República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112017012960-4 B1

(22) Data do Depósito: 16/12/2015

(45) Data de Concessão: 10/01/2023

(54) Título: PROCESSO DE REPARAÇÃO DE UM CÁRTER DE VENTOINHA

(51) Int.Cl.: B23P 6/00; F01D 5/00.

(30) Prioridade Unionista: 16/12/2014 FR 1462472.

(73) Titular(es): SAFRAN AIRCRAFT ENGINES.

(72) Inventor(es): ANTOINE PATRICE MARIE DESREUMAUX; PATRICK JEAN-LOUIS REGHEZZA; SÉBASTIEN MARC JEAN-MICHEL PEREZ.

(86) Pedido PCT: PCT FR2015053536 de 16/12/2015

(87) Publicação PCT: WO 2016/097597 de 23/06/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 16/06/2017

(57) Resumo: PROCESSO DE REPARAÇÃO DE UM CÁRTER DE VENTOINHA. A invenção tem notadamente como objeto um processo (100) de reparação de um cárter de ventoinha (10) que apresenta um dano (11) em sua superfície interna (12). O processo (100) compreende uma etapa (102) de fixação de um elemento de reforço (13) sobre o cárter de ventoinha (10), o elemento de reforço (13) sendo fixado sobre a superfície externa (14) do cárter de ventoinha (10) e em frente ao dano (11).

“PROCESSO DE REPARAÇÃO DE UM CÁRTER DE VENTOINHA”

DOMÍNIO TÉCNICO DA INVENÇÃO

[0001] A invenção se refere a um processo de reparação de um cárter de ventoinha de um motor de avião. A título de exemplo não limitativo, o processo de reparação de um cárter de ventoinha se aplica a cárteres de ventoinha utilizados em motores de avião de tipo CFM56-7B.

PLANO DE FUNDO TECNOLÓGICO DA INVENÇÃO

[0002] Tal como ilustrado na figura 1, um motor de avião 1 compreende habitualmente um compressor de baixa pressão 2 munido de uma árvore de compressor 3 circundado por um cárter de ventoinha 4 (também conhecido sob a denominação cárter FAN) e por um cárter intermediário 5. O cárter de ventoinha 4 assegura notadamente a retenção das pás de ventoinha 6 e também a retenção de fragmentos de pá de ventoinha 6. De fato, quando um corpo estranho entra em colisão com uma pá de ventoinha 6, essa última pode ser danificada. Por ocasião de um tal dano, fragmentos de pás podem se soltar da pá 6 em rotação para virem se posicionar, sob um efeito de centrifugação, em contato com a superfície interna do cárter de ventoinha 4. Um tal dano pode também ser devido a fenômenos vibratórios.

[0003] Mais especialmente, como ilustrado na figura 2, esse tipo de cárter de ventoinha 4 apresenta habitualmente três partes distintas 7, 8, 9 dimensionadas de modo a conter cada fragmento de pá por ocasião de um acontecimento de perda de pá 6. Por ocasião da perda de uma pá 6, as partes a montante 7 e a jusante 9, menos espessas, contêm respectivamente o topo de pá e o pé de pá enquanto que a parte central 8 (denominada parte de retenção) permite conter os fragmentos de pá centrifugados com maior energia. Assim, no decorrer da vida de um motor de avião 1, danos de tipos impactos aparecem sobre o cárter de ventoinha 4 e é necessário garantir que esse último possa resistir a tais danos. Com o objetivo de melhorar o tempo de duração de vida do cárter de ventoinha 4, é possível utilizar cárteres de ventoinha 4 dos quais a zona de retenção é mais espessa. No entanto, esse espessamento tendo sido utilizado a contar de 2013, a maior parte da frota de motores de avião 1 comercializados antes não é beneficiada por esse espessamento. Devido

a isso, uma grande quantidade de cárteres 4 está fora de serviço em consequência do aparecimento de danos. Por outro lado, um tal espessamento aumenta a massa total do avião munido com esse cárter de ventoinha e aumenta efetivamente o consumo de carburante.

