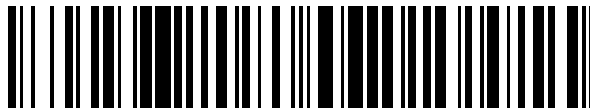


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 538 809**

51 Int. Cl.:

C23C 28/02 (2006.01)

C25D 5/12 (2006.01)

C25D 5/10 (2006.01)

C23C 30/00 (2006.01)

C25D 1/00 (2006.01)

C25D 15/00 (2006.01)

C25D 5/50 (2006.01)

F01D 5/28 (2006.01)

C25D 3/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2008 E 08250865 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2015 EP 1995412**

54 Título: **Funda para uso sobre componentes de perfil aerodinámico**

30 Prioridad:

23.05.2007 US 752355

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

24.06.2015

73 Titular/es:

**HAMILTON SUNDSTRAND CORPORATION
(100.0%)
ONE HAMILTON ROAD
WINDSOR LOCKS, CT 06096-1010, US**

72 Inventor/es:

**SMITH, BLAIR A. y
NARDI, AARON T.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 538 809 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

Funda para uso sobre componentes de perfil aerodinámico

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere a fundas protectoras y, más en particular, a una funda protectora para resistir la erosión de las palas de hélice, álabes, paletas de turbina, u otros componentes de perfil aerodinámico.

Los componentes con forma aerodinámica se usan en varios tipos de aeronaves para palas de hélice y componentes de motor tal como álabes y paletas. Los componentes de perfil aerodinámico están situados típicamente dentro de una corriente de aire que puede incluir objetos extraños tal como arena, hielo, gotitas de agua, piedras, pájaros, u otros residuos. Los objetos extraños golpean el componente de perfil aerodinámico, en particular un borde de ataque del componente de perfil aerodinámico. Con el tiempo, los impactos de objetos extraños pueden causar daños mecánicos que cambian la forma del componente de perfil aerodinámico, lo que va en detrimento de la eficiencia aerodinámica. Los componentes de perfil aerodinámico que están contruidos con materiales compuestos poliméricos, pueden ser particularmente vulnerables a la erosión debido a la naturaleza relativamente blanda de un material compuesto polimérico, aunque los componentes contruidos con materiales de otros tipos son también vulnerables.

Para proteger el componente de perfil aerodinámico, se puede usar una funda sobre el borde de ataque del componente de perfil aerodinámico para que resista la erosión. Típicamente, la funda está hecha con un material duro que puede aguantar agrietamiento, fracturas, desconchado y rotura por impacto con los objetos extraños.

10 Aunque las fundas convencionales han resultado ser eficaces, existe el deseo de mejorar la resistencia a la erosión para incrementar la durabilidad y la vida útil de los componentes de perfil aerodinámico. La resistencia a la erosión alcanzable con el uso de fundas convencionales, está limitada por el material usado para construir la funda. Por ejemplo, se han realizado fundas convencionales a partir de aleaciones de titanio o de aleaciones de níquel, las cuales proporcionan solamente una dureza de funda y una resistencia de funda limitadas para proteger el componente de perfil aerodinámico.

25 Por consiguiente, existe una necesidad de una funda que tenga una composición que proporcione una resistencia a la erosión incrementada para proteger componentes de perfil aerodinámico. Esta invención direcciona esas necesidades mientras evita los inconvenientes y deficiencias de la técnica anterior.

El documento EP 0863072 divulga una funda formada a partir de un material que incluye cobalto para cubrir y proteger un borde de ataque de un perfil aerodinámico.

30 Sumario de la invención

La presente invención proporciona un artículo para proteger un perfil aerodinámico, que comprende: una doble funda que tiene un lado externo y un lado interno, que forma una cavidad para recibir el perfil aerodinámico, en donde una funda sobre el lado externo comprende un material que tiene cobalto, caracterizado porque el material comprende también fósforo, y porque la doble funda incluye además una capa interna adyacente al lado interno, en donde la capa interna comprende un material de aleación seleccionado en un grupo consistente en una aleación de níquel, una aleación de níquel que tiene cobalto, cobre, aleación de cobre, una aleación de hierro, y acero.

La doble funda puede proteger el componente de perfil aerodinámico frente a la erosión.

