



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

(11) BR 112017003808-0 B1



(22) Data do Depósito: 20/08/2015

(45) Data de Concessão: 08/11/2022

(54) Título: PROCESSO DE REPARO DE UM ELEMENTO DE PERFIL AERODINÂMICO DE UM MOTOR DE TURBINA

(51) Int.Cl.: B23P 6/00; B29C 73/06; F01D 5/28; B21J 15/50.

(30) Prioridade Unionista: 28/10/2014 FR 1458072.

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

(72) Inventor(es): DIDIER QUEANT; DOMINIQUE MAGNAUDEIX.

(86) Pedido PCT: PCT FR2015052242 de 20/08/2015

(87) Publicação PCT: WO 2016/030614 de 03/03/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/02/2017

(57) Resumo: Processo de reparo de um conjunto compreendendo um corpo principal (10) e um reforço antigo, o conjunto compreendendo um orifício inicial que passa através do reforço antigo e pelo menos uma porção do corpo principal. O processo compreendendo: - remover o reforço antigo; - posicionar o tampão (20, 21) no orifício inicial do corpo principal (10); - fixar um novo reforço ao corpo principal (10), o novo reforço cobrindo o tampão (20, 21) ? e fazendo com que um novo orifício passe através do novo reforço e pelo menos uma parte do corpo principal.

“PROCESSO DE REPARO DE UM ELEMENTO DE PERFIL AERODINÂMICO DE UM MOTOR DE TURBINA”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente descrição refere-se ao campo das peças de fabricação, e mais particularmente a um processo de reparo de um conjunto compreendendo um corpo principal e de reforço.

FUNDAMENTO TECNOLÓGICO

[002] As peças são conhecidas porque são constituídas por uma pluralidade de partes, por exemplo elementos aerofólios de motores de turbinas compreendendo um corpo principal feito de material compósito e reforço de metal. Enquanto o elemento de perfil aerodinâmico está em uso em operação, ou durante as fases de produção, o reforço pode sofrer desgaste ou danos, enquanto o corpo principal está protegido. Assim, pode ser vantajoso, tanto na manutenção e na produção que seja capaz de substituir o reforço, enquanto conserva o corpo principal inicial.

[003] A fim de evitar o enfraquecimento do corpo principal, é preferível para reutilizar os elementos de fixação (por exemplo, um furo do rebite, afiletamento, etc.) que estão já fornecidas no corpo principal. No entanto, tal operação requer as posições de tais elementos de fixação a ser identificado exatamente sobre a novo reforço. Na prática, tal identificação é aproximada muitas vezes, e faz uso de elementos de fixação que deslocados, mesmo que seja apenas um pouco, enfraquecem a estrutura do corpo principal. Por exemplo, a formação de um novo furo através do conjunto que não coincide exatamente com o furo antigo tem o efeito de fazer o furo antigo oval, comprometendo, assim, a eficácia da sua função (ambos com essa aplicação a um furo rosqueado e um furo de rebite). Assim, existe uma necessidade de um processo de reparo de um tal conjunto.

SUMARIO DA INVENÇÃO

[004] Para este fim, a presente descrição refere-se a um processo de

reparo para reparar um conjunto compreendendo um corpo principal e um reforço antigo, incluindo o conjunto um furo inicial que transpassa do reforço antigo e pelo menos uma porção do corpo principal, o processo compreendendo:

- remover o reforço antigo;
- posicionar de um tampão no furo inicial do corpo principal;
- fixar um novo reforço no corpo principal, o novo reforço que cobre o tampão; e
- formar um novo furo que transpassa o novo reforço e pelo menos uma porção do corpo principal.

[005] Em um tal processo, os termos "antigo" (ou "inicial") e "novo" referem-se à ordem em que dois reforços estão instalados no corpo principal quando se implementa o processo. Estes termos não dizem nada sobre o uso que é feito de outra maneira destes reforços ou de seu estado bom ou pobre, ou mesmo de seu desgaste. Além disso, o novo reforço pode ser semelhante ao reforço antigo, o que significa que o novo reforço é substancialmente idêntico ao novo reforço como era originalmente. Os reforços antigos e novos não têm de ser idênticos, em particular porque o reforço antigo inclui um furo onde o novo reforço não se encontra, especificamente no local onde se deseja formar um furo. Além disso, em um contexto de manutenção e/ou reparo, o reforço antigo pode ser deformado e como resultado de desgaste ou dano, enquanto o novo reforço pode ter uma forma que é um pouco diferente.