DESCRIÇÃO GERAL DA INVENÇÃO

[0004] A invenção oferece uma solução para os problemas evocados precedentemente propondo para isso um processo de reparação de um cárter de ventoinha que foi submetido a danos ao nível de sua superfície interna, o processo de reparação permitindo aumentar o tempo de duração da vida dos cárteres de ventoinha ao mesmo tempo em que tem um impacto limitado em termos de massa.

[0005] Um aspecto da invenção tem como objeto um processo de reparação de um cárter de ventoinha que apresenta um dano em sua superfície interna, o dito processo compreendendo uma etapa de fixação de um elemento de reforço sobre o cárter de ventoinha, o dito elemento de reforço sendo fixado sobre a superfície externa do cárter de ventoinha e em frente ao dano.

[0006] É entendida por superfície interna, a superfície periférica interior do cárter de ventoinha, e por superfície externam a superfície periférica exterior do cárter de ventoinha.

[0007] Em outros termos, a reparação realizada por meio do processo de acordo com a invenção toma a forma de um elemento de reforço (ou remendo) fixado sobre a superfície exterior do cárter de ventoinha, quer dizer no lado oposto ao dano que está situado ao nível da superfície interior. Esse elemento de reforço retoma as solicitações (tração e cisalhamento) na superfície exterior e permite uma sobre-espessura local ao nível da parte danificada. Esse elemento de reforço aumenta as características mecânicas do cárter de ventoinha. Por outro lado, o fato de fixar esse elemento de reforço sobre a superfície exterior permite se livrar das restrições ligadas à reparação sobre a superfície interior que são notadamente o respeito das folgas de funcionamento e a complexidade de reparação.

[0008] O processo de acordo com a invenção oferece portanto uma reparação simples realizada sobre a superfície exterior do cárter de ventoinha, essa reparação

permitindo restituir as propriedades mecânicas iniciais do cárter de ventoinha que foi submetido a um dano ao nível de sua superfície interna.

[0009] Por outro lado, o processo de acordo com a invenção é aplicável a todos os modelos de motores (indiferentemente sobre cárter de alumínio, titânio, aço ou mesmo compósito).

[0010] Por outro lado, como não há modificação da superfície interna do cárter de ventoinha, as folgas de funcionamento não são modificadas.

[0011] Além disso, o elemento de reforço pode ser adaptado para qualquer tipo de danos e todas as dimensões.

[0012] Por outro lado, em comparação com os cárteres de ventoinha que apresentam uma espessura maior que o estado da técnica propõe, o ganho de massa é considerável visto que o elemento de reforço permite uma reparação local dos danos.

[0013] Além disso, o processo de reparação de acordo com a invenção permite evitar os descartes de cárteres de ventoinha considerados como não aceitáveis devido a danos presentes sobre a superfície interna.

[0014] Além das características que acabam de ser evocadas no parágrafo precedente, o processo de reparação de um cárter de ventoinha de acordo com a invenção pode apresentar uma ou várias características complementares entre as seguintes, consideradas individualmente ou de acordo com todas as combinações tecnicamente realizáveis.

[0015] Em um modo de execução não limitativo do processo de reparação de acordo com a invenção, o processo compreende uma etapa prévia de dimensionamento do elemento de reforço.

[0016] Em um modo de execução não limitativo do processo de reparação de acordo com a invenção, a etapa de dimensionamento do elemento de reforço é realizada estimando-se para isso uma zona de fissuração que tem origem ao nível da superfície interna e no contorno do dano e que se propaga se alargando para isso na direção da superfície externa para criar, sobre a superfície externa do cárter de ventoinha, uma superfície de fissuração externa, a superfície do elemento de reforço

que deve ser fixada sobre a superfície externa do cárter de ventoinha sendo pelo menos igual à superfície de fissuração externa. Tais dimensões do elemento de reforço permitem conferir, ao cárter de ventoinha reparado, propriedades mecânicas similares às propriedades mecânicas que um cárter de ventoinha que não compreende dano possui.

