



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

(11) PI 0520694-4 B1



(22) Data do Depósito: 22/11/2005

(45) Data de Concessão: 05/02/2019

(54) Título: MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA COM TUBULAÇÃO DE GÁS DE EXAUSTÃO

(51) Int.Cl.: F02B 37/013; F02B 37/22; F02D 9/06; F02D 9/12.

(73) Titular(es): VOLVO LASTVAGNAR AB.

(72) Inventor(es): LARS SUNDIN; KENT GISELMO.

(86) Pedido PCT: PCT SE2005001749 de 22/11/2005

(87) Publicação PCT: WO 2007/061339 de 31/05/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/05/2008

(57) Resumo: MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA COM SISTEMA DE TURBO CHARGING DE DOIS ESTÁGIOS. A presente invenção se refere a um motor de combustão interna (10) com uma com uma tubulação de gás de exaustão (15, 16) para tomada de gases de exaustão a partir da câmara de exaustão do motor (11) e uma tubulação de entrada (12) para suprimento de ar para a referida câmara de combustão (11). O motor compreende um sistema de turbo chax-ging com uma turbina de alta pressão (17) que interage com um compressor de alta pressão (19) e uma turbina de baixa pressão (21) que interage com um compressor de baixa pressão (23), para recuperação de energia a partir do fluxo de gás de exaustão do motor e pressurização do ar de entrada do motor. A turbina de alta pressão (17) é conectada para a turbina de baixa pressão (21) por intermédio de um duto (20) Um regulador de pressão de gás de exaustão (20a) é localizado no duto (20) entre a turbina de alta presao (17) e a turbina de baixa pressão (21).

**"MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA COM TUBULAÇÃO DE GÁS DE
EXAUSTÃO"**

CAMPO TÉCNICO DA PRESENTE INVENÇÃO

[001] A presente invenção se refere a um motor de combustão interna com tubulação de gás de exaustão para tomada de gases de exaustão a partir da câmara de combustão do motor e uma tubulação de entrada para suprimento de ar para a câmara de combustão, e um sistema de turbo charging com uma turbina de alta pressão que interage com um compressor de alta pressão e uma turbina de baixa pressão que interage com um compressor de baixa pressão, para recuperação de energia a partir do fluxo de gás de exaustão do motor e pressurização do ar de entrada do motor, turbina de alta pressão que é conectada para a turbina de baixa pressão por intermédio de um duto.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA

[002] Motores a diesel para veículos pesados normalmente requerem uma quantidade considerável de espaço na medida em que eles possuem vários sistemas para super charging, refrigeração e pós-tratamento de gás de exaustão. Por exemplo, existem sistemas de turbo charging com super charging de dois estágios que são usualmente fundamentados em unidades padrão projetadas para charging de estágio único.

[003] Um regulador de pressão de gás de exaustão é utilizado em muitos tipos de motor

para criar uma pressão de retorno no sistema de gás de exaustão; por exemplo, de maneira a aperfeiçoar a força de frenagem de um motor de combustão interna de quatro tempos. Em adição, a pressão de retorno a partir de um regulador de pressão de gás de exaustão pode ser utilizada para aumentar a quantidade de gás re-circulado para o lado de entrada, chamado gás de EGR. Em adição, a pressão de retorno pode ser utilizada para aquecimento do motor mais rapidamente quando se dá partida. Um regulador de pressão de gás de exaustão é normalmente localizado à jusante de sistemas de *turbo charging* de maneira a não se ter um efeito adverso sobre a eficiência.

DESCRIÇÃO DA PRESENTE INVENÇÃO

[004] Um objetivo da presente invenção é, conseqüentemente, o de conseguir um motor de combustão interna com sistema de *turbo charging* de dois estágios e regulador de pressão de gás de exaustão que não exige demandas significativas levando-se em consideração espaço e peso.

