

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0611386-9 A2**

(22) Data de Depósito: 28/04/2006
(43) Data da Publicação: 08/09/2010
(RPI 2070)



(51) *Int.Cl.:*
F01K 25/10
F01K 25/06
F01B 17/02
F01B 9/06

(54) Título: **MOTORES ACIONADOS POR GÁS LIQUEFEITO**

(30) Prioridade Unionista: 03/05/2005 GB 05 08902.4

(73) Titular(es): Highview Enterprises Limited

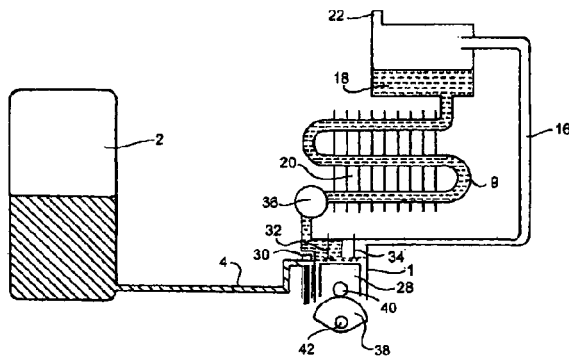
(72) Inventor(es): Peter Thomas Dearman

(74) Procurador(es): Dannemann ,Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT GB2006001581 de 28/04/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/117533 de 09/11/2006

(57) **Resumo:** A presente invenção refere-se a um motor acionado por gás liquefeito, tal como nitrogênio ou ar, o dispositivo de entrada (31, 33) admite fluido de acionamento para uma câmara de expansão definida pelo volume entre dois membros relativamente móveis (1, 28) guiados para movimento em um ciclo repetitivo pelo dispositivo guia (38, 40). O dispositivo de entrada também permite a admissão de um líquido de transferência de calor para a câmara, na qual o líquido está em contato íntimo com o fluido de acionamento e fornece energia térmica para o fluido de acionamento de expansão. O líquido de transferência de calor resfriado é retirado da câmara, aquecido e recirculado para a câmara. Parte do dito ciclo inclui um período de tempo durante o qual não há substancialmente nenhum movimento relativo entre os membros (1, 28) e durante o qual o volume da câmara é mantido no ou próximo ao seu volume mínimo, o líquido de transferência de calor e o fluido de acionamento sendo admitidos para a câmara durante o dito período de tempo. Isso produz contato íntimo e a permuta térmica entre o fluido de acionamento e o líquido de transferência de calor antes do curso de acionamento que libera a energia de eixo desenvolvida pelo motor.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MOTORES ACIONADOS POR GÁS LIQUEFEITO**".

A presente invenção refere-se a motores acionados por gás li-
quefeito.

5 Em um motor conhecido desse tipo, o nitrogênio líquido é admi-
tido para uma câmara de expansão. O nitrogênio se expande e aciona um
pistão ou rotor dentro da câmara para produzir energia de eixo. A expansão
do nitrogênio ocasiona resfriamento e o próprio efeito de resfriamento limita
o potencial de expansão do gás. Como resultado, a eficiência dos motores
10 conhecidos é baixa, e tentou-se resolver esse problema no Relatório da Pa-
tente WO 01/63099. A presente invenção tem como objetivo, além disso,
aperfeiçoar a eficiência dos motores acionados por gás liquefeito.

De acordo com um aspecto da invenção, um motor compreende
uma câmara de expansão definida pelo volume entre dois membros relati-
15 vamente móveis guiados para movimento em um ciclo repetitivo por disposi-
tivo guia, dispositivo de entrada para admitir para a câmara um fluido de a-
cionamento em uma condição refrigerada, e também para admitir para a
câmara um líquido de transferência de calor, dispositivo de saída para retirar
o líquido de transferência de calor, em um estado resfriado, proveniente da
20 câmara e permutador de calor para aumentar a temperatura do líquido de
transferência de calor retirado antes da recirculação do líquido de transfe-
rência de calor através da câmara, onde parte do ciclo inclui um período du-
rante o qual não há substancialmente nenhum movimento relativo entre os
membros e durante o qual o volume da câmara é mantido no ou próximo ao
25 seu volume mínimo, em uso o líquido de transferência de calor e o fluido de
acionamento sendo admitidos para a câmara durante o dito período e o flui-
do de acionamento então se expandindo para aumentar o volume da câmara
e o líquido de transferência de calor fornecendo energia térmica para a ex-
pansão do fluido de acionamento, a expansão do fluido de acionamento o-
casionando a geração da energia de eixo pelo motor.
30

De acordo com outro aspecto da invenção, é proporcionado um
método de geração de energia de eixo proveniente de um fluido de aciona-

mento em uma condição refrigerada, compreendendo admitir o fluido de acionamento para uma câmara de expansão definida pelo volume entre dois membros relativamente móveis guiados para movimento em um ciclo repetitivo por dispositivo guia, permitindo que o fluido de acionamento se expanda na câmara para produzir energia de eixo, onde um líquido de transferência de calor é adicionalmente admitido para a câmara onde o líquido de transferência de calor fornece energia térmica para a expansão do fluido de acionamento, o líquido de transferência de calor resfriado sendo retirado da câmara, aquecido e recirculado para a câmara, onde parte do ciclo inclui um período de tempo durante o qual não há substancialmente nenhum movimento relativo entre os membros e durante o qual o volume da câmara é mantido no ou próximo ao seu volume mínimo, e onde o líquido de transferência de calor e o fluido de acionamento são admitidos para a câmara durante o dito período.