[006] Da mesma forma, o furo inicial é o furo que estava presente antes de obstruir com o tampão, e o novo furo é o furo que é formado depois de obstruir com o tampão.

[007] O novo reforço pode ser fixado por adesivo, por exemplo. O novo furo pode ser formado por perfuração, por exemplo. O reforço pode ser reforço que é externo ao corpo principal, por exemplo feito de chapa metálica.

[008] Se o furo inicial não for conectado e se o novo furo for

formado próximo ao furo inicial mas sem que ambos os furos coincidam exatamente, então o novo furo será maior do que o desejado. Por exemplo, a formação de um furo cilíndrico que se sobrepõe parcialmente a outro furo cilíndrico origina um furo de seção que é substancialmente oval; infelizmente, isto não é desejável, em particular quando o furo contribui para uma fixação para a qual a forma do furo é importante (por exemplo, um furo rosqueado, um furo de rebite, etc.). Em contraste, o processo acima permite evitar qualquer formação de aspecto oval e assegurar que o novo furo tenha de fato a forma que se deseja dar.

[009] A presente descrição também se refere a um processo de reparo para reparar uma conjunto compreendendo um corpo principal, um primeiro reforço antigo e um segundo reforço antigo, estando os dois reforços antigos dispostos de cada lado do corpo principal, incluindo o conjunto um furo inicial que transpassa O corpo principal e os dois reforços antigos, o processo compreendendo substituir o primeiro reforço antigo usando o processo de reparo como descrito acima, substituindo o segundo reforço antigo usando o processo de reparo como descrito acima, e em que os furos são formados nos dois novos reforços em De tal modo que o furo no primeiro reforço novo e o furo no segundo novo reforço estão em comunicação.

[0010] Em um tal processo, a substituição do primeiro reforço antigo usando o processo acima descrito envolve um novo reforço que é referido como o primeiro reforço novo, com um primeiro furo a ser formado ao lado dele (furo ao lado do novo reforço). Do mesmo modo, a substituição do segundo reforço antigo usando o processo acima descrito envolve um novo reforço que é referido como o segundo reforço novo, ao lado do qual é formado um segundo furo (furo ao lado do segundo reforço novo). O primeiro novo reforço e o segundo novo reforço podem ser constituídos por uma única peça, que envolve, pelo menos em parte, o corpo principal.

[0011] Em certas implementações, após o posicionamento do

primeiro tampão e do segundo tampão, o primeiro tampão e o segundo tampão estão afastados um do outro. Por outras palavras, o primeiro e o segundo tampões são posicionados de modo a deixar um espaço entre os tampões. O primeiro tampão é o tampão utilizado para substituir o primeiro reforço antigo, e o segundo tampão é o tampão usado para substituir o segundo reforço antigo.

[0012] O espaço deixado entre os tampões garante que os tampões não empurram uns contra os outros no caso de expansão diferencial entre o corpo principal e os tampões. O contato entre os tampões pode levar ao furo se tornar desconectado.

[0013] A presente descrição também se refere a um processo de reparo para reparar um conjunto compreendendo um corpo principal, um primeiro reforço antigo e um segundo reforço antigo, estando os dois reforços antigos dispostos de cada lado do corpo principal, incluindo o conjunto um furo inicial que transpassa O corpo principal e os dois reforços antigos, o processo compreendendo:

- remover o reforço antigo;
- posicionar um primeiro tampão em uma primeira extremidade do furo inicial no corpo principal;
- fixar de um primeiro reforço novo no primeiro lado do corpo principal, o primeiro reforço novo cobrindo o primeiro tampão;
- posicionar de um segundo tampão em uma segunda extremidade do furo inicial no corpo principal;
- fixar de um segundo reforço novo no segundo lado do corpo principal, o segundo novo reforço cobrindo o segundo tampão; e
- formar um novo furo que transpassa o primeiro reforço novo, o segundo reforço novo e o corpo principal.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0014] A invenção e as suas vantagens podem ser melhor

compreendidas na leitura da descrição detalhada seguinte das implementações da invenção dadas como exemplos não limitativos. A descrição refere-se aos desenhos anexos, nos quais:

a Figura 1 é uma vista em perspectiva que mostra um conjunto tendo um furo inicial;

a Figura 2 é uma vista em perspectiva que mostra o conjunto da Figura 1 a partir da qual o reforço foi removido; e

as Figuras 3A a 3E são vistas em corte que mostram as várias etapas de um processo em uma implementação da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0015] A Figura 1 é uma vista em perspectiva de um conjunto 100 compreendendo um corpo principal 10 e um reforço antigo 130. No exemplo, o conjunto 100 é um elemento de perfil aerodinâmico de um motor de turbina. Por exemplo, o corpo principal 10 pode ser feito de material compósito. O reforço antigo 130 pode ser feito de metal. O reforço antigo 130 é instalado no corpo principal 10 como reforço externo que cobre uma porção do corpo principal 10.

