

(12) PEDIDO INTERNACIONAL PUBLICADO SOB O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organização Mundial da Propriedade
Intelectual
Secretaria Internacional



(10) Número de Publicação Internacional
WO 2011/106859 A1

(43) Data de Publicação Internacional
9 de Setembro de 2011 (09.09.2011)

PCT

(51) Classificação Internacional de Patentes :
F02G 1/043 (2006.01) *F02C 1/05* (2006.01)
F02C 1/10 (2006.01)

(21) Número do Pedido Internacional :
PCT/BR2011/000065

(22) Data do Depósito Internacional :
4 de Março de 2011 (04.03.2011)

(25) Língua de Depósito Internacional : Português

(26) Língua de Publicação : Português

(30) Dados Relativos à Prioridade :
PI 1000624-9 5 de Março de 2010 (05.03.2010) BR

(71) Requerente (para todos os Estados designados, exceto US) : **ZULMIRA TERESINA IOCKHECK** [BR/BR];
Rua Isaías Regis 'de Miranda, 2637 - Boqueirão, Curitiba - Paraná, 81670-070 (BR).

(72) Inventor; e

(75) Inventor/Requerente (para US unicamente) :
IOCKHECK, Marno [BR/BR]; Rua Isaías Regis 'de
Miranda, 2637 - Boqueirão, Curitiba - Paraná, 81670-070
(BR).

(74) Mandatário : **BRASIL SUL MARCAS E PATENTES
SC LTDA**; Rua Fernandes de Barros, 1570- -Hugo
Lange, Curitiba - Paraná, 80040-450 (BR).

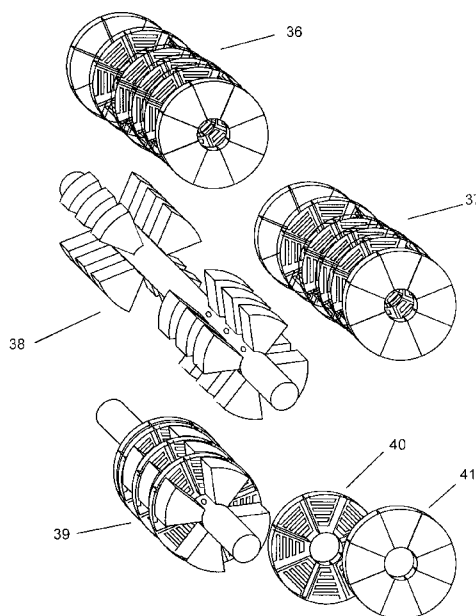
(81) Estados Designados (sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção nacional existentes) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados Designados (sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção regional existentes) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiático (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), Europeu (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

(Continua na página seguinte)

(54) Title : STIRLING CYCLE ENERGY CONVERTER

(54) Título : CONVERSOR DE ENERGÍA UTILIZANDO CICLO STIRLING



(57) Abstract : The present patent application relates to construction systems in general and more specifically to a "THERMOMECHANICAL ENERGY CONVERTER", which provides mechanical energy by means of the conversion performed via the passage of the flow of heat from a thermal energy source to a gas circulating between sealed units. The system comprises one or more pairs of chambers, known as sealed units, which transfer heat to the gas in an alternating manner by means of the controlled movement of a rosette-shaped rotor that exposes the gas between the hot and cold plates alternately such that the gas between the chambers expands and contracts cyclically, generating the driving force.

(57) Resumo : Refere-se ao presente pedido de patente de invenção a sistemas constructivos em geral, mais especificamente a um "CONVERSOR DE ENERGIA TERMOMECÂNICO" que propicia energia mecânica pela conversão feita através da passagem do fluxo de calor de uma fonte de energia térmica para um gás que circula entre unidades seladas. O sistema é composto por um ou mais pares de câmaras, chamadas de unidades seladas, as quais transferem calor para o gás de forma alternada entre si por meio do movimento controlado de um rotor em forma de roseta que expõe o gás entre as placas quentes e frias de forma alternada de maneira que o gás entre as câmaras se expanda e se contraia ciclicamente gerando a força motriz.

FIG 6

WO 2011/106859 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Publicado:**
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *com relatório de pesquisa internacional (Art. 21(3))*

Declarações sob a Regra 4.17 :

— *relativa à autoria da invenção (Regra 4.17(iv))*

DESCRITIVO

"Conversor de energia utilizando ciclo Stirling"

Refere-se ao presente pedido de patente de invenção, a sistemas construtivos em geral, mais especificamente a um "Conversor de Energia Termomecânico" que, de acordo com as suas características gerais, possui como princípio básico propiciar energia mecânica pela conversão feita através da passagem do fluxo de calor de uma fonte de energia para um elemento de absorção de energia, de modo que através do fluxo energético o elemento de transporte desta energia realize um trabalho ao movimentar uma turbina ou motor.

Com design e formato específico o "Conversor de Energia Termomecânico" utiliza o conceito de Robert Stirling que em 1816 desenvolveu o primeiro motor de combustão externa, muito embora o "Conversor de Energia Termomecânico" aqui descrito não necessita de combustão necessariamente, e sim de uma fonte de calor, podendo ser por combustão de qualquer espécie de combustível, sólido, líquido, gasoso bem como de outras fontes de energia como, o sol, geotérmica, isótopos radioativos, etc. Mas de qualquer forma, o conceito é o mesmo criado por Robert Stirling.

A presente solicitação de patente em apreço caracteriza-se por reunir componentes e processos em uma concepção diferenciada, a qual atenderá as diversas exigências que a natureza da utilização demanda, ou seja, um sistema de conversão de energia operante através do aquecimento de gás em duas unidades que operam sincronizadamente, de forma que enquanto uma aquece o gás em seu interior, a outra retira o calor do gás e este ciclo gera a conversão que fica disponível no eixo de um motor ou turbina.

A energia convertida é proporcional ao fluxo de energia que passa pelo equipamento de conversão. Quanto melhor forem os elementos de transferência da energia, do isolamento quanto à perda de calor, do escoamento do fluxo tanto da energia quanto do gás, mais eficiente será o conversor.

A presente solicitação de patente consiste no emprego de um moderno, eficiente, seguro e funcional "Conversor Termomecânico de Energia" através da

expansão e retração do gás em circuito fechado em geral formado por um conjunto de elementos e soluções mecânicas e construtivas corretamente incorporadas, compondo um sistema construtivo completo e diferenciado, com design exclusivo e características próprias, que incorpora uma estrutura própria e específica do tipo mecânico, de elevada durabilidade e resistência e contendo perfeitamente integrados e simetricamente dispostos em um circuito fechado formado por um conjunto de elementos de aquecimento, isolamento, transporte, expansão de forma a propulsionar uma turbina ou motor a pressão de gás, disponibilizando energia mecânica em um eixo para a conversão em energia elétrica para uso específico ou geral.

O presente "Conversor de Energia Termomecânico" baseia-se na energia contida em uma fonte de calor, sol, geotérmica, combustão, radiação atômica, onde a mesma é tomada por meio de um fluido térmico e conduzido em câmaras para transferência da energia para o gás contido nas câmaras de forma que o mesmo se expanda e seja convertido em energia mecânica em um eixo de motor ou turbina de forma que o gás receba energia em uma das câmaras, aumentando a pressão e se desloque para a outra câmara cujo circuito esteja neste momento retirando o calor do gás e neste trajeto o sistema realizará trabalho convertendo movendo uma turbina ou motor.

O atual estado da técnica, devido ao longo período de abundância de outras formas de energia, não evoluiu de forma muito significativa desde os remotos tempos da invenção pelo Sr Robert Stirling.

As tecnologias conhecidas atualmente de modo geral operam por meio de pistões, de modo que pelas suas geometrias dificultam a transferência eficiente da energia calorífica para o gás, bem como dificultam também projetos de grandes dimensões. Os modelos mais conhecidos são denominados de Alfa conforme indicação em 108, na figura 14, o modelo Beta conforme 109 na figura 14 e o modelo Gama conforme 110 na figura 14. Há também um novo modelo chamado de quasiturbine o qual opera com um rotor normalmente com 4 câmaras e quatro regiões de transferência térmica, duas quentes e duas frias, no entanto possui um

complexo sistema articulado que forma o rotor o qual gira sob a força da pressão do gás no interior de um corpo em formato elipsoidal e da mesma forma como os três modelos apontados acima, dificulta o dimensionamento para grandes sistemas. Recentemente, William Beale da Sunpower, Inc desenvolveu um modelo novo conforme figura 15, desenho 111, cuja configuração compreende quatro cilindros defasados em noventa graus baseado no modelo Stirling Alfa de pistão livre, também com uma turbina a gás, por outro lado, a principal proposta da configuração aqui apresentada é a obtenção de sistemas de maior potência. A maioria dos modelos operam com variação volumétrica nas câmaras de pressão e também vários sofrem influência da pressão do ambiente externo. De qualquer forma, todos os modelos existentes exigem o retorno do gás para a sua origem para receber a energia para gerar o trabalho o que contribui em obrigar os projetos a manter o conversor relativamente grande em dimensão por unidade de potência.

A partir destes inconvenientes projetou-se um "Conversor de Energia Termomecânico", na qual a sua concepção básica fundamenta-se totalmente em uma estrutura própria que apresente as características básicas e essenciais de total simplicidade, eficiência na transferência energética e de conversão, versatilidade e integração, caracterizado também pela facilidade nas implantações, especialmente pela flexibilidade no uso de diversas fontes de calor, renováveis, não renováveis, dos combustíveis, etc; envolvendo um baixo número de componentes, reduzindo custos e tempos de fabricação, montagem e manutenção;

O projeto proposto consiste em uma nova solução que pela sua geometria configura um acelerado processo de transferência térmica, permite o implemento de unidades térmicas em consórcio facilitando sistemas de grande porte, a simetria garante equilíbrio e excelente balanceamento inexistente nos sistemas atuais, e um dos pontos mais importantes, o aproveitamento contínuo do fluxo de energia e ainda pelas suas próprias características, tem a propriedade de sair facilmente do estado inercial de partida.

Os objetivos, vantagens e demais características importantes da patente em apreço poderão ser mais facilmente compreendidas quando lidas em

conjunto com as figuras em anexo, nas quais:

A figura 1 representa um diagrama de blocos que descreve o fluxo da energia térmica, a transferência para o gás no interior de duas unidades seladas porém interconectadas entre si por meio de um circuito que força a passagem do gás por uma turbina, de modo que: a energia térmica entra pelo bloco 1, toma o sentido 2 continuamente e ininterruptamente, parte sendo transformada e parte sendo liberada para o ambiente pelo bloco 6, portanto durante este fluxo, a energia é transferida para o gás contido nas unidades seladas 4 e 5, de forma que em um dado momento a energia é transferida ao gás na unidade selada 4 expandindo o gás e retirada na unidade selada 5 deslocando-se para o ambiente externo e na fase seguinte a transferência opera no sentido contrário, a energia é depositada na unidade selada 5 e retirada na unidade selada 4 deslocando-se para o bloco 6 para liberação, evidentemente grande parte da energia é transferida para gerar trabalho e conversão de energia pela turbina. Em 3 é representado o sentido do fluxo da energia que hora entra pela unidade 4 e hora pela unidade 5, em 8 é indicado as válvulas de fluxo unidirecionais, permitem o fluxo do gás apenas no sentido indicado de forma que no diagrama apresentado o fluxo do gás 9 sempre entra no mesmo lado da turbina 10 garantindo um movimento no mesmo sentido e contínuo. Os três gráficos da figura 1 indicam, 11 a curva da pressão do gás em cada uma das unidades seladas quando em operação e 12 a linha indicativa da pressão média do sistema, em 13 a indicação da pressão média do sistema sem o fluxo de energia da fonte. Em 14 é indicado o comportamento da pressão diferencial entre as unidades seladas 4 e 5, em 15 o comportamento da pressão na entrada da turbina após passagem pelas válvulas direcionais. Para este sistema, considera-se que as unidades seladas tenham gás inerte sob pressão dimensionada a manter-se seguro em função das pressões máximas de operação. Há as seguintes considerações: o gás hélio, altamente indicado, reúne segurança e a propriedade de possuir alta condutibilidade térmica, a absorção do calor ocorre em cerca de dez vezes mais rápida que a do ar ou nitrogênio.

