



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

(11) PI 0912968-5 B1



(22) Data do Depósito: 19/05/2009

(45) Data de Concessão: 03/12/2019

(54) Título: TURBOMÁQUINA, TAL COMO UM TURBORREATOR DE FLUXO DUPLO.

(51) Int.Cl.: F04D 27/02; F02C 9/18; F02K 3/04.

(30) Prioridade Unionista: 29/05/2008 FR 08/02923.

(73) Titular(es): SNECMA.

(72) Inventor(es): ERIC STEPHAN BIL; MICHEL GILBERT ROLAND BRAULT.

(86) Pedido PCT: PCT FR2009000582 de 19/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/144415 de 03/12/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/11/2010

(57) Resumo: TURBOMÁQUINA, TAL COMO UM TURBORREATOR DE FLUXO DUPLO Turbomáquina, que compreende um cárter intermediário (12) na ponta do qual é fixado um cárter externo (44) de um compressor de alta pressão (10), e meios de retirada de ar (54, 68) a jusante na corrente do compressor ligados na saída a meios de reinjeção de ar (70, 72, 74) a montante do compressor (10) por intermédio de um coletor anular (56) que circunda a parede interna (14) do cárter intermediário e situado radialmente entre essa parede interna (14) e uma parede externa (16) que delimita a corrente do fluxo secundário da turbomáquina.

“TURBOMÁQUINA, TAL COMO UM TURBORREATOR DE FLUXO DUPLO”

[0001] A invenção se refere a uma turbomáquina equipada com um sistema de injeção de ar em um compressor de alta pressão.

[0002] Uma turbomáquina de fluxo duplo compreende uma entrada de ar a montante que alimenta um fluxo de ar primário que passa em estágios de compressão de baixa e de alta pressão e depois em uma câmara de combustão, e um fluxo de ar secundário que contorna os estágios de compressão e a câmara de combustão e que se junta na saída com o fluxo de ar primário para aumentar o impulso.

[0003] O compressor de alta pressão compreende retificadores e rodas móveis dispostos em alternância e circundados por um cárter externo.

[0004] Por ocasião do funcionamento da turbomáquina, um fenômeno de bombeamento que consiste em uma inversão repentina do sentido do escoamento no compressor de alta pressão pode aparecer. Esse fenômeno se aparenta a um choque e pode ter conseqüências mecânicas desastrosas tais como rupturas de pás ou então danificação dos dispositivos de estanqueidade na corrente do compressor de alta pressão.

[0005] O descolamento da camada limite de ar na superfície externa do compressor de alta pressão pode levar a perturbações no escoamento do ar do fluxo primário que favorecem o bombeamento do compressor de alta pressão.

[0006] Para evitar um descolamento da camada limite, e assim aumentar a margem para o bombeamento, é conhecido retirar ar em uma parte a jusante do compressor de alta pressão entre um estágio retificador e uma roda móvel e injetá-lo de novo a montante da primeira roda móvel na entrada do compressor de alta pressão.

[0007] Essa técnica implica a utilização de um coletor de ar anular montado radialmente em torno do cárter externo do compressor de alta pressão. No entanto, o espaço disponível em torno do cárter externo já é muito ocupado por acessórios e equipamentos da turbomáquina tais como condutos de carburante, de óleo, circuitos elétricos, macacos... Em geral, os primeiros estágios de retificadores são de

bloqueio variável, e suas pás compreendem pivôs que atravessam o cárter externo e que são ligados por pequenas bielas a um anel de comando montado em torno do cárter externo e acionado por um macaco ou um motor alojado no espaço precitado. É, portanto, difícil, e mesmo impossível colocar um coletor em torno do cárter externo a fim de reinjetar ar a montante da primeira roda móvel.

[0008] Não pode ser considerado alongar o compressor de alta pressão e dispor o coletor entre o estágio retificador de entrada e a primeira roda móvel, pois essa solução levaria a um inaceitável aumento de comprimento e de massa da turbomáquina.

[0009] A invenção tem notadamente como objetivo resolver esse problema de modo simples, eficaz e econômico.