[005] Para este objetivo, um motor de combustão interna projetado em concordância com a presente invenção compreende uma tubulação de gás de exaustão para tomada de gases de exaustão a partir da câmara de combustão do motor e uma tubulação de entrada para suprimento de ar para a câmara de combustão, um sistema de *turbo charging*

com uma turbina de alta pressão que interage com um compressor de alta pressão e uma turbina de baixa pressão que interage com um compressor de baixa pressão, para recuperação de energia a partir do fluxo de gás de exaustão do motor e pressurização do ar de entrada do motor, onde a turbina de alta pressão é conectada para a turbina de baixa pressão por intermédio de um duto, e é, em concordância com a presente invenção, caracterizado pelo fato de que um regulador de pressão de gás de exaustão é colocado no duto entre a turbina de alta pressão e a turbina de baixa pressão. Como um resultado da posição do regulador de pressão de gás de exaustão em concordância com a presente invenção, um componente existente no sistema de *turbo charging* pode ser utilizado para regulagem de pressão de gás de exaustão, o que resulta em uma economia em espaço e peso.

[006] Concretizações vantajosas da presente invenção são evidentes a partir das reivindicações a seguir.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS DA PRESENTE INVENÇÃO

[007] A presente invenção irá ser descrita em maiores detalhes com referência às concretizações que estão mostradas nas figuras dos desenhos anexos, nos quais:

[008] A figura 1 mostra esquematicamente um motor de combustão interna com sistema de *turbo charging* de dois estágios e

regulador de pressão de gás de exaustão em concordância com a presente invenção;

[009] A figura 2 é uma seção longitudinal através dos dois estágios de *turbo charger* compreendidos no sistema de *turbo charging*;

[0010] A figura 3 é uma seção longitudinal através de um duto que conecta os dois estágios de *turbo charger* compreendidos no sistema de *turbo charging* e compreende um regulador de pressão de gás de exaustão mostrado em uma posição operativa aberta; e

[0011] A figura 4 é uma seção longitudinal correspondendo à figura 3 que mostra o regulador de pressão de gás de exaustão em uma posição operativa fechada.

MODOS PARA REALIZAÇÃO DA PRESENTE INVENÇÃO

[0012] A presente invenção se refere primariamente a motores a *diesel* com um volume de curso de pistão entre aproximadamente 6 litros e aproximadamente 20 litros, para utilização preferivelmente em veículos pesados, tais como caminhões, ônibus e maquinário de construção. O *super charging* é realizado em dois estágios com dois compressores conectados em série do tipo radial com refrigeração intermediária. O primeiro estágio de compressor, denominado o compressor de baixa pressão, é tracionado por uma turbina de baixa pressão do tipo axial. O segundo estágio de compressor, denominado o compressor de alta

pressão, é tracionado por uma turbina de alta pressão do tipo radial.

[0013] A figura 1 mostra um bloco de motor 10 com seis cilindros 11, que se comunicam da maneira convencional com uma tubulação de ramificação de entrada 12 e duas tubulações de ramificação de gás de exaustão separadas 13, 14. Cada uma destas duas tubulações de ramificação de gás de exaustão recebe gases de exaustão a partir de três dos cilindros. Os gases de exaustão são tomados por intermédio de tubulações separadas 15, 16 para uma turbina 17 em uma unidade *turbo* de alta pressão 18 que compreende um compressor 19 montado sobre um eixo comum com a turbina 17.

[0014] Os gases de exaustão são tomados, por intermédio de um duto 20 com um regulador de pressão de gás de exaustão 20a, para uma turbina 21 em uma unidade *turbo* de baixa pressão 22 que compreende um compressor 23 montado sobre um eixo comum com a turbina 21. Os gases de exaustão são finalmente tomados por intermédio de uma tubulação 24 para o sistema de gás de exaustão do motor, que pode compreender unidades para pós-tratamento dos gases de exaustão.

[0015] Ar de entrada filtrado é tomado para o motor por intermédio da tubulação 25 e é tomado para o compressor 23 da unidade *turbo* de baixa pressão 22. Uma tubulação 26 toma o ar de entrada para o compressor 19 da unidade *turbo* de

alta pressão 18 por intermédio de um primeiro *intercooler* 27. Depois deste *charging* em dois estágios com *intercooling*, o ar de entrada é tomado para um segundo *intercooler* 29 por intermédio da tubulação 28, depois do que o ar de entrada alcança a tubulação de ramificação de entrada 12 por intermédio da tubulação 30.

[0016] O sistema de *turbo charging* é mostrado em maiores detalhes na Figura 2 que mostra claramente as duplas entradas em espiral 15, 16 para a turbina de alta pressão 17, cada uma das quais supre metade da turbina com fluxo de gás por intermédio de guias de entrada 17a. A turbina de alta pressão 17 é do tipo radial e é conectada para a turbina de baixa pressão 21 por intermédio do duto intermediário curto 20 que tem capacidade de ser utilizado devido ao fato de que a turbina de baixa pressão 21 é do tipo axial. Este caminho de fluxo curto minimiza perdas de pressão entre os estágios de turbina.