As unidades seladas são pressurizadas de modo que quanto maior a

pressão, maior será sua capacidade de conversão energética por unidade de volume, justamente porque quanto maior a quantidade de moléculas de gás, mais matéria gasosa existe para transportar a energia. O equipamento deve ser corretamente dimensionado de modo a operar em condições seguras. Como não há nenhum elemento móvel exposto ao lado externo, o presente projeto não possui variação volumétrica durante o ciclo e não sofre influência alguma com a pressão atmosférica.

Na figura 2 há dois diagramas de blocos representando o mesmo sistema 17, porém em 16 indica o fluxo de energia em função do giro do rotor a ser detalhadamente explicado logo à frente, observando que em dado momento o fluxo energético entra pela unidade selada 4 e sai pela unidade selada 5 e na fase seguinte o contrário, entra pela unidade selada 5 e sai pela 4. Em 18 é indicado o fluxo do gás que devido à troca sequencial e contínua da transferência de energia, hora vem da unidade selada 4 com pressão maior, entrando na turbina e hora vem da unidade selada 5 então esta com pressão maior entrando na turbina.

Na figura 3 é mostrado como é constituído o rotor. O rotor é formado por um eixo 22, com rosetas 19 de material isolante térmico, cada roseta é formada por pétalas 20, o eixo é perfurado 21 para a passagem do gás durante o processo de expansão e retração. O rotor montado é indicado em 23, uma parte com as rosetas todas alinhadas de forma simétrica e espaçadas 25 e outra parte de dimensão idêntica com os mesmos números de rosetas porém defasadas para gerar o efeito simétrico na troca térmica pelo fluxo da energia. A função do rotor com as rosetas é de fazer o deslocamento do gás de forma circular no interior de cada uma das unidades seladas, deslocando-o das regiões quentes e frias e vice versa continuamente, deve ser observado e entendido que este rotor não exerce pressão alguma, ou de outro modo o gás não exerce pressão alguma sobre as pétalas do rotor, pois em cada unidade selada o rotor atua sempre em completo equilíbrio de pressões, ele serve exclusivamente para mover o gás equilibradamente. Outro ponto importante a considerar é que as pétalas que formam as rosetas não tocam no rotor, não há atrito direto, pois servem apenas para deslocar o volume de gás no interior das câmaras de

uma região para outra.

Na figura 4 é mostrado um dos itens mais importantes do projeto, o disco de transferência térmica. O conceito é o seguinte: para se ter o melhor rendimento possível em um sistema a gás de circuito fechado, o gás deve ficar em contato da forma mais íntima possível com o elemento transmissor do calor para que a transferência energética seja eficiente tanto durante o processo de fornecer a energia quanto na retirada, ou seja, em contato o mais íntimo possível com o elemento de retirada do calor. Desta forma o disco de transferência energética, térmica é constituído por segmentos quentes 27 e segmentos frios 28 alternadamente, isolados entre si por isoladores térmicos 30. Cada segmento é formado por uma fração do disco com arestas em ângulo perfeito dirigido ao centro, com material condutor térmico e boa propriedade de emissão térmica, inserido por um duto 29 pelo qual é transportado o fluido térmico quente ou frio conforme caso. Estes segmentos quentes e frios que formam o disco, possuem suas placas nas duas faces em contato com o gás e estão perfeitamente paralelas com outras placas nas mesmas condições de temperatura e o gás estando entre as mesmas, sofrerá o aquecimento ou resfriamento de forma relativamente rápida. O anel 31 é de material isolante térmico para reduzir a perda energética para o eixo. Com esta geometria e conceito de transferência térmica, através do controle da rotação do rotor o qual é independente, o sistema permite total controle de forma a operar sempre na condição ótima de transferência energética, condição desfavorável nos sistemas a pistão.

Na figura 5 é indicado um disco de troca energética de 4 pólos quentes 32 e 4 pólos frios 33 e a sua concepção montada 34. Em 35 é mostrado um disco isolante térmico o qual é utilizado nas extremidades das unidades seladas para reduzir perdas térmicas para a carcaça e o meio exterior.

Na figura 6 é mostrado como são montados os principais elementos que constituem o sistema de transferência de energia para o gás bem como a retirada da energia do gás no interior das unidades seladas. Em 38 observa-se o rotor para um equipamento com duas unidades seladas e quatro pólos, neste desenho

orientativo o rotor é demonstrado contendo duas seções, uma com três rosetas simétricas, e outra seção com outras três rosetas simétricas defasadas da primeira seção, observa-se também neste item os furos para facilitar a passagem do gás durante o processo. Em 36 e 37 observa-se como são distribuídos os discos que formam o estator, os discos são fixados na carcaça e operam de forma estática e completamente simétrica todos os discos e inclusive alinhados quando se refere às unidades seladas enquanto o rotor gira entre suas grades. Os discos são montados entre as rosetas do estator e outro disco na extremidade que conforme desenho, o disco indicado por 40 é o último disco de transferência térmica do conjunto e após o mesmo é introduzido do disco de isolamento térmico 41 de forma que a energia que é introduzida no sistema seja plenamente disponibilizada para executar a expansão do gás, melhorando o rendimento do conjunto. Com este detalhe, observa-se como há a troca simétrica entre a entrada de energia e saída que ocorrem respectivamente entre as unidades seladas, enquanto uma o gás fica completamente exposto ao calor das grades quentes, na outra o gás fica completamente exposto à retirada de calor pelas grades frias conforme o giro do rotor. Lembrando que todas as grades permanecem constantemente e continuamente sendo aquecidas e intercaladas com as outras grades que da mesma forma ficam constantemente e continuamente sendo resfriadas, conferindo portanto o processo de transferência da energia para o gás e sua retirada de forma a gerar a expansão e retração do gás para criar a conversão da energia térmica em mecânica. Observa-se portanto que o presente projeto permite dimensionar livremente o número de rosetas, número de pólos de forma a se adequar a aplicações pequenas como de grandes instalações.

Na figura 7 é claramente demonstrado como funciona o processo de troca térmica, em 44 é indicado uma das pétalas que formam a roseta a qual é o elemento mais importante do rotor, esta pétala é constituída de material isolante térmico e ocupa quase que totalmente o espaço entre os discos do estator e que desloca o gás entre os discos o sujeitando às zonas quentes e frias ciclicamente, para melhor entendimento, os segmentos dos discos 42 e 43 são grades que operam na mesma condição térmica de modo que o gás entre estas placas executem a troca

térmica com alta eficiência, em 45 é indicado o movimento da pétala a qual faz o arraste do gás continuamente transportando-o das zonas quentes para as frias e vice-versa, gerando a expansão e retração. Logo abaixo na mesma figura observa-se novamente os detalhes construtivos, 46 o aspecto do estator e rotor, 47 o disco térmico e 48 o disco isolante térmico das extremidades.

A figura 8 é altamente esclarecedora, a seta indicada por 55 define a região sempre fria, portanto todas as grades do estator alinhadas a esta seta sempre estarão retirando o calor do gás através do fluido térmico que por elas passam, por outro lado a seta indicada por 54 define a região sempre quente e portanto todas as grades do estator alinhadas a esta seta sempre estarão fornecendo calor através do fluido térmico que por elas passam. A grade 49 e todas as grades a ela alinhadas, segmentos dos discos térmicos, são frias, a grade 50 e todas à ela alinhadas, são quentes. As pétalas 51 e 52 fazem parte do rotor e aprisionam entre elas todo o gás das unidades seladas o sujeitando sequencialmente as regiões quentes e frias. Abaixo tem-se a visão longitudinal do gás entre as grades quentes e frias. Em 56 é indicado as grades frias, o gás em retração 58, em 57 as grades quentes, o gás em expansão 59, a espessura das grades em 61, a distância entre as grades 60. Conforme menor for a distância “x” indicado por 60 entre as grades, maior a velocidade da transferência térmica e conseqüentemente maior será a rotação do rotor, permitindo por sua vez a redução das dimensões do sistema para uma mesma potência.

A figura 9 mostra novamente um dos segmentos do rotor 64, a carcaça 62 e o cilindro isolante térmico 63 que possui a função de isolar, reduzir as perdas dos elementos de troca de calor, discos quentes e frios e o gás, com o meio externo.

Na figura 10 o equipamento já em sua forma final, em 67 o detalhe do aspecto de uma das unidades seladas, observa-se o rotor, parte do estator, o cilindro isolante térmico e a carcaça. Esta unidade é completamente selada, existindo apenas um duto, não detalhado no desenho, por onde escoo o gás desta unidade selada para a outra, através de uma turbina ou motor. Abaixo na mesma figura observa-se o conversor, o segmento frontal 68, uma tampa com passagem de dutos de isolamento térmico e vedações, a unidade selada alfa 69, um segmento de isolamento térmico e

vedação 70, a unidade selada ômega 71, um segmento de isolamento térmico e vedação 72, um módulo de válvulas direcionais de fluxo 73 e uma turbina 74. Detalhamentos dos acoplamentos mecânicos não fazem parte do presente trabalho.

A figura 11 descreve em linhas gerais duas formas de instalação e aplicação, a primeira delas em 75 indica uma instalação de grande porte constituído por um aquecedor 89 cuja energia pode ser provida por concentradores de energia solar, geotérmica, combustíveis de quaisquer espécies, sólido, líquido, gasoso, renovável ou não renovável e por meio de aquecimento através de energia atômica com isótopos radioativos, um reservatório do fluido térmico isolado 77, uma bomba de recalque para a circulação do fluido 78, as unidades seladas de transferência térmica, expansão e retração do gás 80 e 82, o resfriador 83, o reservatório de fluido térmico frio 84, a bomba de recalque do fluido frio 86, o módulo de válvulas direcionais 88, a turbina 87 e a indicação do fluxo dos fluidos térmicos, 79 e 76 respectivamente entrada e saída do fluido quente e 85 e 81, entrada e saída do fluido frio. Na mesma figura, abaixo, 90, uma aplicação de pequeno porte, receptor do aquecimento 91 acoplado ao conjunto, tampa de acoplamento, bombeamento e isolamento 92, unidade selada 93, segmento de isolamento 94, unidade selada 95, segmento de isolamento 96, módulo de válvulas direcionais 98, turbina 97 e o dissipador de calor 99.

Na figura 12 indica um equipamento 100 com um sistema com dois conjuntos de unidades seladas, 101 e 102, indicando a flexibilidade de se construir com a mesma idéia e conceito, sistemas de múltiplas fases. Abaixo em 103 e 104 indicam respectivamente o comportamento dos ciclos de expansão e retração do gás entre os dois conjuntos de unidades seladas, em 105 o comportamento relativo que ocorre em cada conjunto de unidades seladas e em 106 a resultante do fluxo do gás nas turbinas. Em síntese, esta figura e diagramas indicam a viabilidade do uso deste conceito em grandes projetos.

Na figura 13 é indicada a aplicação de um equipamento 107 de porte menor em sistemas solares com pratos espelhados de concentração de energia. O sol deposita na crosta terrestre em média 1000 Watts de energia por metro quadrado.

concentradores de várias concepções podem ser utilizados para dirigir a energia e conduzi-la de forma a gerar o fluxo útil para o sistema de conversão proposto.