[0017] Em um modo de execução não limitativo do processo de reparação de acordo com a invenção, a etapa de dimensionamento do elemento de reforço é realizada estimando-se para isso uma zona de fissuração que tem origem ao nível da superfície interna e no contorno do dano e que se propaga se alargando para isso na direção da superfície externa para criar, sobre a superfície externa do cárter de ventoinha, uma superfície de fissuração externa, a superfície do elemento de reforço que deve ser fixada sobre a superfície externa do cárter de ventoinha sendo igual à superfície de fissuração externa. Tais dimensões do elemento de reforço permitem conferir, ao cárter de ventoinha reparado, propriedades mecânicas similares às propriedades mecânicas que um cárter de ventoinha que não compreende dano possui, e por outro lado não aumenta o peso do cárter de ventoinha de modo significativo visto que as dimensões do elemento de reforço são limitadas.

[0018] Em um modo de execução não limitativo do processo de reparação de acordo com a invenção, a zona de fissuração tem origem ao nível da superfície interna e no contorno do dano e se propaga se alargando para isso na direção da superfície externa de acordo com um ângulo de propagação α compreendido entre 40 e 50 graus.

[0019] Em um modo de execução não limitativo do processo de reparação de acordo com a invenção, a espessura do elemento de reforço é pelo menos igual a 1,5 vezes a profundidade do dano.

[0020] Em um modo de execução não limitativo do processo de reparação de acordo com a invenção, o elemento de reforço é fixado sobre a superfície externa do cárter de ventoinha por soldagem, por rebitagem ou por colagem.

[0021] Um outro aspecto da invenção se refere a um cárter de ventoinha que compreende:

- um dano posicionado sobre a superfície interna do cárter de ventoinha, e
- um elemento de reforço fixado sobre a superfície externa do cárter de ventoinha e em frente ao dano.

[0022] Em um modo de execução não limitativo do processo de reparação de acordo com a invenção, o elemento de reforço é feito de alumínio, Inconel, ou feito de titânio.

[0023] Em um modo de execução não limitativo do processo de reparação de acordo com a invenção, o elemento de reforço apresenta uma forma de tipo retangular, circular ou elíptica.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0024] As figuras só são representadas a título indicativo e de nenhuma forma limitativo da invenção. As figuras mostram:

- Na figura 1, uma representação esquemática de um motor de avião munido de um cárter de ventoinha de acordo com o estado da técnica;
- Na figura 2, uma ampliação de uma parte do cárter de ventoinha ilustrado na figura 1;
- Na figura 3, um sinótico das etapas de um processo de reparação de um cárter de ventoinha de acordo com a invenção;
- Na figura 4, uma parte de um cárter de ventoinha que compreende um dano de um elemento de reforço;
- Na figura 5A, uma vista de perfil de uma parte de um cárter de ventoinha que apresenta um dano, uma zona de fissuração e um elemento de reforço,
- Na figura 5B, uma vista de cima da parte do cárter de ventoinha representada na figura 5A e uma superfície de fissuração externa, a figura 5B não representando, por razões de clareza, o elemento de reforço ilustrado na figura 5A,
- Na figura 6, um cárter de ventoinha que compreende um elemento de reforço.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE PELO MENOS UM MODO DE REALIZAÇÃO DA

INVENÇÃO

[0025] Exceto precisão em contrário, um mesmo elemento que aprece em figuras diferentes apresenta uma referência única.

[0026] A figura 3 representa as etapas do processo 100 de reparação de um cárter de ventoinha de acordo com uma execução não limitativa da invenção.