[0017] A turbina de alta pressão 17 é montada sobre o eixo 31 juntamente com o compressor de alta pressão 19. De uma maneira correspondente, a turbina de alta pressão 21 é montada sobre o eixo 32 juntamente com o compressor de baixa pressão 23. As duas unidades *turbo* 18, 22 são orientadas essencialmente ao longo do mesmo eixo geométrico longitudinal. O duto intermediário 20 é equipado com vedações que agem contra tensões internas e

vazamentos por possibilitar um determinado grau de movimentação axial e radial que absorve forças térmicas e um determinado grau de tolerâncias de montagem. O regulador de pressão de gás de exaustão 20a é localizado no interior do duto 20 e irá ser descrito em maiores detalhes posteriormente.

[0018] A turbina de baixa pressão 21 do tipo axial é proporcionada com um anel estator 34 com guias de entrada. O compressor de alta pressão 19 é do tipo radial. Um difusor de saída 37 é colocado depois da turbina de baixa pressão 21 de maneira a recuperar pressão dinâmica a partir da turbina. O difusor abre para um coletor de gás de exaustão 38 que direciona os gases de exaustão para a tubulação de gás de exaustão 24.

[0019] O projeto do regulador de pressão de gás de exaustão 20a é mostrado em maiores detalhes na figura 3 e na figura 4, que mostram que o duto 20 possui uma seção transversal circular que é construída de uma parede externa 39 que é simétrica em torno de seu eixo geométrico de rotação e que possui uma seção transversal que aumenta na direção da turbina de baixa pressão 21, e uma parte central 40 disposta concentricamente no interior da parede 39 com uma seção transversal que similarmente aumenta na direção da turbina de baixa pressão 21.

[0020] A parte central 40 é montada em uma distância a partir do anel estator 34 sobre a

extremidade de um eixo 41 que é vinculado ao anel estator 34, e compreende um pistão de controle 42 que é montado sobre o eixo 41 de uma maneira tal que ele pode se movimentar. O pistão de controle 42 compreende uma câmara de combustão interna 43 com uma válvula de luva externa 44. Esta é projetada como um cilindro aberto com uma superfície de parede externa e uma superfície de parede interna.

[0021] O pistão de controle 42 pode se movimentar axialmente entre a parte central 40 e a parede externa 39 para regular a área de fluxo do duto 20, contra o efeito de uma mola de compressão helicoidal 45. O pistão de controle 42 e o eixo 41 juntamente formam a câmara circular 43 que é conectada a uma conexão para meio pressurizado (não mostrado nas figuras) sobre a lateral exterior do regulador de pressão de gás de exaustão 20a, por intermédio de um duto 47 para meio pressurizado que corre parcialmente através de uma parte do eixo 41 que possui um diâmetro maior, e parcialmente através do anel estator 34.

[0022] Por intermédio de variação no deslocamento da câmara circular 43, o pistão de controle 42, por consequência, tem capacidade de se movimentar com a válvula de luva 44 entre uma posição de abertura inativa e uma posição de fechamento ativa pelo efeito de um meio pressurizado, por exemplo, ar comprimido, que atua na direção oposta a direção da força da mola de

compressão. Na posição de controle inativa (ver figura 3), a válvula de luva 44 forma uma extensão axial da parte central 40 entre a parte central 40 e o anel estator 34. Na posição de controle ativa (ver figura 4), uma superfície de parede interna da válvula de luva 44 forma uma extensão axial da parede externa 39 entre a parede externa 39 e a parte central 40.

[0023] Uma face de extremidade circular 48 do pistão de controle 42 forma uma superfície de pistão que desliza com uma fixação de vedação no interior de uma parte cilíndrica 49 da parte central 40 durante a movimentação do pistão de controle 42. O interior da parte central 40, consequentemente, forma uma câmara 50 que se comunica com a pressão que está imediatamente à jusante da turbina de alta pressão 17 por intermédio de um duto 51. Em adição, existem aberturas 52 que equilibram a pressão sobre a lateral à montante da turbina de baixa pressão 21 com a pressão no espaço sobre o exterior da parte cilíndrica 49 da parte central 40. Devido à disposição da câmara 50 na parte central 40, é possível dimensionar as áreas de pistão de uma maneira adequada, de maneira que o equilíbrio de pressão do regulador de pressão de gás de exaustão 20a pode ser conseguido, de maneira que este automaticamente se ajusta por autorregulagem, em concordância com o fluxo de gás de exaustão.

