(11) Número de Publicação: **PT 1478855 E**

(51) Classificação Internacional:
F04D 25/06 (2007.10) ***F04D 29/04*** (2007.10)
F04D 29/02 (2007.10) ***F25B 1/53*** (2007.10)
F04D 25/16 (2007.10)

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: **2003.02.28**

(30) Prioridade(s): **2002.02.28 CA 2373905**

(43) Data de publicação do pedido: **2004.11.24**

(45) Data e BPI da concessão: **2008.09.03**
241/2008

(73) Titular(es):
TURBOCOR INC.
7575 TRANS-CANADA HIGHWAY SUITE 500
ST-LAURENT H4T 1V6 (QUÉBEC) CA

(72) Inventor(es):
RONALD DAVID CONRY CA

(74) Mandatário:
MARIA SILVINA VIEIRA PEREIRA FERREIRA
RUA CASTILHO, N.º 50, 5º - ANDAR 1269-163 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **COMPRESSOR CENTRÍFUGO**

(57) Resumo:

RESUMO

"COMPRESSOR CENTRÍFUGO"

É proporcionado um compressor compacto e eficiente, com base na utilização de tecnologia de mancais magnéticos, que pode funcionar a alta velocidade e compreende um sistema de controlo fiável. O compressor da presente invenção faz uso de dois compressores separados, montados sobre um motor único comum compartilhando, deste modo, uma transmissão única. O equilíbrio do empuxo a uma alta RPM é melhorado utilizando um par de mancais electromagnéticos.

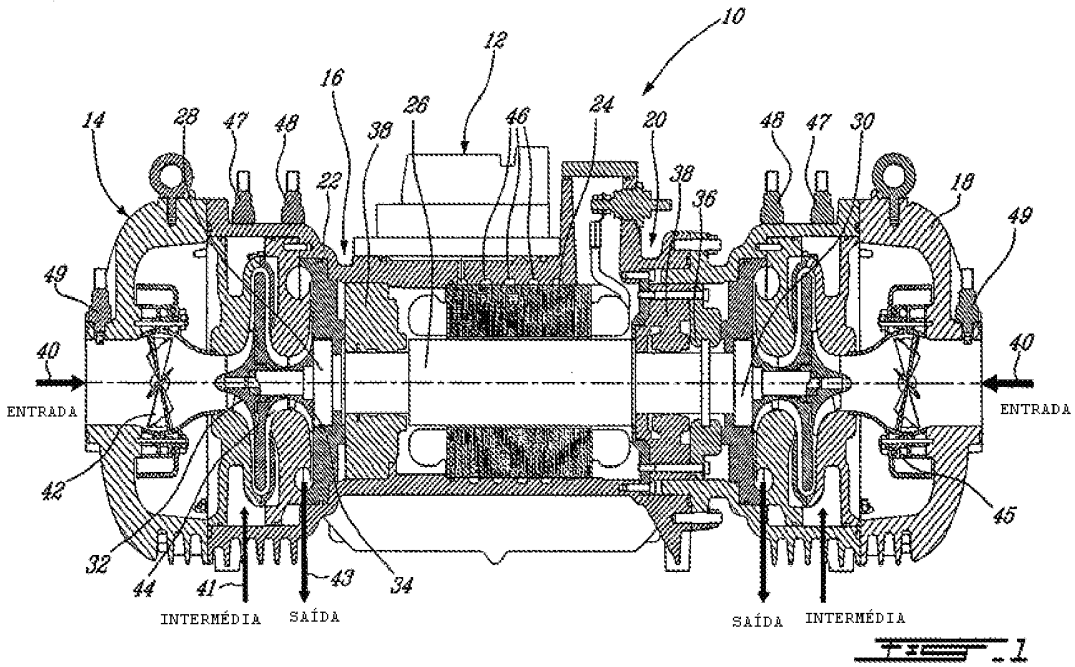


Fig. 1

DESCRIÇÃO
"COMPRESSOR CENTRÍFUGO"

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a compressores centrífugos. Mais precisamente, a presente invenção está relacionada a um compressor centrífugo duplo.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Os compressores são utilizados em sistema de refrigeração, sistemas de controlo ambiental, sistemas de ar condicionado e outros semelhantes. A título de conveniência, a invenção será descrita com referência, em particular, a sistemas de ar condicionado. Os sistemas de ar condicionado utilizam compressores de diversos tamanhos que variam desde compressores muito pequenos utilizados em veículos motorizados e situações domésticas, até compressores de até mais de $3{,}5 \cdot 10^{6}$ W (milhares de Toneladas) de capacidade utilizados em equipamentos de ar condicionado comercial.

Os refrigerantes e sistemas de ar condicionado actualmente utilizam um refrigerante R12 ou um refrigerante especial que é um refrigerante CFC ou HCFC, que á agora conhecido como potencialmente prejudicial ao ambiente, ou R22, que é actualmente aprovado para utilização de acordo com o Protocolo de Montreal na camada de ozone até 2030 A.D., por exemplo. No entanto, a utilização de qualquer refrigerante tem de ser em volumes progressivamente reduzidos. Um importante refrigerante comercial livre de CFC actualmente

endossado sem reservas pelo Protocolo de Montreal e pela Indústria de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (HVAC) é o refrigerante conhecido como R134A. Este refrigerante, no entanto, é comercialmente inadequado como uma substituição directa para os refrigerantes CFC nas máquinas hemáticas ou semi-hemáticas existentes porque a estrutura química do R134A resulta numa perda de desempenho de até 30%. Além disso, o refrigerante R134A é basicamente inadequado para utilização com os compressores existentes sem mudanças mecânicas essenciais uma vez que o refrigerante é quimicamente incompatível com os lubrificantes agora disponíveis para os mancais mecânicos e outras partes rotativas ou recíprocas dos compressores.

O documento US 5.857.348 divulga um compressor centrífugo do tipo refrigerante que compreende pelo menos um impulsor, um motor eléctrico e um eixo de transmissão montado sobre mancais radiais não-lubrificados, tais como mancais magnéticos ou lubrificados a gás com meios de localização axial associados ao eixo para limitar o seu movimento axial em relação ao invólucro do compressor. O invólucro aloja o motor e o compressor e define as passagens de entrada de gás e a saída de gás. São proporcionados meios de estrangulamento na entrada e um meio de controlo varia a velocidade do motor e do meio de estrangulamento para controlar a proporção de compressão e fluxo de massa através do compressor de acordo com a carga de refrigeração.

