



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

(11) PI 0905036-1 B1



(22) Data do Depósito: 17/12/2009

(45) Data de Concessão: 27/10/2020

(54) Título: DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO E PROCESSO DE MEDIÇÃO PARA UM ALTO-FORNO, ALTO-FORNO COM UM TAL DISPOSITIVO E DISPOSITIVO DE PIVOTAMENTO PARA AO MENOS UMA SONDA DE MEDIÇÃO

(51) Int.Cl.: G01S 13/00; C21B 7/24.

(30) Prioridade Unionista: 19/12/2008 DE 10 2008 064 142.1.

(73) Titular(es): Z&J TECHNOLOGIES GMBH.

(72) Inventor(es): FRANZ JOSEF IRNICH.

(57) Resumo: DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO E PROCESSO DE MEDIÇÃO PARA UM ALTO-FORNO, ALTO-FORNO COM UM TAL DISPOSITIVO E DISPOSITIVO DE PIVOTAMENTO PARA AO MENOS UMA SONDA DE MEDIÇÃO. A presente invenção refere-se a um dispositivo de medição para um alto-forno com ao menos uma primeira sonda de medição (10) para emissão e recepção de ondas eletromagnéticas. Uma segunda sonda de medição (11) para emissão e recepção de ondas acústicas, sendo que a primeira e a segunda sondas de medição (10,11) estão de tal maneira unidas com um processador (12) para avaliação dos dados de medição que pode ser determinado um desvio, condicionado por temperatura, dos dados de medição da primeira e segunda sondas de medição (10,11) para determinação de uma distribuição de temperatura de gás na superfície de uma carga no alto-forno.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO E PROCESSO DE MEDIÇÃO PARA UM ALTO-FORNO, ALTO-FORNO COM UM TAL DISPOSITIVO E DISPOSITIVO DE PIVOTAMENTO PARA AO MENOS UMA SONDA DE MEDIÇÃO"**.

[001] A presente invenção refere-se a um dispositivo de medição e a um processo de medição para um alto-forno, a um alto-forno com tal dispositivo de medição e a um dispositivo de pivotamento para ao menos uma sonda de medição. Um dispositivo para a medição de superfície com as características do preâmbulo da reivindicação 1 é conhecido por exemplo da DE 40 27 975 C2.

[002] Para medição da superfície de carregamento de um alto-forno são conhecidos diversos sistemas de superfície. Por exemplo, para determinação da topografia da carga de material no alto-forno são empregadas sondas a radar. Uma tal sonda é conhecida da DE 40 27 975 C2 mencionada no início, que apresenta várias antenas individuais, possibilitando uma exploração bidimensional da carga. Essas sondas com antenas compostas, no entanto, são onerosas e requerem uma dispendiosa eletrônica para o monitoramento e controle do deslocamento de fase das distintas antenas. Outras sondas a radar, com que é medida a distância para com a superfície da carga, são conhecidas de DE 37 15 762 A1, DE 40 27 962 A1, DE 40 27 973 A1, DE 42 38 704 A1, EP 0 012 311 B1, EP 0 017 664 B1 e US 4.219.814.

[003] Da prática são ainda conhecidas sondas a radar na forma de lanças de medição ou espadas de medição, que ou são introduzidas pontualmente no alto-forno e novamente extraídas ou são fixamente montadas no forno. Um exemplo de uma lança a radar desse tipo está descrito também na DE 37 15 762 A1 anteriormente mencionada. Em função da construção, nessas lanças ocorre um alto desgaste pelo fluxo de material e pela elevada solicitação de temperatura. As

vidas úteis, portanto, não são satisfatórias. O mesmo é válido para o elevado dispêndio com manutenção. Na prática, além disso, é conhecida uma sonda a radar chamada de profilômetro, que registra a topografia do alto-forno. Essa sonda, todavia, só pode ser inserida no alto-forno após o carregamento, para então se medir o perfil. Antes do carregamento, essa lança deve ser novamente extraída, pois material em queda quando do carregamento danificaria a sonda.

[004] US 3,099,744 e US 3,123,712 descrevem sistemas de medição de superfície para determinação da topografia de uma carga de material no alto-forno por meio de radiação radioativa. Devido à radiação radioativa, esses sistemas de medição são de difícil manuseio e requerem altas medidas de segurança.

[005] Outros sistemas conhecidos para determinação do perfil de superfície de uma superfície de carregamento abrangem sistemas de medição ópticos, em que a superfície de uma carga no alto-forno é explorada com raios laser. O perfil de superfície da carga é determinado dos ângulos de projeção ou recepção dos raios laser por triangulação. Os sistemas de medição com base no princípio de triangulação requerem que o emissor e o receptor estejam dispostos tão afastados quanto possível, para o que são necessárias duas janelas de vista na parede do forno. Um aperfeiçoamento desses sistemas ópticos é proporcionado por sistemas de medição ópticos, em que a medição de distância é realizada no princípio da comparação de fases entre raio emitido e refletido. Exemplos para sistemas de medição ópticos na construção de alto-forno estão descritos em DE 33 21 287 C2, EP 0 071 426 B1, EP 0 134 772 A1, EP 0 014 626 A1 e WO 88/08546. Sistemas de medição ópticos são apenas condicionalmente apropriados para o emprego em altos fornos, pois luz mal atravessa a atmosfera turva dominante no alto-forno e é irradiada nas partículas que se encontram na atmosfera.

[006] Para a medição da distribuição de calor da carga no alto-forno é conhecido o emprego de câmeras térmicas, como descritas em DE 19 40 104, DE 27 09 548, US 4,463,437 e US 2006/00502147 A1. Para uma determinação do perfil de temperatura e superfície da carga no alto-forno são conhecidos sistemas de medição combinados, em que um aparelho de distância óptico, por exemplo em forma de uma sonda a laser, é combinado com uma câmera a infravermelho. Exemplos para isso são descritos em DE 1 583 443, DE 29 48 295 C2 e DE 30 15 006 C2.

[007] Os sistemas de medição anteriormente mencionados são apenas parcialmente apropriados, apresentam uma resolução de posição relativamente pequena e/ou são construtivamente e em termos de técnica de controle dispendiosos e sujeitos a desgaste.

[008] A invenção tem por objetivo indicar um dispositivo de medição e um processo de medição para um alto-forno, que possibilitem longas vidas úteis com dispêndio de manutenção comparativamente pequeno. A invenção tem ainda por objetivo indicar um alto-forno com um tal dispositivo bem como um dispositivo de pivotamento para ao menos uma sonda de medição, que possibilite uma fácil exploração da superfície da carga no alto-forno.

[009] Esse objetivo é alcançado com relação ao dispositivo pelo objeto da reivindicação 1, com relação ao processo pelo objeto da reivindicação 9, com relação ao alto-forno pelo objeto da reivindicação 7 e com relação ao dispositivo de pivotamento pelo objeto da reivindicação 12.

[0010] A invenção se baseia na ideia de indicar um dispositivo de medição para um alto-forno, que abranja ao menos uma primeira sonda de medição para emissão e recepção de ondas eletromagnéticas. O dispositivo apresenta ao menos uma segunda sonda de medição para emissão e recepção de ondas acústicas, sendo que a primeira e

a segunda sondas de medição estão de tal maneira unidas com um processador para avaliação dos dados de medição que pode ser determinado um desvio, condicionado por temperatura, dos dados de medição da primeira e segunda sondas de medição para determinação de uma distribuição de temperatura de gás na superfície de uma carga no alto-forno. Com relação ao processo, a invenção baseia-se na ideia de empregar ao menos duas sondas de medição diferentes, com auxílio das quais a superfície é explorada, de um lado, com ondas eletromagnéticas e, de outro lado, com ondas acústicas e determinado um desvio, condicionado pela temperatura, dos dados de medição das diversas sondas de medição, para determinação da distribuição de temperatura de gás na superfície da carga.

[0011] A invenção combina ou acopla assim dois dispositivos de medição ou processos de medição distintos, que se baseiam em princípios físicos diferentes. Um dispositivo de medição ou um processo de medição opera então com ondas eletromagnéticas, que não são influenciadas pelas temperaturas do gás. O outro dispositivo de medição ou o outro processo de medição opera com ondas acústicas, cuja velocidade de difusão é diretamente influenciada pela temperatura do gás. Quando de uma medição de distância para com a superfície de carga com as diferentes sondas de medição ou com os diferentes processos de medição há um desvio, condicionado pela temperatura, dos dados de medição dos diferentes sistemas de medição ou processos de medição. Concretamente, as ondas acústicas refletidas pela superfície do material de carga são influenciadas pela temperatura da atmosfera de gás, que as ondas atravessam, mas não as ondas eletromagnéticas refletidas na superfície do material de carga. O desvio dos valores de medição assim resultante constitui uma grandeza característica para a distribuição de temperatura do gás na superfície do material de carga, pela qual podem ser tiradas conclusões sobre a tempe-

ratura ou a distribuição de temperatura na superfície do material de carga. A invenção aproveita assim a desvantagem em si conhecida em sistemas de medição acústicos, de que o sinal de medição é influenciado devido à dependência de temperatura de ondas acústicas. Pela combinação do processo de medição acústico dependente da temperatura com um outro processo de medição independente da temperatura, especialmente à base de ondas eletromagnéticas, o sinal de medição independente de temperatura pode ser usado como sinal de referência, sendo que o desvio do sinal de medição acústico representa a grandeza de medição que pode ser relacionada à temperatura.

