3) se obtiene a partir de un material de fibras secas de aramida.
- 35   7. Una superficie aerodinámica (1) para una aeronave de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la sección de borde de ataque comprende un panel (6) más exterior en forma de C que tiene una primera superficie interior (3') y un par de subsiguientes paneles (7) de revestimiento, teniendo cada panel (7) de revestimiento una segunda superficie interior (3''), en la que la superficie interior (3) está formada por la primera superficie interior (3') y/o la segunda superficie interior (3''), y en la que la manta (4) está dispuesta entre el panel (6) en forma de C y los paneles (7) de revestimiento.
- 40   8. Una superficie aerodinámica (1) para una aeronave de acuerdo con la reivindicación 7, en la que tanto el panel (6) en forma de C como el par de paneles (7) de revestimiento son de un material polimérico reforzado con fibras de carbono curado (CFRP) o de plástico reforzado con fibras de aramida curada (AFRP).
9. Una superficie aerodinámica (1) para una aeronave de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la manta (4) tiene un perfil en forma de C, y en la que los extremos de la manta (4) están dispuestos entre las superficies exterior e interior (2, 3).
- 45   10. Una superficie aerodinámica (1) para una aeronave de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la manta (4) está unida a las superficies exterior e interior (2, 3).
11. Una superficie aerodinámica (1) para una aeronave de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en la que la superficie interior (3) comprende al menos una placa curada (8) para fijar la manta (4).
- 50   12. Procedimiento de fabricación de una superficie aerodinámica (1) para una aeronave, que comprende las etapas de:
  - proporcionar una caja de torsión con un larguero delantero (5),
  - conformar un laminado (apilamiento, encapado) de materiales de composite para obtener una preforma de superficie exterior con la forma de un perfil de borde de ataque aerodinámico,

- conformar otro laminado de materiales de composite para obtener una preforma de superficie interior,
  - disponer interiormente la preforma de superficie interior con respecto a la preforma de superficie exterior,
  - proporcionar una manta de material de fibras que tenga una absorción de energía específica de 47 a 72 J•g<sup>-1</sup> y una velocidad de onda longitudinal de 6 a 15 km•s<sup>-1</sup>,
  - 5 - ensamblar entre sí la preforma de superficie exterior, la preforma de superficie interior y la manta para formar una preforma de sección de borde de ataque, en el que la manta quede dispuesta a lo largo de la sección de borde de ataque entre el punto más exterior de la preforma de superficie interior y el larguero delantero (5), en el que la mayor parte de la manta (4) es fibra seca, y en el que la manta (4) quede unida a al menos dos áreas opuestas de la preforma de superficie interior para absorber una colisión con una o más aves, para prevenir
  - 10 daños en un larguero delantero (5), y
  - curar junto a la preforma de sección de borde de ataque.
13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que las preformas se obtienen a partir de un material preimpregnado de fibras de carbono.
- 15 14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que las preformas se obtienen a partir de un material de fibras secas de carbono, en el que se inyecta resina en un procedimiento de moldeo por transferencia de resina.
15. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12-14, en el que la preforma de superficie exterior se obtiene a partir de un material de fibras de carbono, y la preforma de superficie interior se obtiene a partir de un material de fibras secas de aramida.