[0010] Ela propõe para isso, uma turbomáquina, tal como um turborreator de fluxo duplo, que compreende um cárter intermediário que compreende uma parede interna de revolução que delimita exteriormente uma corrente de escoamento de um fluxo de ar primário e na extremidade a jusante da qual é fixado um cárter externo de um compressor de alta pressão, e meios de retirada de ar a jusante na corrente do compressor de alta pressão ligados na saída a meios de reinjeção de ar em uma parte a montante do compressor de alta pressão, caracterizada pelo fato de que os meios de retirada de ar são ligados aos meios de reinjeção de ar por um coletor anular que circunda a parede interna de revolução do cárter intermediário a montante do compressor de alta pressão e que é situado radialmente entre essa parede interna de revolução e uma parede externa de revolução do cárter intermediário que delimita interiormente a corrente do fluxo secundário da turbomáquina.

[0011] De acordo com a invenção, o coletor anular é disposto no interior do cárter intermediário, o que evita um alongamento do compressor e um aumento de peso da turbomáquina, e pode, no entanto, ser alimentado de modo simples com ar retirado a jusante no compressor de alta pressão. A ligação dos meios de reinjeção ao coletor é simples de realizar, o que permite minimizar os custos de fabricação.

[0012] De acordo com uma outra característica da invenção, o coletor se

estende entre um flange anular a jusante do cárter intermediário e paredes encurvadas de desvio de fluxo, formadas no cárter intermediário na saída de válvulas de descarga.

[0013] São utilizadas assim paredes pré-existentes para delimitar pelo menos em parte o coletor.

[0014] O coletor é ainda delimitado por uma parede radialmente externa que liga as paredes de desvio de fluxo ao flange anular a jusante do cárter intermediário.

[0015] Essa parede radialmente externa pode vantajosamente ser realizada de fundição com as paredes de desvio de fluxo e o flange anular a jusante.

[0016] Em variante, ela pode ser adaptada entre as paredes de desvio de fluxo e o flange anular a jusante.

[0017] O coletor se estende através de pelo menos alguns dos braços radiais do cárter intermediário, e em uma extensão angular tal como aquela representada na figura 2, essa extensão podendo ser de 360°.

[0018] Vantajosamente, o coletor tem uma seção cuja área varia circunferencialmente para fornecer uma pressão de ar substancialmente uniforme a todos os meios de reinjeção.

[0019] O coletor pode compreender um ou vários orifícios de alimentação realizado no flange anular a jusante do cárter intermediário e ligado aos meios de retirada de ar.

[0020] De acordo com uma outra característica da invenção, os meios de reinjeção de ar compreendem uma pluralidade de perfurações realizadas no flange anular a jusante do cárter intermediário e repartidas na periferia do coletor.

[0021] Cada perfuração pode desembocar a jusante em uma outra perfuração formada na espessura do cárter externo do compressor, essa outra perfuração desembocando na corrente do compressor a montante da primeira roda móvel. Essa outra perfuração pode compreender uma primeira parte que desemboca em uma segunda parte oblíqua orientada na direção das bordas de ataque das pás da primeira roda móvel do compressor.

[0022] A invenção será melhor compreendida e outros detalhes, vantagens e

características da invenção aparecerão com a leitura da descrição seguinte feita a título de exemplo não limitativo, em referência aos desenhos anexos nos quais:

- a figura 1 é uma meia vista esquemática parcial em corte axial de uma turbomáquina que compreende um compressor de alta pressão disposta a jusante de um cárter intermediário e meios de reinjeção de ar no compressor de alta pressão de acordo com a invenção;

- a figura 2 é uma vista esquemática a partir de a jusante do cárter intermediário que compreende um coletor anular de acordo com a invenção;

- a figura 3 é uma vista esquemática parcial em corte axial dos meios de reinjeção de ar no compressor de alta pressão de acordo com a invenção;

- a figura 4 é uma vista esquemática parcial em perspectiva do estágio retificador de entrada montado no cárter externo de um compressor de alta pressão e dos meios de reinjeção de ar nesse compressor.