[0012] Em princípio, a invenção opera em geral com uma combinação de diferentes processos de medição ou dispositivo de medição, em que os sinais de medição emitidos são, de um lado, independentes de temperatura e, de outro lado, dependentes de temperatura.

[0013] A invenção tem a vantagem de que as lanças de medição inseríveis e extraíveis até agora conhecidas podem ser substituídas por uma ou várias sondas na região superior do alto-forno. As sondas então não mais ficam diretamente expostas à abrasão pelo material introduzido por cima e à corrente de gás quente e, à diferença das lanças de medição conhecidas, que possibilitam apenas medições pontuais, proporcionam a condição básica tanto para a medição de uma região de superfície maior da carga, especialmente de toda a superfície do material de carga, como também para uma determinação contínua dos valores a serem medidos.

[0014] Configurações vantajosas da invenção estão indicadas nas sub-reivindicações em apenso.

[0015] Em uma forma de execução preferida, o processador é de tal maneira adaptado que pelos dados de medição transmitidos pela(s) primeira e/ou segunda sondas de medição ao processador pode ser determinado o perfil de superfície da carga. Isso tem a vantagem de

que pelas sondas de medição previstas para a determinação da distribuição de calor, especialmente pela primeira sonda de medição operando à base de ondas eletromagnéticas, pode ser adicionalmente determinada também a topografia da carga.

[0016] Vantajosamente, a primeira sonda de medição abrange uma sonda a radar, uma sonda de microondas ou uma sonda óptica. Os sinais de medição dessas sondas são essencialmente dependentes de temperatura e podem ser empregados como sinal de referência. A segunda sonda de medição pode abranger uma sonda acústica ou uma sonda a ultrassom. Os sinais de medição dessas sondas são dependentes de temperatura e podem, portanto, em conexão com o sinal de referência, fornecer conclusão sobre a temperatura no ponto medido.

[0017] Em uma forma de execução preferida, ao menos uma terceira sonda de medição está unida com o processador para medição da temperatura média da atmosfera de gás acima da carga. Com distância crescente da superfície do material de carga se compensam as diferenças de temperatura na atmosfera de gás e se estabelece uma temperatura média. A terceira sonda de medição tem a função de detectar essa temperatura média da atmosfera de gás acima da carga. A temperatura média pode ser considerada quando da determinação de valores de temperatura absolutos na faixa da atmosfera de gás próxima à superfície. Concretamente, isso significa que a influência da temperatura de gás média da faixa distante da superfície da atmosfera de gás sobre o sinal de medição acústico quando da medição de distância acústica pode ser considerada no resultado da medição. É possível empregar mais de uma sonda de medição para a medição da temperatura de gás média, para se detectar mais precisamente a distribuição de temperatura do gás na faixa da atmosfera de gás distante da superfície.

[0018] Para a exploração da superfície da carga, as sondas de medição podem estar dispostas móveis de tal maneira que possa ser continuamente representado um perfil de medição da carga. O alto-forno está assim em condições de observar continuamente a superfície da carga de material no alto-forno e pode identificar precocemente se o fluxo de material no alto-forno ou a gaseificação do material deve ser modificada. Contramedidas apropriadas podem então ser introduzidas precocemente.

[0019] Vantajosamente, as sondas de medição ficam dispostas na região superior do alto-forno. As sondas podem ser dispostas fixas ou estacionárias, de modo que se dispensa a mecânica de deslocamento das lanças de medição. A vedação das sondas na parede do alto-forno é assim consideravelmente facilitada. Para a produção de um perfil de medição tridimensional, as sondas fixas ou estacionárias podem ser pivotáveis e/ou rotativas. Também é possível empregar sondas não móveis, em que a digitalização da superfície é feita por redes de antena ativáveis.

[0020] Outros exemplos de execução para o dispositivo de medição ou o processo de medição estão mais explicados na descrição detalhada.

[0021] A invenção abrange, ainda, um dispositivo de pivotamento para ao menos uma sonda de medição, que é empregada de preferência no dispositivo para medição de superfície do material de carga, para ajustar mecanicamente uma ou várias sondas de medição descritas em conexão com o dispositivo de medição. O dispositivo de pivotamento pode também ser empregado independentemente desse dispositivo de medição para outras possibilidades de aplicação, especialmente na técnica de medição, na construção de alto-forno ou em geral sob condições às quais é importante uma técnica robusta para suportar as elevadas temperaturas e os meios agressivos.

[0022] A invenção se baseia, portanto, ainda, na ideia de indicar um dispositivo de pivotamento, especialmente para ao menos uma sonda de medição, com um alojamento em várias partes e ao menos parcialmente simétrico em rotação, que abrange uma primeira seção de alojamento disposta estacionária e ao menos duas seções de alojamento, segunda e terceira, rotativas relativamente entre si. As segunda e terceira seções de alojamento formam um primeiro plano de rotação se estendendo inclinado com relação ao eixo longitudinal da primeira seção de alojamento. A(s) segunda e/ou terceira seção(ões) de alojamento é acionada em rotação, sendo que a sonda de medição fica montada articuladamente entre a primeira seção de alojamento e um fundo do alojamento. Pela primeira seção de alojamento disposta estacionária pode o dispositivo de pivotamento ser fixamente unido com a parede de alojamento de um alto-forno e vedado. O movimento de pivotamento da sonda de medição é obtido pelo movimento de rotação relativo das segunda e terceira seções de alojamento, que formam um primeiro plano de rotação se estendendo inclinado com relação ao eixo longitudinal da primeira seção de alojamento. Para produção do movimento de rotação relativo, a(s) segunda e/ou terceira seção(ões) de alojamento é(são) acionada em rotação. Para o movimento de rotação relativo entre as duas seções de alojamento existem várias possibilidades. É possível acionar ambas as seções de alojamento separadamente de tal maneira que as mesmas rodam em direção mutuamente contraposta. Alternativamente, pode também respectivamente uma seção de alojamento ser fixa e a outra seção de alojamento ser acionada em rotação. Devido ao primeiro plano de rotação se estendendo inclinado com relação ao eixo longitudinal da primeira seção de alojamento entre as segunda e a terceira seções de alojamento, a terceira seção de alojamento é movida em uma trajetória de pivotamento. A sonda de medição fica montada articuladamente entre a primeira

seção de alojamento e o fundo do alojamento, de modo que acompanha o movimento de pivotamento e pode explorar a superfície de material no alto-forno.

[0023] A invenção tem a vantagem de que é possibilitada uma fácil vedação radial na região do plano de rotação. As mesmas partes do dispositivo permanecem vedadas, de modo que poeira aderente e sujeira não podem penetrar no plano de vedação.

[0024] Com uma forma de execução especialmente preferida da invenção, as segunda e terceira seções de alojamento são executadas respectivamente cônicas. A execução cônica de ambas as seções de alojamento rotativas relativamente entre si proporciona uma possibilidade simples para se executar uma união de rotação anular entre ambas as seções de alojamento, que se situa no primeiro plano de rotação se estendendo inclinado.

[0025] Em uma outra forma de execução preferida, a primeira seção de alojamento e a segunda seção de alojamento estão unidas rotativamente e formam um segundo plano de rotação, que se estende perpendicularmente ao eixo longitudinal da primeira seção de alojamento, especialmente na posição de montagem horizontal. Pela formação do segundo plano de rotação é aumentada a flexibilidade de pivotamento do dispositivo, pois a sonda de medição é movida tanto por uma rotação no primeiro plano de rotação inclinado como também por uma rotação no segundo plano de rotação se estendendo perpendicularmente ao eixo longitudinal da primeira seção de alojamento, especialmente plano de rotação horizontal. Com isso é produzido um movimento de pivotamento combinado, pelo qual praticamente toda a superfície do material ou ao menos uma grande região da mesma no alto-forno pode ser explorada.