O "Conversor de Energia Termomecânico" aqui proposto, confere alta flexibilidade para pequenas e grande instalações, alta segurança no seu emprego, considerando-se o correto procedimento técnico para seu dimensionamento, sua construção e aplicação, robustez devido a características como: baixíssimo ruído, inexistência de choques e impactos, simplicidade de processo, aplicabilidade desde pequenas instalações isoladas, residenciais, comerciais e em sistemas distribuídos.

Pelo tudo que foi exposto trata-se de um sistema que será bem recebido pelas companhias elétricas, aeroespacial, órgãos governamentais, indústrias e usuários em geral, apresenta inúmeras vantagens, tais como: grande segurança, confiabilidade e agilidade na aplicação; grande rendimento e desempenho na sua aplicação em virtude de sua concepção geral; comodidade e segurança aos usuários; grande durabilidade e resistência, aliado a um baixo desgaste do conjunto como um todo; custos plenamente acessíveis com referência aos processos e tecnologias similares o que possibilita uma ótima relação custo/benefício; prática e segura utilização por quaisquer usuários; completa proteção térmica e de pressão; baixíssimo tempo de construção; inexistência de desperdício de materiais empregados; altíssimo rendimento final; e a certeza de se ter um produto que atenda plenamente as condições básicas necessárias a sua aplicação como segurança, durabilidade e praticidade.

Todos estes atributos permitem classificar o "Conversor de Energia Termomecânico" como um meio totalmente versátil, eficiente, preciso, prático, ecológico, e seguro, para realizar trabalho útil ou na conversão termomecânica de energia de forma limpa, renovável, a ser aceita pelas empresas de geração de energia e pela comunidade, sendo ainda de grande facilidade de operação e manutenção, aliada ao alto desempenho e excelentes características gerais, contudo as dimensões formas de instalações podem variar diretamente de acordo com as necessidades do ambiente ou do projeto.

REIVINDICAÇÕES

1."Conversor de Energia Termomecânico", caracterizado por ser compreendido por unidades de transferência de energia térmica para gerar a expansão e retração de um gás, formado por grades seccionadas angularmente formando discos, de forma que cada disco tenha no mínimo duas seções quentes e duas seções frias, sendo este disco chamado de estator, por se manter estático durante o processo de conversão da energia, desta forma garantindo o balanceamento do rotor devido a esta configuração propiciar ao rotor pétalas simétricas.

2."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com a reivindicação 1 é caracterizado por possuir um rotor formado por rosetas de material isolante térmico que se movimentam entre os discos que formam o estator transportando o gás ciclicamente entre as regiões quentes e frias de modo a produzir a absorção e devolução da energia durante o processo de conversão. As rosetas do rotor possuem exatamente a metade do número de segmentos de cada disco do estator e o volume tal que conforme seu movimento giratório, transporte praticamente todo o gás de uma região quente para uma fria e vice-versa.

3."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 e 2 é caracterizado por possuir discos que formam o estator com seções quentes e frias com distanciamento tal que reduza o tempo de transferência térmica da energia para o gás de forma a otimizar a transferência térmica enquanto o gás estiver exposto ao calor durante as revoluções do rotor.

4."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1, 2, 3 é caracterizado por modularidade ou facilidade de dimensionamento do estator de forma a permitir a introdução de vários discos de transferência térmica de forma a ampliar a capacidade de conversão do equipamento, sem perda de eficiência;

5."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1, 2, 3 e 4 é caracterizado por permitir dimensionamento do rotor de forma a propiciar a introdução de várias rosetas, tantas conforme forem a

quantidade de discos de transferência térmica de forma a ampliar a capacidade de conversão do equipamento, sem perda de eficiência e cujo número de pétalas do rotor é sempre igual à metade do número de seções de cada disco do estator;

6."Conversor de Energia Termomecânico", é caracterizado por possuir duas unidades seladas sincronizadas idênticas formadas por carcaça, estator com as grades térmicas seccionadas formando discos com regiões quentes e frias, um eixo com rotor formado por rosetas com número de pétalas igual à metade do número de seções dos discos e defasado angularmente entre si de forma que enquanto uma das unidades seladas está suprimindo energia ao gás, a outra está retirando a energia de forma que o fluxo seja transformado em trabalho do gás para movimentar a turbina ou motor. As duas unidades seladas se unem através de um duto com o motor ou turbina entre eles para a conversão.

7."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 e 3 e caracterizado por possuir talas de material isolante entre os segmentos dos discos (grades) do estator de forma a minimizar o fluxo de calor entre segmentos quentes e frios;

8."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1, 3 e 7 e caracterizado por possuir anéis de isolamento térmico que separam sem contato, as grades que formam o estator do eixo de giro do rotor, de modo a minimizar o fluxo de calor entre eixo e estator.

9."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 8 é caracterizado por operar de forma giratória no mesmo sentido em ciclo contínuo, de forma que os processos de expansão e retração do gás seja alternado entre as duas unidades seladas, aumentando consideravelmente o rendimento da conversão.

10."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 9 e caracterizado por possuir os segmentos de transferência térmica que formam os discos, serpenteado por dutos para a passagem de fluido térmico respectivamente quente e frio para o transporte da energia a ser transferida e retirada do gás durante o processo de conversão.

11."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 10 é caracterizado por um rotor em forma de roseta formado por pétalas dispostas angularmente simétricas conferindo pleno balanceamento de forma a garantir vibrações reduzidas ou a quase inexistência das mesmas com referência a sistemas alternativos a pistão.

12."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 11 é caracterizado por permitir a configuração e dimensionamento de forma a obter grandes sistemas de conversão de energia termomecânica para grandes instalações de geração.

13."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 12 e caracterizado por possuir um sistema de transporte de energia da fonte calorífica para o interior das unidades de conversão seladas por meio de fluido térmico, permitindo o emprego de qualquer fonte de energia térmica, seja de natureza limpa e renovável, como a solar, geotérmica como por meio de combustíveis líquidos, sólidos, gasosos e atômico.

14."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 12 é caracterizado por possuir um sistema de transporte de energia da fonte de resfriamento para o interior das unidades de conversão seladas por meio de fluido térmico, permitindo o emprego de qualquer meio de refrigeração.

15."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 14 é caracterizado por permitir a configuração com qualquer número de pólos em função da dimensão do conversor, permitindo a otimização do desempenho de acordo com o uso e porte do mesmo.

16."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 15 é caracterizado por possuir placas paralelas em seu estator de forma alternada entre quente e fria configurando baixíssima resistência térmica na condução da energia tanto para a expansão como para a retração do gás durante o ciclo de funcionamento acelerando o processo de expansão, contração e consequentemente o trabalho gerado para a conversão.

17."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as

reivindicações 1 a 16 é caracterizado por propiciar a conversão de energia continuamente através do fluxo pelo fato de sincronizadamente haver a transferência térmica para o gás quando exposto as placas quentes da unidade selada A e quando exposto na unidade selada B.

18."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 17 é caracterizado por apresentar características que permitam a configuração de várias unidades seladas no mesmo sistema, sempre em pares e de forma que cada par esteja simetricamente defasada em relação aos demais pares, permitindo configurações multifases.

19."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 18 é caracterizado por um sistema de transferência térmica contínua e ininterrupta durante todo o processo de conversão.

20."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 19 e pela sua geometria em forma de segmentos angulares simétricos formando discos e rotor em forma de roseta é caracterizado por um sistema que permite através do controle da rotação do rotor em função do fluxo de energia, obter a máxima transferência térmica para o gás, consequentemente o melhor rendimento possível na conversão termo mecânica.

21."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 20 é caracterizado por não possuir nenhum elemento móvel exposto ao ambiente externo, ficando portanto completamente independente da pressão do ambiente, permitindo-o operar em pressões de vácuo como em projetos espaciais.

22."Conversor de Energia Termomecânico", de acordo com as reivindicações 1 a 21 é caracterizado por possuir volume constante nas câmaras de compressão durante todo o ciclo, garantindo maior estabilidade, menos ruídos e melhor desempenho na conversão.