[0023] Faz-se primeiramente referência à figura 1 que representa um compressor de alta pressão 10 de eixo 11 disposto a jusante de um cárter intermediário 12 que compreende duas paredes de revolução coaxiais interna 14 e externa 16 ligadas em suas extremidades a jusante por um flange anular 18. A parede interna de revolução 14 delimita exteriormente uma corrente de escoamento de um fluxo de ar primário (flecha A) e a parede externa de revolução 16 delimita interiormente uma corrente de escoamento de um fluxo de ar secundário (flecha B).

[0024] O compressor de alta pressão 10 compreende uma alternância de rodas móveis 20, 22, 24, 26, 28, 30 e retificadores 32, 34, 36, 38, 40, 42 circundados por um cárter externo 44 fixado por cavilhas 46 em sua extremidade a montante no flange a jusante 18 do cárter intermediário 12. A entrada do compressor de alta pressão 10 compreende um retificador 32 que permite canalizar na direção da primeira roda móvel 20 o fluxo de ar que sai da corrente do cárter intermediário 12. Os três primeiros estágios retificadores 32, 34, 36 do compressor de alta pressão 10 são de bloqueio variável, quer dizer que a orientação dos retificadores em relação ao fluxo de ar primário A é variável em função do regime do motor, o que permite otimizar o funcionamento da turbomáquina. Para isso, cada retificador 32, 34, 36

compreende em sua extremidade radialmente externa um pivô 48 montado em um orifício do cárter externo 44. Cada pivô de pá 48 é ligado em sua extremidade radialmente externa por uma pequena biela 50 a um anel de comando 52 que se estende em torno do cárter externo 44 do compressor 10 e que é deslocável em rotação por um macaco ou um motor em torno do eixo 11 do compressor 10 para transmitir às pás um movimento de rotação em torno dos eixos de seus pivôs 48.

[0025] Uma retirada de ar é prevista, por exemplo com finalidade de degelo, entre o quarto estágio retificador 38 e a quarta roda móvel 26 do compressor de alta pressão 10. Para isso, um espaço axial anular 53 é formado entre a extremidade radialmente externa a jusante do estágio retificador 38 e a extremidade radialmente externa a montante da roda móvel 26. Os meios de retirada de ar no compressor de alta pressão 10 compreendem um conduto 54 do qual a extremidade de aspiração é montada em um orifício do cárter externo 44. Esse orifício é posicionado axialmente no cárter externo 44 de tal maneira que ele se comunica com o espaço axial 53 entre o estágio retificador 38 e a roda móvel 26.

[0026] Em funcionamento, uma parte do ar do fluxo primário A que circula dentro do compressor de alta pressão 10 escapa através do espaço axial 53 e é aspirado no conduto 54 que permite levar esse ar sob pressão a equipamentos a degelar. Uma parte do ar retirado é de acordo com a invenção reinjetado a montante da primeira roda móvel 20 a fim de limitar os descolamentos de camada limite de ar nas paredes que delimitam exteriormente a corrente de ar que passa dentro do compressor de alta pressão 10, o que teria como consequência diminuir a margem para o bombeamento desse compressor 10.

[0027] Esse tipo de reinjeção de ar necessita a instalação de um coletor em torno do cárter externo 44 do compressor de alta pressão 10, o que se revela muito difícil de realizar devido à presença dos sistemas de bloqueio variável 48, 50, 52 e de outros equipamentos tais como circuitos elétrico, de lubrificação ou de carburante.

[0028] De acordo com a invenção, um coletor anular 56 é montado entre as paredes de revolução interna 14 e externa 16 do cárter intermediário 12 e alimenta

meios de injeção de ar formados no flange anular 18 e no cárter externo 44 do compressor 10.

[0029] O coletor anular 56 se estende a través de pelo menos alguns dos braços radiais 58 do cárter intermediário 12 (figura 2). Esses braços 58 atravessam as correntes de escoamento dos fluxos de ar primário A e secundário B e têm como função assegurar a transmissão dos esforços em vôo e permitir a passagem de logísticas ou de equipamentos tais como cabos, condutos hidráulicos, etc. Cada espaço circunferencial entre dois braços consecutivos 58 do cárter intermediário 12 compreende uma parede encurvada 60 que se estende circunferencialmente de um braço ao outro e que é destinada a desviar um fluxo de ar que sai de uma válvula de descarga 62 montada a montante de cada parede encurvada 60 e representada na posição aberta na figura 1.

