



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

(21) BR 10 2014 027623-8 A2



\* B R 1 0 2 0 1 4 0 2 7 6 2 3 A 2 \*

**(22) Data de Depósito:** 05/11/2014

**(43) Data da Publicação:** 15/09/2015  
**(RPI 2332)**

**(54) Título:** CODIFICADOR, MOTOR COM CODIFICADOR E SISTEMA SERVO

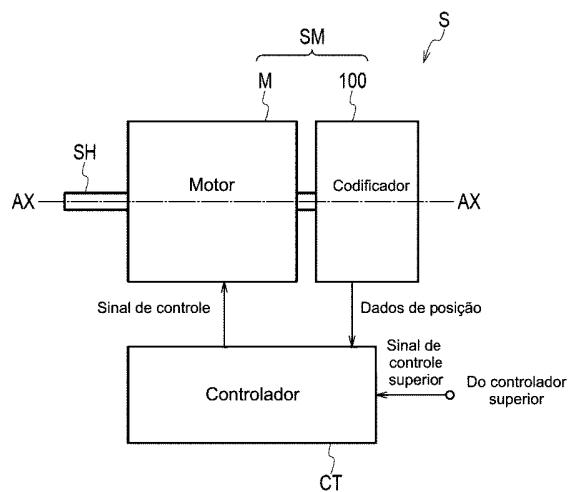
(51) Int.Cl.: G01D5/347

**(30) Prioridade Unionista: 05/11/2013 JP 2013-229833**

(73) Titular(es): KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI

**(72) Inventor(es):** HIROKI KONDO, HIROSHI TAKADA, IKUMA MUROKITA, MASANOBU HARADA, SHIRO YOSHIDOMI, YASUHIRO MATSUTANI, YASUSHI YOSHIDA, YUJI ARINAGA

**(57) Resumo:** CODIFICADOR, MOTOR COM CODIFICADOR E SISTEMA SERVO. A presente invenção refere-se a um codificador que inclui um trilho que tem efetuadores ópticos dispostos para ter um modelo absoluto em uma direção de medição, uma fonte de luz configurada para emitir a luz de difusão ao trilho e um arranjo de recebimento de luz configurado a ter elementos de recebimento de luz dispostos na direção de medição e para receber luz refletida ou transmitida pelo trilho. Os elementos de recebimento de luz abrangem uma área que é posicionada de modo correspondente a uma área entre os efetuadores ópticos e na qual a luz refletida pelo trilho não chega.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**CODIFICADOR, MOTOR COM CODIFICADOR E SISTEMA SERVO**".

INCORPORAÇÃO A TÍTULO DE REFERÊNCIA

[001] A presente descrição contém a matéria relacionada à mesma descrita no Pedido de Patente Prioritária Japonesa nº JP 2013-229.833 depositado no escritório de Patentes do Japão em 5 de novembro de 2013, incorporado ao presente documento em sua totalidade a título de referência.

ANTECEDENTES

CAMPO DA INVENÇÃO

[002] A presente descrição refere-se a um codificador, um motor com um codificador e um sistema servo.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

[003] O documento JP 2012-103.032 A descreve um codificador refletivo no qual tem um grupo de elementos de recebimento de luz incrementais que são divididos e dispostos através de uma fonte de luz em uma direção circunferencial de um disco giratório e um grupo de elementos de recebimento de luz absolutos que estão dispostos em pelo menos um dentre os lados interno e externo em uma direção radial do disco giratório em relação à fonte de luz.

[004] Nos últimos anos, com o desenvolvimento de um sistema servo voltado para o alto desempenho, existe um desejo de aprimorar ainda mais a precisão de detecção em um codificador refletivo.

SUMÁRIO

[005] Um aspecto da presente invenção é resumido como um codificador que inclui: um trilho que tem efetuadores ópticos dispostos para ter um modelo absoluto ao longo de uma direção de medição; uma fonte de luz pontual configurada para emitir a luz de difusão para o trilho; e um arranjo de recebimento de luz que tem elementos de recebimento de luz dispostos ao longo da direção de medição e configu-

rados para receber a luz refletida ou transmitida ao trilho, os elementos de recebimento de luz se situam em uma área que é posicionada correspondente a uma área entre os efetuadores ópticos e na qual a luz refletida ou transmitida no trilho não chega.

[006] Outro aspecto da presente invenção é resumido como um motor com o codificador que inclui: um motor linear no qual um elemento móvel se move em relação a um estator ou um motor giratório no qual um rotor se move em relação a um estator; e o codificador configurado para detectar pelo menos uma dentre uma posição e uma velocidade do elemento móvel ou do rotor.

[007] Outro aspecto da presente invenção é resumido como um sistema servo que inclui: um motor linear no qual um elemento móvel se move em relação a um estator, ou um motor giratório no qual um rotor se move em relação a um estator; o codificador configurado para detectar pelo menos uma dentre uma posição e uma velocidade do elemento móvel ou do rotor; e um controlador configurado para controlar o motor linear ou o motor giratório com base em um resultado detectado pelo codificador.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[008] A FIGURA 1 é um diagrama explicativo que ilustra um sistema servo de acordo com uma modalidade;

[009] A FIGURA 2 é um diagrama explicativo que ilustra um codificador de acordo com a modalidade;

[0010] A FIGURA 3 é um diagrama explicativo que ilustra um disco de acordo com a modalidade;

[0011] A FIGURA 4 é um diagrama explicativo que ilustra um trilho de acordo com a modalidade;

[0012] A FIGURA 5 é um diagrama explicativo que ilustra um módulo óptico e um arranjo de recebimento de luz de acordo com a modalidade;

- [0013] A FIGURA 6 é um diagrama explicativo que ilustra uma relação entre uma largura de fonte de luz, uma largura de efetuador óptico, uma largura de elemento de recebimento de luz e uma quantidade de luz sobre uma superfície de recebimento de luz;
- [0014] A FIGURA 7 é um diagrama explicativo que ilustra uma relação entre uma largura de fonte de luz, uma largura de efetuador óptico, uma quantidade de luz sobre uma superfície de recebimento de luz e uma amplitude de um sinal de detecção;
- [0015] A FIGURA 8 é um diagrama explicativo que ilustra um módulo óptico e um arranjo de recebimento de luz de acordo com uma modificação;
- [0016] A FIGURA 9 é um diagrama explicativo que ilustra um módulo óptico e um arranjo de recebimento de luz de acordo com outra modificação; e
- [0017] A FIGURA 10 é um diagrama explicativo que ilustra um módulo óptico e um arranjo de recebimento de luz de acordo com ainda outra modificação.

#### DESCRÍÇÃO DAS MODALIDADES

- [0018] Doravante no presente documento, uma modalidade da presente invenção será descrita com referência aos desenhos.
- [0019] Além disso, um codificador de acordo com a modalidade a ser descrita abaixo é aplicado a vários tipos de codificadores como um tipo giratório e tipo linear. Para facilitar o entendimento do codificador, o tipo giratório de codificador será descrito abaixo como um exemplo. No caso da aplicação a outro tipo de codificador, é possível fazer uma alteração apropriada, por exemplo, para alterar um alvo de medição de um tipo giratório de disco para um tipo linear de escala linear, e, assim, uma descrição detalhada do mesmo não será apresentada.

#### <1 SISTEMA SERVO>

- [0020] Primeiro, uma configuração de um sistema servo de acordo

com a presente modalidade será descrita com referência à FIGURA. 1. Conforme ilustrado na FIGURA 1, o sistema servo S inclui um motor servo SM e um controlador CT. O motor servo SM inclui um codificador 100 e um motor M.

[0021] O motor M é um exemplo de uma fonte de potência que exclui o codificador 100. O motor M é um motor giratório no qual um rotor (não ilustrado) gira em relação a um estator (não ilustrado) e emite uma força giratória forçando um eixo SH fixado ao rotor a ser girado em torno de um centro de eixo AX.

[0022] Ademais, o motor M, sozinho, pode ser referenciado como um motor servo, mas a configuração que inclui o codificador 100 e o motor M é referenciada como o motor servo SM na presente modalidade. Isto é, o motor servo SM corresponde a um exemplo de um motor com um codificador. Um caso em que o motor com o codificador é um motor servo que é controlado para seguir um valor alvo de uma posição, de uma velocidade ou similares, é descrito abaixo para conveniência da descrição, mas o motor com o codificador não é necessariamente limitado ao motor servo. Por exemplo, o motor com um codificador também inclui um motor usado exceto pelo sistema servo se o codificador estiver preso, por exemplo, em que o codificador é usado somente para exibir saída.

[0023] Ademais, o motor M não é particularmente limitado, por exemplo, enquanto os dados de posição do mesmo podem ser detectados pelo codificador 100. Ademais, o motor M não é limitado a um motor elétrico que usa a eletricidade como uma fonte de potência, mas pode ser um motor que usa, por exemplo, outra fonte de potência, como um motor hidráulico, um motor de ar ou um motor a vapor. Entretanto, para conveniência da descrição seguinte, o motor M será descrito como o motor elétrico.

[0024] O codificador 100 é conectado a um lado oposto para um

lado de saída da força giratória do eixo SH do motor M, mas não é necessariamente limitado ao lado oposto. O codificador 100 pode estar conectado ao lado de saída da força giratória do eixo SH. O codificador 100 detecta uma posição (referenciada também como um ângulo de giro) do motor M detectando uma posição do eixo (rotor) SH e emite dados de posição que representam a posição do motor M.

[0025] O codificador 100 pode detectar pelo menos um dentre uma velocidade (referenciada também como uma velocidade de giro, uma velocidade angular e similares) do motor M e uma aceleração (referenciada também como uma aceleração de giro, uma aceleração angular e similares) do motor M em adição a ou no lugar da posição do motor M. Nesse caso, é possível detectar a velocidade e a aceleração do motor M pelo, por exemplo, processamento, tal como um primeiro ou segundo diferencial de ordem da posição em relação ao tempo ou uma conta de um sinal de detecção (por exemplo, um sinal de acréscimo a ser descrito abaixo) por um tempo predeterminado. Para conveniência da descrição seguinte, a posição será descrita como uma quantidade física detectada pelo codificador 100.

[0026] O controlador CT adquire os dados de posição emitidos a partir do codificador 100 e controla o giro do motor M com base nos dados de posição adquiridos. Portanto, na presente modalidade na qual o motor elétrico é usado como o motor M, o controlador CT controla uma corrente ou voltagem a ser aplicada ao motor M com base nos dados de posição, e, sendo assim, controla o giro do motor M. Além disso, o controlador CT também pode adquirir um sinal de controle superior a partir de um controlador superior (não ilustrado) e controlar o motor M de modo que uma força giratória tenha capacidade para realizar uma posição ou similar representada pelo sinal de controle superior seja emitida a partir do eixo SH do motor M. Além disso, quando o motor M usa outra fonte de potência, como uma fonte de potência hi-

dráulica, uma fonte de potência de ar ou uma fonte de potência a vapor, o controlador CT pode controlar o giro do motor M controlando-se o abastecimento de tal fonte de potência.

#### <2 CODIFICADOR>

[0027] O codificador 100, de acordo com a presente modalidade, será descrito abaixo. Conforme ilustrado na FIGURA 2, o codificador 100 tem um disco 110, um módulo óptico 120 e um gerador de dados de posição 130.

[0028] No presente documento, para conveniência de descrição de uma estrutura do codificador 100, uma direção como uma direção ascendente ou descendente é definida e usada de maneira apropriada conforme a seguir. Na FIGURA 2, uma direção na qual o disco 110 está voltado para o módulo óptico 120, ou seja, uma direção positiva ao longo do eixo axial Z é referenciada uma direção "ascendente" e uma direção negativa ao longo do eixo geométrico Z é referenciada como uma direção "descendente". Entretanto, a direção é alterada dependendo do aspecto de instalação do codificador 100, e, então, não limita uma relação posicional de cada componente do codificador 100.