[0016] Um furo (um furo inicial) 12 transpassa o reforço antigo 130 e pelo menos parte do corpo principal 10. Na implementação ilustrada, o furo 12 é um furo transpassante. No entanto, a invenção aplica-se igualmente a um furo que não é um furo transpassante (um furo cego).

[0017] Na execução descrita, o furo 12 é um furo de rebite, isto é, um furo que é para receber um rebite. Em uma variante, o furo 12 poderia ser um furo rosqueado, ou qualquer tipo de furo.

[0018] A Figura 2 é uma vista em perspectiva que mostra o conjunto 100 a partir da qual o reforço antigo 130 foi removido. A Figura 2 ilustra o corpo principal 10 com o furo 12. Na presente implementação, o furo inicial 12 é queimado nas suas extremidades (apenas uma extremidade alargada 14 é visível na Figura 2).

[0019] A remoção do reforço antigo 130 para atingir a situação ilustrada na Figura 2 constitui uma etapa do processo de reparo em uma primeira implementação. As etapas seguintes são descritas em detalhes com referência às Figuras 3A a 3E, que são várias vistas em corte que mostram a conjunto 100 em fases sucessivas no processo de reparo da presente implementação.

[0020] Conforme ilustrado na Figura 3A, um primeiro tampão 20 e um segundo tampão 21 são inseridos no furo 12 no corpo principal 10 (furo inicial no corpo principal). Os tampões 20 e 21 podem ser inseridas no furo 12 simultaneamente, ou sucessivamente.

[0021] Neste exemplo, o primeiro e segundo tampões 20 e 21 são idênticos, mas podem ser diferentes. Na presente implementação, o primeiro tampão 20 tem uma porção substancialmente troncocônica 22 e uma porção substancialmente cilíndrica 24. Neste exemplo, a porção substancialmente troncocônica 22 coincide com a forma da extremidade alargada 14 do furo 12. A porção substancialmente cilíndrica 24 estende-se a partir da extremidade pequena da porção substancialmente troncocônica 22.

[0022] Na presente invenção, os tampões 20 e 21 são feitos de um material com características mecânicas que são da mesma ordem de grandeza que as características do material que forma o corpo principal 10. Por exemplo, para um corpo principal feito de material compósito, constituído por uma pré-forma, por exemplo uma pré-forma tecida, encaixada em uma matriz, os tampões 20 e 21 podem ser feitos do material de matriz ou de um material compósito possuindo uma matriz reforçada. Por exemplo, o pré-forma pode ser feito de fibras de carbono. Por exemplo, a matriz pode ser feita de resina, tal como resina epóxi.

[0023] Os dois tampões estão separados por um espaço (S). Deste modo, as respectivas porções substancialmente cilíndricas 24 e 25 do primeiro e segundo tampões 20 e 21 ficam voltadas uma para a outra no furo 12. No

entanto, o primeiro e o segundo tampões não estão em contato um com o outro. A dimensão do espaço S pode ser determinada em particular como uma função das características termomecânicas dos tampões 20, 21 e do corpo principal 10. Por exemplo, a dimensão do espaço S pode ser determinada de modo que, em caso de diferencial, a expansão entre o corpo principal 10 e as tampões 20, 21, os tampões nunca entram em contato um com o outro. Isto pode conduzir a um espaço que aparece entre um dos tampões e a extremidade 14 na qual está inserido, iniciando desse modo o não tamponamento do furo antigo 12.

[0024] Na presente implementação, os tampões 20, 21 são simplesmente inseridos no furo 12, onde são mantidos por fricção. Em uma variante, os tampões poderiam ser ligados de forma adesiva no furo 12, ou podiam ser fixados de qualquer outra forma.

