

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

(21) **PI0609855-0 A2**



(22) Data de Depósito: 01/03/2006
(43) Data da Publicação: 11/05/2010
(RPI 2053)

(51) *Int.Cl.*:
F27B 3/12 (2010.01)
F27D 1/14 (2010.01)
F27B 1/12 (2010.01)

(54) Título: **FORNO CIRCULAR DE COQUILHA
DIVIDIDA E SISTEMAS DE LIGAÇÃO PARA FORNOS
CIRCULARES**

(30) Prioridade Unionista: 02/03/2005 US 11/070,035

(73) Titular(es): Hatch Ltd.

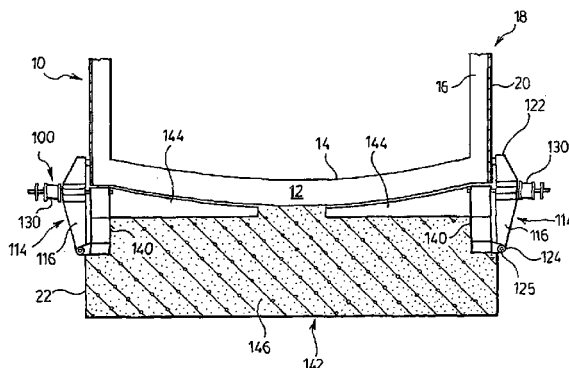
(72) Inventor(es): Brett T. Emery, Clarence A. Nichols, Felim P. Mccaffrey, Jimmy Sarvinis Jr., Keith E. Joiner, Nils W. Voermann, Robert J. Veenstra

(74) Procurador(es): Ricci & Assoc.Propr. Intelec. S/S Ltda.

(86) Pedido Internacional: PCT CA2006000305 de 01/03/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/092053 de 08/09/2006

(57) **Resumo:** FORNO CIRCULAR DE COQUILHA DIVIDIDA E SISTEMAS DE LIGAÇÃO PARA FORNOS CIRCULARES. São descritas sistemas de ligação para a aplicação de forças de compressão à soleira refratária e/ou parede lateral refratária de um forno circular dotado de uma coquilha metálica externa que pode ser segmentada. Um sistema de ligação preferido compreende uma banda de tensionamento dotada de um ou mais segmentos que se prolongam à volta da soleira e/ou parede lateral do forno, existindo uma conexão resiliente entre as extremidades opostas da banda e, onde a banda é segmentada, também existem conexões resilientes entre as extremidades dos segmentos adjacentes. Um outro sistema de ligação preferido compreende uma série de membros articulados à volta da circunferência do forno. Cada membro articulado é atuado por meio de um membro gerador de força, que aplica uma força controlada ao membro articulado e faz com que este aplique uma força de compressão à soleira.





PI0609855-0

- 1 -

FORNO CIRCULAR DE COQUILHA DIVIDIDA E SISTEMAS DE LIGAÇÃO PARA FORNOS CIRCULARES

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere a um desenvolvimento de fornos circulares dotados de paredes feitas com materiais refratários. Mais especificamente, a invenção se refere a sistemas de ligação para a aplicação de forças de compressão na soleira refratária e/ou na parede lateral refratária de um forno circular e aos fornos circulares que incorporam esses sistemas de ligação.

HISTÓRICO DA INVENÇÃO

Os fornos usados para a fusão e conversão de minérios ferrosos e não ferrosos e concentrados geralmente são dotados de uma parede de fundo (soleira) e paredes verticais (paredes laterais) feitas de tijolos refratários, uma coquilha metálica estrutural que envolve a soleira refratária e as paredes laterais, e um teto ou coifa de saída de gás. A compressão adequada das paredes do forno e, em especial, da soleira é crucial para maximizar o tempo de duração (campaign life) do forno e para evitar o seu mau desempenho custoso e potencialmente catastrófico.

Durante o aquecimento do forno até sua temperatura de operação, os tijolos individuais que compreendem a soleira e os refratários da parede se expandem, provocando uma expansão para o lado externo do forno. De maneira inversa, o resfriamento do forno provoca uma contração dos tijolos individuais e o encolhimento geral do forno. Se as forças compressivas sobre a soleira ou as paredes não forem suficientes, podem-se formar vãos entre os tijolos durante as fases de resfriamento da operação do forno. Esses vãos podem ser infiltrados por material fundido ou outro material, provocando um crescimento adicional e permanente do forno, por ser repetidamente aquecido e resfriado. Essa expansão adicional do forno, conhecida como "ratcheting", pode reduzir o tempo de duração do forno produzindo uma capa de aço até o ponto em que,

eventualmente se rompa, e/ou permitindo que o conteúdo fundido do forno escape pelas uniões expandidas e infiltradas entre os tijolos.

Os sistemas de ligação de fornos retangulares são bem conhecidos e geralmente compreendem vigas verticais espaçadas regularmente conhecidas como "buckstays", que são mantidos em conjunto na parte superior e inferior por meio de membros de ligação resilientes horizontais que se projetam pelas paredes laterais do forno. Essa disposição de ligação pode prover uma carga substancialmente constante sobre a parede do forno e sobre os refratários da soleira, independente da expansão ou da contração térmica do forno, evitando assim o ratcheting térmico e a infiltração das uniões dos tijolos. Entretanto, esses sistemas de ligação não são diretamente adaptáveis para serem usados nos fornos circulares.

A necessidade de uma compressão adequada é particularmente importante nos fornos circulares, onde a coquilha metálica estrutural é submetida a grandes quantidades de tensão quando a soleira do forno e os refratários das paredes se expandem radialmente em maior medida em cada ciclo térmico ou ratchet. Esse problema pode provocar a redução da vida útil do forno ou seu mau funcionamento pelo escape do conteúdo fundido do forno pelas uniões dos tijolos infiltrados ou pela dilatação da coquilha do forno até o ponto de ruptura, não tendo ainda sido solucionado de maneira adequada. Um tipo de sistema de ligação para forno circular está descrito na Patente Norte-Americana Nº 5.867.523 (Wasmund et al.), publicada em 2 de fevereiro de 1999. O sistema descrito por Wasmund et al. compreende uma série de ligações de tensionamento que conectam de maneira resiliente os segmentos de uma coquilha metálica estrutural de um forno circular. Essas ligações aplicam uma força de compressão às paredes laterais do forno. A patente de Wasmund está incorporada a presente invenção por referência em sua totalidade.

Permanece a necessidade de um melhor sistema de ligação para os fornos circulares, e para fornos circulares em que a tensão na coquilha metálica externa possa ser mantida dentro de limites aceitáveis enquanto proporciona a

compressão adequada do conjunto de tijolos, de maneira a evitar o ratcheting térmico e a infiltração das uniões dos tijolos, especificamente na área da soleira.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção soluciona os problemas supramencionados do estado da técnica provendo sistemas de ligação para a aplicação de forças de compressão sobre a soleira refratária e/ou a parede lateral refratária de um forno circular, e provendo fornos circulares que incorporam esses sistemas de ligação. De preferência, os sistemas de ligação da invenção aplicam forças de compressão na área da soleira.

Um sistema de ligação de acordo com a invenção aplica compressão radial ao forno por meio de uma série de membros articulados espaçados à volta do lado externo do forno, cada membro articulado aplicando uma força de compressão dirigida para dentro da soleira.

Um outro sistema de ligação radial de acordo com a invenção compreende uma ou mais bandas que envolvem a coquilha do forno e mantêm uma força de compressão radial sobre a soleira, cada uma das bandas compreendendo um ou mais segmentos, sendo providas conexões resilientes entre as extremidades do(s) segmento(s).

Em um de seus aspectos, a presente invenção diz respeito a um forno circular dotado de uma extremidade inferior e uma extremidade superior. O forno compreende (a) uma soleira feita de material refratário e localizada na extremidade inferior do forno; (b) uma parede lateral geralmente cilíndrica que se projeta a partir da soleira até a extremidade superior do forno, sendo a parede lateral compreendida por um material refratário; (c) uma coquilha metálica geralmente cilíndrica que envolve a soleira e a parede lateral, estando a coquilha sob tensão de maneira a aplicar uma força de compressão radialmente dirigida para dentro do forno; e (d) um ou mais membros de tensionamento

associados à coquilha para a manutenção da tensão na coquilha e aplicação de uma força de compressão radial ao forno; em que cada um dos membros de tensionamento compreende uma banda alongada dotada de primeira e segunda extremidades e de comprimento suficiente para se projetar à volta da parede lateral, sendo provida uma conexão resiliente entre as extremidades opostas da banda.

Em um outro aspecto, a presente invenção diz respeito a um sistema de ligação para a manutenção da compressão radial em uma soleira refratária de um forno circular. O sistema compreende uma série de elementos de ligação radial espaçados entre si na soleira. Cada um dos elementos de ligação radial compreende (a) um membro articulado tendo uma primeira extremidade, uma segunda extremidade e um ponto de articulação, a primeira extremidade do membro de articulação aplicando uma força de compressão radialmente dirigida para dentro na soleira, em que a articulação do membro articulado no ponto de articulação provoca uma alteração na força de compressão aplicada à soleira pelo membro articulado; (b) um membro gerador de força para aplicar uma força ao referido membro articulado, a força aplicada ao membro articulado sendo dirigida de forma a fazer com que o membro articulado articule sobre o ponto de articulação e fazer a primeira extremidade do membro articulado tender radialmente para dentro para ter contato de compressão com a soleira.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A invenção será agora descrita, somente a título de exemplo, com referência aos desenhos anexos, em que:

A Figura 1 é uma vista em perspectiva de um forno circular preferido de acordo com a invenção, incluindo um primeiro sistema de ligação radial preferido;

A Figura 2 é uma vista em planta parcial do forno da Figura 1;

A Figura 3 é uma vista ampliada de uma das ligações radiais mostradas nas Figuras 1 e 2;

A Figura 4 é uma vista ampliada de uma forma preferida alternativa de ligação radial de acordo com a primeira configuração preferida da invenção;

A Figura 5 é uma vista em corte transversal do forno circular incorporando um sistema de ligação radial de acordo com uma segunda configuração preferida;

A Figura 6 é uma vista ampliada de um dos elementos de ligação radial do sistema mostrado na Figura 5; e

A Figura 7 é uma vista ampliada de um elemento de ligação radial de um sistema de ligação de acordo com uma terceira configuração preferida da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONFIGURAÇÕES PREFERIDAS

A Figura 1 ilustra um forno circular preferido 10 de acordo com a presente invenção. Será visto que os desenhos foram simplificados para eliminar os detalhes do forno 10 que são desnecessários para a compreensão da presente invenção.

O forno 10 tem uma soleira 12 em sua extremidade inferior 14 e uma parede lateral geralmente cilíndrica 16 que se projeta a partir da soleira 12 até a extremidade superior 18 do forno 10. Tanto a soleira 12 como a parede lateral 16 são feitas de material refratário, como tijolos refratários ou material refratário fundido de forma convencional. A soleira 12 e a parede lateral 16 são algumas vezes referidas na presente invenção como "refratários do forno". A parede lateral 16 pode ser uma estrutura composta de elementos resfriados a água e material refratário, como na patente supramencionada de Wasmund et al. Os detalhes estruturais dos refratários do forno não constam nos desenhos.

O forno 10 tem preferivelmente também uma coquilha metálica estrutural geralmente cilíndrica 20 envolvendo a parede lateral 16, a coquilha 20 se projetando entre a extremidade inferior 14 e a extremidade superior 18 do forno 10. A coquilha 20 pode ser dotada preferivelmente de aberturas para receber os equipamentos de resfriamento, podendo também ser dotada de furos rosqueados cujo material pode ser removido do forno. Essas características não constam nos desenhos.

Como mostrado nos desenhos, o forno 10 pode preferivelmente ser suportado sobre uma base 22 de concreto reforçado ou outro material adequado. Entretanto, será visto que o forno 10 também poderia ser montado para verter material.

O forno 10 mostrado nos desenhos se trata de um forno circular de "coquilha dividida", significando que a coquilha metálica cilíndrica 20 do forno 10 é feita em duas ou mais placas de revestimento em arco 24. Na configuração preferida mostrada nos desenhos, a coquilha 20 compreende três placas de revestimento 24. Entretanto, será visto que o número de placas de revestimento não é crucial para a presente invenção, podendo ser mais ou menos que o número de placas de revestimento 24 mostradas nos desenhos. Por exemplo, o forno 10 pode ter uma coquilha integral. Além disso, a porção inferior do forno 10 pode ter um número maior de placas de revestimento que a porção superior do forno 10 na imediação da soleira 12.