#### (2-1. DISCO)

[0029] O disco 110 é formado no interior de um formato de placa circular conforme ilustrado na FIGURA 3, e é disposto de modo que o centro de disco O do mesmo coincida substancialmente com o centro de eixo AX. O disco 110 é conectado ao eixo SH do motor M e é girado pelo giro do eixo SH. Na presente modalidade, como um alvo de medição pelo qual o giro do motor M é medido, o disco 110 do formato de placa circular é descrito como um exemplo. Entretanto, outro membro como uma face de extremidade do eixo SH também pode ser usada como o alvo de medição. Além disso, o disco 110 é diretamente conectado ao eixo SH em um exemplo ilustrado na FIGURA 2, mas pode estar conectado ao eixo SH através de um membro de conexão

como um cubo central.

[0030] Conforme ilustrado na FIGURA 3, o disco 110 tem uma pluralidade de trilhos SA1, SA2, e SI. O disco 110 é girado conforme o motor M é acionado, mas o módulo óptico 120 é disposto de modo fixo enquanto é oposto a uma parte do disco 110. Consequentemente, conforme o motor M é acionado, os trilhos SA1, SA2, e SI e o módulo óptico 120 se movem em relação um ao outro em uma direção de medição (que é uma direção da seta C ilustrada na FIGURA 3 e é descrita de maneira apropriada abaixo como uma "direção de medição C").

[0031] No presente documento, a "direção de medição" refere-se a uma direção de medição quando cada um dos trilhos formados no disco 110 é opticamente medido pelo módulo óptico 120. Como na presente modalidade, no tipo giratório de codificador em que o alvo de medição é o disco 110, a direção de medição coincide com uma direção circunferencial que está centralizado no eixo geométrico central do disco 110. Entretanto, por exemplo, no tipo linear de codificador no qual o alvo de medição é uma escala linear e em que um elemento móvel se move em relação a um estator, a direção de medição se refere a uma direção que percorre a escala linear. Além disso, o "eixo geométrico central" refere-se ao centro de um eixo geométrico giratório do disco 110 e coincide com o centro de eixo AX do eixo SH quando o disco 110 e o eixo SH são conectados com um eixo comum um ao outro.

#### (2-2. MECANISMO DE DETECÇÃO ÓPTICA)

[0032] Um mecanismo de detecção óptica têm os trilhos SA1, SA2 e SI e o módulo óptico 120. Cada um dos trilhos é formado como um trilho disposto na superfície de topo do disco 110 no formato de um anel que está centralizado no centro de disco O. Cada um dos trilhos tem uma pluralidade de efetuadores ópticos (partes tracejadas por linhas oblíquas na FIGURA 4) dispostos na direção de medição C sobre

a circunferência inteira do trilho. Na presente modalidade, cada um dos efetuadores ópticos está configurado para refletir a luz irradiada a partir de uma fonte de luz 121. O efetuador óptico está configurado para refletir ou transmitir luz. Na presente modalidade, o efetuador óptico é configurado para refletir luz. O efetuador óptico pode ser denominado como uma "fenda (fenda refletiva ou fenda transmissiva)", devido ao fato de que a luz refletida ou transmitida no efetuador óptico percorre uma direção predeterminada sem obstruir a trajetória da luz. Ademais, uma pluralidade de efetuadores ópticos pode ser uma grade como um todo.

#### (2-2-1. DISCO)

[0033] O disco 110 é formado de um material como um metal que reflete a luz. Então, um material que tem uma baixa refletância (por exemplo, óxido de crómio) é aplicado a e disposto em partes da superfície do disco 110 em que as partes não refletem luz, e, sendo assim, os efetuadores ópticos são formados em partes em que o material não está disposto. Além disso, as partes que não refletem luz podem ser transformadas sobre uma superfície áspera pela, por exemplo, pulverização catódica, e ser reduzidas na refletância. Sendo assim, os efetuadores ópticos podem ser formados nas partes.

[0034] Além disso, o material do disco 110 e um método de fabricação do mesmo não são particularmente limitados. Por exemplo, o disco 110 pode ser formado de um material de transmissão de luz como um vidro ou uma resina transparente. Nesse caso, um material de reflexão de luz (por exemplo, alumínio) pode estar disposto na superfície do disco 110 pela, por exemplo, deposição, e, sendo assim, os efetuadores ópticos podem ser formados.

[0035] Os três trilhos estão justapostos em uma direção de largura (que é uma direção da seta R ilustrada na FIGURA 3 e é apropriadamente descrita abaixo como uma "direção de largura R") na superfície

de topo do disco 110. Além disso, a "direção de largura" refere-se a uma direção radial do disco 110, ou seja, uma direção aproximadamente perpendicular à direção de medição C. Um comprimento de cada trilho na direção de largura R corresponde a uma largura de cada trilho. Os três trilhos são concentricamente dispostos na ordem de SA1, SI e SA2 de dentro para fora na direção de largura R. A fim de descrever cada trilho em maiores detalhes, uma vista parcialmente expandida de uma área circundante que está oposta ao módulo óptico 120 do disco 110 é ilustrada na FIGURA 4.

[0036] Conforme ilustrado na FIGURA 4, a pluralidade de efetuadores ópticos fornecidos para os trilhos SA1 e SA2 estão dispostos sobre a circunferência inteira do disco 110 de modo a ter um modelo absoluto na direção de medição C.

[0037] Além disso, o "modelo absoluto" se refere a um padrão em que uma posição ou uma proporção de cada efetuador óptico dentro de um ângulo, no qual os arranjos de recebimento de luz fornecidos para o módulo óptico 120 a ser descrito abaixo estão voltados um para o outro, é determinado de forma não ambígua dentro de um giro do disco 110. Ou seja, por exemplo, no caso de um exemplo do modelo absoluto ilustrado na FIGURA 4, quando o motor M é localizado em certa posição angular, uma combinação de padrões de bit por detecção ou sem detecção de uma pluralidade respectiva de elementos de recebimento de luz dos arranjos de recebimento de luz que estão voltados um para o outro de forma não ambígua representam uma posição absoluta da posição angular. Além disso, a "posição absoluta" se refere a uma posição angular em relação a um ponto original dentro de um giro do disco 110. O ponto original é configurado para uma posição angular apropriada dentro de um giro do disco 110 e o modelo absoluto é formado na base do ponto original.

[0038] Além disso, de acordo com um exemplo desse padrão, é

possível gerar um padrão que unidimensionalmente representa a posição absoluta do motor M por bits no número de elementos de recebimento de luz do arranjo de recebimento de luz. Entretanto, o modelo absoluto não é limitado a tal exemplo. Por exemplo, o modelo absoluto pode ser um padrão que é multidimensionalmente representado pelos bits no número dos elementos de recebimento de luz. Além disso, em adição aos padrões de bit predeterminados, o modelo absoluto pode ser um padrão carregado de modo que uma quantidade física como uma quantidade ou fase de luz recebida pelos elementos de recebimento de luz de forma não ambígua represente a posição absoluta, um padrão no qual uma sequência de código do modelo absoluto modula ou outros vários padrões.

[0039] Além disso, na presente modalidade, os mesmos modelos absolutos são deslocados por, por exemplo, uma metade do comprimento de um bit na direção de medição C e são formados como os dois trilhos SA1 e SA2. A quantidade de deslocamento é equivalente a, por exemplo, uma metade de um afastamento P do efetuador óptico do trilho SI. Mediante a suposição de que os trilhos SA1 e SA2 não são configurados para serem deslocados, existe uma possibilidade da seguinte forma. Ou seja, quando a posição absoluta é representada pelo modelo absoluto unidimensional como na presente modalidade, os elementos de recebimento de luz dos arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 estão localizados de modo a estar oposto um ao outro na adjacência da extremidade do efetuador óptico, e, então, a precisão de detecção da posição absoluta pode ser reduzida em uma área de alteração do padrão de bit. Na presente modalidade, uma vez que os trilhos SA1 e SA2 são deslocados, por exemplo, quando a posição absoluta de acordo com um trilho SA1 corresponde à alteração do padrão de bit, a posição absoluta é calculada com uso de um sinal de detecção a partir do trilho SA2 ou o reverso é realizado, e, então, a

precisão de detecção da posição absoluta pode ser aprimorada. Além disso, no caso dessa configuração, é necessário criar uma quantidade de luz recebida nos dois arranjos uniformes de recebimento de luz PA1 e PA2. Entretanto, na presente modalidade, os dois arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 estão dispostos na mesma distância da fonte de luz 121, e, então, é possível realizar a configuração acima.

[0040] Além disso, ao invés do deslocamento dos modelos absolutos respectivos dos trilhos SA1 e SA2, por exemplo, os arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 que correspondem os trilhos respectivos SA1 e SA2 podem ser deslocados sem o deslocamento dos modelos absolutos.

[0041] Por outro lado, a pluralidade de efetuadores ópticos fornecida pelos trilhos SI, estão dispostos sobre a circunferência inteira do disco 110 de modo a ter um padrão incremental na direção de medição C.

[0042] O "padrão incremental" se refere a um padrão repetido regularmente em um afastamento predeterminado conforme ilustrado na FIGURA 4, no presente documento, o "afastamento" se refere a um intervalo de arranjo de cada efetuador óptico no trilho SI que tem o padrão incremental. Conforme ilustrado na FIGURA 4, o afastamento do trilho SI é P. Diferente do modelo absoluto que representa as posições absolutas como os bits que correspondem a, se ou não detectados pela pluralidade de elementos de recebimento de luz, o padrão incremental representa a posição do motor M em cada afastamento ou dentro de um afastamento pela soma dos sinais de detecção de pelo menos um ou mais elementos de recebimento de luz. Consequentemente, o padrão incremental não representa a posição absoluta do motor M, mas pode representar a posição com a precisão muito alta comparada ao modelo absoluto.

[0043] Na presente modalidade, um comprimento mínimo dos efe-

tuadores ópticos dos trilhos SA1 e SA2 na direção de medição C é idêntico ao afastamento P dos efetuadores ópticos do trilho SI. Como um resultado, uma resolução do sinal absoluto com base nos trilhos SA1 e SA2 é consistente com o número de efetuadores ópticos do trilho SI. Entretanto, o comprimento mínimo não é limitado a esse exemplo e o número de efetuadores ópticos do trilho SI é preferencialmente configurado para ser igual à resolução ou mais do que a mesma do sinal absoluto.

#### (2-2-2. MÓDULO ÓPTICO)

[0044] Conforme ilustrado nas FIGURAS 2 e 5, o módulo óptico 120 é formado como um substrato BA paralelo ao disco 110. Sendo assim, o codificador 100 pode ser feito de modo mais fino ou o módulo óptico 120 pode ser facilmente fabricado. Portanto, como o disco 110 é girado, o módulo óptico 120 se move relativamente na direção de medição C em relação aos trilhos SA1, SA2, e SI. Além disso, o módulo óptico 120 não é necessariamente configurado como um substrato BA, mas cada componente pode ser configurado como múltiplos substratos. Nesse caso, esses substratos podem estar dispostos coletivamente. Além disso, o módulo óptico 120 não pode ser configurado na forma do substrato.

[0045] Conforme ilustrado nas FIGURAS 2 e 5, o módulo óptico 120 inclui a fonte de luz 121 e a pluralidade de arranjos de recebimento de luz PA1, PA2, PIL e PIR na superfície do substrato BA que está voltado para o disco óptico 110.

[0046] Conforme ilustrado na FIGURA 3, a fonte de luz 121 está disposta em uma posição que está voltada para o trilho SI1 sobre uma superfície que está voltada para o disco 110 do substrato BA. Então, a fonte de luz 121 emite luz aos três trilhos SA1, SA2 e SI que passam através das posições que estão voltadas para o módulo óptico 120 sobre uma superfície que está voltada para o substrato BA do disco 110.

