



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

(11) PI 1011134-4 B1



(22) Data do Depósito: 08/06/2010

(45) Data de Concessão: 15/09/2020

(54) Título: TURBOMÁQUINA COM DUPLO CORPO

(51) Int.Cl.: F01D 5/08; F01D 25/12.

(30) Prioridade Unionista: 10/06/2009 FR 09 53829.

(73) Titular(es): SNECMA.

(72) Inventor(es): FABRICE MARCEL NOËL GARIN; MAURICE GUY JUDET; PATRICK CLAUDE PASQUIS; WILFRIED LIONEL SCHWEBLEN.

(86) Pedido PCT: PCT EP2010058014 de 08/06/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/142682 de 16/12/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 02/12/2011

(57) Resumo: TURBOMÁQUINA Turbomáquina (10) compreendendo um canal (64) de injeção de um fluxo de ar (59) de resfriamento de um disco (24) de turbina de alta pressão, desembocando em uma cavidade (76) que é isolada sensivelmente, a montante, de uma cavidade (44) na qual circula um fluxo de ar (48) retirado na saída de um compressor de alta pressão, por uma primeira junta com labirinto (78), e a jusante, de uma cavidade (118) que comunica com a veia primária (27) da turbomáquina, uma por segunda junta com labirinto (80). A turbomáquina compreende canais (128) que se comunicam com o canal de injeção (64) e que desembocam através da parte estática (100, 101) da primeira junta com labirinto (78) entre duas bordas (88a, 88b) desta junta, de maneira a permitir a injeção entre estas bordas de um fluxo de ar (134) que provém do canal de injeção (64).

“TURBOMÁQUINA COM DUPLO CORPO”

DESCRIÇÃO

DOMÍNIO TÉCNICO

[0001] A presente invenção se refere ao domínio de turbomáquinas com duplo corpo, e se refere em particular a ventilação e o resfriamento de componentes do compressor de alta pressão e a turbina de alta pressão destas turbomáquinas.

[0002] A invenção se refere mais especificamente à regulação da vazão de um fluxo de ar resfriamento retirado na saída de compressor de alta pressão em turbomáquinas.

ESTADO DA TÉCNICA ANTERIOR

[0003] As turbomáquinas com duplo corpo compreendem uma turbina de alta pressão arranjada na saída de uma câmara de combustão para extrair da energia de um fluxo primário de gases ejetados por esta câmara de combustão e acionar um compressor de alta pressão disposto a montante da câmara de combustão e que alimenta esta câmara em ar sob pressão. Estas turbomáquinas compreendem igualmente uma turbina de baixa pressão arranjada a jusante da turbina de alta pressão para extrair uma grande quantidade de energia do fluxo primário de gases e acionar em rotação um compressor de baixa pressão arranjado a montante do compressor de alta pressão.

[0004] O compressor de alta pressão destas turbomáquinas pode comportar uma seção a jusante centrífuga que compreende um impulsor.

[0005] Sua turbina de alta pressão compreende em geral um distribuidor formado de uma pluralidade de pás estáticas dispostas na saída da câmara de combustão, e um disco com pás montado a jusante do distribuidor e acionado em rotação pelo fluxo dos gases ejetados pela câmara de combustão.

[0006] O disco com pás da turbina de alta pressão e o impulsor do compressor de alta pressão são ligados entre si e fazem parte de um rotor de alta pressão da turbomáquina, de modo que o disco da turbina possa acionar em rotação o impulsor do compressor, de maneira bem conhecida.

[0007] A face a jusante do impulsor do compressor de alta pressão em geral é

resfriada por um fluxo de ar tomado na saída deste compressor, e cuja vazão é regulada pelo jogo entre a parte rotativa e a parte estática de uma junta com labirinto, que separa uma primeira cavidade anular delimitada notadamente pela face a jusante do impulsor, de uma segunda cavidade anular na qual circula um fluxo de ar de resfriamento das pás do disco da turbina de alta pressão bem como um fluxo de ar destinado a alimentar uma cavidade de expurgo para limitar os riscos de fuga no nível do fluxo primário entre o distribuidor e o disco com pás da turbina de alta pressão.

[0008] No entanto, em algumas destas turbomáquinas, a vazão do fluxo de ar resfriamento do impulsor pode ser mais elevada do que é necessário para assegurar este resfriamento.

[0009] Isso pode notadamente resultar de um jogo muito grande entre a parte rotativa e a parte estática da junta com labirinto precitada, o que pode notadamente se produzir durante uma mudança do regime de funcionamento da turbomáquina.

[0010] Uma parte do fluxo emitido pelo compressor de alta pressão então é retirada inutilmente do fluxo primário, o que reduz consideravelmente os desempenhos destas turbomáquinas.

[0011] Além disso, o fluxo de ar resfriamento do impulsor é mais quente, quando chega na segunda cavidade anular, que o fluxo de ar resfriamento das pás do disco da turbina de alta pressão. A mistura dos dois fluxos precitados induz conseqüentemente uma elevação nefasta da temperatura do fluxo de ar resfriamento das pás, e isso tanto mais quanto a vazão do fluxo de ar resfriamento do impulsor for elevada.

EXPOSIÇÃO DA INVENÇÃO

[0012] A invenção tem notadamente por objetivo trazer uma solução simples, econômica e eficaz a estes problemas.

[0013] Ela tem em particular por objetivo reduzir a um valor nominal a vazão do fluxo de ar de resfriamento do flanco a jusante do impulsor do compressor de alta pressão em uma turbomáquina.

[0014] A invenção propõe para isso turbomáquina com duplo corpo,

compreendendo:

- um rotor de alta pressão que compreende um impulsor de um compressor de alta pressão da turbomáquina e um disco com pás de uma turbina de alta pressão da turbomáquina,

- uma câmara de combustão montada axialmente entre o compressor de alta pressão e a turbina de alta pressão,

- duas paredes coaxiais que delimitam entre si um canal anular de injeção de ar, que é conectado a um espaço anular de contorno da câmara de combustão, e que é destinado a acelerar um fluxo de ar de resfriamento das pás do disco com pás da turbina de alta pressão que provém do referido espaço de contorno da câmara de combustão,

- uma primeira junta com labirinto que compreende uma parte estática ligada fixamente a uma primeira das referidas paredes que delimitam o canal de injeção, e uma parte rotativa portada por um disco do rotor de alta pressão e compreendendo pelo menos duas nervuras anulares em projeção para referida parte estática,

- uma segunda junta com labirinto que compreende uma parte estática ligada fixamente a uma segunda das referidas paredes que delimitam o canal de injeção, e uma parte rotativa ligada fixamente à parte rotativa da primeira junta com labirinto,

