



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

(21) **PI0711644-6 A2**



(22) Data de Depósito: 10/05/2007
(43) Data da Publicação: 29/11/2011
(RPI 2134)

(51) *Int.Cl.:*
H01J 37/32

(54) **Título:** FONTE DE ARCO VOLTAICO E DISPOSIÇÃO DE ÍMÃS

(30) **Prioridade Unionista:** 16/05/2006 CH 00792/06

(73) **Titular(es):** Oerlikon Trading Ag, Trübbach

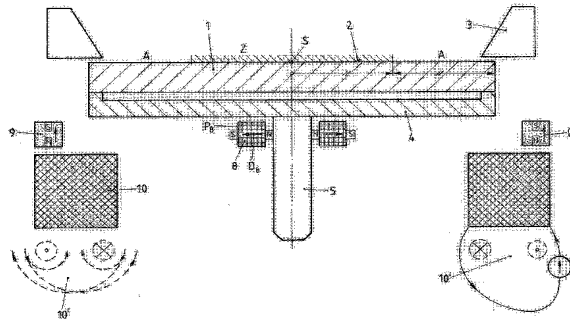
(72) **Inventor(es):** Juerg Hagmann, Juergen Gwehenberger, Siegfried Krassnitzer

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2007054545 de 10/05/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/131944de 22/11/2007

(57) **Resumo:** FONTE DE ARCO VOLTAICO E DISPOSIÇÃO DE ÍMÃS. A presente invenção refere-se a uma fonte de arco voltaico com um alvo (1), compreendendo uma face frontal do alvo (2) para a evaporação em vácuo do material do alvo, um lado traseiro do alvo com uma placa de refrigeração (4), uma região central do alvo (Z) e uma borda do alvo. A fonte de arco voltaico compreende ainda uma disposição de ímãs (8, 9) com um sistema magnético interno (8) e/ou com um sistema magnético externo (9) para gerar um campo magnético na região da face frontal do alvo (2). Nisto, pelo menos um dos sistemas magnéticos (8) possui polarização radial, e sozinho ou em combinação com o respectivo outro sistema magnético faz com que as linhas de campo do campo magnético lá são essencialmente paralelas à face frontal do alvo (2).





PI0711644-6

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**FONTE DE ARCO VOLTAICO E DISPOSIÇÃO DE ÍMÃS**".

Área técnica.

5 A presente invenção refere-se a uma fonte de arco voltaico, de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1 e uma disposição de ímã de acordo com o preâmbulo da reivindicação 23 e a um processo de produção de acordo com a reivindicação 31. Execuções preferidas da presente invenção são reveladas nas sub-reivindicações 2 a 22 e 24 a 30.

O estado da técnica.

10 A princípio, o processo de evaporação de centelhas funciona também sem campo magnético. No caso, a centelha elétrica, também denominada de arco voltaico, ou no substrato, de *arc spot*, passa pelo alvo [target] de acordo com um padrão aleatório (*random arc*). Nisso o aproveitamento do alvo já é satisfatório para alguns materiais de alvo, em especial
15 para aqueles que consistem de apenas um componente como, por exemplo, titânio. Porém, na operação pelo processo aleatório, sem guia por um campo magnético externo o movimento do arc spot é muito lento e a emissão de partículas macro, os chamados *droplets* [gotículas], tanto no que se refere ao número como também no que se refere ao tamanho para a maior parte
20 do revestimento não é aceitável.

Para a solução desse problema foram sugeridos processos muito diferenciados. Ficou conhecido, que com o campo magnético aumentado que vai paralelamente à face frontal, a densidade dos *droplets* diminui, ao passo que com as linhas do campo orientadas verticalmente à face frontal
25 do alvo, a tendência é emitir macro-partículas maiores. Porém, o aproveitamento do alvo alcançável com os campos magnéticos até agora conhecidos muitas vezes é muito ruim. Um outro problema com estes campos magnéticos é que a geração de campos paralelos não pode ocorrer com a uniformidade suficiente em toda a face frontal do alvo.

30 Uma outra possibilidade é o chamado processo de *steered arc* sugerido na patente US 4 673 477. Nele, através de campos magnéticos em movimento que vão mais ou menos paralelamente ao alvo do arc spot que

incide verticalmente à superfície do alvo é desviado lateralmente e um caminho magnético (*racetrack*) semelhante ao processo de *sputter* é gerado. Em virtude da rotação de uma disposição de ímã atrás do alvo, a centelha pode ser guiada de modo fortemente acelerada através da superfície do alvo e

5 desse modo a erosão pode ser influenciada favoravelmente. Porém, também neste caso vale que no alvo há áreas que não possuem componentes de campo magnético paralelos, assim eliminando a propriedade vantajosa do arc spot movido muito rapidamente no *racetrack*. Além disso, essa construção é relativamente cara devido ao uso do sistema de ímã em rotação e res-

10 tringida a determinadas geometrias de alvo.

Um outro processo para a obtenção de camadas com poucas macro-partículas é a técnica de "*filtered arc*", descrita entre outros na patente US 6 663 755. Nisso, porém, o dispêndio de equipamento é muito alto tendo ao mesmo tempo uma taxa de separação fortemente reduzida.

15 Um método para gerar campos magnéticos paralelos em uma grande parte da superfície do alvo é descrito na patente US 5 861 088 ou DE 43 29 155. Nesses casos, devido ao uso de duas bobinas axialmente orientadas, dos quais pelo menos uma está disposta atrás do alvo, e um núcleo de ímã permanente, é gerado um decurso de campo que dentro de uma área

20 concêntrica (*racetrack*) gera predominantemente linhas de campo magnético paralelas na face frontal do alvo. A erosão do alvo pode ser controlada através de uma divisão apropriada da corrente sobre as bobinas. A fim de manter o menor possível a área central problemática do alvo, onde as linhas de campo estão verticalmente em relação à face frontal do alvo, é sugerida

25 uma disposição do núcleo do ímã permanente em um desbaste feito no lado traseiro do alvo, o que influencia a estabilidade mecânica do alvo e requer mais um passo de trabalho na produção do alvo. Uma outra desvantagem desse método é, como o próprio inventor menciona no pedido subsequente US 2004 0154919 que a intensidade do campo vai mudando com a erosão

30 do alvo, e isto é muito difícil de ser compensado com as bobinas o que tem como consequência um aproveitamento do alvo que não é ótimo.

Como alternativa, a US 2004 0154 919 sugere usar pelo menos

uma culatra de ferro de magnetismo macio entre as bobinas para melhorar a guia do campo. Com isso, o vértice do arco voltaico das linhas de campo pode ser deslocado para assumir diâmetros menores. Também nesse caso, áreas de linhas de campo paralelas somente podem ser deslocadas na superfície, porém, não simultaneamente ser mantidas constantes na grande parte da superfície do alvo,. Com isso, em especial no caso de materiais que tendem a uma forte divisão dos pontos de arco voltaico - raiz (*arc spots*), (como por exemplo, Al, AlCr, AlTi, AlSi, AlCrSi, TiSi, AlTiSi, ...), também nesse caso os *arc spots* movimentam-se sobre a superfície do alvo com velocidades muito diferentes.

Uma idéia completamente diferente é sugerida na patente US 6 334 405 com uma condução das linhas de campo que vai em essência verticalmente à face frontal do alvo. No caso, a bobina geradora do campo ou um anel magnético está disposto na mesma altura ou na frente da superfície do alvo. Ao mesmo tempo, em comparação com os processos acima mencionados, os campos magnéticos usados são claramente mais fortes. Alegadamente, assim a centelha (*arc*) no alvo é mais bem distribuído, isto é, o número dos *arc spots* aumenta e assim a energia por spot diminui (*footpoint splitting*) e com isso são emitidas macro-partículas menores.

Da patente DE 102 50 941 é conhecida uma fonte universal a qual pode ser comutada e ser usada como fonte de *sputter*, em especial, como fonte de *sputter* magnéton e como fonte de arco voltaico. Para levar em consideração as diferenças entre fonte de *sputter* e fonte de arco voltaico, é previsto um sistema de ímã substituível e o gerador que alimenta a respectiva descarga de plasma é trocado ou comutado. Para a operação dessa fonte universal como fonte de arco voltaico precisa ser provido um dispositivo de ignição para o arco voltaico, também denominado de descarga de arco voltaico catódico e um gerador de corrente de forte intensidade de baixa tensão que é capaz de fornecer a corrente de intensidade forte de 40 a 250 A necessária para a alimentação do ou dos arcos voltaicos durante a operação, com uma tensão de descarga (tensão de arco voltaico) baixa de 20 a 100 volt.

Como fonte de *sputter* são usadas tensões de *sputter* de 50 a 1000 Volt, correspondendo a uma potência de *sputter* de 0,5 a 10 kW, o que corresponde a uma corrente de descarga na faixa de 10 A.

Da patente WO 00/16373 é conhecida uma fonte de arco voltaico com uma disposição de ímãs como será discutida no contexto das figuras 1, 2 e também 8.

Nisso, ao longo da área de borda do alvo e em torno da sua área central, são previstos dipolos magnéticos verticais em relação à face frontal do alvo, com faces polares que são paralelas à superfície do alvo, a partir das quais o campo magnético com suas linhas de campo sai ou entra novamente verticalmente em relação à face frontal do alvo.

Da patente US 5 298 136 também é conhecida a realização de um decurso de campo sobre a superfície do alvo de uma fonte de arco voltaico como descrito no contexto da patente WO 00/16373. A este campo são sobrepostos dinamicamente campos magnéticos adicionais.

Definições.

- O termo técnico "fonte de arco voltaico" a seguir é usado como sinônimo para o termo alemão antigo, porém, complicado "fonte de evaporador de centelha". No caso, trata-se de uma fonte de PVD onde um alvo evapora material em estado altamente ionizado, através de pelo menos um arco voltaico na maioria das vezes, porém, vários arcos voltaicos ou descargas de arco voltaicos catódicos, também denominados de centelhas, gerados por meio de uma descarga de corrente de alta intensidade.

- Como já é parcialmente conhecido da patente DE 102 50 941, uma fonte de arco voltaico possui um dispositivo de ignição para o arco voltaico. A descarga de arco voltaico é alimentada durante a operação por meio de um gerador de baixa tensão / gerador de corrente de alta intensidade, que é capaz, em uma baixa tensão de 10 a 100 Volt fornecer uma corrente de arco voltaico de 40 a 250 A ou de até mais.

- Um sistema de ímã "axialmente" polarizado é um sistema de ímã que em essência é polarizado verticalmente em relação à face frontal do alvo de uma fonte de arco voltaico e cujos dipolos magnéticos estão em es-

sência verticalmente em relação à superfície mencionada. As faces de saída e de entrada para o campo magnético, voltadas para o alvo, são em essência paralelas à face frontal do alvo.

5 - Componentes "axiais" do campo magnético são componentes que ficam verticalmente à face frontal do alvo ou, em caso de faces frontais de arco voltaico não planas, verticais ao plano tangencial em relação à face frontal do alvo no ponto da face frontal mais próximo no ponto espacial observado em relação ao campo magnético.

10 - Um sistema de magnetos "radialmente" polarizado é um sistema de magnetos que em essência é polarizado paralelamente à face frontal do alvo de uma fonte de arco voltaico. Com isso, os dipolos magnéticos desse sistema magnético encontram-se em essência paralelamente à face frontal do alvo e o campo magnético entra e sai verticalmente das suas faces de saída de pólo, em essência verticalmente à face frontal do alvo mencionada.

15 - Componentes "radiais" do campo magnético são componentes que se encontram paralelamente à face frontal do alvo ou, em caso de faces frontais do alvo não planas, paralelamente ao plano tangencial para a face frontal do alvo no ponto de face frontal mais próximo se considerado em relação ao campo magnético.

20 - A região de alvo central é definida por uma linha, que vai em torno do centro de gravidade da face frontal do alvo e que pelo menos predominantemente segue o lugar geométrico que é fixado através da metade do raios do chamado ponto de gravidade para a borda do alvo. A região de borda de alvo segue a região de alvo central em direção para fora.

25 - A face frontal do alvo que será mencionada acima e mais adiante, no contexto com as respectivas relações de paralelo e vertical de polarizações magnéticas, de orientações de dipolos magnéticos, de componentes de campo magnético, então esta face é a superfície de erosão por meio da evaporação do arco voltaico do alvo no seu estado novo. Se esta face
30 frontal em seu estado novo já é perfilada, por exemplo, escalada, então neste caso, é uma face de contato à face frontal do alvo.

- O lugar onde os componentes de campo B_r que são paralelos -

radiais - à face frontal do alvo apresentam o mesmo valor absoluto como os componentes de campo B_z verticais em relação a estes - axiais - é denominado de lugar 45° , uma vez que aqui as linhas de campo magnéticas entram e saem da face frontal do alvo com um ângulo de 45° .

5 - Dipolos magnéticos em um sistema magnético que possuem "pelo menos predominantemente" uma determinada orientação, significam que

10 a) Os vetores dipolares mencionados possuem um componente na direção mencionada que é maior do que aquele na outra direção e, na verdade, observado em um plano, que vai verticalmente à face frontal do alvo e que atravessa seu baricentro superficial;

15 b) No sistema magnético podem existir também dipolos de outra orientação, mas, no tocante do efeito total, são de significado menor sobre o campo magnético resultante.

A apresentação da presente invenção.