O documento US 4.969.803 divulga uma unidade de compressor com uma transmissão conectada por motor de alta

frequência para comprimir gases e que é adequado para grandes profundidades oceânicas e para o transporte de gás natural do fundo do oceano onde a baixa temperatura obtida na água é utilizada de forma eficaz. A unidade de compressor é suportada por mancais magnéticos num invólucro. O compressor inclui uma pluralidade de estágios do compressor conectados por tubagens que formam um arrefecedor de superfície no lado da sucção dispostas à volta do invólucro.

Outra dificuldade com os sistemas de ar condicionado actuais é que, tradicionalmente, os sistemas de refrigeração pequenos a médios de uma capacidade numa gama entre 1 e 150 kilowatts utilizam compressores recíprocos, rotativos ou espirais, que são relativamente económicos de serem produzidos, mas também são relativamente ineficientes. Os compressores de parafuso tornam-se mais eficientes em tamanhos entre 176 kilowatts e 1055 kilowatts (50 e 300 Toneladas) embora a maioria dos sistemas acima de 633 kilowatts (180 toneladas) utilizem compressores centrífugos uma vez que estes são mais eficientes do que os compressores de parafuso. No entanto, os compressores centrífugos, que, basicamente, compreendem um rotor que envia ar radialmente para fora para um estator sob acção centrífuga para criar compressão, envolve altas velocidades rotativas e são, em geral, bastante mais dispendiosos de serem produzidos e mantidos.

Em resumo, a eficiência do equipamento mais pequeno inferior a 633 kilowatts (180 toneladas) é limitada pela

tecnologia disponível nos compressores recíprocos, rotativos, espirais e de parafuso.

OBJECTIVOS DA INVENÇÃO

Um objectivo da presente invenção é, portanto, proporcionar um compressor centrífugo melhorado.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Mais especificamente, de acordo com a presente invenção, é proporcionado um compressor centrífugo compreendendo uma montagem do motor, um primeiro compressor, o referido primeiro compressor sendo montado sobre uma primeira extremidade da referida montagem do motor, e um segundo compressor, o referido segundo compressor sendo montado sobre uma segunda extremidade da referida montagem do motor. A referida montagem de motor é situada entre o referido primeiro e o referido segundo compressores, em que o referido primeiro e o referido segundo compressores são compressores centrífugos, cada um compreendendo um impulsor de primeiro estágio e um impulsor de segundo estágio, em que o compressor centrífugo é adaptado para um gás refrigerante que passa pelo impulsor de primeiro estágio, depois passa por uma passagem para gás para uma entrada do impulsor de segundo estágio. Um estator da montagem do motor define uma série de canais de arrefecimento do motor adaptados para transportar um dos seguintes líquidos: um líquido refrigerante proveniente de um circuito refrigerante, um refrigerante gasoso que contorna pelo menos um dos primeiro e segundo estágios do compressor.

Preferencialmente, o referido primeiro e o referido segundo compressores são versões em espelho um do outro. Além disso, preferencialmente, o referido primeiro e o referido segundo compressores formam, cada um deles, um compressor de estágios múltiplos.

Além disso, de preferência, os impulsores de estágio do primeiro compressor são montados sobre uma primeira porção da extremidade de um eixo do rotor, e os impulsores de estágio do segundo compressor são montados sobre a segunda porção da extremidade de um eixo do rotor. É preferido que o referido eixo do rotor seja accionado por uma montagem de motor de CC, sem escovas, de íman permanente, em que mancais não-lubrificados equilibram a carga sobre o eixo do rotor.

Além disso, é preferido se a referida montagem do motor compreender um estator de íman permanente e um rotor, em que o referido rotor é accionado pelo referido estator de íman permanente, em que o referido rotor é formado de um material de terra rara.

O compressor centrífugo pode ainda compreender um sistema de controlo do compressor.

A montagem do motor, de preferência, é uma montagem de motor eléctrico de alta velocidade.

Além disso, o compressor centrífugo, de preferência, compreende um invólucro formado de um material que é estável e resistente a altas temperaturas. O invólucro pode ser

formado de um material seleccionado do grupo que consiste em material plástico sintético moldado por injecção, um material reforçado com fibra de vidro, um material maquinado e um material fundido.

Se for utilizada uma montagem de motor eléctrico de alta velocidade, esta montagem de motor eléctrico de alta velocidade, de preferência, compreende um estator e um rotor de CC, sem escovas, de íman permanente, em que o primeiro compressor é montado sobre uma primeira extremidade do referido rotor e, em que o referido segundo compressor é montado sobre uma segunda extremidade do referido rotor. Aí, o primeiro e o segundo compressores, cada, compreendem pelo menos dois impulsores de estágio, em que um gás refrigerante, depois de passar por um impulsor de primeiro estágio de um dos compressores, passa por uma passagem de gás para uma entrada do impulsor de segundo estágio, em que o estator define uma série de canais de arrefecimento do motor, onde flui um de: um líquido refrigerante proveniente de um circuito refrigerante e um refrigerante gasoso que contorna pelo menos um dos primeiro e segundo estágios do compressor. Aí, de preferência, o compressor centrífugo compreende mancais reais e radiais montados à volta do eixo do rotor para equilibrar a carga sobre o mesmo. De preferência, o rotor é formado de um material de terra rara.

De preferência, a montagem do motor é capaz de velocidades superiores a 150000 rpm.

Se forem utilizados mancais não-lubrificados, os referidos mancais não-lubrificados são mancais electromagnéticos, que são seleccionados do grupo que consiste num tipo passivo/activo e um tipo só activo.

De preferência, o compressor centrífugo compreende ainda um circuito de controlo. Aí, o circuito de controlo, de preferência, compreende um circuito impresso tridimensional e sensores localizados sobre partes fixas e rotativas dos referidos mancais. O circuito de controlo, de preferência, compreende um meio de fornecimento de energia.

O compressor centrífugo, de preferência, bombeia gás directamente para dentro do referido segundo compressor através de um tubo de conexão e daí para dentro de um condensador para alimentar o gás para dentro de um evaporador, antes de realimentar para o referido primeiro compressor.

É também proporcionada a utilização do compressor centrífugo para, pelo menos, uma das seguintes finalidades:

i) em combinação com evaporadores duplos (202, 203) que funcionam em conjuntos diferentes de condições (204, 205), um condensador (206) e um reservatório de líquido (207) para permitir modificar as condições de carga e temperaturas de sucção de funcionamento;
ii) para bombear gás em condensadores separados (306, 307), e a partir daí para separar os evaporadores

(302, 303) que são alimentados a partir de uma conduta de líquido comum (308); e

iii) para bombear um gás para condensadores separados (406, 407) e a partir daí para um evaporador (409) por meio de uma conduta de líquido (408).