- um flange anular montado diante do flanco a montante do disco com pás da turbina de alta pressão e delimitando com este flanco a montante uma parte a montante de um circuito de resfriamento das pás deste disco com pás,

- uma primeira cavidade anular delimitada pelo flanco a jusante do impulsor, por um cárter interno da câmara de combustão, pela referida primeira parede que delimita o canal de injeção, pela primeira junta com labirinto, e por uma parede anular que se estende axialmente de maneira a ligar o impulsor ao referido disco que traz a parte rotativa da primeira junta com labirinto,

- uma segunda cavidade anular na qual desemboca o canal de injeção e que é delimitada pela primeira junta com labirinto, pela segunda junta com labirinto,

e por uma parede anular que liga as partes rotativas destas juntas com labirinto e na qual são portados orifícios de colocação em comunicação da referida segunda cavidade com o referido circuito de resfriamento das pás do disco com pás da turbina de alta pressão

- uma terceira cavidade anular que comunica com uma veia de escoamento de um fluxo primário da turbomáquina, e que é delimitado pelo menos pela segunda junta com labirinto e pelo flange anular,

a referida turbomáquina sendo caracterizada pelo fato de que ela compreende uma pluralidade de canais portados na referida parte estática da primeira junta com labirinto e que desemboca em uma cavidade anular delimitada pelas duas nervuras da parte rotativa da primeira junta com labirinto, de modo a injetar aí o ar proveniente do canal de injeção.

[0015] A injeção de ar entre a parte rotativa e a parte estática da primeira junta com labirinto, na cavidade anular delimitada pelas duas nervuras precitadas, permite reduzir, ou mesmo eventualmente anular, a vazão de ar que circula eventualmente entre as primeira e segunda cavidades anulares e passando entre a parte rotativa e a parte estática desta primeira junta.

[0016] No caso particular onde um fluxo de ar resfriamento do flanco a jusante do impulsor do compressor de alta pressão, que é por exemplo tomado na saída deste compressor, circula na primeira cavidade de acordo com um sentido globalmente orientado a montante para jusante, e sai desta cavidade pela primeira junta com labirinto, a invenção permite assim reduzir a vazão deste fluxo de ar resfriamento do impulsor, e conseqüentemente a quantidade de ar tomado na saída do compressor de alta pressão.

[0017] Isso permite notadamente melhorar os desempenhos da turbomáquina, e abaixar a temperatura do fluxo de ar que circula no circuito resfriamento das pás e que resulta da mistura, na segunda cavidade, do fluxo de ar resfriamento das pás que é relativamente frio e que provém do canal de injeção, e do fluxo de ar resfriamento do impulsor que é relativamente quente e que provém da primeira cavidade. De maneira conhecida em si, o canal anular de injeção compreende

preferivelmente abas inclinadas de maneira a permitir uma redução da velocidade tangencial relativa do fluxo de ar de resfriamento das pás em relação ao rotor de alta pressão.

[0018] Cada um dos canais precitados é conectado vantajosamente a uma parte interna do canal de injeção que é situada, em relação ao escoamento do fluxo de ar resfriamento das pás, a montante das extremidades a jusante das respectivas referidas abas.

[0019] Desta maneira, a pressão do ar admitido nos canais é mais elevada do que a pressão do ar na saída do canal de injeção.

[0020] A pressão do ar na saída dos canais pode assim ser sensivelmente igual, ou eventualmente superior, a do eventual fluxo de ar resfriamento do impulsor precitado próximo da extremidade a montante da primeira junta com labirinto. Em geral, esta pressão é com efeito superior à pressão do ar resfriamento das pás na saída do canal de injeção.

[0021] De um modo geral, a pressão do ar na saída dos canais depende essencialmente do posicionamento da conexão entre estes canais e o canal de injeção, mais ou menos a montante ou a jusante em relação ao escoamento do fluxo de ar de resfriamento das pás neste canal de injeção.

[0022] De maneira conhecida em si, cada uma das paredes de revolução coaxiais que delimitam o canal anular de injeção compreende, em relação ao escoamento do referido fluxo de ar resfriamento das pás, uma parte a montante sensivelmente troncônica e uma parte a jusante sensivelmente radial.

[0023] Isso permite notadamente reduzir a obstrução axial da turbomáquina.

[0024] Em um modo de realização da invenção, a turbomáquina compreende, além disso, meios de colocação em comunicação da primeira cavidade anular com uma quarta cavidade anular da turbomáquina nas quais se estende o cubo do disco com pás da turbina de alta pressão.

[0025] Isso permite estabelecer uma circulação de ar entre as primeira e quarta cavidades anulares, e assim reduzir ainda, ou mesmo anular totalmente, a circulação de ar entre as primeira e segunda cavidades através da primeira junta

com labirinto.

[0026] Na quarta cavidade anular, o ar que provém da primeira cavidade pode circular para jusante assegurando uma ventilação do cubo do disco da turbina de alta pressão que se estende nesta quarta cavidade.

[0027] Este ar se mistura então eventualmente a um fluxo de ar tomado em uma seção a montante do compressor de alta pressão e destinado à ventilação do cubo deste disco.

[0028] Se o fluxo de ar que circula da primeira para a quarta cavidade provém de um fluxo resfriamento do impulsor do compressor de alta pressão tal como descrito acima, este fluxo de ar apresenta a vantagem de que sua temperatura varia mais rapidamente durante variações do regime de funcionamento da turbomáquina que a do eventual fluxo de ar tomado a montante no compressor de alta pressão. Por esta razão notadamente, a ventilação do cubo do disco precitado pelo fluxo de ar que provém da segunda cavidade anular e que é misturado eventualmente com o fluxo de ar tomado a montante no compressor de alta pressão, permite reduzir o nível das dilatações diferenciais entre o rotor e o estator da turbina de alta pressão.

[0029] Os meios de colocação em comunicação precitados compreendem preferivelmente canais formados entre uma face a montante do disco do rotor de alta pressão que traz a parte rotativa da primeira junta com labirinto, e uma face a jusante de um aro anular arranjado na extremidade a jusante da referida parede que liga o impulsor do compressor de alta pressão ao disco precitado.

[0030] Estes canais podem, por exemplo, ser formados com ranhuras feitas na face a jusante do aro ou na face parte superior do disco precitado.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0031] A invenção será melhor compreendida, e outros detalhes, vantagens e características desta aparecerão à leitura da descrição seguinte feita a título de exemplo não limitativo e em referência aos desenhos anexados nos quais:

- a figura 1 é uma vista parcial em corte axial de uma turbomáquina de acordo com um primeiro modo de realização da invenção;
- a figura 2 é uma vista em maior escala de uma parte da turbomáquina

da figura 1;

- a figura 3 é uma vista parcial em perspectiva de uma parte da turbomáquina da figura 1, comportando um plano de corte axial;

- a figura 4 é uma vista semelhante à figura 2, da turbomáquina de acordo com um segundo modo de realização da invenção.