Como será visto, são formadas várias uniões espaçadas circunferencialmente 26 na coquilha metálica externa 20 entre as placas de revestimento 24. Existem pequenos vãos 26 que podem preferencialmente ser vedados por placas de cobertura deslizantes (não mostradas). Na configuração ilustrada, as uniões 26 entre as placas de revestimento 24 são mantidas não cobertas.

A coquilha metálica externa 20 é mantida sob tensão aplicando uma força de compressão radialmente dirigida para o interior sobre os refratários do forno 12, 16. No forno de coquilha dividida 10, placas de revestimento adjacentes 24

podem ser conectadas preferivelmente por meio de membros resilientes de tensionamento, como os descritos na patente de Wasmund et al. supramencionada (não mostrada). Esses membros de tensionamento aplicam uma força de compressão radial à parede lateral do forno 16.

Em uma primeira configuração preferida da invenção, o forno 10 é provido de uma banda de tensionamento 28 que se projeta à volta da coquilha 20, próximo à extremidade inferior 14 do forno 10. A banda de tensionamento 28 exerce forças compressivas suficientes na extremidade inferior 14 do forno 10 de maneira a resistir à expansão radial da soleira 12.

A banda de tensionamento 28 pode ser uma banda metálica contínua e simples, cujas extremidades estão conectadas de maneira resiliente entre si. De maneira alternativa, como mostrado nos desenhos, a banda de tensionamento 28 pode compreender dois ou mais segmentos 30, com as extremidades dos segmentos adjacentes 30 estando conectadas de maneira resiliente entre si. Apesar de ser mostrada somente uma banda de tensionamento 28 nos desenhos, também será visto que o forno 10 pode ser dotado de duas ou mais bandas de tensionamento 28.

As conexões resilientes da banda de tensionamento 28 são dotadas de membros resilientes de tensionamento 32. Os membros de tensionamento 32 estão posicionados nas extremidades dos segmentos 30 da banda de tensionamento 28, e compreendem um primeiro suporte 34 ligado a uma extremidade de um segmento 30 e um segundo suporte 36 ligado a uma extremidade de um segmento adjacente 30. Pelo menos um membro de ligação 38 se projeta em um vão 40 entre os segmentos adjacentes 30. De preferência, cada membro de ligação 38 compreende uma haste longa e rosqueada.

Cada membro de ligação 38 está conectado de maneira resiliente a pelo menos um dos suportes 34, 36 de maneira a permitir a expansão e a contração da coquilha externa 20, como resposta à expansão e à contração do forno. Como mostrado na Figura 3, uma extremidade de cada membro de ligação 38 se

projeta por meio de uma mola 42 que conecta de maneira resiliente o membro de ligação 38 ao suporte 34. A mola 42 é mantida sob compressão entre um par de placas de retenção 44, 46. Uma primeira placa retentora 44 está ligada à extremidade do membro de ligação 38 por um conjunto de porca 48 e arruela 50. Uma segunda placa de retenção 46 faz parte do suporte 34 e está localizada na extremidade de um segmento 30 ao longo do vão 40. As placas de retenção 44, 46 são dotadas de aberturas para receber o membro de ligação 38.

A extremidade oposta do membro de ligação 38 se projeta na placa de retenção 52 do suporte 36 sendo mantida em posição por uma porca 54 rosqueada no membro de ligação 38 na placa de retenção 52.

A tensão da mola 42 é ajustada por meio da variação de seu comprimento. Como será visto, a redução do comprimento da mola aumenta sua tensão 42, aumentando assim a tensão dos segmentos 30 e, portanto, da coquilha 20, e aumentando a compressão dos refratários do forno 12, 16. Por outro lado, o aumento do comprimento da mola reduz sua tensão 42, reduzindo assim a tensão da coquilha 20 e reduzindo a compressão dos refratários do forno 12, 16. O ajuste do comprimento da mola pode ser feito de preferência girando-se manualmente a porca 54. De maneira alternativa, em um membro preferido de tensionamento 32' mostrado na Figura 4, pode ser provido um cilindro hidráulico 56 entre a porca 54 e a placa de retenção 52 para o ajuste da tensão da mola.

Um outro sistema de ligação radial preferido 100 será agora descrito para a manutenção da compressão radial da soleira 12 de um forno circular 10. Esta configuração preferida está ilustrada nas Figuras 5 e 6. O sistema de ligação 100 compreende uma série de elementos de ligação radial 114 dispostos espaçadamente entre si na circunferência do forno 10. Cada elemento de ligação radial 114 compreende um membro articulado, preferivelmente sob a forma de uma viga geralmente vertical 116 tendo uma face externa 118, uma face interna 120 em relação estrita com o forno 10, uma extremidade superior 122 e uma extremidade inferior 124. Cada viga 116 articula em um ponto de articulação

que, na configuração preferida mostrada nos desenhos, está localizado próximo à sua extremidade inferior, onde a viga 116 está ligada a um membro suporte. O ponto de articulação está localizado em uma abertura 125 que se projeta na extremidade inferior 124 da viga 116, por meio da qual a viga é fixada ao membro suporte, de maneira que a viga 116 articule em um eixo tangencial à parede lateral do forno 16.

A extremidade superior 122 da viga 116 está em contato direto com a coquilha metálica externa 20 do forno 10, e aplica uma força de compressão radialmente dirigida para dentro da soleira 12. De preferência, como mostrado na Figura 8, a face interna 120 da viga 116 é dotada de uma projeção arredondada 126 que é recebida em um membro em formato de copo 128 na coquilha do forno 20, onde é aplicada a força de compressão.

Cada elemento de ligação radial 114 ainda é dotado de um membro gerador de força para a aplicação de uma força à viga 116. Na configuração preferida da invenção, o membro gerador de força compreende preferivelmente um conjunto de mola de ligação da soleira 130 que se localiza preferivelmente entre as extremidades superior e inferior 122, 124 da viga 116, preferivelmente mais perto da extremidade superior 122 que da extremidade inferior 124. O conjunto de mola de ligação da soleira 130 compreende preferivelmente uma ou mais molas 132 comprimidas entre duas placas de retenção 134 e 136, podendo preferivelmente ser estruturalmente similar ao conjunto de molas 42 descrito anteriormente. Com o aumento da compressão das molas 132, aumenta a força de compressão no forno 10. De maneira alternativa, o membro gerador de força pode compreender um cilindro pressurizado por um fluido, de preferência um cilindro hidráulico similar ao cilindro 56 descrito anteriormente.

As placas de retenção 134 e 136 têm aberturas para receber um membro de ligação 138, compreendendo de preferência uma haste alongada e rosqueada. Uma extremidade do membro de ligação 138 é fixa de forma resiliente pelo conjunto de mola de ligação da soleira 130, como mostrado na Figura 6. A extremidade oposta do membro de ligação 138 tem o movimento impedido por

um membro suporte localizado abaixo da soleira 12. De preferência, o membro suporte compreende uma viga anel 140 que faz parte de uma subestrutura suporte da soleira 142, que também pode incluir uma série de vigas de projeção radial 144 e uma base 146 feita de concreto ou de outro material. Será visto que a construção da subestrutura suporte da soleira 142 é somente mostrada esquematicamente nos desenhos, e não faz parte da presente invenção.

Será visto que a mola 132 exerce uma força radialmente dirigida para dentro na viga 116, fazendo que articule no ponto de articulação e fazendo com que a extremidade superior da viga 116 tenha contato de compressão radialmente dirigido para dentro com a soleira 12.

A Figura 7 é uma vista ampliada de um dos elementos de ligação radial 152 de um terceiro sistema de ligação radial preferido 150 de acordo com a invenção. O sistema de ligação 150 é similar ao sistema 100 anteriormente descrito, sendo agora descrito abaixo em detalhes.

Cada elemento de ligação radial 152 do sistema 150 compreende um membro, preferivelmente composto por uma viga geralmente vertical 154 tendo uma face externa 156, uma face interna 158 bastante próximas ao forno 10, uma extremidade superior 160 e uma extremidade inferior 162. A viga 154 articula em um ponto de articulação localizado no centro ou perto do centro da viga 154, e onde a viga 154 é ligada a um membro suporte. O ponto de articulação está localizado em uma abertura 164 que se projeta ao longo da viga 154, e pela qual a viga 154 é fixada ao membro suporte, de maneira que a viga articula em um eixo tangencial à parede lateral do forno 16.

A extremidade superior 160 da viga 154 está em contato direto com a coquilha metálica externa 20 do forno 10, e aplica uma força de compressão radialmente para dentro sobre a soleira 12. Como na configuração anteriormente descrita, a face interna 158 da viga 154 é dotada de uma projeção arredondada 166 que é recebida em um membro em formato de copo 128 na coquilha do forno.

Cada elemento de ligação radial 152 ainda compreende um membro gerador de força para a aplicação de uma força à viga 154. O membro gerador de força na terceira configuração preferida compreende um conjunto de mola de ligação da soleira 168 que se localiza na extremidade inferior 162 da viga 154. De maneira alternativa, o membro gerador de força pode compreender um cilindro pressurizado por um fluido, de preferência um cilindro hidráulico similar ao cilindro 56 descrito anteriormente. O conjunto de mola de ligação da soleira 168 compreende, de preferência, uma ou mais molas 170 comprimidas entre duas placas de retenção 172, 174, podendo também compreender um cilindro hidráulico como mencionado com relação ao segundo sistema de ligação preferido 100. As placas de retenção 172, 174 possuem aberturas para receber um membro de ligação 176, compreendendo preferivelmente uma haste alongada e rosqueada. Uma extremidade do membro de ligação 176 é fixada de forma resiliente por uma porca 175 contra uma placa de retenção 174 do conjunto de mola de ligação da soleira 168 e a extremidade oposta do membro de ligação 176 tem o movimento impedido por uma porca 177 em um membro suporte localizado abaixo da soleira 12. Como na segunda configuração preferida, o membro suporte compreende uma viga anel 140 que faz parte da subestrutura suporte da soleira 142. Na configuração da Figura 7, a viga anel 140 se localiza fora da parede do forno 16. A força de compressão no forno 10 aumenta com o aumento da compressão das molas 170. Nesta configuração preferida, a compressão da mola é ajustada girando-se a porca 175 que está rosqueada na extremidade do membro de ligação 176 que passa pela placa 174.

Embora a invenção tenha sido descrita com relação a determinadas configurações preferidas, não se limita a elas. Ao invés disso, a invenção inclui todas as configurações que podem se situar dentro do escopo das reivindicações a seguir.

Reivindicações:

1. Forno circular tendo uma extremidade inferior e uma extremidade superior, compreendendo:

(a) uma soleira feita de material refratário e localizada na extremidade inferior do forno;

(b) uma parede lateral geralmente cilíndrica que se projeta a partir da soleira até a extremidade superior do forno, sendo a parede feita em material refratário;

(c) uma coquilha metálica geralmente cilíndrica que envolve a soleira e a parede lateral, estando a coquilha sob tensão de maneira a aplicar uma força de compressão radialmente dirigida para o interior do forno; e

(d) um ou mais membros de tensionamento associados à coquilha para a manutenção de sua tensão e a aplicação de uma força de compressão radial ao forno;

caracterizado pelo fato de que cada um dos membros de tensionamento compreende uma banda alongada tendo uma primeira e uma segunda extremidades, e tendo comprimento suficiente para se prolongar à volta da parede lateral com uma conexão resiliente entre as extremidades opostas da banda.

2. Forno circular de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a conexão resiliente é formada por um primeiro suporte conectado à primeira extremidade da banda, um segundo suporte conectado à segunda extremidade da banda, e pelo menos um membro de ligação que se prolonga entre a primeira e segunda extremidades, sendo cada um dos membros de ligação conectado de forma resiliente a pelo menos um dos suportes.

3. Forno circular de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que cada um dos membros de ligação compreende uma haste conectada de forma resiliente ao primeiro suporte por uma mola.