A presente invenção refere-se a uma fonte de arco voltaico com um alvo, com uma face frontal do alvo para a evaporação de vácuo do material do alvo, um lado traseiro do alvo - usualmente com um dispositivo de refrigeração disposto nele, por exemplo, uma placa de refrigeração - uma região de alvo central e uma região de borda de alvo com a borda do alvo. A fonte de arco voltaico compreende ainda uma disposição de ímãs com um sistema magnético interno na região da região de alvo central e/ou com um sistema magnético externo na região de borda do alvo, para gerar um campo magnético na região da face frontal do alvo. Nisso, pelo menos um dos sistemas magnéticos é polarizado radialmente, isto é, possui dipolos magnéticos que em essência são paralelos à face frontal do alvo. Ele sozinho ou junto com o respectivo outro sistema magnético faz com que na face frontal do alvo os componentes do campo magnético paralelos à face frontal do alvo - radialmente - em uma região de pelo menos 80% da face frontal do alvo são maiores do que os componentes do campo magnético - axiais - verticais em relação à face frontal do alvo.

Surge um aproveitamento melhor do alvo e uma diminuição da formação de gotículas.

Com esta disposição de ímãs, em uma forma de execução, a região mencionada pode ser de no mínimo 90% da face frontal do alvo.

5 Em uma forma de execução, as superfícies polares dos ímãs que formam os dipolos, em essência, são orientadas verticalmente à face frontal do alvo ou até de tal modo que suas linhas normais superficiais apontam para o lado oposto da superfície mencionada.

10 Em uma forma de execução, os componentes de campo paralelos, na região mencionada, são de 20 a 60, de preferência, de 40 a 50 graus (ambos os limites respectivamente incluídos).

15 Em uma forma de execução, uma outra redução da formação de gotículas ocorre pelo fato de que na região central do alvo está disposta uma cobertura eletricamente isolada do catodo. Caso exista um sistema magnético interno em uma forma de execução, com esta cobertura a região é pelo menos quase que coberta até o primeiro lugar de 45° - progredindo na face frontal do alvo de dentro para fora.

Dessa forma, em um alvo assim coberto, uma grimpagem da centelha pode ser praticamente excluída.

20 Tal cobertura pode ser feita de um material magnético macio, como por exemplo, ferro macio e/ou de uma liga magnética resistente a altas temperaturas e/ou de um material eletricamente isolante. Eventualmente, esta cobertura pode ter várias camadas, com camadas de pelo menos dois dos materiais mencionados. Em caso de necessidade, a cobertura pode adicionalmente ser refrigerada. Como material de cobertura isolante está apropriado por exemplo, Al_2O_3 ou BN. Devido ao uso de material eletricamente isolante na cobertura, pode ao mesmo tempo ser realizado o isolamento elétrico exigido da cobertura em relação ao alvo. Dessa forma pode ser dispensada a previsão adicional de isoladores entre a cobertura e o alvo.

30 Diversos testes também mostraram que uma saída da centelha ou do arco voltaico da face frontal do alvo para a superfície da cobertura pode ser impedida com efeito por meio de uma cobertura rente com a face

frontal do alvo ou até levemente embutida na face frontal do alvo. Em uma forma de execução, a inserção é selecionada em função da espessura do alvo de 0,5 mm a 6 mm. Caso exista, como é preferido na maioria dos casos, no lado traseiro do alvo, uma placa de refrigeração, por exemplo, com um circuito de água de refrigeração, então pelo menos um dos sistemas magnéticos, em especial o interno, é disposto em uma das formas de execução, no ou dentro do alvo e/ou placa de refrigeração, por exemplo, em um circuito de água de refrigeração ou no lado traseiro da placa de refrigeração afastado do alvo. De acordo com uma forma de execução, o pelo menos um sistema magnético, pelo menos em parte, é disposto em um desbaste no lado traseiro do alvo. A redução da espessura do alvo produzida por este desbaste tem a vantagem, por exemplo, de que ímãs mais fracos podem ser usados no sistema magnético interno, a fim de obter o efeito desejado na face frontal do alvo.

Se o desbaste do alvo, onde está disposto pelo menos em parte o sistema magnético for realizado de modo contínuo, até a borda frontal do alvo, portanto, atravessa o alvo, o que por motivos técnicos de produção pode ser mais simples e adicionalmente possibilita economias no material de alvo caro, em uma forma de execução é prevista uma cobertura conforme descrita acima, a fim de impedir um aquecimento excessivo dos ímãs do sistema magnético interno. Providências adicionais para a refrigeração dos ímãs e cobertura do lado do vácuo contra a atmosfera e/ou líquido do circuito de refrigeração são do conhecimento do técnico da técnico de vácuo ou de fonte de arco voltaico e por esta razão não serão explicadas aqui.

Em uma outra forma de execução, o sistema magnético compreende ímãs permanentes que são dipolos pelo menos predominantemente paralelos à face frontal do alvo que em um plano que é essencialmente paralelo à face frontal do alvo são distribuídos uniformemente em um laço fechado, com dipolos da mesma orientação em relação ao laço.

Se ambos os sistemas magnéticos, isto é, o sistema magnético interno e o externo, compreendem tais laços fechados com ímãs polarizados radialmente, isto é, dipolos magnéticos em essência paralelos à face frontal

do alvo, então em uma das formas de execução, a polarização do sistema magnético interno é selecionada igual à do sistema magnético externo, isto é, os dipolos magnéticos em ambos os laços fechados estão orientados ou a partir da região de alvo central para fora, ou em direção à região de alvo central. Assim sendo, tanto o sistema magnético interno como também o sistema magnético externo têm o pólo sul ou o pólo norte, orientados na mesma direção, em relação aos laços mencionados, posicionados no lado interno ou no lado externo.

Em uma outra forma de execução da fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção, o ou o pelo menos um sistema magnético compreende uma bobina. Pela provisão de uma bobina em um dos sistemas magnéticos o efeito desse sistema magnético pode ser executado de modo variável.

Em uma outra forma de execução, o sistema magnético externo é executado de tal modo que pelo menos com partes se projeta por fora da borda do alvo.

Em outras formas de execução existe na fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção apenas o sistema magnético externo que, pelo menos predominantemente, compreende dipolos paralelamente à face frontal do alvo, ou existe apenas o sistema magnético interno que, pelo menos predominantemente, compreende dipolos paralelos à face frontal do alvo mencionada. Em uma outra forma de execução existem tanto o sistema magnético externo como também o sistema magnético interno, pelo menos um destes com dipolos pelo menos predominantemente paralelos à face frontal do alvo, o outro com dipolos pelo menos predominantemente verticais à face frontal do alvo, ou em uma outra forma de execução com ambos os sistemas magnéticos, em ambos os dipolos existem pelo menos predominantemente paralelos à face frontal do alvo, de preferência, conforme explicado acima, de orientação radial idêntica.

Em uma outra forma de execução, por sua vez, existem um sistema magnético externo e um sistema magnético interno, em encontram-se em essência em um plano.

Dessa forma, em uma fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção que possui um sistema magnético externo e um sistema magnético interno, o sistema magnético externo, em especial um sistema magnético externo com orientação de dipolo que é vertical à face frontal do alvo, como é realizado por meio de um laço fechado de ímãs permanentes, é disposto em um plano com o sistema magnético interno previsto. Neste caso, a um sistema magnético interno com dipolos pelo menos predominantemente ou exclusivamente paralelos à face frontal do alvo, está oposto um sistema magnético externo com orientação dipolar pelo menos predominantemente ou exclusivamente vertical à face frontal do alvo. No caso, tanto o sistema magnético externo e/ou o sistema magnético interno pode apresentar eventualmente também dipolos magnéticos que são orientados paralelamente à face frontal do alvo, e dipolos, que são orientados verticalmente à mesma. Em uma outra forma de execução, onde há ambos os sistemas magnéticos, onde o sistema magnético externo possui dipolos pelo menos predominantemente magnéticos que são orientados verticalmente à face frontal do alvo, ao longo de um laço fechado, está prevista uma bobina que gira essencialmente ao longo do laço, como foi explicado acima de modo geral.

Quando se deseja realizar uma fonte de arco voltaico que é especialmente bem adaptável com respeito ao material do alvo ou a diversas espessuras do alvo, pode ser usada uma bobina como parte do sistema magnético externo e/ou eventualmente do sistema magnético interno. Esta será parte integrante do respectivo sistema magnético, com que será possível, por meio de aplicação de diversas correntes de bobina, em especial deslocar ou alterar o decurso ou o tamanho dos componentes de campo B_z verticalmente à face frontal do alvo.

Se o sistema magnético externo consistir, por exemplo, de um laço de bobina e de um laço de ímã permanente com dipolos orientados paralelamente e/ou verticalmente à face frontal do alvo, formado por ímãs permanentes, então este sistema magnético externo pode ser dimensionado com os ímãs permanentes para a operação otimizada com materiais de alvo

padronizados e/ou espessuras de alvo padronizadas. Para a evaporação do arco voltaico de outros materiais e/ou em caso de uso de espessuras de alvos não padronizadas, com a ajuda da bobina é ajustada a configuração otimizada do campo magnético.

5 Em uma outra forma de execução da fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção, o ou pelo menos um dos sistemas magnéticos existentes, está disposto em ou atrás do lado traseiro do alvo.

10 Em uma outra forma de execução é sugerido que o alvo e o ou pelo menos um dos sistemas magnéticos - disposto atrás do lado traseiro do alvo - sejam separados um do outro à prova de vácuo. Dessa forma torna-se possível, em uma outra forma de execução realizar o ou o pelo menos um sistema magnético como parte integrante de uma disposição de ímãs alternáveis.

15 Com isso surge a possibilidade de aumentar a flexibilidade de incidência da fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção, sendo que o sistema magnético executado como parte integrante da disposição de ímã alternável pode ser facilmente substituído para diferentes usos da fonte. Devido ao fato de que nisso o alvo e o ou o pelo menos um sistema magnético que é parte da disposição de ímã alternáveis, são separados um
20 do outro à prova de vácuo, torna-se possível posicionar o sistema magnético mencionado em uso em atmosfera normal, fazendo com que a disposição de ímã alternável possa ser trocada facilmente sem intervenção no sistema de vácuo e pela previsão de meios correspondentes, que o técnico no assunto conhece, tais como fechos rápidos, meios de tuia etc..

25 Uma disposição de ímãs de acordo com a presente invenção, em especial para o uso como disposição de ímãs alternáveis, é caracterizada pelo texto da reivindicação 23, com formas de execução preferidas de acordo com as reivindicações 24 a 30. Um processo de produção de acordo com a presente invenção de peças revestidas de arco voltaico resulta do fato
30 de que com pelo menos um arco voltaico é evaporado material de uma face de alvo onde é gerado um campo magnético com primeiros componentes de campo paralelamente à face do alvo e com segundos componentes de

campo magnético verticalmente à face do alvo, por meio do uso de ímãs com dipolos paralelamente à face do alvo, de tal modo que sobre no mínimo 80% da face do alvo, os primeiros componentes do campo magnético são maiores do que os segundos, e nisso a peça é revestida com um material
5 que contém o material de alvo evaporado.

Descrição dos desenhos.

A seguir, a presente invenção é explicada detalhadamente com a ajuda de figuras que apresentam os diversos exemplos de execução. Eles mostram:

10 A figura 1 mostra de modo simplificado e esquemático uma fonte de arco voltaico de acordo com o estado da técnica com um sistema magnético interno e externo.

A figura 2 mostra o campo magnético realizado na face do alvo com a fonte de acordo com a afigura 1, dividido em componentes paralelos à face frontal do alvo (componentes radiais, B_r) e componentes verticais à face frontal do alvo (componentes axiais, B_z).

A figura 3 mostra o perfil de erosão no alvo realizado por meio de uma fonte de acordo com a figura 1.

20 A figura 4 mostra em uma apresentação análoga àquela da figura 1, uma forma de realização de uma fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção.

A figura 5 mostra em uma apresentação análoga àquela da figura 2, o campo magnético realizado por meio da fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção de acordo com a figura 4.

25 A figura 6 mostra em uma apresentação análoga àquela da figura 3 o perfil de erosão do alvo realizado por meio da fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção de acordo com a figura 4.

A figura 7 mostra a granulação de uma superfície de revestimento de TiN com o revestimento feito através de uma fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção de acordo com a figura 4.

30 A figura 8 mostra em uma apresentação análoga àquela da figura 7 a granulação da superfície de revestimento com revestimento com uma

fonte de arco voltaico de acordo com o estado da técnica segundo a figura 1.

A figura 9 mostra de modo esquemático, em vista de trás, um alvo em forma de círculo com um sistema magnético interno, previsto de acordo com a presente invenção, na região de alvo central.

5 A figura 10 mostra em uma apresentação análoga àquela da figura 9 um alvo retangular com um sistema magnético interno previsto de acordo com a presente invenção, na região de alvo central.

10 A figura 11 mostra o campo magnético realizado na face frontal do alvo por meio de um sistema magnético usado de acordo com a presente invenção com polarização radial.

A figura 12 mostra em uma apresentação análoga àquela da figura 11 o campo magnético com polarização axial de um sistema magnético de acordo com o estado da técnica.

15 A figura 13 mostra em uma apresentação esquemática, simplificada uma forma de execução de uma fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção ou de uma disposição de ímãs de acordo com a presente invenção na fonte de arco voltaico.

A figura 14 mostra em uma apresentação análoga àquela da figura 13 uma outra forma de execução.

20 A figura 15 mostra três outras formas de execução de disposições de ímãs de acordo com a presente invenção em relação ao alvo, em uma fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção.

25 A figura 16 mostra um outro valor de otimização em ímãs usados de acordo com a presente invenção, radialmente polarizados, isto é, a orientação das faces polares.