EXPOSIÇÃO DETALHADA DE MODOS DE REALIZAÇÃO PREFERIDOS

[0032] As figuras 1 a 3 representa uma parte de uma turbomáquina 10, notadamente tal como um turborreator ou um turbopropulsor de avião, de acordo com um primeiro modo de realização da invenção.

[0033] Como mostra a figura 1, a turbomáquina 10 compreende do montante para jusante, no sentido do escoamento dos gases no interior da turbomáquina, um compressor de alta pressão 12, uma câmara anular de combustão 14, e uma turbina de alta pressão 16, que são visíveis em parte na figura 1.

[0034] O compressor de alta pressão compreende em sua extremidade a jusante um impulsor centrífugo 18 destinado a alimentar em gases sob pressão a câmara de combustão 14. Este compressor pode, além disso, compreender outros órgãos rotativos tais como discos com pás (não visíveis na figura 1) arranjados a montante do impulsor 18.

[0035] A turbina de alta pressão compreende um ar de distribuidor 20 a montante e uma seção de rotor 22 a jusante. Este último compreende um disco 24 montado rotativo e trazendo pás 26 que se estendem na via 27 de escoamento dos gases de combustão ejetados pela câmara de combustão 14, que é chamada correntemente via primária. As pás 26 são destinadas a extrair a energia mecânica do fluxo de gases precitado para acionar em rotação o impulsor 18 e eventuais outros órgãos rotativos do compressor de alta pressão 12. Para isso, o impulsor 18 deste compressor e o disco com pás 24 da turbina são ligados um ao outro por virolas anulares 28 e 30 que se projetam axialmente respectivamente desde o impulsor 18 e desde o disco 24, de maneira a formar um conjunto solidário em rotação correntemente chamado rotor de alta pressão da turbomáquina 10.

[0036] A câmara de combustão 14 é delimitada por uma parede interna 32

sensivelmente anular, por uma parede externa sensivelmente anular (não visível na figura 1), e um fundo de câmara 34 (parcialmente representado nesta figura).

[0037] Um cárter interno da câmara de combustão 14 formado de uma virola anular arqueada 36, que por exemplo é conectada a um conjunto difusor-retificador anular (não visível na figura 1) montado na saída do compressor de alta pressão 12, se estende radialmente para o interior em relação à parede interna 32 da câmara de combustão 14 e delimita com este espaço anular 38 o contorno desta câmara. Este espaço anular 38 é destinado à circulação de um fluxo de ar 40 que provém da saída do compressor de alta pressão 12, e previsto por um lado para alimentar o interior da câmara de combustão passando por orifícios 42 na parede interna 32 desta, e por outro lado para alimentar um circuito de resfriamento do ar de rotor 22 da turbina de alta pressão 16, como aparecerá mais claramente em seguida.

[0038] A virola arqueada 36 assegura uma separação entre o espaço de contorno 38 precitado e uma primeira cavidade anular 44 delimitada pelo flanco a jusante 46 e pela virola 28 do impulsor 18. Esta primeira cavidade 44 é destinada a receber em funcionamento um fluxo de ar 48 resfriamento do flanco a jusante 46 deste impulsor 18, tomado na saída do compressor de alta pressão 12.

[0039] A parede interna 32 da câmara de combustão 14 é ligada à virola arqueada 36 através de uma virola troncônica 50. Para isso, a virola arqueada 36 comporta em sua extremidade a jusante um aro anular 52 que é fixado, por meios 54 do tipo parafuso-rosca ou análogos, a um aro anular 56 formado na extremidade montante da virola troncônica 50, bem como meios 58 de injeção de um fluxo de ar 59 no circuito de resfriamento precitado do ar de rotor 22 da turbina de alta pressão 16, cujos meios 58 se comunicam com o espaço 38 de contorno da câmara de combustão.

[0040] Os meios de injeção 58 compreendem duas paredes anulares coaxiais, respectivamente interna 60 e externo 62, delimitando um canal anular de injeção 64. Cada uma destas paredes 60 e 62 comporta uma parte a montante troncônica cuja seção diminui de montante a jusante, e uma parte a jusante que se estende radialmente. O canal de injeção 64 apresenta assim uma parte a montante

truncônica e uma parte a jusante que se estende sensivelmente de modo radial, que são separados por um joelho.

[0041] Em sua parte, a jusante, o canal de injeção 64 compreende abas 65 (figura 3) que se estendem axialmente desde a parede interna 60 até a parede externa 62 que delimita o canal de injeção 64, e que são inclinadas tangencialmente, do exterior para o interior radialmente, no sentido de rotação do rotor de alta pressão. Estas abas 65 são destinadas, em funcionamento, a reduzir velocidade relativa do fluxo de ar que sai do canal 64 em relação aos elementos do rotor, como aparecerá mais claramente em seguida.

[0042] No modo de realização representado nas figuras 1 a 3, as paredes 60 e 62 se juntam no nível de sua extremidade a montante para formar um aro radial 66 que é fixado sobre o aro 52 da virola arqueada 36 e sobre o aro 56 da virola truncônica 50 pelos meios de fixação 54.

[0043] A parte a montante do canal de injeção 64 se comunica com o espaço 38 de contorno da câmara de combustão 14, por exemplo, através de orifícios 67 formados na parede truncônica 50 e passagens radiais 68 levadas no aro 66 (figura 1), circunferencialmente entre os meios de fixação 54.

[0044] O aro 66 dos meios de injeção 58 se prolonga radialmente para o exterior e para jusante por uma parede truncônica 70 que comporta em sua extremidade a jusante um aro 72 de fixação sobre uma estrutura anular interna 74 do ar de distribuidor 20.

[0045] A parte a jusante do canal de injeção 64 desemboca em uma segunda cavidade anular 76 que é delimitada a montante por uma primeira junta com labirinto 78, a jusante por uma segunda junta com labirinto 80, e radialmente para o interior por uma parede anular 82 que liga entre elas partes rotativas respectivas 84 e 86 juntas com labirinto 78 e 80.

[0046] De maneira conhecida em si, a parte rotativa 84 da primeira junta com labirinto 78 compreende nervuras circunferenciais 88 (figura 2), correntemente chamadas "lábios" e por exemplo em número de quatro, que são salientes radialmente para o exterior desde uma parede cilíndrica de seção circular 90 portada

por um disco 92 do rotor de alta pressão.