É também proporcionado um sistema de refrigeração modular, compreendendo o compressor centrífugo de acordo com a descrição dada acima. O sistema de refrigeração modular pode ainda compreender lógica de controlo para iniciar e parar os compressores adicionais de acordo com as condições de carga detectadas.

Outros objectos, vantagens e características da presente invenção tornar-se-ão mais evidentes mediante a leitura da seguinte descrição não restritiva de formas de realização da mesma, dadas apenas a título de exemplo com referência aos desenhos associados.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Nos desenhos apensos:

a Figura 1 é uma vista elevada lateral seccional de um compressor centrífugo de acordo com a presente invenção;

a Figura 2 é um diagrama esquemático de um sistema incluindo o compressor centrífugo da Figura 1, de acordo com uma forma de realização da presente invenção;

a Figura 3 é uma diagrama esquemático de um sistema incluindo o compressor centrífugo da Figura 1, para uma outra forma de realização da presente invenção;

a Figura 4 é um diagrama esquemático de um sistema que inclui um compressor centrífugo da Figura 1 de acordo com outra forma de realização da presente invenção; e

a Figura 5 é uma diagrama esquemático de um sistema que inclui o compressor centrífugo da Figura 1, de acordo com ainda outra forma de realização da presente invenção.

DESCRIÇÃO DA FORMA DE REALIZAÇÃO

Num sentido amplo, a presente invenção proporciona um compressor centrífugo compreendendo compressores montados sobre um motor comum, deste modo, compartilhando uma transmissão única, de tal modo que o empuxo a uma alta RPM é equilibrado pela utilização de mancais electromagnéticos.

Mais precisamente, conforme ilustrado na Figura 1 dos desenhos apensos, um compressor centrífugo duplo 10, de acordo com a presente invenção compreende uma montagem de motor eléctrico 12, um primeiro compressor centrífugo 14 e um segundo compressor centrífugo 18 no interior do invólucro 22.

O primeiro compressor centrífugo 14 é montado sobre uma primeira porção da extremidade 16 da montagem do motor eléctrico 12 e o segundo compressor centrífugo 18 é montado sobre uma segunda porção da extremidade 20 da montagem do motor eléctrico 12 de tal modo que a montagem do motor

eléctrico 12 fica, em geral, situada centralmente entre o primeiro e o segundo compressores centrífugos 14 e 18.

A montagem do motor eléctrico 12 pode ser uma montagem de motor eléctrico de alta velocidade compreendendo um estator do motor de íman permanente de CC, sem escovas 24 e um rotor 26. O rotor 26 tem uma primeira extremidade 28, na primeira porção da extremidade 16 da montagem do motor eléctrico 12, sobre a qual o primeiro compressor 14 está montado, e uma segunda extremidade 30 na segunda porção da extremidade 20 da montagem do motor eléctrico 12, sobre a qual o segundo compressor 18 está montado.

O rotor 26 é formado de segmentos de um material de terra rara conforme conhecido na técnica, tal como boreto de neodímio-ferro, por exemplo, proporcionando uma eficiência eléctrica extremamente alta e permitindo velocidades muito altas. A montagem do motor eléctrico 12 é capaz de velocidades de até 150,000 rpm e mais. Tais velocidades rotativas elevadas permitem uma alta eficiência do compressor 10 por uma ampla gama de cargas do compressor.

O invólucro 22 é formado de um material que é estável e resistente a altas temperaturas. Pode ser formado de um material plástico sintético moldado por injecção, ou de um material que é reforçado com fibra de vidro para resistência, ou maquinado, ou metal fundido, tal como alumínio ou aço, por exemplo.

Com a finalidade de resumir e, uma vez que o primeiro e o segundo compressores 14 e 18 são essencialmente idênticos, e podem ser versões em espelho um do outro ou cada um configurado de uma maneira a actuar como um compressor de estágios múltiplos, dependendo de aplicações específicas, apenas o primeiro compressor 14 será descrito em pormenor aqui adiante.

O compressor 14 é tipicamente um compressor centrífugo compreendendo dois estágios de compressor montados de costas um para o outro, nomeadamente, um impulsor de primeiro estágio 32 e um impulsor de segundo estágio 34. Ambos os impulsores de estágios 32 e 34 são montados sobre a primeira extremidade 28 do eixo do rotor 26 accionado pelo estator 24 de íman permanente de CC, sem escovas, da montagem do motor eléctrico 12.

São proporcionados mancais electromagnéticos axiais e radiais 36 e 38 para equilibrar a carga axial e radial sobre o eixo do rotor 26. Os mancais magnéticos radiais podem ser do tipo passivo/activo utilizando tecnologia de íman permanente, ou do tipo só activo. Em ambos os casos, um circuito de controlo para os mesmos pode ser proporcionado no compressor. Tal circuito de controlo, que se crê ser bem conhecido na técnica e, portanto, não será aqui descrito em pormenor, pode ter a forma de placas de circuito impresso tridimensional formadas de modo integrante com o invólucro 22, combinadas com sensores localizados em partes fixas e rotativas dos mancais. Tal circuito de controlo determina a localização da parte rotativa do mancal em relação à parte

fixa num dado momento e emite sinais de erro permitindo fazer ajustes magnéticos para corrigir qualquer desvio em qualquer dada posição angular.

Pode também ser proporcionado um sistema de controlo do compressor (não ilustrado) que inclui um meio de fornecimento de energia para fornecer energia eléctrica aos mancais magnéticos activos no caso de uma falta de energia eléctrica ocorrer durante o funcionamento do compressor 10. Tal meio de fornecimento de energia pode envolver a utilização da montagem do motor eléctrico 12 como um gerador se o fornecimento de energia ao motor for cortado, ou a utilização dos mancais para gerar um fornecimento de energia auto-sustentado. Podem ser proporcionados mancais cerâmicos *touch down* para suportar as cargas do mancal quando o eixo do rotor 26 está estacionário devido a uma perda de energia eléctrica no motor 12 e nos mancais magnéticos 36, 28.

Será entendido que o compressor de dois estágios da presente invenção permite que a carga axial sobre o eixo do rotor 26 seja substancialmente equilibrada, deste modo, reduzindo muito a necessidade de um mancal magnético axial.

Uma câmara de entrada de gás 40 aloja aletas guia ajustáveis 42 que regulam um fluxo de gás para o impulsor de primeiro estágio 32. Numa condição de carga baixa, as aletas guia 42 são movidas para reduzir o fluxo de gás, ao passo que numa condição de carga alta as aletas guia 42 são abertas para permitir um aumento no fluxo do gás para o compressor de primeiro estágio 14.