A figura 17 mostra em uma apresentação análoga àquela da figura 5, a faixa de variação do componente de campo axial, como é realizada com uma disposição de bobinas controlável, prevista de acordo com a figura 4 no sistema magnético externo.

30 As figuras 18 e 19 mostram perfis de erosão do alvo otimizados realizados por meio de um sistema magnético otimizado de acordo com a figura 17.

A figura 20 mostra de modo esquemático e simplificado uma outra forma de execução de uma fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção.

5 As figuras 21 e 22 mostram outras formas de execução da fonte de arco voltaico mostrada na figura 20.

A figura 23 mostra, por sua vez, de modo simplificado e esquematizado, a disposição do ou pelo menos um dos sistemas magnéticos previstos de acordo com a presente invenção no lado de trás do alvo.

10 As figuras 24 e 25 mostram outras formas de execução da disposição de acordo com a figura 23.

A figura 26 mostra de modo esquemático e simplificado providências para tornar acessível a disposição do sistema magnético previsto de acordo com a presente invenção do lado de fora de um recipiente de vácuo e sem o prejuízo do vácuo.

15 A figura 27 mostra de modo simplificado e esquemático uma disposição de sistema magnético de acordo com a presente invenção executada como dispositivo de ímã alternável.

20 A figura 1 mostra uma seção transversal esquemática através de uma fonte de arco voltaico como é conhecida do estado da técnica. Em torno da face frontal do alvo 2 de um alvo 1 montado em uma placa de refrigeração 4 é disposto um anel de confinamento 3 perimetral para delimitar a centelha na face frontal do alvo. Um contra-eletrodo que usualmente também é perimetral, na maioria dos casos, um anodo, não é mostrado aqui. Na região traseira central do alvo encontra-se uma alimentação de corrente 5 que pode
25 compreender linhas de entrada e de saída de água de refrigeração. Como já foi mencionado inicialmente, a região de alvo central é definida como região Z com o baricentro superficial S da face frontal do alvo 2, e pelo menos predominantemente é cercado por um lugar geométrico que resulta da divisão dos raios de conexão do baricentro S até a borda da face frontal do alvo.

30 Na região central traseira encontra-se também um sistema magnético interno 6 realizado como anel de ímãs permanentes. Na região externa A do alvo 1 é disposto um sistema magnético externo 7 que é realizado

como anel de ímã permanente. Ambos os sistemas magnéticos são axialmente magnetizados com polaridade oposta com dipolos D_6 ou D_7 , verticalmente em relação à face frontal do alvo 2, de modo que uma parte das linhas do campo que sai da face polar P_7 do sistema magnético externo 7 entra novamente na face polar P_6 do sistema magnético interno 6, ao passo que o decurso das linhas de campo no lado traseiro dos sistemas magnéticos, com referência ao plano de anel E é essencialmente simétrico.

As faces polares P_7 e P_6 importantes são paralelas à face frontal do alvo 2, e nessas faces as linhas do campo magnético também saem verticalmente.

A figura 2 mostra o decurso das linhas do campo na face frontal do alvo, dividido em um componente radial B_r , paralelo à face frontal do alvo, e um componente axial B_z , vertical à face frontal do alvo 2. No caso, na região de alvo externa A ou na região central Z do alvo é visível uma subida ou descida relativamente pequena do tamanho absoluto do componente do campo radial B_r , ao passo que o componente do campo axial B_z em grande parte sobe quase que linear contra o centro do alvo S (ponto 0 da abscissa). Em virtude disso, os lugares de $45^\circ O_{45^\circ}$ na face frontal do alvo, marcados pelos pontos finais das setas R, estão posicionados relativamente longe em direção ao centro do alvo. Em virtude disso, a região da superfície R com valores B_r maiores do que B_z é relativamente pequena.

Devido ao componente do campo radial B_r muito pequeno no interior da região de alvo central Z, a raiz do arco voltaico do arco voltaico movimenta-se lentamente, a probabilidade de permanência da centelha nesta região é rel alta, o que produz uma erosão reforçada de material de alvo e um perfil de erosão 2' como mostrado na figura 2, com um aproveitamento ruim do alvo. Neste caso, o alvo precisa ser substituído somente por causa da erosão profunda na região de alvo central Z. Se a centelha permanece parada devido o desvio radial pequeno e queima, mesmo se apenas por um curto tempo de modo estacionário no mesmo lugar do alvo, então surge aquecimento excessivo e, em conseqüência disso, fenômenos de evaporação tipo explosão na face frontal do alvo com todas as conseqüências desvanta-

josas, tais como, erosão de material e formação de gotículas ou separação de gotículas de proporções excessivas no material de revestimento.

A figura 4 mostra uma fonte de arco voltaico com a mesma geometria de montagem, mas em uma forma de execução de acordo com a presente invenção. Também neste caso, a disposição de ímãs compreende um sistema magnético interno 8 e um sistema magnético externo 9, 10, porém, neste caso, o anel de ímãs interno ou um laço magnético fechado interno são pelo menos predominantemente polarizados radialmente com o que os dipolos D_8 estão orientados pelo menos predominantemente paralela-
mente à face frontal do alvo 2. O anel magnético do sistema magnético externo 9, 10 continua estando pelo menos predominantemente polarizado axialmente, fazendo com que os dipolos D_9 pelo menos predominantemente ficam verticais à face frontal do alvo 2. Nisso, as faces polares P_8 do sistema magnético interno 8 estão orientadas pelo menos predominantemente verticalmente à face frontal do alvo 2. Com esta disposição do sistema magnético é gerado um campo magnético como é mostrado na figura 5 a título de exemplo. Os lugares de $45^\circ O_{45^\circ}$ marcados pelos pontos finais das setas R' na face frontal do alvo são deslocados claramente para mais perto da borda do alvo (lugar de $45^\circ O_{45^\circ}$ externo) ou do centro do alvo (lugar de $45^\circ O_{45^\circ}$ interno), fazendo com que a região R' é essencialmente maior do que a região R da figura 2.

Ao passo que com uma suposta face frontal do alvo em forma de placa circular, de acordo com a figura 2 resulta tal região de 58 % da face frontal do alvo onde o valor de B_r é maior do que o valor B_z , esta região é de 96 % com a fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção e o resultado de acordo com a figura 5.

A figura 6 mostra um perfil de erosão gerado por tal disposição do sistema magnético de acordo com a presente invenção. Na área central Z do alvo, a região de componentes de campo pequenos radiais B_r e grandes axiais B_z é muito pequeno, com isso, a raiz do arco voltaico da descarga de centelha movimentada-se com uma velocidade relativamente alta contra ou através da região central, o que impede efetivamente uma erosão excessiva

até o centro do alvo. Por esta razão, no centro do alvo somente pode ser visto um máximo de erosão muito fraco. Em uma disposição de ímãs desse gênero, a centelha permanece mais tempo na região com um componente radial alto B_r , isto é, lá onde a centelha passa por um desvio tangencial grande e causa lá também a erosão relativamente maior. Com tal campo magnético o material do alvo pode ser erodido até pouco perto da borda relativamente uniformemente. Com vantagem, o sistema magnético externo 9, realizado com um anel magnético ou ao longo de um laço fechado, é executado com um diâmetro que é igual ou um pouco maior do que o diâmetro do alvo.

10 Dessa forma, de acordo com a presente invenção, consegue-se um aproveitamento claramente melhor do material do alvo freqüentemente caro e ao mesmo tempo são melhoradas as propriedades de camada. Assim, a camada de TiN produzida com uma fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção, com as condições restantes idênticas como as na
15 figura 8 com um sistema magnético convencional, mostra uma superfície essencialmente mais lisa: O tamanho médio dos *droplets* é essencialmente menor de acordo com a presente invenção.

 Na figura 9 é mostrada, em vista de cima do lado traseiro do alvo, o princípio de construção de uma fonte de arco voltaico redonda, na figura
20 10 é mostrado o princípio de construção de uma fonte de arco voltaico retangular, respectivamente com um sistema magnético interno de polarização axial 6, 6' ao longo de um laço fechado. Os laços são armados por meio de ímãs individuais que estão dispostos, respectivamente com a direção de polaridade D idêntica, orientados para dentro ou para fora.

25 Se bem que uma disposição de ímãs de acordo com a presente invenção ou uma fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção a princípio pode ser operada com somente um sistema magnético de polarização radial, uma disposição básica mostrada na figura 4 com pelo menos um sistema magnético adicionalmente polarizado axialmente é vantajoso
30 para muitos materiais de alvo. Efeitos vantajosos também podem ser obtidos através de combinações de pelo menos dois sistemas magnéticos de polarização radial.

A figura 11 mostra o campo magnético espacial de um sistema magnético interno 8'. A figura 12 mostra, como comparação, um campo que corresponde ao estado da técnica com ímãs axial polarizados de geometria semelhante. No caso o tamanho diferente das regiões R e R' na face frontal do alvo pode ser observado de maneira especialmente clara.

As figuras 13 a 15 mostram de modo esquematizado e em apresentações análogas àquelas das figuras 1 a 4 outras formas de disposições de sistemas magnéticos na fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção. Todos têm em comum pelo menos um sistema magnético com polarização predominantemente radial, por exemplo, de acordo com a figura 11.

De acordo com a figura 13, apenas o sistema magnético externo 9 é previsto. Ele é, pelo menos predominantemente, polarizado pelo menos predominantemente, isto é, os dipolos D_9 são pelo menos predominantemente orientados paralelamente à face frontal do alvo. Mas também é bem possível prever nele ímãs com polarização axial, isto é, com dipolos que ficam verticalmente à face frontal do alvo, porém, com um efeito subordinado a todo o campo magnético.

De acordo com a figura 14, somente um sistema magnético interno 8 é previsto. Também este tem polarização radial, pelo menos predominantemente, isto é, com dipolos D_8 pelo menos predominantemente paralelamente à face frontal do alvo. Também neste caso, com efeito subordinado, eventualmente podem ser previstos ímãs com polarização axial, isto é com dipolos que vão verticalmente à face frontal do alvo.

De acordo com a figura 15(a) é previsto tanto um sistema magnético interno 8 como também um sistema magnético externo 9. Ambos os sistemas magnéticos são, pelo menos predominantemente, polarizados radialmente, isto é, com dipolos magnéticos que ficam pelo menos predominantemente paralelamente à face frontal do alvo. Nisso, as orientações dos dipolos do sistema magnético interno e do sistema magnético externo como apresentado e como preferido, podem ter orientação idêntica, mas eventualmente com polarização inversa. De acordo com a figura 15 (b), por sua vez

com um sistema magnético interno 8 e com um sistema magnético externo 9, o sistema magnético interno 8 é pelo menos predominantemente polarizado radialmente, ao passo que o sistema magnético externo 9 é polarizado pelo menos predominantemente axialmente. Vice-versa, de acordo com a
5 figura 15 (c), o sistema magnético interno 8 pelo menos predominantemente é polarizado axialmente, ao passo que o sistema magnético externo 9 é polarizado pelo menos predominantemente radialmente.

No restante e visando a figura 11, o decurso do campo magnético de acordo com a figura 16 pode ser otimizado através de ajuste da orientação das faces polares P com suas linhas normais de superfície n em relação à face frontal do alvo. Nas faces polares P que na figura 16 são inclinadas afastando-se da face frontal do alvo resulta um outro aumento da região na face frontal do alvo ao longo do qual os componentes de campo radiais, isto é, os paralelos à face frontal do alvo superam os verticais, axiais a estes.
10

Como também já foi mostrado na figura 4, em especial em um sistema magnético externo 9 previsto na forma de um laço fechado, pode estar prevista uma disposição de bobina 10 por meio da qual o decurso do campo magnético sobre a face frontal do alvo pode ser otimizado em dependência de alvo - material - forma ou da espessura do alvo. Dado o caso (não
15 mostrado), tal disposição de bobina também pode ser parte integrante de um sistema magnético interno. Como mostra a figura 4 em linha pontilhada em 10', tal disposição de bobina pode possuir várias, por exemplo, duas bobinas, de modo que através da seleção das orientações da corrente das bobinas na influência no campo possa ser realizada de uma maneira mais dirigida.
20
25

Uma fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção em uma forma de execução onde estão previstas disposições de bobinas 10, 10' adicionais é flexível, por exemplo, ajustável a diversos materiais de alvo ou diversas espessuras de alvo. Em virtude disso pode, por exemplo, na execução de acordo com a figura 4, o componente do campo magnético vertical B_z mostrado com linha pontilhada na figura 17, gerada essencialmente pelo sistema magnético externo 9, 10 de polarização axial, pode ser deslo-
30

cado em dependência da polarização da bobina para valores maiores ou menores (linhas pontilhadas). Assim, como mostram a título de exemplo as figuras 18 ou 19, o perfil de erosão 2''', 2'''' do alvo 1 pode ser otimizado mais ainda. A corrente da bobina e com isso o campo magnético, são respectivamente regulados para o respectivo material ou a respectiva espessura de

5 mente regulados para o respectivo material ou a respectiva espessura de alvo. Como alternativa, a corrente da bobina também pode ser regulada dinamicamente ou periodicamente alterada durante a evaporação do arco voltaico.

De acordo com a ilustração esquemática da figura 20, em uma

10 outra forma de execução da fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção, dentro da região de alvo central Z é prevista uma cobertura 20. Em uma outra forma de execução ela se estende até o primeiro lugar O_{45° quando o progresso acontece a partir do baricentro superficial S na face frontal do alvo 2 para fora.