[0047] Este disco 92 comporta uma parte mediana 93 que é interposta entre um aro radial 94 formado na extremidade a jusante da virola 28 do impulsor 18 e um aro radial 96 formado na extremidade a montante da virola 30 do disco 24, estes aros 94 e 96 sendo fixados no disco 92 por meios 98 do tipo parafuso-rosca ou análogos.

[0048] O topo circunferencial de cada uma das nervuras 88 se estende em face a uma peça de desgaste cilíndrico 100 de seção transversal circular e seção axial retangular, que é realizada em um material macio, ou seja, concebido para ser gasta por atrito contra o topo das nervuras 88 antes do funcionamento da turbomáquina.

[0049] A peça de desgaste cilíndrica 100 é fixada sobre uma parede anular 101, que é trazida sobre a extremidade radialmente interna da parede interna 60 dos meios de injeção 58, e com a qual esta peça de desgaste 100 forma a parte estática da primeira junta com labirinto 78.

[0050] De maneira análoga, a parte rotativa 86 da segunda junta com labirinto 80 compreende nervuras ou lábios circunferenciais 102 (figura 2), por exemplo três, que são salientes radialmente para o exterior desde uma parede troncônica 104 ligada a montante com a parte rotativa 84 da primeira junta com labirinto 78 através da parede anular 82, e ligada a jusante com um flange anular 106 (figura 1) que se estende sensivelmente de modo radial, em face do flanco a montante do disco 24 da turbina de alta pressão 16. O topo circunferencial de cada uma das nervuras 102 se estende em face de uma superfície escalonada de uma peça de desgaste anular 108 (figura 2) realizada em um material macio. Esta peça de desgaste 108 é fixada na extremidade radialmente interna da parede externa 62 dos meios de injeção 58.

[0051] No modo de realização representado nas figuras 1 a 3, o disco 92 que traz a parte rotativa 84 da primeira junta com labirinto 78, a parede anular 82 que liga as partes rotativas respectivas 84 e 86 das juntas com labirintos 78 e 80, a parte rotativa 86 da segunda junta com labirinto, e o flange 106 é moldado em peça única.

[0052] O circuito de resfriamento do disco 24 da turbina de alta pressão 16 compreende um canal anular 110 portado entre o flanco a montante do disco 24 e o flange 106.

[0053] Este canal 110 se comunica de um lado com a segunda cavidade 76 precitada, e conseqüentemente com o canal de injeção 64, através de um alinhamento anular de orifícios 112 (figuras 2 e 3) portados na parede 82 que liga as partes rotativas 84 e 86 das juntas com labirinto 78 e 80. O canal 110 comunica do outro lado com canais internos (não visíveis nas figuras) de resfriamento das pás 26 portadas pelo disco 24, o canal 110 formando assim uma parte a montante de um circuito resfriamento destas pás 26.

[0054] Uma parede 114 (figura 1) se estende em face e a montante do flange 106 e liga fixamente a peça de desgaste 108 da segunda junta com labirinto 80 a um aro a jusante 116 da parede troncônica 70, de modo que a parede 114 permita delimitar com o flange 106 e com a segunda junta com labirinto 80 uma terceira cavidade 118 que se comunica com a via primária 27 e às vezes denominada cavidade de expurgo. Esta terceira cavidade 118 é destinada à passagem de um fluxo de ar 120 de baixa vazão até a via primária 27 para limitar o risco de que uma parte dos gases que se escoam na via primária 27 se introduza na terceira cavidade 118 eventualmente entre o ar de distribuidor 20 e o ar de rotor 22 da turbina de alta pressão 16.

[0055] Além disso, as virolas anulares 28 e 30 delimitam externamente uma quarta cavidade anular 122 destinada à circulação de um fluxo de ar 124, que é por exemplo tomado no nível de uma seção a montante do compressor de alta pressão 12, e que se destina à ventilação do cubo 126 do disco 24 da turbina de alta pressão.

[0056] De acordo com a invenção, uma pluralidade de canais radiais transversais 128 repartidos circunferencialmente em torno do eixo 130 da turbomáquina é portada na peça de desgaste 100 da primeira junta com labirinto 78 e a parede anular 101 que traz esta peça de desgaste 100. Estes canais 128 desembocam em sua extremidade radialmente interna entre duas nervuras 88a e 88b da primeira junta com labirinto 78, e são prolongados em sua extremidade radialmente externa por condutos radiais 132 correspondentes que ligam a parede anular 101 à parede interna 60 dos meios de injeção 58 e desembocando na parte

truncônica do canal de injeção 64.

[0057] Como aparecerá mais claramente no que segue, os canais 128 são destinados a reduzir a vazão do fluxo de ar que circula entre a primeira cavidade anular 44 e a segunda cavidade anular 76 através da primeira junta com labirinto 78.

[0058] Em funcionamento, o fluxo de ar 40 proveniente do compressor de alta pressão 12 e que circula na passagem anular 38 se divide em uma parte que alimenta os orifícios 42 da parede interna da câmara de combustão 14, e uma parte que forma o fluxo de ar 59 que alimenta o canal de injeção 64 e que circula até a segunda cavidade 76 sendo acelerado pelas abas 65. Por causa desta aceleração, o ar chega na segunda cavidade 76 sob uma pressão estática consideravelmente reduzida. No modo de realização representado nas figuras 1 a 3, a pressão estática do ar na segunda cavidade 76 é, por exemplo, igual a cerca da metade da pressão estática P_0 na saída do compressor de alta pressão 12. A pressão estática do fluxo de ar 59 é assim quase dividida por dois entre a entrada e a saída do canal de injeção 64.

[0059] O fluxo de ar 48 tomado na saída do impulsor 18 do compressor de alta pressão 12 circula radialmente para o interior ao longo do flanco a jusante 46 deste impulsor 18 resfriando-o. Em seguida este fluxo 48 circula para jusante e passa entre a parte rotativa 84 e a peça de desgaste 100 da primeira junta com labirinto 78. Esta primeira junta 78 regula conseqüentemente a vazão do fluxo de ar 48. No modo de realização representado nas figuras 1 a 3, o fluxo de ar 48 chega no nível da entrada a montante da primeira junta com labirinto 78 sob uma pressão estática igual a cerca de $0,6P_0$, por causa das perdas de carga sofridas por este fluxo 48 na primeira cavidade 44.

[0060] Uma pequena fração 134 do fluxo de ar 59 que circula no canal de injeção 64 penetra nos canais radiais 128 e desemboca entre as duas nervuras 88a e 88b da primeira junta com labirinto 78.