[0025] Conforme ilustrado na Figura 3B, cada tampão 20, 21 é nivelado de modo que a sua superfície exterior 20a, 21a fique nivelada com a superfície 10a do corpo principal no qual se encontra. Contudo, é claro para o especialista na técnica que a situação ilustrada na Figura 3B pode ser obtida por outros meios, e. Cortando os tampões 20, 21 até ao comprimento desejado antes de os inserir no furo 12 no corpo principal, ou mesmo fabricando tampões tendo exatamente a forma correta (por exemplo por moldagem ou por sobremoldagem diretamente no furo inicial 12).

[0026] Conforme ilustrado na Figura 3C, o primeiro e o segundo novos reforços 30 e 31 são fixados no corpo principal 10. Em certas modalidades, o primeiro e o segundo novos reforços 30 e 31 compreendem efetivamente uma única peça, tal como o reforço antigo 130; em tais circunstâncias, a peça única formada pelo primeiro e segundos novos reforços 30 e 31 pode circundar uma porção do corpo principal 10 de modo que o primeiro e o segundo novos reforços 30 e 31 se encontram em ambos os lados do corpo principal 10.

[0027] Na presente invenção, o primeiro e o segundo novos reforços 30 e 31 são fixados por meio de uma camada de adesivo 16 disposta entre os referidos novos reforços e o corpo principal 10. Além disso, o primeiro novo reforço 30 cobre pelo menos o primeiro tampão 20. Em outras palavras, a superfície exterior 20a do primeiro tampão 20 é coberta pelo primeiro novo reforço 30. Do mesmo modo, o segundo reforço novo 31 cobre pelo menos o segundo tampão 21. A superfície externa 21a do segundo tampão 21 é coberta pelo segundo reforço novo 31.

[0028] As etapas anteriores são descritas em uma certa ordem que é particularmente vantajosa quando os dois novos reforços 30 e 31 são duas porções de uma única peça que é para circundar o corpo principal 10, pelo menos em parte. No entanto, é possível executar as etapas acima descritas em outras ordens. Por exemplo, é possível posicionar (e nivelar, quando necessário) o primeiro tampão 20 e depois fixar o primeiro novo reforço 30, e apenas subsequentemente posicionar o segundo tampão 21 (e nivelá-lo quando necessário) e fixar o segundo reforço 31. O especialista na técnica pode facilmente determinar todas as variações de ordem realistas na execução destas etapas.

[0029] O processo da presente invenção compreende ainda a disposição de um novo furo transpassante que transpassa o novo reforço e pelo menos uma porção do corpo principal. Conforme ilustrado na figura 3D, neste exemplo, um novo furo comum 112 é formado que transpassa a primeira nova reforço 30 e da segunda novo reforço 31 e também do corpo principal 10. Devido à dificuldade de localizar o furo inicial 12 e na formação de um novo furo 112 exatamente no mesmo local, um novo furo pode estar descentrado em relação ao furo inicial 12. Isto faz com que os tampões 20 e 21 sejam muitas vezes perfurados pelo furo 112 de uma maneira que não seja axialmente simétrica, tal como mostrado na Figura 3D.

[0030] Em uma etapa subsequente opcional (não ilustrada), as

extremidades do novo furo 112 podem ser alargadas, em particular por escareamento. A título de exemplo, tal queima pode ser proporcionada com o objetivo de receber um rebite, como mostrado na Figura 3E. Nesta figura, um rebite 150 enche o furo 112 e contribui para manter os novos reforços 30 e 31 no corpo principal 10.

[0031] Conforme ilustrado na Figura 3E, as porções restantes dos tampões 20 e 21 devem ser encontradas na periferia do rebite 150, entre o rebite 150 e o corpo principal 10. Em relação a isso, as tampões 20 e 21 formam uma espécie de Bucha para o rebite 150, independentemente de qualquer bucha (não mostrada) que o rebite 150 também possa conter. Para além do espaço S, os tampões 20 e 21 preenchem qualquer espaço que possa existir entre o rebite 150 e o corpo principal 10, permitindo assim que o rebite 150 fique suficientemente encravado e desempenhe adequadamente a sua função de retenção.

[0032] Além disso, as porções remanescentes dos tampões 20 e 21 estão bloqueadas de um lado e do outro pelos novos reforços 30 e 31. O espaço S permite que os tampões 20, 21 se expandam em relação ao corpo principal 10 sem que os faça exercer uma grande quantidade de força sobre a nova peça de reforço 30 e 31.