15 A introdução do fluido de acionamento e do líquido de transferência de calor na câmara ao mesmo tempo em que o último é mantido no ou próximo ao seu volume mínimo por um período de tempo limitado promove o contato íntimo e a permuta térmica entre o fluido de acionamento e o líquido de transferência de calor antes do curso de acionamento que libera a energia do eixo.

Preferivelmente, os membros relativamente móveis compreendem um cilindro e um pistão alternável no cilindro, o pistão sendo mantido na ou próximo à sua posição de centro inativo durante o dito período de tempo.

O dispositivo guia pode incluir um came e um seguidor de came, e nesse caso o perfil do came inclui, de preferência, uma parte parcialmente circular que está centralizada no eixo geométrico giratório do came ou acima do qual o seguidor de came percorre durante o dito período de tempo que pode ser entre um terço e meio do tempo para um ciclo. Na modalidade preferida o ciclo é um ciclo de dois cursos.

30 De acordo com um aspecto adicional da invenção, um motor compreende uma câmara de expansão, dispositivo de entrada para admitir um fluido de acionamento em uma condição refrigerada para a câmara, e

também para admitir para a câmara um líquido de transferência de calor, dispositivo de saída para retirada do líquido de transferência de calor, em um estado resfriado, proveniente da câmara e um permutador de calor para aumentar a temperatura do líquido de transferência de calor retirado antes da recirculação do líquido de transferência de calor através da câmara, em uso o fluido de acionamento expandido na câmara e o líquido de transferência de calor fornecendo energia térmica para o fluido de acionamento em expansão, a expansão do fluido de acionamento ocasionando a geração de energia de eixo pelo motor, onde o dispositivo de entrada inclui uma bomba para bombear o líquido de transferência de calor para a câmara.

Por meio do uso de uma bomba, o líquido de transferência de calor pode ser injetado na câmara em uma pressão e volume para otimizar o desempenho do motor. Especificamente, o uso de uma bomba acelera o processo de injeção e assegura que a câmara seja cheia.

O líquido de transferência de calor está preferivelmente na ou próximo à temperatura ambiente quando é suprido para a câmara.

O fluido de acionamento é preferivelmente nitrogênio liquefeito ou ar ou, menos preferível, dióxido de carbono liquefeito, ou uma mistura desses ou de outros gases.

Será agora descrita uma modalidade preferida da invenção, à guisa de exemplo, com referência aos desenhos que a acompanham, nos quais:

a figura 1 é uma vista diagramática de um motor giratório de acordo com a invenção.

as figuras de 2 a 4 ilustram o motor em tempos diferentes no seu ciclo de operação, e

as figuras de 5 a 8 ilustram partes móveis do motor, para uma escala ampliada, em tempo diferente no seu ciclo de operação.

Em todos os desenhos, partes correspondentes mostram as mesmas referências numéricas.

Com relação à figura 1, o motor é dotado de um cilindro 1 dentro do qual está um pistão alternável 28. A câmara 3 definida entre o pistão e o

cilindro varia em volume à medida que o pistão é submetido ao seu ciclo de dois cursos repetitivo.

Um tanque de armazenamento pressurizado 2 retém um suprimento do fluido de acionamento na forma de nitrogênio líquido em torno de -200°C. O nitrogênio líquido é alimentado para a câmara 3 através de um tubo de suprimento 4 e de um dispositivo de controle de fluxo 30, por exemplo, uma válvula giratória. O primeiro dispositivo de entrada 31 admite o nitrogênio líquido para a câmara 3. Um líquido de transferência de calor, tal como glicol etileno, também é suprido para a câmara 3 através de um segundo dispositivo de entrada 33 alimentado por um tubo de suprimento 9 retirando o líquido de transferência de calor de um reservatório 18. O tubo de suprimento 9 inclui uma bomba 36 para a liberação de líquido de transferência de calor para a câmara 3 na pressão desejada. O líquido de transferência de calor é retirado da câmara 3 através de um tubo de retorno 16 que retorna o líquido de transferência de calor para o reservatório 18. Nessa passagem do reservatório 18 para a câmara 3, o líquido de transferência de calor passa através de um permutador térmico 20 provido de uma pluralidade de nervuras.

A parte superior do cilindro 1 é dotada de uma válvula de entrada 32 para admissão de nitrogênio liquefeito e do líquido de transferência de calor para a câmara 3, e também de uma válvula de saída 34 para a passagem do nitrogênio expandido e do líquido de transferência de calor resfriado proveniente da câmara 3 para o tubo de retorno 16. O nitrogênio é esvaziado ou drenado do reservatório por uma saída 22.

Referindo-se às figuras de 2 a 8, o movimento alternado do pistão 28 no cilindro 1 é governado por um came giratório 38 sendo dotado de uma periferia externa em forma de lóbulo engrenado por um seguidor de came 40 fixado no pistão 28. O came 38 gira no sentido do movimento dos ponteiros do relógio conforme ilustrado nas figuras de 2 a 8, em torno do eixo geométrico giratório indicado em 42. A periferia externa do came 38 é dotada de uma parte parcialmente circular que está centralizada no eixo geométrico 42 e subentendendo um ângulo de 170° a 180° no eixo geométrico

42, dois flancos substancialmente retilíneos e uma transição curva curta ligando os flancos.