15 A cobertura 20 é eletricamente isolada contra a face frontal do alvo 2 e também o alvo 1.

A cobertura 20 consiste de preferência, de material magnético macia, por exemplo, ferro macio ou de uma liga magnética resistente a altas temperaturas ou de material eletricamente isolante. Como mostra a figura

20 21, a cobertura 20 pode ser construída com uma estrutura de camadas, especialmente com camadas dos materiais mencionados. Quando, como mostra a figura 21, pelo menos a parte da cobertura 20 voltada para a face frontal do alvo 2 consistir de material isolante 23, providências adicionais podem ser dispensadas para garantir o isolamento elétrico da cobertura 20 do alvo

25 1.

Nas figuras 20 e 21, a cobertura 20 é rente com a face frontal do alvo 2. Em uma outra forma de execução de acordo com a figura 22, a cobertura 20, construída como descrito, é inserida na face frontal do alvo, como é mostrado de modo esquemático em 25, sob manutenção do isolamento elétrico. A abaixamento da cobertura 20 nisso é de preferencialmente entre 0,5 mm e 6 mm (ambos os limites incluídos).

30

Na figura 23 é mostrado ainda de modo esquemático como em

relação ao alvo 1, um ou ambos os sistemas magnéticos previstos de acordo com a presente invenção está ou estão dispostos. Esta disposição somente é mostrada com a ajuda do sistema magnético interno 8. Nesta forma de execução ele se encontra no lado traseiro do alvo 1. De mesmo modo pode
5 estar disposto no lado traseiro do alvo em posição individual ou em combinação com um sistema magnético interno 8, um sistema magnético externo 9 mostrado com linha pontilhada na figura 23. Se ainda, como é registrado na figura 23 também em linha pontilhada, e como de costume, estiver prevista no lado traseiro do alvo 1 um dispositivo de refrigeração, tal como uma
10 placa de refrigeração, então os sistemas magnéticos 8 e/ou 9 previstos que estão dispostos no lado traseiro do alvo 1 serão previstos nos respectivos assentos no dispositivo de refrigeração 27 e nisso também são refrigerados pelo agente de refrigeração previsto ou pelo efeito de refrigeração previsto do dispositivo de refrigeração 27.

15 Partindo da disposição mostrada de modo esquematizado na figura 23, na disposição de acordo com a figura 24, os sistemas magnéticos previstos ou pelo menos um destes, no caso de preferência, o interno, caso previsto, e como mostrado também na figura 24, inseridos no lado traseiro do alvo 1. Em virtude dos desbastes 29 necessários para tal no lado traseiro
20 do alvo 1, resulta, por um lado, uma economia de material de alvo eventualmente caro, e por outro lado, uma passagem melhorada do campo magnético através do alvo em sua face frontal.

Com 27 é indicada o dispositivo de refrigeração usualmente previsto.

25 E os desbastes 29a, como mostrado de modo esquematizado na figura 25, forem formados para assentar o ou os respectivos sistemas magnéticos, em especial o sistema magnético interno 8, atravessando o alvo, resulta com isso, por um lado, mais economia de material de alvo caro e uma passagem melhorada para o campo magnético através do alvo. Neste
30 caso, os desbastes 27a contínuos estão fechados no lado da face frontal do alvo com uma cobertura, tais desbastes, como mostrados para o sistema magnético interno 8, com uma cobertura como foi descrita com a ajuda das

figuras 20 a 22.

Como também desenhado em linha pontilhada na figura 23, o ou pelo menos um dos sistemas magnéticos previstos, com um dispositivo de refrigeração 27 presente, especialmente uma placa de refrigeração, pode estar disposto no lado traseiro do dispositivo de refrigeração.

No restante pode ser extremamente útil por motivos de flexibilidade de uso ter um acesso ao ou ao pelo menos único sistema magnético previsto, sem prejuízo para a atmosfera de vácuo onde é operada a fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção. Com isso também é possível executar o sistema magnético inventivo para a fonte de arco voltaico como sistema de ímã alternável, e substituí-lo facilmente no que tange o recipiente de vácuo, de fora, sem prejuízo para o vácuo. De acordo com a figura 26 isto a princípio é alcançado pelo fato de que adicionalmente de sistema magnético 8, 9 de acordo com a presente invenção, pelo menos está separada, no que se refere ao vácuo, da face frontal do alvo 2 que durante o uso está situada dentro do recipiente de vácuo 30 que é indicado de modo esquemático.

Uma disposição de sistema magnético de acordo com a presente invenção é mostrada de modo esquematizado em uma forma de execução na figura 27. Ela compreende em uma caixa 31 além de eventualmente um dispositivo de refrigeração (não mostrado), o ou os sistemas magnéticos 8, 9 previstos de acordo com a presente invenção. A caixa 31 com a disposição do sistema magnético define uma face de saída 32 para o campo magnético mostrado em linha pontilhada, que está acoplado ao alvo da fonte de arco voltaico de acordo com a presente invenção, como por meio de um fecho rápido 34 mostrado de modo esquematizado. Uma disposição do sistema magnético desse tipo, em especial executada como disposição de ímã alternável, pode, como já foi mencionado, abranger também um dispositivo de refrigeração previsto ou pode ser conectado por meio de flanges a um dispositivo de refrigeração no lado do recipiente de vácuo.

A seguir, com a ajuda de diversos exemplos, é demonstrado o efeito vantajoso de uma fonte de arco voltaico de acordo com a presente

invenção.

Os ensaios foram realizados em uma máquina de revestimento de RCS da firma Balzers com um a seção transversal octogonal e cerca de 1000 litros de volume de revestimento. O diâmetro da câmara de revestimento é de 1070 mm, a altura é de 830 mm. Como fonte de arco voltaico foi usada uma fonte de arco voltaico padrão da firma Balzers com um diâmetro de alvo de cerca 160 mm, $d = 6$ a 12 mm, como material do alvo foi usado Ti ou TiAl e testado com diversos parâmetros operacionais com uma disposição do sistema magnético convencional e uma de acordo com a presente invenção. O sistema magnético convencional possuía uma construção de acordo com a figura 1 com dois anéis de ímã permanentes de polarização axial, ao passo que o sistema magnético de acordo com a presente invenção era executado de acordo com a figura 4. Ficou evidente que com o sistema magnético de acordo com a presente invenção, além da melhoria na qualidade das superfícies revestidas também é obtida uma melhoria essencial do aproveitamento do alvo. O aproveitamento do material do alvo com o sistema magnético conhecido ficou entre 15 e 25 %, dependendo dos parâmetros operacionais, os da fonte de acordo com a presente invenção ficaram entre 30 e 70 %.

Os parâmetros operacionais e valores limites dentro dos quais as respectivas fontes de arco voltaico foram testadas constam da Tabela 1.

Tabela 1:

Parâmetros	Unidade	Região preferida	Limite inferior - superior
Pressão	mbar	10^{-4} - 4×10^{-1}	10^{-4} - 10^{-1}
Corrente do arco voltaico	A	150 - 210	40 - 250
Tensão do arco voltaico	V	20 - 35	10 - 100
Taxa de evaporação Ti	g/min	cerca de 0,1 - 0,3	até cerca de 0,4
Distância do substrato	mm	200 - 300	100 - 550

Na Tabela 2 são indicados adicionalmente dois modos operacionais a título de exemplo para a separação de TiN ou TiAlN, sendo que nos substratos foi aplicada uma tensão bias

Tabela 2:

	Bias [V]	Ar [sccm]	N ₂ [sccm]	P [mbar]
TiN	100	400	800	$3,8 \cdot 10^{-2}$
TiAlN	40 a 100	400	800	$3,8 \cdot 10^{-2}$

REIVINDICAÇÕES

1. Fonte de arco voltaico com um alvo (1), compreendendo uma face frontal do alvo (2) para a evaporação em vácuo do material do alvo, um lado traseiro do alvo, uma região central do alvo (Z) e uma região de borda do alvo (A) com a borda do alvo, um sistema magnético interno (8) na região central do alvo (Z) e/ou com um sistema magnético externo (9) na região de borda do alvo, para gerar um campo magnético na região da face frontal do alvo (2), caracterizada pelo fato de que o sistema magnético interno (8) e/ou o sistema magnético externo (9) compreende dipolos (D_8 , D_9) que pelo menos predominantemente são orientados paralelamente à face frontal do alvo (2) e que este sistema magnético sozinho ou em combinação com o outro sistema magnético faz com que na face frontal do alvo, os componentes do campo magnético paralelos (B_r) à face frontal do alvo (2), em uma região (R') de pelo menos 80 % da face frontal do alvo (2), sejam maiores do que os componentes do campo magnético verticais (B_z) à face frontal do alvo (2).

2. Fonte de arco voltaico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a região abrange pelo menos 90 % da face frontal do alvo.

3. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que as faces polares (P_8) dos ímãs que constituem os dipolos (D_8) estão em essência verticais à face frontal do alvo (2), ou que estes ímãs possuem faces polares (P) cuja linha normal de superfície (n) aponta para longe da face frontal do alvo (2).

4. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que os componentes do campo magnético paralelos (B_r) estão na faixa (R') de 20 a 60 Gauss, de preferência, de 40 a 50 Gauss.

5. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que na região central do alvo (Z) existe uma cobertura (20) eletricamente isolada do alvo.

6. Fonte de arco voltaico, de acordo com a reivindicação 5, ca-

racterizada pelo fato de que a cobertura cobre a região central do alvo pelo menos até o lugar (O_{45°) onde, progredindo da região central (S) do alvo (1) contra sua borda, pela primeira vez os componentes do campo magnético paralelos (B_r) e os verticais (B_z) têm o mesmo tamanho.

5 7. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 5 ou 6, caracterizada pelo fato de que a cobertura (20) consiste de um material de magnetismo macio e/ou de uma liga magnética resistente a altas temperaturas e/ou de um material eletricamente isolante.

10 8. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 5 a 7, caracterizada pelo fato de que a cobertura (20) encontra-se rente com a face frontal do alvo (2).

9. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 5 a 7, caracterizada pelo fato de que a cobertura (20) está embutida (25) na face frontal do alvo (2).

15 10. Fonte de arco voltaico, de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que o embutido é de 0,5 mm a 6 mm.

20 11. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 1 a 10, caracterizada pelo fato de que de que uma placa de refrigeração (4, 27) existe no lado traseiro do alvo, e o ou pelo menos um dos sistemas magnéticos (8, 9) está disposto no ou dentro do alvo (1) e/ou placa de refrigeração (27), de preferência, e se estiver presente, o sistema magnético interno (8).

25 12. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 1 a 11, caracterizada pelo fato de que o ou pelo menos um dos sistemas magnéticos está disposto, pelo menos parcialmente, em um desbaste (29) no lado traseiro no alvo (1), preferencialmente e se existente, o sistema magnético interno (8).

30 13. Fonte de arco voltaico, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que o sistema magnético interno (8), pelo menos parcialmente, está disposto no desbaste (29) e que o desbaste atravessa o alvo e que o sistema magnético interno (8) está coberto por uma cobertura (20) de acordo com uma das reivindicações 5 a 10.

14. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 1 a 13, caracterizada pelo fato de que o sistema magnético compreende dipolos que são pelo menos predominantemente paralelos à face frontal do alvo, estão distribuídos em um plano essencialmente paralelo à face frontal do alvo ao longo de um laço fechado (6, 6'), em essência distribuídos uniformemente, com dipolos (D) magnéticos que em relação ao laço são orientados igualmente.

15. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 1 a 14, caracterizada pelo fato de que o ou pelo menos um dos sistemas magnéticos compreende uma bobina (10, 10') que vai ao redor do centro do alvo.

16. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 1 a 15, caracterizada pelo fato de que o sistema magnético externo (9) existe e pelo menos em parte projeta-se sobre a borda do alvo.

17. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações a 16, caracterizada pelo fato de que apenas o sistema magnético externo (9) existe e pelo menos predominantemente compreende dipolos paralelos à face frontal do alvo, ou que somente existe o sistema magnético interno e compreende pelo menos predominantemente dipolos paralelos à face frontal do alvo, ou que existem ou sistema magnético externo e interno, pelo menos um deles compreendendo dipolos pelo menos predominantemente paralelos, o outro compreendendo dipolos pelo menos predominantemente verticais à face frontal do alvo ou ambos os sistemas magnéticos existem e ambos compreendem dipolos pelo menos predominantemente paralelos à face frontal do alvo, de preferência, com orientação igual em relação ao centro do alvo.

18. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 1 a 17, caracterizada pelo fato de que ambos os sistemas magnéticos existem e que o externo está disposto essencialmente em um plano com o interno.

19. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 1 a 18, caracterizada pelo fato de que o ou pelo menos um dos siste-

mas magnéticos está disposto em ou atrás do lado traseiro do alvo.

20. Fonte de arco voltaico, de acordo com a reivindicação 19, caracterizada pelo fato de que o ou pelo menos um sistema magnético que está disposto em ou atrás do lado traseiro do alvo, está separado da face
5 frontal do alvo (2) à prova de vácuo (30).

21. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 19 ou 20, caracterizada pelo fato de que o ou pelo menos um dos sistemas magnéticos é parte integrante de uma disposição de ímãs alternáveis
(31).

10 22. Fonte de arco voltaico, de acordo com uma das reivindicações 1 a 21, caracterizada pelo fato de que o ou pelo menos um dos sistemas magnéticos está construído ao longo de um laço (6, 6') que vai em torno do baricentro superficial (S) da face frontal do alvo (2).

15 23. Disposição de ímãs para gerar um campo magnético de uma fonte de arco voltaico com um lado de saída, essencialmente formando um plano (32) para o campo magnético gerado por uma disposição de ímãs, caracterizada pelo fato de que a disposição de ímãs possui ímãs com dipolos magnéticos que são pelo menos predominantemente paralelos ao plano
(32).