[0033] Embora a primeira implementação acima descrita faça uso de dois tampões, a invenção aplica-se de modo análogo a uma situação envolvendo apenas um tampão e apenas um reforço, ou a uma situação que envolva dois tampões e apenas um novo reforço.

[0034] Embora a presente invenção seja descrita com referência às implementações específicas, podem ser aplicadas modificações às mesmas sem ultrapassar o âmbito geral da invenção tal como definido pelas reivindicações. Em particular, as características individuais das várias implementações ilustradas e/ou mencionadas podem ser combinadas em implementações adicionais. Consequentemente, a descrição e os desenhos

devem ser considerados em um sentido que seja ilustrativo e não restritivo.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de reparo de um elemento de perfil aerodinâmico de um motor de turbina que compreende um corpo principal (10) e um reforço antigo (130), o elemento de perfil aerodinâmico compreendendo um furo inicial (12) que passa pelo antigo reforço e pelo menos uma porção do corpo principal, o processo caracterizado pelo fato de que compreende

- remover o reforço antigo (130);
- posicionar um primeiro tampão (20) na primeira extremidade do furo inicial (12) no corpo principal (10);
- posicionar um segundo tampão (21) em uma segunda extremidade do furo (12) inicial no corpo principal (10), o primeiro tampão (20) e o segundo tampão (21) sendo afastados um do outro;
- nivelar o primeiro tampão (20) de modo que uma superfície (20a) do primeiro tampão fique nivelada com a superfície (10a) do corpo principal no qual se encontra o primeiro tampão;
- nivelar o segundo tampão (21) de modo que uma superfície (21a) do segundo tampão fique nivelada com a superfície (10a) do corpo principal no qual se encontra o segundo tampão;
- depois de nivelar o primeiro tampão e o segundo tampão (20, 21), fixar um novo reforço (30, 31) no corpo principal (10), o novo reforço cobrindo o primeiro tampão (20); e
- formar um novo furo (112) que transpassa do novo reforço (30, 31), o primeiro tampão e pelo menos uma porção do corpo principal (10).

2. Processo de reparo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, antes da fixação do novo reforço (30, 31), o primeiro tampão ou segundo tampão (20, 21) é fixado ao corpo principal (10).

3. Processo de reparo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que compreendendo adicionalmente a rebitagem do elemento de perfil aerodinâmico após a

formação do novo furo (112) no elemento de perfil aerodinâmico.

4. Processo de reparo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o furo inicial (12) no corpo principal (10) apresenta uma forma alargada para o reforço, e o primeiro tampão ou segundo tampão (20, 21) compreende uma porção troncocônica (22, 23).

5. Processo de reparo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o primeiro tampão ou segundo tampão (20, 21) tem propriedades mecânicas da mesma ordem de grandeza que as propriedades mecânicas do corpo principal (10).

6. Processo de reparo de um elemento de perfil aerodinâmico de um motor de turbina que compreende um corpo principal (10), um primeiro reforço antigo e um segundo reforço antigo, estando os dois reforços antigos dispostos de cada lado do corpo principal, o elemento de perfil aerodinâmico compreendendo um furo inicial (12) através do corpo principal e dos dois reforços antigos, o processo caracterizado pelo fato de que compreendendo a substituição do primeiro reforço antigo por meio do processo de reparo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, substituindo o segundo reforço antigo por meio do processo de reparo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, e em que os furos são formados nos dois novos reforços de tal maneira que o furo no primeiro novo reforço e o furo no segundo novo reforço estejam em comunicação.