4. Forno circular de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que cada um dos membros de ligação ainda compreende meios de ajuste para o ajuste da tensão da mola, os meios de ajuste sendo selecionados a partir do grupo que consiste em uma porca de compressão e um dispositivo pressurizado por fluido.
5. Forno circular de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o dispositivo pressurizado por fluido compreende um cilindro hidráulico.
6. Forno circular de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos membros de tensionamento compreende dois ou mais segmentos unidos pelas pontas, e onde também existem conexões resilientes entre as extremidades dos segmentos adjacentes.
7. Forno circular de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que as conexões resilientes entre as extremidades dos segmentos são individualmente formadas por um primeiro suporte conectado à primeira extremidade de um primeiro segmento, um segundo suporte conectado à segunda extremidade de um segundo segmento, e pelo menos um membro de ligação que se prolonga entre o primeiro e o segundo suportes, com cada um dos membros de ligação estando conectado de forma resiliente a pelo menos um dos suportes.
8. Forno circular de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que cada um dos membros de ligação compreende uma haste que está conectada de forma resiliente ao primeiro suporte por uma mola.
9. Forno circular de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que cada um dos membros de ligação ainda compreende meios de ajuste para o ajustamento de tensão da mola, os meios de ajuste sendo selecionados a partir de um grupo que consiste de uma porca de compressão e um dispositivo pressurizado por um fluido.

10. Forno circular de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dispositivo pressurizado por um fluido compreende um cilindro hidráulico.

11. A sistema de ligação para a manutenção da compressão radial sobre uma soleira refratária de um forno circular, o sistema compreendendo uma pluralidade de elementos de ligação radial espaçados entre si na soleira, cada um dos elementos de ligação radial compreendendo:

(a) um membro articulado dotado de uma primeira extremidade, uma segunda extremidade e um ponto de articulação, a primeira extremidade do membro de articulação aplicando uma força de compressão radialmente dirigida para o interior na soleira, caracterizado pelo fato de que a articulação do membro no ponto de articulação provoca uma mudança na força de compressão aplicada à soleira pelo membro articulado;

(b) a membro gerador de força para a aplicação de uma força ao referido membro articulado, a força aplicada ao membro articulado sendo dirigida de maneira a fazer com que o membro articulado articule em um ponto de articulação e fazer com que a primeira extremidade do membro articulado tenha contato de compressão radialmente dirigido para dentro com a soleira.

12. Sistema de ligação de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que cada membro articulado é fixado próximo ao ponto de articulação a um membro suporte abaixo da soleira.

13. Sistema de ligação de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o membro suporte compreende uma viga subjacente e que pelo menos suporta parcialmente a soleira.

14. Sistema de ligação de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o membro suporte compreende uma viga anel que pelo menos suporta parcialmente a soleira, a viga anel subjacente a uma área circunferencial da soleira.

15. Sistema de ligação de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o membro gerador de força é selecionado a partir do grupo que consiste de um conjunto de molas e um cilindro pressurizado com fluido.

16. Sistema de ligação de acordo com a reivindicação 15, ainda compreendendo um membro de tensionamento que se projeta entre o membro gerador de força e um membro de retenção, o membro de tensionamento compreendendo uma haste.

17. Sistema de ligação de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o ponto de articulação é próximo à segunda extremidade ou próximo à meio do membro articulado.

18. Sistema de ligação de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o membro gerador de força é próximo à segunda extremidade ou próximo à meio do membro articulado.

19. Sistema de ligação de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a segunda extremidade do membro articulado está localizada abaixo da primeira extremidade.

RESUMO

São descritos sistemas de ligação para a aplicação de forças de compressão à soleira refratária e/ou parede lateral refratária de um forno circular dotado de uma coquilha metálica externa que pode ser segmentada. Um sistema de ligação preferido compreende uma banda de tensionamento dotada de um ou mais segmentos que se prolongam à volta da soleira e/ou parede lateral do forno, existindo uma conexão resiliente entre as extremidades opostas da banda e, onde a banda é segmentada, também existem conexões resilientes entre as extremidades dos segmentos adjacentes. Um outro sistema de ligação preferido compreende uma série de membros articulados à volta da circunferência do forno. Cada membro articulado é atuado por meio de um membro gerador de força, que aplica uma força controlada ao membro articulado e faz com que este aplique uma força de compressão à soleira.

"FORNO CIRCULAR DE COQUILHA DIVIDIDA E SISTEMAS DE LIGAÇÃO PARA FORNOS CIRCULARES".

A presente invenção se refere a um desenvolvimento de fornos circulares dotados de paredes feitas com materiais refratários. Mais especificamente, a invenção se refere a sistemas de ligação para a aplicação de forças de compressão na soleira refratária e/ou na parede lateral refratária de um forno circular e aos fornos circulares que incorporam esses sistemas de ligação.

10 HISTÓRICO DA INVENÇÃO

Os fornos usados para a fusão e conversão de minérios ferrosos e não ferrosos e concentrados geralmente são dotados de uma parede de fundo (soleira) e paredes verticais (paredes laterais) feitas de tijolos refratários, uma coquilha metálica estrutural que envolve a soleira refratária e as paredes laterais, e um teto ou coifa de saída de gás. A compressão adequada das paredes do forno e, em especial, da soleira, é crucial para maximizar o tempo de duração (*campaign life*) do forno e para evitar o seu mau desempenho custoso e potencialmente catastrófico.

20 Durante o aquecimento do forno até sua temperatura de operação, os tijolos individuais que compreendem a soleira e os refratários da parede se expandem, provocando uma expansão para o lado externo do forno. De maneira inversa, o resfriamento do forno provoca uma contração dos tijolos individuais e o encolhimento geral do forno. Se as forças compressivas sobre a soleira ou as paredes não forem suficientes, podem-se formar vãos entre os tijolos durante as fases de resfriamento da operação do forno. Esses vãos podem ser infiltrados por material fundido ou outro material, provocando um crescimento adicional e permanente do

forno, por ser repetidamente aquecido e resfriado. Essa expansão adicional do forno, conhecida como "*ratcheting*", pode reduzir o tempo de duração do forno produzindo uma capa de aço até o ponto em que, eventualmente se rompa, e/ou permitindo que o conteúdo fundido do forno escape pelas uniões expandidas e infiltradas entre os tijolos.

Os sistemas de ligação de fornos retangulares são bem conhecidos e geralmente compreendem vigas verticais espaçadas regularmente conhecidas como "*buckstays*", que são mantidos em conjunto na parte superior e inferior por meio de membros de ligação resilientes horizontais que se projetam pelas paredes laterais do forno. Essa disposição de ligação pode prover uma carga substancialmente constante sobre a parede do forno e sobre os refratários da soleira, independente da expansão ou da contração térmica do forno, evitando, assim, o *ratcheting* térmico e a infiltração das uniões dos tijolos. Entretanto, esses sistemas de ligação não são diretamente adaptáveis para serem usados nos fornos circulares.

A necessidade de uma compressão adequada é particularmente importante nos fornos circulares, onde a coquilha metálica estrutural é submetida a grandes quantidades de tensão quando a soleira do forno e os refratários das paredes se expandem radialmente em maior medida em cada ciclo térmico ou *ratchet*. Esse problema pode provocar a redução da vida útil do forno ou seu mau funcionamento pelo escape do conteúdo fundido do forno pelas uniões dos tijolos infiltrados ou pela dilatação da coquilha do forno até o ponto de ruptura, não tendo ainda sido solucionado de maneira adequada. Um tipo de sistema de ligação para forno circular está descrito na Patente Norte-Americana Nº 5.867.523 (Wasmund et al.), publicada em 2 de fevereiro de 1999. O sistema descrito por

Wasmund et al. compreende uma série de ligações de tensionamento que conectam de maneira resiliente os segmentos de uma coquilha metálica estrutural de um forno circular. Essas ligações aplicam uma força de compressão às paredes laterais do forno. A patente de
5 Wasmund está incorporada a presente invenção por referência em sua totalidade.

Permanece a necessidade de um melhor sistema de ligação para os fornos circulares, e para fornos circulares em que a tensão na coquilha metálica externa possa ser mantida
10 dentro de limites aceitáveis enquanto proporciona a compressão adequada do conjunto de tijolos, de maneira a evitar o *ratcheting* térmico e a infiltração das uniões dos tijolos, especificamente na área da soleira.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

15 A presente invenção soluciona os problemas supramencionados do estado da técnica provendo sistemas de ligação para a aplicação de forças de compressão sobre a soleira refratária e/ou a parede lateral refratária de um forno circular, e provendo fornos circulares que incorporam esses sistemas de ligação. De
20 preferência, os sistemas de ligação da invenção aplicam forças de compressão na área da soleira.

Um sistema de ligação de acordo com a invenção aplica compressão radial ao forno por meio de uma série de membros articulados espaçados à volta do lado externo do forno,
25 cada membro articulado aplicando uma força de compressão dirigida para dentro da soleira.

Um outro sistema de ligação radial de acordo com a invenção compreende uma ou mais bandas que envolvem a coquilha do forno e mantêm uma força de compressão radial sobre a

soleira, cada uma das bandas compreendendo um ou mais segmentos, sendo providas conexões resilientes entre as extremidades do(s) segmento(s).

Em um de seus aspectos, a presente invenção diz respeito a um forno circular dotado de uma extremidade inferior e uma extremidade superior. O forno compreende (a) uma soleira feita de material refratário e localizada na extremidade inferior do forno; (b) uma parede lateral geralmente cilíndrica que se projeta a partir da soleira até a extremidade superior do forno, sendo a parede lateral compreendida por um material refratário; (c) uma coquilha metálica geralmente cilíndrica que envolve a soleira e a parede lateral, estando a coquilha sob tensão de maneira a aplicar uma força de compressão radialmente dirigida para dentro do forno; e (d) um ou mais membros de tensionamento associados à coquilha para, a manutenção da tensão na coquilha e aplicação de uma força de compressão radial ao forno; em que cada um dos membros de tensionamento compreende uma banda alongada dotada de primeira e segunda extremidades e de comprimento suficiente para se projetar à volta da parede lateral, sendo provida uma conexão resiliente entre as extremidades opostas da banda.

Em um outro aspecto, a presente invenção diz respeito a um sistema de ligação para a manutenção da compressão radial em uma soleira refratária de um forno circular. O sistema compreende uma série de elementos de ligação radial espaçados entre si na soleira. Cada um dos elementos de ligação radial compreende (a) um membro articulado tendo uma primeira extremidade, uma segunda extremidade e um ponto de articulação, a primeira extremidade do membro de articulação aplicando uma força de compressão radialmente dirigida para dentro na soleira, em que a

articulação do membro articulado no ponto de articulação provoca uma alteração na força de compressão aplicada à soleira pelo membro articulado; (b) um membro gerador de força para aplicar uma força ao referido membro articulado, a força aplicada ao membro articulado sendo dirigida de forma a fazer com que o membro articulado articule sobre o ponto de articulação e fazer a primeira extremidade do membro articulado tender radialmente para dentro para ter contato de compressão com a soleira.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

10 A invenção será agora descrita, somente a título de exemplo, com referência aos desenhos anexos, em que:

A Figura 1 é uma vista em perspectiva de um forno circular preferido de acordo com a invenção, incluindo um primeiro sistema de ligação radial preferido;

15 A Figura 2 é uma vista em planta parcial do forno da Figura 1;

A Figura 3 é uma vista ampliada de uma das ligações radiais mostradas nas Figuras 1 e 2;

20 A Figura 4 é uma vista ampliada de uma forma preferida alternativa de ligação radial de acordo com a primeira configuração preferida da invenção;

A Figura 5 é uma vista em corte transversal do forno circular incorporando um sistema de ligação radial de acordo com uma segunda configuração preferida;

25 A Figura 6 é uma vista ampliada de um dos elementos de ligação radial do sistema mostrado na Figura 5; e

A Figura 7 é uma vista ampliada de um elemento de ligação radial de um sistema de ligação de acordo com uma terceira configuração preferida da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONFIGURAÇÕES PREFERIDAS

A Figura 1 ilustra um forno circular preferido 10 de acordo com a presente invenção. Será visto que os desenhos foram simplificados para eliminar os detalhes do forno 10 que são
5 desnecessários para a compreensão da presente invenção.

O forno 10 tem uma soleira 12 em sua extremidade inferior 14 e uma parede lateral geralmente cilíndrica 16 que se projeta a partir da soleira 12 até a extremidade superior 18 do forno 10. Tanto a soleira 12 como a parede lateral 16 são feitas de
10 material refratário, como tijolos refratários ou material refratário fundido de forma convencional. A soleira 12 e a parede lateral 16 são algumas vezes referidas na presente invenção como "refratários do forno". A parede lateral 16 pode ser uma estrutura composta de elementos resfriados a água e material refratário, como na patente
15 supramencionada de Wasmund et al. Os detalhes estruturais dos refratários do forno não constam nos desenhos.