[0026] Em uma outra forma de execução preferida, o fundo do alojamento e a terceira seção de alojamento ficam unidos rotativamente e

formam um terceiro plano de rotação, que se estende paralelamente ao fundo. Essa forma de execução é especialmente vantajosa em conexão com uma outra forma de execução, em que a ao menos uma sonda de medição de um lado está unida à prova de rotação com o fundo do alojamento e, de outro lado, à prova de rotação com a primeira seção de alojamento por uma corrente de torque. A corrente de torque possibilita um movimento pivotante da sonda de medição e une à prova de rotação o fundo do alojamento com a primeira seção de alojamento disposta estacionária. Isso significa que o fundo do alojamento e a sonda de medição montada articuladamente entre o fundo e a seção de alojamento quando de uma rotação das segunda e terceira seções de alojamento não giram conjuntamente. Antes pelo contrário, o movimento espacial da sonda de medição é obtido pelos movimentos pivotantes da corrente de torque. Como a sonda de medição é apenas pivotada e não girada conjuntamente, é relativamente fácil realizar as ligações elétricas para com a sonda de medição por condutos flexíveis. Assim é simplificada a montagem, especialmente a conexão da sonda de medição a uma unidade de avaliação.

[0027] O acionamento da segunda seção de alojamento pode se dar por um primeiro motor, especialmente motor redutor, que fica unido com a primeira seção de alojamento. Isso significa que o primeiro motor redutor é sustentado pela primeira seção de alojamento e está unido por uma união redutora apropriada com a segunda seção de alojamento.

[0028] Para o acionamento da terceira seção de alojamento pode ser previsto um segundo motor, especialmente motor redutor, que está unido com o fundo do alojamento. Essa forma de execução é especialmente vantajosa em conexão com a forma de execução, em que entre o fundo de alojamento e a terceira seção de alojamento está prevista uma união rotativa e o fundo de alojamento está unido à prova de

rotação com a primeira seção de alojamento. Assim, o fundo de alojamento sustenta o segundo motor redutor, que está unido por uma união redutora apropriada com a terceira seção de alojamento.

[0029] O alojamento pode abranger ao menos uma conexão de enxágue para adução de um gás para resfriamento e/ou vedação do alojamento. Assim, o compartimento em torno da sonda de medição ou em torno das sondas de medição no alojamento pode ser vedado com relação à atmosfera do alto-forno, por exemplo, pela adução de nitrogênio. Simultaneamente, o nitrogênio ou um outro gás apropriado resfria as partes eletrônicas sensíveis ao superaquecimento. Pode então estar previsto que o gás aduzido ao alojamento, especialmente nitrogênio, seja conduzido por uma abertura de saída, sendo que a abertura de saída fica de tal maneira disposta que as partes de sonda que se salientam do alojamento do dispositivo de pivotamento para dentro do alto-forno, especialmente as antenas, sejam envoltas pelo gás escapando. Assim são limpas as antenas.

[0030] A invenção será mais explicada a seguir com auxílio de exemplos de execução com outros detalhes sob referência aos desenhos esquemáticos em apenso. Neles mostram:

[0031] Figura 1 - um diagrama de ligação esquemático de um exemplo de execução do dispositivo de medição segundo a invenção;

[0032] Figura 2 - uma seção transversal pela região superior de um alto-forno, sendo que está previsto um dispositivo de pivotamento conforme um exemplo de execução segundo a invenção; e

[0033] Figura 3 - uma seção transversal pelo dispositivo de pivotamento segundo a figura 2; e

[0034] Figura 4 - uma vista em detalhe de um mancal auto vedante do dispositivo de pivotamento segundo a figura 3.

[0035] O diagrama de ligação segundo a figura 1 mostra um exemplo de execução para um dispositivo de medição segundo a in-

venção para um alto-forno. O dispositivo ou o sistema de medição é empregado para detecção da topografia da carga bem como da distribuição de calor na superfície da carga e constitui a condição básica para um contínuo monitoramento da superfície da carga. Para tanto, o dispositivo segundo a figura 1 abrange ao menos duas sondas de medição 10, 11 operando por diferentes processos de medição. A primeira sonda de medição 10 é no exemplo de execução segundo a figura 1 uma sonda a radar, isto é, uma sonda, que opera à base de ondas eletromagnéticas. A segunda sonda de medição 11 abrange uma sonda a ultrassom, que opera à base de ondas acústicas. A invenção não está restrita a duas sondas de medição, mas sim pode também abranger mais de duas, por exemplo três, quatro, cinco ou mais do que cinco sondas de medição, que operam ao menos parcialmente por distintos princípios físicos e estão acopladas entre si por avaliação de sinal. Nas sondas de medição empregadas no âmbito da invenção usualmente o emissor e o receptor estão integrados em uma sonda. Também é concebível empregar sondas, em que o emissor e o receptor estão dispostos separados.

[0036] As diversas sondas de medição 10, 11 podem estar de tal maneira integradas em um sensor duplo que as duas sondas de medição são movidas por um dispositivo de ajuste comum. Também é possível dispor separadamente as duas sondas de medição 10, 11 e ativá-las respectivamente por um dispositivo de ajuste próprio. No caso de mais de duas sondas de medição, estas podem ser combinadas para um sensor múltiplo ou ficar dispostas separadas como sensores individuais. Em princípio, para a invenção são apropriadas todas as sondas de medição, que sejam projetadas para a operação de alto-forno, na medida em que estejam combinadas com uma ou mais de outras sondas de medição, que operem por um princípio físico distinto ou outros processos de medição.

[0037] Como representado na figura 1, as duas sondas de medição 10, 11 estão unidas com um processador 12 para avaliação dos sinais de medição. Entre o processador 12 e as duas sondas de medição 10, 11 está respectivamente disposto um amplificador de medição 19.

[0038] O processador 12 é adaptado para comparar os valores de medição de ambas as sondas de medição 10, 11 e determinar o desvio, especialmente o desvio condicionado por temperatura, dos valores de medição da primeira sonda de medição 10 dos valores de medição da segunda sonda de medição 11. Desse desvio, o processador 12 determina por um processo analítico a velocidade de som e, com isso, a distribuição de temperatura de gás na superfície da carga. Esta última corresponde aproximadamente ao perfil de temperatura de superfície da carga, pois o gás insuflado pelos aquecedores de vento no alto-forno atravessam a mesma no princípio de contracorrente e sai na superfície da carga. Para determinação da distribuição de temperatura de gás próxima à superfície são empregados processos analíticos usualmente utilizados na técnica de medição, que não serão aqui por menorizadamente descritos. Antes, pelo contrário, no exemplo de execução segundo a figura 1, o importante é que sejam disponibilizados valores de medição obtidos por distintos processos de medição, criando-se as condições básicas para se determinar do desvio dos valores de medição condicionado por temperatura o perfil de temperatura de gás próximo à superfície ou o perfil de temperatura de superfície da carga no alto-forno.

[0039] O processador 12 é ainda de tal maneira ajustado que pode ser determinada a topografia da carga pelos dados de medição transmitidos pela(s) primeira e/ou segunda sonda(s) de medição 10, 11 ao processador 12. Convenientemente, para isso são empregados os dados de medição independentes de temperatura da primeira son-

da de medição 10 operando à base de ondas eletromagnéticas.

[0040] O processador 12 está unido com um sistema de visualização bem como um controle 20. Com o sistema de visualização 20 pode ser realizada uma representação bidimensional ou tridimensional da topografia de superfície e da distribuição de calor.

[0041] Para o controle das sondas de medição 10, 11 estas estão mecanicamente unidas com um dispositivo de ajuste 21, que é pivotável por meio de dois motores de ajuste 22a, 22b nas três direções espaciais. A invenção não está restrita a um sistema de ajuste especial, mas sim abrange sistemas de ajuste, com que a superfície da carga possa ser explorada, de modo que seja possível uma representação contínua da topografia da superfície da distribuição de calor. Vantajosamente, o dispositivo de ajuste 21 possibilita um movimento pivotante de ambas as sondas de medição 10, 11. Em um exemplo de execução especialmente preferido, o dispositivo de ajuste 21 é executado na força de um dispositivo pivotante 18, que é detalhadamente descrito em outro local com auxílio das figuras 2, 3.

[0042] Como representado na figura 1, as duas sondas de medição 10, 11 são movidas por um dispositivo de ajuste 21 comum. Também é possível ativar as sondas de medição 10, 11 individualmente por dispositivos de ajuste separados.

[0043] Os motores de ajuste 22a, 22b estão unidos respectivamente por um confirmador de posição 23 com o processador 12. O confirmador de posição 23 pode ser executado, por exemplo, em forma de um indicador de ângulo de rotação. Para o controle de ambos os motores de ajuste 22a, 22b, estes estão unidos com o processador 12 por amplificadores de sinal de controle 24.

[0044] Para resfriamento e vedação com relação à atmosfera do alto-forno, as duas sondas de medição 10, 11 podem apresentar um enxágue a gás, especialmente um enxágue a nitrogênio 25, que de

preferência também resfria e limpa as partes de sonda expostas à atmosfera do alto-forno, especialmente antenas.