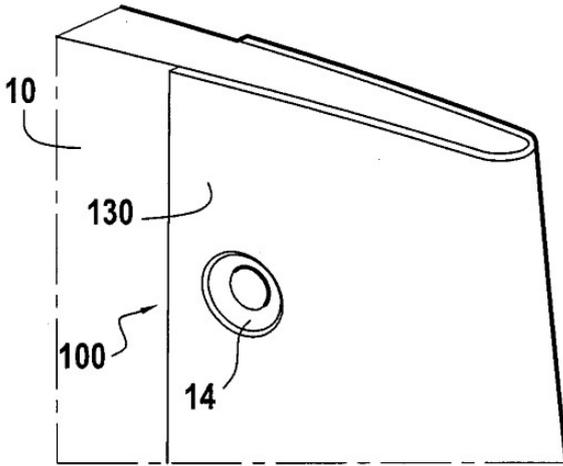


FIG. 1

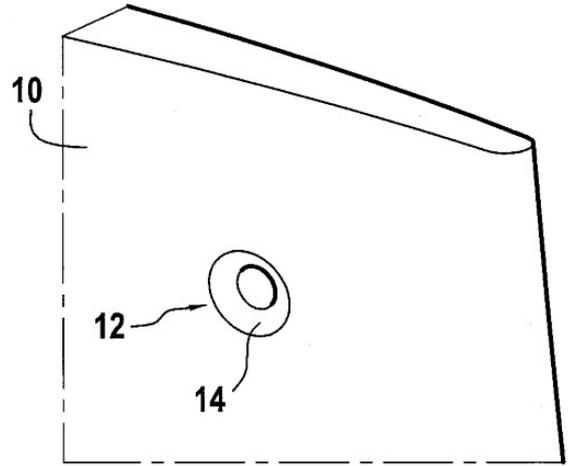


FIG. 2

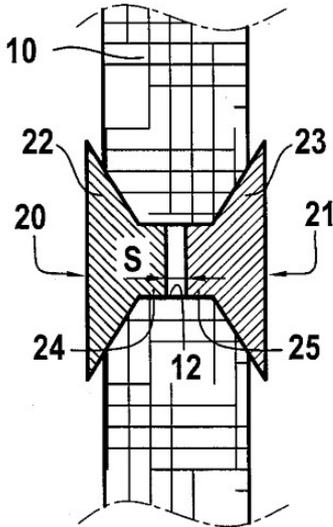


FIG. 3A

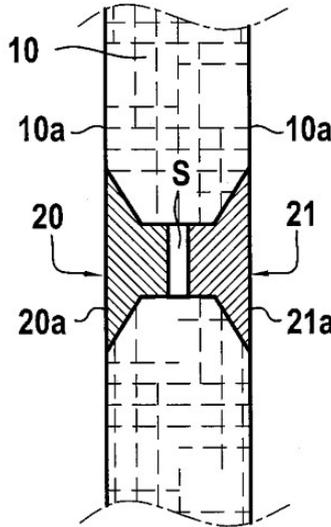


FIG. 3B

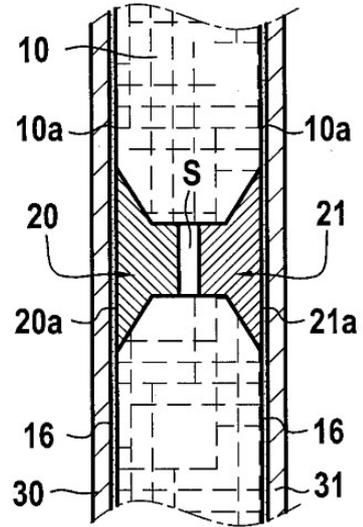


FIG. 3C

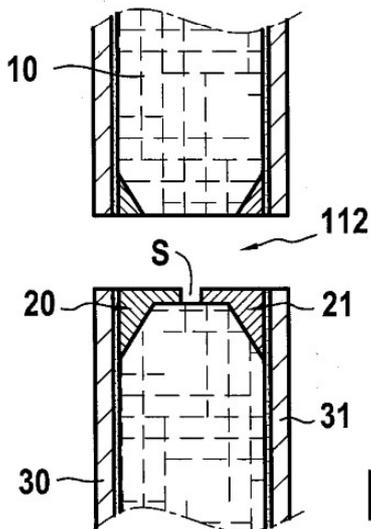


FIG. 3D

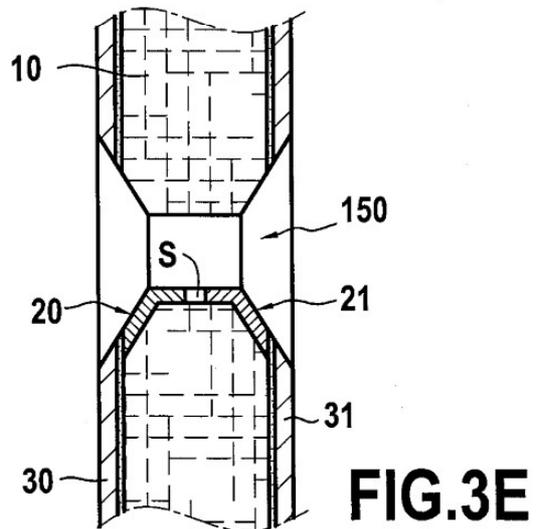


FIG. 3E