O forno 10 tem, preferivelmente também, uma coquilha metálica estrutural geralmente cilíndrica 20 envolvendo a parede lateral 16, a coquilha 20 se projetando entre a extremidade
20 inferior 14 e a extremidade superior 18 do forno 10. A coquilha 20 pode ser dotada preferivelmente de aberturas para receber os equipamentos de resfriamento, podendo também ser dotada de furos rosqueados cujo material pode ser removido do forno. Essas características não constam nos desenhos.

25 Como mostrado nos desenhos, o forno 10 pode, preferivelmente, ser suportado sobre uma base 22 de concreto reforçado ou outro material adequado. Entretanto, será visto que o forno 10 também poderia ser montado para verter material.

O forno 10 mostrado nos desenhos se trata de um forno circular de "coquilha dividida", significando que a coquilha metálica cilíndrica 20 do forno 10 é feita em duas ou mais placas de revestimento em arco 24. Na configuração preferida mostrada nos desenhos, a coquilha 20 compreende três placas de revestimento 24. Entretanto, será visto que o número de placas de revestimento não é crucial para a presente invenção, podendo ser mais ou menos que o número de placas de revestimento 24 mostradas nos desenhos. Por exemplo, o forno 10 pode ter uma coquilha integral. Além disso, a porção inferior do forno 10 pode ter um número maior de placas de revestimento que a porção superior do forno 10 na imediação da soleira 12.

Como será visto, são formadas várias uniões espaçadas circunferencialmente 26 na coquilha metálica externa 20 entre as placas de revestimento 24. Existem pequenos vãos 26 que podem preferencialmente ser vedados por placas de cobertura deslizantes (não mostradas). Na configuração ilustrada, as uniões 26 entre as placas de revestimento 24 são mantidas não cobertas.

A coquilha metálica externa 20 é mantida sob tensão aplicando uma força de compressão radialmente dirigida para o interior sobre os refratários do forno 12, 16. No forno de coquilha dividida 10, placas de revestimento adjacentes 24 podem ser conectadas preferivelmente por meio de membros resilientes de tensionamento, como os descritos na patente de Wasmund et al. supramencionada (não mostrada). Esses membros de tensionamento aplicam uma força de compressão radial à parede lateral do forno 16.

Em uma primeira configuração preferida da invenção, o forno 10 é provido de uma banda de tensionamento 28 que se projeta à volta da coquilha 20, próximo à extremidade inferior

14 do forno 10. A banda de tensionamento 28 exerce forças compressivas suficientes na extremidade inferior 14 do forno 10 de maneira a resistir à expansão radial da soleira 12.

A banda de tensionamento 28 pode ser uma
5 banda metálica contínua e simples, cujas extremidades estão conectadas de maneira resiliente entre si. De maneira alternativa, como mostrado nos desenhos, a banda de tensionamento 28 pode compreender dois ou mais segmentos 30, com as extremidades dos segmentos adjacentes 30 estando conectadas de maneira resiliente
10 entre si. Apesar de ser mostrada somente uma banda de tensionamento 28 nos desenhos, também será visto que o forno 10 pode ser dotado de duas ou mais bandas de tensionamento 28.

As conexões resilientes da banda de tensionamento 28 são dotadas de membros resilientes de
15 tensionamento 32. Os membros de tensionamento 32 estão posicionados nas extremidades dos segmentos 30 da banda de tensionamento 28, e compreendem um primeiro suporte 34 ligado a uma extremidade de um segmento 30 e um segundo suporte 36 ligado a uma extremidade de um segmento adjacente 30. Pelo menos
20 um membro de ligação 38 se projeta em um vão 40 entre os segmentos adjacentes 30. De preferência, cada membro de ligação 38 compreende uma haste longa e rosqueada.

Cada membro de ligação 38 está conectado de maneira resiliente a pelo menos um dos suportes 34, 36 de maneira a
25 permitir a expansão e a contração da coquilha externa 20, como resposta à expansão e à contração do forno. Como mostrado na Figura 3, uma extremidade de cada membro de ligação 38 se projeta por meio de uma mola 42 que conecta de maneira resiliente o membro de ligação 38 ao suporte 34. A mola 42 é mantida sob

compressão entre um par de placas de retenção 44, 46. Uma primeira placa retentora 44 está ligada à extremidade do membro de ligação 38 por um conjunto de porca 48 e arruela 50. Uma segunda placa de retenção 46 faz parte do suporte 34 e está localizada na extremidade
5 de um segmento 30 ao longo do vão 40. As placas de retenção 44, 46 são dotadas de aberturas para receber o membro de ligação 38.

A extremidade oposta do membro de ligação 38 se projeta na placa de retenção 52 do suporte 36 sendo mantida em posição por uma porca 54 rosqueada no membro de ligação 38 na
10 placa de retenção 52.

A tensão da mola 42 é ajustada por meio da variação de seu comprimento. Como será visto, a redução do comprimento da mola aumenta sua tensão 42, aumentando assim a tensão dos segmentos 30 e, portanto, da coquilha 20, e aumentando
15 a compressão dos refratários do forno 12, 16. Por outro lado, o aumento do comprimento da mola reduz sua tensão 42, reduzindo assim a tensão da coquilha 20 e reduzindo a compressão dos refratários do forno 12, 16. O ajuste do comprimento da mola pode ser feito de preferência girando-se manualmente a porca 54. De
20 maneira alternativa, em um membro preferido de tensionamento 32' mostrado na Figura 4, pode ser provido um cilindro hidráulico oco 56 entre a porca 54 e a placa de retenção 52 para o ajuste da tensão da mola.

Um outro sistema de ligação radial preferido
25 100 será agora descrito para a manutenção da compressão radial da soleira 12 de um forno circular 10. Esta configuração preferida está ilustrada nas Figuras 5 e 6. O sistema de ligação 100 compreende uma série de elementos de ligação radial 114 dispostos espaçadamente entre si na circunferência do forno 10. Cada elemento

de ligação radial 114 compreende um membro articulado, preferivelmente sob a forma de uma viga geralmente vertical 116 tendo uma face externa 118, uma face interna 120 em relação estrita com o forno 10, uma extremidade superior 122 e uma extremidade inferior 124. Cada viga 116 articula em um ponto de articulação que, na configuração preferida mostrada nos desenhos, está localizado próximo à sua extremidade inferior, onde a viga 116 está ligada a um membro suporte. O ponto de articulação está localizado em uma abertura 125 que se projeta na extremidade inferior 124 da viga 116, por meio da qual a viga é fixada ao membro suporte, de maneira que a viga 116 articule em um eixo tangencial à parede lateral do forno 16.

A extremidade superior 122 da viga 116 está em contato direto com a coquilha metálica externa 20 do forno 10, e aplica uma força de compressão radialmente dirigida para dentro da soleira 12. De preferência, como mostrado na Figura 8, a face interna 120 da viga 116 é dotada de uma projeção arredondada 126 que é recebida em um membro em formato de copo 128 na coquilha do forno 20, onde é aplicada a força de compressão.

Cada elemento de ligação radial 114 ainda é dotado de um membro gerador de força para a aplicação de uma força à viga 116. Na configuração preferida da invenção, o membro gerador de força compreende preferivelmente um conjunto de mola de ligação da soleira 130 que se localiza preferivelmente entre as extremidades superior e inferior 122, 124 da viga 116, preferivelmente mais perto da extremidade superior 122 que da extremidade inferior 124. O conjunto de mola de ligação da soleira 130 compreende preferivelmente uma ou mais molas 132 comprimidas entre duas placas de retenção 134 e 136, podendo

preferivelmente ser estruturalmente similar ao conjunto de molas 42 descrito anteriormente. Com o aumento da compressão das molas 132, aumenta a força de compressão no forno 10. De maneira alternativa, o membro gerador de força pode compreender um
5 cilindro pressurizado por um fluido, de preferência um cilindro hidráulico similar ao cilindro 56 descrito anteriormente.

As placas de retenção 134 e 136 têm aberturas para receber um membro de ligação 138, compreendendo de preferência uma haste alongada e rosqueada. Uma extremidade do
10 membro de ligação 138 é fixa de forma resiliente pelo conjunto de mola de ligação da soleira 130, como mostrado na Figura 6. A extremidade oposta do membro de ligação 138 tem o movimento impedido por um membro suporte localizado abaixo da soleira 12. De preferência, o membro suporte compreende uma viga anel 140 que
15 faz parte de uma subestrutura suporte da soleira 142, que também pode incluir uma série de vigas de projeção radial 144 e uma base 146 feita de concreto ou de outro material. Será visto que a construção da subestrutura suporte da soleira 142 é somente mostrada esquematicamente nos desenhos, e não faz parte da
20 presente invenção.

Será visto que a mola 132 exerce uma força radialmente dirigida para dentro na viga 116, fazendo que articule no ponto de articulação e fazendo com que a extremidade superior da viga 116 tenha contato de compressão radialmente dirigido para
25 dentro com a soleira 12.

A Figura 7 é uma vista ampliada de um dos elementos de ligação radial 152 de um terceiro sistema de ligação radial preferido 150 de acordo com a invenção. O sistema de ligação

150 é similar ao sistema 100 anteriormente descrito, sendo agora descrito abaixo em detalhes.

Cada elemento de ligação radial 152 do sistema 150 compreende um membro, preferivelmente composto por
5 uma viga geralmente vertical 154 tendo uma face externa 156, uma face interna 158 bastante próximas ao forno 10, uma extremidade superior 160 e uma extremidade inferior 162. A viga 154 articula em um ponto de articulação localizado no centro ou perto do centro da viga 154, e onde a viga 154 é ligada a um membro suporte. O ponto
10 de articulação está localizado em uma abertura 164 que se projeta ao longo da viga 154, e pela qual a viga 154 é fixada ao membro suporte, de maneira que a viga articula em um eixo tangencial à parede lateral do forno 16.

A extremidade superior 160 da viga 154 está
15 em contato direto com a coquilha metálica externa 20 do forno 10, e aplica uma força de compressão radialmente para dentro sobre a soleira 12. Como na configuração anteriormente descrita, a face interna 158 da viga 154 é dotada de uma projeção arredondada 166 que é recebida em um membro em formato de copo 128 na coquilha
20 do forno.

Cada elemento de ligação radial 152 ainda compreende um membro gerador de força para a aplicação de uma força à viga 154. O membro gerador de força na terceira configuração preferida compreende um conjunto de mola de ligação da soleira 168
25 que se localiza na extremidade inferior 162 da viga 154. De maneira alternativa, o membro gerador de força pode compreender um cilindro pressurizado por um fluido, de preferência um cilindro hidráulico similar ao cilindro 56 descrito anteriormente. O conjunto de mola de ligação da soleira 168 compreende, de preferência, uma ou

mais molas 170 comprimidas entre duas placas de retenção 172, 174, podendo também compreender um cilindro hidráulico como mencionado com relação ao segundo sistema de ligação preferido 100. As placas de retenção 172, 174 possuem aberturas para receber
5 um membro de ligação 176, compreendendo preferivelmente uma haste alongada e rosqueada. Uma extremidade do membro de ligação 176 é fixada de forma resiliente por uma porca 175 contra uma placa de retenção 174 do conjunto de mola de ligação da soleira 168 e a extremidade oposta do membro de ligação 176 tem o movimento
10 impedido por uma porca 177 em um membro suporte localizado abaixo da soleira 12. Como na segunda configuração preferida, o membro suporte compreende uma viga anel 140 que faz parte da subestrutura suporte da soleira 142. Na configuração da Figura 7, a viga anel 140 se localiza fora da parede do forno 16. A força de
15 compressão no forno 10 aumenta com o aumento da compressão das molas 170. Nesta configuração preferida, a compressão da mola é ajustada girando-se a porca 175 que está rosqueada na extremidade do membro de ligação 176 que passa pela placa 174.