[0061] A posição da conexão dos condutos 132 com o canal de injeção 64 é escolhida de modo que o fluxo de ar 134 na saída dos canais 128 desemboque entre as nervuras 88a e 88b sob uma pressão estática sensivelmente igual ou

ligeiramente superior à do fluxo de ar 48 no nível da entrada da primeira junta com labirinto 78. Isso permite reduzir na primeira junta com labirinto 78 a vazão do fluxo de ar 48 a um valor desejado, igual por exemplo a 0,3% da vazão do fluxo de ar emitido pelo compressor de alta pressão 12.

[0062] As duas nervuras 88a e 88b delimitam assim entre a parte rotativa 84 e a parte estática 100 da primeira junta com labirinto 78 uma cavidade anular na qual a pressão do ar pode ser determinada pela posição da conexão dos condutos 132 ao canal de injeção 64.

[0063] Na segunda cavidade 76, o fluxo de ar 48 se mistura com o fluxo de ar 59 que provém do canal de injeção 64.

[0064] A maior parte do fluxo resultante penetra no canal anular 110 pelos orifícios 112 da parede anular 82, e circula radialmente para o exterior ao longo do flanco a montante do disco 24 da turbina de alta pressão, como simbolizado pela seta 136, para alimentar o circuito de resfriamento interno das pás 26 portadas pelo disco 24.

[0065] Uma pequena parte do fluxo de ar resultante da mistura dos fluxos 48 e 59 na segunda cavidade 76 passa através da segunda junta com labirinto 80 e penetra assim na terceira cavidade 118 para formar o fluxo 120, permitindo limitar os riscos de fuga no nível da via primária 27, como explicado acima.

[0066] De um modo geral, os canais 128 de acordo com a invenção permitem reduzir a vazão do fluxo de ar 48 de resfriamento do flanco a jusante do impulsor 18 do compressor de alta pressão 12. Estes canais 128 permitem tipicamente dividir a vazão do fluxo 48 de um fator compreendido entre cerca de dois e três. Isso permite evitar que a vazão deste fluxo 48 seja superior ao valor necessário ao resfriamento do impulsor 18, o que prejudicaria os desempenhos da turbomáquina 10, como explicado acima.

[0067] Além disso, o fluxo de ar 48 é aquecido durante sua passagem ao longo do flanco a jusante do impulsor 18, de modo que quando entra na segunda cavidade anular 78, este fluxo 48 esteja consideravelmente mais quente do que o fluxo de ar 59 proveniente do canal de injeção 64. A redução da vazão do fluxo de ar 48 permite

consequentemente reduzir a temperatura do ar que alimenta a segunda cavidade 78 e melhorar assim o resfriamento das pás 26 portadas pelo disco 24 da turbina de alta pressão 16.

[0068] No modo de realização representado nas figuras 1 a 3, a conexão dos condutos 132 com o canal de injeção 64 é localizada na parte troncônica a montante deste canal de injeção para obter a pressão estática desejada na saída dos canais 128. No entanto, esta conexão pode de maneira mais geral ser localizada mais a montante ou a jusante ao longo do canal de injeção 64, desde que a pressão estática do fluxo de ar 134 na saída dos canais 128 seja suficiente para permitir uma redução do fluxo de ar 48 na primeira junta com labirinto 78. Na prática, é em geral necessário para isso que esta conexão seja localizada a montante da extremidade a jusante das abas 65 que se estendem no canal de injeção 64.

[0069] A extensão da seção transversal dos canais 128 é de preferência escolhida em função da vazão desejada para o fluxo de ar 134 na saída destes canais. Estes canais 128 podem, além disso, ser inclinados tangencialmente de maneira a reduzir a velocidade relativa do fluxo de ar 134 na saída dos canais 128 em relação à parte rotativa 84 da primeira junta com labirinto 78, de maneira análoga ao efeito produzido pelas abas 65 do canal de injeção 64.

[0070] O alcance da seção transversal dos canais 128 é de preferência escolhido em função da vazão desejada para o fluxo de ar 134 na saída destes canais.

[0071] Estes canais 128 podem, além disso, ser inclinados tangencialmente de maneira a reduzir a velocidade relativa do fluxo de ar na saída dos canais 128 em relação à parte rotativa 84 da primeira junta com labirinto 78, de uma maneira análoga ao efeito produzido pelas abas 65 do canal de injeção 64.

[0072] Além disso, as duas nervuras 88a e 88b, que delimitam a cavidade na qual desembocam os canais 128, podem não ser duas nervuras consecutivas da parte rotativa 84 da primeira junta com labirinto 78, e podem consequentemente ser separadas por nervuras 88 intermédias, notadamente se a seção dos canais 128 for mais extensa que o passo axial entre duas nervuras 88 consecutivas da parte

rotativa 84.

[0073] A figura 4 representa um segundo modo de realização da invenção que difere do primeiro modo de realização descrito acima pela presença de ranhuras 138 formadas sobre a face a jusante do aro radial 94, diante do flanco a montante do disco 92 da primeira junta com labirinto 78, de maneira a formar canais correspondentes de colocação em comunicação da primeira cavidade anular 44 com a quarta cavidade anular 122.

[0074] No modo de realização representado na figura 4, estas ranhuras 138 se estendem radialmente de uma extremidade à outra do aro 94.

[0075] Em funcionamento, se a pressão e a vazão do fluxo de ar 134 na saída dos canais 128 forem suficientes, o fluxo de ar 48 de resfriamento do impulsor 18 é obrigado a circular nos canais formados pelas ranhuras 138, entre o aro 94 e o disco 92. As ranhuras 138 permitem assim tornar a primeira junta com labirinto 78 sensivelmente estanque a estanque em face do fluxo de ar 48.

[0076] O fluxo de ar 48 se junta então na quarta cavidade ao fluxo de ar 124 de ventilação do cubo 126 do disco 24 da turbina de alta pressão 16.

[0077] Em variante, a ventilação do cubo 126 deste disco 24 pode ser assegurada inteiramente pelo fluxo de ar 48, neste caso não é requerido nenhum recobrimento de ar 124 a montante no compressor de alta pressão 12.

[0078] A mistura dos fluxos 48 e 124 ou a utilização do fluxo 48 somente para a ventilação do cubo 126 do disco 24 podem apresentar vantagens relativas à velocidade das variações térmicas destes fluxos durante variações do regime de funcionamento da turbomáquina 10. Nestas condições com efeito, pode ser vantajoso resfriar ou aquecer rapidamente o cubo do disco 24 para reduzir as dilatações diferenciais entre este disco e os elementos de estator que o contornam.