[0024] Quando o regulador de pressão de gás de exaustão 20a é ativado em concordância com a figura 4, a pressão se eleva à jusante da turbina de alta pressão 17 (com um determinado atraso na medida em que o gás é compressível). A pressão é propagada para a câmara 50 por intermédio do duto 51. Depois do balanceamento de pressão, esta pressão irá ser aproximadamente a mesma que a pressão de controle na câmara 43, devido ao fato de que as áreas são relativamente similares (a câmara 50 possui uma área ligeiramente maior). Se, por exemplo, a pressão aumenta à montante da válvula, de maneira que a pressão de controle na câmara 43 é excedida, esta pressão irá ser tomada para a câmara 50 por intermédio do duto 51 e irá atuar contra a face de extremidade 48. Quando o pistão de controle 42 tiver se movimentado um pouco para a esquerda, um balanço irá aparecer e o pistão de controle 42 irá encontrar uma posição de equilíbrio.

[0025] O regulador de pressão de gás de exaustão descrito anteriormente é, por consequência, autorregulado e abre automaticamente quando existe uma determinada pressão sobre a lateral à montante. Em adição, a pressão pode ser construída rapidamente à montante do regulador de pressão de gás de exaustão, devido à vedação à prova de gás.

[0026] A presente invenção foi descrita anteriormente em uma aplicação com um

sistema de *turbo charging* de dois estágios para *super charging* do motor de combustão interna. Alternativamente, a presente invenção pode ser utilizada em uma aplicação com uma unidade *turbo charger* e uma unidade de composto *turbo*, onde força pode ser transferida entre a unidade de composto *turbo* e o virabrequim do motor de combustão interna de maneira a utilizar a energia cinética para diferentes propósitos.

[0027] A presente invenção não é para ser considerada como sendo limitada para as concretizações que foram descritas anteriormente. Deve ser entendido que um número de variações e de modificações adicionais da presente invenção é possível dentro da estrutura e do escopo de proteção como definidos nas reivindicações posteriores. Por exemplo, a presente invenção foi descrita em associação com um motor a *diesel* de seis cilindros, mas o sistema pode ser utilizado com todos os diferentes motores de pistão a partir de um cilindro em diante e com motores de dois e quatro tempos. A presente invenção pode também ser utilizada com motores marítimos e com motores que possuem diferentes volumes de curso de pistão do que aqueles mencionados anteriormente. Uma concretização da presente invenção com uma turbina de baixa pressão do tipo axial foi descrita anteriormente, mas a presente invenção pode também ser utilizada com uma turbina de baixa pressão do

tipo radial. Outros recursos do que pneumáticos podem ser utilizados para operação da válvula de luva, por exemplo, recursos mecânicos.

REIVINDICAÇÕES

1. Motor de combustão interna (10) com tubulação de gás de exaustão (15, 16), para tomada de gases de exaustão a partir da câmara de combustão do motor (11) e tubulação de entrada (12) para suprimento de ar para a câmara de combustão (11), em um sistema de turbo charging com uma turbina de alta pressão (17) que interage com um compressor de alta pressão (19) e uma turbina de baixa pressão (21) que interage com um compressor de baixa pressão (23), para recuperação de energia a partir do fluxo de gás de exaustão do motor e pressurização do ar de entrada do motor, em que a turbina de alta pressão (17) é conectada à turbina de baixa pressão (21) por intermédio de um duto (20), em que um regulador de pressão de gás de exaustão (20a) é localizado no duto (20) entre a turbina de alta pressão (17) e a turbina de baixa pressão (21), caracterizado pelo fato de que a turbina de baixa pressão (21) é do tipo axial e o duto (20) tem uma seção transversal circular que é formada de uma parede externa (39) que é simétrica em torno de seu eixo geométrico de rotação e que tem uma seção transversal que aumenta na direção da turbina de baixa pressão (21), e um regulador de pressão de gás de exaustão (20a) tendo uma parte central (40) disposta concentricamente no interior da parede com uma seção transversal que aumenta na direção da turbina de baixa pressão (21), e

em que a parte central (40) é proporcionada com um pistão de controle (42) que é montado na parte central (40) de uma maneira tal que ele pode se movimentar axialmente entre a parte central (40) e

a parede externa (39) para regulagem da área de fluxo do duto (20).

2. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pistão de controle (42) é montado de uma maneira tal que ele pode se movimentar em um eixo (41) que é vinculado a um anel estator (34) que é montado na entrada da turbina de baixa pressão (21).

3. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o pistão de controle (42) pode se movimentar entre duas posições de extremidade contra o efeito de um dispositivo de mola (45).

4. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o pistão de controle (42) pode se movimentar entre uma posição de abertura inativa e uma posição de fechamento ativa pelo efeito de um meio pressurizado que atua na direção oposta à direção da força do dispositivo de mola (45).

5. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o pistão de controle (42) e o eixo (41) formam juntos uma câmara circular (43) com deslocamento variável para um meio pressurizado.

6. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a câmara (43) é conectada a uma conexão para meio pressurizado no exterior do duto (20), por intermédio de um duto para meio pressurizado (47) que se estende através do eixo (41) e do anel estator (34).

7. Motor de combustão interna, de acordo

com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o pistão de controle (42) é proporcionado com uma superfície de pistão (48) que pode se movimentar em uma câmara interna (50) na parte central (40) e é acionado pela pressão a montante do regulador de pressão de gás de exaustão (20a) por intermédio de um duto (51), para equilíbrio da pressão do controle da pressão do regulador de pressão de gás de exaustão.

8. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o pistão de controle (42) é projetado como um cilindro aberto, com uma superfície de parede externa que, na posição de controle inativa, forma uma extensão axial da parte central (40) entre a parte central (40) e o anel estator (34), e com uma superfície de parede interna que, na posição de controle ativa, forma uma extensão axial da parede externa (39) entre a parede externa (39) e a parte central (40).