Embora a invenção tenha sido descrita com
20 relação a determinadas configurações preferidas, não se limita a elas. Ao invés disso, a invenção inclui todas as configurações que podem se situar dentro do escopo das reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1ª) **"FORNO CIRCULAR DE COQUILHA DIVIDIDA E SISTEMAS DE LIGAÇÃO PARA FORNOS CIRCULARES"**, tendo uma extremidade inferior e uma extremidade superior, compreendendo:

- 5 (a) uma soleira feita de material refratário e localizada na extremidade inferior do forno;
- (b) uma parede lateral geralmente cilíndrica que se projeta a partir da soleira até a extremidade superior do forno, sendo a parede feita em material refratário;
- 10 (c) uma coquilha metálica geralmente cilíndrica que envolve a soleira e a parede lateral, estando a coquilha sob tensão de maneira a aplicar uma força de compressão radialmente dirigida para o interior do forno; e
- (d) um ou mais membros de tensionamento associados à coquilha
- 15 para a manutenção de sua tensão e a aplicação de uma força de compressão radial ao forno; caracterizado pelo fato de que cada um dos membros de tensionamento compreende uma banda alongada tendo uma primeira e uma segunda extremidades, e tendo comprimento suficiente para se prolongar à volta da parede lateral
- 20 com uma conexão resiliente entre as extremidades opostas da banda.

2ª) **"FORNO CIRCULAR"** de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a conexão resiliente é formada por um primeiro suporte conectado à primeira extremidade da banda, um segundo suporte conectado à segunda extremidade da banda, e pelo

25 menos um membro de ligação que se prolonga entre a primeira e segunda extremidades, sendo cada um dos membros de ligação conectado de forma resiliente a pelo menos um dos suportes.

3ª) **"FORNO CIRCULAR"** de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que cada um dos membros de ligação

compreende uma haste conectada de forma resiliente ao primeiro suporte por uma mola.

4ª) **"FORNO CIRCULAR"** de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que cada um dos membros de ligação ainda
5 compreende meios de ajuste para o ajuste da tensão da mola, os meios de ajuste sendo selecionados a partir do grupo que consiste em uma porca de compressão e um dispositivo pressurizado por fluido.

5ª) **"FORNO CIRCULAR"** de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o dispositivo pressurizado por fluido
10 compreende um cilindro hidráulico.

6ª) **"FORNO CIRCULAR"** de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos membros de tensionamento compreende dois ou mais segmentos unidos pelas pontas, e onde também existem conexões resilientes entre as
15 extremidades dos segmentos adjacentes.

7ª) **"FORNO CIRCULAR"** de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que as conexões resilientes entre as extremidades dos segmentos são individualmente formadas por um primeiro suporte conectado à primeira extremidade de um primeiro
20 segmento, um segundo suporte conectado à segunda extremidade de um segundo segmento, e pelo menos um membro de ligação que se prolonga entre o primeiro e o segundo suportes, com cada um dos membros de ligação estando conectado de forma resiliente a pelo menos um dos suportes.

8ª) **"FORNO CIRCULAR"** de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que cada um dos membros de ligação
25 compreende uma haste que está conectada de forma resiliente ao primeiro suporte por uma mola.

9a) **"FORNO CIRCULAR"** de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que cada um dos membros de ligação ainda compreende meios de ajuste para o ajustamento de tensão da mola, os meios de ajuste sendo selecionados a partir de um grupo que
5 consiste de uma porca de compressão e um dispositivo pressurizado por um fluido.

10a) **"FORNO CIRCULAR"** de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dispositivo pressurizado por um fluido compreende um cilindro hidráulico.

10 11a) **"SISTEMAS DE LIGAÇÃO PARA FORNOS CIRCULARES"**, o sistema compreendendo uma pluralidade de elementos de ligação radial espaçados entre si na soleira, cada um dos elementos de ligação radial caracterizado por compreender:

(a) um membro articulado dotado de uma primeira extremidade,
15 uma segunda extremidade e um ponto de articulação, a primeira extremidade do membro de articulação aplicando uma força de compressão radialmente dirigida para o interior na soleira, caracterizado pelo fato de que a articulação do membro no ponto de articulação provoca uma mudança na força de compressão aplicada à
20 soleira elo membro articulado;

(b) a membro gerador de força para a aplicação de uma força ao referido membro articulado, a força aplicada ao membro articulado sendo dirigida de maneira a fazer com que o membro articulado articule em um ponto de articulação e fazer com que a primeira
25 extremidade do membro articulado tenha contato de compressão radialmente dirigido para dentro com a soleira.

12a) **"SISTEMA DE LIGAÇÃO"** de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que cada membro articulado é fixado

próximo ao ponto de articulação a um membro suporte abaixo da soleira.

13a) **"SISTEMA DE LIGAÇÃO"** de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o membro suporte compreende uma viga subjacente e que pelo menos suporta parcialmente a soleira.

14a) **"SISTEMA DE LIGAÇÃO"** de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o membro suporte compreende uma viga anel que pelo menos suporta parcialmente a soleira, a viga anel subjacente a uma área circunferencial da soleira.

15a) **"SISTEMA DE LIGAÇÃO"** de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o membro gerador de força é selecionado a partir do grupo que consiste de um conjunto de molas e um cilindro pressurizado com fluido.

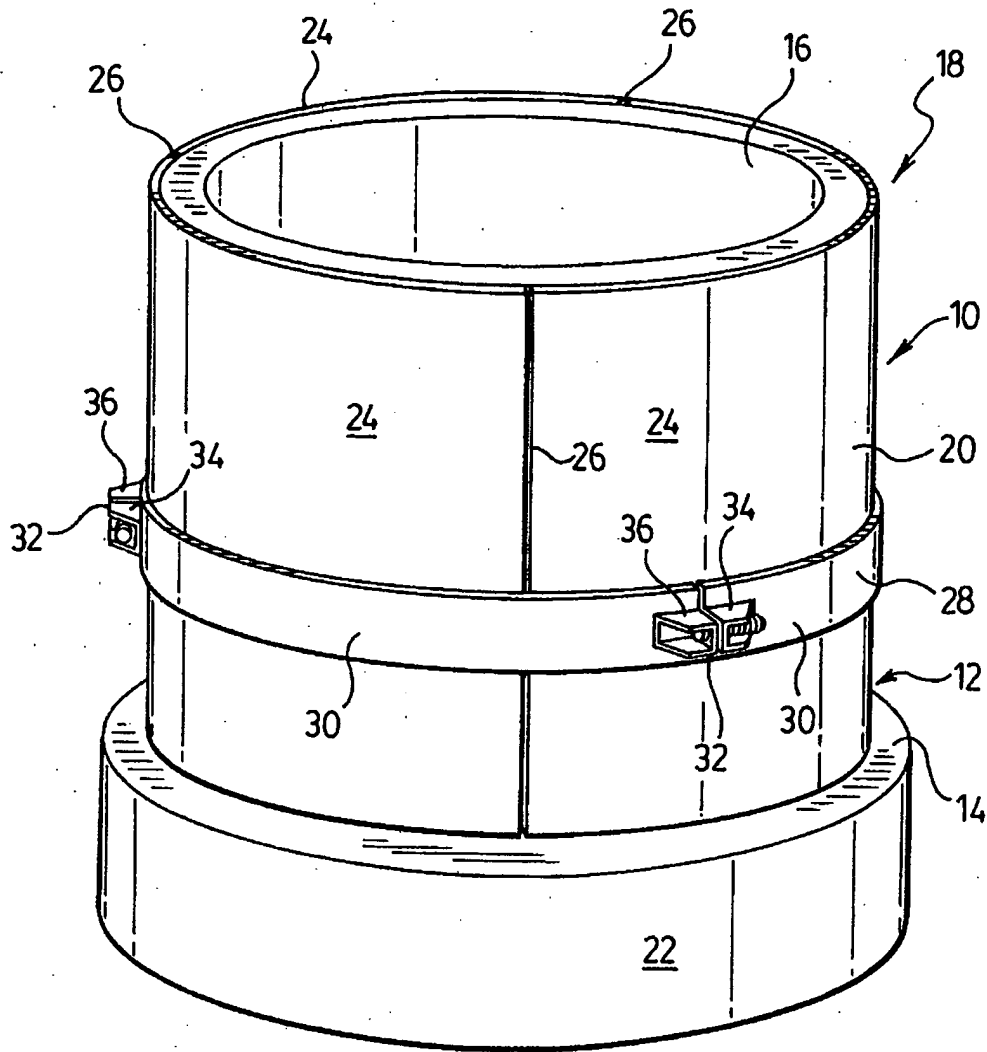
16a) **"SISTEMA DE LIGAÇÃO"** de acordo com a reivindicação 15, ainda compreendendo um membro de tensionamento que se projeta entre o membro gerador de força e um membro de retenção, o membro de tensionamento compreendendo uma haste.

17a) **"SISTEMA DE LIGAÇÃO"** de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o ponto de articulação é próximo à segunda extremidade ou próximo à meio do membro articulado.

18a) **"SISTEMA DE LIGAÇÃO"** de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o membro gerador de força é próximo à segunda extremidade ou próximo à meio do membro articulado.

19a) **"SISTEMA DE LIGAÇÃO"** de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a segunda extremidade do membro articulado está localizada abaixo da primeira extremidade.

FIG. 1.



2/6

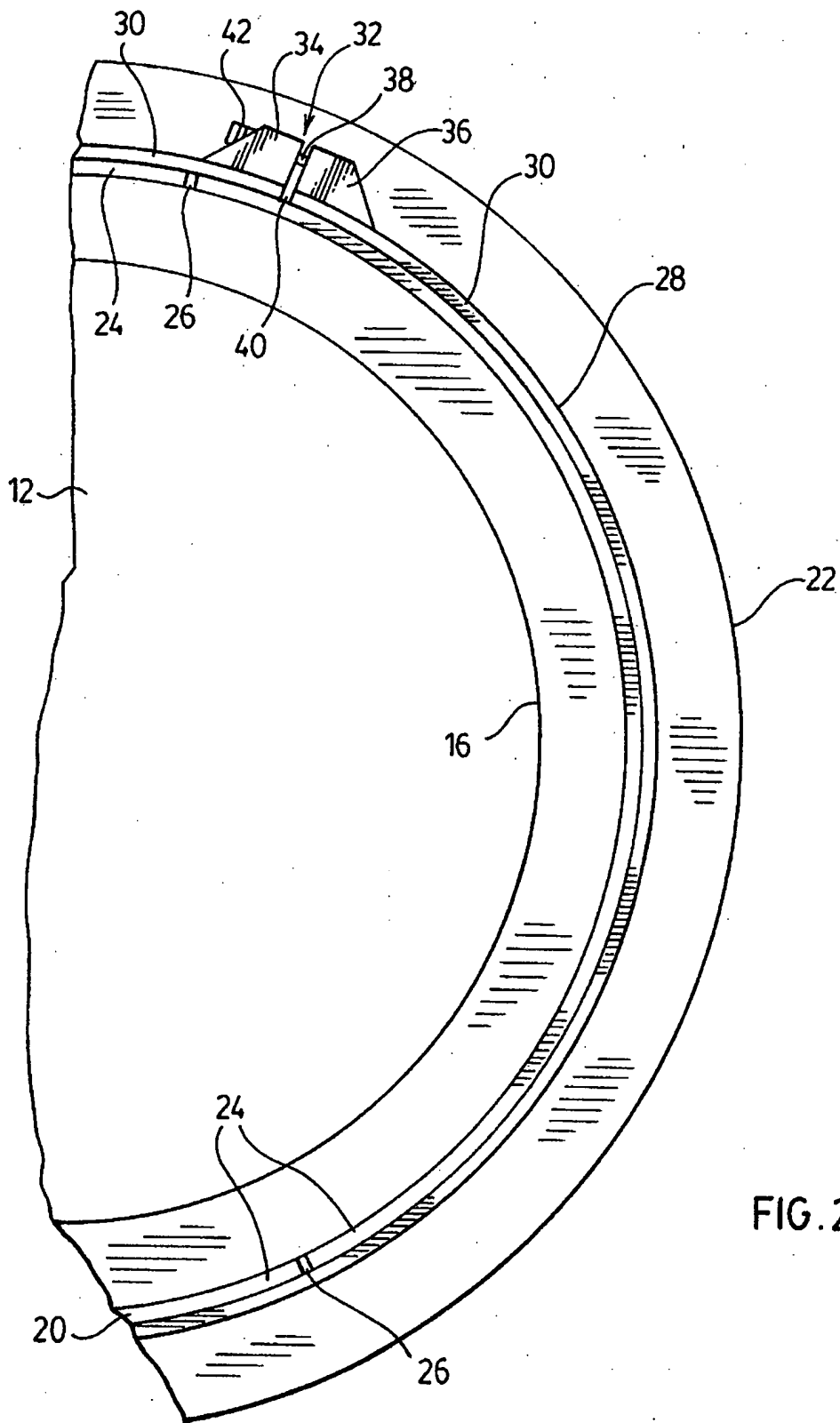


FIG. 2.