REIVINDICAÇÕES

1. Turbomáquina (10) com duplo corpo, compreendendo:

um rotor de alta pressão que compreende um impulsor (18) de um compressor de alta pressão (12) da turbomáquina e um disco com pás (24) de uma turbina de alta pressão (16) da turbomáquina,

uma câmara de combustão (14) montada axialmente entre o compressor de alta pressão (12) e a turbina de alta pressão (16),

duas paredes coaxiais (60, 62) que delimitam entre si um canal anular de injeção de ar (64), que é conectado a um espaço anular (38) de contorno da câmara de combustão (14), e que se destina a acelerar um fluxo de ar (59) de resfriamento das pás (26) do disco com pás (24) da turbina de alta pressão (16) que provém do referido espaço de contorno (38) da câmara de combustão,

uma primeira junta com labirinto (78) que compreende uma parte estática (100, 101) ligada fixamente a uma primeira (60) das referidas paredes que delimitam o canal de injeção (64), e uma parte rotativa (84) portada por um disco (92) do rotor de alta pressão e compreendendo pelo menos duas nervuras anulares (88) em saliência para a referida parte estática (100, 101),

uma segunda junta com labirinto (80) compreendendo uma parte estática (108) ligada fixamente a uma segunda (62) das referidas paredes que delimitam o canal de injeção (64), e uma parte rotativa (86) ligada fixamente à parte rotativa (84) da primeira junta com labirinto (78),

um flange anular (106) montado em face do flanco a montante do disco com pás (24) da turbina de alta pressão (16) e delimitando com este flanco a montante uma parte a montante (110) de um circuito de resfriamento das pás (26) deste disco com pás (24),

uma primeira cavidade anular (44) delimitada pelo flanco a jusante (46) do impulsor (18), por um cárter interno (36) da câmara de combustão (14), pela referida primeira parede (60) que delimita o canal de injeção (64), pela referida primeira junta com labirinto (78), e por uma parede anular (28) que se estende axialmente de maneira a ligar o referido impulsor (18) ao referido disco (92) do rotor

de alta pressão que porta a parte rotativa (84) da primeira junta com labirinto (78),

uma segunda cavidade anular (76) na qual desemboca o referido canal anular de injeção (64) e que é delimitada pelo primeira junta com labirinto (78), pela segunda junta com labirinto (80), e por uma parede anular (82) ligando as partes rotativas (84, 86) respectivas destas juntas com labirinto e na qual são dispostos orifícios (112) para colocar em comunicação a referida segunda cavidade (76) com o referido circuito de resfriamento (110) das pás (26) do disco com pás (24) da turbina de alta pressão,

uma terceira cavidade anular (118) que se comunica com uma veia (27) de escoamento de um fluxo primário da turbomáquina, e que é delimitada pelo menos pela segunda junta com labirinto (80) e pelo flange anular (106),

a referida turbomáquina sendo caracterizada pelo fato de que compreende uma pluralidade de canais (128) dispostos na referida parte estática (100, 101) da primeira junta com labirinto (78) e desembocando em uma cavidade anular delimitada por duas (88a, 88b) das nervuras (88) da parte rotativa (84) da primeira junta com labirinto, de modo a injetar nela ar (134) proveniente do canal de injeção (64).

2. Turbomáquina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o referido canal anular de injeção (64) compreende aletas (65) inclinadas de maneira a permitir uma redução da velocidade tangencial relativa do fluxo de ar (59) de resfriamento das pás (26) em relação ao rotor de alta pressão (24, 26, 30).

3. Turbomáquina de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que cada um dos referidos canais (128) é conectado a uma parte interna do canal de injeção (64) que é situada, em relação ao escoamento do referido fluxo de ar (59) de resfriamento das pás (26), a montante das extremidades a jusante respectivas das referidas aletas (65).

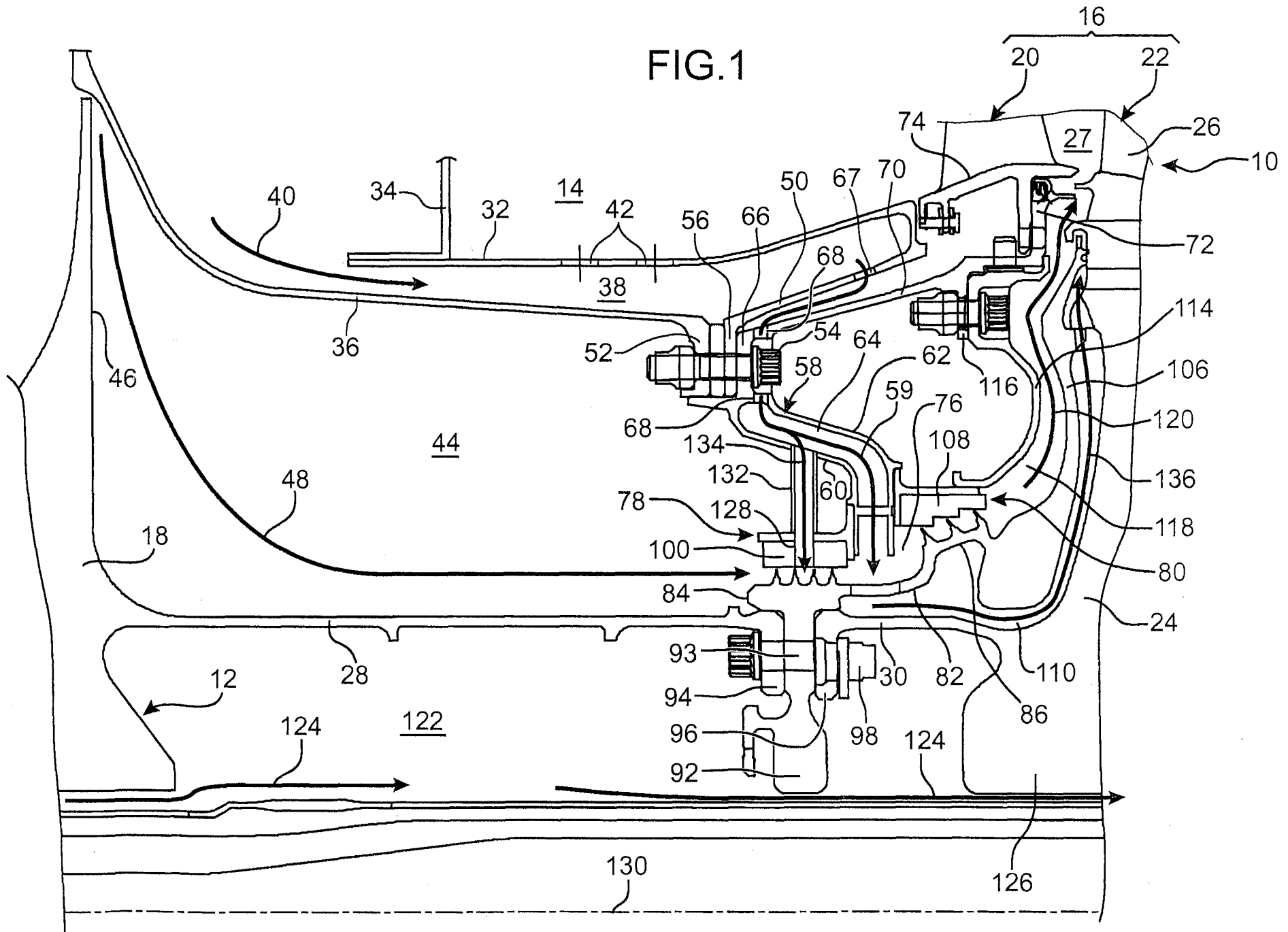
4. Turbomáquina de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que cada uma das referidas paredes de revolução coaxiais (60, 62) que delimitam o canal anular de injeção (64) compreende, em relação ao escoamento do referido fluxo de ar (59) de resfriamento das pás (26), uma parte a montante