20 24. Disposição de ímãs, de acordo com a reivindicação 23, caracterizada pelo fato de que as faces polares dos ímãs vão em essência verticalmente ao plano ou possuem linhas normais superficiais que apontam para longe do plano.

25 25. Disposição de ímãs, de acordo com uma das reivindicações 23 ou 24, caracterizada pelo fato de que os ímãs armam pelo menos um primeiro laço em torno do centro do plano e compreendem ímãs permanentes e/ou eletroímãs.

30 26. Disposição de ímãs, de acordo com uma das reivindicações 23 a 25, caracterizada pelo fato de que os ímãs armam pelo menos dois primeiros laços que se encontram um dentro do outro.

27. Disposição de ímãs, de acordo com uma das reivindicações 23 a 26, caracterizada pelo fato de que a disposição de ímãs compreende

outros ímãs com dipolos essencialmente verticais ao plano.

28. Disposição de ímãs, de acordo com a reivindicação 27, caracterizada pelo fato de que os ímãs restantes armam pelo menos um segundo laço com ímãs permanentes e/ou eletroímãs.

5 29. Disposição de ímãs, de acordo com a reivindicação 28, caracterizada pelo fato de que existem um primeiro e um segundo laço que se encontram um dentro do outro.

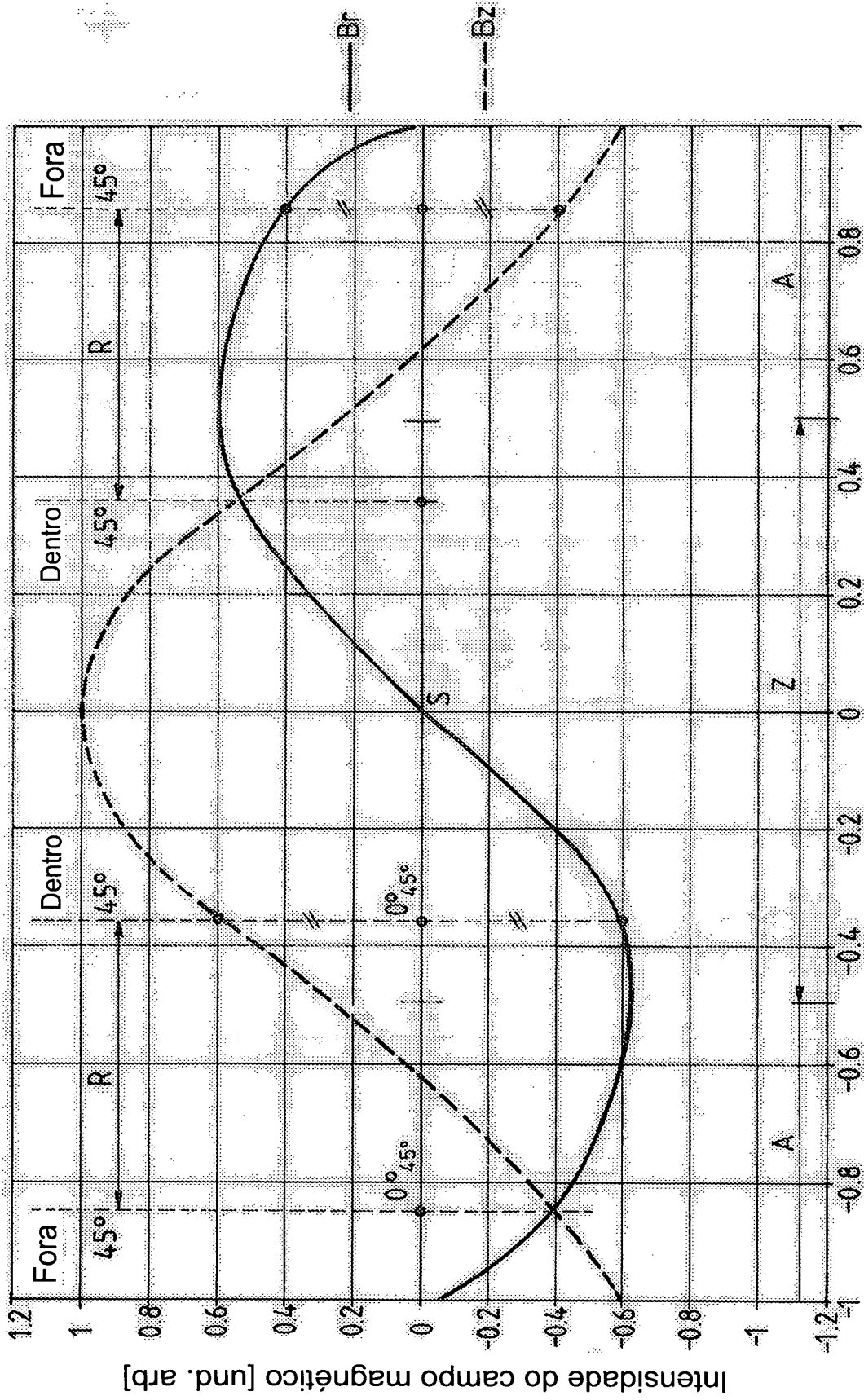
30. Disposição de ímãs, de acordo com uma das reivindicações 23 a 29 com dois laços com ímãs que se encontram um dentro do outro, caracterizada pelo fato de que essencialmente ao longo do laço externo existe uma bobina.

10

31. Processo para a produção de peças revestidas por arco voltaico, caracterizado pelo fato de que com pelo menos um arco voltaico é evaporado material de uma superfície de um alvo, de onde um campo magnético com primeiros componentes de campo é de tal modo gerado paralelamente e segundos componentes de campo magnético verticalmente à face frontal do alvo com a ajuda do uso de ímãs com dipolos paralelamente à face frontal do alvo, que através de pelo menos 80 % da superfície do alvo os primeiros componentes do campo magnético são maiores do que os segundos e, que uma peça é revestida com um material contendo o material de alvo evaporado.