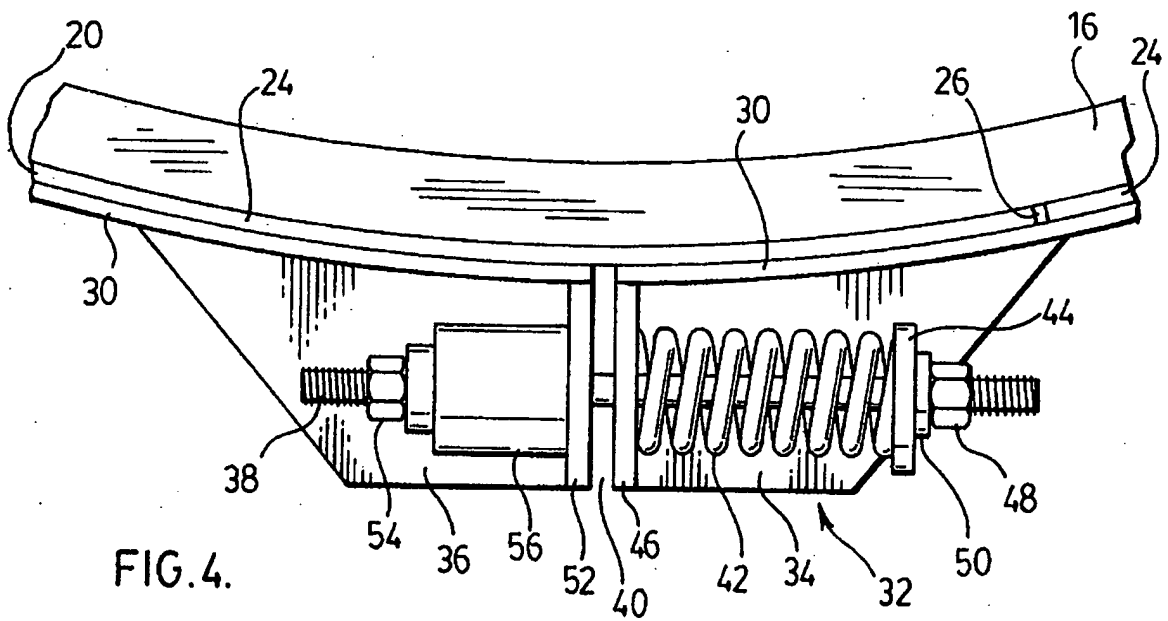
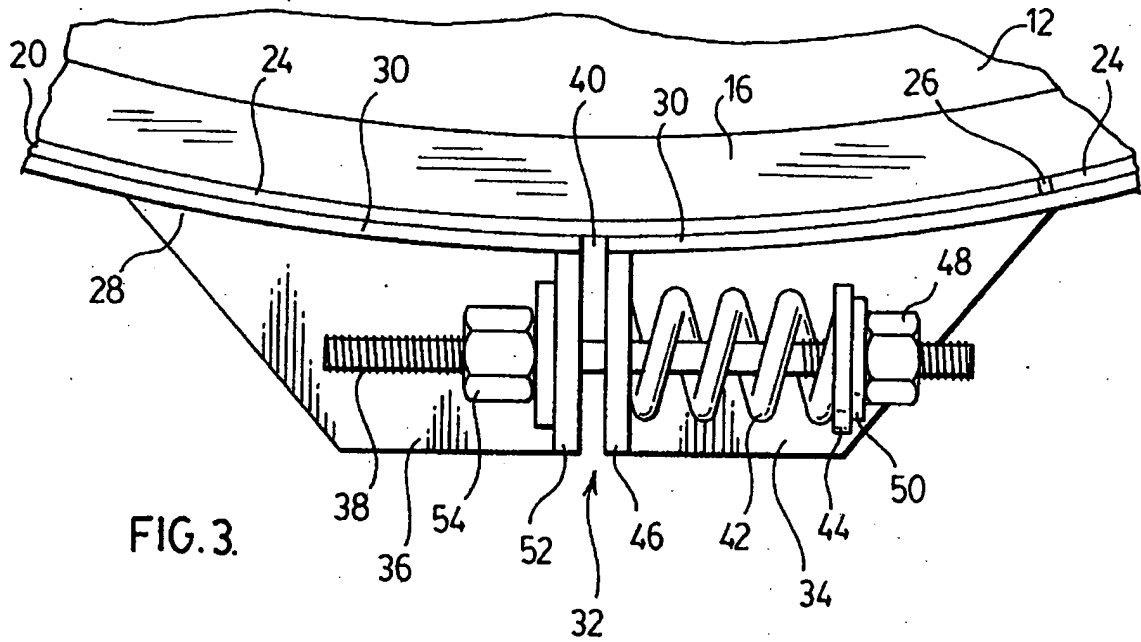


FIG. 5.

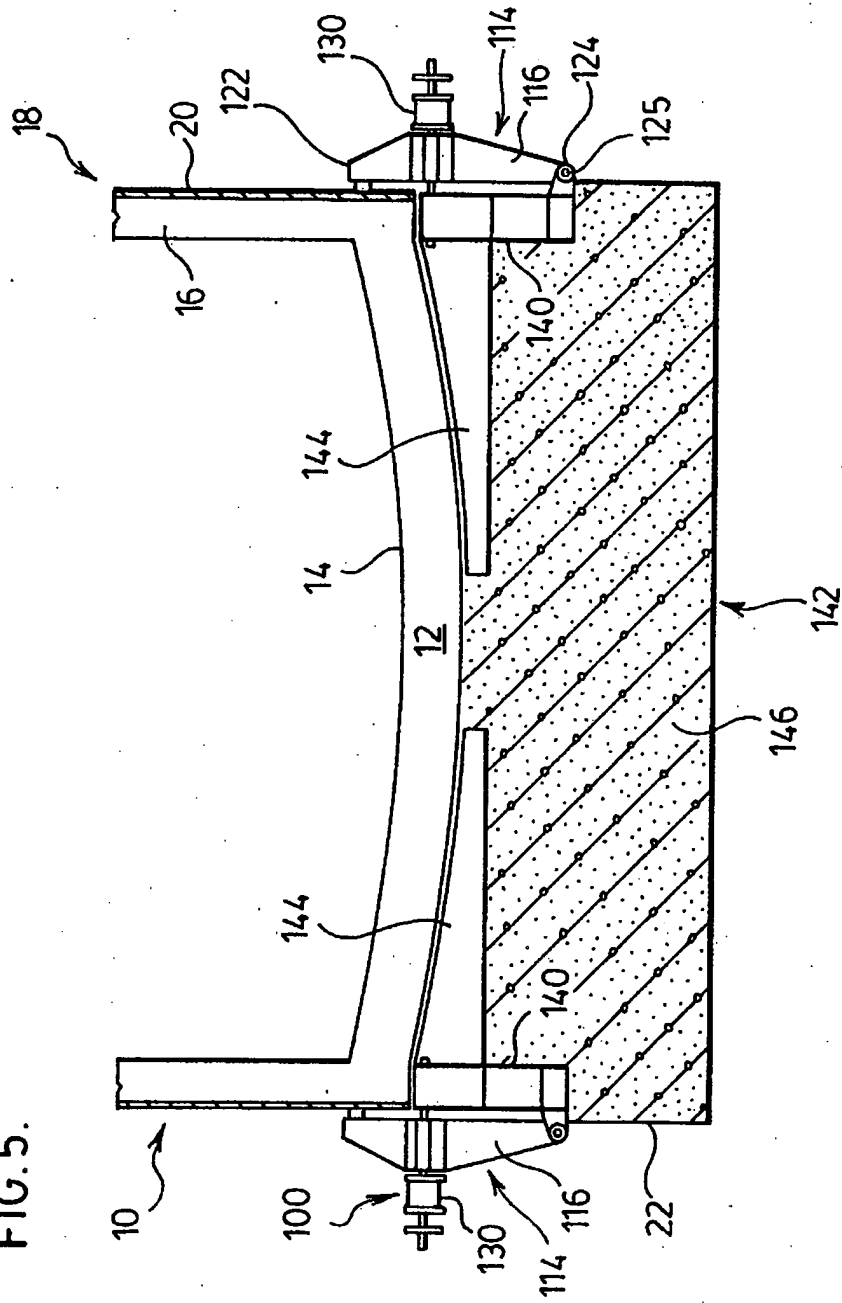


FIG. 6.