[0027] Por razões de clareza, a figura 4 ilustra de modo esquemático somente uma parte de um cárter de ventoinha 10 que compreende um dano 11, por exemplo de tipo impacto, ao nível de sua superfície interna 12. Essa figura 4 ilustra também um elemento de reforço 13 de acordo com aquele utilizado pelo processo 100 de reparação. O elemento de reforço 13 é fixado sobre a superfície externa 14 do cárter de ventoinha 10.

[0028] O processo de reparação 100 de cárter de ventoinha 10 compreende uma etapa 101 de dimensionamento de um elemento de reforço 13. Por ocasião de uma etapa ulterior 102, o elemento de reforço 13 dimensionado é fixado sobre a superfície externa 14 do cárter de ventoinha 10 e em frente ao dano 11.

[0029] Em uma execução não limitativa, a etapa 101 de dimensionamento do elemento de reforço 13 é realizada estimando-se para isso uma superfície de fissuração. Para fazer isso, é determinada em um primeiro tempo uma zona de fissuração.

[0030] De fato, tensões de cisalhamento são aplicadas ao cárter de ventoinha 10 por ocasião de seu funcionamento. Assim, quando o cárter de ventoinha 10 apresente um dano 11 sobre a superfície interna 12, tensões de cisalhamento são aplicadas ao nível do dano 11. Sob o efeito dessas tensões, o dano 11 tem tendência a se propagar na direção da superfície externa 14 do cárter de ventoinha 10. Essa propagação do dano 11 forma uma zona de fissuração.

[0031] Assim, quando é simulada uma tensão de cisalhamento aplicada ao dano 11, é possível predizer a zona de fissuração.

[0032] A figura 5A ilustra uma tal zona de fissuração 15, zona essa criada sobre a superfície externa 14 do cárter de ventoinha 10, uma superfície de fissuração S15 externa. Mais especialmente, a zona de fissuração 15 tem origem ao nível da

superfície interna 12 e no contorno do dano 11 e se propaga se alargando para isso na direção da superfície externa 14 para criar a superfície de fissuração S15 externa (figura 5B) situada sobre a superfície externa 14 do cárter de ventoinha 10. O elemento de reforço 13 é dimensionado em função dessa superfície de fissuração externa S15. Por exemplo, a superfície 18 do elemento de reforço 13 que deve ser fixada sobre a superfície externa 14 do cárter de ventoinha 10 é pelo menos igual à superfície de fissuração S15 externa. Assim, o elemento de reforço 13 recobre em totalidade a superfície de fissuração S15 externa de maneira a que as propriedades mecânicas do cárter de ventoinha 10 sejam similares ao que elas eram antes do aparecimento do dano 11.

[0033] Em uma execução não limitativa ilustrada nas figuras 5A e 5B, a zona de fissuração 15 tem origem ao nível da superfície interna 12 e no contorno do dano 11 e se propaga se alargando para isso na direção da superfície externa 14 de acordo com um ângulo de propagação α de 45 graus. O ângulo de propagação é medido entre a superfície interna 12 e a superfície periférica da zona de fissuração 15.

[0034] De modo não limitativo, o ângulo de propagação α pode ser compreendido entre 40 e 50 graus.

[0035] Por outro lado, a espessura do elemento de reforço e13 pode ser igual a 1,5 vezes a profundidade p11 do dano 11.

[0036] E um exemplo não limitativo, a espessura mínima do elemento de reforço 13 é de 1 mm.

[0037] De acordo com uma tal execução, para um dano 11 de 1 mm de profundidade, a espessura e13 do elemento de reforço 13 é de 1,5 mm.

[0038] Para resumir, no exemplo ilustrado e detalhado com o apoio das figuras 5A e 5B, para um cárter de ventoinha 10 que apresenta uma espessura e10 de 22 mm, um dano de 1 mm de profundidade p11 e uma orientação da propagação do dano 11 de acordo com uma orientação da propagação do dano 11 de acordo com um ângulo de propagação α de 45 graus, o elemento de reforço 13 dimensionado apresenta uma superfície 18 que deve ser colocada em contato com a superfície externa 14 do cárter de ventoinha pelo menos igual à superfície de fissuração S15 externa e cuja

espessura é de 1,5 mm.