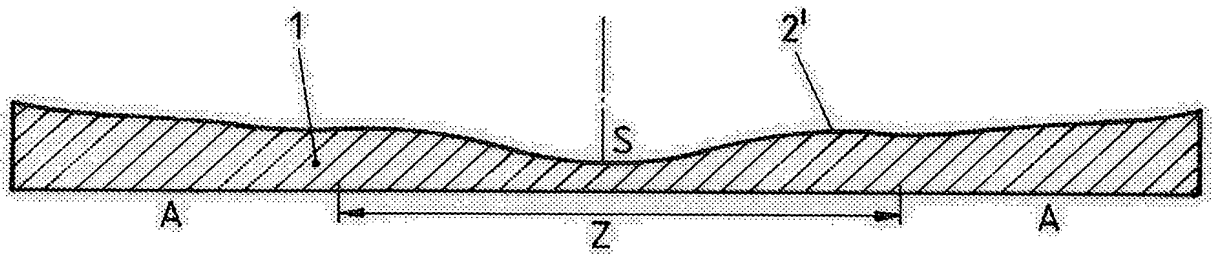
15

20



Raio [unid. arb.]
O estado da técnica

FIG.2



O estado da técnica

FIG.3

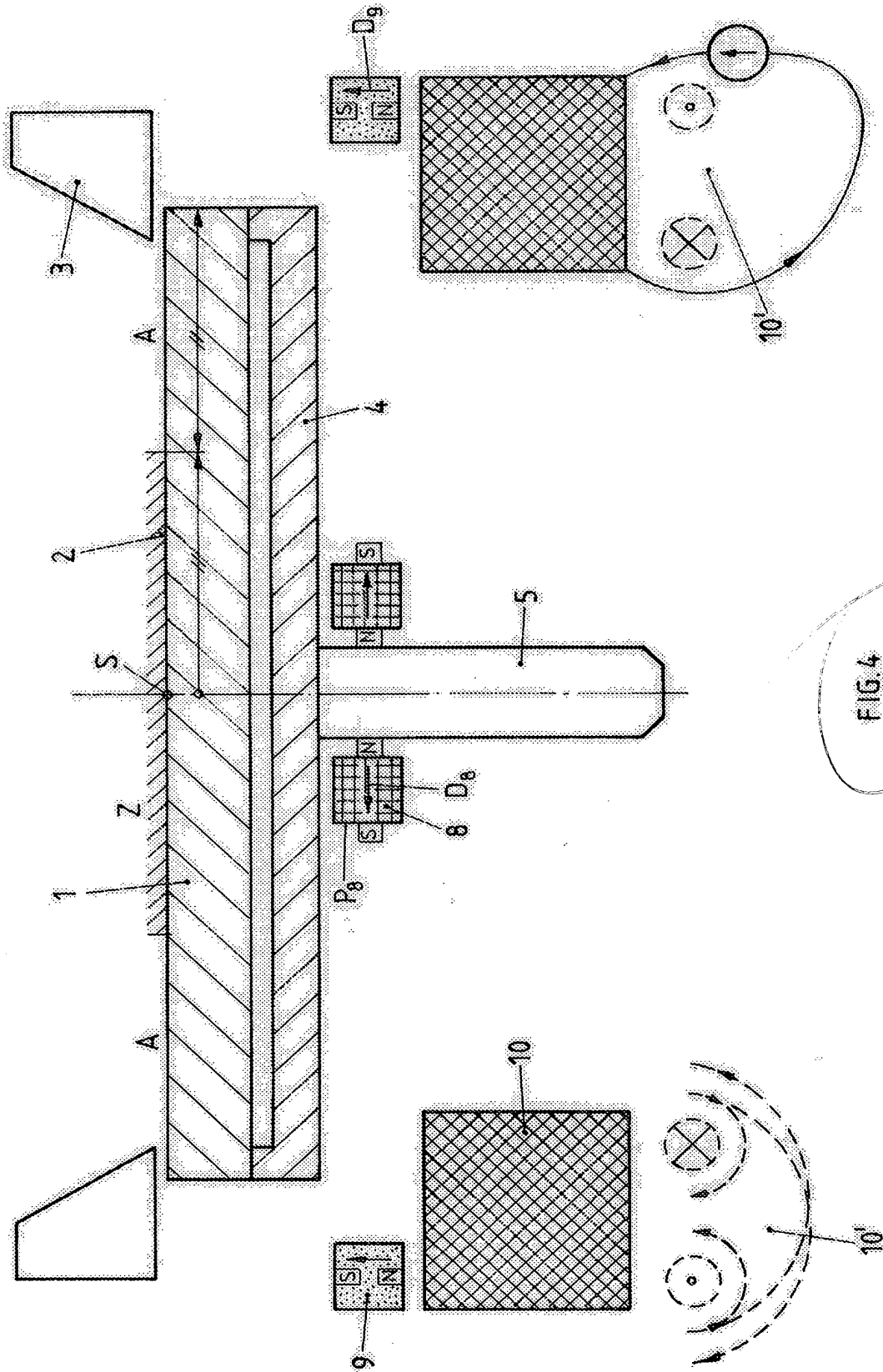


FIG. 4

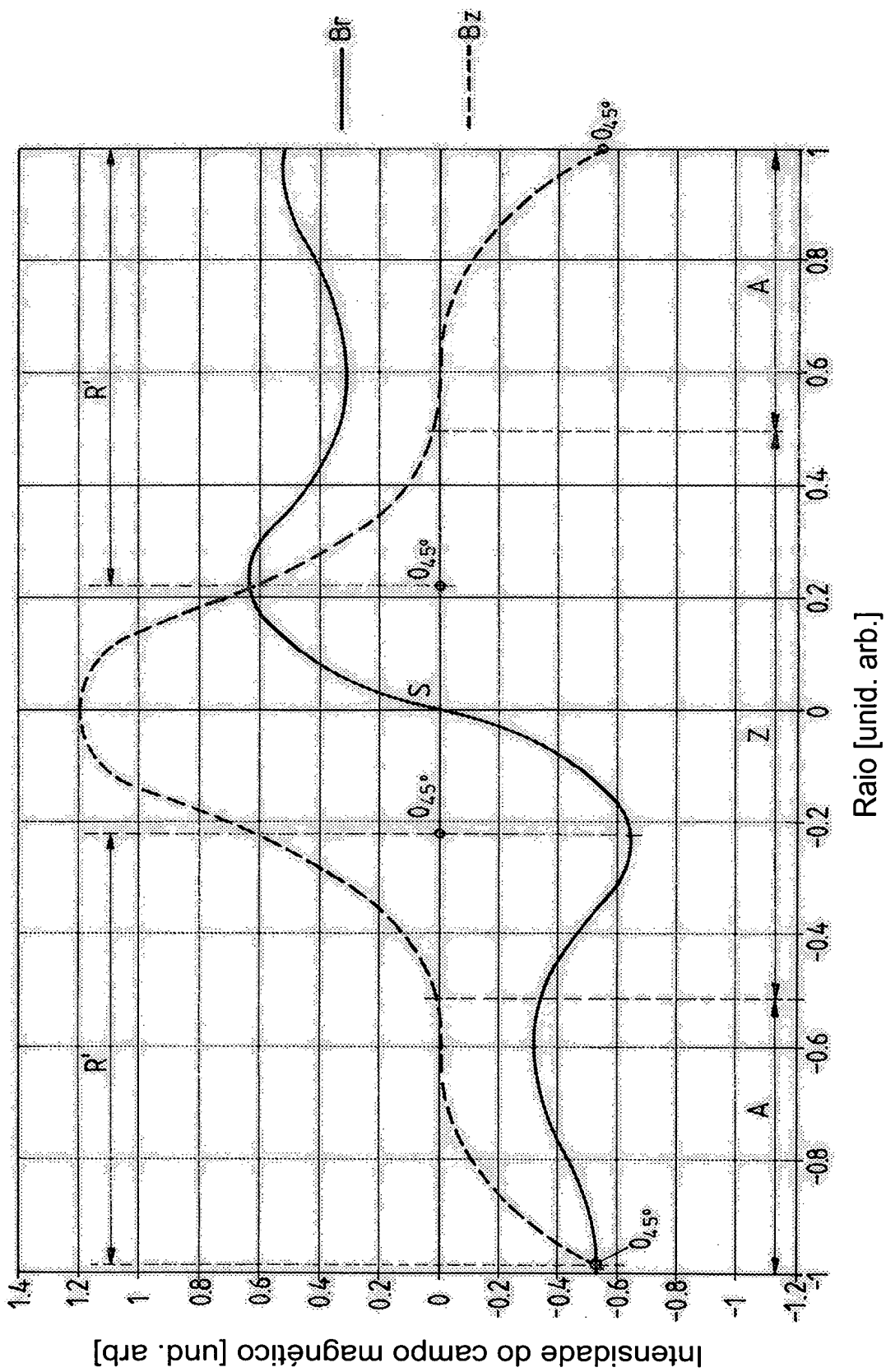


FIG.5

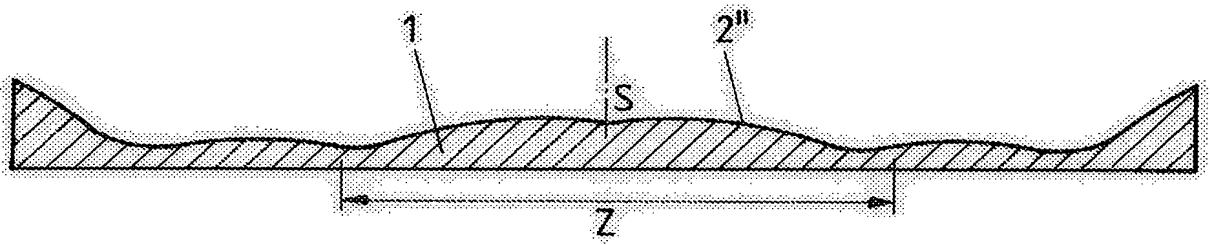


FIG.6

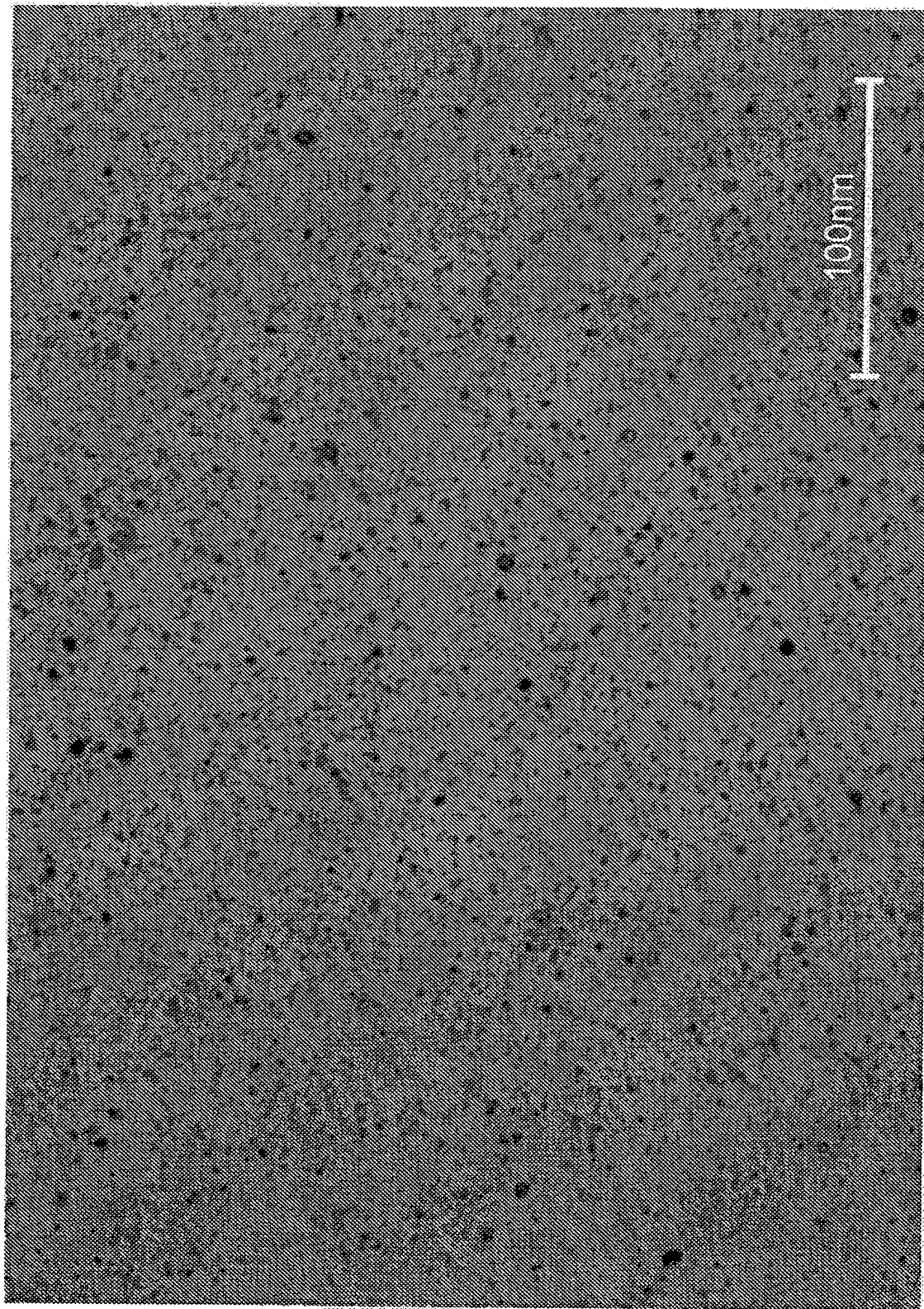


FIG. 7

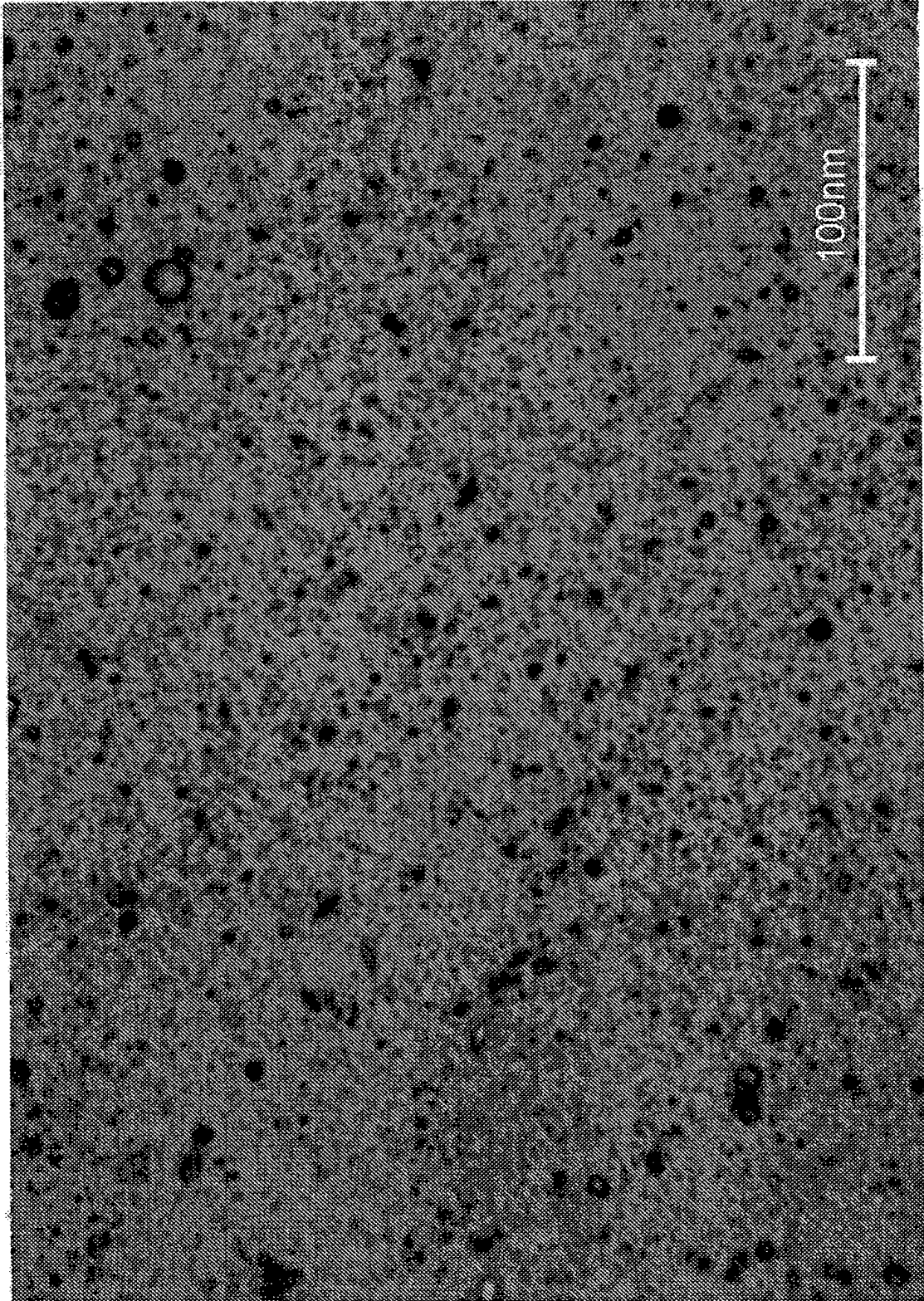


FIG. 8

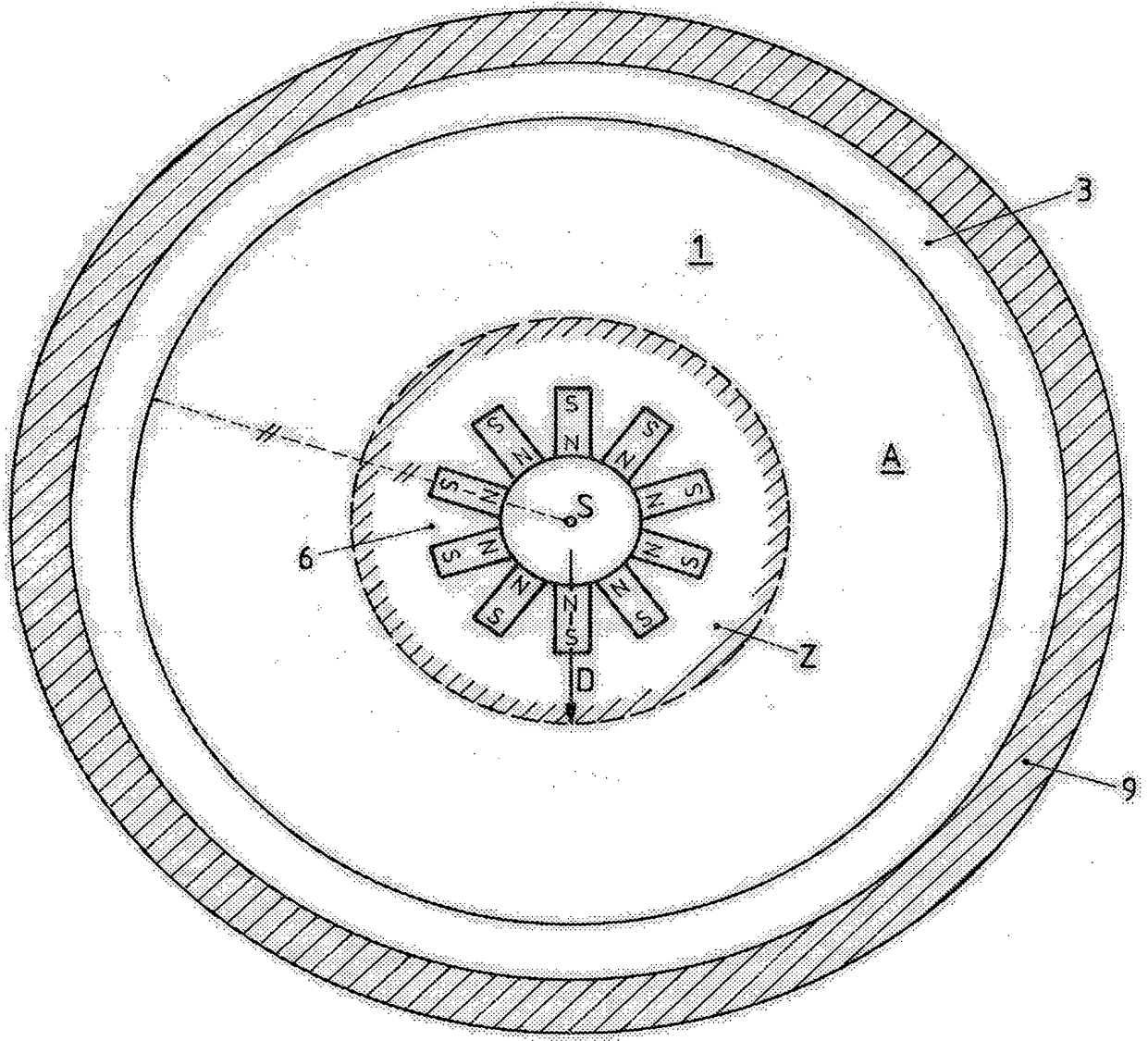


FIG. 9

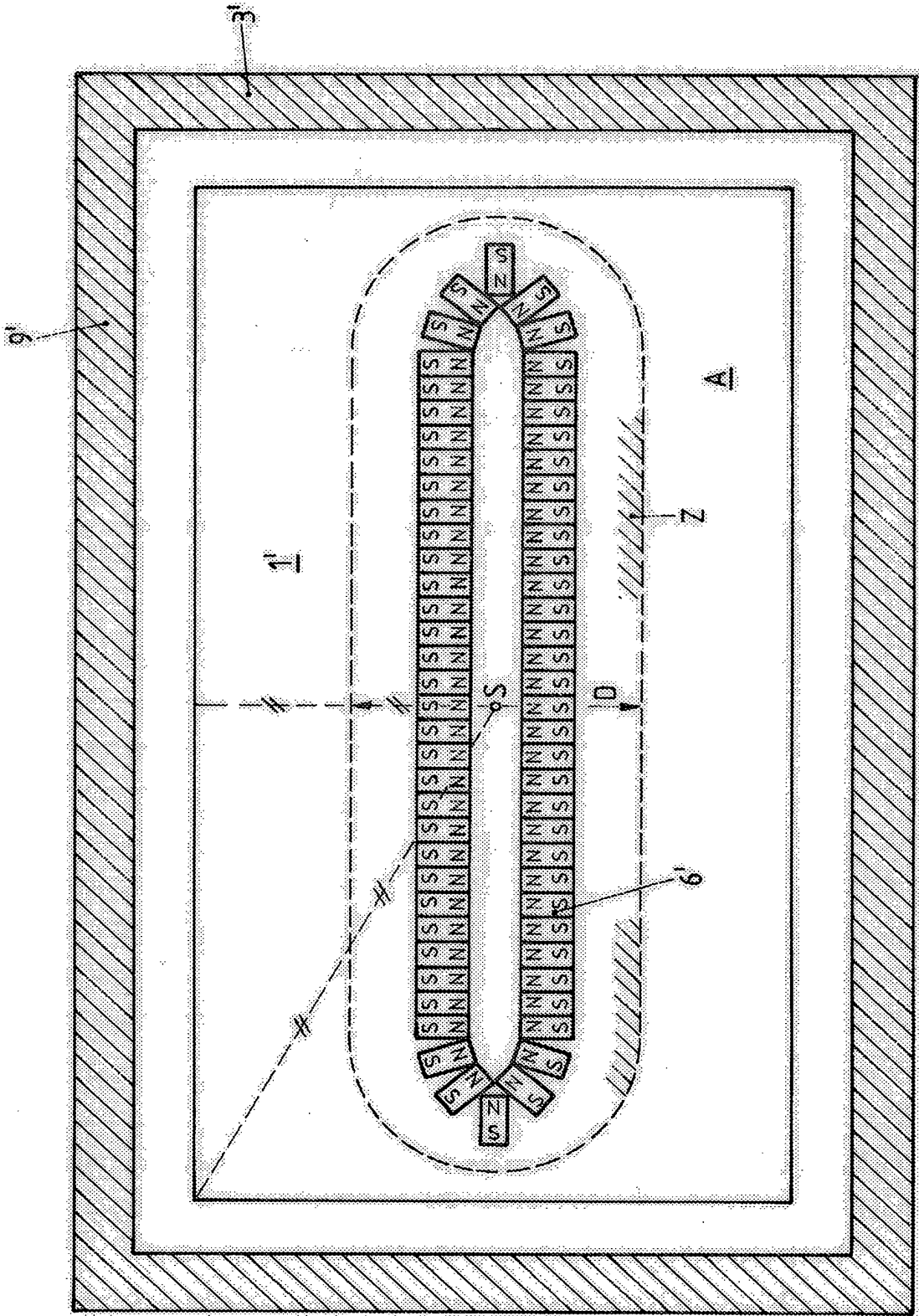


FIG. 10

11/16

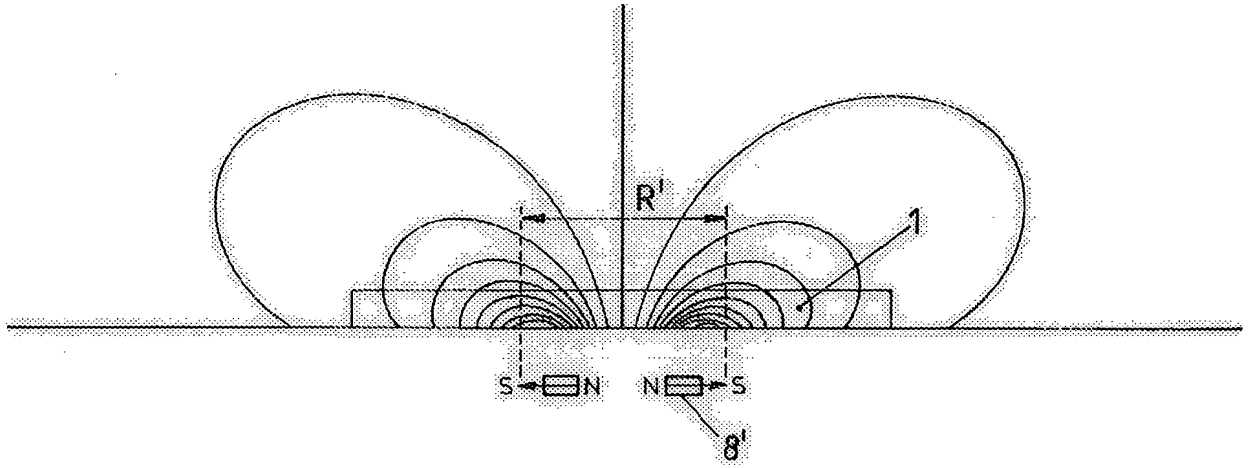


FIG. 11

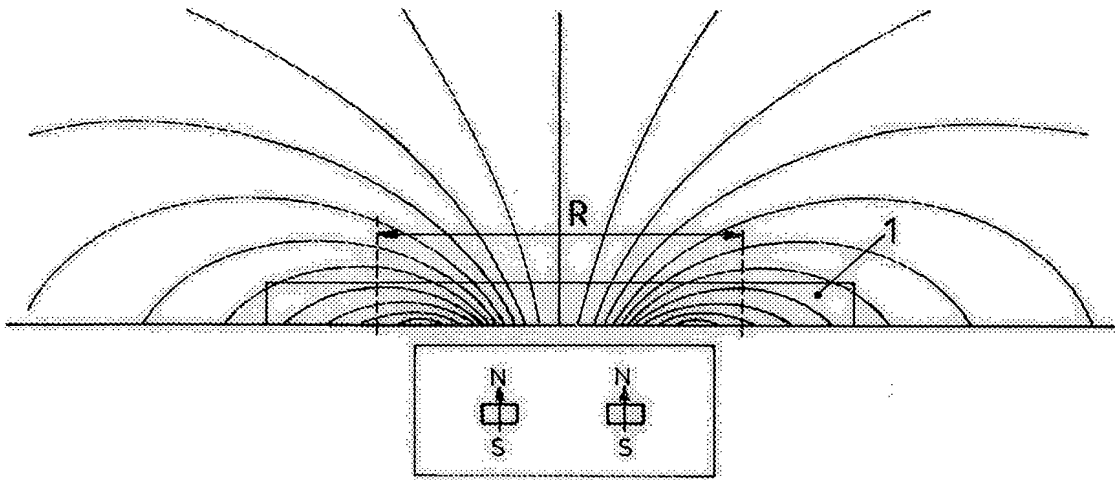


FIG. 12

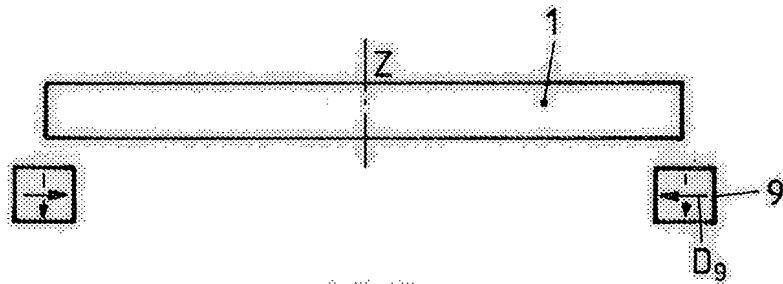


FIG. 13

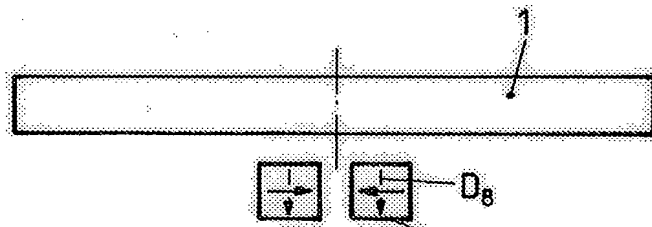


FIG. 14

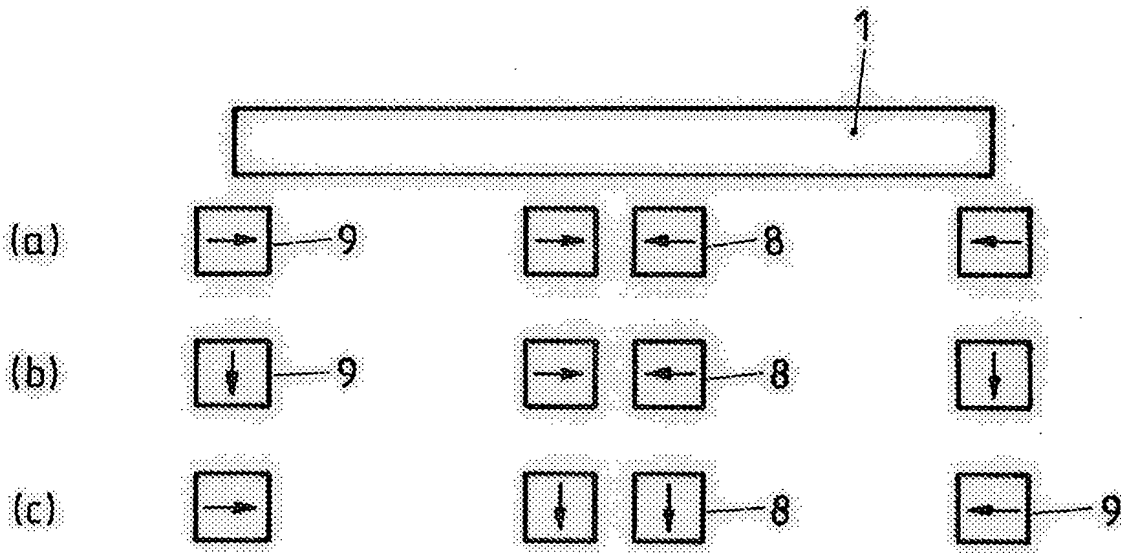