[0045] O dispositivo de medição segundo a figura 1 pode ainda apresentar uma terceira sonda de medição (não representada), que está unida com o processador 12 e adaptada para medição da temperatura média da atmosfera de gás acima da carga. Para a medição da temperatura de gás média ou em geral para medição da temperatura de gás na região superior do alto-forno podem estar previstas uma ou várias sondas de medição.

[0046] O dispositivo de medição segundo a figura 1 opera pelo processo de medição a seguir:

[0047] As duas sondas de medição 10, 11 ativam a superfície da carga, de um lado, com ondas eletromagnéticas (primeira sonda de medição 10) e, de outro lado, com ondas acústicas (segunda sonda de medição 11). Por um movimento de ajuste dos motores de ajuste 22a, 22b, toda a superfície da carga é explorada pelas duas sondas de medição 10, 11 e os dados de medição assim obtidos são transmitidos ao processador 12. Isso significa que por ambas as sondas de medição 10, 11 são realizadas medições de distância respectivamente diferentes para com a carga no alto-forno, sendo empregadas tanto ondas eletromagnéticas independentes de temperatura como também ondas acústicas dependentes de temperatura. Como pela temperatura do gás é diretamente influenciada a velocidade de som das ondas acústicas, em virtude de uma temperatura de gás distinta especialmente na superfície do material de carga ocorre um desvio dos valores de medição, que pode ser detectado pela medição a radar, servindo inclusive como medição de tolerância, por meio da primeira sonda de medição 10. Desse desvio, através de um processo analítico, é determinada a velocidade de som e, com isso, a temperatura. Por exploração de toda a superfície por meio do processo combinado através das sondas a

radar e acústica pivotáveis, resulta, de um lado, o perfil de superfície e, de outro lado, um perfil de temperatura da carga do forno.

[0048] Como com distância crescente da superfície da carga se equilibra a distribuição de temperatura do gás, é viável medir a temperatura média da atmosfera de gás na região superior do alto-forno, de modo que a influência da atmosfera de gás na região superior do alto-forno sobre o sinal de medição acústico pode ser levada em consideração quando da determinação da distribuição de temperatura de gás próxima à superfície. É possível detectar a distribuição de temperatura de gás acima da carga por mais de uma sonda de medição adicional, para assim se chegar a um resultado ainda mais exato quanto à distribuição de temperatura de gás próxima à superfície.

[0049] A medição da temperatura média da atmosfera de gás na região superior do alto-forno é vantajosa, mas não obrigatória para a determinação da distribuição de temperatura de gás próxima à superfície. Pois a distribuição de temperatura de gás próxima à superfície resulta como desvio da temperatura média da atmosfera de gás distante da superfície, que exerce uma influência característica sobre o sinal acústico. O importante na invenção é, portanto, essencialmente, que o sinal de medição acústico atravesse a atmosfera de gás e seja refletido na superfície do material de carga, para detectar a influência da temperatura sobre o sinal acústico. A medição realizada com o dispositivo segundo a invenção ou o processo segundo a invenção conduz, assim, a uma determinação da distribuição de temperatura de gás relativa, que é em si suficiente para um monitoramento da operação do alto-forno ou pode ser, por sua vez, acoplada com outros processos de medição, para se chegar aos valores de temperatura absolutos.

[0050] Da medição da distribuição de temperatura de gás na superfície do material de carga podem também ser tiradas conclusões sobre a temperatura de superfície da carga. A medição da distribuição

de temperatura de gás próxima à superfície tem, contudo, a vantagem de que a temperatura de gás é a grandeza de medição que realmente interessa na operação do alto-forno. Além disso, quando do carregamento na região do material de carga relativamente mais frio, introduzido, a superfície resfria. Com isso, também de fato é influenciada a temperatura de gás nessa região, mas em medida bem menor do que a temperatura de superfície da carga.

[0051] É evidente que, quando da exploração da superfície da carga, os movimentos de ambas as sondas de medição 10, 11 são de tal maneira correlacionados que são comparados os dados de medição da mesma região de medição na superfície da carga, que é ativada de um lado com ondas eletromagnéticas e, de outro lado, com ondas acústicas.

[0052] O emprego de sondas a radar e sondas a ultrassom tem a vantagem que podem ser dispostas na região do forno superior e, assim, ficam firmemente instaladas em uma região do alto-forno não exposto à abrasão. Um exemplo para a disposição de ao menos uma sonda de medição está representada na figura 2. A segunda sonda de medição não está representada na figura 2. Na figura 2 está mostrada a disposição de um dispositivo de pivotamento 18 para ao menos uma sonda de medição, que representa a sonda de medição em duas posições de medição diferentes. Na figura 2 pode ser bem identificado como o raio de medição da sonda de medição 10 passa pela superfície da carga 27 e assim explora o perfil da carga 27. Na figura 2 pode ser identificado ainda que o dispositivo de medição ou o dispositivo de pivotamento 18 para o dispositivo de medição está disposto no lado superior de forno ao lado dos acionamentos para a calha inclinada de alimentação 26 acima da saída da calha inclinada de alimentação 26 bem como acima das extrações de gás de alto-forno 27, de modo que a sonda ou em geral o sistema de medição se encontra fora da corren-

te direta.

[0053] A estrutura do dispositivo de pivotamento 18 está representada na figura 3.

[0054] O dispositivo de pivotamento 18 abrange um alojamento 13 em várias partes, que é formado ao menos parcialmente simétrico em rotação. O alojamento 13 abrange uma primeira seção de alojamento 14a disposta estacionária, que na forma de uma tampa fecha para cima o alojamento 13. A primeira seção de alojamento 14a está unida com a parede de forno. O alojamento 13 abrange uma segunda e uma terceira seção de alojamento 14b, 14c, que são rotativas relativamente entre si. Para tanto, as segunda e a terceira seções de alojamento 14b, 14c formam um primeiro plano de rotação D_1 se estendendo inclinado com relação ao eixo longitudinal L_1 da primeira seção de alojamento 14a.

[0055] A divisão das metades de alojamento rotativas relativamente entre si ou das segunda e terceira seções de alojamento 14b, 14c se situa no primeiro plano de rotação D_1 se estendendo inclinado. A união rotativa entre as segunda e a terceira seções de alojamento 14b, 14c é realizada por um primeiro mancal de rolamento 28, que fica disposto no primeiro plano de rotação D_1 se estendendo inclinado. No mancal de rolamento, trata-se de um mancal de esferas. São possíveis outros tipos de mancais de rolamento.

[0056] O mancal de rolamento 28 é autovedante. A estrutura do mancal de rolamento 28 auto vedante é explicada com base na vista de detalhe segundo a figura 4. Esta mostra, de fato, um recorte do segundo mancal de rolamento 31, que une a primeira e segunda seções de alojamento 14a, 14b. O primeiro mancal de rolamento 28, contudo, é executado essencialmente correspondente. O mancal de rolamento 31 ou 28 abrange um anel interno 44a e um anel externo 44b. O anel interno 44a é executado com uma coroa dentada interna 32, que não

está prevista no primeiro mancal de rolamento 28. Como representado na figura 4, o anel interno 44a e o anel externo 44b se salientam respectivamente axialmente. O anel interno 44a se salienta pela área frontal do anel externo 44b. O anel externo 44b se salienta pela área frontal do anel interno 44a disposta no lado contraposto do mancal de rolamento 32 ou 28. Resulta assim a disposição defasada do anel interno 44a e do anel externo 44b, como representado na figura 4. As seções do anel interno 44a e do anel externo 44b respectivamente salientes estão designadas com a referência 45. A região 45 saliente do anel externo 44 aponta radialmente para dentro e a região 45 saliente do anel interno 44a radialmente para fora. Nas regiões 45 respectivamente salientes radialmente para dentro ou apontando radialmente para fora está respectivamente previsto um lábio vedante 46, que veda a área frontal do anel interno 44a ou do anel externo 44b. Concretamente, o lábio vedante 46 previsto no anel interno 44a veda a área frontal do anel externo 44b e o lábio vedante 46 previsto no anel externo 44b a área frontal do anel interno 44a.

[0057] O anel externo 44b está diretamente unido com a parede de alojamento da primeira seção de alojamento 14a, especialmente aparafusado. O invólucro isolante 43 envolve o anel externo 44b e se projeta na área frontal do anel externo 44b até próximo ao lábio vedante 46 do anel interno 44a. O invólucro isolante 43 engata por cima da perfuração 47 prevista para a fixação do anel externo 44b na primeira seção de alojamento 14a. O anel interno 44a está unido com um anel de retenção 29c, especialmente aparafusado. O anel de retenção 29c está unido com o invólucro isolante 43, que cobre a perfuração 48 prevista para a união. Na figura 4 se pode ver ainda a seção de parede de alojamento 30a disposta inclinada ou a seção de parede de alojamento 30a cônica, que para formação do ponto de mancal para o primeiro mancal de rolamento 28 se estende inclinada radialmente para dentro.