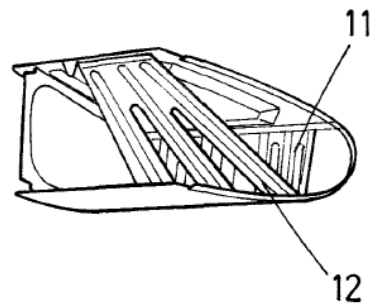
20



**FIG.1-** TÉCNICA ANTERIOR



**FIG.2a-** TÉCNICA ANTERIOR



**FIG.2b-** TÉCNICA ANTERIOR



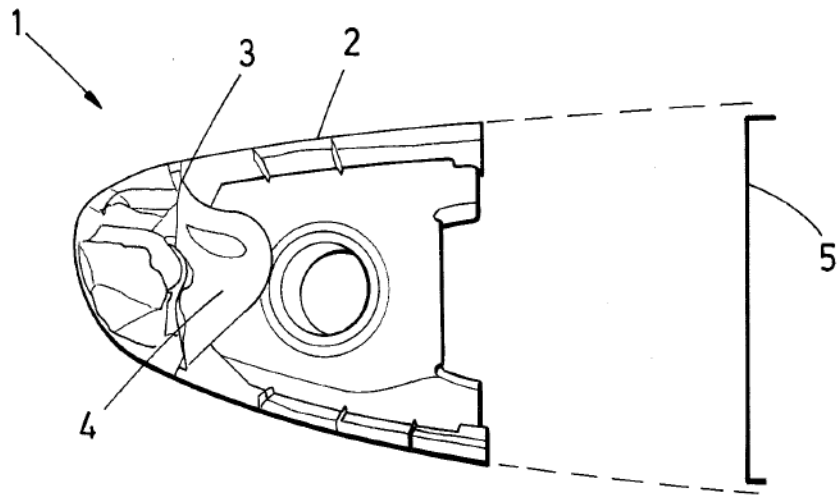


FIG. 3

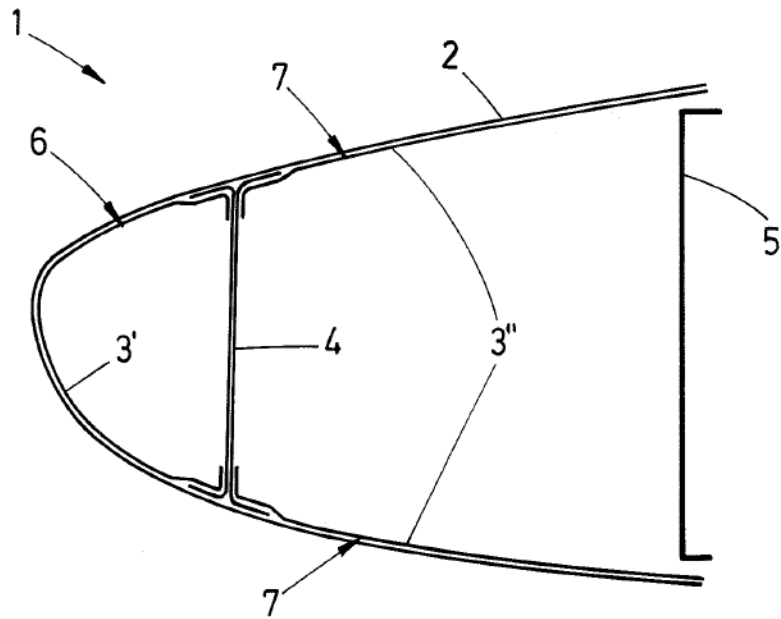
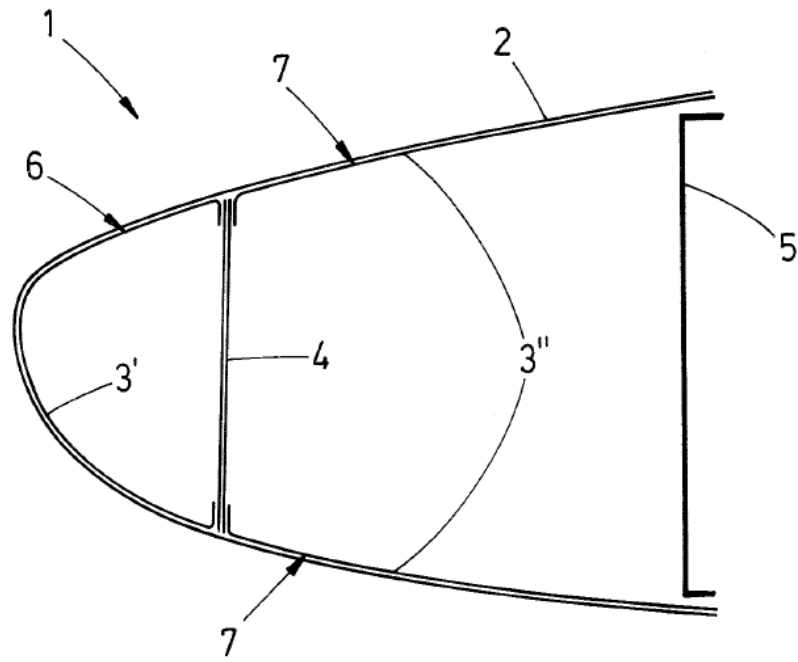
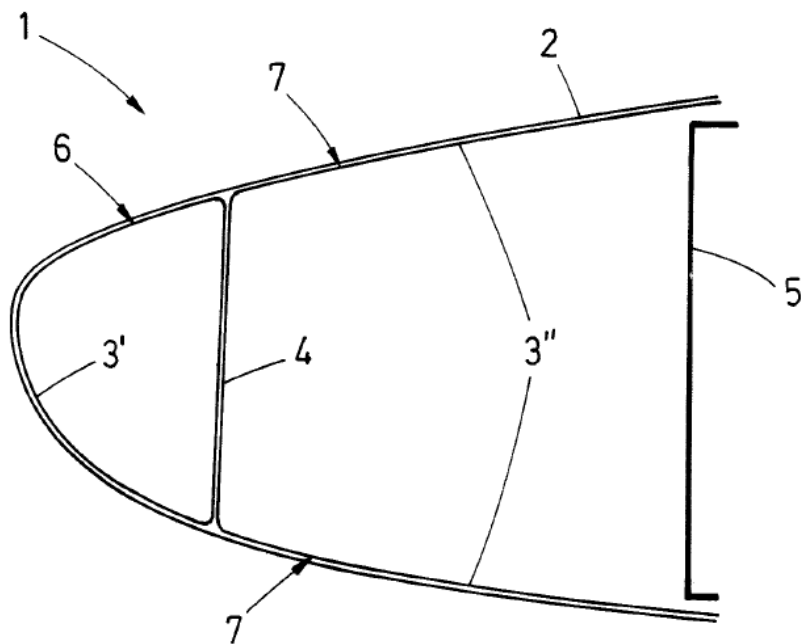