40 En un ejemplo, la doble funda es recibida sobre el borde de ataque de un componente de perfil aerodinámico para proteger el borde de ataque de la erosión debida a arena, hielo, u otros objetos extraños del interior de un flujo de aire sobre el componente de perfil aerodinámico.

Según otro aspecto, la presente invención proporciona un componente de perfil aerodinámico que comprende: un perfil aerodinámico que tiene un borde de ataque y un borde de salida; y una doble funda para proteger el perfil aerodinámico, teniendo la doble funda un lado externo y un lado interno que forma una cavidad, en donde el lado interno es adyacente al borde de ataque del perfil aerodinámico, y una funda por el lado externo comprende un material que tiene cobalto, caracterizado porque el material comprende también fósforo, y porque la doble funda incluye además una capa interna adyacente al lado interno, en donde la capa interna comprende un material de aleación elegido en un grupo consistente en una aleación de níquel, una aleación de níquel que tiene cobalto, cobre, aleación de cobre, una aleación de hierro, y acero.

50 La presente invención proporciona también un método de fabricación de una doble funda para proteger un componente de perfil aerodinámico, teniendo la doble funda un lado externo y un lado interno que forma una cavidad para recibir el perfil aerodinámico, en donde una funda sobre el lado externo comprende un material que tiene cobalto y fósforo, en donde la doble funda incluye además una capa interna adyacente al lado interno, y en donde la capa interna comprende un material de aleación elegido en un grupo consistente en una aleación de níquel, una aleación de níquel que tiene cobalto, cobre, aleación de cobre, una aleación de hierro, y acero, comprendiendo el

método: (a) establecer una solución de electroconformación que tiene cobalto y fósforo, y (b) electroconformar la funda con una composición que incluye el cobalto y el fósforo usando la solución de electroconformación de dicha etapa (a).

5 Opcionalmente, la doble funda puede ser endurecida mediante la inclusión de partículas duras dentro de la solución de electroconformación, mediante el tratamiento de la funda con calor para formar un precipitante duro, o ambos.

Estas y otras características de la presente invención pueden ser mejor comprendidas a partir de la descripción y de los dibujos que siguen, de los que lo siguiente es una breve descripción, y que describen ciertas realizaciones de la invención a título de ejemplo y sin limitación.

Breve descripción de los dibujos

10 La Figura 1 ilustra un ejemplo de componente de perfil aerodinámico que tiene una funda protectora.

La Figura 2 ilustra el componente de perfil aerodinámico y la funda protectora según la sección 2-2 mostrada en la Figura 1.

La Figura 3 ilustra una porción seleccionada de otro ejemplo de funda que tiene modificadores de endurecimiento en la misma para incrementar la dureza de la funda.

15 La Figura 4 ilustra una doble funda.

La Figura 5 ilustra un ejemplo de método para fabricar una funda.

Descripción detallada de la realización preferida

Las Figuras 1 y 2 ilustran un ejemplo de componente 10 de perfil aerodinámico, tal como una pala de hélice para una aeronave o turbina eólica, un perfil aerodinámico usado en el interior de un motor de turbina de gas (por ejemplo, un álabe guía de entrada, un álabe de compresor o de turbina, o un compresor, o un álabe de turbina), u otro tipo de perfil aerodinámico. En el ejemplo ilustrado que no pertenece a la invención, el componente 10 de perfil aerodinámico incluye un borde de ataque 12 y un borde de salida 14 en relación con un flujo de aire o flujo de aire esperado sobre el componente 10 de perfil aerodinámico. Tal y como puede apreciarse, el componente 10 de perfil aerodinámico puede estar fabricado con cualquiera de una diversidad de tipos de materiales diferentes, tal como una aleación metálica o material compuesto polimérico. En funcionamiento, el componente 10 de perfil aerodinámico, y en particular el borde de ataque 12, puede estar sometido a erosión de objetos transportados por el aire tal como gotitas de agua, arena, piedras, hielo, pájaros u otros objetos.

Para proteger el componente 10 de perfil aerodinámico frente a la erosión, se fija una funda 26 sobre el borde de ataque 12 del componente 10 de perfil aerodinámico. La funda 26 es relativamente dura y mecánicamente resistente en comparación con el componente 10 de perfil aerodinámico, y por lo tanto protege el componente 10 de perfil aerodinámico frente a la erosión.