[0058] O terceiro mancal de rolamento 35, que une o fundo 15 com a terceira seção de alojamento 14c, está estruturado em correspondência ao segundo mancal de rolamento 32 conforme a figura 4.

[0059] À diferença do segundo mancal de rolamento 31 conforme a figura 4, o primeiro mancal de rolamento 28 auto vedante não apresenta uma coroa dentada interna, mas sim está unido com dois anéis de retenção 29a, 29b, especialmente aparafusado, que estão unidos de um lado com o anel interno 44a e, de outro lado, com o anel externo 44b.

[0060] Outros tipos de mancal de rolamento ou mancal de esferas auto vedante são possíveis. Mas também é possível prever, em lugar de um mancal de rolamento auto vedante, um mancal de rolamento com uma vedação adicional por exemplo em forma de um anel em V.

[0061] Para a montagem do primeiro mancal de rolamento 28 para a união móvel em rotação das segundo e terceira seções de alojamento 14b, 14c, as paredes internas estão executadas cônicas. As seções de parede de alojamento cônicas são providas das referências 30a, 30b e formam duas áreas de mancal anulares, mutuamente contrapostas, entre as quais está disposto ou retido o mancal de rolamento 28. Assim, o alojamento está executado ao menos parcialmente simétrico em rotação, isto é, ao menos na região das áreas de mancal anulares. A seção de parede de alojamento 30a cônica da segunda seção de alojamento 14b na posição de montagem se afila para baixo. A seção de parede de alojamento 30b cônica da terceira seção de alojamento 14c na posição de montagem e na posição neutra indicada na figura 3 se afila para cima. As duas seções de alojamento 14a, 14b são executadas e dispostas, portanto, à maneira de um cone duplo. A parede externa das segunda e terceira seções de alojamento 14b, 14c é ao menos parcialmente cilíndrica.

[0062] Os pontos de mancal para o primeiro mancal de rolamento

28 podem ser formados de distinta maneira. É possível, como anteriormente descrito, prever seções de parede de alojamento 30a, 30b cônicas, executadas complementares, que se projetam para dentro no alojamento e formam juntamente com a parede de alojamento contraposta uma área de mancal anular. A parede externa das respectivas segunda e terceira seções de alojamento 14b, 14c pode ser executada cilíndrica. Também é possível selecionar uma outra forma geométrica para a parede de alojamento, por exemplo, a forma de um tronco de cone, especialmente um tronco de cone torto, em que o eixo de cone se estende sob um ângulo para com o plano de base do tronco de cone.

[0063] A segunda seção de alojamento 14b está unida móvel em rotação com a primeira seção de alojamento 14a disposta estacionária. Para tanto, a primeira seção de alojamento 14a e a segunda seção de alojamento 14b formam juntas um segundo plano de rotação D_2 , que se estende perpendicularmente ao eixo longitudinal L_1 da primeira seção de alojamento 14a. No estado montado, o segundo plano de rotação D_2 se estende horizontalmente. O alojamento 13 apresenta um invólucro isolante 43, que envolve a parte do alojamento 13 se projetando para dentro do alto-forno.

[0064] Para a união móvel em rotação da segunda seção de alojamento 14b e da primeira seção de alojamento 14a está previsto um segundo mancal de rolamento 31 com coroa dentada interna 32. O segundo mancal de rolamento 31 se estende no segundo plano de rotação D_2 e está disposto essencialmente horizontal. O segundo mancal de rolamento 31 é executado auto vedante e abrange um anel de retenção 29c, que está disposto no lado interno de alojamento do segundo mancal de rolamento 31. São possíveis outras vedações para o segundo mancal de rolamento 31.

[0065] Para o acionamento da segunda seção de alojamento 14b

está previsto um primeiro motor 17a, especialmente um motor redutor, que está unido com a primeira seção de alojamento 14a e apresenta um pinhão 33, que engranza com a coroa dentada interna 32 do segundo mancal de rolamento 31. O primeiro motor 17a está disposto excentricamente na primeira seção de alojamento 14a e está posicionado essencialmente perpendicular em uma parede de retenção 34, radialmente saliente para dentro, da primeira seção de alojamento 14a. É possível uma outra disposição do primeiro motor 17a.

[0066] O alojamento 13 apresenta um fundo 15, que encerra o alojamento 13 no lado oposto à primeira seção de alojamento 14a. As segunda e terceira seções de alojamento 14b, 14c estão dispostas entre o fundo 15 e a primeira seção de alojamento 14a. O fundo 15 do alojamento 13 e a terceira seção de alojamento 14c estão unidos rotativamente e formam um terceiro plano de rotação D_3 . O terceiro plano de rotação D_3 se estende paralelo ao fundo 15 ou perpendicular a um eixo longitudinal L_3 da terceira seção de alojamento 14c. Na posição neutra, representada na figura 3, o eixo longitudinal L_1 da primeira seção de alojamento 14a, disposta estacionária, e o eixo longitudinal L_3 da terceira seção de alojamento 14c formam uma linha alinhada. O fundo 15, na posição neutra, está disposto perpendicular para com essa linha ou em geral horizontal. Na posição pivotada representada na figura 2, o eixo longitudinal L_3 da terceira seção de alojamento 14c se estende a um ângulo para com os eixos longitudinais L_1 , L_2 .

[0067] Para a união rotativa entre o fundo 15 e a terceira seção de alojamento 14c está previsto um terceiro mancal de rolamento 35, que se estende no terceiro plano de rotação D_3 . O terceiro mancal de rolamento 35 apresenta uma outra coroa dentada interna 36 e é executado como mancal auto vedante. No exemplo de execução conforme a figura 3, o terceiro mancal de rolamento é executado como mancal de esferas. O terceiro mancal de rolamento 35 está unido com um anel de

retenção 29d, que fica disposto no lado interno de alojamento do terceiro mancal de rolamento 35.

[0068] Para o acionamento da terceira seção de alojamento 14c é previsto um segundo motor 17b, especialmente um motor redutor, que está sustentado no fundo 15 e por um pinhão 37 engraniza com a coroa dentada interna 36 do terceiro mancal de rolamento 35.

[0069] O fundo 15 está unido à prova de rotação com a primeira seção de alojamento 14a estacionária. Isso significa que o fundo 15 não executa um movimento de rotação, mas sim é fixo com relação à rotação sobre a primeira seção de alojamento 14a. Assim é possível que o segundo motor 17b transmita um momento de acionamento à terceira seção de alojamento 14c. O segundo motor está disposto excentricamente sobre o fundo 15.

[0070] A união entre o fundo 15 e a primeira seção de alojamento 14a disposta estacionária é feita por um apoio de torque ou uma corrente de torque 16, que está unida de um lado fixamente com a primeira seção de alojamento 14a e, de outro lado, fixamente com o fundo 15. O apoio de torque 16 é à prova de rotação e fixa o fundo 15, de modo que este não executada qualquer movimento de rotação.

[0071] Além disso, a corrente de torque 16 tem a função de montar a sonda de medição 10, 11. Para tanto, a corrente de torque 16 é executada como articulação pivotante, especialmente articulação pivotante à prova de rotação, que monta articuladamente a solda de medição 10, 11 entre a primeira seção de alojamento 14a e o fundo 15. O apoio de torque 16 forma então uma espécie de articulação cardan, que permite um movimento pivotante nas três direções espaciais. A corrente de torque 16 abrange para tanto uma primeira parte de fixação 38a em forma de U em seção transversal e uma segunda parte de fixação 38b igualmente em forma de U, cujos lados abertos estão voltados um para o outro. Entre as duas partes de fixação 38a, 38b está

disposta uma articulação pivotante 39, que está unida articuladamente respectivamente com os lados abertos das partes de fixação 38a, 38b em forma de U. A união de articulação representada esquematicamente na figura 3 é então de tal maneira configurada que as duas partes de fixação 38a, 38b podem executar relativamente entre si um movimento de pivotamento em todas as direções espaciais. Concretamente, a parte de fixação 38a superior está fixamente unida com a primeira seção de alojamento 14a estacionária. A parte de fixação 38b inferior está fixamente unida com uma cabeça de medição da sonda de medição 10 bem como com o fundo 15. A cabeça de medição 40 está, por seu lado, unida com a antena ou o chifre de sonda 41, que se projeta por uma abertura 42 prevista no fundo 15 para fora do alojamento 13. A abertura 42 está vedada por uma placa vedante 43 contra a atmosfera do alto-forno.