[0030] Na decolagem e na aterrissagem e quando o avião atravessa nuvens, é possível que granizos entrem no fluxo de ar primário e atinjam a câmara de combustão (não representada) na qual desemboca o compressor de alta pressão 10, com como conseqüência um risco de extinção da câmara de combustão. A abertura das válvulas de descarga 62 permite que uma parte do fluxo de ar que contém os granizos seja desviada pelas paredes encurvadas 60 através das grades 64 da parede anular externa 16 do cárter intermediário 12 para se evacuar no fluxo de ar secundário B. A abertura das válvulas de descarga 62 permite assim em certas configurações evitar um bombeamento do compressor de alta pressão 10.

[0031] A seção do coletor anular 56 é delimitada interiormente pela parede de revolução interna 14 do cárter intermediário 12, a jusante pelo flange anular 18, e a montante pelas paredes de desvio 60 cuja concavidade é voltada para o interior do coletor 56. Uma parede radialmente externa 65 liga as paredes encurvadas 60 ao flange anular a jusante 18 do cárter intermediário 12 para fechar o coletor 56.

[0032] O coletor 56 compreende pelo menos um orifício de alimentação 66 realizado no flange anular a jusante 18 do cárter intermediário 12 e conectado por um tubo 68 ao conduto de retirada de ar 54.

[0033] Meios de reinjeção de ar são alimentados pelo coletor 56 a fim de

reinjetar a montante da primeira roda móvel 20 o ar retirado a jusante do compressor de alta pressão 10. Esses meios de reinjeção compreendem uma pluralidade de perfurações 70 realizadas no flange anular a jusante 18 e regularmente repartidas em sua periferia. Essas perfurações 70 são posicionadas radialmente entre o orifício de alimentação 66 e a parede interna 14 do cárter intermediário 12 e são repartidas circunferencialmente entre as cavilhas 46 de fixação do cárter externo 44 no flange a jusante 18. Cada perfuração 70 desemboca a jusante em uma perfuração formada na espessura do cárter 44 do compressor de alta pressão 10 para desembocar ela própria na corrente do compressor a montante da primeira roda móvel 20. A perfuração do cárter externo 44 compreende uma primeira parte a montante 72 e uma segunda parte a jusante 74. A primeira parte 72 da perfuração do cárter externo 44 é formada no flange anular a montante do cárter externo 44 do compressor 10 e é orientada de tal maneira que sua extremidade a montante desemboca na perfuração 70 do flange a jusante 18 situado entre as cavilhas 46 e que sua extremidade a jusante desemboca na extremidade a montante da segunda parte 74 da perfuração e entre duas pás do retificador de entrada 32 do compressor de alta pressão 10 (figura 4). A segunda parte 74 da perfuração é oblíqua e desemboca em sua extremidade a jusante na corrente do compressor de alta pressão 10. Essa segunda parte 74 é orientada substancialmente tangencialmente à superfície interna do cárter externo 44 e na direção das bordas de ataque das pás da primeira roda móvel 20 do compressor 10.

[0034] O diâmetro da perfuração 70 do flange a jusante 18 é superior ao diâmetro da primeira parte 72 da perfuração do cárter externo 44, que é ele próprio superior àquela da segunda parte 74 da perfuração do cárter externo 44.

[0035] O funcionamento do circuito de injeção de ar no compressor de alta pressão funciona da maneira seguinte. Uma parte do ar que circula na corrente do compressor de alta pressão 10 é retirada pelo conduto 54 e pelo tubo de alimentação 68 do coletor de ar 56. O ar que circula de modo anular no coletor 56 é reinjetado nas perfurações 70, 72, 74 do flange a jusante 18 e do cárter externo 44.

[0036] Os diâmetros das primeira e segunda partes 72, 74 da perfuração do

cárter externo 44 podem ser da ordem de 5 mm e 3 mm, respectivamente.

[0037] Em variante, o coletor 56 pode compreender vários orifícios de alimentação 66 repartidos na circunferência do flange a jusante 18, cada orifício de alimentação 66 sendo conectado por um tubo 68 a um conduto 54 de retirada de ar na corrente do compressor de alta pressão 10.