À medida que o came 38 gira, o pistão 28 é submetido a ciclos repetitivos de movimento e pode ser observado que para quase a metade do tempo periódico (isto é, o tempo para um ciclo), o seguidor de came 40 percorre acima da parte parcialmente circular do came 38 e o pistão 28 é mantido em sua posição de centro inativo superior onde a câmara 3 é dotada de um volume mínimo, conforme ilustrado na figura 2. Durante esse período de tempo, a válvula 32 é aberta para admitir o primeiro líquido de transferência de calor (sob pressão proveniente da bomba 36) e então o nitrogênio líquido. Para um cilindro de 500cc de capacidade, pode ser injetado 25cc do líquido de transferência de calor mais 1cc de nitrogênio na câmara 3 no início de cada curso de energia. Durante a injeção, a válvula 34 permanece fechada.

No final desse período de tempo, a válvula 32 fecha, o seguidor de came 40 se move para um dos flancos (Figura 3) e a expansão do nitrogênio faz com que o pistão 28 seja submetido a um curso de energia. A expansão do nitrogênio ocasiona o resfriamento mas a expansão do nitrogênio absorve a energia térmica do líquido de transferência de calor que é assim resfriado. Quando o seguidor de came 40 percorre acima da transição curva curta do perfil de came, o pistão 28 está no centro inativo inferior. No retorno do curso do pistão 28 (Figura 4), o seguidor de came 40 engrena o outro flanco, o pistão 28 retorna em direção à parte superior do cilindro e a válvula 34 se abre para liberar os fluidos consumidos através do tubo 16. A válvula 34 fecha antes do começo do curso de energia subsequente do pistão 28.

O líquido de transferência de calor é bombeado para a câmara pela bomba 36. Quando dentro da câmara 3, o líquido de transferência de calor está em íntimo contato com o nitrogênio, de maneira que ocorre a transferência de calor efetiva do líquido de transferência de calor para o nitrogênio em expansão. Esta transferência de energia térmica para o nitrogênio aumenta a quantidade pela qual o nitrogênio se expande, aumentando, desse modo, a quantidade da energia de eixo produzida pelo motor. O líquido de transferência de calor é recirculado através da câmara 18, passando

através do permutador térmico 20 a fim de retornar sua temperatura ambiente.

Na seqüência das vistas das figuras de 5 a 8 está ilustrado o início do ciclo com a válvula 30 fechada, a válvula de entrada 32 fechada e a
5 válvula de saída 34 aberta. A figura 6 ilustra a válvula de entrada 32 aberta, para a entrada do líquido de transferência de calor no cilindro 3, com a válvula 30 e a válvula de saída 34 fechadas. A figura 7 ilustra as válvulas 32 e 34 fechadas e a válvula 30 aberta, permitindo o nitrogênio líquido para a câmara. A figura 8 ilustra o início do curso de energia com todas as válvulas
10 30, 32 e 34 fechadas, o nitrogênio líquido e o líquido de transferência de calor se misturando na câmara 3.

REIVINDICAÇÕES

1. Motor compreendendo uma câmara de expansão definida pelo volume entre dois membros relativamente móveis guiados para movimento em um ciclo repetitivo por dispositivo guia, dispositivo de entrada para admitir para a câmara um fluido de acionamento em uma condição refrigerada, e também para admitir para a câmara um líquido de transferência de calor, dispositivo de saída para a retirada do líquido de transferência de calor, em um estado resfriado, proveniente da câmara onde parte do ciclo inclui um período de tempo durante o qual não há substancialmente nenhum movimento relativo entre os membros e durante o qual o volume da câmara é mantido no ou próximo ao seu volume mínimo, em uso o líquido de transferência de calor e o líquido de acionamento sendo admitidos para a câmara durante o dito período de tempo e o fluido de acionamento então se expandindo para aumentar o volume da câmara e o líquido de transferência de calor fornecendo energia térmica para a expansão do fluido de acionamento, a expansão do fluido de acionamento ocasionando a geração da energia de eixo pelo motor.

2. Motor de acordo com a reivindicação 1, no qual os membros relativamente móveis compreendem um cilindro e um pistão alternável dentro do cilindro, o pistão sendo mantido na ou próximo à sua posição de centro inativo superior durante o dito período de tempo.

3. Motor de acordo com a reivindicação 1 ou 2, no qual o dispositivo guia inclui um came e um seguidor de came.

4. Motor de acordo com a reivindicação 3, no qual o perfil de came inclui uma parte parcialmente circular que está centrada no eixo geométrico giratório do came e acima do qual o seguidor de came percorre durante o dito período de tempo.

5. Motor de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o dito período está entre um terço e meio do tempo para o dito ciclo.

6. Motor de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o motor opera em um ciclo de dois cursos.

7. Motor de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, onde o dispositivo de entrada inclui uma bomba para bombear o líquido de transferência de calor para a câmara.