[0072] O dispositivo de pivotamento 18 representado na figura 3 deve ser entendido a título de exemplo. Outras articulações pivotantes, que acompanham um movimento pivotante do fundo 15, são possíveis. Também é possível executar separadamente as duas funções do apoio de torque 16, a saber a união à prova de rotação entre o fundo 15 e a primeira seção de alojamento 14a e a montagem articulada da sonda de medição 10, 11. Isso significa que o fundo 15 está unido por uma articulação pivotante à prova de rotação com a primeira seção de alojamento 14a e a sonda de medição 10 está fixada ao fundo 15 separadamente disso.

[0073] A união à prova de rotação entre a primeira seção de alojamento 14a e o fundo 15 tem a vantagem de que a sonda de medição 10 não é rodada, mas sim apenas pivotada. Por isso é relativamente fácil executar as uniões elétricas entre a sonda e a unidade de avaliação ou o processador 12 por condutos flexíveis, que não estão aí representados. Quando se dispensa a vantagem da disposição à prova

de rotação da sonda de medição e se configura de tal forma a união elétrica da sonda de medição que é permitida uma rotação da sonda, é viável executar o fundo 15 e a terceira seção de alojamento 14 em uma só parte e concretizar de outra maneira o acionamento da terceira seção de alojamento 14c.

[0074] O dispositivo de pivotamento segundo a figura 3 funciona como segue:

[0075] Mediante ativação do motor 17a superior, a segunda seção de alojamento 14b roda em torno do eixo longitudinal L_2 da segunda seção de alojamento 14b, que se alinha com o eixo longitudinal L_1 da primeira seção de alojamento disposta estacionária. Ao movimento de rotação da segunda seção de alojamento 14b, que ocorre no segundo plano de rotação D_2 , é sobreposto um outro movimento de rotação da terceira seção de alojamento 14c, que ocorre no primeiro plano de rotação D_1 se estendendo inclinado. Para tanto, a terceira seção de alojamento 14c é acionada pelo motor 17b interior, de modo que a seção de alojamento 14c inferior é rodada em torno do eixo longitudinal L_3 (pivotável). Ocorre assim um movimento de rotação relativo entre a segunda seção de alojamento 14b e a terceira seção de alojamento 14c, que devido ao primeiro plano de rotação D_1 inclinado conduz a um movimento de pivotamento do fundo 15. Como o fundo 15 está unido à prova de rotação com a primeira seção de alojamento 14a, o fundo 15 executada um mero movimento pivotante e nenhum movimento de rotação em torno do eixo longitudinal L_3 . As duas seções de alojamento, segunda e terceira, 14b, 14c são acionadas em direção contrária pelos dois motores 17a, 17b. Também é possível acionar as duas seções de alojamento 14b, 14c na mesma direção, especialmente com distintas velocidades de rotação. No total, as possibilidades de controle são livremente programáveis, de modo que podem ser obtidos distintos movimentos de pivotamento do dispositivo pivotante mediante

correspondente ativação dos motores.

[0076] Quando o primeiro plano de rotação D1 está disposto por exemplo a um ângulo de 30° com relação aos eixos longitudinais L1, L2, a sonda de medição 10 pode ser pivotada pelo movimento relativo entre as duas seções de alojamento 14b, 14c em torno de um ângulo de 60°. São possíveis outros ângulos do primeiro plano de rotação D1. Especialmente, o plano de rotação D1 pode abranger um ângulo na faixa de $> 0^\circ$ e $< 90^\circ$ com relação aos eixos longitudinais L1, L2.

[0077] O alojamento 13 abrange assim ao menos três seções de alojamento rotativas relativamente entre si, isto é, as segunda e terceira seções de alojamento 14b, 14c, bem como o fundo 15, que estão unidos entre si rotativamente nos três planos de rotação D1, D2, D3. Na posição neutra, isto é, na posição, em que a sonda de medição 10 não está pivotada, mas sim os eixos longitudinais L1, L2, L3 estão alinhados, o segundo e o terceiro planos de rotação estão dispostos paralelos, especialmente na horizontal. O segundo e o terceiro planos de rotação estão então dispostos respectivamente na extremidade axialmente exterior das segunda e terceira seções de alojamento 14b, 14c. O primeiro plano de rotação D1 disposto intermediariamente está disposto inclinado com relação ao eixo longitudinal L1 ou com relação ao segundo plano de rotação D2. Pelo movimento de rotação relativo entre a segunda e a terceira seções de alojamento 14b, 14c é o terceiro plano de rotação D1 pivotado em correspondência ao ângulo de ataque do primeiro plano de rotação D1. A posição de pivotamento está indicada na figura 2 pelo raio de medição misto.

[0078] No exemplo de execução segundo a figura 3, o dispositivo de pivotamento está equipado com uma sonda de medição 10. Também é possível equipar o dispositivo de pivotamento 18 com duas ou com mais de duas sondas de medição. Assim, o dispositivo de pivotamento 18 é apropriado como órgão de ajuste para as duas sondas de

medição 10, 11 do dispositivo de medição segundo a figura 1, que são executadas como sonda a radar e sonda a ultrassom. As duas sondas de medição 10, 11 podem estar dispostas lado a lado no alojamento conforme figura 3 e estão montadas pela mesma corrente de torque 16. É possível uma outra disposição de ambas as sondas de medição 10, 11 no alojamento 13.

[0079] As uniões de rotação do dispositivo de pivotamento 18 possibilitam uma fácil vedação radial dos planos de rotação. Durante todo o movimento de pivotamento as partes iguais do dispositivo permanecem cobertas, de modo que poeira e sujeira aderentes não podem penetrar nos planos de vedação. Assim, pode ser vedado o compartimento em torno da cabeça de medição ou cabeça de sonda 40 ou em torno das cabeças de sonda com gás, por exemplo com nitrogênio, com relação à atmosfera do alto-forno. Simultaneamente, o nitrogênio resfria as partes eletrônicas sensíveis contra superaquecimento e pode escapar através de aberturas no chifre de sonda (não representado) para o alto-forno, para proteger contra poeira as antenas que ali se encontram.

[0080] O dispositivo de pivotamento 18 é descrito e reivindicado em conexão com todas as características do dispositivo de medição na medida em que sejam novas. Como o dispositivo de pivotamento 18 também pode ser empregado para outras sondas de medição, por exemplo, as convencionais, o dispositivo de pivotamento 18 é descrito e reivindicado também independentemente do dispositivo de medição segundo a figura 1, à medida em que o dispositivo de pivotamento 18 seja novo.

LISTAGEM DE REFERÊNCIA

10	primeira sonda de medição
11	segunda sonda de medição
12	processador

13	alojamento
14a	primeira seção de alojamento
14b	segunda seção de alojamento
14c	terceira seção de alojamento
15	fundo
16	corrente de torque
17a	primeiro motor redutor
17b	segundo motor redutor
18	dispositivo de pivotamento
19	amplificador de medição
20	sistema de visualização e controle
21	dispositivo de ajuste
22a	motor de ajuste
22b	motor de ajuste
23	confirmador de posição
24	amplificador de sinal de controle
25	enxágue a gás
26	calha inclinada de alimentação
27	extração de gás de jito
28	primeiro mancal de rolamento
29a, b, c, d	anéis de retenção
30a, b	seções de parede de alojamento cônicas
31	segundo mancal de rolamento
32	coroa dentada interna
33	pinhão
34	parede de retenção
35	terceiro mancal de rolamento
36	coroa dentada interna
37	pinhão
38a, b	parte de fixação

39	articulação pivotante
40	cabeça de medição
41	antena
42	abertura
43	material isolante
44a	anel interno
44b	anel externo
45	região saliente
46	lábio vedante
47	perfuração
48	perfuração

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de medição para um alto-forno com ao menos uma primeira sonda de medição (10) para emissão e recepção de ondas eletromagnéticas e para a geração de dados de medição associados com uma localização de medição de uma carga no alto-forno,

pelo menos uma segunda sonda de medição (11) para gerar dados de medição associados com a localização da medição da superfície de carga,

um processador (12) para avaliar os dados medidos das primeira e segunda sondas de medição,

caracterizado por

a pelo menos uma segunda sonda de medição (11) para emissão e recepção de ondas acústicas, sendo que a primeira e a segunda sondas de medição (10, 11) estão em comunicação com o processador (12) para avaliação dos dados de medição, tal que pode ser determinado um desvio, condicionado por temperatura, dos dados de medição da primeira e segunda sondas de medição (10, 11) para determinação de uma distribuição de temperatura de gás na superfície de uma carga no alto-forno,

sendo que o desvio condicionado por temperatura dos dados medidos pode ser detectado por uma medição de radar por meio de uma primeira sonda de medição (10) que serve como medição de tolerância, e a partir do desvio detectado, a velocidade do som e, assim, uma temperatura podem ser determinados em associação com a localização medida por meio de um método analítico.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o processador (12) é de tal maneira adaptado que pelos dados de medição transmitidos pela primeira e/ou segunda sondas de medição (10, 11) ao processador (12) pode ser determinado o perfil de superfície da carga.