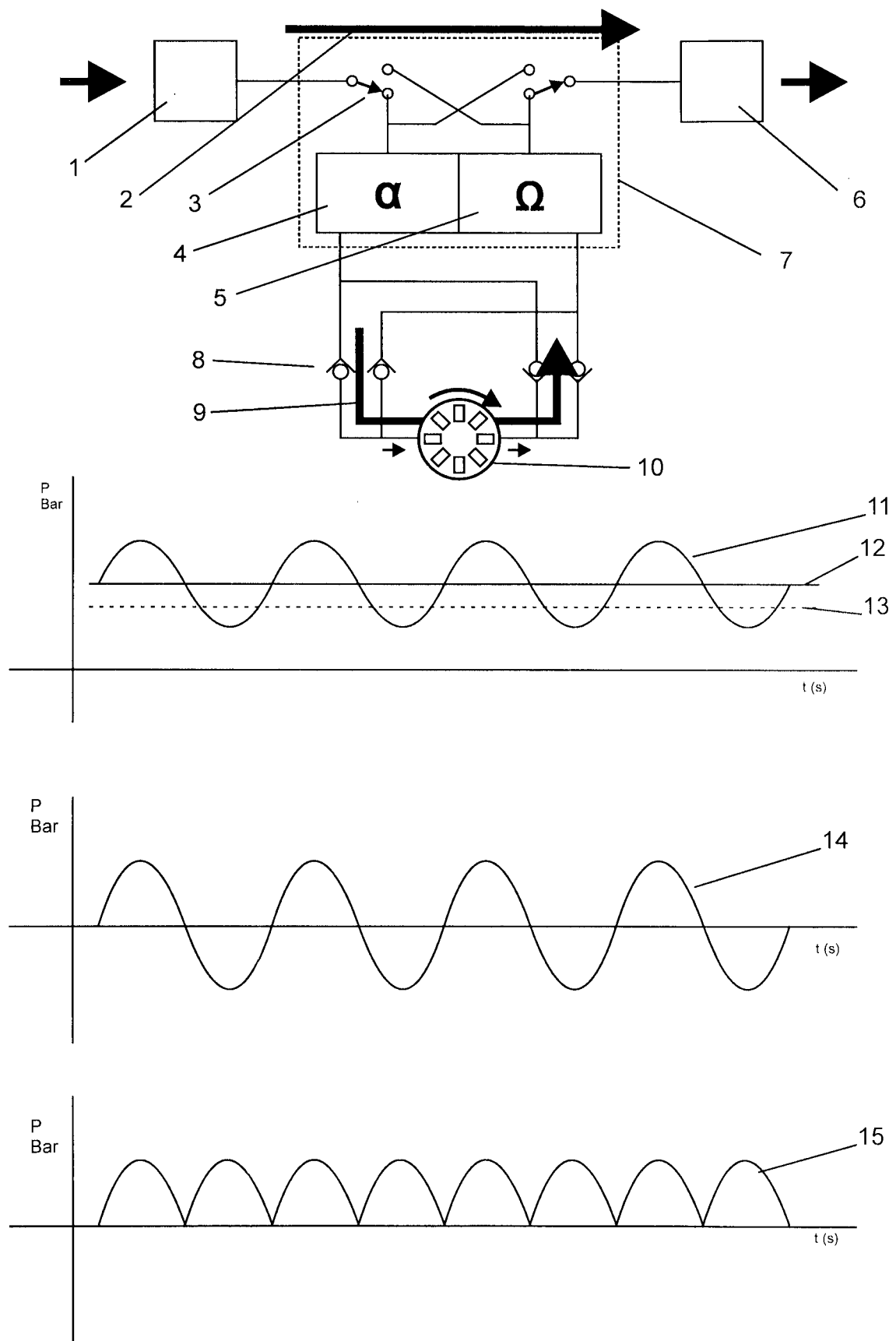


FIG 1

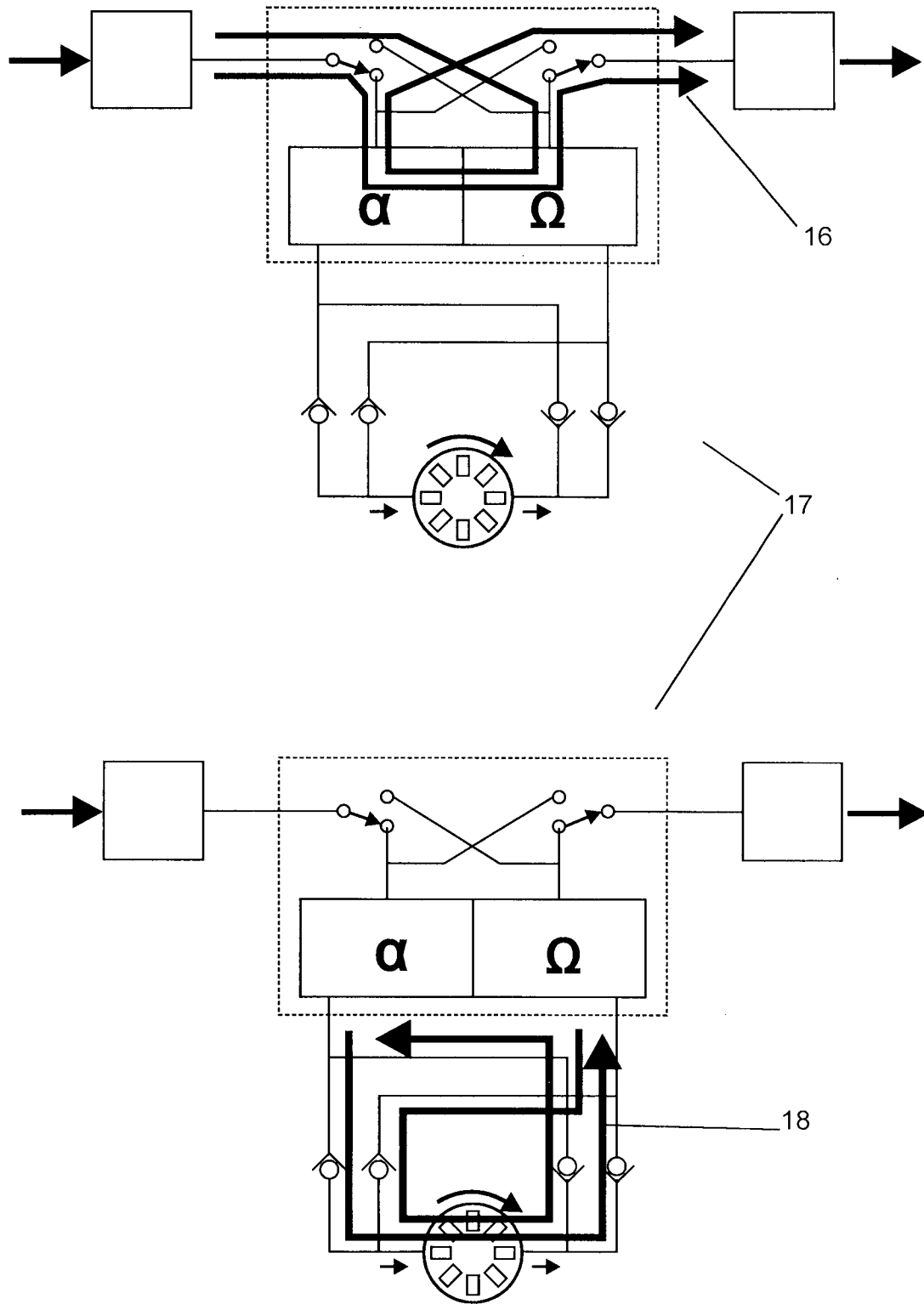


FIG 2

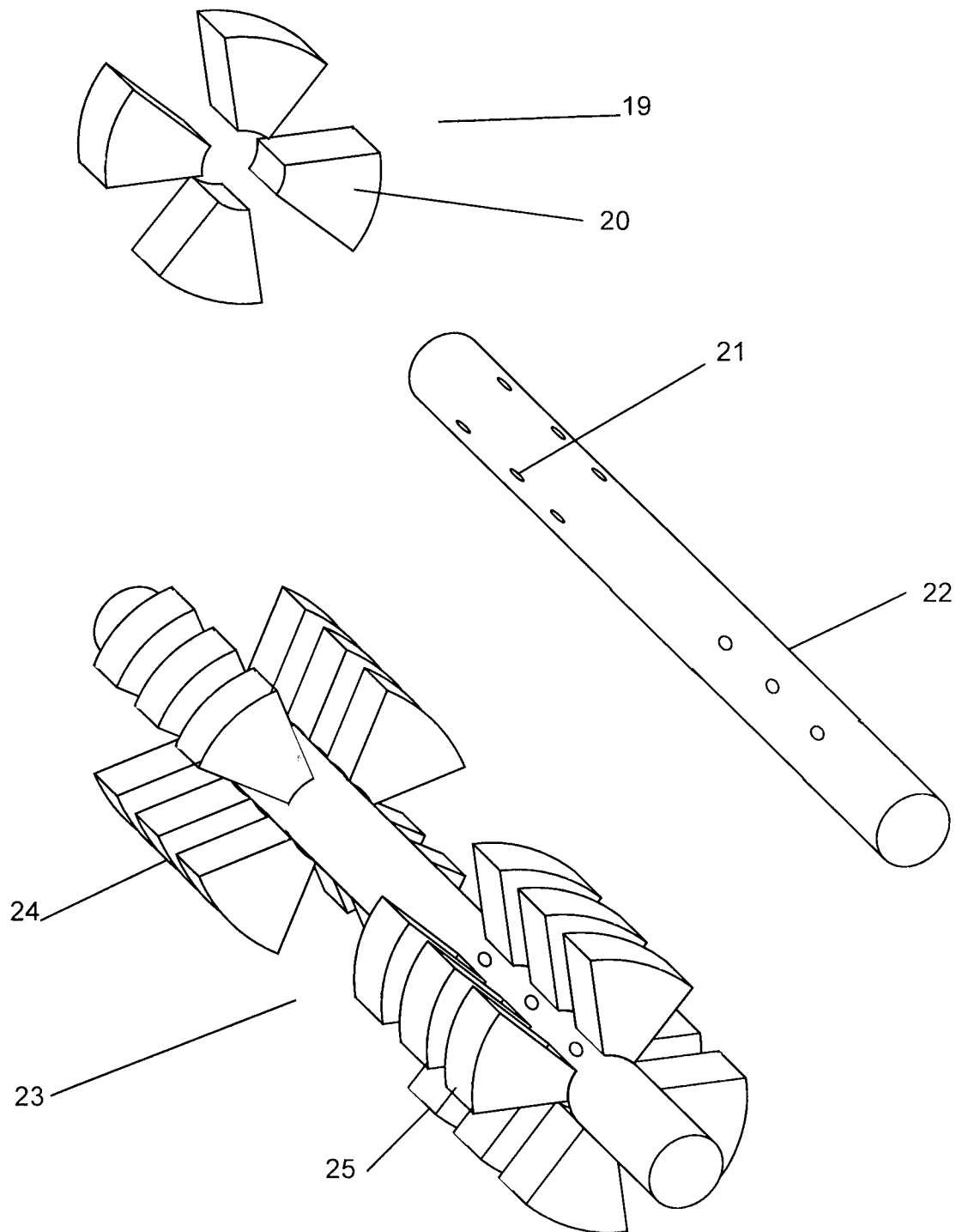