[0047] A fonte de luz 121 não é particularmente limitada enquanto a mesma possa irradiar uma área de irradiação com luz. Por exemplo, é possível usar um diodo de emissão de luz (LED). A fonte de luz 121 é particularmente configurada como uma fonte de luz pontual na qual nenhuma lente óptica está disposta e emite a luz de difusão a partir de uma unidade de emissão de luz. Além disso, no caso da "fonte de luz pontual", a fonte de luz não necessita ser exatamente um ponto. A luz pode ser emitida a partir de uma superfície de emissão finita, enquanto a fonte de luz é considerada como uma fonte de luz com capacidade para emitir a luz de difusão a partir de uma posição aproximadamente similar a um ponto da perspectiva de projeto e princípio de operação. Além disso, a "luz de difusão" não é limitada a luz emitida em direção a todas as direções da fonte de luz pontual, mas inclui a luz emitida enquanto a difusão em direção a certa orientação de modo finito. Ou seja, a luz de difusão descrita no presente documento inclui a luz que tem uma difusividade maior do que a luz paralela. Mediante ao uso da fonte de luz pontual, conforme descrito acima, é possível para a fonte de luz 121 irradiar de modo uniforme e substancial os três trilhos SA1, SA2 e SI que passam através das posições que estão voltadas para o módulo óptico 120 sobre uma superfície que está voltada para o substrato BA do disco 110. Além disso, na modalidade, uma vez que a luz não é recolhida e difundida pelo elemento óptico, os erros são improváveis de ocorrer devido ao elemento óptico, e, então, é possível aprimorar a retidão de luz em direção aos trilhos.

[0048] A pluralidade de arranjos de recebimento de luz está disposta ao redor da fonte de luz 121 e incluem uma pluralidade de elementos de recebimento de luz (partes tracejadas por ponto na FIGURA 5) para receber respectivamente a luz refletida pelos efetuadores ópticos dos trilhos correspondentes ao mesmo. Conforme ilustrado na FIGURA 5, a pluralidade de elementos de recebimento de luz está dis-

posta na direção de medição C.

[0049] A luz emitida a partir da fonte de luz 121 é a luz de difusão. Consequentemente, as imagens dos trilhos projetadas sobre o módulo óptico 120 são imagens ampliadas por uma porcentagem de magnificação predeterminada  $\varepsilon$  de acordo com um comprimento de trajeto óptico. Ou seja, conforme ilustrado nas FIGURAS 4 e 5, quando se presume que os comprimentos respectivos dos trilhos SA1, SA2 e SI na direção de largura R são WSA1, WSA2 e WSI e comprimentos dos formatos das luzes refletidas projetadas sobre o módulo óptico 120 na direção de largura R são WPA1, WPA2 e WPI, os WPA1, WPA2 e WPI se tornam  $\varepsilon$  vezes WSA1, WSA2, e WSI. Na presente modalidade, conforme ilustrado na FIGURA 5, os comprimentos respectivos dos elementos de recebimento de luz dos arranjos de recebimento de luz na direção de largura R são configurados para serem substancialmente iguais aos formatos respectivos dos efetuadores ópticos projetados sobre o módulo óptico 120 como um exemplo. Entretanto, os comprimentos dos elementos de recebimento de luz na direção de largura R não são necessariamente limitados a esse exemplo.

[0050] De modo similar, o formato da direção de medição C no módulo óptico 120 também é um formato no qual a direção de medição C no disco 110 é projetada sobre o módulo óptico 120, ou seja, um formato afetado pela porcentagem de magnificação  $\varepsilon$ . A fim de tornar o entendimento mais fácil, conforme ilustrado na FIGURA 2, a direção de medição C na posição da fonte de luz 121 é descrita em detalhes como um exemplo. A direção de medição C no disco 110 tem um formato circular centrado no centro de eixo AX. Em contraste, o centro da direção de medição C projetado sobre o módulo óptico 120 é localizado em uma posição separada de um centro óptico Op, que está localizado dentro do plano do disco 110 em que a fonte de luz 121 está disposta, por uma distância  $\varepsilon L$ . A distância  $\varepsilon L$  significa que uma dis-

tância L entre o centro de eixo AX e o centro óptico Op é ampliada pela porcentagem de magnificação  $\epsilon$ . Essa posição é conceitualmente ilustrada como um centro de medição Os na FIGURA 2. Consequentemente, a direção de medição C no módulo óptico 120 está em uma linha que centra no centro de medição Os, que é separada do centro óptico Op pela distância  $\epsilon L$  na direção do centro de eixo AX em uma linha na qual o centro óptico Op e o centro de eixo AX estão localizados e que emprega a distância  $\epsilon L$  como um raio.

[0051] Nas FIGURAS 4 e 5, as relações de correspondência relativas da direção de medição C no disco 110 e no módulo óptico 120 são representadas por linhas similares a arco Lcd e Lcp. A linha Lcd ilustrada na FIGURA 4 representa uma linha que percorre na direção de medição C no disco 110, se a linha Lcp ilustrada na FIGURA 5 representa uma linha (uma linha pela qual a linha Lcd é projetada sobre o módulo óptico 120) que percorre na direção de medição C no substrato BA.

[0052] Conforme ilustrado na FIGURA 2, quando se presume que um comprimento de espaçamento entre o módulo óptico 120 e o disco 110 é G e que uma quantidade de protuberância da fonte de luz 121 do substrato BA é  $\Delta d$ , a porcentagem de magnificação  $\epsilon$  é expressa da seguinte forma (Fórmula 1).

$$\epsilon = (2G - \Delta d) / (G - \Delta d) \dots \text{(Fórmula 1)}$$

[0053] Por exemplo, um fotodíodo pode ser usado como cada elemento de recebimento de luz. Entretanto, o elemento de recebimento de luz não é limitado ao fotodíodo. Ou seja, o elemento de recebimento de luz não é particularmente limitado desde que o mesmo possa receber a luz emitida a partir da fonte de luz 121 e converter a luz recebida em um sinal elétrico.

[0054] Na presente modalidade, os arranjos de recebimento de luz estão dispostos de modo correspondente aos três trilhos SA1, SA2 e

SI. O arranjo de recebimento de luz PA1 é configurado para receber a luz refletida pelo trilho SA1 e o arranjo de recebimento de luz PA2 é configurado para receber a luz refletida pelo trilho SA2. Adicionalmente, os arranjos de recebimento de luz PIL e PIR são configurados para receber a luz refletida pelo trilho SI. Os arranjos de recebimento de luz PIL e PIR são divididos pela metade, mas correspondem ao mesmo trilho. Nesse modo, o arranjo de recebimento de luz que corresponde a um trilho não é limitado a um, mas o mesmo pode ser múltiplo.

[0055] A fonte de luz 121, os arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 e os arranjos de recebimento de luz PIL e PIR estão dispostos em uma relação posicional ilustrada na FIGURA 5. Os arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 que correspondem ao modelo absoluto estão dispostos através da fonte de luz 121 na direção de largura R. Nesse exemplo, o arranjo de recebimento de luz PA1 está disposto em um lado circunferencial interno e o arranjo de recebimento de luz PA2 está disposto em um lado circunferencial externo. Na presente modalidade, uma distância entre a fonte de luz 121 e o arranjo de recebimento de luz PA1 é aproximadamente igual àquele entre a fonte de luz 121 e o arranjo de recebimento de luz PA2. Então, a pluralidade de elementos de recebimento de luz fornecidos pelos arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 está disposta, respectivamente, na direção de medição C (ao longo das linhas Lcp) em um afastamento fixado. Os arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 recebem a luz refletida a partir dos respectivos trilhos SA1 e SA2, e, então, o sinal absoluto que tem o padrão de bit que corresponde ao número de elementos de recebimento de luz é gerado.

[0056] Os arranjos de recebimento de luz PIL e PIR que correspondem ao padrão incremental estão dispostos através da fonte de luz 121 na direção de medição C. Para ser específico, os arranjos de recebimento de luz PIL e PIR estão dispostos para estarem em simetria

de linha com uso de uma linha paralela ao eixo geométrico Y que inclui a fonte de luz 121 como um eixo geométrico de simetria. Cada um dos arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 tem um formato de simetria de linha em relação ao eixo geométrico de simetria. A fonte de luz 121 está disposta entre os arranjos de recebimento de luz PIL e PIR dispostos como um trilho na direção de medição C.

[0057] Na presente modalidade, uma vez que o padrão unidimensional é exemplificado como o modelo absoluto, os arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 que correspondem aos mesmos, incluem a pluralidade de elementos de recebimento de luz (por exemplo, nove elementos de recebimento de luz na presente modalidade) dispostos na direção de medição C (ao longo da linha Lcp) de modo a receber a luz refletida pelos respectivos efetuadores ópticos dos trilhos correspondentes SA1 e SA2. Na pluralidade de elementos de recebimento de luz, conforme descrito acima, cada sinal de luz recebido ou não recebido é tratado como um bit e as posições absolutas de nove bits estão representadas. Consequentemente, os sinais de luz recebidos pela pluralidade respectiva de elementos de recebimento de luz são tratados de modo independente um do outro no gerador de dados de posição 130 e as posições absolutas criptografadas (codificadas) em um padrão de bit de série são decodificadas a partir de uma combinação desses sinais de luz recebidos. Os sinais de luz recebidos dos arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 são referenciados como "sinais absolutos". Além disso, quando o modelo absoluto diferente daquele da presente modalidade é usado, os arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 são configurados de modo correspondente a tal padrão.

[0058] Os arranjos de recebimento de luz PIL e PIR incluem a pluralidade de elementos de recebimento de luz dispostos na direção de medição C (ao longo da linha Lcp) de modo a receber a luz refletida pelos efetuadores ópticos que correspondem ao trilho SI.

[0059] Na presente modalidade, dentro de um afastamento (um afastamento na imagem projetada, ou seja,  $\epsilon \times P$ ) do padrão incremental do trilho SI, um arranjo (indicado como "CONJUNTO" na FIGURA 5) de quatro elementos de recebimento de luz na totalidade está disposto, e múltiplos arranjos de quatro elementos de recebimento de luz estão adicionalmente dispostos na direção de medição C. Então, no padrão incremental, o efetuador óptico é repetidamente formado em todo afastamento. Então, quando o disco 110 é girado, cada um dos elementos de recebimento de luz gera um sinal periódico de um período (referenciado como  $360^\circ$  em termos de ângulo elétrico) em um afastamento. Então, uma vez que quatro elementos de recebimento de luz estão dispostos dentro de um arranjo que corresponde a um afastamento, os elementos de recebimento de luz adjacentes entre si dentro de um arranjo detectam sinais periódicos que tem uma diferença de fase de  $90^\circ$  um do outro. Esses sinais de luz recebidos são respectivamente referenciados como um sinal de fase A, um sinal de fase B (a diferença de fase do sinal de fase A é  $90^\circ$ ), um sinal de fase A invertido (a diferença de fase do sinal de fase A é  $180^\circ$ ) e um sinal de fase B invertido (a diferença de fase do sinal de fase B é  $180^\circ$ ).

[0060] Uma vez que o padrão incremental representa uma posição em um afastamento, o sinal de cada fase em um arranjo e o sinal de cada fase em outro arranjo que corresponde ao mesmo, tem valores que alteram da mesma maneira. Consequentemente, os sinais da mesma fase são adicionados sobre uma pluralidade de arranjos. Portanto, quatro sinais que têm a fase alterada por  $90^\circ$  são detectados a partir de um número de elementos de recebimento de luz do arranjo de recebimento de luz PI ilustrado na FIGURA 5 Portanto, os quatro sinais que têm a fase alterada por  $90^\circ$  são gerados a partir dos arranjos de recebimento de luz PIL e PIR. Esses quatro sinais são referenciados como "sinais de acréscimo".