[0039] O elemento de reforço 13 é uma peça adaptada que pode ser, por exemplo, feita de alumínio, liga à base de níquel ou ainda titânio. Esse elemento de reforço 13 pode ser, por exemplo, quadrado, retangular ou elíptico.

[0040] O processo 100 de reparação do cárter de ventoinha de acordo com a invenção compreende também uma etapa 102 de fixação do elemento de reforço 13 sobre o cárter de ventoinha 10. O elemento de reforço 13 é fixado sobre a superfície externa 14 do cárter de ventoinha e em frente ao impacto 11.

[0041] O elemento de reforço 13 pode por exemplo ser fixado sobre a superfície externa 14 do cárter de ventoinha 10 por meio de uma soldadura, de rebites ou por colagem. Fica entendido que o profissional pode propor outros meios de fixação do elemento de reforço 12 sobre a superfície externa 14 do cárter de ventoinha 10 sem por essa razão sair do âmbito da invenção.

[0042] Um aspecto da invenção tem como objeto também um cárter de ventoinha 10, tal como ilustrado na figura 6, que apresenta sobre sua superfície interna 12 um dano 11. Por outro lado, o cárter de ventoinha 10 apresenta, sobre sua superfície externa 14, um elemento de reforço 13 fixado em frente ao dano 11.

[0043] Esse tipo de cárter de ventoinha 10 apresenta propriedades mecânicas similares a um cárter de ventoinha que não apresenta dano sobre sua superfície interna.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo (100) de reparação de um cárter de ventoinha (10) que apresenta um dano (11) em sua superfície interna (12), o dito processo (100) sendo caracterizado pelo fato de que ele compreende uma etapa (102) de fixação de um elemento de reforço (13) sobre o cárter de ventoinha (10), o dito elemento de reforço (13) sendo fixado sobre a superfície externa (14) do cárter de ventoinha (10) e em frente ao dano (11).

2. Processo (100) de reparação de um cárter de ventoinha (10) de acordo com a reivindicação 1 precedente, o dito processo (100) sendo caracterizado pelo fato de que ele compreende uma etapa prévia de dimensionamento (101) do elemento de reforço (13).

3. Processo (100) de reparação de um cárter de ventoinha (10) de acordo com a reivindicação 2 caracterizado pelo fato de que a etapa de dimensionamento (101) do elemento de reforço (13) é realizada estimando-se para isso uma zona de fissuração (15) que tem origem ao nível da superfície interna (12) e no contorno do dano (11) e que se propaga se alargando para isso na direção da superfície externa (14) para criar, sobre a superfície externa (14) do cárter de ventoinha (10), uma superfície de fissuração (S15) externa, a superfície (18) do elemento de reforço (13) que deve ser fixada sobre a superfície externa (14) do cárter de ventoinha (10) sendo pelo menos igual à superfície de fissuração (S15) externa.

4. Processo (100) de reparação de um cárter de ventoinha (10) de acordo com a reivindicação 2 caracterizado pelo fato de que a etapa de dimensionamento (101) do elemento de reforço (13) é realizada estimando-se para isso uma zona de fissuração (15) que tem origem ao nível da superfície interna (12) e no contorno do dano (11) e que se propaga se alargando para isso na direção da superfície externa (14) para criar, sobre a superfície externa (14) do cárter de ventoinha (10), uma superfície de fissuração (S15) externa, a superfície (18) do elemento de reforço (13) que deve ser fixada sobre a superfície externa (14) do cárter de ventoinha (10) sendo igual à superfície de fissuração (S15) externa.