[0038] O coletor anular 56 pode ter uma seção da qual a área varia na direção circunferencial para fornecer uma pressão de ar substancialmente uniforme a todas as perfurações 70 do flange a jusante 18, e evitar heterogeneidades circunferenciais de pressão estática em torno do eixo 11 do compressor 10, que seriam danificáveis para seu funcionamento.

[0039] O coletor 56 pode se estender em 360° ou menos. No modo de realização representado nos desenhos, o coletor 56 se estende em cerca de 320° e atravessa oito dos dez braços 58 do cárter intermediário 12.

[0040] A parede radialmente externa 65 do coletor 56 pode ser realizada de fundição com as paredes de desvio de fluxo 60 e o flange anular a jusante 18 ou então ser adaptada entre as paredes de desvio 60 e o flange anular 18.

REIVINDICAÇÕES

1. Turbomáquina, tal como um turborreator de fluxo duplo, que compreende um cárter intermediário (12) que compreende uma parede interna de revolução (14) que delimita exteriormente uma corrente de escoamento de um fluxo de ar primário e na extremidade a jusante da qual é fixado um cárter externo (44) de um compressor de alta pressão (10), e meios de retirada de ar (54, 68) a jusante na corrente do compressor de alta pressão ligados na saída a meios de reinjeção de ar (70, 72, 74) em uma parte a montante do compressor de alta pressão (10), caracterizada pelo fato de que os meios de retirada de ar (54, 68) são ligados aos meios de reinjeção de ar (70, 72, 74) por um coletor anular (56) que circunda a parede interna de revolução (14) do cárter intermediário (12) a montante do compressor de alta pressão e que é situado radialmente entre essa parede interna de revolução (14) e uma parede externa de revolução (16) do cárter intermediário (12) que delimita interiormente a corrente do fluxo secundário da turbomáquina.

2. Turbomáquina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o coletor (56) se estende entre um flange anular a jusante (18) do cárter intermediário (12) e paredes encurvadas de desvio de fluxo (60), formadas no cárter intermediário (12) na saída de válvulas de descarga (62).

3. Turbomáquina de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o coletor (56) é delimitado pelo menos em parte pelas paredes encurvadas de desvio de fluxo (60), pelo flange anular a jusante (18) do cárter intermediário (12) e pela parede interna de revolução (14) desse cárter (44).

4. Turbomáquina de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizada pelo fato de que o coletor (56) compreende uma parede radialmente externa (65) que liga as paredes de desvio de fluxo (60) ao flange anular a jusante (18) do cárter intermediário (12).

5. Turbomáquina de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que a parede radialmente externa (65) do coletor (56) é realizada de fundição com as paredes de desvio de fluxo (60) e o flange anular a jusante (18).

6. Turbomáquina de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato

de que a parede radialmente externa (65) do coletor (56) é aplicada entre as paredes de desvio de fluxo (60) e o flange anular a jusante (18).

7. Turbomáquina de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de que o coletor (56) se estende através de pelo menos alguns dos braços radiais (58) do cárter intermediário (12).

8. Turbomáquina de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que o coletor (56) tem uma extensão angular inferior ou igual a 360°.

9. Turbomáquina de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizada pelo fato de que o coletor (56) tem uma seção cuja área varia circunferencialmente para fornecer uma pressão de ar substancialmente uniforme a todos os meios de reinjeção (70, 72, 74).

10. Turbomáquina de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada pelo fato de que o coletor (56) compreende pelo menos um orifício de alimentação (66) realizado no flange anular a jusante (18) do cárter intermediário (12) e ligado aos meios de retirada de ar (54, 68).

11. Turbomáquina de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizada pelo fato de que os meios de reinjeção de ar compreendem uma pluralidade de perfurações (70) realizadas no flange anular a jusante (18) do cárter intermediário (12) e repartidas na periferia do coletor (56).

12. Turbomáquina de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de que cada perfuração (70) desemboca a jusante em uma outra perfuração formada na espessura do cárter externo (44) do compressor (10), essa outra perfuração desembocando na corrente do compressor a montante da primeira roda móvel (20).