Numa forma de realização alternativa, a velocidade do motor pode variar para corresponder a uma capacidade necessária do compressor e as aletas guia 42 são ajustadas em condições onde há um risco de surto ou afogamento ou em condições onde as cargas sobre os impulsores em cada extremidade do compressor não correspondem igualmente uma à outra.

Na forma de realização ilustrada na Figura 1, uma série de aletas guia 42 estendem-se radialmente para dentro a partir da extremidade de entrada 40 do invólucro 22, cada aleta podendo ser girada à volta de um eixo que se estende radialmente. Cada aleta tem um excêntrico e um dedo que se estende a partir do excêntrico, que se encaixa numa fenda correspondente num anel de controlo 45 levado pelo invólucro 22, de modo que a rotação do anel de controlo 45 causa o movimento dos excêntricos à volta dos seus respectivos eixos, causando, deste modo, a rotação das aletas guia 42. O anel de controlo 45 pode ser girado por um motor linear ou semelhante (não ilustrado).

Um gás refrigerante, depois de passar pelo impulsor de primeiro estágio 32 passa por uma passagem de gás 44 para uma entrada do compressor de segundo estágio 34. A segunda entrada de gás pode ser ou não equipada com aletas guia, dependendo do tamanho do compressor e do grau de controlo que é necessário.

O estator 24 define, com o invólucro 22, uma série de canais de arrefecimento do motor 46 onde pode fluir seja um

refrigerante líquido proveniente de um circuito de refrigerante ou um refrigerante gasoso que contorna o segundo ou ambos os estágios do compressor. Ao utilizar um refrigerante como um meio de arrefecimento, o calor do motor pode ser dissipado num condensador do circuito de refrigeração, proporcionando, deste modo, um eficiente sistema de transferência de calor.

O compressor de dois estágios desta invenção é proporcionado com transdutores de pressão 47, 48 e 49 na entrada 40, numa passagem intermédia 41 e numa passagem de saída 43, respectivamente. Os transdutores de pressão 47, 48 e 49 são utilizados para controlar a velocidade do motor por meio de um circuito de controlo utilizando uma lógica de controlo de modo que a pressão da velocidade da extremidade da aleta do impulsor de segundo estágio 34 é apenas ligeiramente acima de uma pressão de condensação num condensador da montagem e o ponto de funcionamento do compressor é mantido acima de um ponto de surto.

O transdutor de pressão 49 na câmara de entrada 40 permite um controlo das aletas guia 42 para, deste modo, controlar uma quantidade de gás que passa pelo compressor e proporcionar uma pressão de sucção constante de acordo com a carga. De facto, à medida que a carga reduz, a velocidade do compressor diminui ou as aletas guia 42 fecham-se para reduzir o caudal que passa pelo compressor, dependendo da carga e das condições de funcionamento. Em alguns casos as aletas guia 42 só fecharão quando a velocidade do compressor for reduzida até um ponto em que o compressor está a ponto de

ter um surto e uma redução adicional da carga é controlada pelas aletas guia 42. Em alguns casos, pode ser necessário que as aletas guia 42 se fechem quando os compressores não estão uniformemente em correspondência.

Os especialistas na técnica entenderão que a presente invenção proporciona compressores de várias gamas de capacidade desde, por exemplo, famílias de 17,6 kilowatts a 70,3 kilowatts (5 toneladas a 20 toneladas), 176 kilowatts a 703 kilowatts (50 a 200 toneladas) e 703 kilowatts a 3517 kilowatts (200 a 1.000 toneladas), em que os compressores são compressores de estágios múltiplos ou compressores de compressores múltiplos utilizando uma série de partes compartilhadas entre todos os compressores. Por exemplo, o invólucro 22, os mancais 36, 38 e a montagem do motor eléctrico 12 podem ser comuns por todos os conjuntos de tamanhos de estruturas e a plataforma de controlo para os mancais, o inversor de motor, o controlador do compressor, o *soft starter* (partida suave), o controlo do sistema como um todo e o controlo do compressor múltiplo podem ser comuns a todos os compressores. Deste modo, as únicas alterações que necessitam ser feitas para alterar as capacidades são ao tamanho e potência do motor e ao desenho dos impulsores, aletas guia e outros semelhantes.

Observou-se que o invólucro, a tubagem de arrefecimento do motor, os labirintos e outros componentes da estrutura interna podem ser moldados por injecção utilizando o material plástico “ULTEP” da General Electric ou outros materiais compósitos reforçados com vibra de vidro que têm extrema

rigidez, ou moldagem em alumínio, que são todos impermeáveis a ataque químico, são não-condutores eléctricos e são altamente resistentes ao calor.

Os especialistas na técnica entenderão que este compressor duplo 10 conforme descrito aqui acima, pode ser um compressor de refrigeração duplo.

As Figuras 2 a 5 ilustram uma série de exemplos de sistemas que incorporam o compressor centrífugo da presente invenção.

No sistema 200 da Figura 2, um compressor centrífugo duplo 201 de acordo com a presente invenção é utilizado em combinação com dois evaporadores duplos separados 202 e 203 que funcionam em dois conjuntos diferentes de condições 204 e 205, por exemplo; um condensador 206; e um reservatório de líquido 207. O sistema 200, deste modo, proporciona um sistema de zonas múltiplas que permite diversas condições de carga e temperaturas de sucção de funcionamento. A velocidade dos compressores do compressor centrífugo duplo 201 pode ser ajustada para corresponder a uma demanda máxima. As aletas guia 208, 201 podem controlar a capacidade do sistema 200 com a carga mínima.

A Figura 3 ilustra um outro sistema 300 compreendendo um compressor centrífugo duplo de acordo com a presente invenção. O compressor centrífugo duplo 301 é utilizado para bombear gás para dentro de dois condensadores separados 306 e 307 e desde aí para dois evaporadores separados 301 e 303,

que são alimentados a partir de uma conduta de líquido comum 308. Este sistema 300 possibilita uma instalação melhorada e flexibilidade de funcionamento e economia de energia como um todo em comparação com um sistema equivalente com um circuito único.

No sistema 400 da Figura 4, um compressor centrífugo duplo de acordo com a presente invenção bombeia um gás para dentro de dois condensadores separados 406 e 407 e, desde aí para um evaporador 409 por meio de uma conduta de líquido 408. Tal sistema 400 possibilita um fabrico melhorado e flexibilidade de funcionamento, bem como economia de energia como um todo em comparação com um sistema equivalente com um condensador único.