FIG. 15

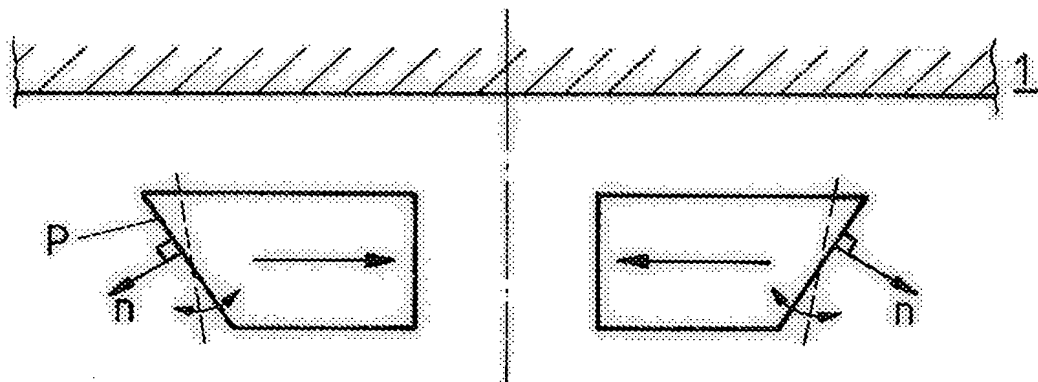


FIG. 16

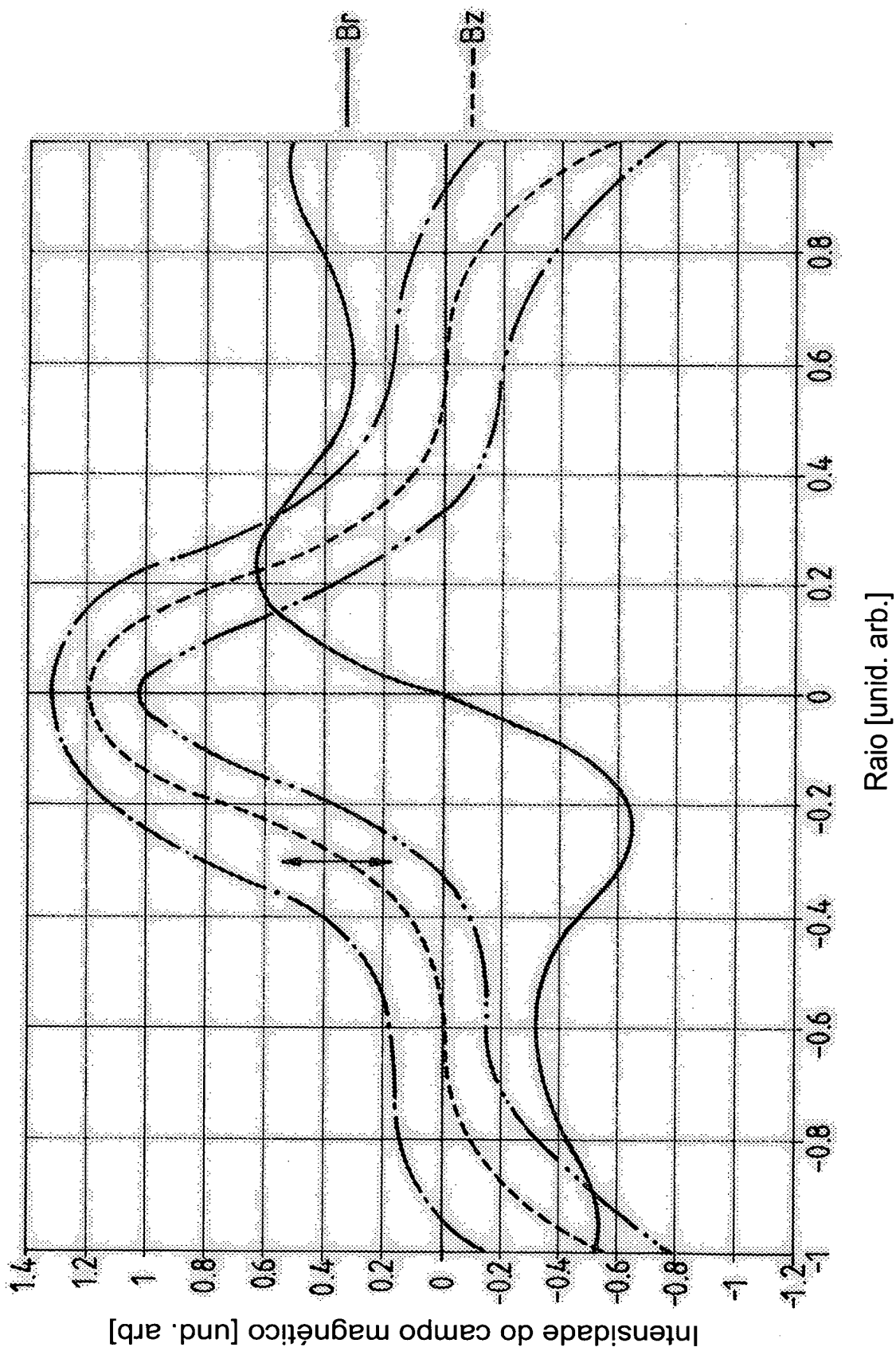


FIG.17

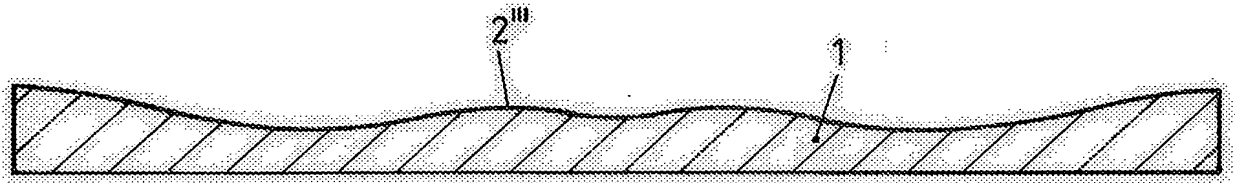


FIG. 18

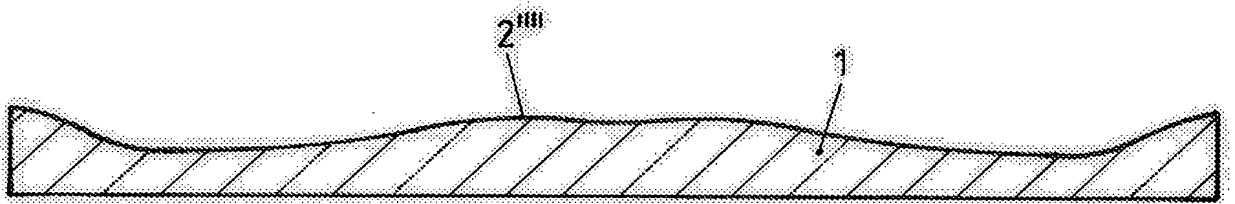


FIG. 19

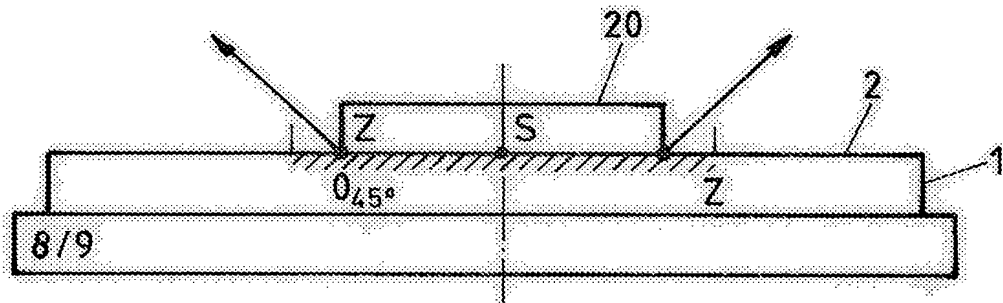


FIG. 20

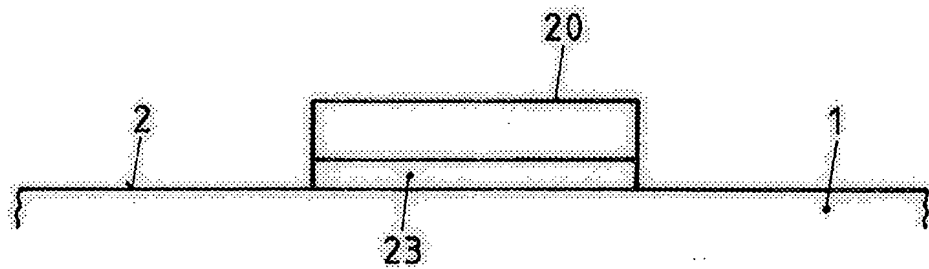


FIG. 21

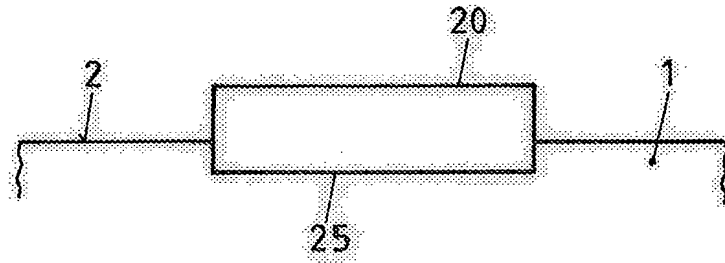


FIG. 22

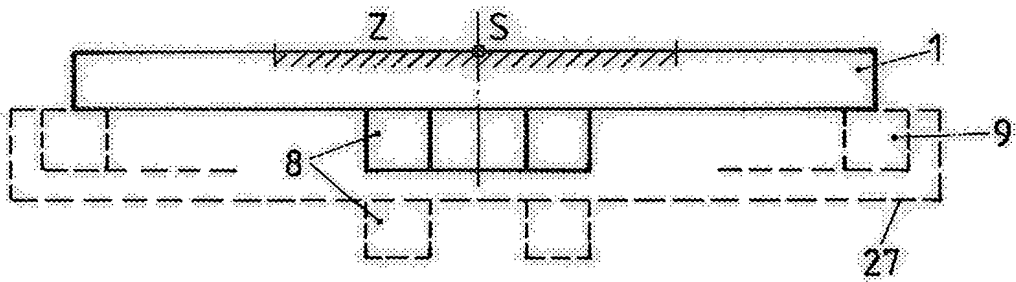


FIG. 23

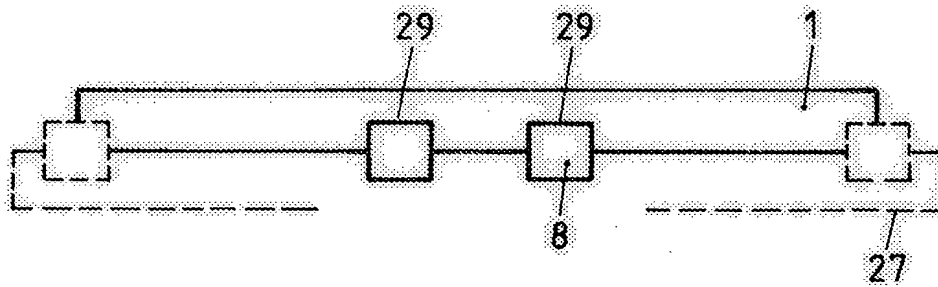


FIG. 24

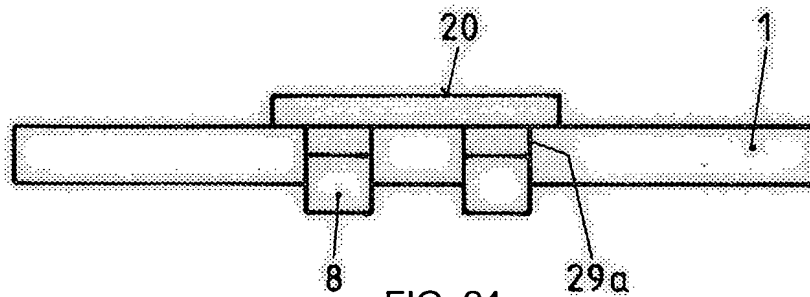


FIG. 24

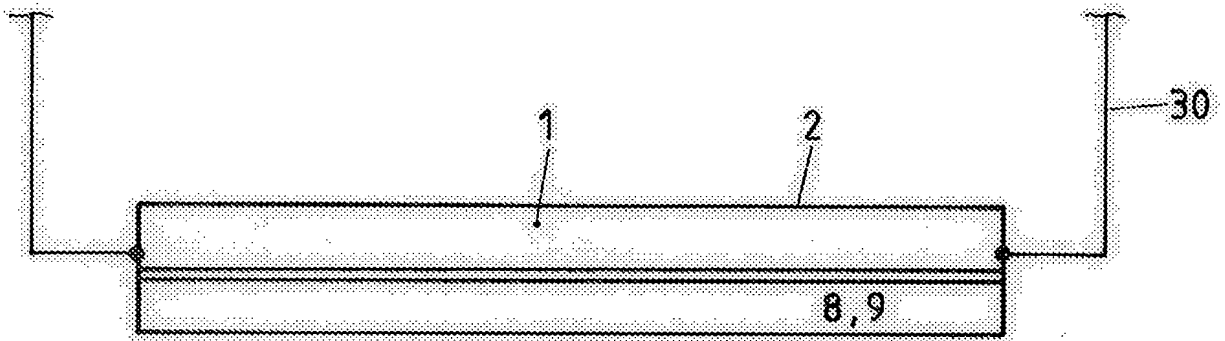


FIG. 26

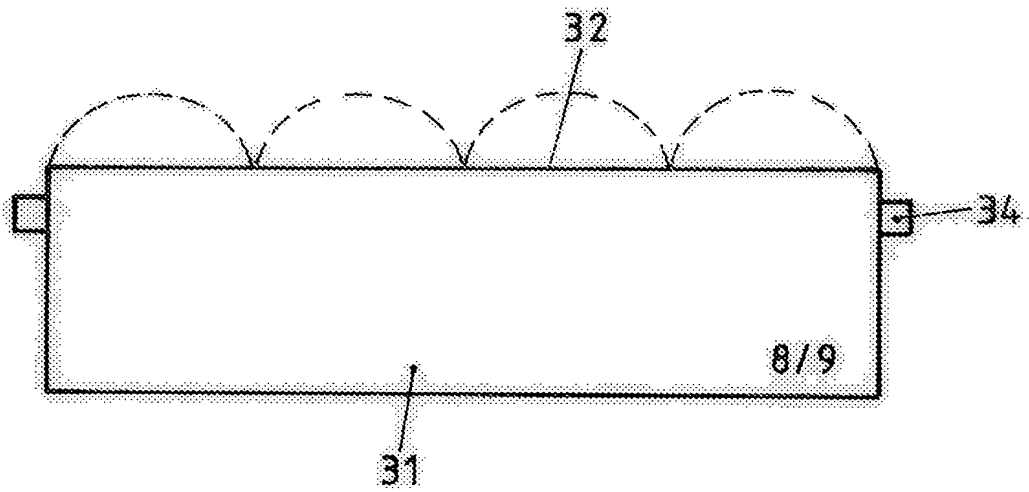


FIG. 27

RESUMO

Patente de Invenção: "FONTE DE ARCO VOLTAICO E DISPOSIÇÃO DE ÍMÃS".

A presente invenção refere-se a uma fonte de arco voltaico com
5 um alvo (1), compreendendo uma face frontal do alvo (2) para a evaporação
em vácuo do material do alvo, um lado traseiro do alvo com uma placa de
refrigeração (4), uma região central do alvo (Z) e uma borda do alvo. A fonte
de arco voltaico compreende ainda uma disposição de ímãs (8, 9) com um
sistema magnético interno (8) e/ou com um sistema magnético externo (9)
10 para gerar um campo magnético na região da face frontal do alvo (2). Nisto,
pelo menos um dos sistemas magnéticos (8) possui polarização radial, e
sozinho ou em combinação com o respectivo outro sistema magnético faz
com que as linhas de campo do campo magnético lá são essencialmente
paralelas à face frontal do alvo (2).