FIG 3

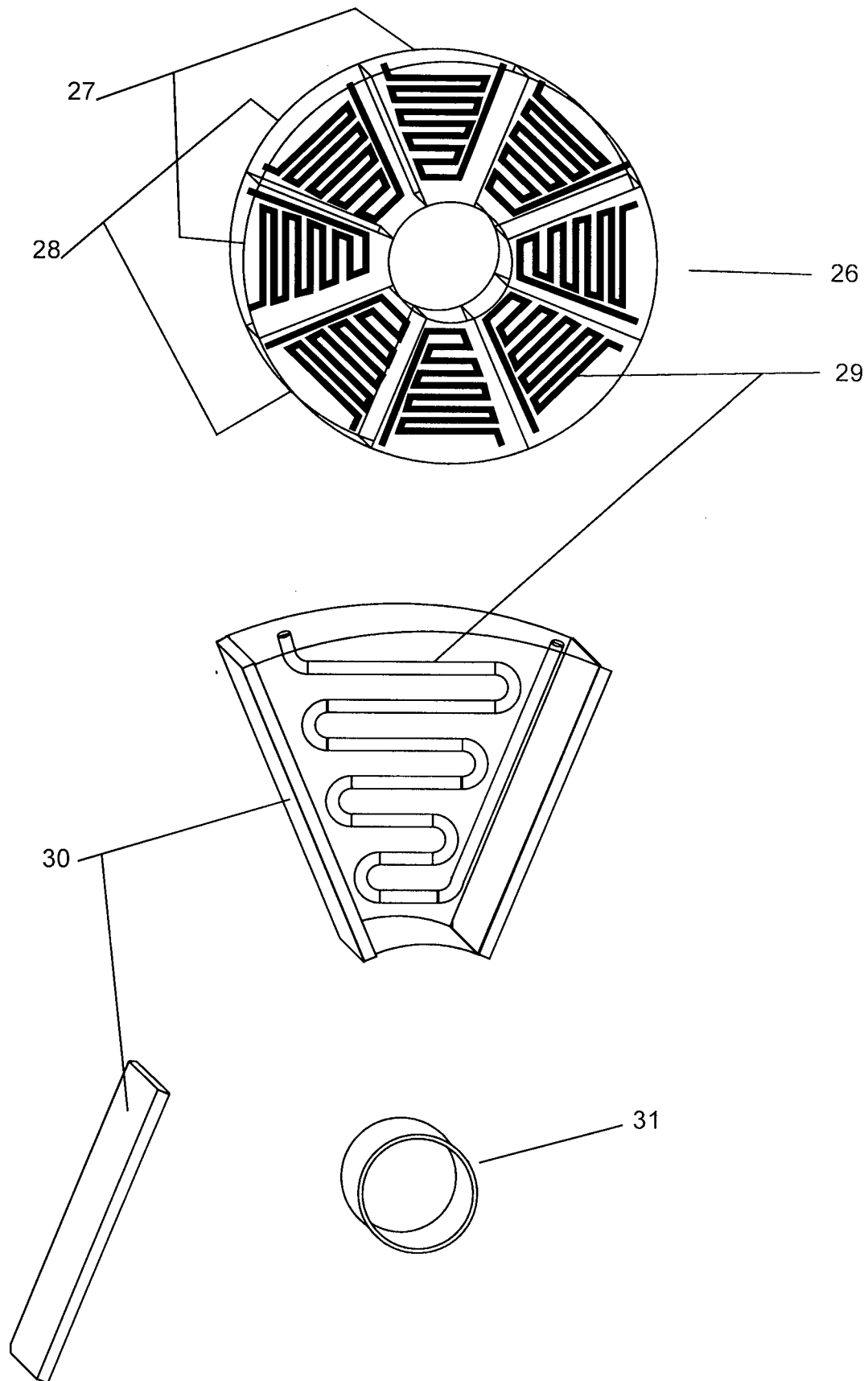


FIG 4

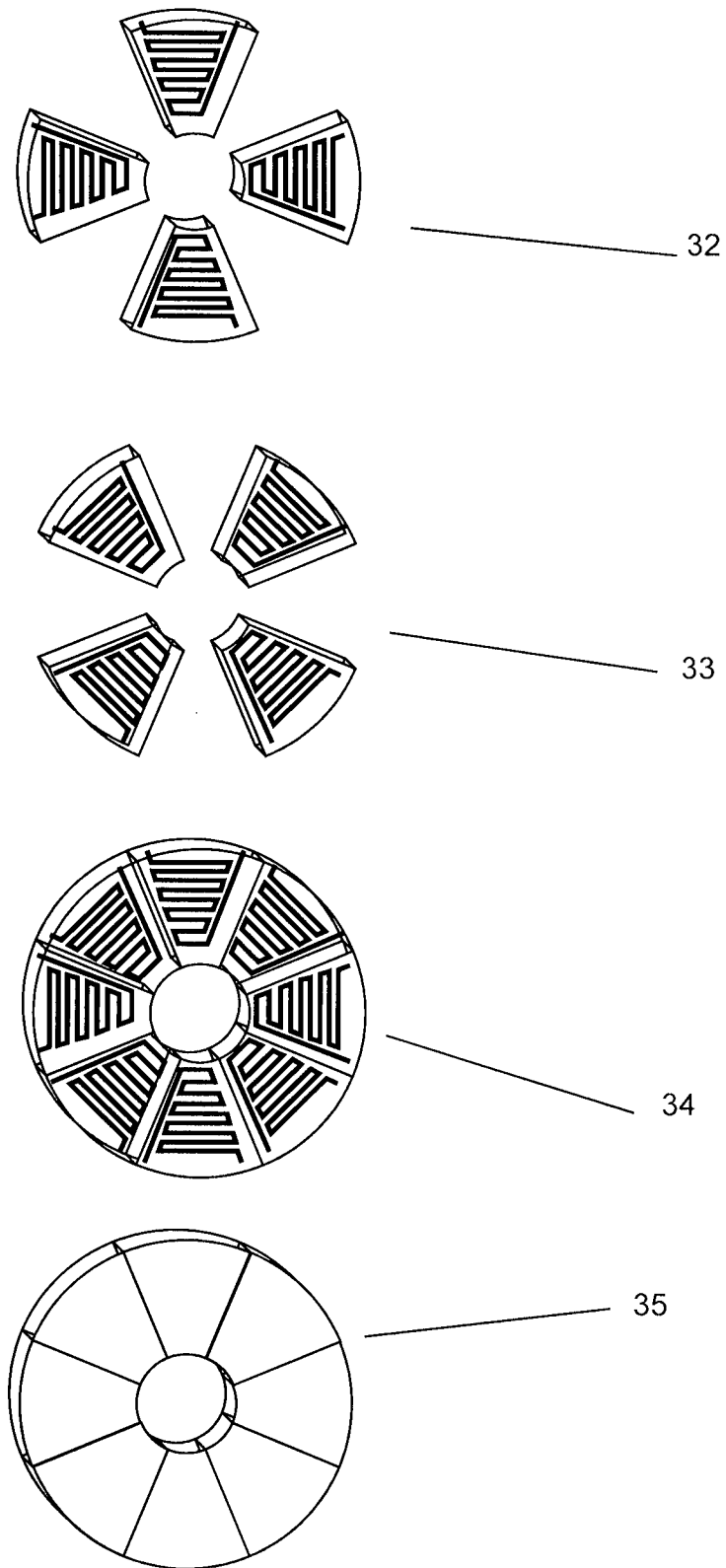


FIG 5

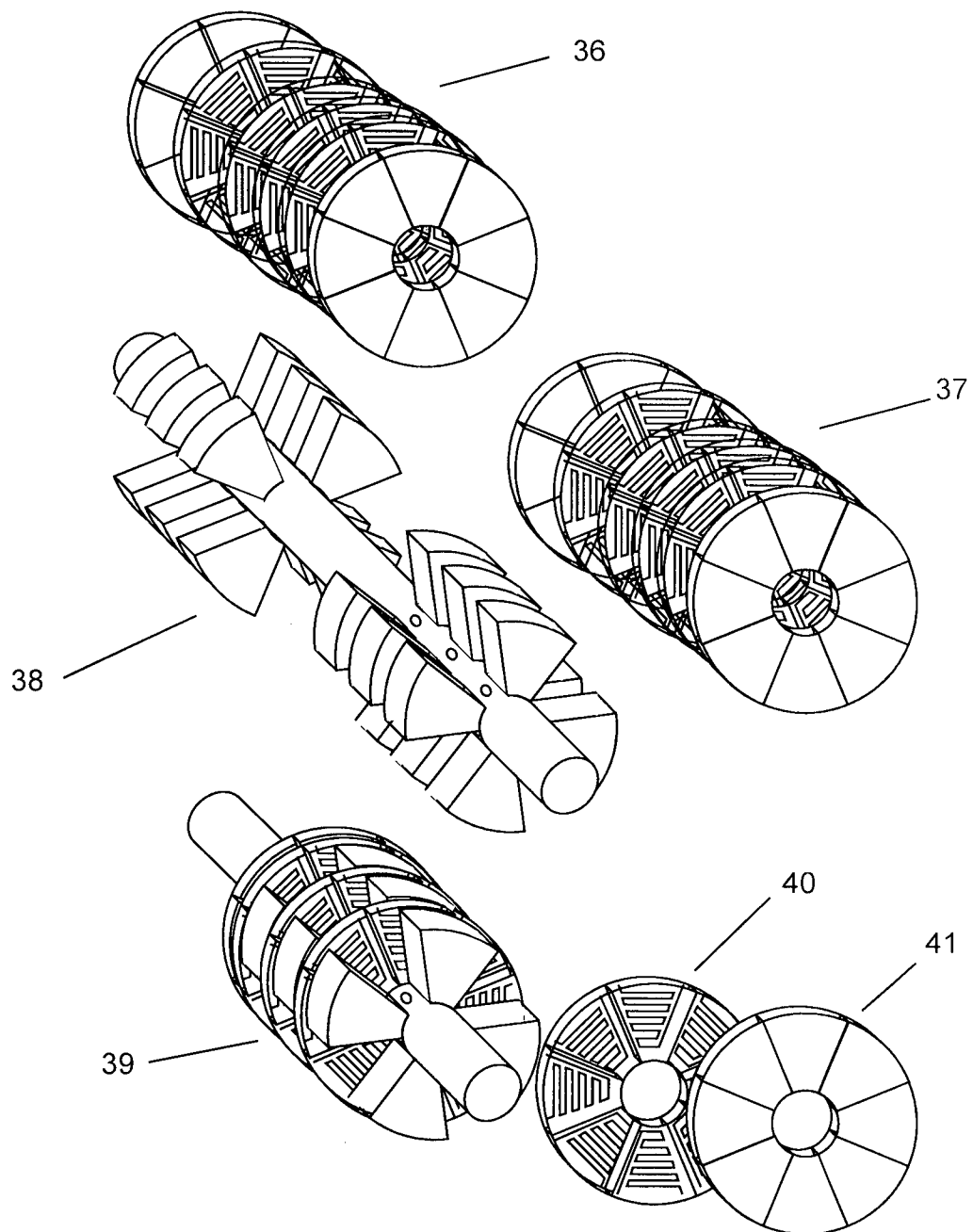