13. Turbomáquina de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que a outra perfuração compreende uma primeira parte (72) que desemboca em uma segunda parte oblíqua (74) orientada na direção das bordas de ataque das pás da primeira roda móvel (20) do compressor (10).

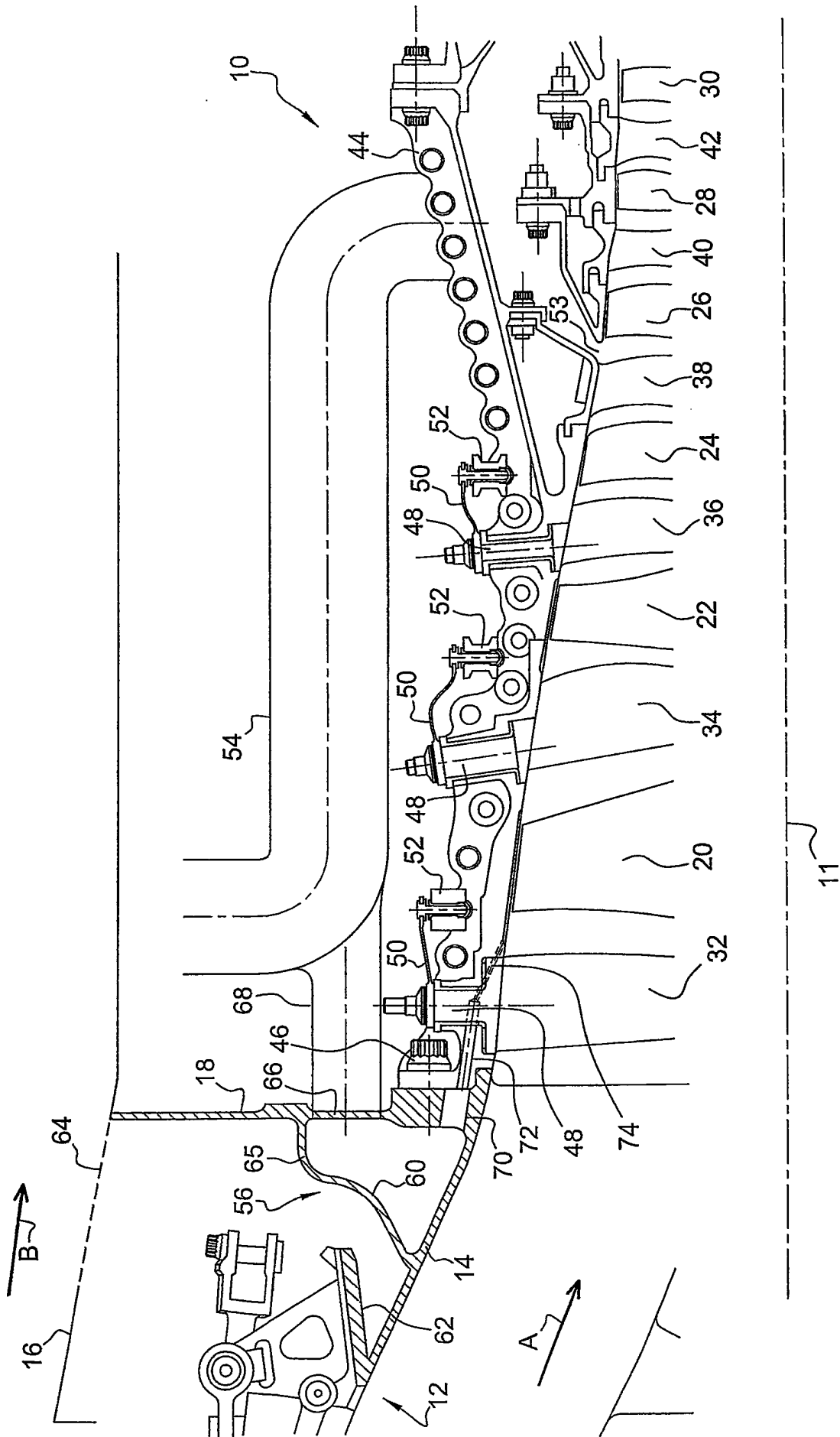