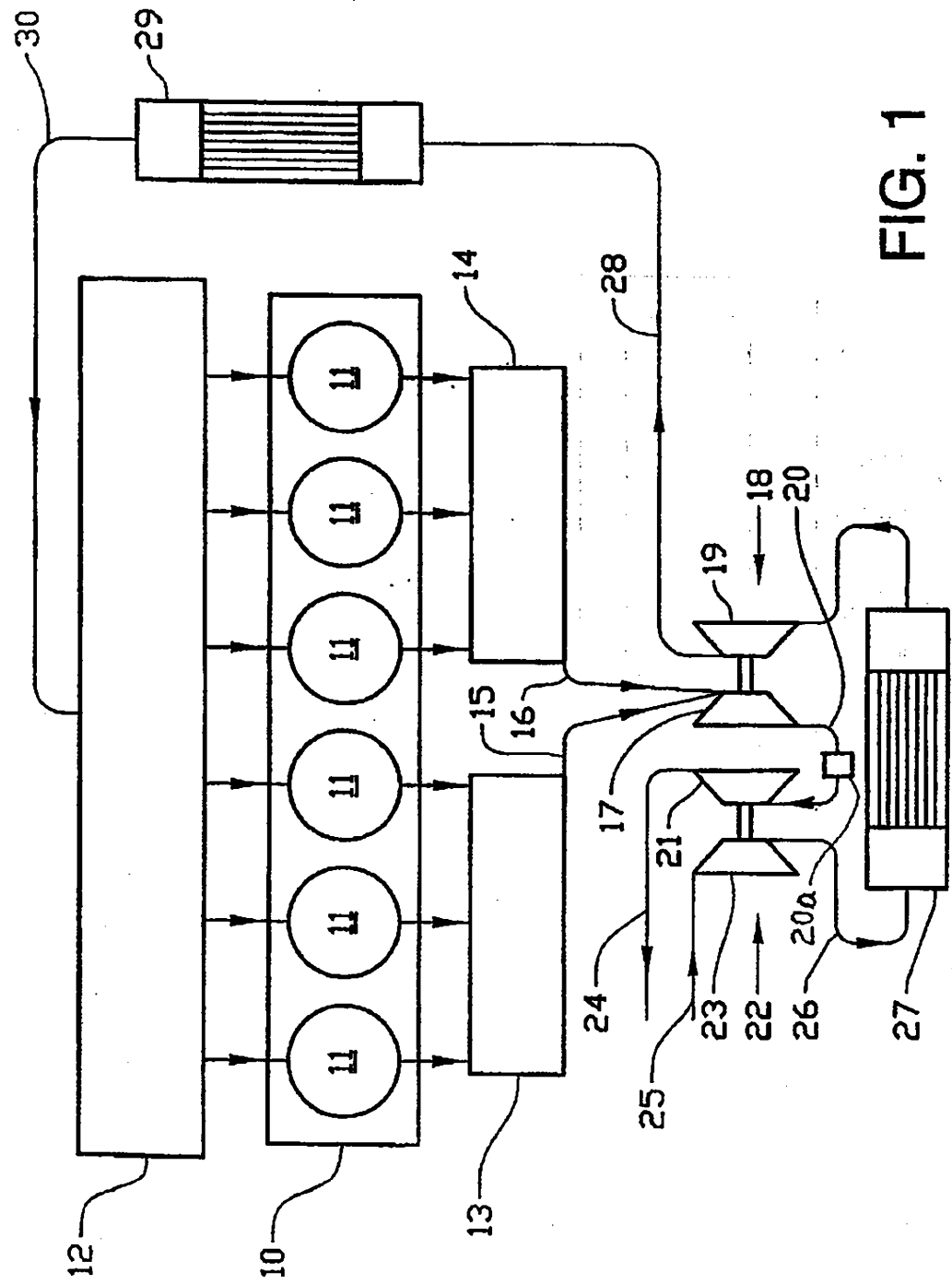
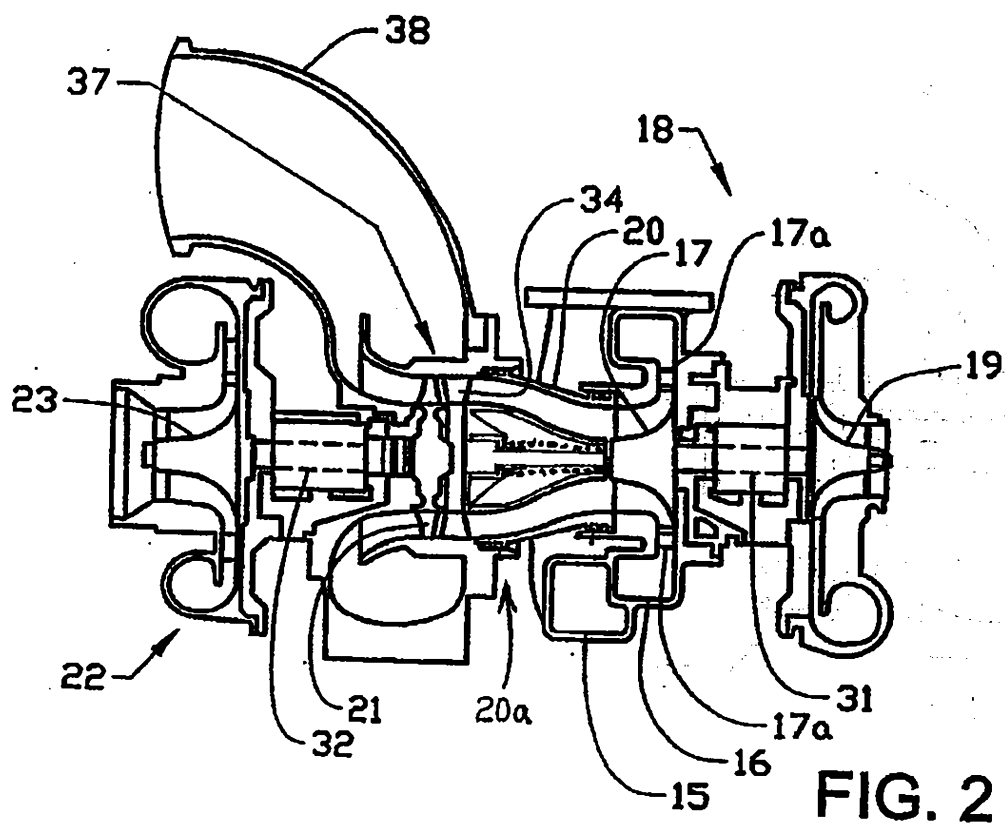