FIG 6

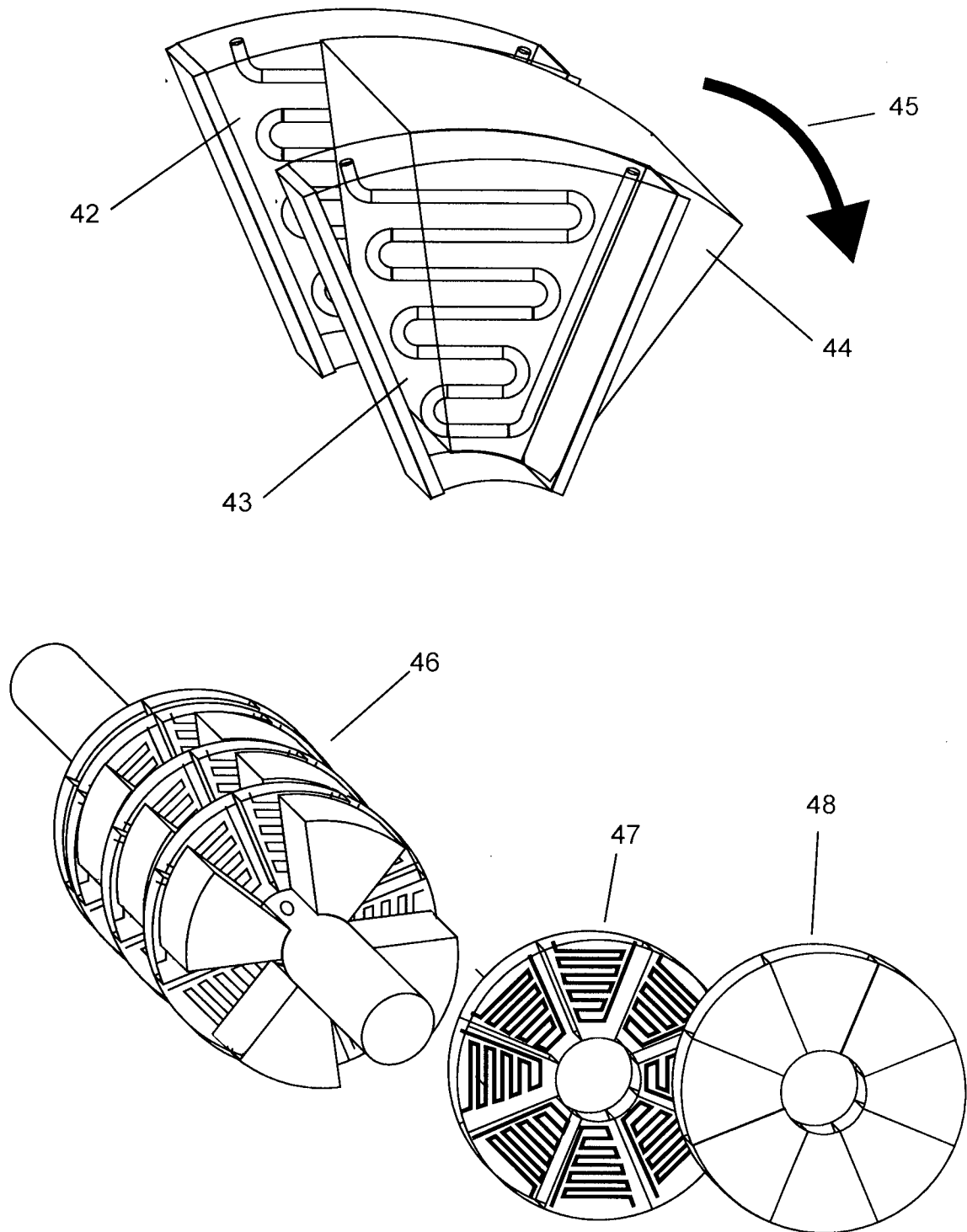


FIG 7

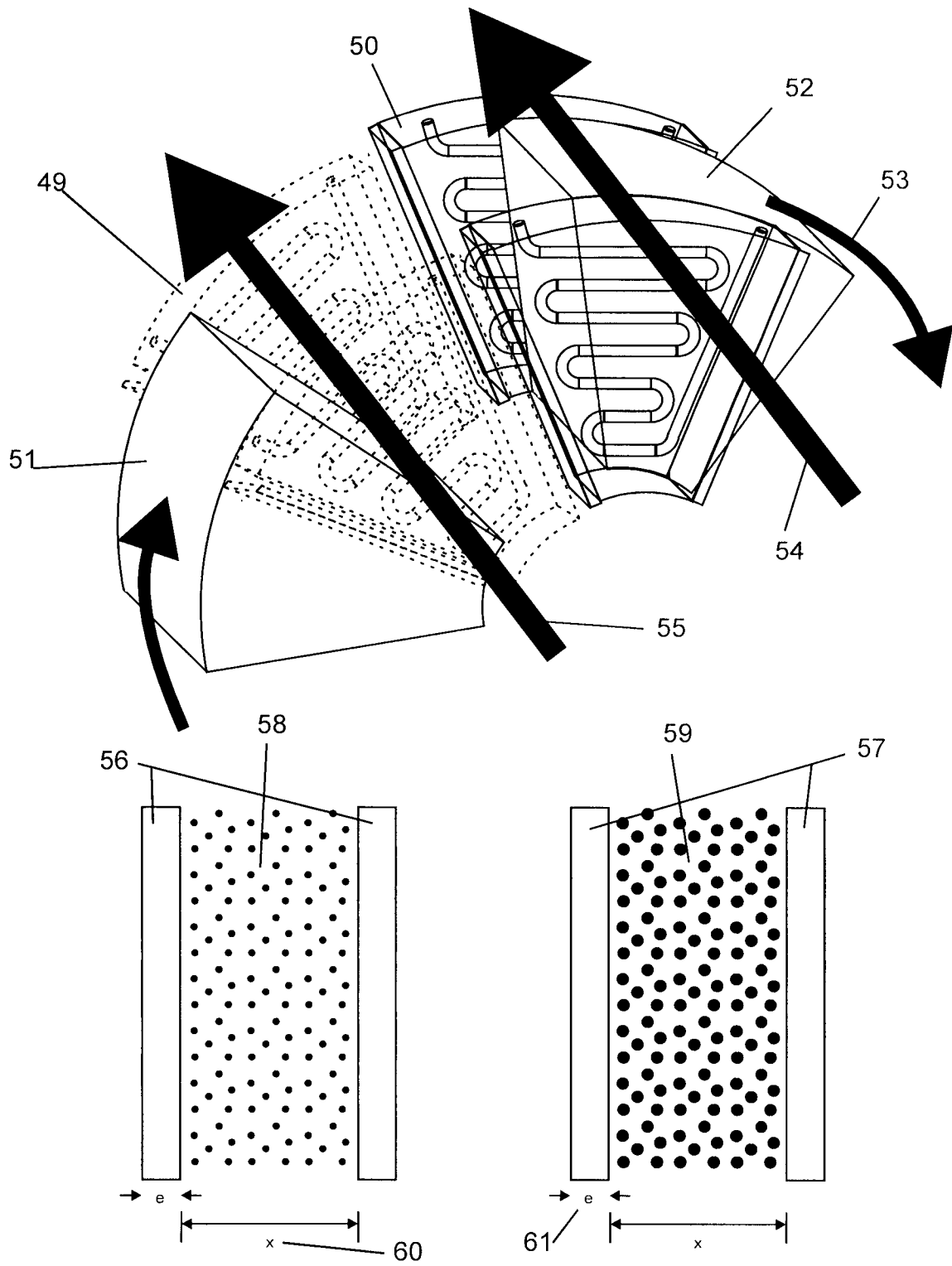
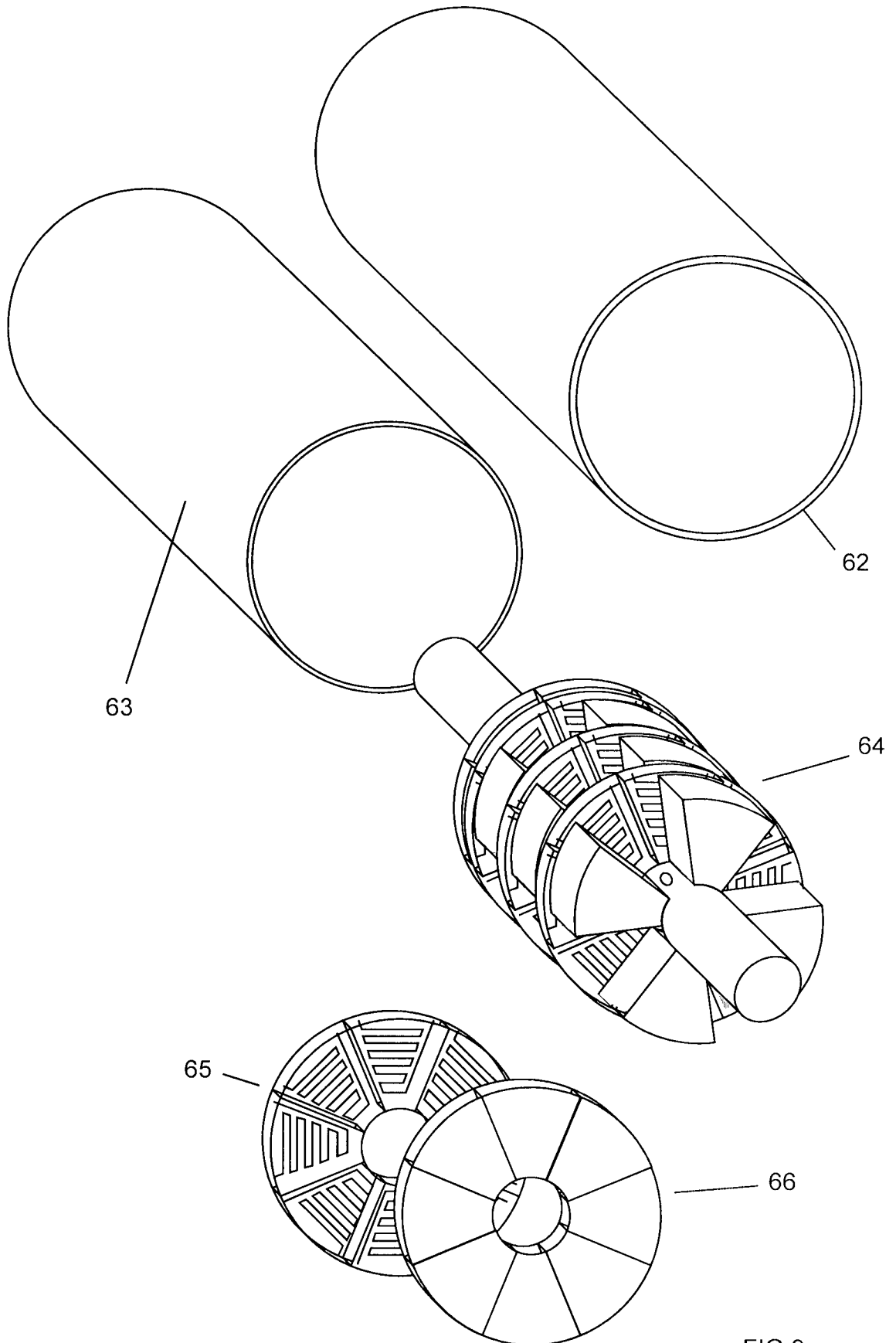