FIG. 4



**FIG.5**



**FIG.6**

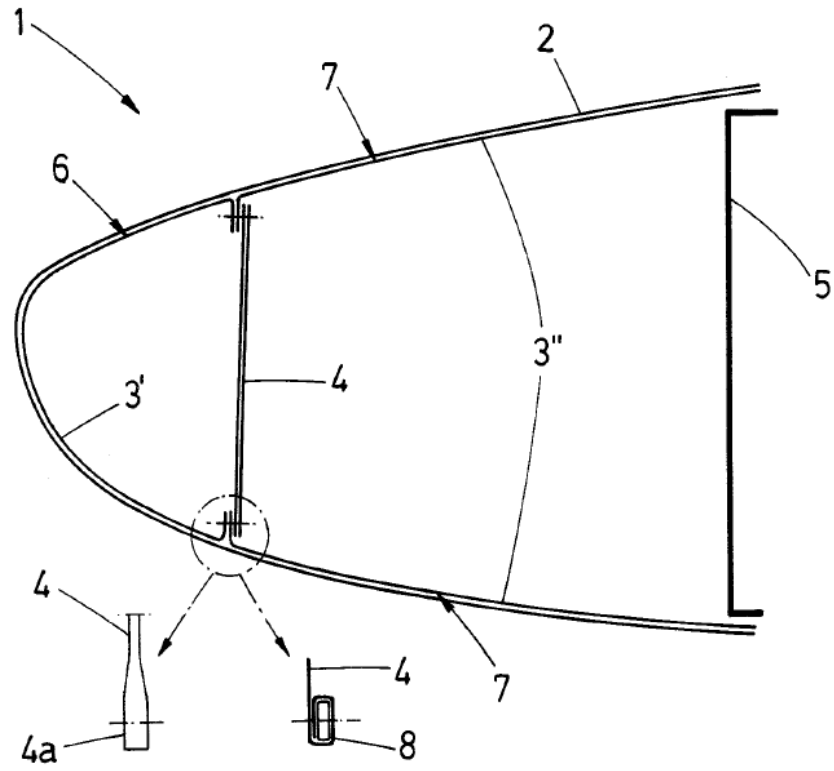


FIG.7