[0061] Na presente modalidade, os quatro elementos de recebimento de luz estão incluídos em um arranjo que corresponde a um afastamento do padrão incremental e cada um dos arranjos de recebimento de luz PIL e PIR tem o arranjo da mesma configuração. Essa configuração será descrita como um exemplo. Entretanto, por exemplo, os dois elementos de recebimento de luz estão incluídos em um arranjo e o número de elementos de recebimento de luz dentro de um arranjo não é particularmente limitado. Ademais, os arranjos de recebimento de luz PIL e PIR podem ser configurados para obter os sinais de luz recebidos de diferentes fases.

#### (2-3. GERADOR DE DADOS DE POSIÇÃO)

[0062] A partir do módulo óptico 120, o gerador de dados de posição 130 adquire dois sinais absolutos, em que cada um inclui o padrão de bit que representa a posição absoluta e os sinais de acréscimo, que incluem os quatro sinais que têm a fase alterada por 90°, em um tempo para medição da posição absoluta do motor M. Então, o gerador de dados de posição 130 calcula a posição absoluta do motor M representada por esses sinais com base nos sinais adquiridos e emite dados de posição que representam a posição absoluta calculada para o controlador CT.

[0063] Um método para gerar os dados de posição com uso do gerador de dados de posição 130 pode usar vários métodos e não é particularmente limitado. No presente documento, o caso de calcular a posição absoluta dos sinais de acréscimo e dos sinais absolutos para gerar os dados de posição será descrito como um exemplo.

[0064] O gerador de dados de posição 130 binariza cada um dos sinais absolutos dos arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 e converte o sinal binarizado em dados de bit que representam a posição absoluta. Então, o gerador de dados de posição 130 especifica a posição absoluta com base em uma relação de correspondência entre os

dados de bit predeterminados e a posição absoluta. Por outro lado, o gerador de dados de posição 130 realiza a subtração dos sinais de acréscimo que têm uma diferença de fase de  $180^\circ$  entre os sinais de acréscimo que têm as quatro fases dos arranjos de recebimento de luz PIL e PIR. Mediante a realização da subtração em quaisquer sinais entre os quais a diferença de fase é  $180^\circ$ , nesse modo, é possível cancelar os erros de fabricação ou erros de medição do efetuador óptico dentro de um afastamento. Os sinais que resultam a partir da subtração, conforme descrito acima, estão referenciados no presente documento como um "Primeiro sinal de acréscimo" e um "segundo sinal de acréscimo". O primeiro sinal de acréscimo e o segundo sinal de acréscimo têm uma diferença de fase de  $90^\circ$  um do outro, em termos de um ângulo elétrico (simplesmente referenciado como "sinal de fase A" e o "sinal de fase B"). Portanto, o gerador de dados de posição 130 especifica uma posição dentro de um afastamento dos dois sinais. Um método de especificação da posição dentro de um afastamento não é particularmente limitado. Por exemplo, quando os sinais de acréscimo, que são sinais periódicos, são sinais sinusoidais, como um exemplo do método especificação acima, existe um método de calcular um ângulo elétrico  $\phi$  realizando-se uma operação de arco tangente no resultado da divisão dos dois sinais sinusoidais de fase A e fase B. Ademais, também existe um método de conversão de dois sinais sinusoidais em ângulos elétricos  $\phi$  com uso de um circuito de rastreio, como um exemplo do método especificação acima. Alternativamente, também existe um método de ângulos elétricos de especificação  $\phi$  traçados para valores de sinais de fase A e fase B em uma tabela preparada de antemão, como um exemplo do método de especificação acima. Nessa vez, o gerador de dados de posição 130 realiza preferencialmente a conversão digital análoga nos dois sinais sinusoidais de fase A e fase B para cada sinal de detecção.

[0065] O gerador de dados de posição 130 sobrepõe a posição absoluta especificada com base no sinal absoluto e a posição dentro de um afastamento especificado pelo sinal de acréscimo. Sendo assim, é possível calcular uma posição absoluta que tem uma resolução maior do que a posição absoluta com base no sinal absoluto. O gerador de dados de posição 130 multiplica a posição absoluta calculada nesse modo para aprimorar adicionalmente uma resolução e, então, emite a posição absoluta ao controlador CT como os dados de posição que representam uma posição absoluta altamente exata.

(2-4. RELAÇÃO ENTRE A LARGURA DE FONTE DE LUZ E A LARGURA DE ELEMENTO DE RECEBIMENTO DE LUZ)

[0066] Na presente modalidade, uma largura  $\phi$  de uma superfície de emissão da fonte de luz 121 na direção de medição (doravante referenciado simplesmente como uma "largura de fonte de luz  $\phi$ ") e uma largura  $x$  de cada elemento de recebimento de luz dos arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 na direção de medição (doravante referenciado simplesmente como uma "largura de elemento de recebimento de luz  $x$ ") são configurados para ter uma relação predeterminada e detalhes dos mesmos serão descrito.

[0067] A FIGURA 6 é uma vista que ilustra uma relação entre uma largura de fonte de luz  $\phi$ , uma largura mínima  $y$  de cada efetuador óptico dos trilhos SA1 e SA2 na direção de medição (doravante referenciada para simplificar como uma "largura de efetuador óptico  $y$ "), uma largura de elemento de recebimento de luz  $x$  e uma quantidade de luz sobre uma superfície de recebimento de luz. Na FIGURA 6, para conveniência de descrição, a luz refletida pelos efetuadores ópticos é mostrada em um modo transmitido. Além disso, cada efetuador óptico dos trilhos SA1 e SA2 é atualmente configurado para estar presente ou não em cada largura mínima  $y$  (igual ao afastamento P do trilho SI), e é, sendo assim, formado para ser um padrão de bit predeterminado

na direção de medição. No presente documento, para conveniência de descrição, as larguras de efetuador óptico y são mostradas em um modo em que as mesmas são adjacentes umas as outras em um intervalo y.

[0068] A fonte de luz 121 se torna tipicamente uma fonte de luz que tem uma área de emissão finita em vez de uma fonte de luz pontual ideal completa. Por essa razão, conforme ilustrado na FIGURA 6, uma quantidade de luz recebida na superfície de recebimento de luz da luz que é emitida a partir da fonte de luz 121 e é refletida pelos trilhos SA1 e SA2 do disco 110 é reduzida em partes limitadoras (extremidades opostas da direção de medição) e tem a distribuição trapezoidal em relação a todos os efetuadores ópticos. No presente documento, uma área que tem uma quantidade máxima de luz na superfície de recebimento de luz é definida como uma área de luz LA e uma área que é posicionada de modo correspondente a uma área entre os efetuadores ópticos e a qual a luz refletida pelos trilhos SA1 e SA2 não alcançada é definida como uma área escura DA. As larguras das áreas escuras e de luz LA e DA na direção de medição C são definidas como WLA e WDA, respectivamente.

[0069] A largura WLA da área de luz LA pode ser expressa conforme a seguir. Conforme ilustrado na FIGURA 6, um triângulo acd (doravante descrito simplesmente como " $\Delta$ acd," e igualmente aplicado a outros triângulos) e  $\Delta$ afh são similares um ao outro. Sendo assim,  $y : fh = u : u + v$ , e  $fh = \{y \times (u + v)\}/u$ . Por outro lado,  $\Delta$ dba e  $\Delta$ dgh são similares um ao outro. Sendo assim,  $\phi : gh = u : v$ , e  $gh = (\phi \times v)/u$ . Consequentemente,  $WLA = fh - gh = \{y \times (u + v)\}/u - (\phi \times v)/u = \{y \times (u + v) - \phi \times v\}/u$ . No presente documento, u é um intervalo entre a superfície de emissão da fonte de luz 121 e a superfície refletiva (superfície do disco 110) do trilho SA1 ou SA2 e v é um intervalo entre a superfície refletiva do trilho SA1 ou SA2 e a superfície de recebimento de luz

do arranjo de recebimento de luz PA1 ou PA2.

[0070] Entretanto, a largura WDA da área escura DA pode ser expressa conforme a seguir. Conforme ilustrado na FIGURA 6,  $\Delta bdi$  e  $\Delta bgj$  são similares uma a outra. Sendo assim,  $y : gj = u : u + v$ , e  $gj = \{y \times (u + v)\}/u$ . Por outro lado, conforme descrito acima,  $\Delta dba$  e  $\Delta dgh$  são similares uma a outra e sendo assim  $gh = (\phi \times v)/u$ . Consequentemente,  $WDA = gj - gh = \{y \times (u + v)\}/u - (\phi \times v)/u = \{y \times (u + v) - \phi \times v\}/u$ . Ou seja, a largura WLA da área de luz LA é igual à largura WDA da área escura DA.

[0071] No presente documento, na presente modalidade, os elementos de recebimento de luz do arranjo de recebimento de luz PA1 ou PA2 abrangem a área escura DA, e, então, a largura de elemento de recebimento de luz x está dentro da largura WDA da área escura DA. Por outro lado, o codificador 100 inclui meios para se relacionar aos elementos de recebimento de luz dentro da área escura DA. Para ser concreto, a largura de fonte de luz  $\phi$  e a largura de elemento de recebimento de luz x pode ser configurada de modo que os elementos de recebimento de luz do arranjo de recebimento de luz PA1 ou PA2 abranjam a área escura DA. Ou seja, quando  $u \neq v$ , a largura de fonte de luz  $\phi$  e a largura de elemento de recebimento de luz x pode ser configurada para satisfazer uma expressão relacional de  $x \leq \{y \times (u + v) - \phi \times v\}/u$ . Se essa expressão estiver disposta para a largura de fonte de luz  $\phi$ , então,  $\phi \leq \{y \times (u + v) - u \times x\}/v$ . O afastamento P1 de cada elemento de recebimento de luz tem uma distância em que os afastamentos 2y dos efetuadores ópticos são ampliados pela porcentagem de magnificação  $\epsilon$  ( $\epsilon = (u + v)/u$  no exemplo ilustrado na FIGURA 6). Sendo assim, como o trilho SA1 e SA2 se move, o elemento de recebimento de luz pode ser adaptado para incluir tanto da área de luz LA quanto da área escura DA. Como um resultado, a emissão do sinal de detecção pode ser maximizada na área de luz LA, e pode ser minimi-

zada na área escura DA. Como tal, é possível aumentar uma amplitude do sinal de detecção para aprimorar a precisão de detecção.

[0072] Na presente modalidade, conforme ilustrado na FIGURA 2, o comprimento de espaçamento entre o módulo óptico 120 e o disco 110 é G e a quantidade de protuberância da fonte de luz 121 a partir do substrato BA é  $\Delta d$ , e, então,  $u = G - \Delta d$ , e  $v = G$ . Em contraste, se  $\Delta d$  é pequeno o bastante para ser desprezado, então  $u = v (= G)$ . A expressão relacional acima pode se tornar  $x \leq 2 \times y - \phi$  ou  $\phi \leq 2 \times y - x$ . Além disso, nesse caso, quando a largura de elemento de recebimento de luz x e a largura de efetuador óptico y são iguais umas as outras, a expressão relacional acima se torna  $y \geq \phi$  ou  $\phi \leq y$ .

<3. OS EXEMPLOS DE EFEITOS PRODUZIDOS PELA PRESENTE MODALIDADE>

[0073] Na presente modalidade, conforme descrito acima, uma vez que a largura de fonte de luz  $\phi$  e a largura de elemento de recebimento de luz x são configuradas de modo que os elementos de recebimento de luz do arranjo de recebimento de luz PA1 ou PA2 abranjam a área escura DA, é possível aumentar a amplitude do sinal de detecção do arranjo de recebimento de luz PA1 ou PA2 aprimorar a precisão de detecção.