FIG 8



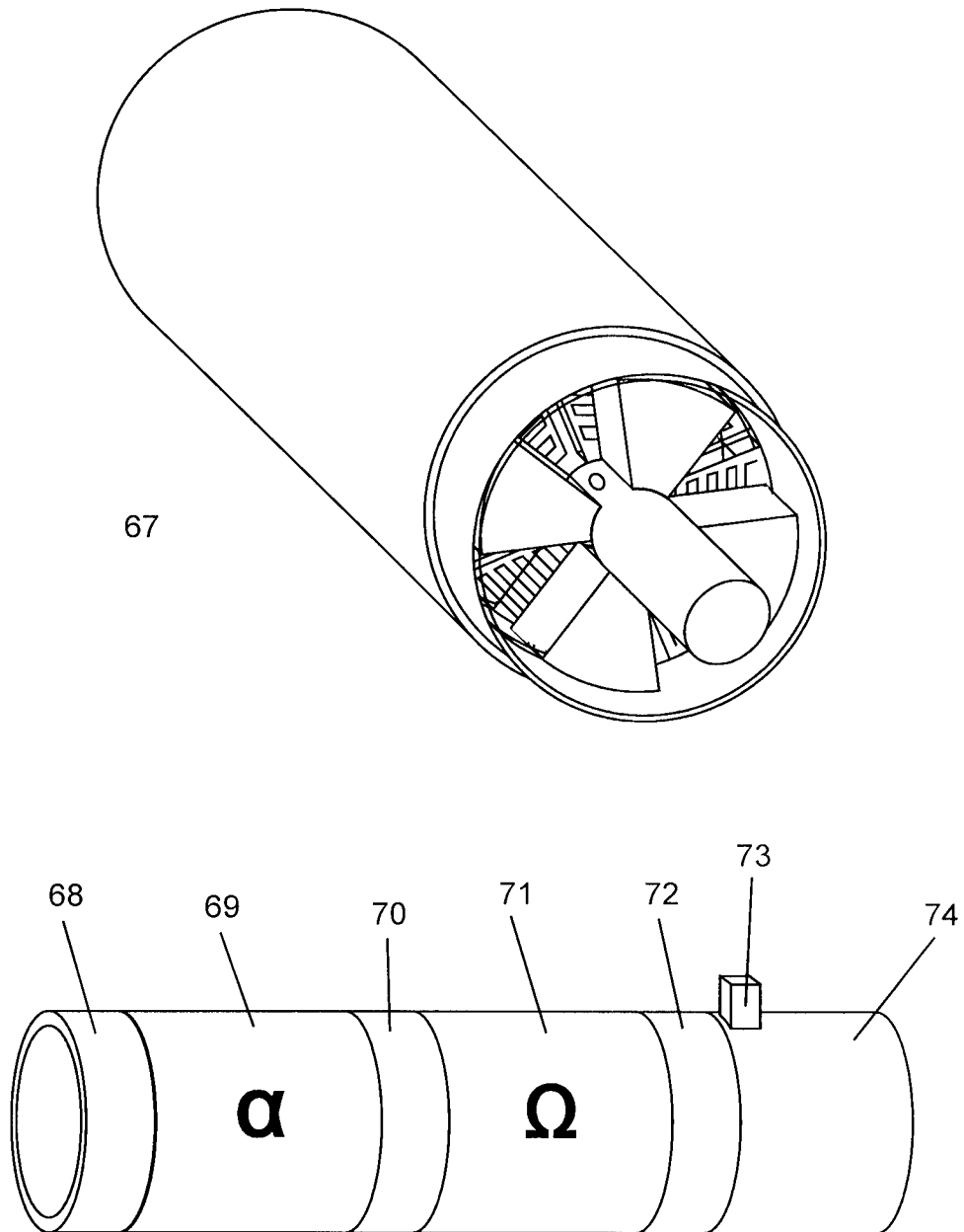


FIG 10

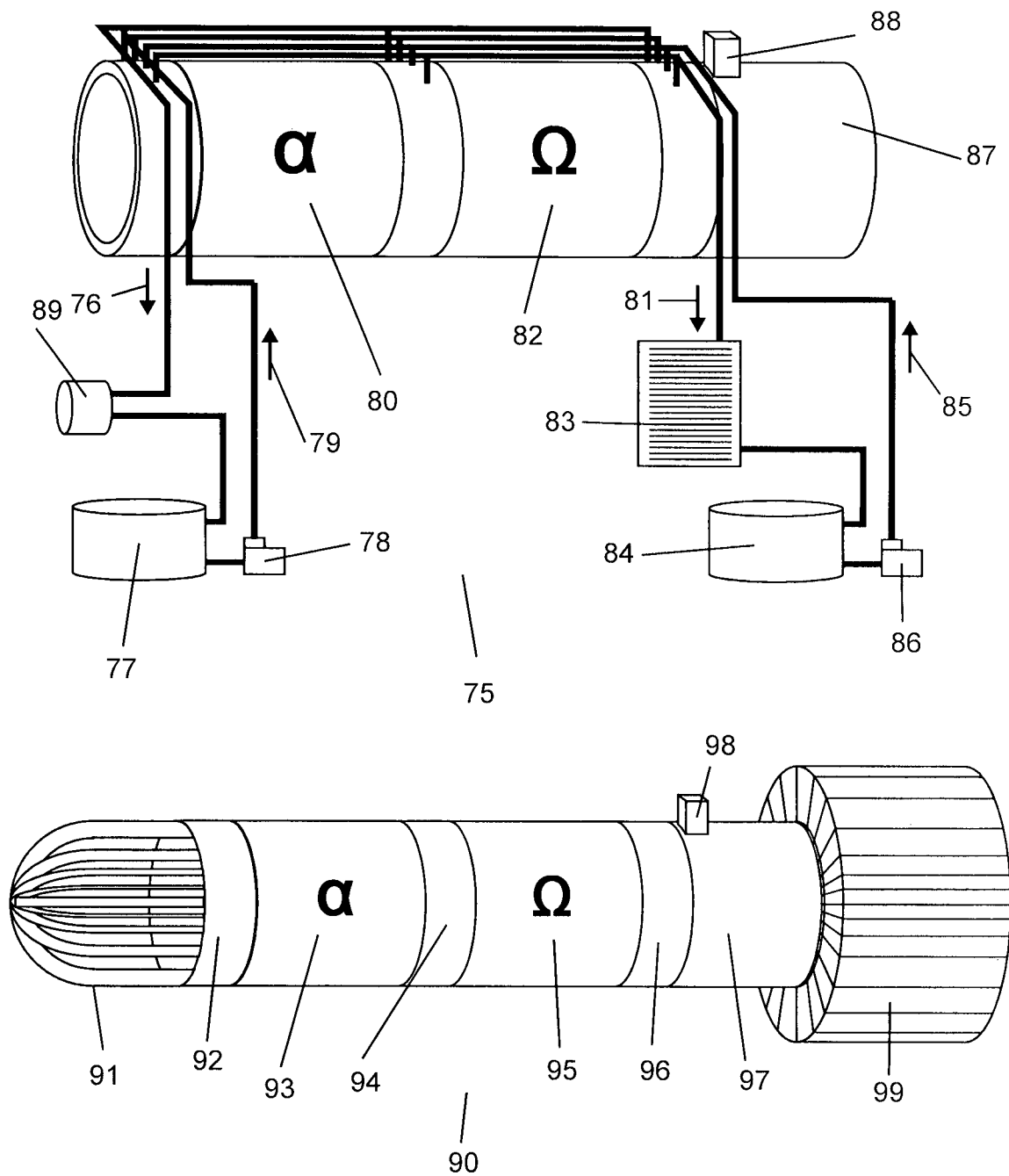


FIG 11

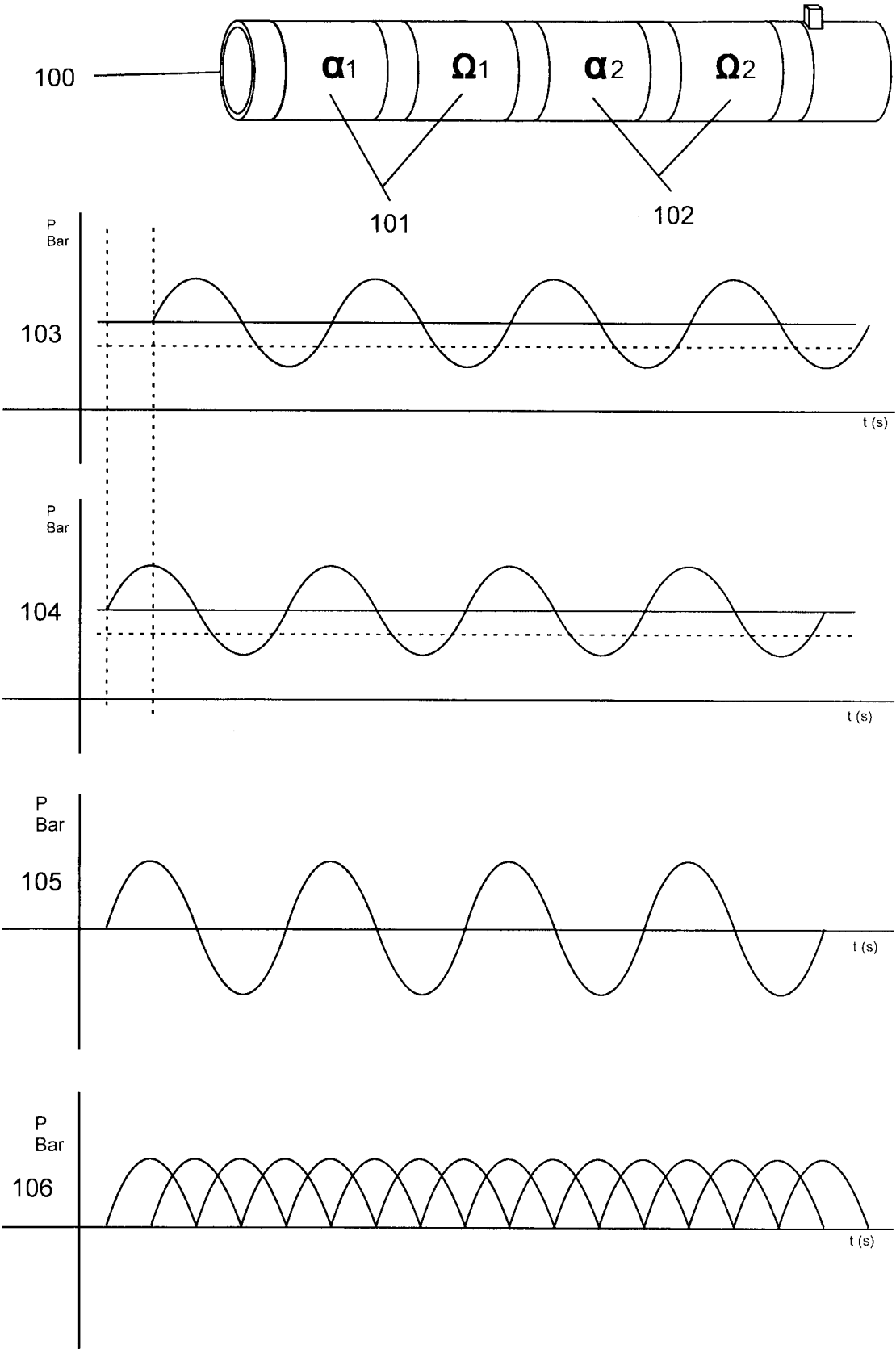
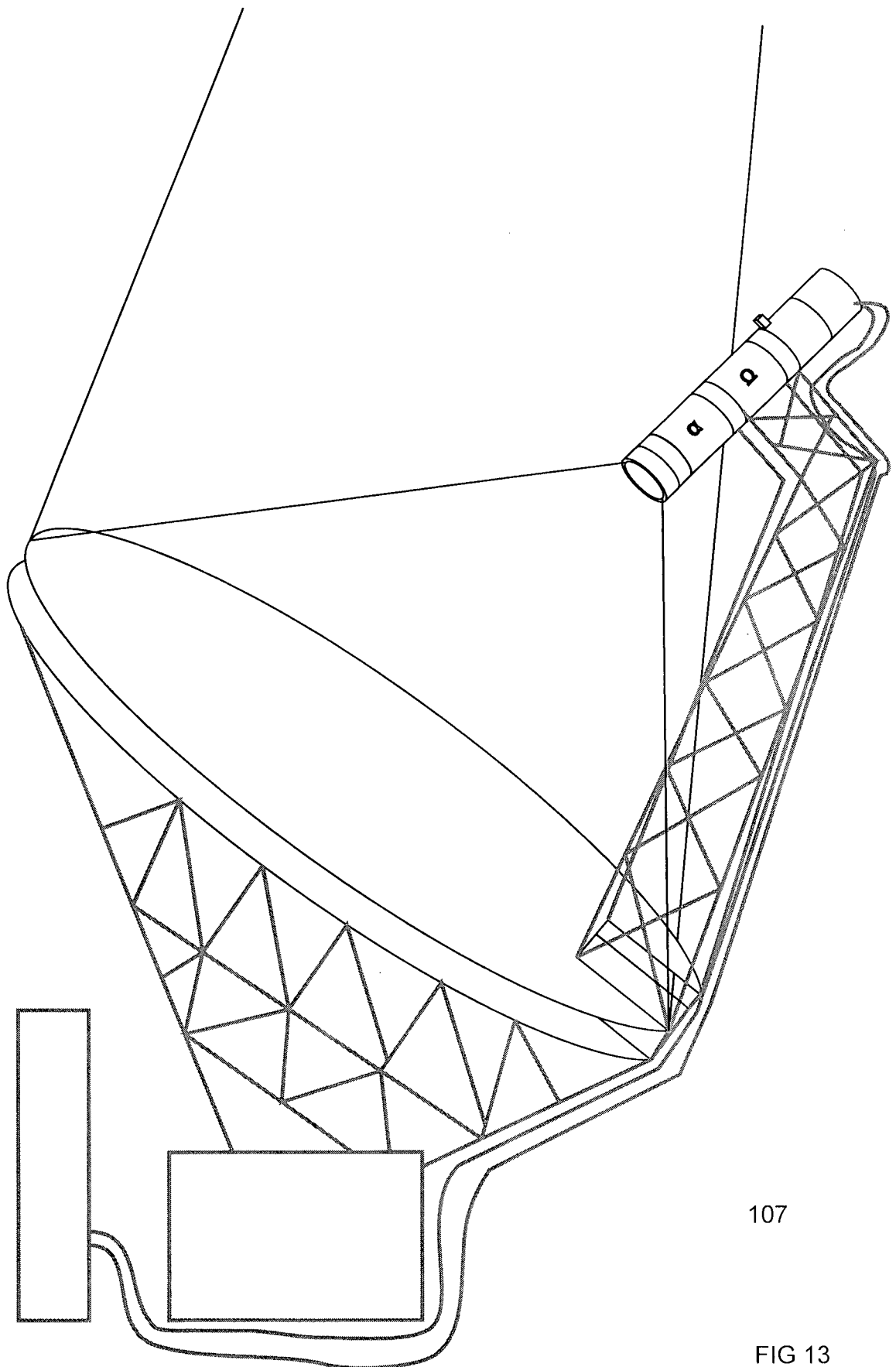
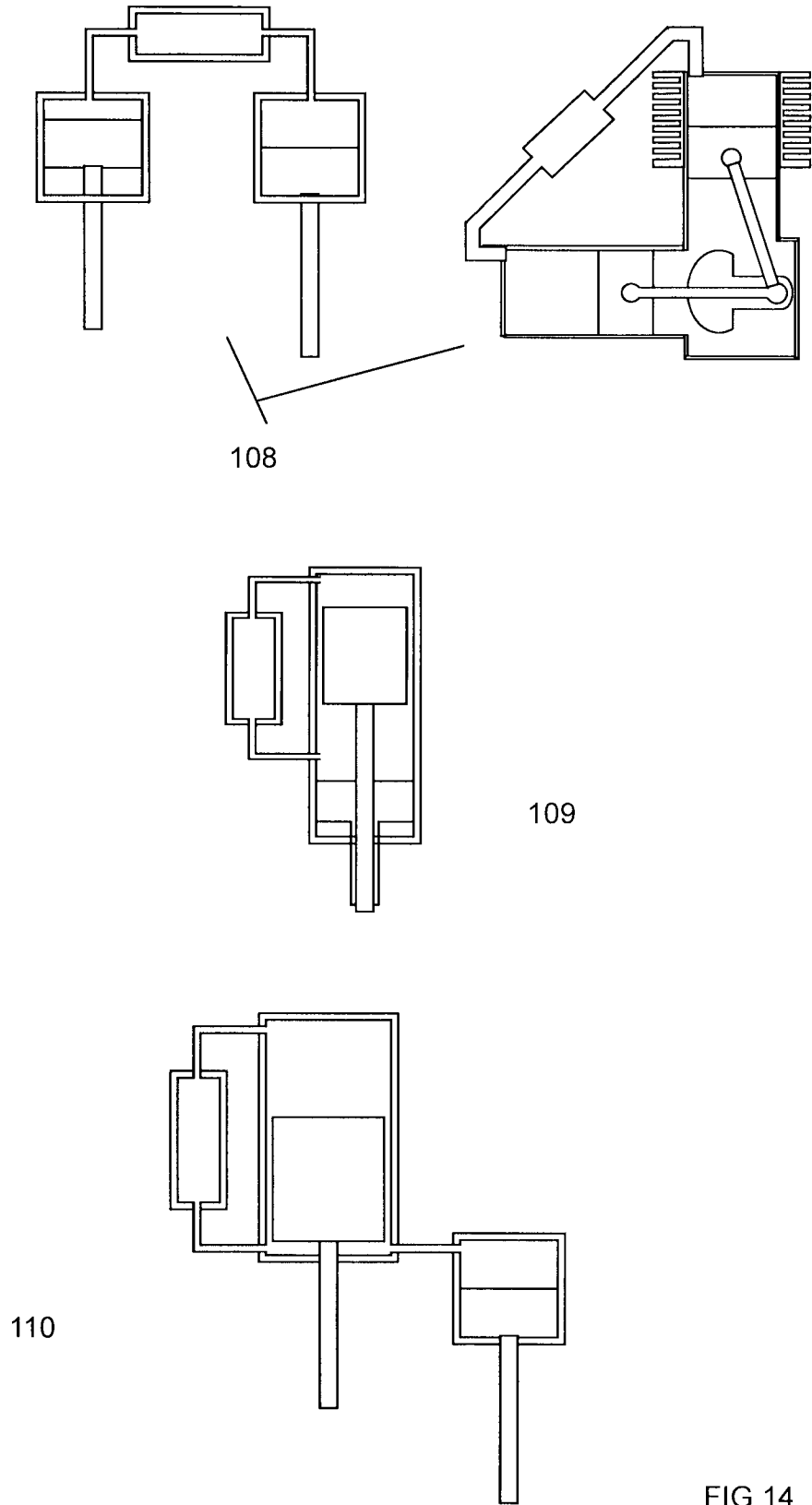