La funda 26 incluye un lado 28 externo y un lado 30 interno. El lado 30 interno forma una cavidad 32 que corresponde en forma y tamaño al borde de ataque 12 del componente 10 de perfil aerodinámico. La funda 26 se acopla sobre el borde de ataque 12 de tal modo que el lado 30 interno es adyacente al borde de ataque 12. Por ejemplo, la funda 26 está acoplada a presión sobre el borde de ataque 12. Alternativamente, la funda 26 puede ser fijada sobre el borde de ataque 12 de otra manera adecuada, tal como con adhesivo, usando sujetadores mecánicos, o conformando la funda 12 directamente sobre el componente 10 de perfil aerodinámico.

La funda 26 incluye un material que tiene cobalto y fósforo para proporcionar un grado de resistencia a la erosión y protección deseables. Las cantidades de cobalto y de fósforo en el material pueden ser elegidas en base a una resistencia a la erosión deseada de la funda 26. Es decir, las cantidades influyen en las propiedades mecánicas de la funda 26 tal como en la dureza y la tenacidad, que corresponden a la resistencia a la erosión.

En un ejemplo, el material incluye entre aproximadamente un 4% en peso y aproximadamente un 6% en peso de fósforo con una cantidad de balance que es el cobalto. La formación de la funda 26 con esta composición proporciona una dureza "según se deposite" de entre aproximadamente 608 VHN (Dureza Vickers) y aproximadamente 645 VHN, la cual es mayor que la de materiales usados anteriormente para fundas. En otro ejemplo, el material contiene solamente fósforo, cobalto, y trazas de impurezas inextraíbles o no contabilizadas, dado que la adición de otros elementos puede afectar materialmente a las propiedades mecánicas o a la resistencia térmica.

La dureza de la funda 26 puede ser determinada usando métodos de medición de dureza conocidos, tal como abollamiento usando una carga de 100 gramos u otra carga preseleccionada. El término "aproximadamente" según se utiliza en la presente descripción en relación con las composiciones, se refiere a la posible variación en los porcentajes compositivos, tal como las variaciones o tolerancias aceptadas normalmente en el estado de la técnica. El término "aproximadamente" según se utiliza en relación con la dureza, se refiere a la variación estadística en las mediciones de la dureza.

5 La Figura 3 ilustra una porción seleccionada de otra funda 26'. En este ejemplo, la funda 26' incluye modificadores de endurecimiento 42 dispersados dentro de una matriz 44 hecha del material que tiene cobalto y fósforo según se ha descrito con anterioridad. Por ejemplo, los modificadores de endurecimiento 42 son precipitantes formados durante una etapa de tratamiento térmico, partículas que se depositan en el interior de la matriz 44 durante la formación de la funda 26', o una combinación de ambos.

En un ejemplo, los modificadores de endurecimiento 42 son partículas duras dispersadas en el interior de la matriz 44. Por ejemplo, las partículas duras son partículas de carburo de silicio, partículas de carburo de cromo, partículas de diamante, o combinaciones de las mismas, que proporcionan a la funda 26' una dureza de entre aproximadamente 1002 VHN y aproximadamente 1032 VHN.

10 En otro ejemplo, los modificadores de endurecimiento 42 incluyen un precipitante de fosfato de cobalto que se forma por tratamiento térmico a una temperatura seleccionada durante una cantidad de tiempo predeterminada. La temperatura de tratamiento térmico seleccionada depende de si la funda 26' incluye partículas o no. Por ejemplo, si la funda 26' está exenta de partículas, la matriz 44 se trata con calor a una temperatura de aproximadamente 315 °C (600 °F) durante alrededor de 90 minutos para formar los precipitantes de fosfato de cobalto. Si la funda 26' incluye partículas, la matriz 44 se trata con calor a una temperatura de aproximadamente 400 °C (750 °F) durante alrededor de 90 minutos. A la vista de esta descripción, un experto en la materia podrá estar en condiciones de determinar las temperaturas y tiempos adecuados para conseguir una dureza deseada para una composición de funda dada.