[0074] Um exemplo de um efeito de aprimoramento da precisão de detecção será descrito com uso da FIGURA 7. A FIGURA 7 é uma vista que ilustra uma relação entre uma largura de fonte de luz  $\phi$ , uma largura de efetuador óptico y, uma quantidade de luz na superfície de recebimento de luz e uma amplitude do sinal de detecção. No presente documento, para conveniência de descrição, o caso no qual u e v são iguais uns aos outros, e a largura de elemento de recebimento de luz x e a largura de efetuador óptico y são iguais umas as outras, será descrito.

[0075] Como na relação ilustrada no lado esquerdo da FIGURA 7,

quando a largura de fonte de luz  $\phi$  não é menor do que duas vezes a largura de efetuador óptico  $y$ , a distribuição da quantidade de luz na superfície de recebimento de luz do arranjo de recebimento de luz PA1 ou PA2 tem um formato triangular. Quando a largura de fonte de luz  $\phi$  é menor do que duas vezes a largura de efetuador óptico  $y$ , a distribuição da quantidade de luz tem um formato trapezoidal. Conforme a largura de fonte de luz  $\phi$  diminui, uma largura (que corresponde à área de luz LA acima) de uma região achatada da distribuição da quantidade de luz trapezoidal é aumentada e as larguras de regiões oblíquas localizadas nos lados opostos da região achatada são reduzidas. Como na relação ilustrada no meio da FIGURA 7, quando a largura de fonte de luz  $\phi$  é igual à largura de efetuador óptico  $y$ , as larguras da região achatada e das duas regiões oblíquas da distribuição da quantidade de luz, cada uma, se torna o  $y$ . Como na relação ilustrada no lado direito da FIGURA 7, quando a largura de fonte de luz  $\phi$  é adicionalmente reduzida, a largura da região achatada da distribuição da quantidade de luz é adicionalmente aumentada e as larguras das regiões oblíquas são adicionalmente reduzidas.

[0076] No presente documento, a amplitude do sinal de detecção em que cada elemento de recebimento de luz emitido se torna um valor obtido integrando-se a distribuição da quantidade de luz sobre um intervalo de que corresponde a uma área na qual o elemento de recebimento de luz está localizado. Ou seja, se um valor máximo da distribuição da quantidade de luz (uma altura de um ponto mais alto da distribuição da quantidade de luz) for definido como  $L_{max}$ , um valor máximo da amplitude do sinal de detecção é expresso pelo produto de  $L_{max}$  e a largura de elemento de recebimento de luz  $x$ . Portanto, quando a largura de elemento de recebimento de luz  $x$  é  $y$ , e quando a largura da região achatada da distribuição da quantidade de luz não é menor do que  $y$ , a região achatada não é menor do que o intervalo in-

tegral, e, então, a amplitude do sinal de detecção alcança o valor máximo expressado por  $L_{max} \times x$ . Entretanto, quando a largura da região achatada é menor do que  $x$ , a região achatada é menor do que o intervalo integral, e, então, a amplitude do sinal de detecção não alcança o valor máximo. Quando a amplitude do sinal de detecção não alcança o valor máximo e quando a amplitude é comparada com um limiar e um sinal de posição absoluto é gerado por binarização, a binarização exata não pode ocorrer, por exemplo, quando uma alteração no limiar ou uma alteração na distribuição da quantidade de luz ocorre, e, então, uma diminuição na precisão de detecção pode ser causada.

[0077] Na presente modalidade, a largura de fonte de luz  $\phi$  e a largura de elemento de recebimento de luz  $x$  são configuradas para satisfazer a expressão relacional anteriormente mencionada. Nesse exemplo, a expressão relacional se torna  $\phi \leq y$ . Ou seja, uma vez que a largura de fonte de luz  $\phi$  não é mais do que a largura de efetuador óptico  $y$ , a largura da região achatada da distribuição da quantidade de luz pode não ser menor do que  $y$  como na relação ilustrada no lado direito e do meio da FIGURA 7 Sendo assim, uma vez que a amplitude do sinal de detecção pode alcançar o valor máximo expressado por  $L_{max} \times x$ , a precisão de detecção pode ser aprimorada.

[0078] Conforme ilustrado na FIGURA 7, quando a largura de fonte de luz  $\phi$  é igual à largura de efetuador óptico  $y$ , as larguras da região achatada e das duas regiões oblíquas da distribuição da quantidade de luz, cada uma, se torna  $y$ . Como a largura da fonte de luz  $\phi$  diminui, uma proporção da região achatada na distribuição da quantidade de luz é aumentada e uma forma de onda do sinal de detecção se aproxima a uma forma retangular. No lado direito da FIGURA 7, como um exemplo do caso em que a largura de fonte de luz  $\phi$  é menor do que a largura de efetuador óptico  $y$ , o caso no qual a largura de fonte de luz  $\phi$  é igual à metade da largura de efetuador óptico  $y$  é ilustrado.

Nesse caso, a largura da região achatada da distribuição da quantidade de luz se torna  $3/2 \times y$  e as larguras das duas regiões oblíquos, cada uma, se torna  $y/2$ . Nesse modo, a forma de onda do sinal de detecção se aproxima à forma retangular. Sendo assim, quando a amplitude é comparada ao limiar e o sinal de posição absoluto é gerado por binarização, uma faixa de flutuação da posição de detecção pode ser reduzida, por exemplo, quando a alteração no limiar ou a alteração na distribuição da quantidade de luz ocorre. Consequentemente, a precisão de detecção pode ser adicionalmente aprimorada.

#### (4. MODIFICAÇÃO)

[0079] Uma modalidade da presente invenção foi descrita com referência aos desenhos em anexo. Entretanto, o escopo da ideia técnica descrito nas reivindicações não é limitado à modalidade descrita no presente documento. Será evidente àqueles versados na técnica relacionada à presente modalidade que várias modificações ou alterações ou uma combinação das mesmas podem ser idealizadas e implantadas dentro do escopo da ideia técnica. Consequentemente, as técnicas após essas modificações ou alterações ou também a combinação das mesmas, certamente, abrange o escopo da ideia técnica.

#### (4-1. O ARRANJO NÃO DIVIDIDO DO ARRANJO DE RECEBIMENTO DE LUZ INCREMENTAL)

[0080] Na modalidade acima, o caso no qual o arranjo de recebimento de luz PI corresponde ao padrão incremental é dividido e disposto através da fonte de luz 121 entre os arranjos de recebimento de luz divididos na direção de medição que foi descrita. Entretanto, conforme ilustrado, por exemplo, na FIGURA 8, o arranjo de recebimento de luz PI pode estar disposto como um arranjo de recebimento de luz sem ser dividido. Nesse exemplo, o arranjo de recebimento de luz PI está disposto no lado (lado de circunferência externa) oposto ao eixo geométrico central em relação à fonte de luz 121. O arranjo de rece-

bimento de luz PI é configurado para receber a luz refletida por um trilho SI que tem um padrão incremental de um afastamento P. Os arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 são os mesmos da modalidade acima. Nesse caso, embora não ilustrado, os três trilhos estão dispostos no disco 110 de dentro para fora de uma direção de largura R na ordem de SA1, SA2, e SI.

[0081] Com essa configuração, em adição aos mesmos efeitos como na modalidade acima, a robustez contra a excentricidade do disco 110 pode ser aumentada. Ou seja, um erro de detecção causado pela excentricidade do disco 110, em geral, tende a depender de um raio do trilho. O menor dentre os raios do trilho tem o maior erro. O maior dentre os raios do trilho tem o menor erro. Consequentemente, quando a robustez contra a excentricidade de um sinal de acréscimo é aumentada, o arranjo de recebimento de luz PI pode ser configurado para estar disposto no lado oposto ao eixo geométrico central em relação à fonte de luz 121 como na modificação. Sendo assim, o trilho SI está disposto no disco 110 no lado de circunferência externa e o raio do trilho SI pode ser aumentado. Como um resultado, o erro de detecção causado pela excentricidade do arranjo de recebimento de luz PI que emite o sinal de acréscimo pode ser reduzido e a robustez contra a excentricidade pode ser aumentada. Além disso, o trilho SI pode ser assegurado em um grande afastamento.

[0082] Na modificação anteriormente mencionada, o caso no qual o arranjo de recebimento de luz PI é disposto no lado oposto ao eixo geométrico central em relação à fonte de luz 121 foi descrito como um exemplo. Entretanto, o arranjo de recebimento de luz PI pode estar disposto no lado de eixo geométrico central (lado de circunferência interna) em relação à fonte de luz 121. Além disso, o arranjo de recebimento de luz PI pode estar disposto entre os arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2. Entretanto, para obter o efeito de aumento da ro-

bustez contra a excentricidade, anteriormente mencionada, se prefere empregar a configuração da modificação acima.

(4-2. O ARRANJO DE SOMENTE UM ARRANJO DE RECEBIMENTO DE LUZ ABSOLUTO)

[0083] Na modalidade acima, o codificador 100 é configurado para ter os dois trilhos SA1 e SA2 que têm o modelo absoluto e para ter os dois arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 adaptados para receber a luz refletida por esses trilhos SA1 e SA2, mas não é limitado a partir dos mesmos. Por exemplo, conforme ilustrado na FIGURA 9, o módulo óptico 120 pode ser configurado para ter somente um arranjo de recebimento de luz PA correspondente ao modelo absoluto. Nesse exemplo, o arranjo de recebimento de luz PA está disposto no lado de eixo geométrico central (lado de circunferência interna) em relação à fonte de luz 121, mas o mesmo pode estar disposto no lado (lado de circunferência externa) oposto ao eixo geométrico central em relação à fonte de luz 121. O arranjo de recebimento de luz PA tem a mesma configuração como a do arranjo de recebimento de luz PA1 ilustrado na FIGURA 5. Nesse caso, embora não ilustrado, os dois trilhos estão dispostos no disco 110 de dentro para fora da direção de largura R na ordem de SA e SI. O trilho SA tem a mesma configuração como a do trilho SA2 ilustrado na FIGURA 4.

[0084] Com essa configuração, em adição aos mesmos efeitos como na modalidade acima, o número de arranjos de recebimento de luz pode ser reduzido, e, então, o módulo óptico 120 pode ser feito menor. Entretanto, conforme descrito acima, para evitar que a precisão de detecção da posição absoluta seja reduzida na área de alteração do padrão de bit, os arranjos de recebimento de luz que correspondem ao modelo absoluto são preferencialmente configurados para estarem dispostos como a modalidade acima.

(4-3. O ARRANJO NÃO DIVIDIDO DE ARRANJO E ARRANJO DE

RECEBIMENTO DE LUZ INCREMENTAL DE SOMENTE UM ARRANJO DE RECEBIMENTO DE LUZ ABSOLUTO)

[0085] Na modalidade acima, o caso no qual o arranjo de recebimento de luz PI que corresponde ao padrão incremental é dividido e disposto e os dois arranjos de recebimento de luz absolutos PA1 e PA2 são fornecidos, foram descritos, mas os mesmos não são limitados a partir do mesmo. Por exemplo, conforme ilustrado na FIGURA 10, o arranjo de recebimento de luz PI pode ser configurado para estar disposto como um arranjo de recebimento de luz sem ser dividido, e somente um arranjo de recebimento de luz PA que corresponde ao modelo absoluto pode ser configurado para ser fornecido. Nesse exemplo, o arranjo de recebimento de luz PI está disposto no lado (lado de circunferência externa) oposto ao eixo geométrico central em relação à fonte de luz 121 e o arranjo de recebimento de luz PA está disposto no lado de eixo geométrico central (lado de circunferência interna) em relação à fonte de luz 121. Nesse caso, embora não ilustrado, os dois trilhos estão dispostos no disco 110 de dentro para fora da direção de largura R na ordem de SA e SI.