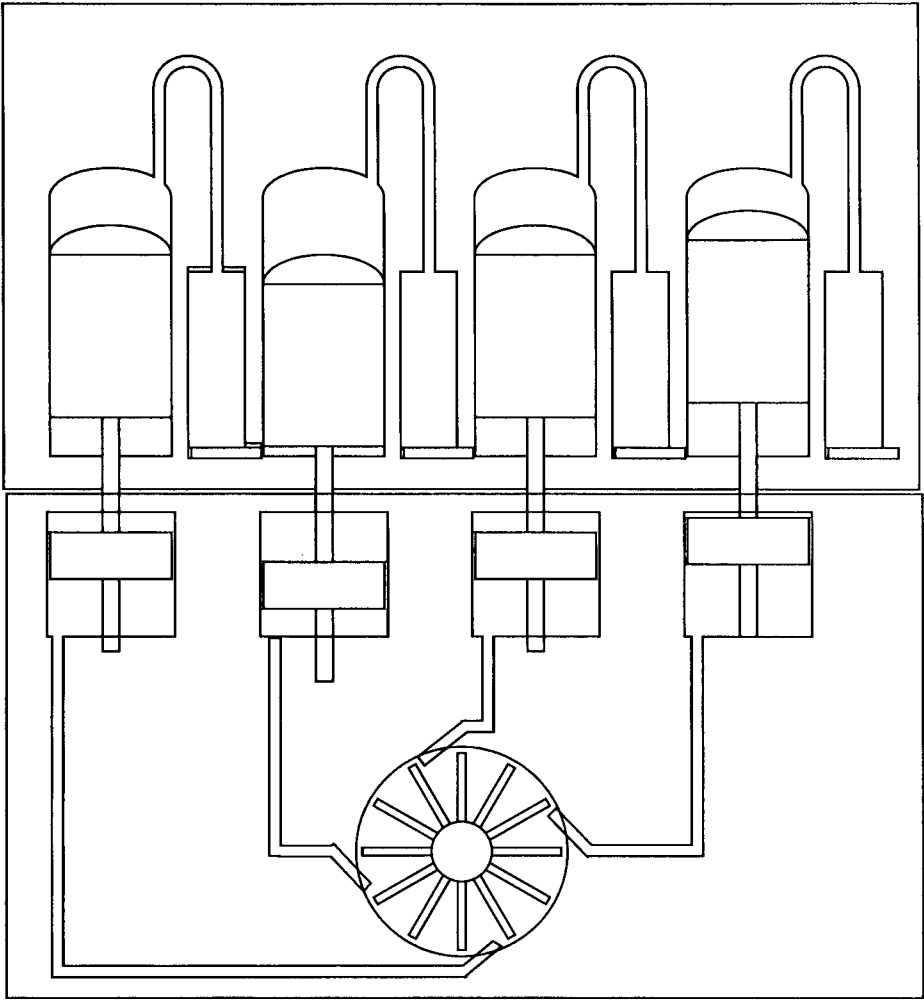
FIG 12



107

FIG 13





111

FIG 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2011/000065

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02G1/043, F02C1/10, F02C1/05

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC(2010.1)F02G; F02C; F03G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

ESPACENET, EPODOC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 20090019846 A1 22nd January 2009 (2009-01-22) the whole document	1 - 22
A	US 6195992 B1 6th March 2001 (2001-03-06) abstract	1 - 22

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15th June 2011 (15.06.2011)

Date of mailing of the international search report

21st June 2011 (21.06.2011)

Name and mailing address of the ISA/

BR

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2011/000065

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 3, 4, 5, 9, 11 - 22
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

Claims 3, 4, 5, 9 and 11-22 contravene PCT Rule 6.3(a) because not only do they not clearly define the subject matter per se or object for which protection is sought (PCT Articles 5 and 6) but they also fail to state the terms relating to the technical features of the invention, merely indicating the technical effect claimed or obtained.

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/BR2011/000065

US 20090019846 A1

--

None

US 6195992 B1

2001-03-06

AU 751680 B2

2002-08-22

AU 1002700 A

2000-07-27

AU PP827499 D0

1999-02-18

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL

Depósito internacional Nº

PCT/BR2011/000065

A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO

IPC versão 2010.01:

F02G1/043, F02C1/10, F02C1/05

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC) ou conforme a classificação nacional e IPC

B. DOMÍNIOS ABRANGIDOS PELA PESQUISA

Documentação mínima pesquisada (sistema de classificação seguido pelo símbolo da classificação)

IPC(2010.1)F02G; F02C; F03G

Documentação adicional pesquisada, além da mínima, na medida em que tais documentos estão incluídos nos domínios pesquisados

Base de dados eletrônica consultada durante a pesquisa internacional (nome da base de dados e, se necessário, termos usados na pesquisa)

ESPACENET, EPODOC

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
X	US 20090019846 A1 22 janeiro 2009 (2009-01-22) , todo o documento.	1 a 22.
A	US 6195992 B1 06 março 2001 (2001-03-06) , resumo.	1 a 22.

☐ Documentos adicionais estão listados na continuação do quadro C☒ Ver o anexo de famílias das patentes

* Categorias especiais dos documentos citados:

"A" documento que define o estado geral da técnica, mas não é considerado de particular relevância.

"E" pedido ou patente anterior, mas publicada após ou na data do depósito internacional

"L" documento que pode lançar dúvida na(s) reivindicação(ões) de prioridade ou na qual é citado para determinar a data de outra citação ou por outra razão especial

"O" documento referente a uma divulgação oral, uso, exibição ou por outros meios.

"P" documento publicado antes do depósito internacional, porém posterior a data de prioridade reivindicada.

"T" documento publicado depois da data de depósito internacional, ou de prioridade e que não conflita como depósito, porém citado para entender o princípio ou teoria na qual se baseia a invenção.

"X" documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada nova e não pode ser considerada envolver uma atividade inventiva quando o documento é considerado isoladamente.

"Y" documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada envolver atividade inventiva quando o documento é combinado com outro documento ou mais de um, tal combinação sendo óbvia para um técnico no assunto.

"&" documento membro da mesma família de patentes.

Data da conclusão da pesquisa internacional

15 junho 2011

Data do envio do relatório de pesquisa internacional:

210611

Nome e endereço postal da ISA/BR



INSTITUTO NACIONAL DA
PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Rua Mayrink Veiga nº 9, 18º andar
cep: 20090-050, Centro - Rio de Janeiro/RJ

Nº de fax:

+55 21 2139-3663

Funcionário autorizado

Wanderley Crespo de Barros

Nº de telefone:

+55 21 2139-3493/3742

Quadro II Observações quando certas reivindicações não puderam ser objeto de pesquisa (Continuação do ponto 2 da primeira página)

Este relatório de pesquisa internacional não foi formulado em relação a certas reivindicações, sob Artigo 17.2).a), pelas seguintes razões:

1. ☐ Reivindicações:

porque estas se referem a matéria na qual esta Autoridade não está obrigada a realizar a pesquisa, a saber:

2. ☒ Reivindicações: **3, 4, 5, 9, 11 a 22**

porque estas se referem a partes do pedido internacional que não estão de acordo com os requisitos estabelecidos, de tal forma que não foi possível realizar uma pesquisa significativa, especificamente:

As reivindicações 3, 4, 5, 9, 11 a 22 estão em desacordo com a regra 6.3.a do PCT, pois a definição da matéria em si ou o objeto para o qual se requer proteção além de não apresentar clareza (Art. 5 e 6 do PCT) também não aponta os termos relativos às características técnicas da invenção, denotando o efeito técnico pretendido ou obtido.

3. ☐ Reivindicações:

porque estas são reivindicações dependentes e não estão redigidas de acordo com os parágrafos segundo e terceiro da Regra 6.4.a).

Quadro III Observações por falta de unidade de invenção (Continuação do ponto 3 da primeira página)

Esta Autoridade de pesquisa internacional encontrou múltiplas invenções neste depósito internacional, a saber:

1. ☐ como todas as taxas requeridas para pesquisas adicionais foram pagas pelo depositante dentro do prazo, este relatório de pesquisa cobre todas as reivindicações pesquisáveis.
2. ☐ como a pesquisa em todas as reivindicações pesquisáveis pode ser feita sem esforço que justifique pagamento adicional, esta Autoridade não solicitou o pagamento de taxas adicionais.
3. ☐ como somente algumas das taxas requeridas para pesquisas adicionais foram pagas pelo depositante dentro do prazo, este relatório de pesquisa internacional cobre somente aquelas reivindicações cujas taxas foram pagas, especificamente as reivindicações:
4. ☐ as taxas de pesquisas adicionais requeridas não foram pagas dentro do prazo pelo depositante. Consequentemente, este relatório de pesquisa internacional se limita à invenção mencionada primeiramente nas reivindicações, na qual é coberta pelas reivindicações:

Observações da reclamação

- ☐ as taxas adicionais para pesquisas foram acompanhadas pela reclamação do depositante e, se for o caso, pelo pagamento da taxa de reclamação.
- ☐ as taxas adicionais para pesquisa foram acompanhadas pela reclamação do depositante mas a taxa de reclamação não foi paga dentro do prazo especificado pela solicitação.
- ☐ o pagamento de pesquisas adicionais não acompanha nenhuma reclamação.

Informação relativa a membros da família da patentes

PCT/BR2011/000065

Formulário PCT/ISA/210 (anexo da família de patentes) (Julho 2009)