Fig. 1

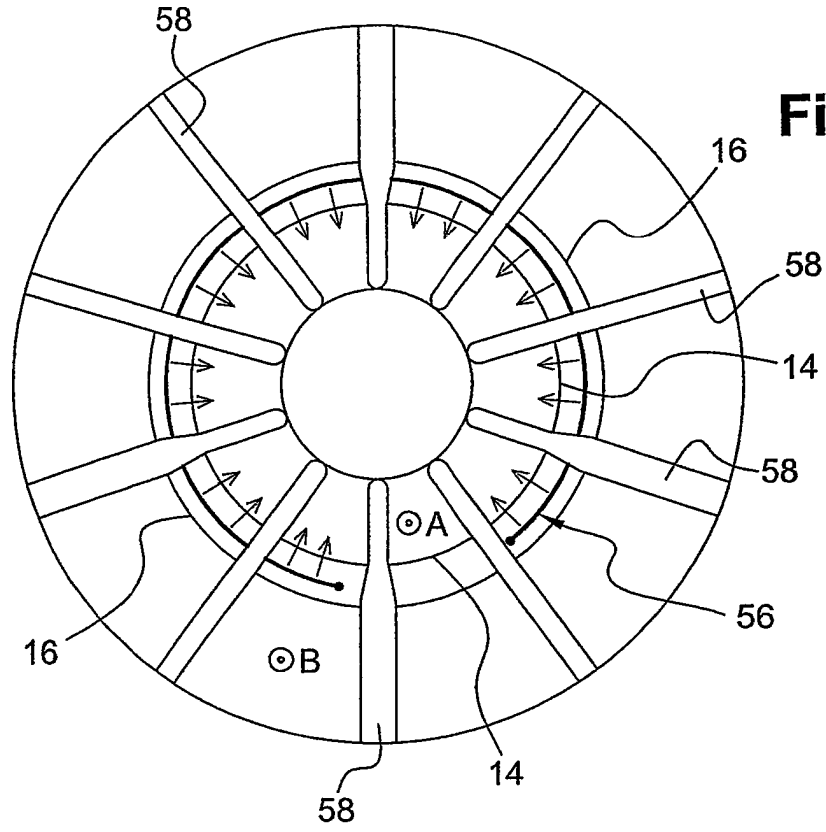


Fig. 2

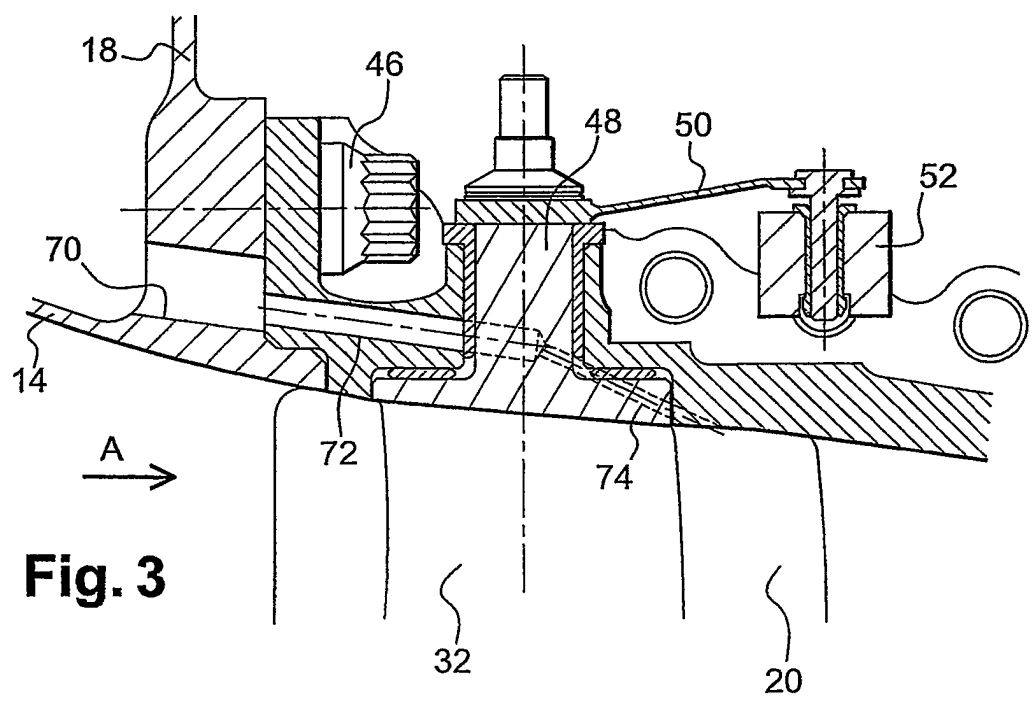


Fig. 3

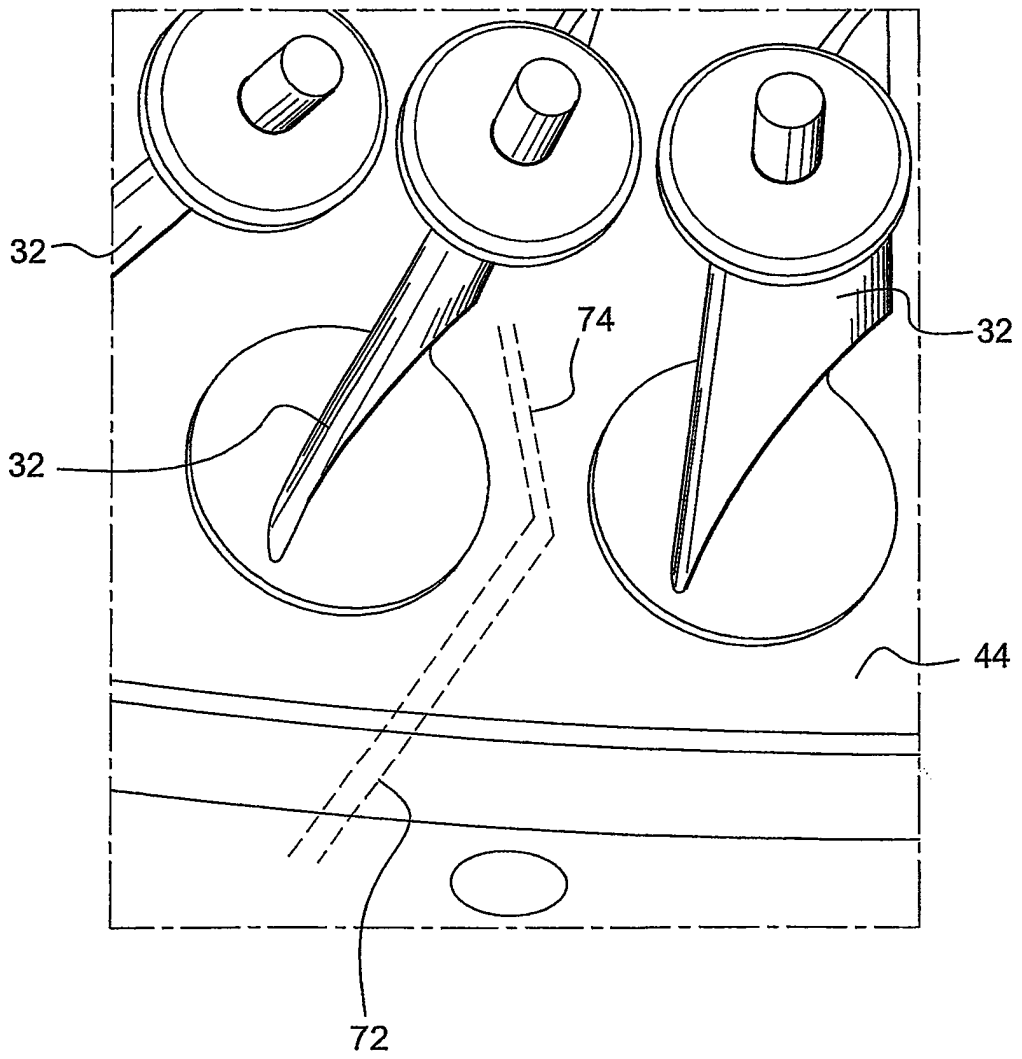


Fig. 4