5 8. Motor compreendendo uma câmara de expansão, dispositivo de entrada para admitir um fluido de acionamento em uma condição refrigerada para a câmara, e também para admitir para a câmara um líquido de transferência de calor, dispositivo de saída para retirada do líquido de transferência de calor, em um estado resfriado, proveniente da câmara e um permutador de calor para aumentar a temperatura do líquido de transferência de calor retirado antes da recirculação do líquido de transferência de calor através da câmara, em uso o fluido de acionamento expandindo na câmara e o líquido de transferência de calor fornecendo energia térmica para o fluido de acionamento em expansão, a expansão do fluido de acionamento ocasionando a geração de energia de eixo pelo motor, onde o dispositivo de
10 entrada inclui uma bomba para bombear o líquido de transferência de calor para a câmara.

9. Motor de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o líquido de transferência de calor está na ou próximo da temperatura ambiente quando é suprido para a câmara.

20 10. Motor de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o fluido de acionamento é nitrogênio liquefeito ou ar, ou qualquer mistura desses ou outros gases.

11. Método para gerar energia térmica proveniente de um fluido de acionamento em uma condição refrigerada, o método compreendendo a
25 admissão do fluido de acionamento para uma câmara de expansão definida pelo volume entre dois membros relativamente móveis guiados para movimento em um ciclo repetitivo pelo dispositivo guia, permitindo o fluido de acionamento a se expandir na câmara para produzir energia de eixo, onde um líquido de transferência de calor é adicionalmente admitido para a câmara
30 onde o líquido de transferência de calor fornece energia térmica para a expansão do fluido de acionamento, o líquido de transferência de calor resfriado sendo retirado da câmara, aquecido e recirculado para a câmara, onde

parte do ciclo inclui um período de tempo durante o qual não há substancialmente nenhum movimento entre os membros e durante o qual o volume da câmara é mantido no ou próximo ao volume mínimo, e onde o líquido de transferência de calor e o fluido de acionamento são admitidos para a câmara durante o dito período de tempo.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, no qual os membros relativamente móveis compreendem um cilindro e um pistão alternável dentro do cilindro, o pistão sendo mantido na ou próximo à sua posição de centro de inércia superior durante o dito período de tempo.

13. Método de acordo com a reivindicação 11 ou 12, no qual o dispositivo guia inclui um came e um seguidor de came.

14. Método de acordo com a reivindicação 13, no qual o perfil de came inclui uma parte parcialmente circular que está centrada no eixo geométrico giratório do came e acima do qual o seguidor de came percorre durante o dito período de tempo que pode ser entre um terço e meio do tempo para um ciclo.

15. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 11 a 14, no qual o ciclo é um ciclo de dois cursos.

16. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 11 a 15, no qual o líquido de transferência de calor está na ou próximo à temperatura ambiente quando é suprido para a câmara.

17. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 11 a 16, no qual o fluido de acionamento é nitrogênio liquefeito ou ar ou qualquer mistura dos mesmos.

18. Motor de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, onde o motor compreende adicionalmente um permutador térmico para aumentar a temperatura do líquido de transferência de calor retirado antes da recirculação do líquido de transferência de calor através da câmara.