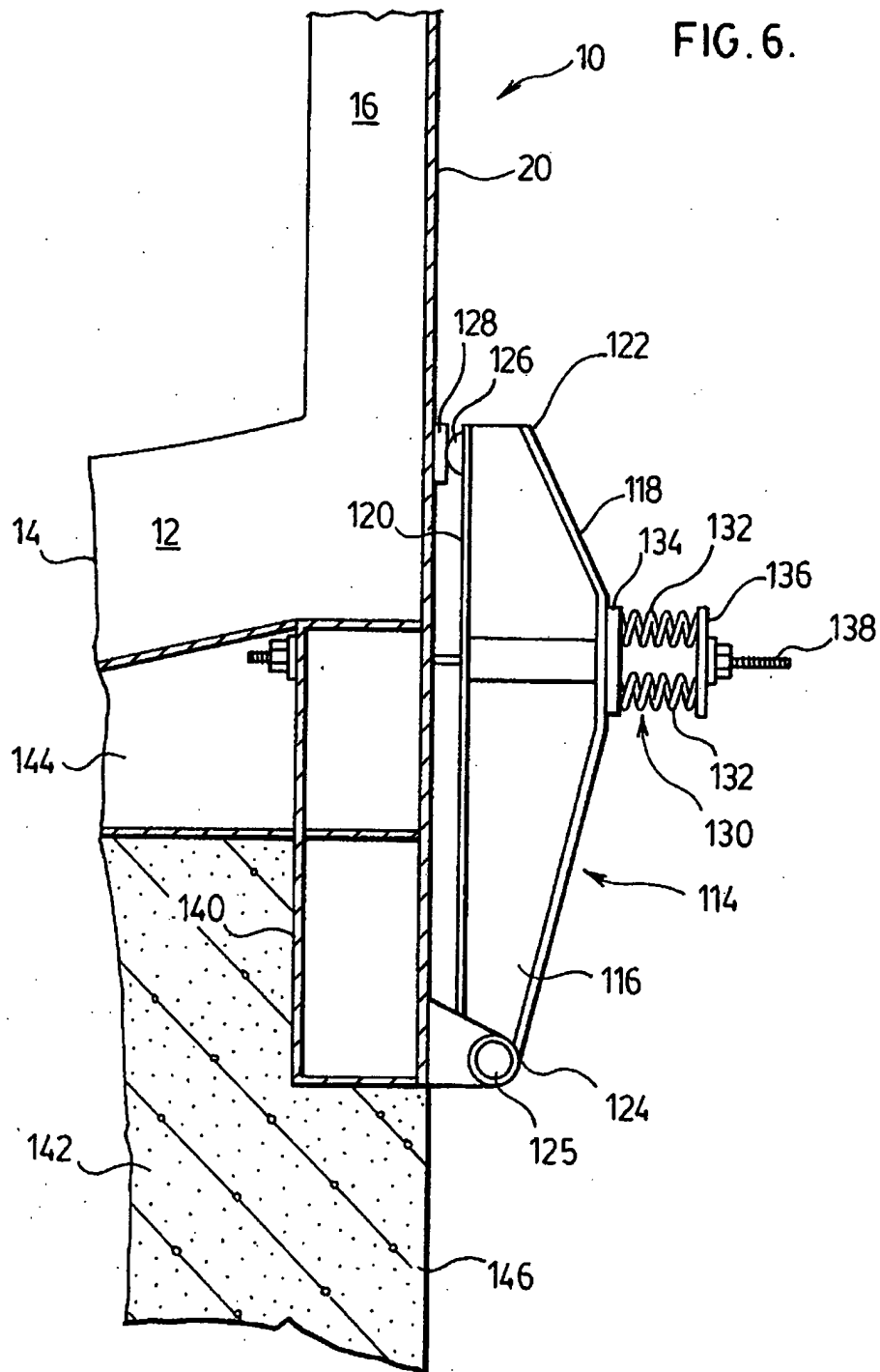
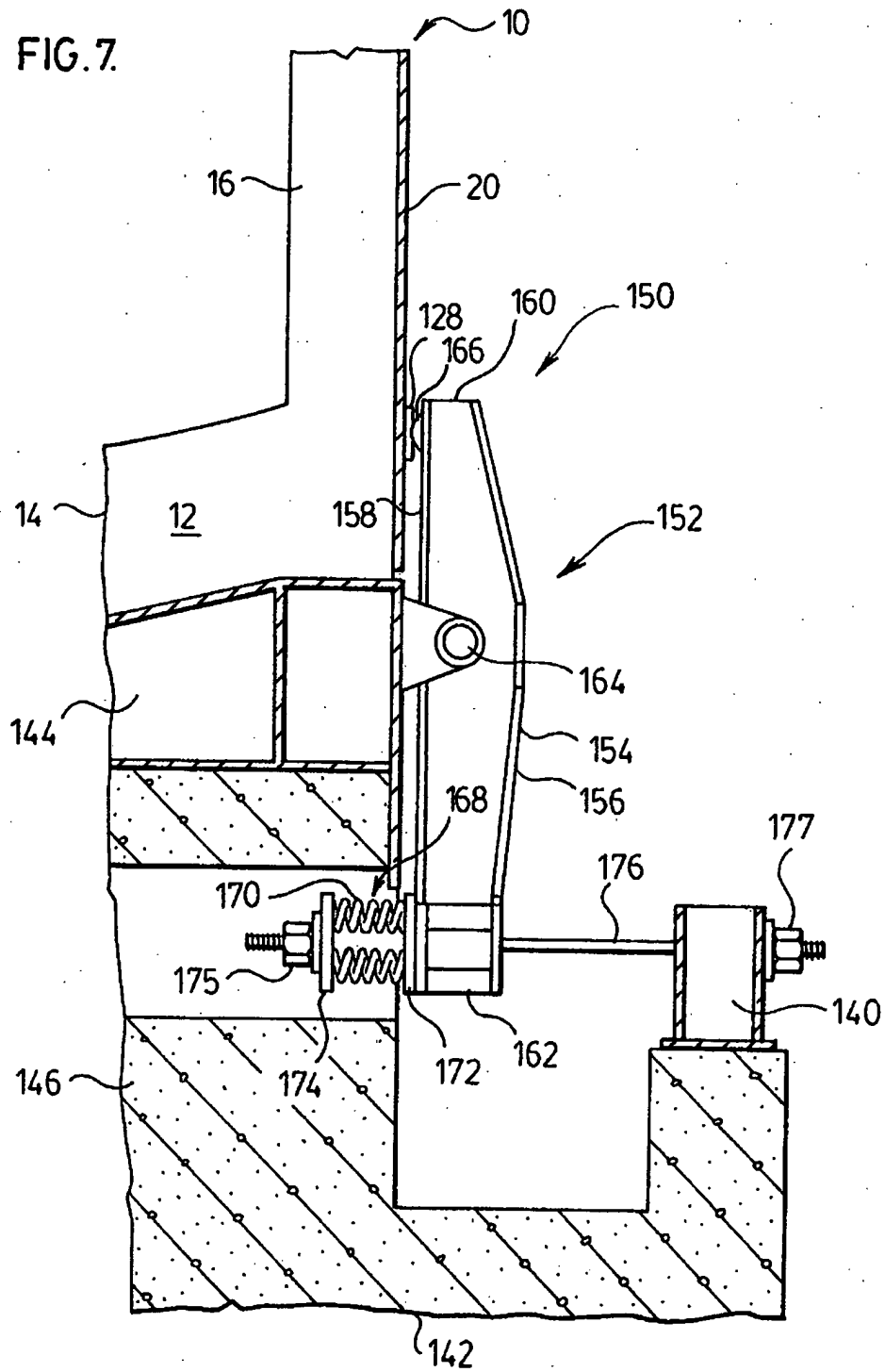


FIG. 7.



RESUMO

"FORNO CIRCULAR DE COQUILHA DIVIDIDA E SISTEMAS DE LIGAÇÃO PARA FORNOS CIRCULARES", são descritos sistemas de ligação para a aplicação de forças de compressão à soleira refratária e/ou parede lateral refratária de um forno circular dotado de uma coquilha metálica externa que pode ser segmentada. Um sistema de ligação preferido compreende uma banda de tensionamento dotada de um ou mais segmentos que se prolongam à volta da soleira e/ou parede lateral do forno, existindo uma conexão resiliente entre as extremidades opostas da banda e, onde a banda é segmentada, também existem conexões resilientes entre as extremidades dos segmentos adjacentes. Um outro sistema de ligação preferido compreende uma série de membros articulados à volta da circunferência do forno. Cada membro articulado é atuado por meio de um membro gerador de força, que aplica uma força controlada ao membro articulado e faz com que este aplique uma força de compressão à soleira.