A Figura 5 ilustra um sistema 500 compreendendo um compressor de estágios múltiplos 501 de acordo com a presente invenção, de tal modo que um primeiro conjunto de estágios 501a do mesmo bombeia gás directamente para dentro de um segundo conjunto de estágios 501b do mesmo por meio de um tubo de conexão 510. A partir daí, o gás é bombeado para dentro de um condensador 506 e daí é alimentado por meio de um dispositivo de expansão 511 para dentro de um evaporador 509, antes de ser realimentado para o primeiro conjunto de estágios 501a do compressor 501, deste modo, completando o circuito. Os especialistas na técnica entenderão que tal sistema 500 permite equilibrar uma pressão axial, enquanto forças normais que ocorrem num sistema de terminação única tendem a tornar-se grandes, especialmente quando são utilizados mancais do tipo deslizante ou magnético.

Pelo acima mencionado, fica evidente que o compressor da presente invenção pode ser utilizado num sistema de refrigeração modular em que uma pluralidade de unidades de refrigeração modular substancialmente idênticas, são montadas juntas para formar o sistema de ar condicionado e, em que uma lógica de controlo é proporcionada e que permite iniciar e parar compressores adicionais de acordo com as condições de carga detectadas.

Além disso, pela utilização da tecnologia de mancais sem óleo, tal como mancais magnéticos ou deslizantes, o compressor da presente invenção pode ser utilizado com refrigerantes avançados, tais como o refrigerante R134A. Esta tecnologia de mancais sem óleo também permite velocidades rotativas muito altas, resultando em eficiências operacionais substancialmente melhoradas do compressor em comparação com compressores centrífugos padrão.

Além disso, o compressor da presente invenção tem uma estrutura proporcionada com a resistência necessária para longevidade, ao mesmo tempo que permite que o compressor seja fabricado de um tamanho substancialmente menor do que os compressores de capacidade equivalente. De facto, os especialistas na técnica entenderão que um compressor de acordo com a presente invenção pode ter menos da metade do tamanho e um terço do peso de um compressor equivalente conhecido.

Deste modo, conforme ficará evidente para os especialistas na técnica, o compressor da presente invenção é

um compressor compacto e eficaz, mais útil para aplicações domésticas e comerciais, por exemplo, enquanto, simultaneamente, permite alva velocidade e um sistema de controlo fiável, utilizando dois compressores separados montados sobre um único motor, compartilhando, deste modo, uma única transmissão. Deve ser entendido que o equilíbrio do empuxo a uma alta rpm é realizado utilizando impulsores de costas um para o outro, deste modo, reduzindo em muito a carga sobre os mancais electromagnéticos axiais. Finalmente, embora satisfazendo as exigências para condições de alto funcionamento, o compressor da presente invenção resulta em custos reduzidos de fabrico.

Embora a presente invenção tenha sido descrita acima por meio das suas formas de realização preferidas, a mesma pode ser modificada, sem afastamento dos ensinamentos do tema da invenção conforme definido nas reivindicações apensas.

Lisboa, 27 de Novembro de 2008

REIVINDICAÇÕES

1. Compressor centrífugo (10, 201, 301) compreendendo uma montagem de motor (12) um primeiro compressor (14), o referido primeiro compressor (14) sendo montado sobre uma primeira extremidade da referida montagem de motor (12); e um segundo compressor (16), sendo montado sobre uma segunda extremidade da referida montagem de motor (12), a referida montagem de motor (12) estando situada entre o referido primeiro (14) e o referido segundo (16) compressores, em que o referido primeiro (14) e o referido segundo (16) compressores são compressores centrífugos, cada um compreendendo um impulsor de primeiro estágio (32) e um impulsor de segundo estágio (34), em que o compressor centrífugo (10, 201, 301) é adaptado para que um gás refrigerante passe pelo impulsor de primeiro estágio (32) depois passe por uma passagem de gás (44) para uma entrada do impulsor de segundo estágio (34), **caracterizado por** um estator (24) da montagem do motor (12) definir uma série de canais (46) de arrefecimento do motor adaptados para transportar um refrigerante líquido proveniente de um circuito de refrigerante; ou um refrigerante gasoso que contorna pelo menos um do primeiro e segundo estágios do compressor.

2. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 1, em que o referido primeiro (14) e o referido segundo (16) compressores são versões em espelho um do outro.

3. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 1, em que o referido primeiro (14) e o referido segundo (16) compressores formam um compressor de estágios múltiplos.

4. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 1, em que os impulsores de estágio (32, 34) do primeiro compressor (14) são montados sobre uma primeira porção da extremidade (28) de um eixo do rotor (26), e os impulsores de estágio do segundo compressor (16) são montados sobre uma segunda porção de extremidade (10) de um eixo do rotor (26).

5. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 4, em que o referido eixo do rotor (26) é accionado por uma montagem de motor de CC, sem escovas, de íman permanente (12, de mancais não-lubrificados (36, 38) que equilibram a carga sobre o eixo do rotor (26).

6. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 1, a referida montagem do motor (12) compreendendo um estator de íman permanente (24) e um rotor (26), o referido rotor (26) sendo accionado pelo referido estator (24) de íman permanente em que o referido rotor (26) é formado de um material de terra rara.

7. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com uma das reivindicações 1 a 6, compreendendo ainda um sistema de controlo do compressor.

8. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com uma das reivindicações 1 a 7, em que a referida montagem do motor (12) é uma montagem de motor eléctrico de alta velocidade (12).

9. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com uma das reivindicações 1 a 8, compreendendo ainda um invólucro (22) formado de um material que é estável e resistente a altas temperaturas.

10. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 9, em que o referido invólucro (22) é formado de um material seleccionado do grupo que compreende um material plástico sintético moldado por injecção, um material reforçado com fibra de vidro, um material maquinado e um material fundido.

11. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 8, em que a referida montagem de motor eléctrico de alta velocidade (12) compreende um estator de íman permanente de CC, sem escovas (24) e um rotor (26), o referido primeiro compressor (14) sendo montado sobre uma primeira extremidade (28) do referido rotor (26); e o referido segundo compressor (16) sendo montado sobre uma segunda extremidade (39) do referido rotor (26); em que o referido primeiro e o referido segundo compressores, cada um compreende pelo menos impulsores de dois estágios (32, 34), em que um gás refrigerante, depois de passar por um impulsor de primeiro estágio (32)

de um dos compressores (14, 16) passa por uma passagem de gás (44) para uma entrada de um impulsor de segundo estágio (34) do referido compressor (14, 16), o estator (24) definindo uma série de canais de arrefecimento do motor (46) onde flui um de: i) um refrigerante líquido proveniente de um circuito refrigerante e ii) um refrigerante gasoso que contorna pelo menos um do primeiro e segundo estágios do compressor.

12. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 11, compreendendo ainda mancais axiais e radiais não lubrificados (36, 38) montados à volta do eixo do rotor (26) para equilibrar a carga sobre o mesmo.

13. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com qualquer das reivindicações 11 e 12, em que o referido rotor é formado de um material de terra rara.

14. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 1, em que a referida montagem do motor (12) é capaz de velocidades superiores a 150.000 rpm.

15. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com qualquer das reivindicações 5 e 12, em que os referidos mancais não-lubrificados (36, 38) são mancais electromagnéticos (36, 38) e são seleccionados do grupo que consiste num tipo passivo/activo e um tipo só activo.

16. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com qualquer das reivindicações 11 a 13, compreendendo ainda um circuito de controlo.

17. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 16, em que o referido circuito de controlo compreende um circuito impresso tridimensional e sensores localizados sobre partes fixas e rotativas dos referidos mancais (36, 38).

18. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com qualquer das reivindicações 16 e 17, em que o referido circuito de controlo compreende um meio de fornecimento de energia.

19. Compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 1, em que o referido primeiro compressor bombeia gás directamente para dentro do referido segundo compressor por meio de um tubo de conexão (510) e a partir daí para dentro de um condensador (506) para alimentar o gás para um evaporador (509), antes de realimentar o referido primeiro compressor.

20. Utilização do compressor centrífugo (10, 201, 301) de acordo com a reivindicação 1 para pelo menos uma das seguintes finalidades:

i) em combinação com evaporadores duplos (202, 203) que funcionam em conjuntos diferentes de condições (204, 205), um condensador (206) e um reservatório de líquido

(207) para permitir modificar as condições de carga e temperaturas de sucção de funcionamento;

ii) para bombear gás em condensadores separados (306, 307), e a partir daí para separar os evaporadores (302, 303) que são alimentados a partir de uma conduta de líquido comum (308); e

iii) para bombear um gás para condensadores separados (406, 407) e a partir daí para um evaporador (409) por meio de uma conduta de líquido (408).

21. Sistema de refrigeração modular (200, 300, 400, 500) compreendendo o compressor modular (10, 210, 301) de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 19.

22. Sistema de refrigeração modular (200, 300, 400, 500) de acordo com a reivindicação 21, compreendendo ainda uma lógica de controlo para iniciar e parar os compressores adicionais de acordo com condições de carga detectadas.