[0086] Com essa configuração, em adição aos mesmos efeitos como na modalidade acima, os mesmos efeitos como nas modificações acima 4 a 1 e 4 a 2 são obtidos. Na modificação acima, o caso em que o arranjo de recebimento de luz PI está disposto no lado de circunferência externa da fonte de luz 121 e o arranjo de recebimento de luz PA está disposto no lado de circunferência interna da fonte de luz 121 foi descrito. Entretanto, os arranjos de recebimento de luz PI podem estar dispostos no lado de circunferência interna da fonte de luz 121 e os arranjos de recebimento de luz PA podem estar dispostos no lado de circunferência externa da fonte de luz 121. Entretanto, para obter o efeito de aumento da robustez contra a excentricidade, anteriormente mencionada, se prefere empregar a configuração da modifi-

cação acima.

#### (4-4. CODIFICADOR TRANSMISSIVO)

[0087] Na descrição acima, o caso em que o codificador é o então denominado como codificador refletivo no qual a fonte de luz e os arranjos de recebimento de luz estão dispostos no mesmo lado, como os trilhos do disco 110, foram descritos como um exemplo, mas não são limitados ao mesmo. Ou seja, o codificador pode ser um então denominado codificador transmissivo no qual a fonte de luz e os arranjos de recebimento de luz estão dispostos através do disco 110 no lado oposto. Nesse caso, o disco 110 pode ser formado de modo que cada efetuador óptico dos trilhos SA1, SA2 e as funções SI como uma fenda transmissiva ou a parte diferente dos efetuadores ópticos sejam usados como uma superfície áspera por pulverização catódica ou são revestidos com um material que tem baixa transmitância. Na presente modificação, a fonte de luz 121 e os arranjos de recebimento de luz PA1, PA2, PIL e PIR são dispostos a estarem opostos um ao outro com o disco 110 ensanduichado entre os mesmos. Entretanto, um módulo óptico 120 na presente modificação inclui a fonte de luz e os arranjos de recebimento de luz formados como elementos separados nesse modo. Mesmo no caso do uso de tal codificador transmissivo, os mesmos efeitos são obtidos conforme na modalidade acima.

#### (4-5. OUTROS)

[0088] Além disso, na modalidade acima, o caso em que cada um dos arranjos de recebimento de luz PA1 e PA2 têm os nove elementos de recebimento de luz e o sinal absoluto representa a posição absoluta de 9 bits que foi descrita. Entretanto, o número de elementos de recebimento de luz não podem ser nove e o número de bits do sinal absoluto também não é limitado a nove. Além disso, o número de elementos de recebimento de luz dos arranjos de recebimento de luz PIL e PIR não é limitado a, particularmente, o número da modalidade acima.

[0089] Além disso, na modalidade acima, o caso no qual o codificador 100 está diretamente conectado ao motor M foi descrito. Entretanto, o codificador pode estar conectado ao motor através de outro mecanismo como um redutor de velocidade ou um conversor de direção giratório.

[0090] Deve ser entendido por aqueles versados na técnica que várias modificações, combinações, subcombinações e alterações podem ocorrer dependendo dos requisitos de projeto e outros fatores na medida em que os mesmos estão dentro do escopo das reivindicações em anexo ou dos equivalentes do mesmo.

## REIVINDICAÇÕES

1. Codificador, caracterizado pelo fato de que compreende: um trilho que tem efetuadores ópticos que estão dispostos para ter um modelo absoluto ao longo de uma direção de medição e configurado para refletir ou transmitir luz;

uma fonte de luz pontual configurada para emitir a luz de difusão para o trilho; e

um arranjo de recebimento de luz que tem elementos de recebimento de luz dispostos ao longo da direção de medição e configurado para receber a luz refletida ou transmitida no trilho, sendo que os elementos de recebimento de luz se situam em uma área que é posicionada correspondente a uma área entre os efetuadores ópticos e na qual a luz refletida ou transmitida no trilho não chega.

2. Codificador, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

uma largura de uma superfície de emissão da fonte de luz pontual na direção de medição e uma largura dos elementos de recebimento de luz na direção de medição são configuradas, de modo que os elementos de recebimento de luz abrangem a área que é posicionada de modo correspondente à área entre os efetuadores ópticos e na qual a luz refletida ou transmitida no trilho não chega.

3. Codificador, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que

quando a largura da superfície de emissão na direção de medição é  $\phi$ , uma largura mínima dos efetuadores ópticos na direção de medição é  $y$ , a largura dos elementos de recebimento de luz na direção de medição é  $x$ , uma distância da superfície de emissão para os efetuadores ópticos é  $u$  e uma distância dos efetuadores ópticos para os elementos de recebimento de luz é  $v$ , a relação seguinte é satisfeita.

$$\phi \leq \{y \times (u + v) - u \times x\}/v$$

4. Codificador, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que

quando a largura da superfície de emissão na direção de medição é  $\phi$ , uma largura mínima dos efetuadores ópticos na direção de medição é  $y$ , a largura dos elementos de recebimento de luz na direção de medição é  $x$  e uma distância da superfície de emissão para os efetuadores ópticos é igual a uma distância dos efetuadores ópticos para os elementos de recebimento de luz, a relação seguinte é satisfeita.

$$\phi \leq 2 \times y - x$$

5. Motor com um codificador, caracterizado pelo fato de que comprehende:

um motor linear no qual um elemento móvel se move em relação a um estator ou um motor giratório no qual um rotor se move em relação a um estator; e

o codificador, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 4, configurado para detectar pelo menos uma dentre uma posição e uma velocidade do elemento móvel ou do rotor.

6. Sistema servo, caracterizado pelo fato de que comprehende:

um motor linear no qual um elemento móvel se move em relação a um estator ou um motor giratório no qual um rotor se move em relação a um estator;

um codificador, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 4, configurado para detectar pelo menos uma dentre uma posição e uma velocidade do elemento móvel ou do rotor; e

[0001] um controlador configurado para controlar o motor linear ou o motor giratório com base em um resultado detectado pelo codificador.