15 La Figura 4 ilustra otro ejemplo de componente 10' de perfil aerodinámico que es similar al componente 10 de perfil aerodinámico de los ejemplos anteriores, pero que incluye una doble funda 126 que es una realización de la presente invención. En esta realización, la doble funda 126 incluye la funda 26 (o 26') de los ejemplos anteriores en combinación con una capa 46 interna (es decir, una doble capa) entre la funda 26 y el borde de ataque 12. La funda puede ser electroconformada sobre la capa 46. La doble funda 126 proporciona una medida adicional de protección contra la erosión mediante la utilización de dos capas. La capa 46 interna es una aleación de níquel, una aleación de níquel que tiene cobalto, cobre, una aleación de cobre, una aleación de hierro, o acero. La capa 46 interna protege además el borde de ataque 12 frente a la erosión en caso de que una porción de la funda 26 se desgaste y deje al descubierto la capa 46 interna. El color distinto del cobre o de la aleación de cobre puede proporcionar un beneficio adicional al actuar como indicador visual de que una porción de la funda 26 se ha desgastado.

20 La Figura 5 ilustra un ejemplo de método 56 para fabricar la funda 26, 26', 126. En este ejemplo, el método 56 incluye una etapa 58 de establecimiento de una solución de electroconformación que tiene cobalto y fósforo. La solución de electroconformación se utiliza en la etapa 60 para electroconformar la funda 26, 26', 126.

25 En un ejemplo, la solución de electroconformación incluye un baño que tiene aproximadamente 180-210 gramos por litro de cloruro de cobalto, desde aproximadamente 0,05 a aproximadamente 2,0 gramos por litro de carbonato de cobalto, desde aproximadamente 45 a aproximadamente 55 gramos por litro de ácido ortofosfórico, y desde aproximadamente 5,0 a aproximadamente 15 gramos por litro de ácido fosforoso. Opcionalmente, si la funda 26, 26', 126 debe incluir formas particuladas de los modificadores de endurecimiento 42, se añade un volumen seleccionado de las partículas a la solución de electroconformación. Por ejemplo, se añade entre aproximadamente un 5 y un 30% en volumen de partículas a la solución de electroconformación, y se agita durante la etapa 60 de electroconformación hasta que se distribuyan uniformemente las partículas a través de la funda 26, 26', 126 durante la formación de la misma.

30 Opcionalmente, la solución de electroconformación puede incluir otras sustancias para modificar la funda 26, 26', 126 resultante, tal como agentes abrillantadores orgánicos (por ejemplo, ácido orto-formilbenzeno sulfónico, ácido naftaleno trisulfónico, sacarina, u otros modificadores conocidos). La incorporación de estos agentes puede servir para incrementar la dureza de la funda 26, 26', 126, o para modificar la microestructura de la funda 26, 26', 126 según se conoce generalmente en la electroconformación.

35 La funda 26, 26', 126 formada en la etapa 60 de electroconformación puede ser conformada sobre un mandril que se retira posteriormente. Por ejemplo, el mandril puede estar formado a partir de titanio, acero inoxidable o níquel.

Adicionalmente, tras la electroconformación, la funda 26, 26', 126 puede ser mecanizada en cuanto a lisura y/o para alisar y contornear la cavidad 32 para un ajuste hermético con el borde de ataque 12. En un ejemplo, la funda 26, 26', 126 se conforma con partículas conforme a los parámetros descritos en el documento EP 1813697.