Lisboa, 27 de Novembro de 2008

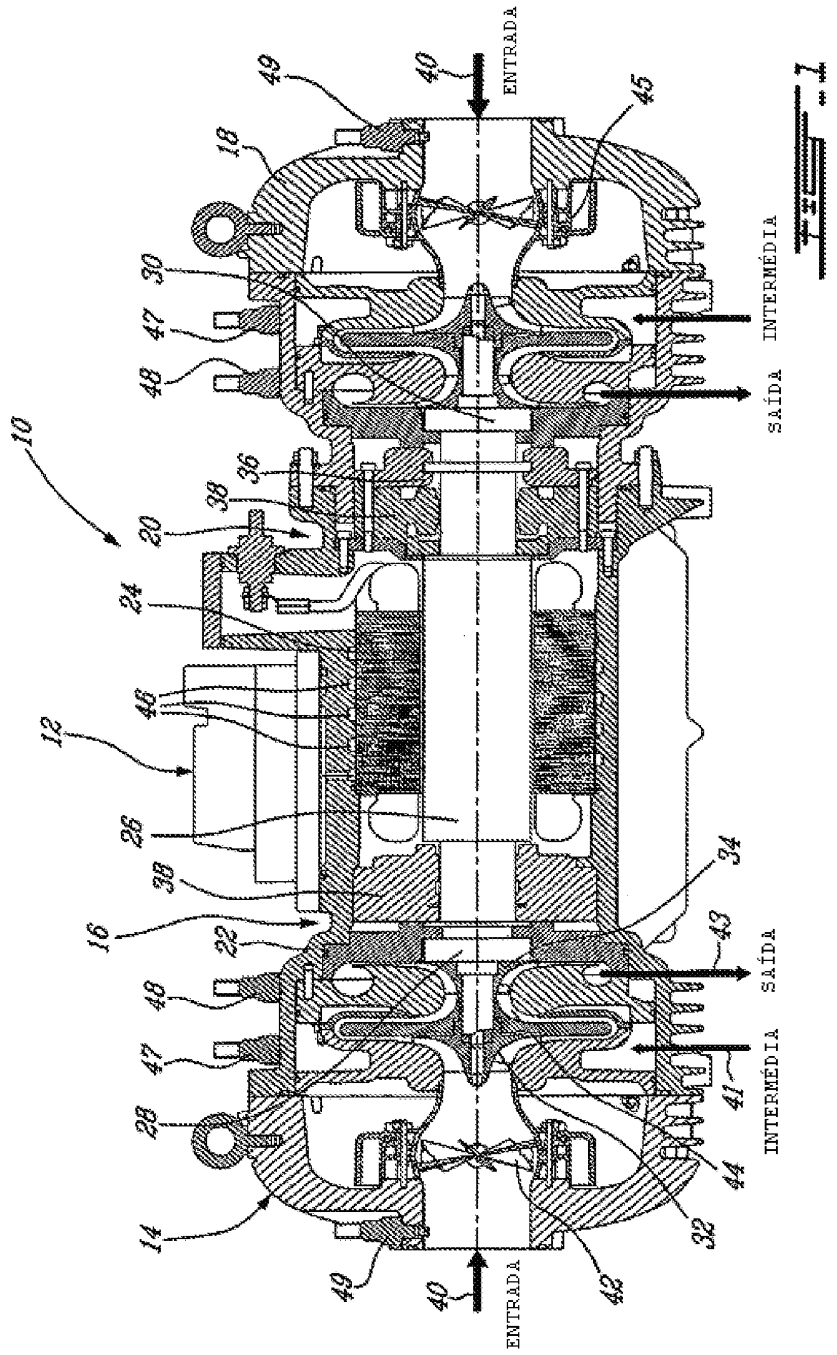

ENTRADA
SAÍDA INTERMÉDIA
INTERMÉDIA SAÍDA
ENTRADA
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49

FIG. 1