5. Processo (100) de reparação de um cárter de ventoinha (10) de acordo

com qualquer uma das reivindicações 3 ou 4 caracterizado pelo fato de que a zona de fissuração (15) tem origem ao nível da superfície interna (12) e no contorno do dano (11) e se propaga se alargando para isso na direção da superfície externa (14) de acordo com um ângulo de propagação (α) compreendido entre 40 e 50 graus.

6. Processo (100) de reparação de um cárter de ventoinha (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a espessura (e13) do elemento de reforço (13) é pelo menos igual a 1,5 vezes a profundidade (p11) do dano (11).

7. Processo (100) de reparação de um cárter de ventoinha (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o elemento de reforço (13) é fixado sobre a superfície externa (14) do cárter de ventoinha (10) por soldagem, por rebitagem ou por colagem.

8. Cárter de ventoinha (10) caracterizado pelo fato de que compreende um dano (11) posicionado sobre a superfície interna (12) do cárter de ventoinha (10) e um elemento de reforço (13) fixado sobre a superfície externa (14) do cárter de ventoinha (10) e em frente ao dito dano (11).

9. Cárter de ventoinha (10) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o elemento de reforço (13) é feito de alumínio, Inconel, ou feito de titânio.

10. Cárter de ventoinha (10) de acordo com uma das reivindicações 8 ou 9 caracterizado pelo fato de que o elemento de reforço (13) apresenta uma forma de tipo retangular, circular ou elíptica.