40 La descripción que antecede es de naturaleza ejemplar en vez de limitativa. Variaciones y modificaciones en los ejemplos descritos pueden resultar evidentes para los expertos en la materia que no se apartan necesariamente de la esencia de la presente divulgación. El alcance de protección legal dado por esta divulgación solamente puede ser determinado mediante el estudio de las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un artículo para proteger un perfil aerodinámico (10), que comprende:
- 5 una doble funda (126) que tiene un lado (28) externo y un lado (30) interno que forma una cavidad (32) para recibir el perfil aerodinámico, en donde una funda (26) sobre el lado externo comprende un material que tiene cobalto, **caracterizado** porque el material comprende también fósforo, **y porque** la doble funda incluye además una capa interna adyacente al lado interno, en donde la capa interna comprende un material de aleación elegido en un grupo consistente en una aleación de níquel, una aleación de níquel que tiene cobalto, cobre, aleación de cobre, una aleación de hierro, y acero.
- 10 2.- El artículo según se expone en la reivindicación 1, en donde el material comprende entre aproximadamente un 4% en peso y aproximadamente un 6% en peso de fósforo y una cantidad de balance de cobalto.
- 3.- El artículo según se expone en la reivindicación 1 ó 2, en donde la funda incluye partículas distribuidas por el interior del material.
- 15 4.- El artículo según se expone en la reivindicación 3, en donde las partículas se eligen en un grupo consistente en partículas de carburo de silicio, partículas de carburo de cromo, partículas de diamante, y combinaciones de las mismas.
- 5.- El artículo según se expone en la reivindicación 1, 2, 3 ó 4, en donde la funda incluye un precipitante de fosfato de cobalto distribuido en el interior de una matriz que tiene el cobalto y el fósforo.
- 6.- El artículo según se expone en cualquier reivindicación anterior, en donde la funda comprende una dureza según se forma de entre aproximadamente 608 VHN (Dureza Vickers) y aproximadamente 645 VHN.
- 20 7.- El artículo según se expone en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la funda comprende una dureza de entre aproximadamente 1002 VHN y aproximadamente 1032 VHN.
- 8.- Un componente (10) de perfil aerodinámico, que comprende:
- un perfil aerodinámico que posee un borde de ataque (12) y un borde de salida (14), y
- 25 una doble funda (126) para proteger el perfil aerodinámico, teniendo la doble funda un lado (28) externo y un lado (30) interno que forma una cavidad (32), en donde el lado interno es adyacente al borde de ataque (12) del perfil aerodinámico, y una funda (26) sobre el lado externo comprende un material que tiene cobalto, **caracterizado porque** el material comprende también fósforo, **y porque** la doble funda (126) incluye además una capa interna adyacente al lado interno, en donde la capa interna comprende un material de aleación elegido en un grupo consistente en una aleación de níquel, una aleación de níquel que tiene cobalto, cobre, aleación de cobre, una aleación de hierro, y acero.
- 30 9.- Un método de fabricación de una doble funda (126) para proteger un componente (10) de perfil aerodinámico, teniendo la doble funda (126) un lado (28) externo y un lado (30) interno que forma una cavidad (32) para recibir el perfil aerodinámico, en donde una funda (26) sobre el lado externo comprende un material que tiene cobalto y fósforo, en donde la doble funda (126) incluye además una capa interna adyacente al lado interno, y en donde la
- 35 capa interna comprende un material de aleación elegido en un grupo consistente en una aleación de níquel, una aleación de níquel que tiene cobalto, cobre, aleación de cobre, una aleación de hierro, y acero, comprendiendo el método:
- (a) establecer una solución de electroconformación que tiene cobalto y fósforo, y
- 40 (b) electroconformar la funda (26) con una composición que incluye cobalto y fósforo usando la solución de electroconformación de dicha etapa (a).
- 10.- El método según se expone en la reivindicación 9, en donde dicha etapa (a) incluye establecer la solución de electroconformación con una mezcla de 180-210 gramos por litro de cloruro de cobalto, 0,05 a 2,0 gramos por litro de carbonato de cobalto, 45-55 gramos por litro de ácido ortofosfórico y 5,0 a 15 gramos por litro de ácido fosforoso.
- 45 11.- El método según se expone en la reivindicación 9 ó 10, en donde dicha etapa (b) incluye aplicar una corriente eléctrica para depositar el cobalto y el fósforo sobre un sustrato.
- 12.- El método según se expone en la reivindicación 9, 10 u 11, en donde dicha etapa (a) incluye establecer la solución de electroconformación de modo que incluya una cantidad seleccionada de partículas, y electroconformar la funda (26) en dicha etapa (b) de modo que incluya las partículas distribuidas por el interior de la funda (26).
- 50 13.- El método según se expone en la reivindicación 12, en donde dicha etapa (a) incluye establecer la solución de electroconformación para que incluya aproximadamente un 5-30% en volumen de partículas.