substancialmente troncônica e uma parte a jusante substancialmente radial.

5. Turbomáquina de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que compreende adicionalmente meios (138) para colocação em comunicação da primeira cavidade anular (44) com uma quarta cavidade anular (122) da turbomáquina (10), na qual se estende o cubo (126) do disco com pás (24) da turbina de alta pressão (16).

6. Turbomáquina de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que os referidos meios para colocação em comunicação compreendem canais (138) formados entre uma face a montante do referido disco (92) do rotor de alta pressão que porta a parte rotativa (84) da primeira junta com labirinto (78), e uma face a jusante de um aro anular (94) disposto na extremidade a jusante da referida parede (28) que liga o impulsor (18) do compressor de alta pressão (12) ao disco (92) precitado.

FIG. 1



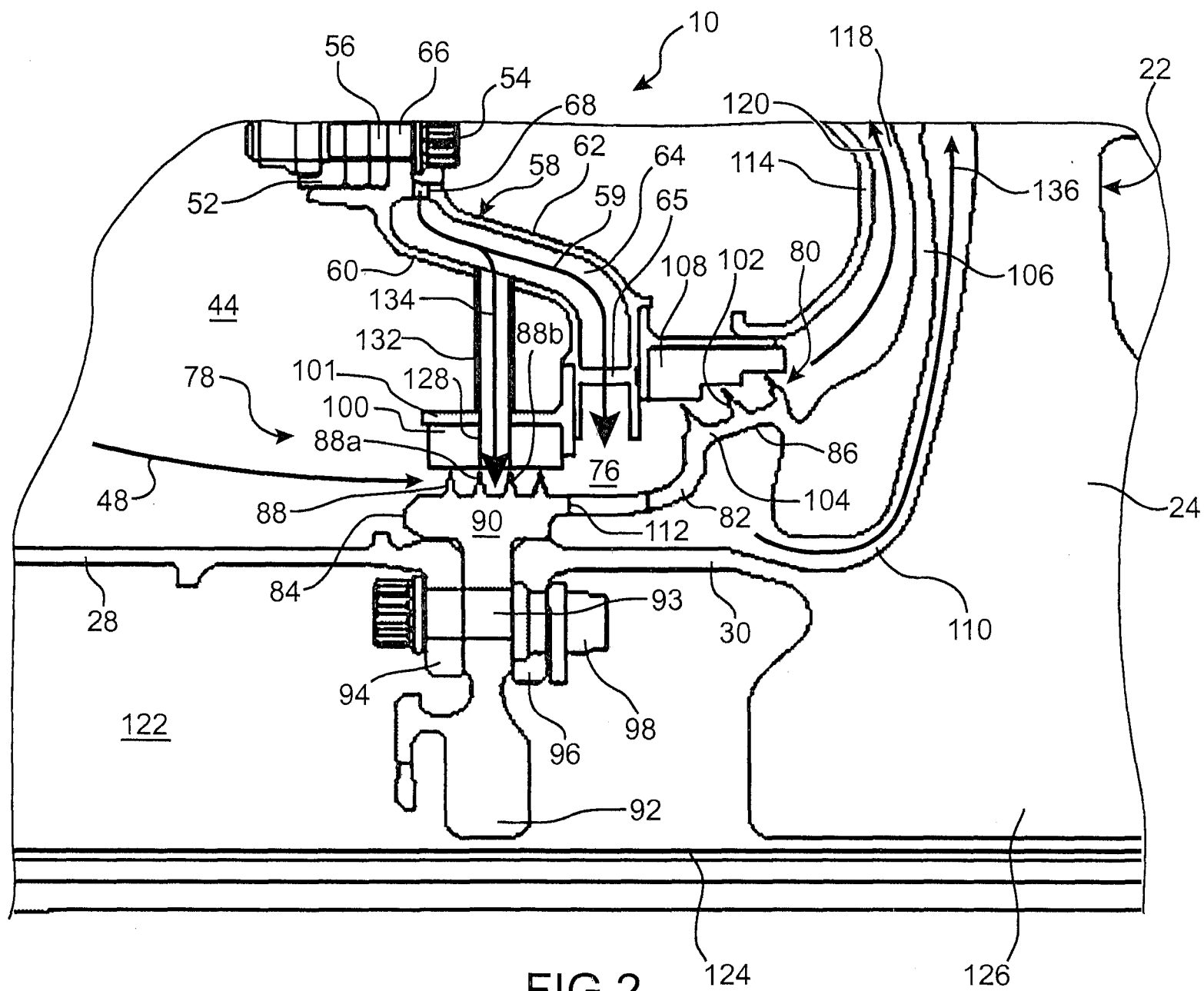


FIG. 2

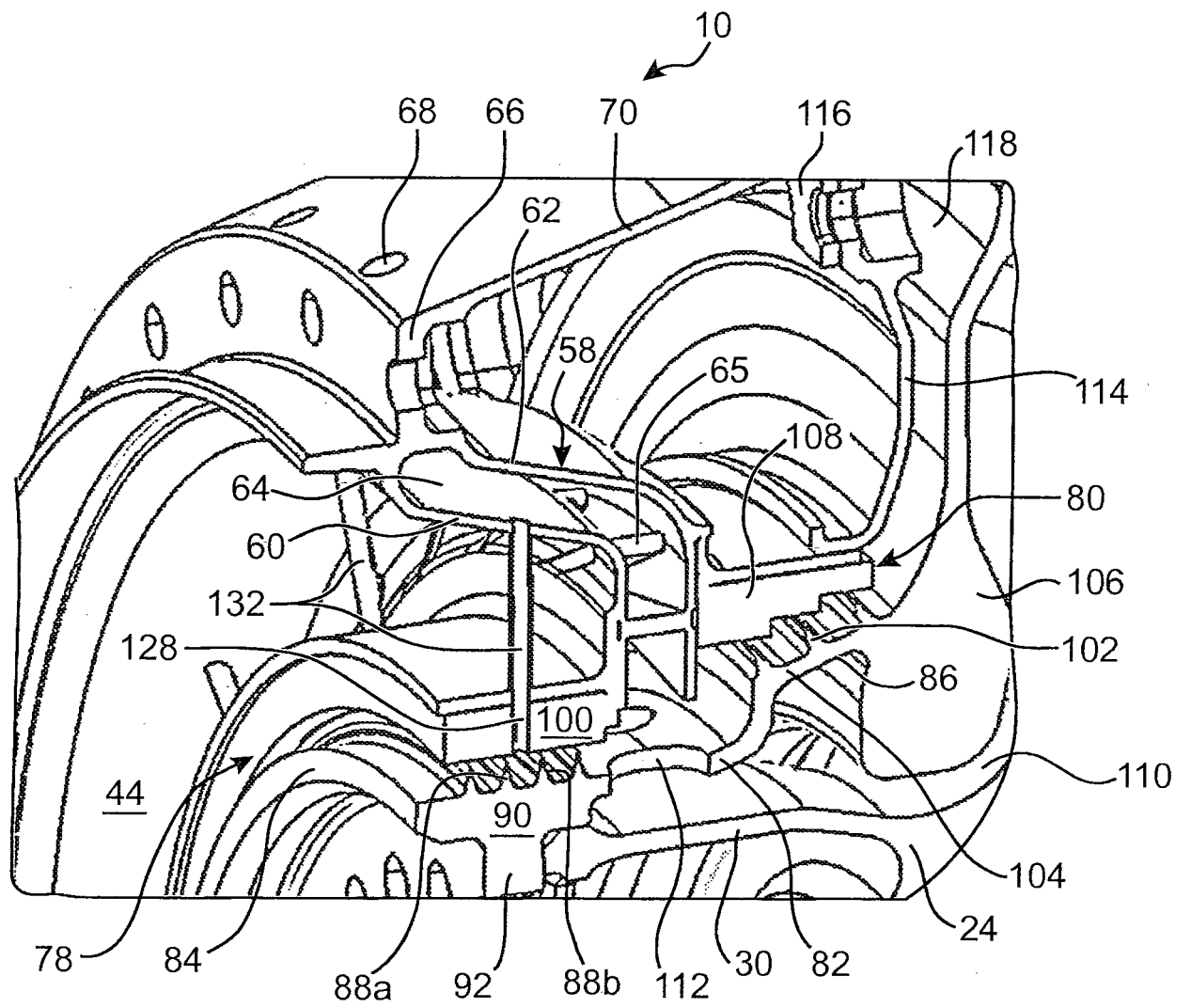


FIG.3

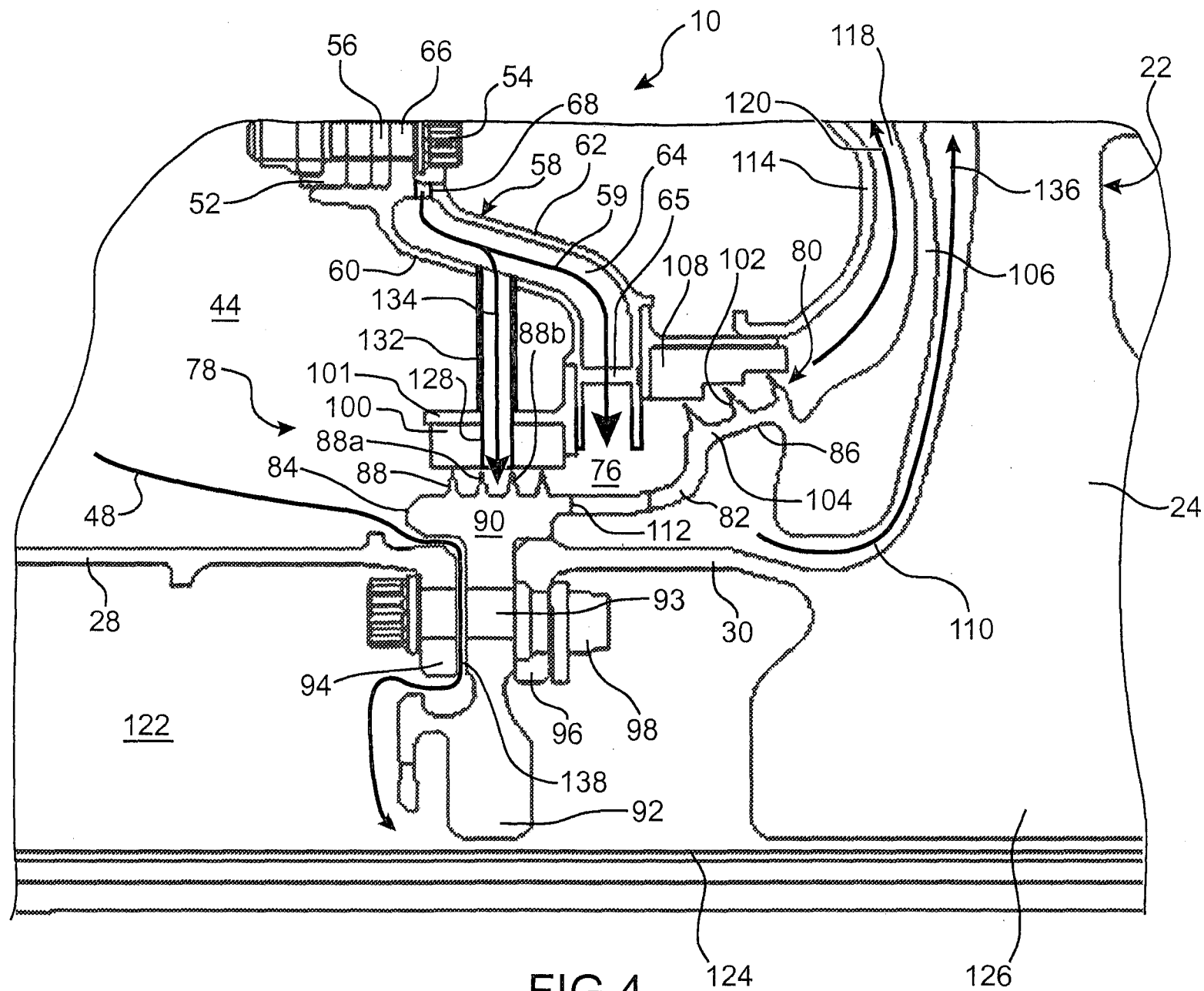


FIG. 4