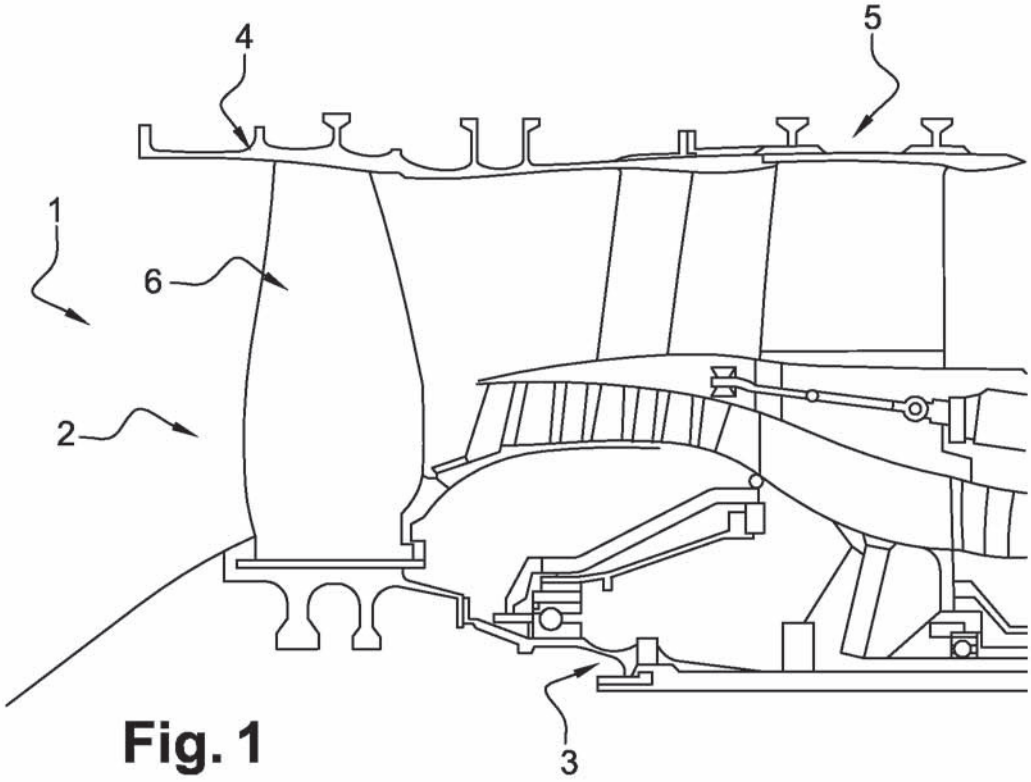

Fig. 1

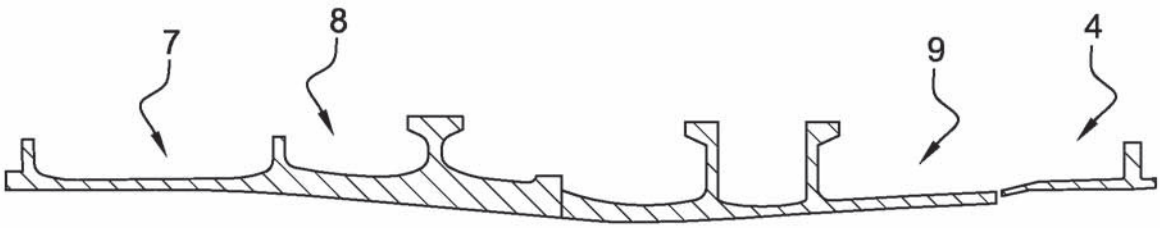

Fig. 2

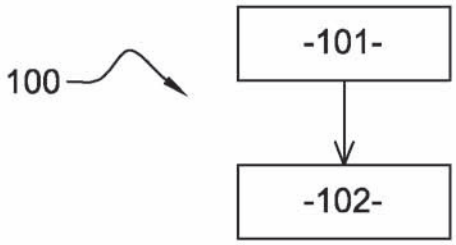

Fig. 3

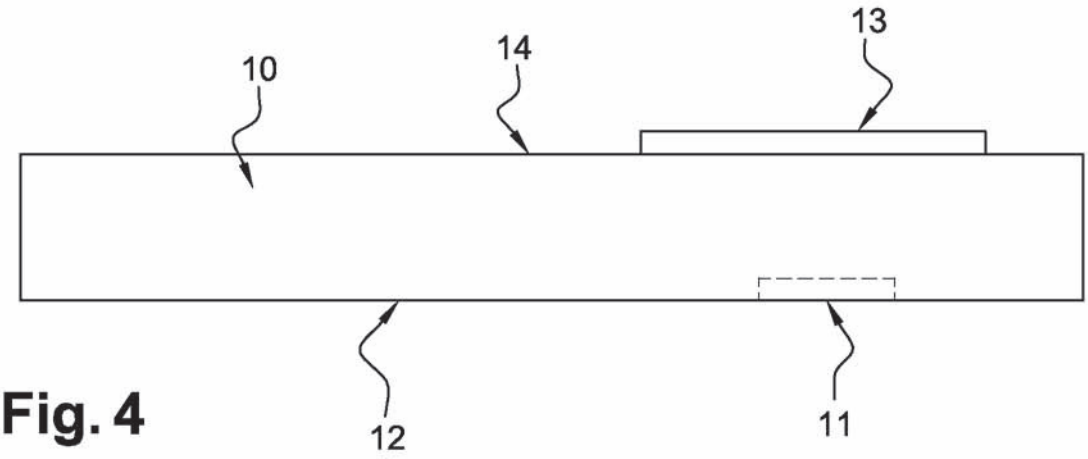