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a primeira sonda de medição (10) abrange uma sonda a radar ou uma sonda óptica.

4. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a segunda sonda de medição (11) abrange uma sonda acústica ou uma sonda a ultrassom.

5. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que ao menos uma terceira sonda de medição está unida com o processador (12) para medição da temperatura média da atmosfera de gás acima da carga.

6. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que as sondas de medição (10, 11) para exploração da superfície da carga estão dispostas móveis de tal maneira que possa ser continuamente representado um perfil de medição da carga.

7. Alto-forno caracterizado por compreender um dispositivo de medição como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 6.

8. Alto-forno de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que as sondas de medição (10, 11) ficam dispostas na região superior do alto-forno.

9. Processo de medição para um alto-forno, caracterizado pelo fato de que com ao menos duas sondas de medição (10, 11) diferentes é explorada a superfície da carga, de um lado, com ondas eletromagnéticas e, de outro lado, com ondas acústicas para gerar dados de medição associados com uma localização de medição da carga no alto-forno, e um desvio dependente de temperatura do dados medidos das diferentes sondas de medição (10, 11) é determinado para determinar uma distribuição de temperatura de gás e a superfície da carga no alto-forno, em que uma segunda sonda de medição das pelo menos duas sondas de medição é provida para enviar e receber ondas

acústicas, em que a primeira e a segunda sondas de medição (10, 11) estão em comunicação com um processador (12) para avaliação dos dados de medição, tal que pode o desvio condicionado por temperatura dos dados de medição pode ser detectado por uma medição de radar por meio de uma primeira sonda de medição (10) que serve como medição de tolerância, e a partir do desvio detectado, a velocidade do som e, assim, uma temperatura podem ser determinados em associação com a localização medida.

10. Processo de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o perfil de superfície da carga é determinado.

11. Processo de acordo com reivindicação 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que a temperatura média da atmosfera de gás acima da carga é medida por uma outra sonda de medição.

12. Dispositivo de pivotamento para ao menos uma sonda de medição (10, 11) com um alojamento (13) em várias partes e ao menos parcialmente simétrico em rotação, abrangendo uma primeira seção de alojamento (14a) disposta estacionária e ao menos duas segunda e terceira seções de alojamento (14b, 14c) rotativas relativamente entre si, que formam um primeiro plano de rotação D_1 se estendendo inclinado com relação ao eixo longitudinal L_1 da primeira seção de alojamento (14a), sendo que a segunda e/ou terceira seções de alojamento (14b, 14c) são acionadas em rotação e a sonda de medição (10, 11) está montada articuladamente entre a primeira seção de alojamento (14a) e um fundo (15) do alojamento (13).

13. Dispositivo de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que as segunda e terceira seções de alojamento (14b, 14c) são executadas respectivamente cônicas.

14. Dispositivo de acordo com reivindicação 12 ou 13, caracterizado pelo fato de que a primeira seção de alojamento (14a) e a segunda seção de alojamento (14b) estão unidas rotativamente e for-

mam um segundo plano de rotação D_2 , que se estende perpendicularmente ao eixo longitudinal L_1 da primeira seção de alojamento (14a).

15. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 14, caracterizado pelo fato de que o fundo (15) do alojamento (13) e a terceira seção de alojamento (14c) estão unidos rotativamente e formam um terceiro plano de rotação D_3 , que se estende paralelamente ao fundo (15).

16. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 15, caracterizado pelo fato de que ao menos uma sonda de medição (10, 11) está unida de um lado à prova de rotação com o fundo (15) do alojamento e de outro lado à prova de rotação com a primeira seção de alojamento (14a) por uma corrente de torque (16).

17. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 16, caracterizado pelo fato de que um primeiro motor (17a) está unido com a primeira seção de alojamento (14a) e aciona a segunda seção de alojamento (14b).

18. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 17, caracterizado pelo fato de que um segundo motor (17b) está unido com o fundo (15) do alojamento (13) e aciona a terceira seção de alojamento (14c).

19. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 18, caracterizado pelo fato de que o alojamento (13) abrange ao menos uma conexão de enxague para adução de um gás para resfriamento e/ou vedação do alojamento (13).

20. Alto-forno caracterizado por compreender um dispositivo de pivotamento (18) como definido em qualquer uma das reivindicações 12 a 19.