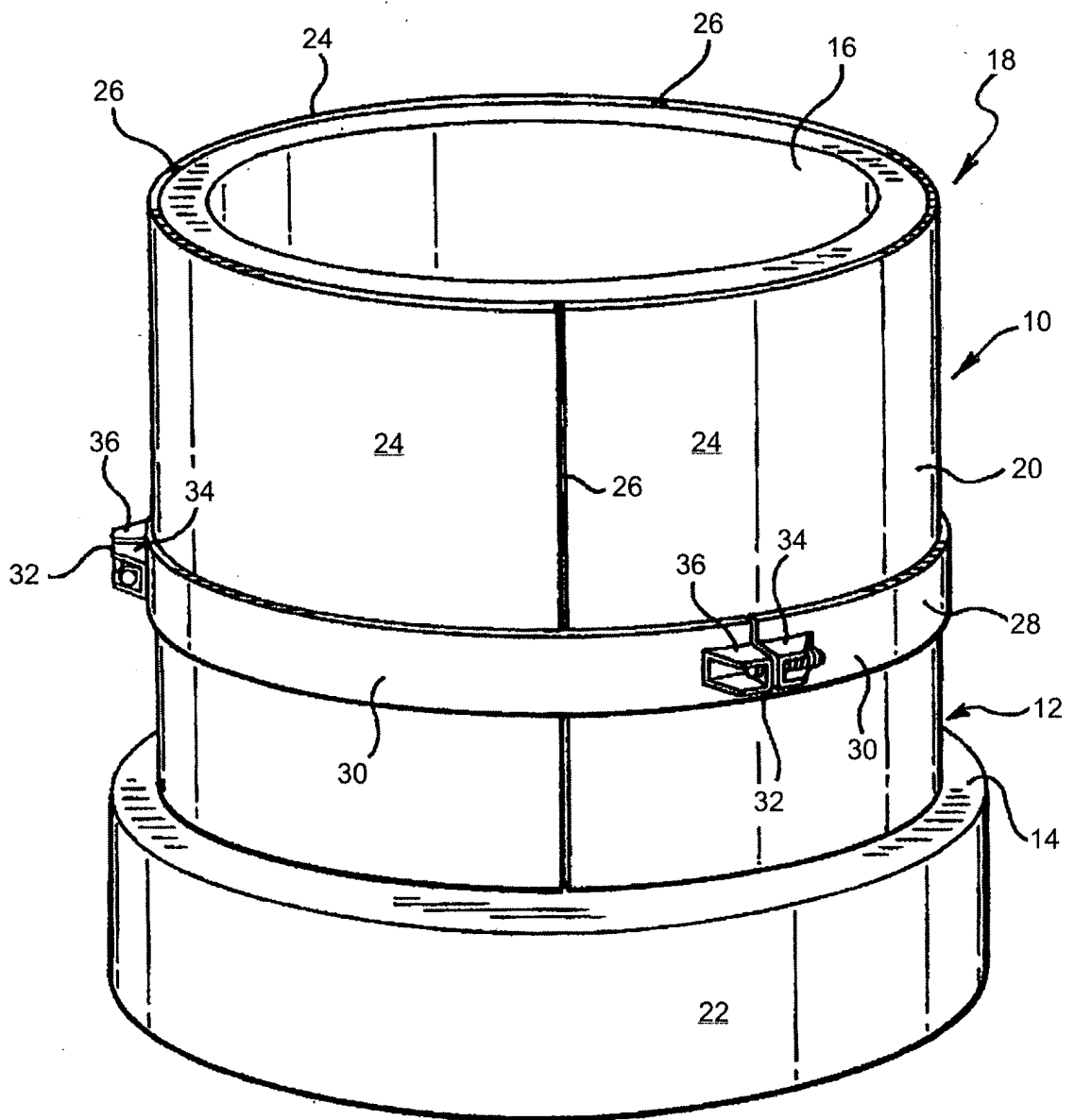
FIG. 1

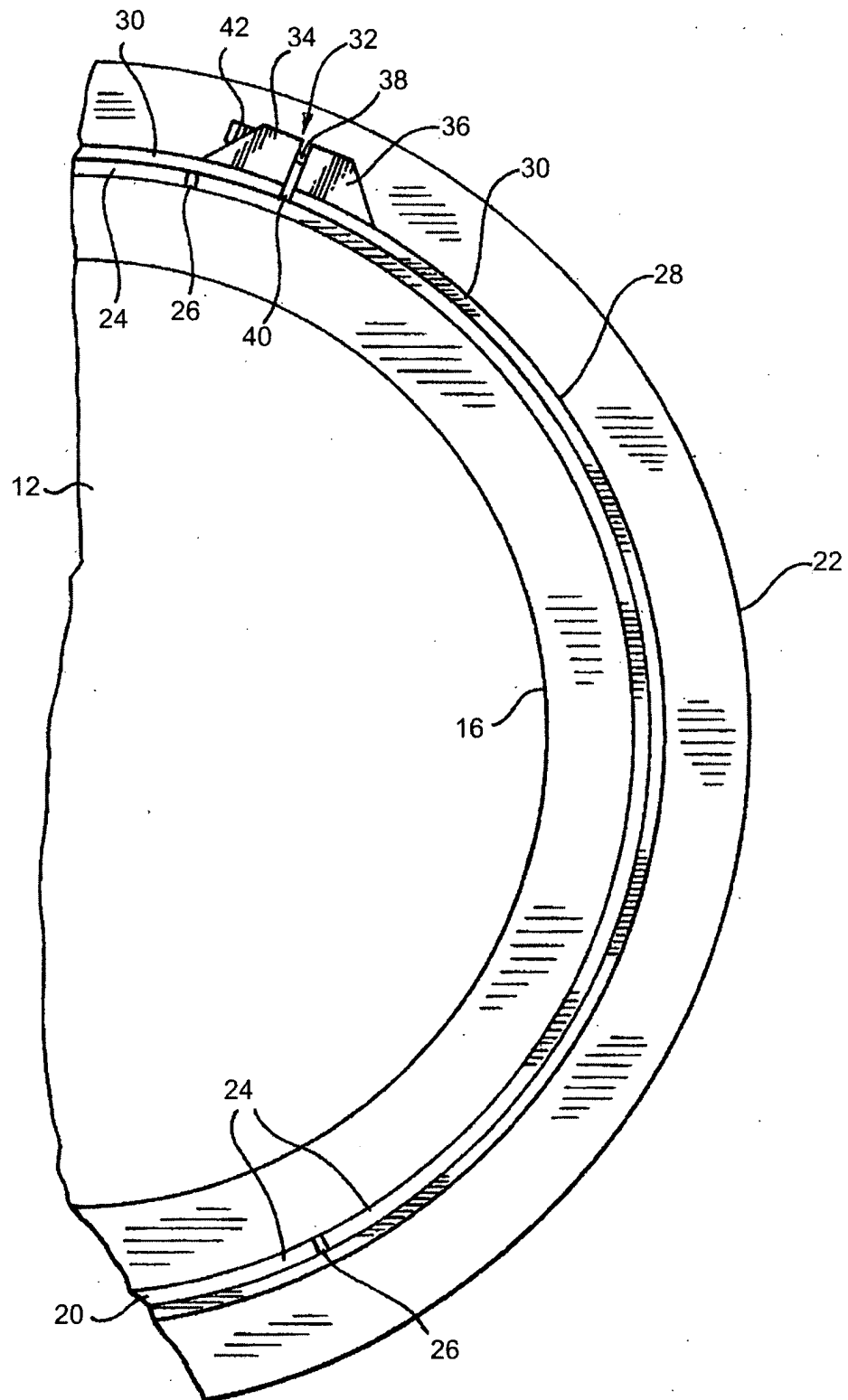
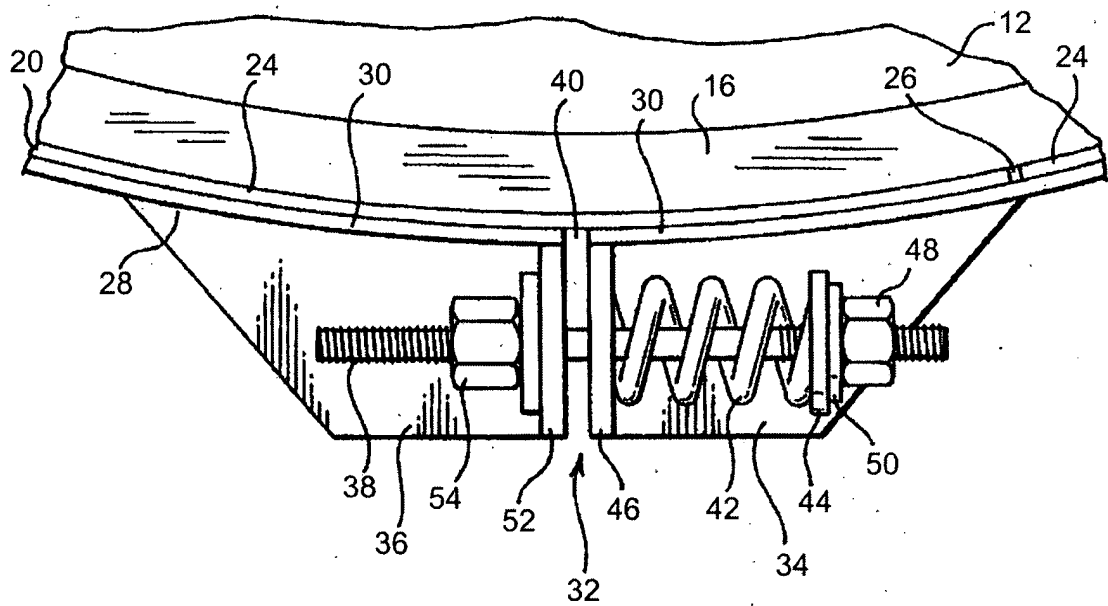
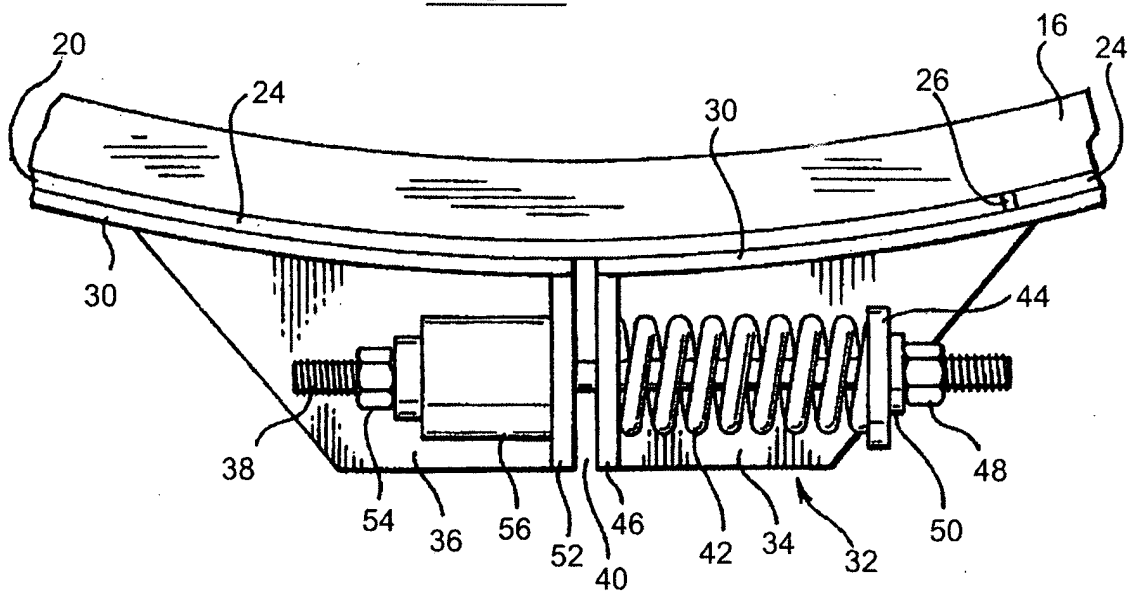
FIG. 2

FIG. 3**FIG. 4**

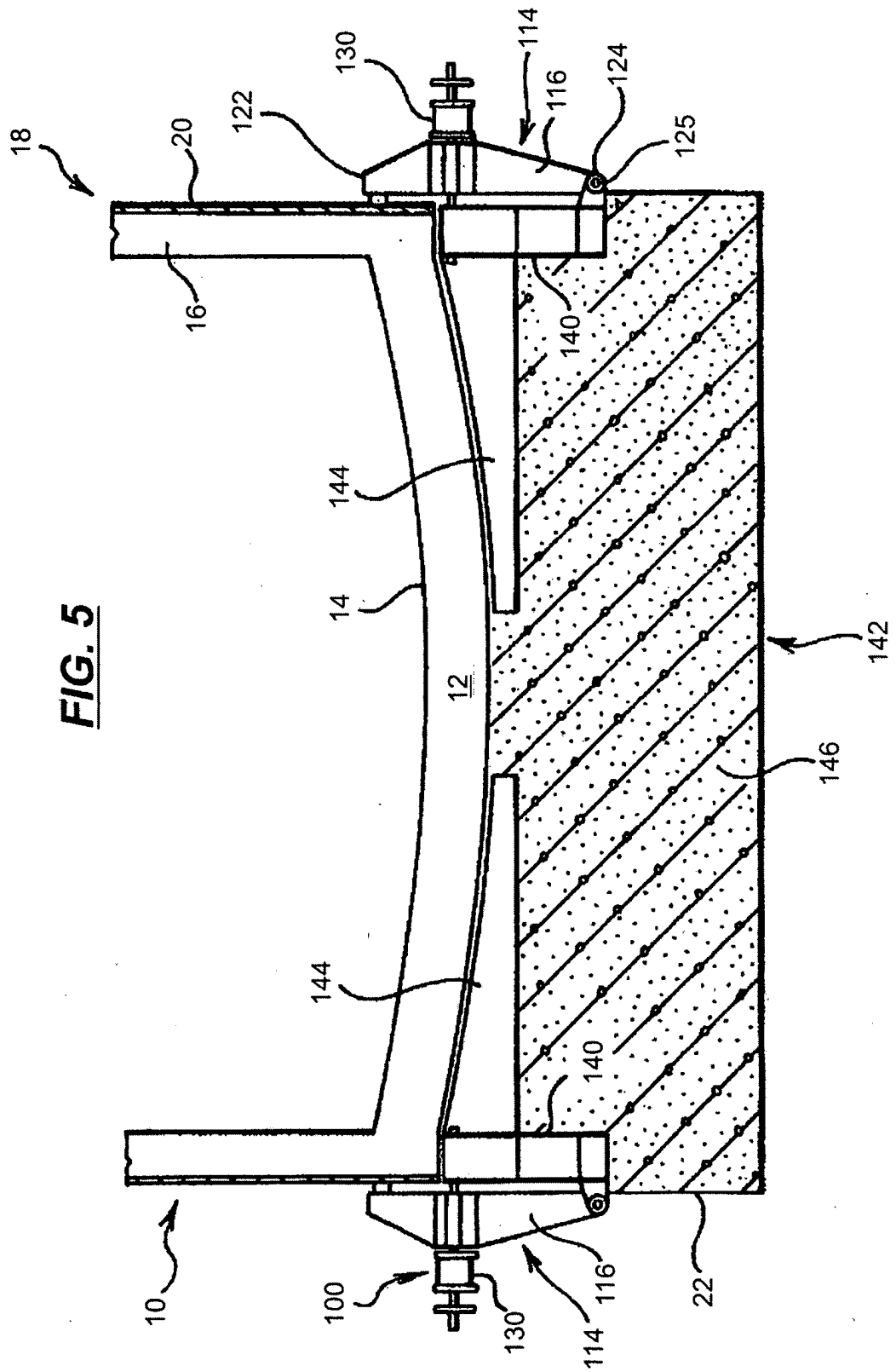


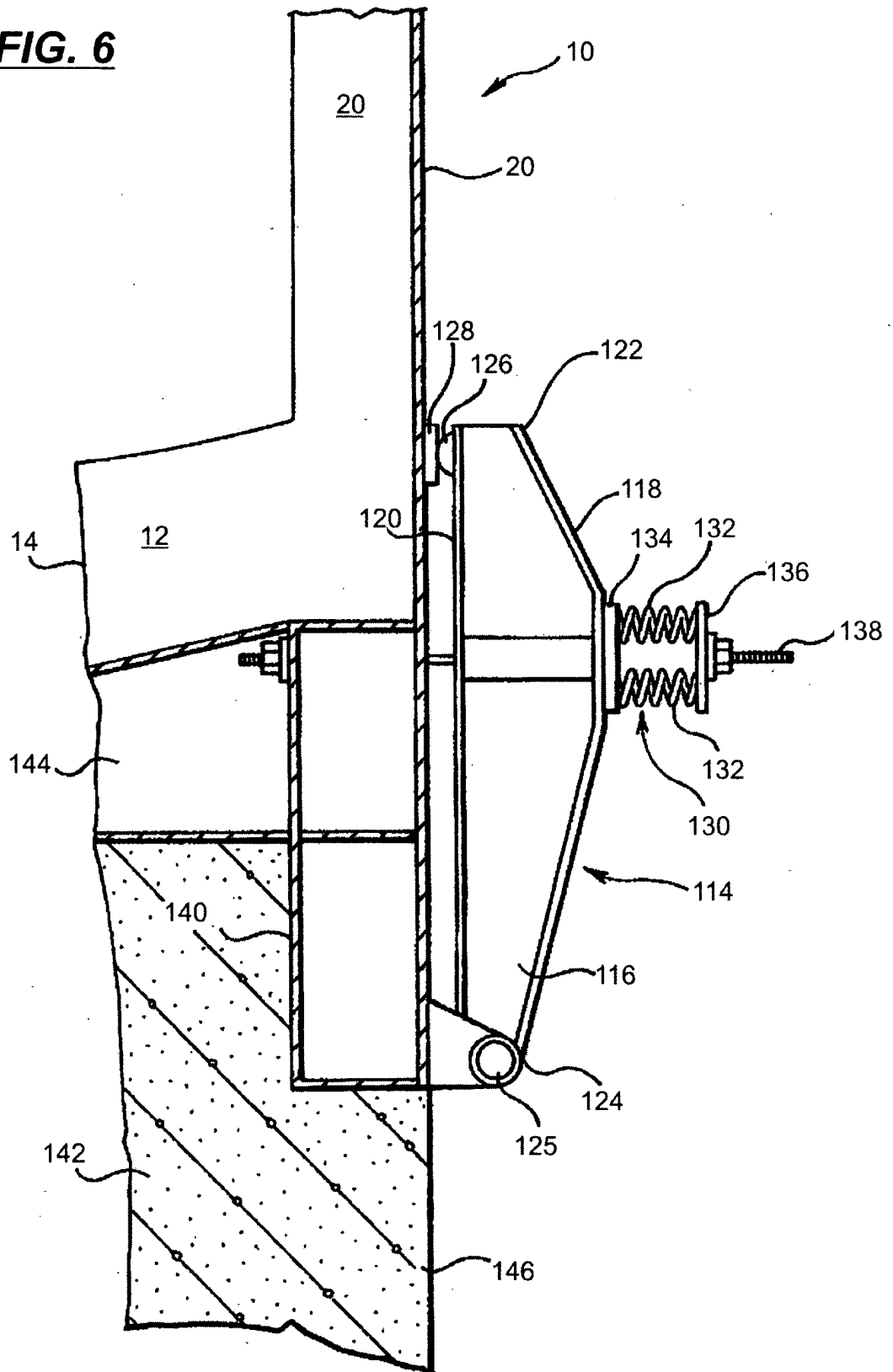
FIG. 6

FIG. 7