Fig. 4

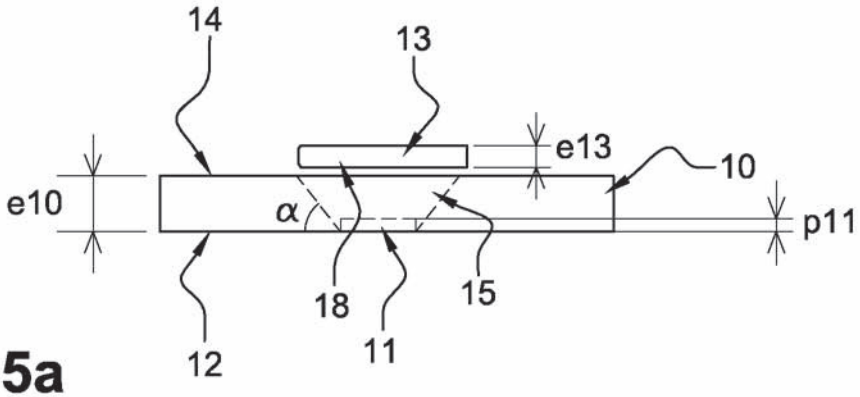

Fig. 5a

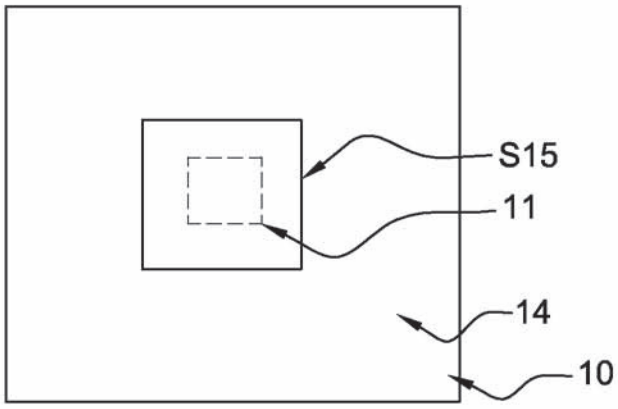

Fig. 5b

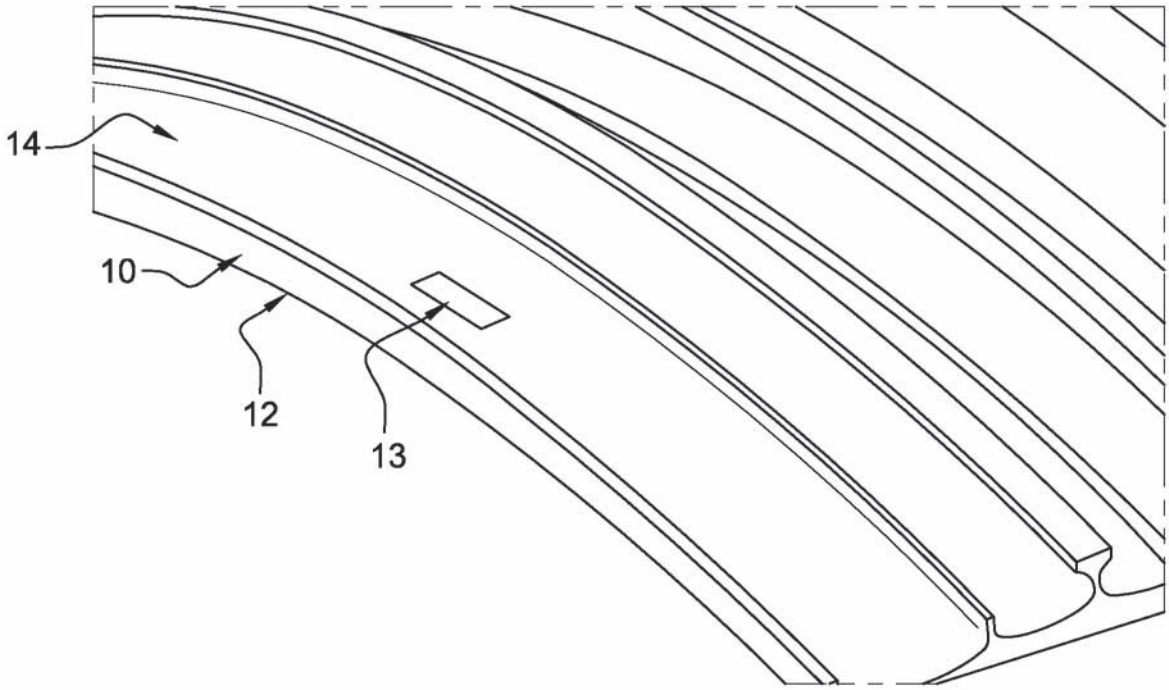

Fig. 6