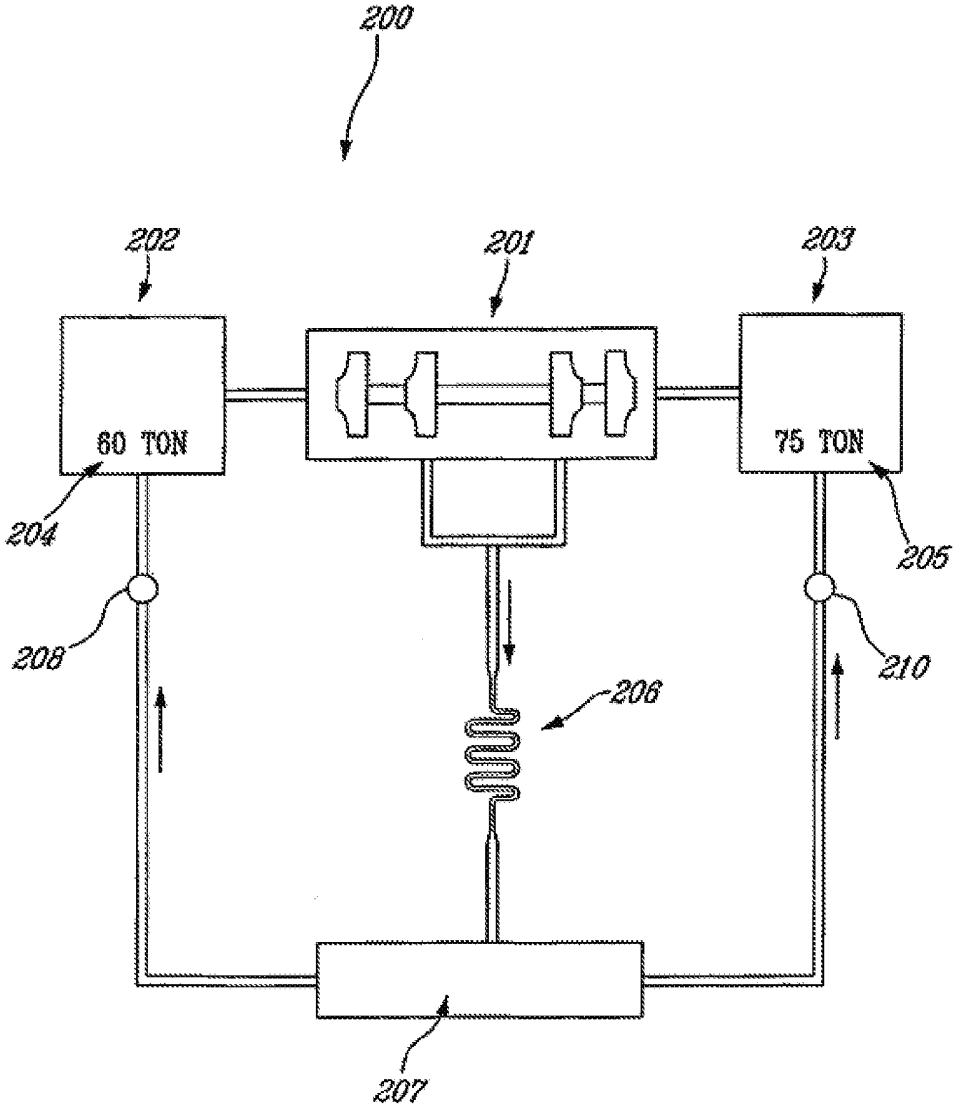


Fig. 2

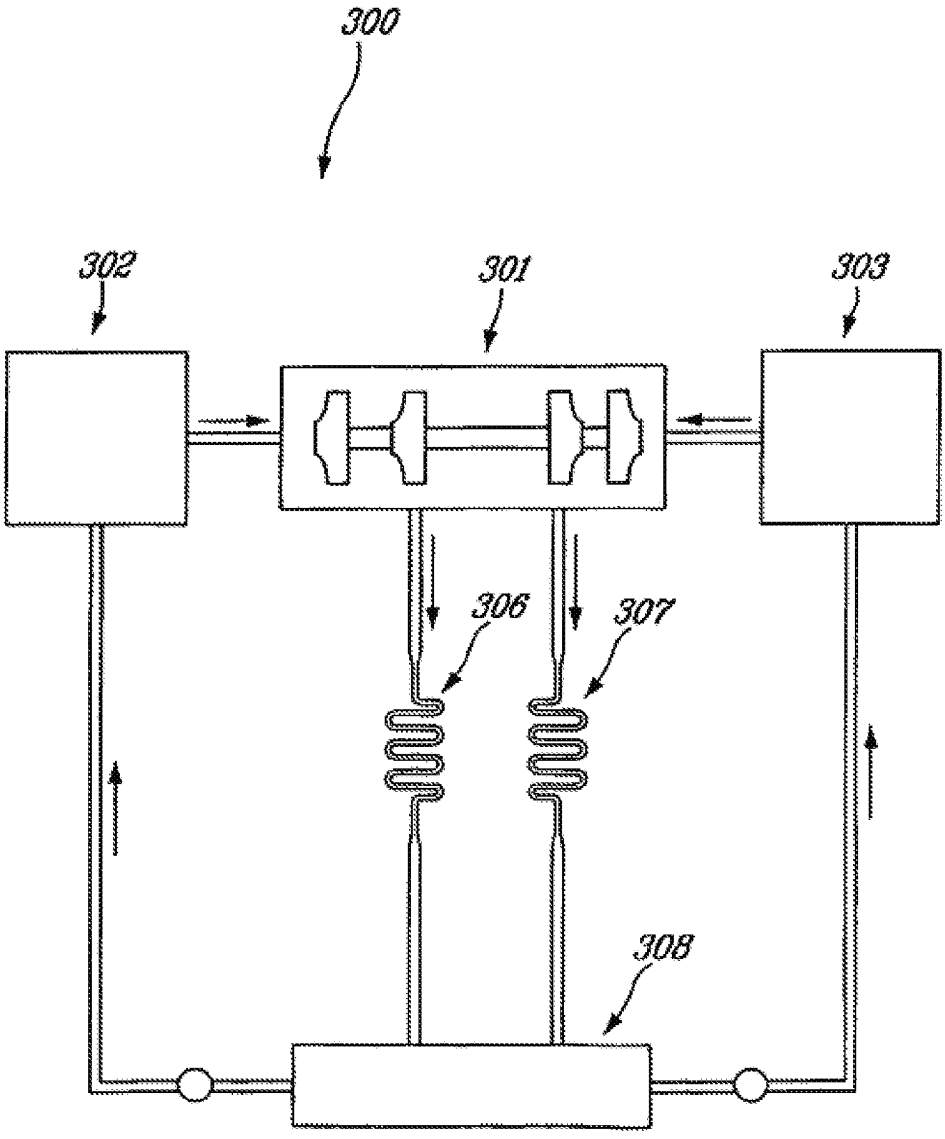


Fig. 3

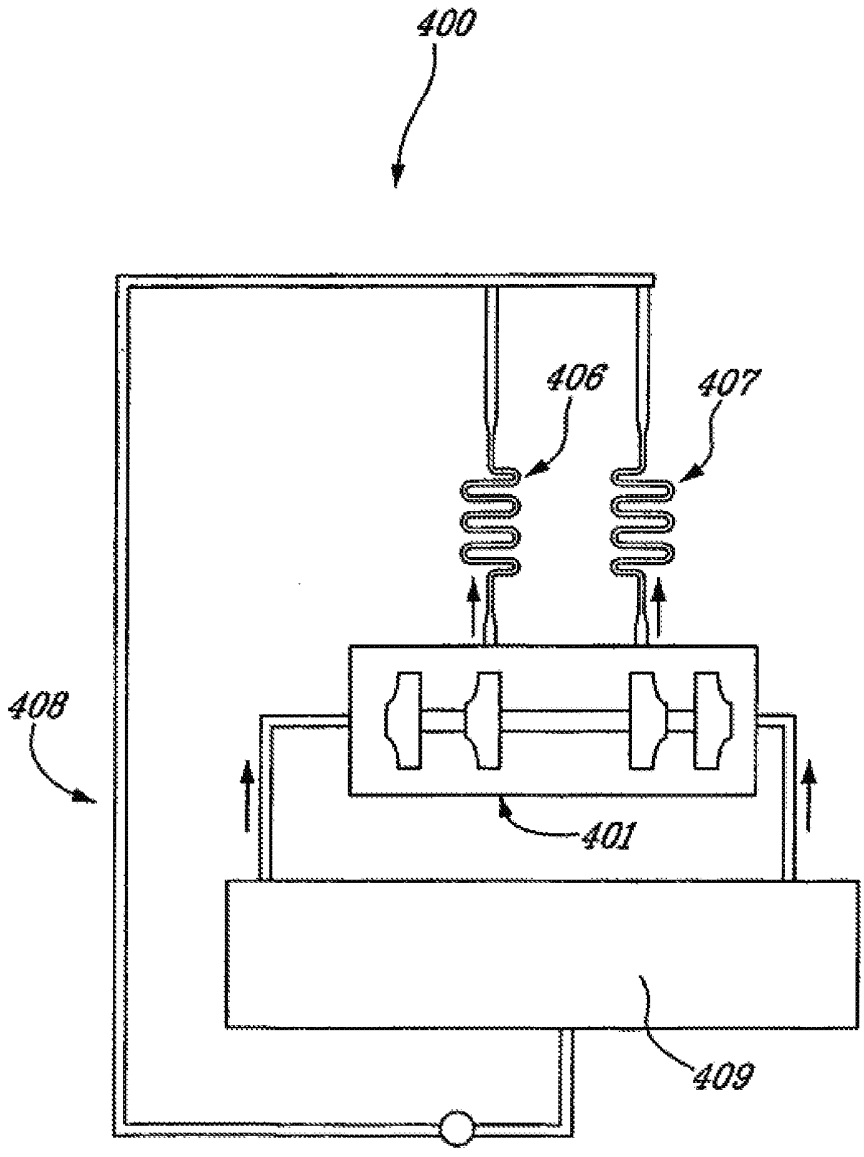


Fig. 4

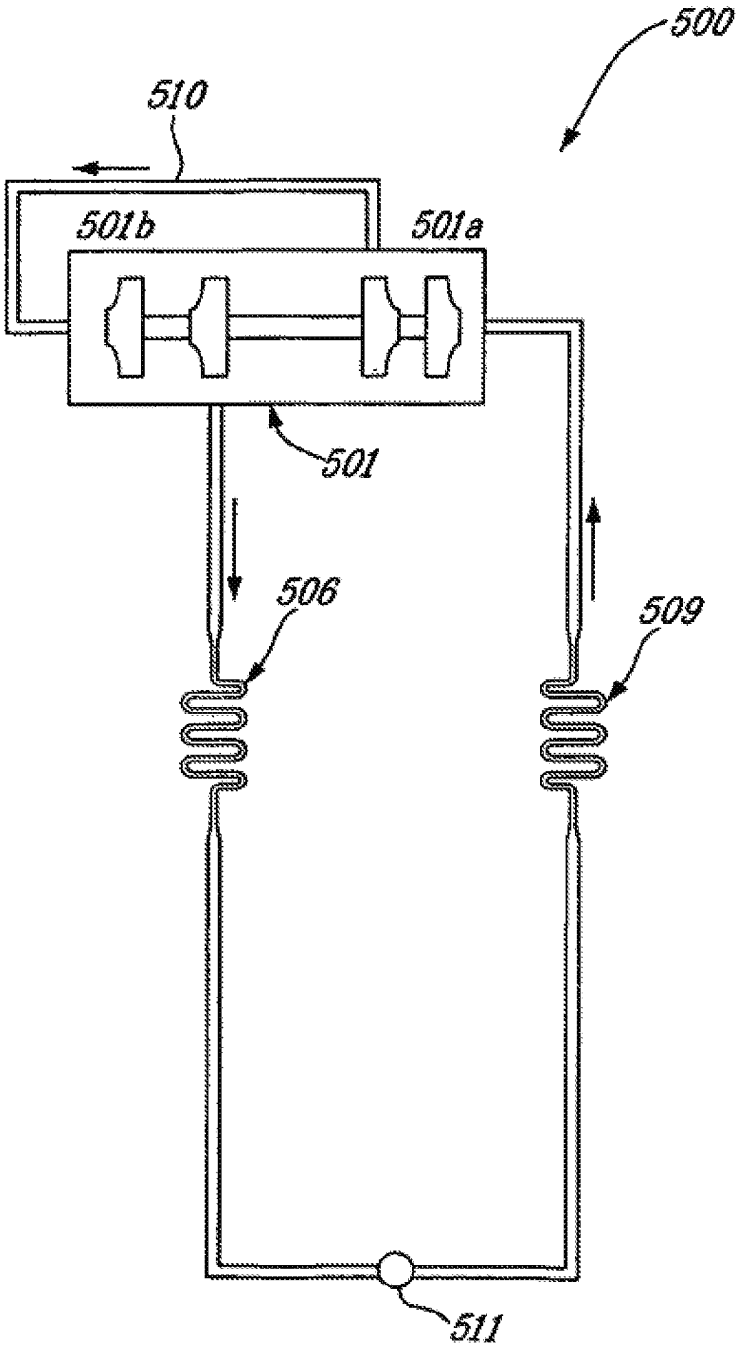


Fig. 5