FIG. 1

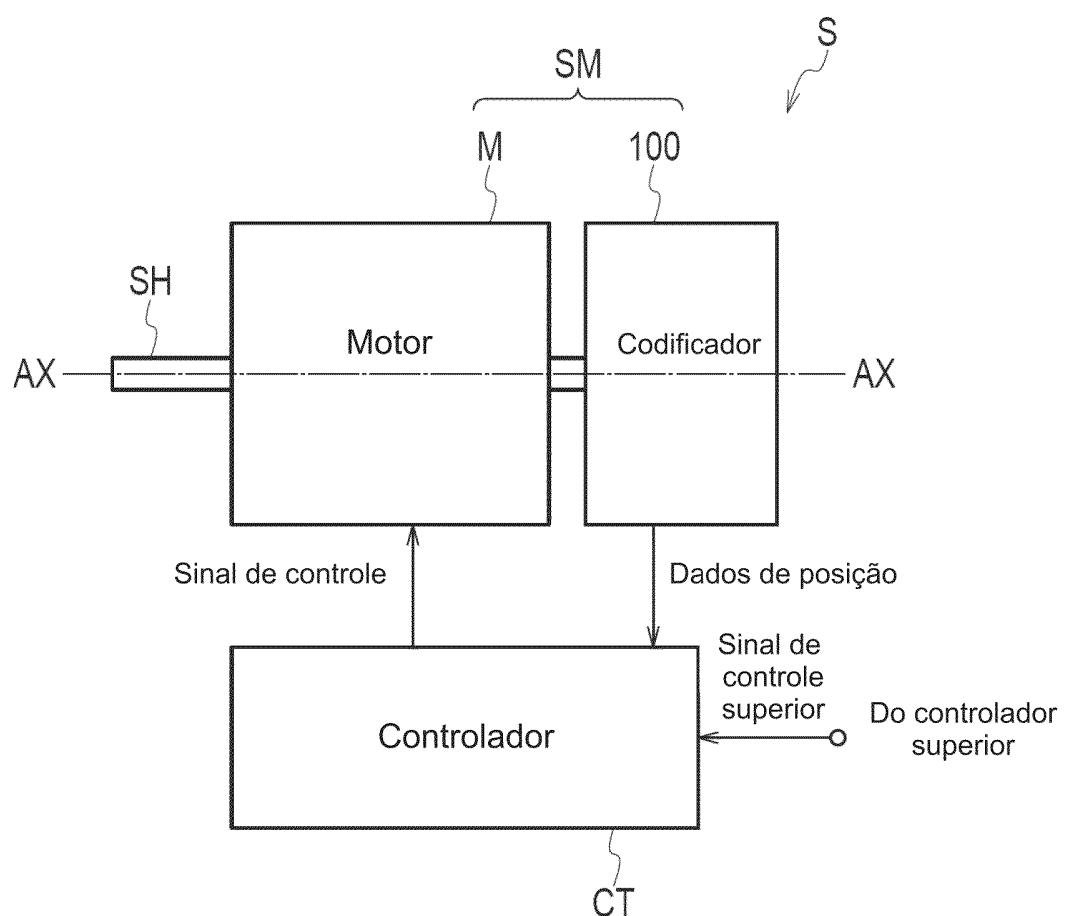


FIG. 2

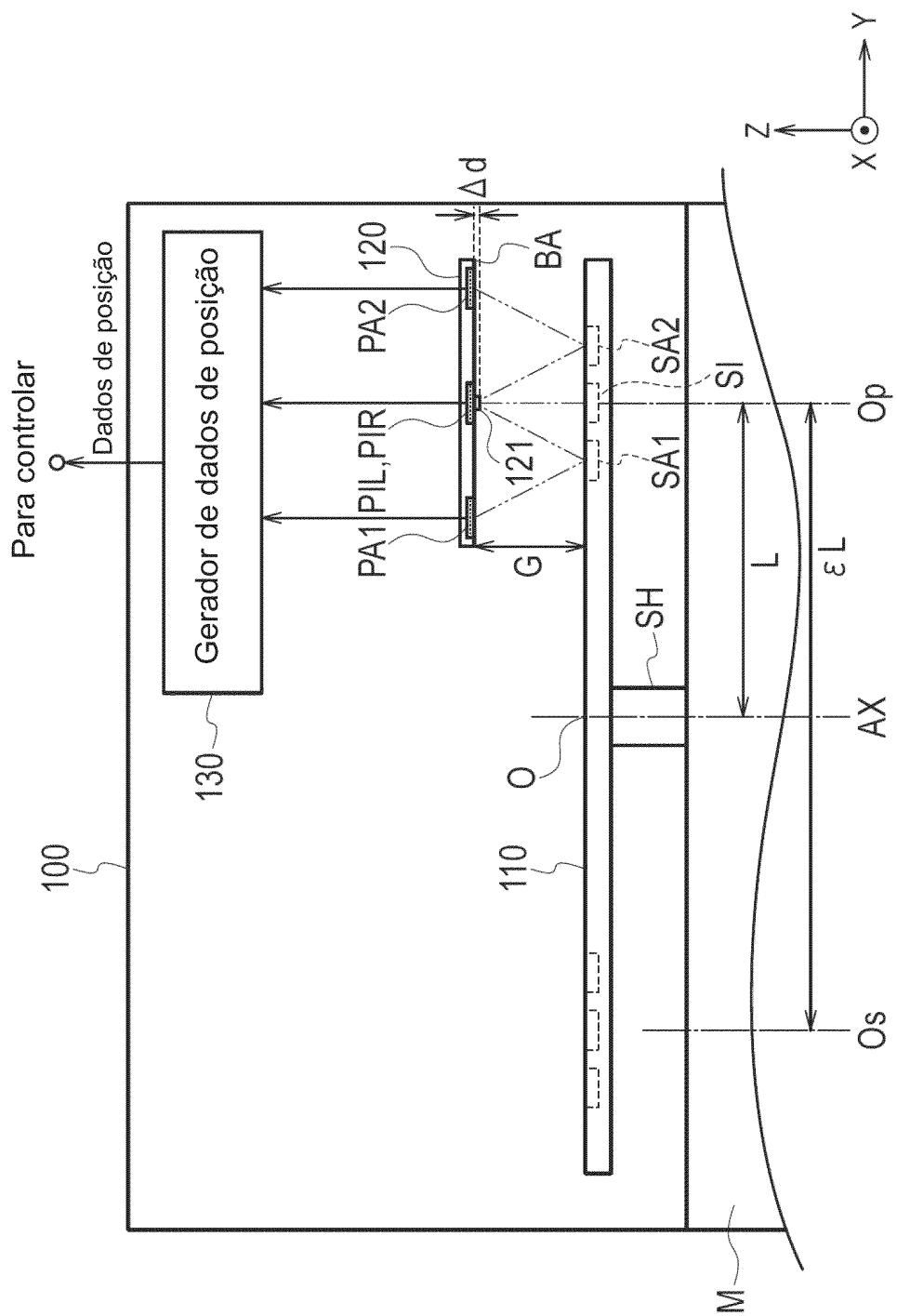


FIG. 3

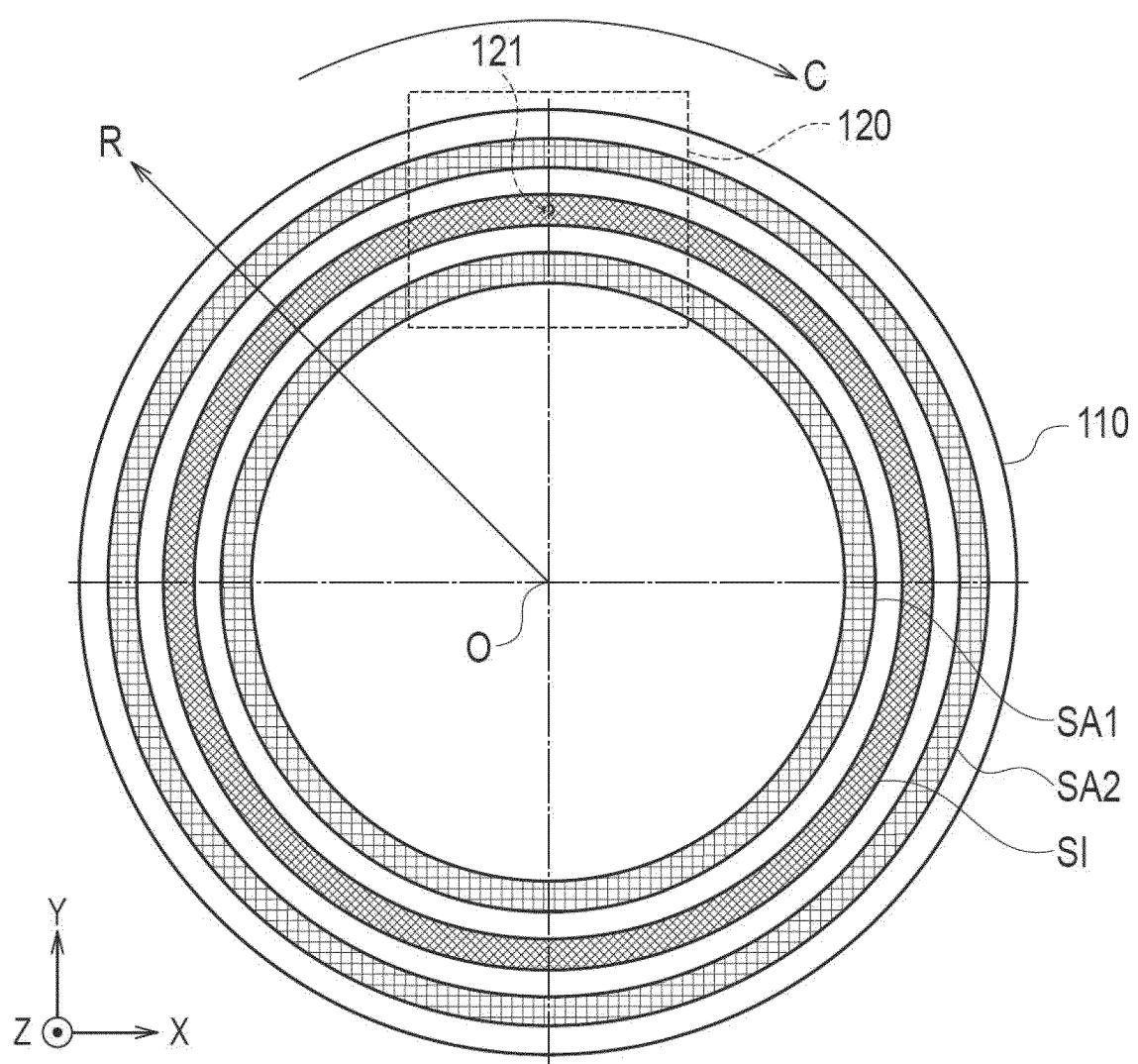


FIG. 4

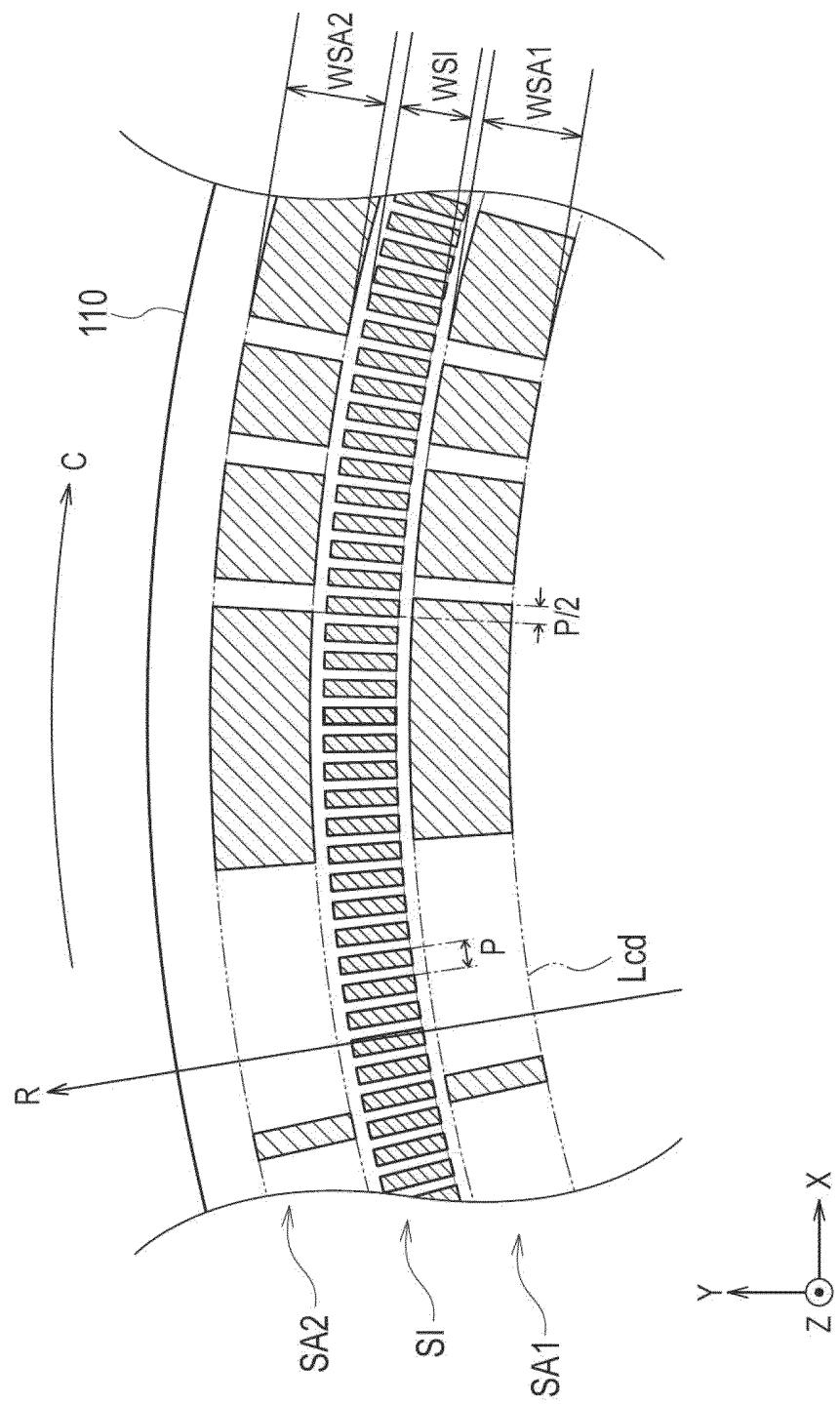


FIG. 5

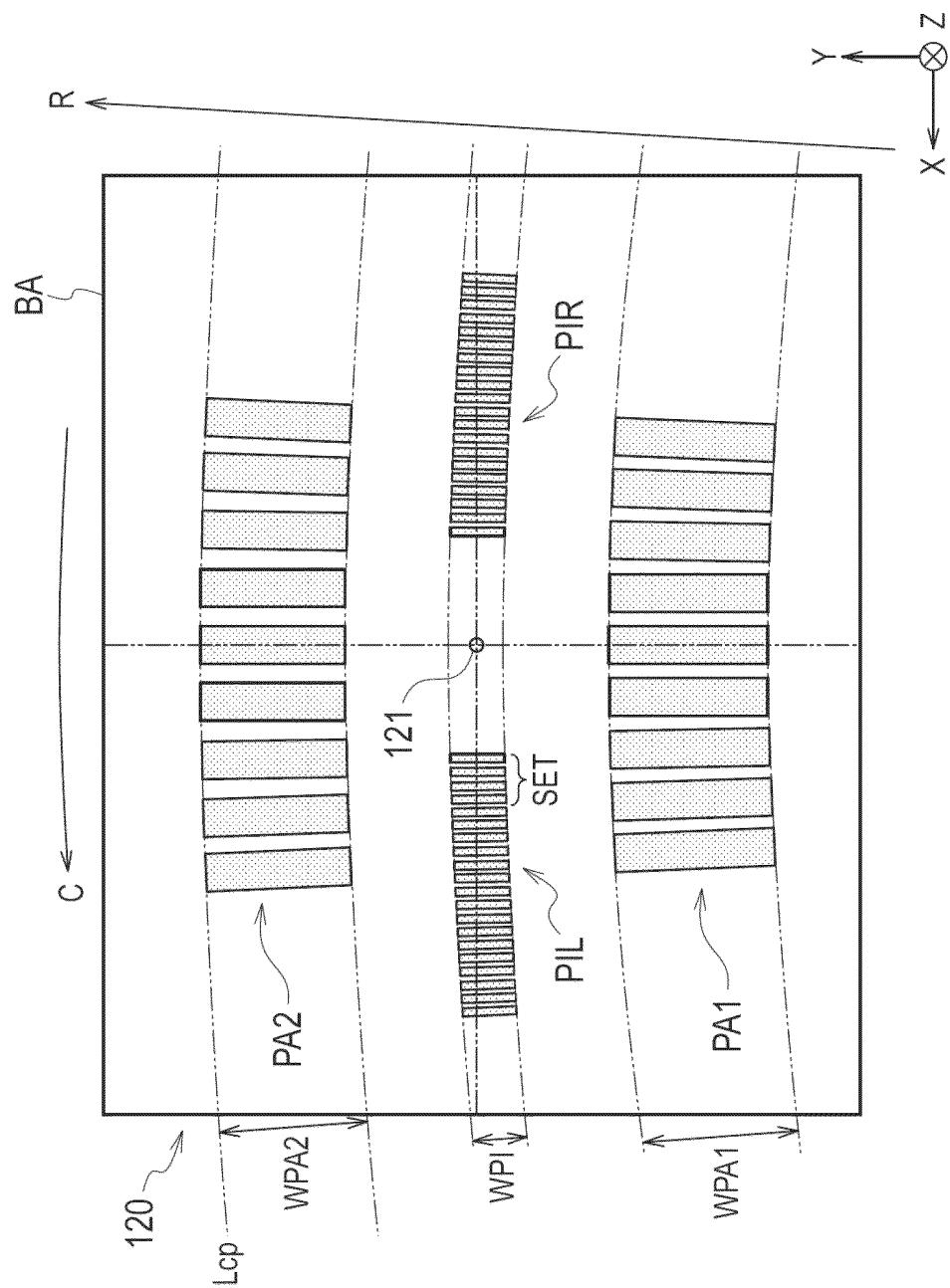
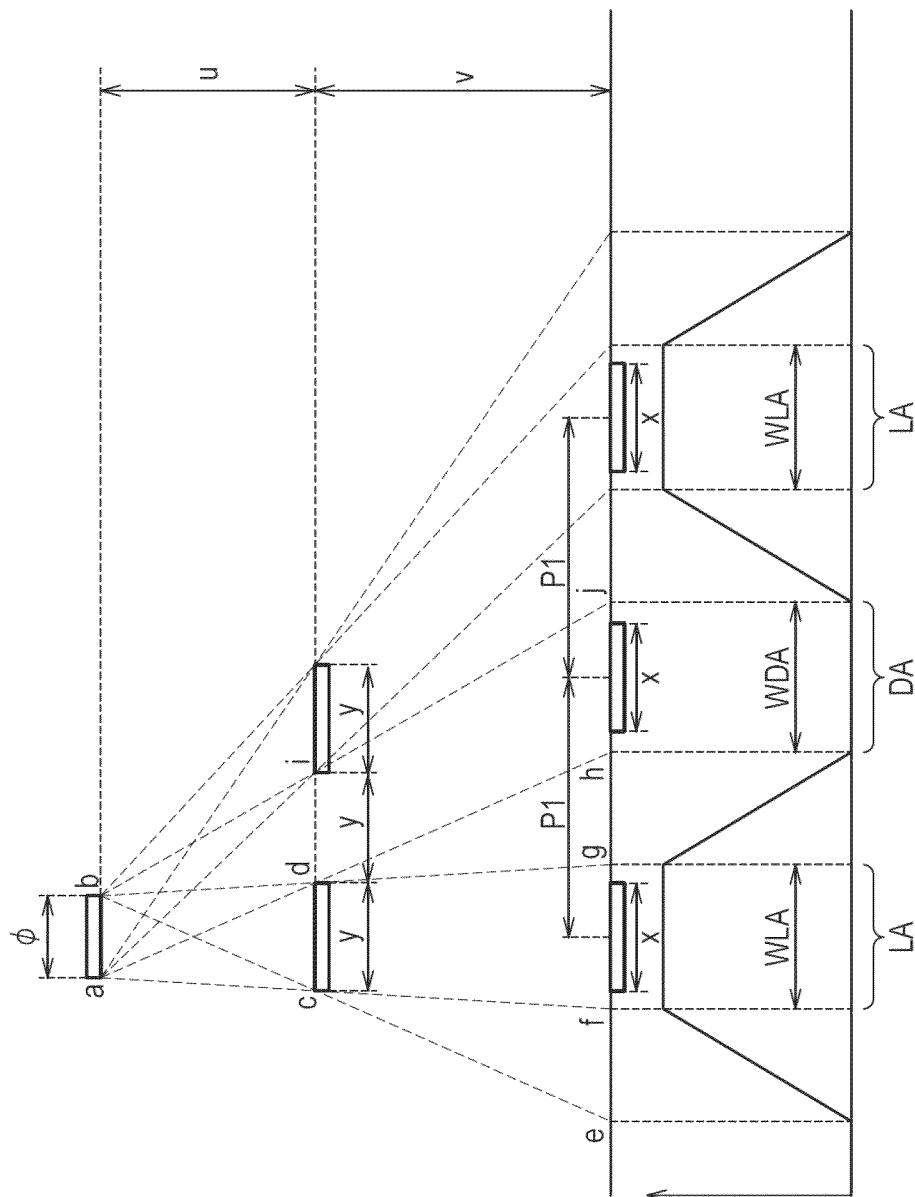