- 14.- El método según se expone en cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en donde dicha etapa (a) incluye establecer la solución de electroconformación para que incluya una cantidad seleccionada de al menos un agente elegido entre ácido orto-formilbenzeno sulfónico, ácido naftaleno trisulfónico, y sacarina.
- 5 15.- El método según se expone en cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, que comprende además calentar la funda a una temperatura predeterminada durante una cantidad de tiempo predeterminada para incrementar la dureza de la funda (26).
- 16.- El método según se expone en la reivindicación 15, en donde la temperatura predeterminada se elige en base a si la funda incluye partículas dispersadas en la misma o si carece de partículas.
- 10 17.- El método según se expone en la reivindicación 16, en donde la temperatura predeterminada se elige de modo que sea aproximadamente de 315 °C (600 °F) en respuesta a que la funda esté libre de partículas, y se elige de modo que sea aproximadamente de 400 °C (750 °F) en respuesta a que la funda tenga partículas, y la cantidad predeterminada de tiempo es de aproximadamente 90 minutos.
- 15 18.- El método según se expone en cualquiera de las reivindicaciones 9 a 17, que comprende además calentar la funda a una temperatura predeterminada durante una cantidad de tiempo predeterminada para formar un precipitante dentro de la funda.
- 19.- El método según se expone en cualquiera de las reivindicaciones 9 a 18, que comprende además electroconformar la funda sobre la capa interna que tiene un lado que forma una cavidad para recibir el borde de ataque del componente de perfil aerodinámico.

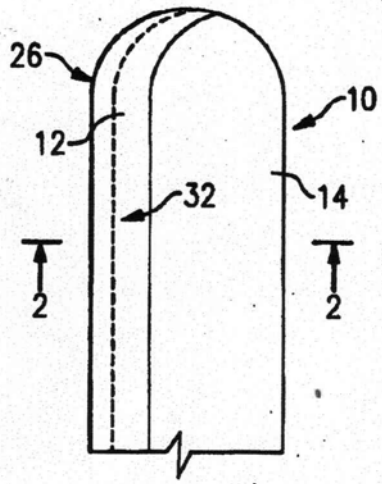


FIG. 1

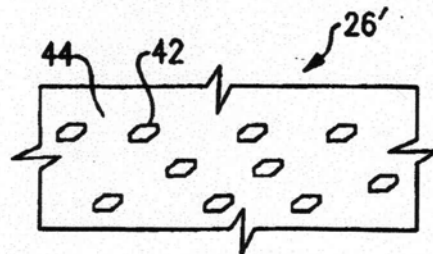


FIG. 3

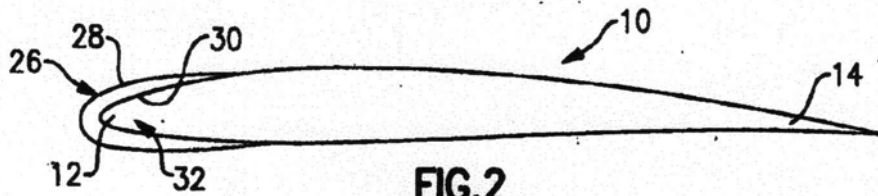


FIG. 2

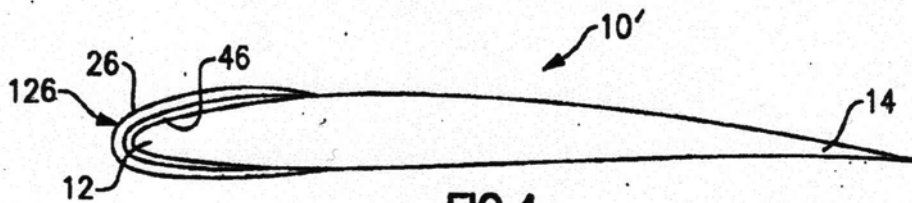


FIG. 4

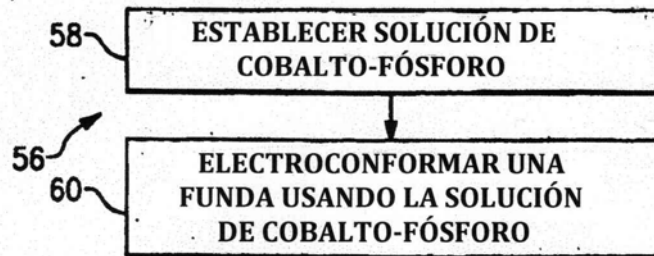


FIG. 5