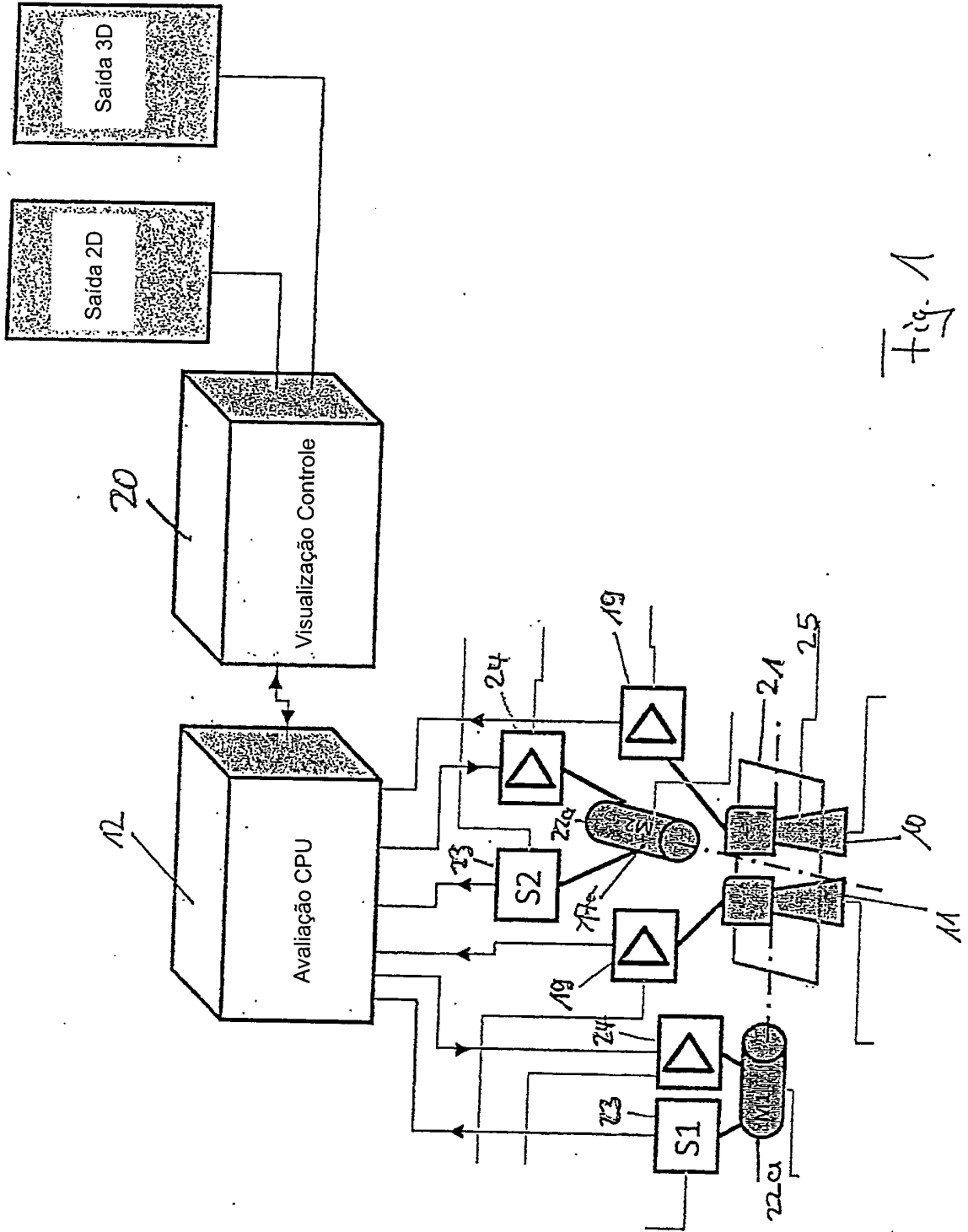


Fig. 1

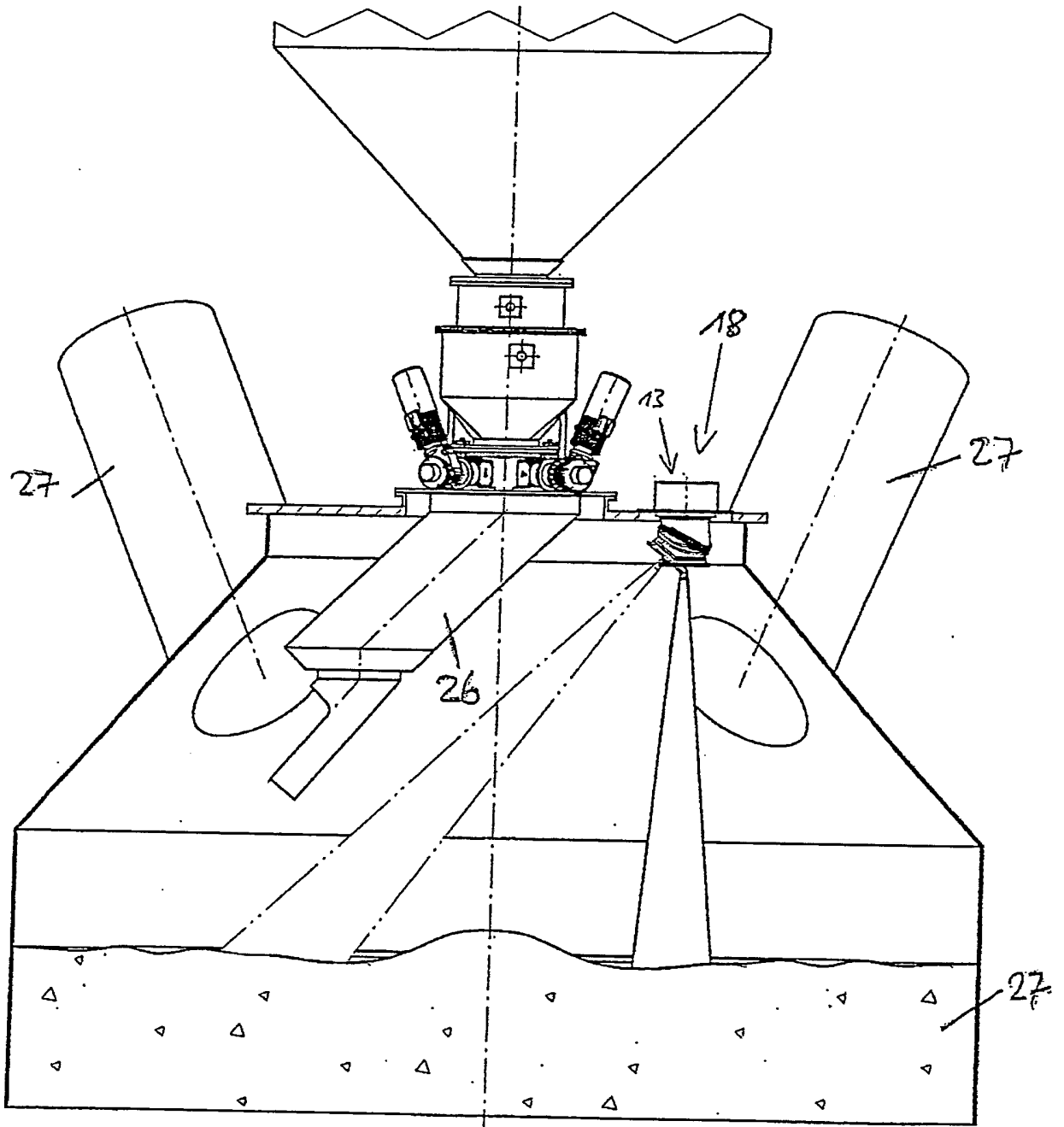


Fig. 2

3/4

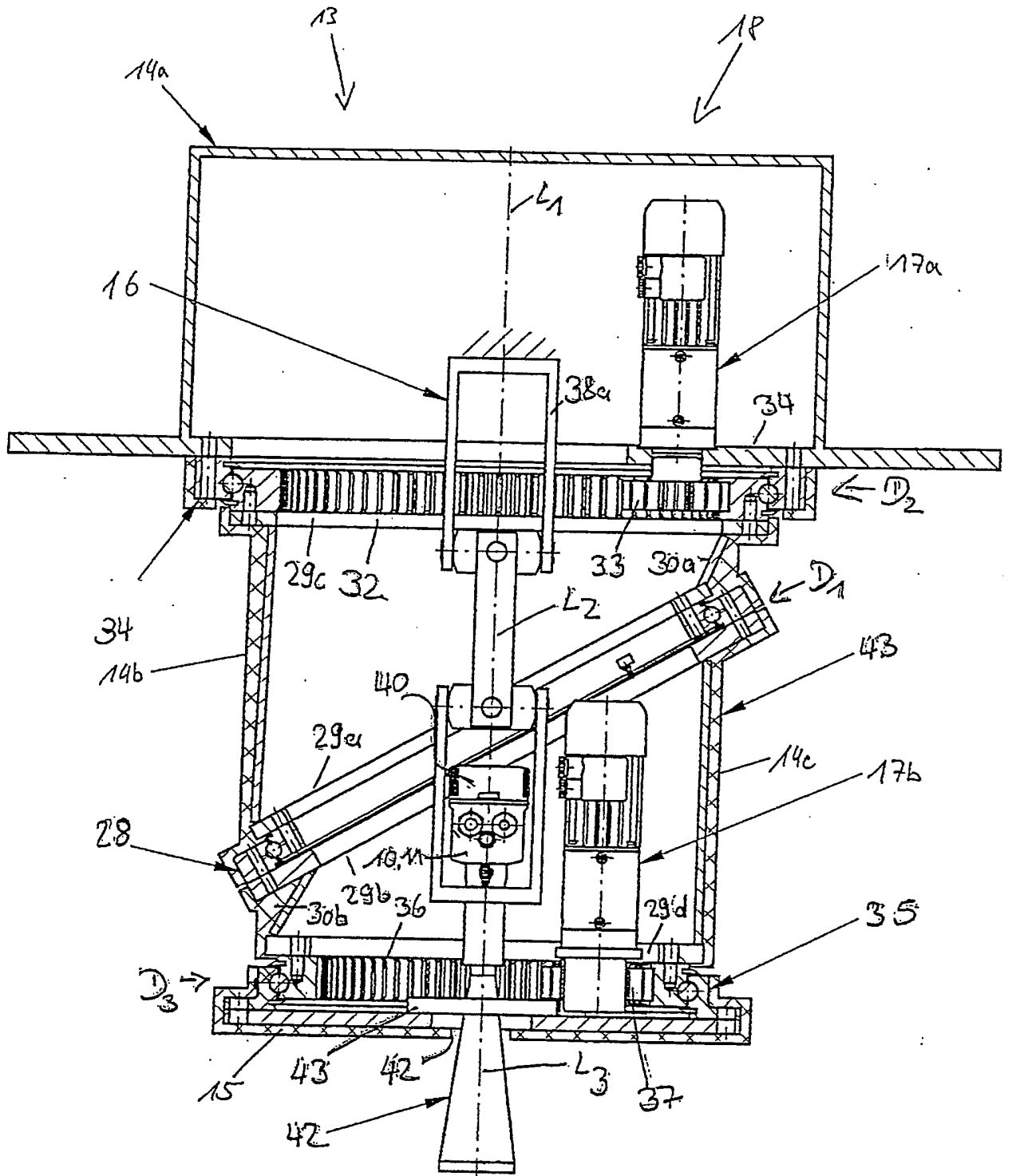


Fig. 3

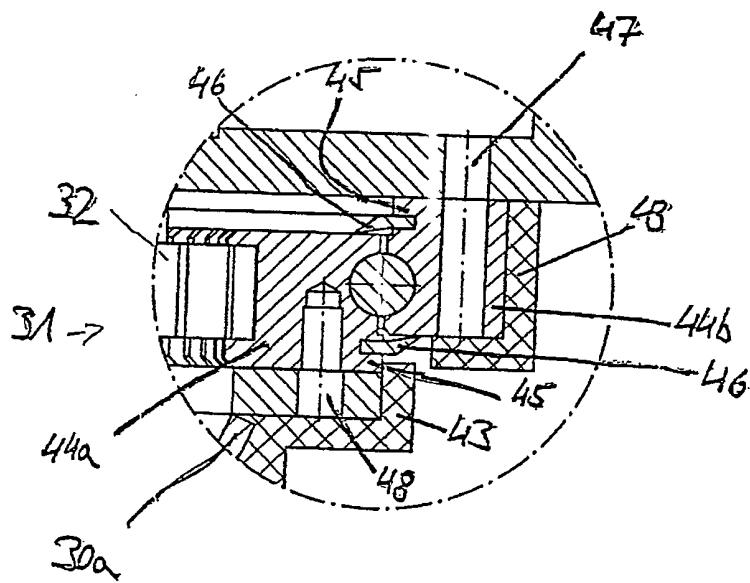


Fig. 4