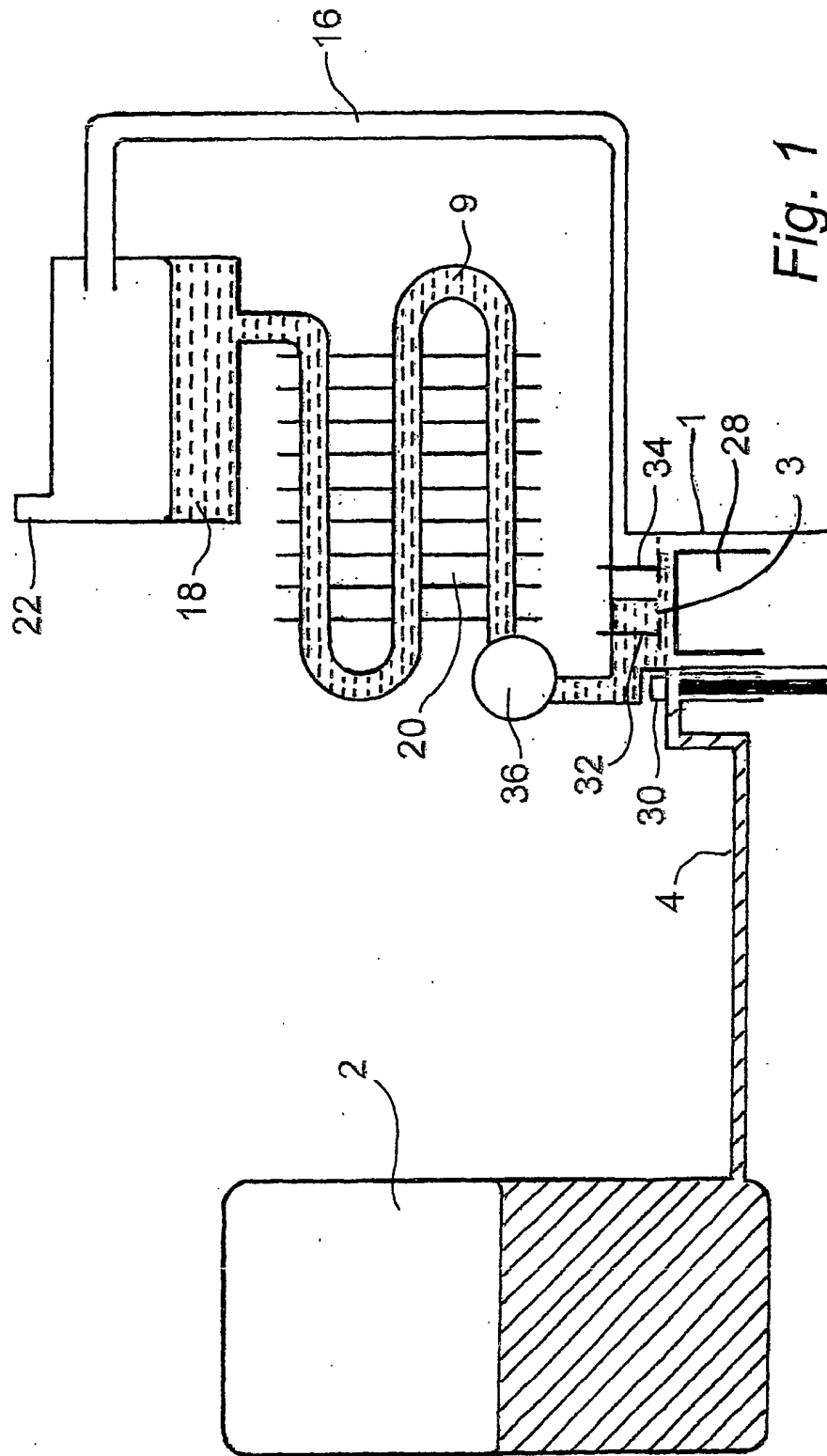


Fig. 1

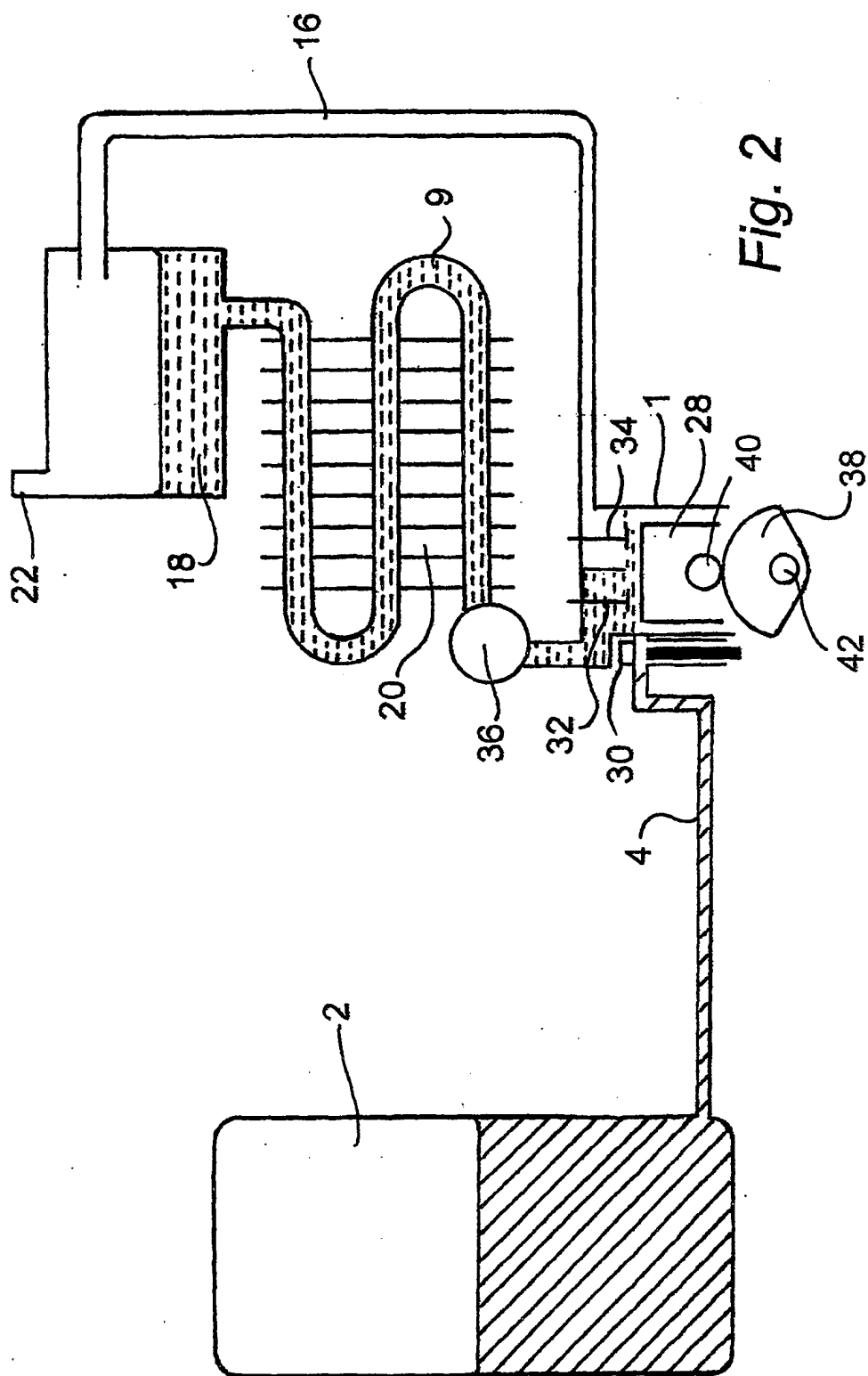


Fig. 2

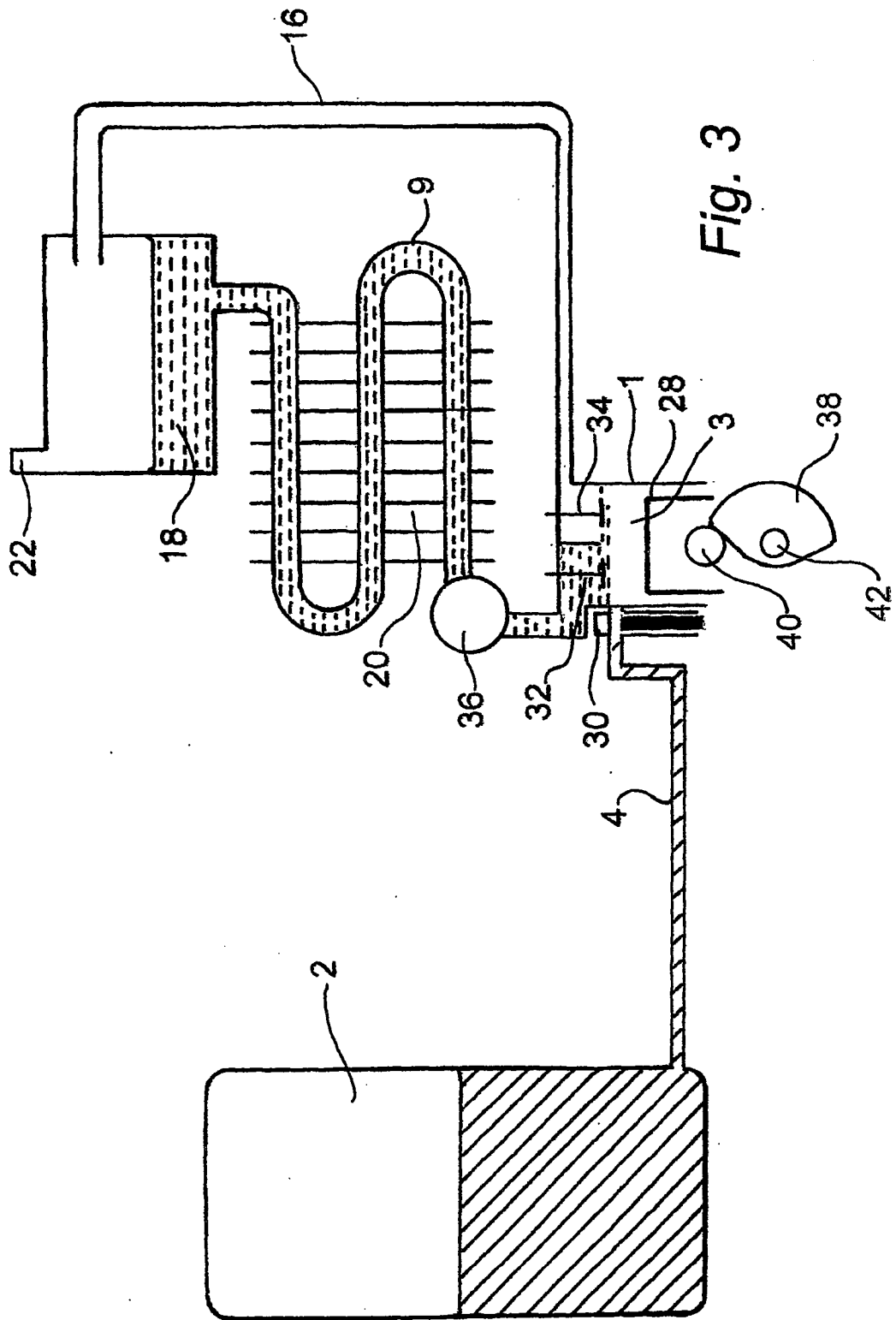


Fig. 3

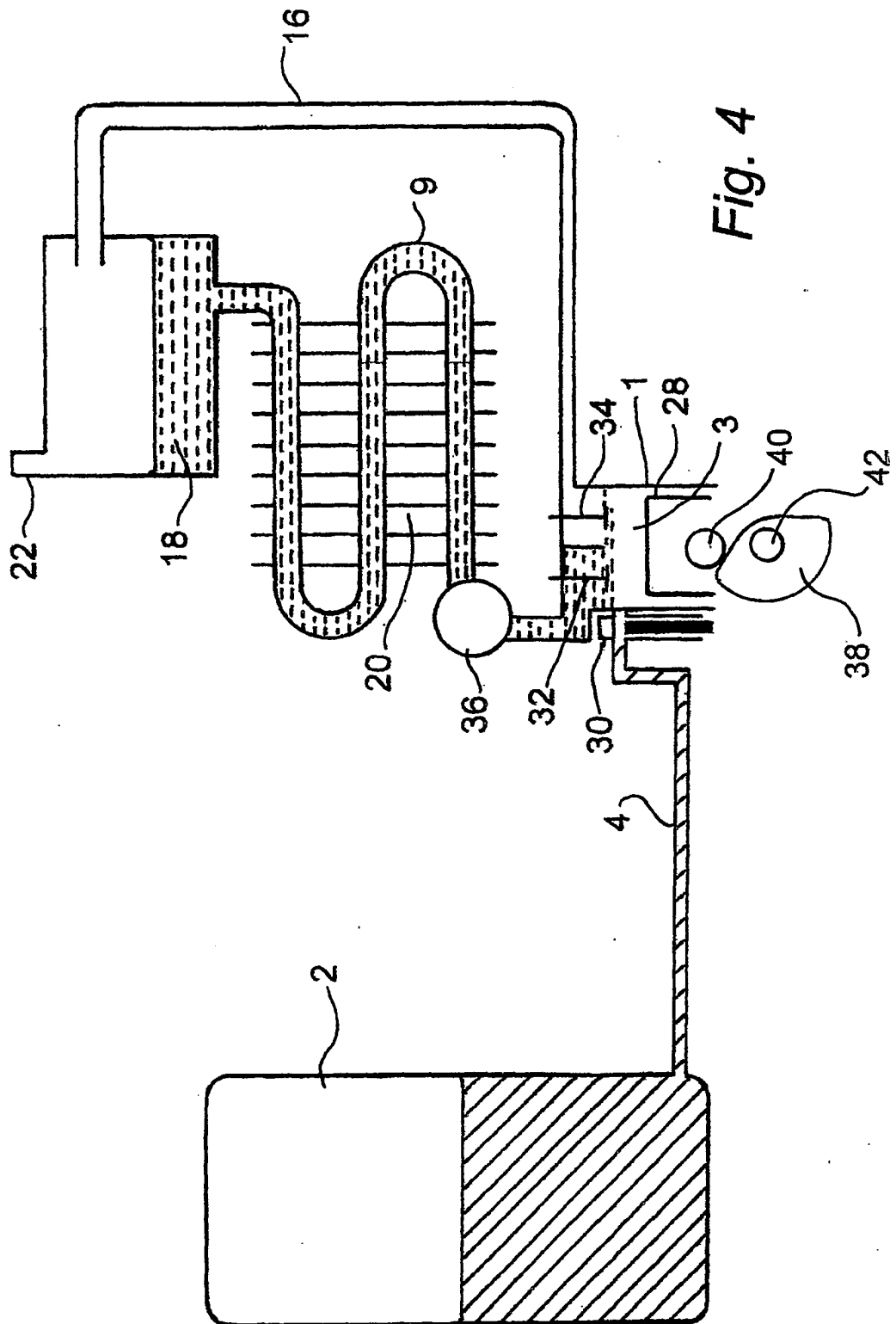


Fig. 4

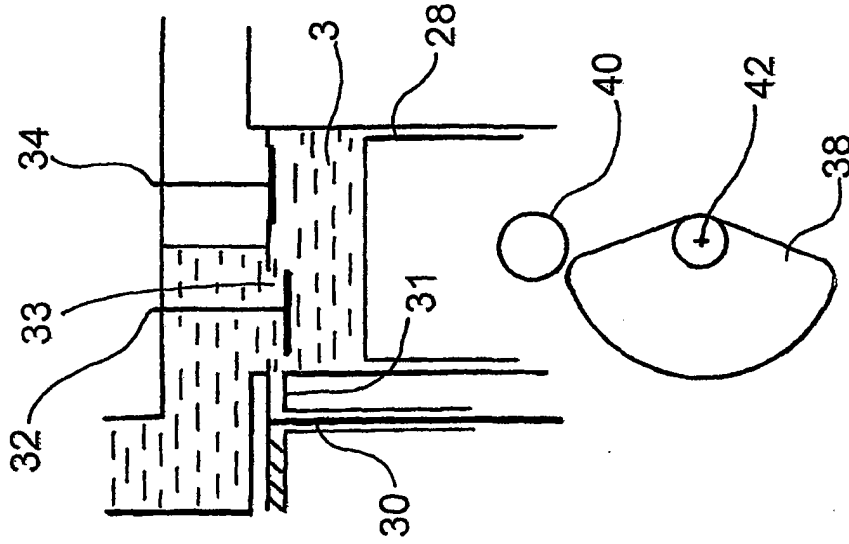


Fig. 5

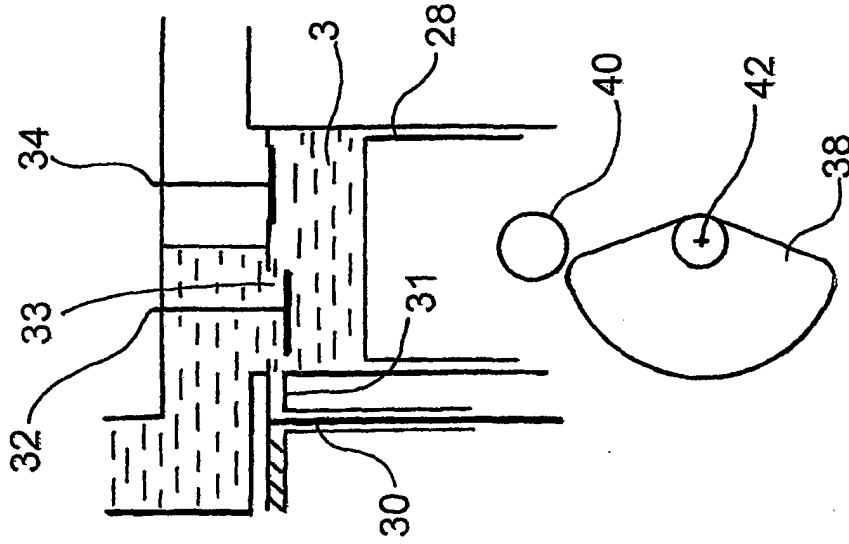


Fig. 6

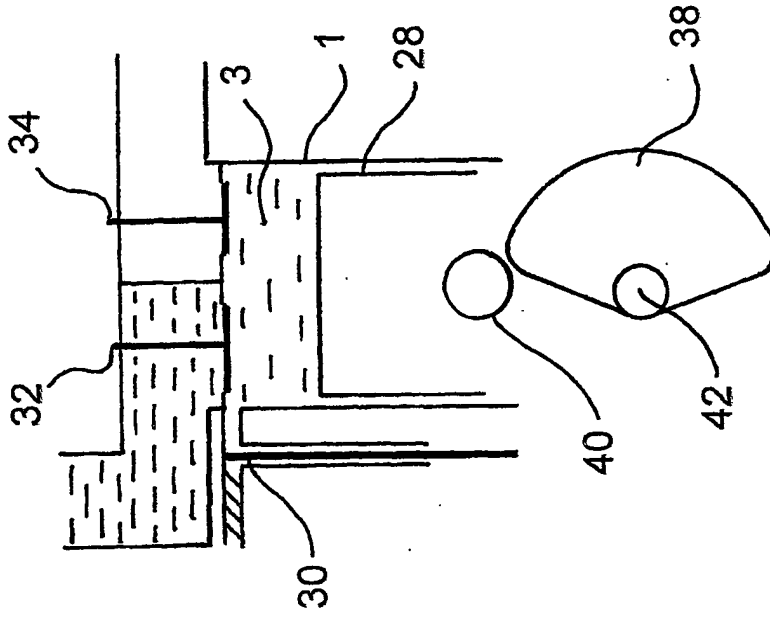


Fig. 7

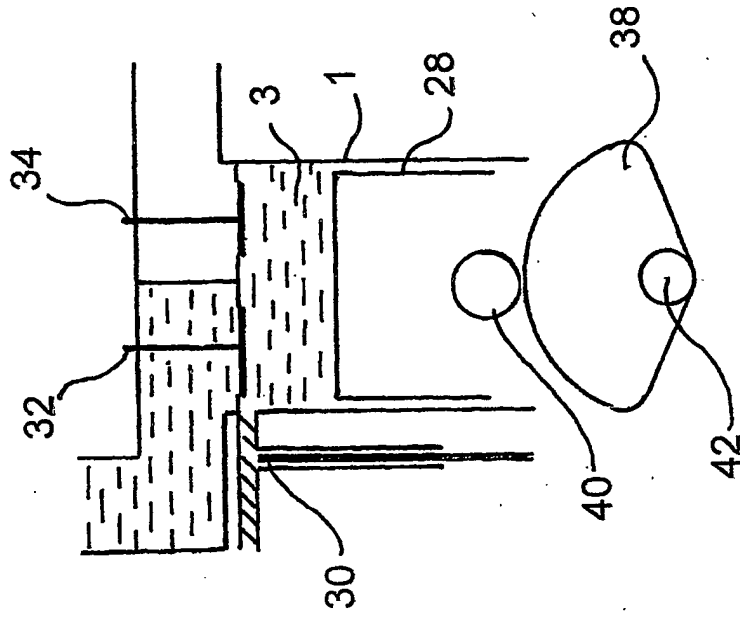


Fig. 8

RESUMO