FIG. 1

2/3



3/3

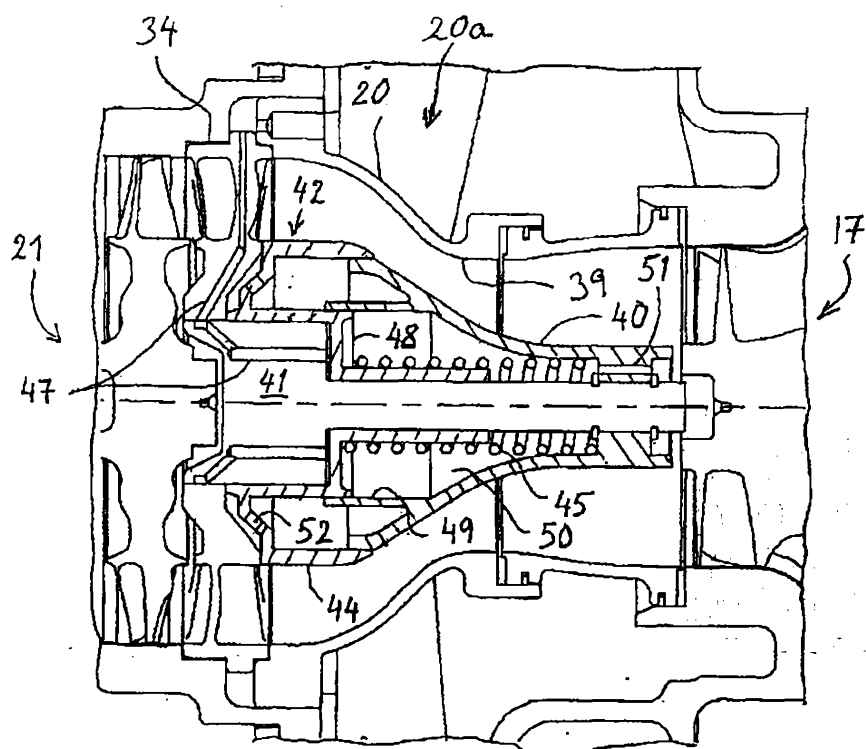


Fig. 3

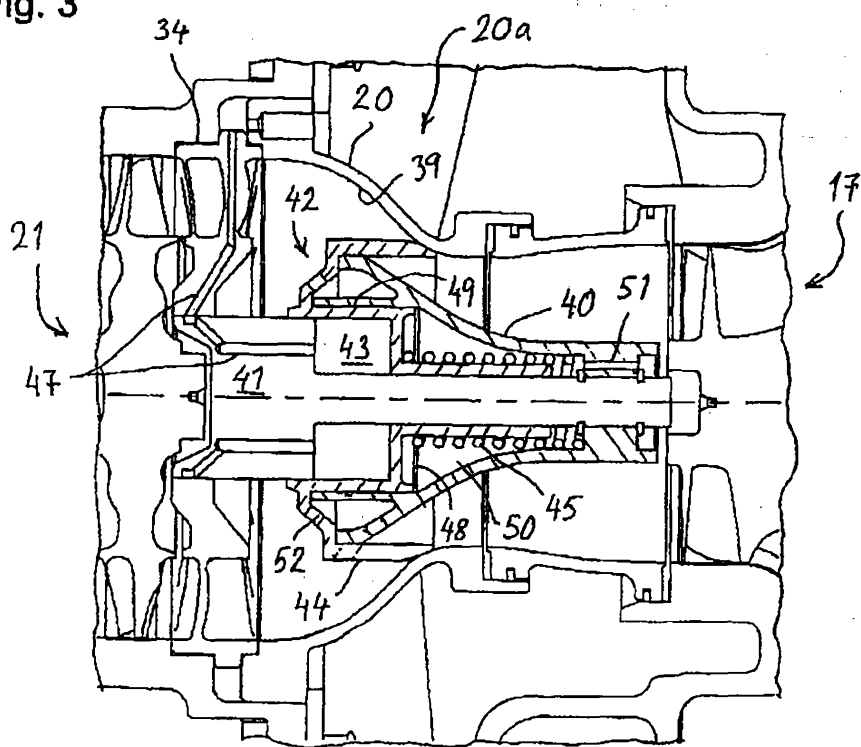


Fig. 4