Patente de Invenção: "**MOTORES ACIONADOS POR GÁS LIQUEFEITO**".

A presente invenção refere-se a um motor acionado por gás li-
quefeito, tal como nitrogênio ou ar, o dispositivo de entrada (31, 33) admite
5 fluido de acionamento para uma câmara de expansão definida pelo volume
entre dois membros relativamente móveis (1,28) guiados para movimento
em um ciclo repetitivo pelo dispositivo guia (38, 40). O dispositivo de entrada
também permite a admissão de um líquido de transferência de calor para a
câmara, na qual o líquido está em contato íntimo com o fluido de acionamen-
to e fornece energia térmica para o fluido de acionamento de expansão. O
10 líquido de transferência de calor resfriado é retirado da câmara, aquecido e
recirculado para a câmara. Parte do dito ciclo inclui um período de tempo
durante o qual não há substancialmente nenhum movimento relativo entre os
membros (1, 28) e durante o qual o volume da câmara é mantido no ou pró-
ximo ao seu volume mínimo, o líquido de transferência de calor e o fluido de
15 acionamento sendo admitidos para a câmara durante o dito período de tem-
po. Isso produz contato íntimo e a permuta térmica entre o fluido de aciona-
mento e o líquido de transferência de calor antes do curso de acionamento
que libera a energia de eixo desenvolvida pelo motor.