FIG. 6



Fonte de luz 121

Trilhos  
SA1 e SA2Superfícies de recebimento  
de luz dos arranjos de rece-  
bimento de luz PA1 e PA2Quantidade de luz de  
superfície de recebimento de luz

FIG. 7

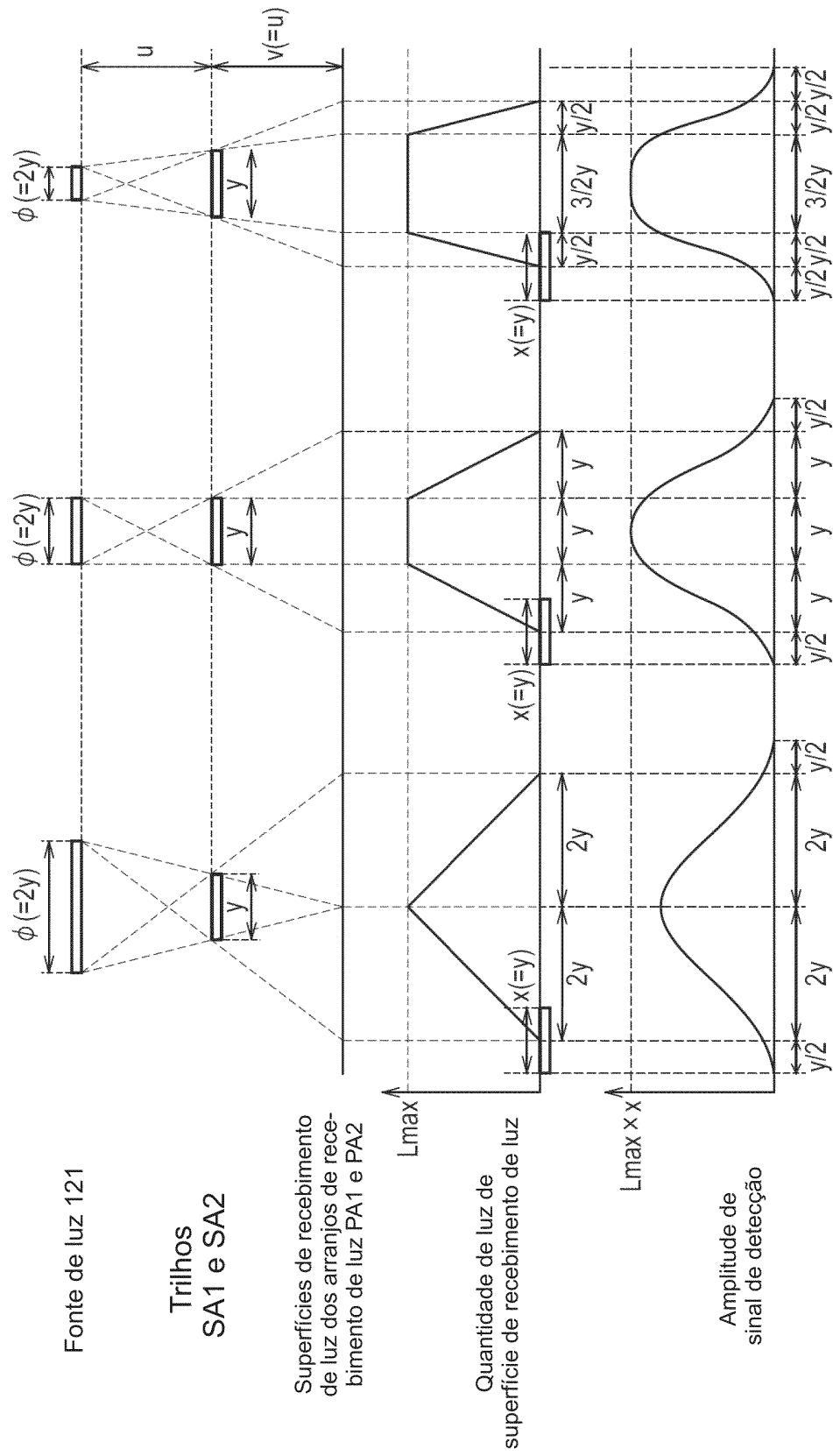


FIG. 8

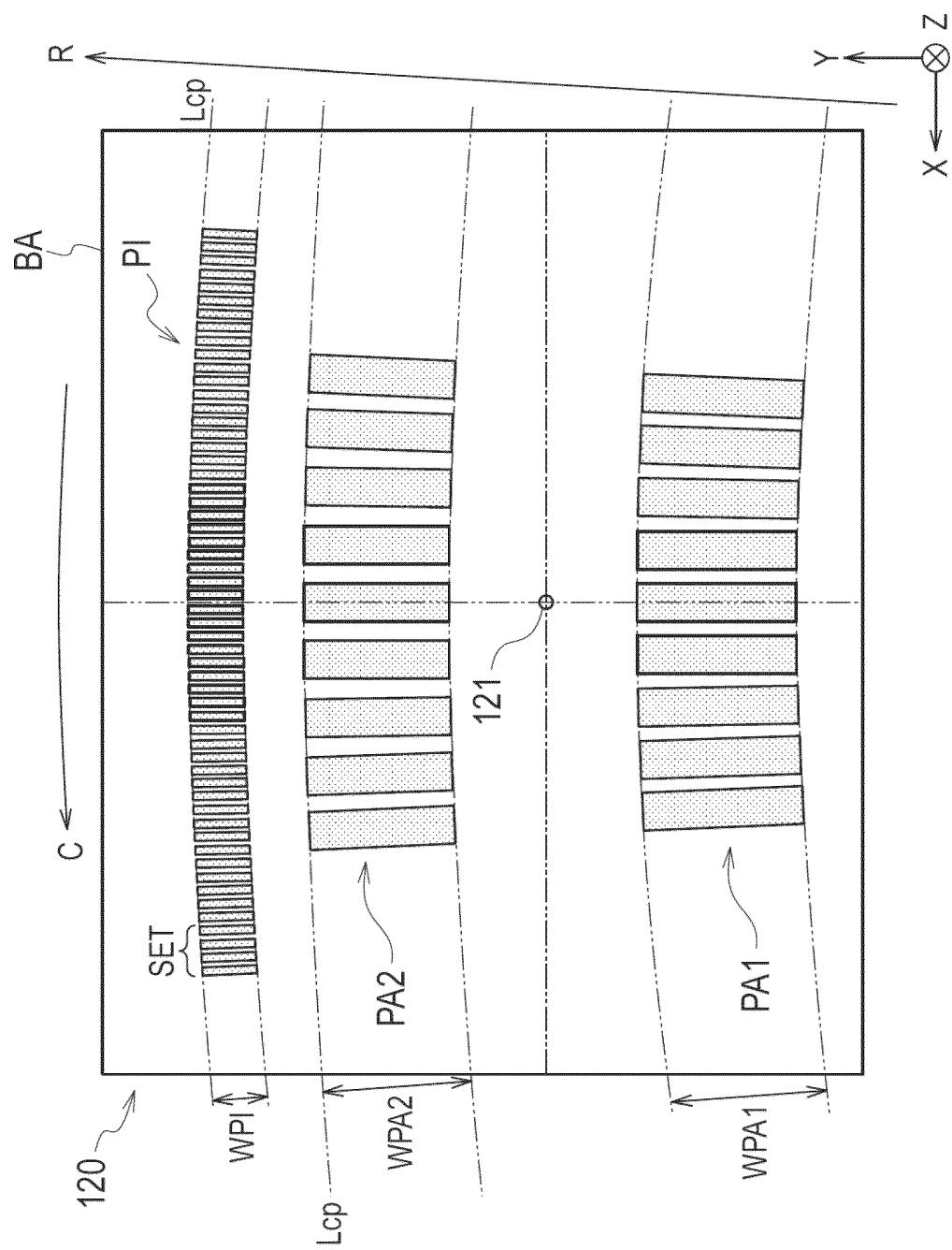
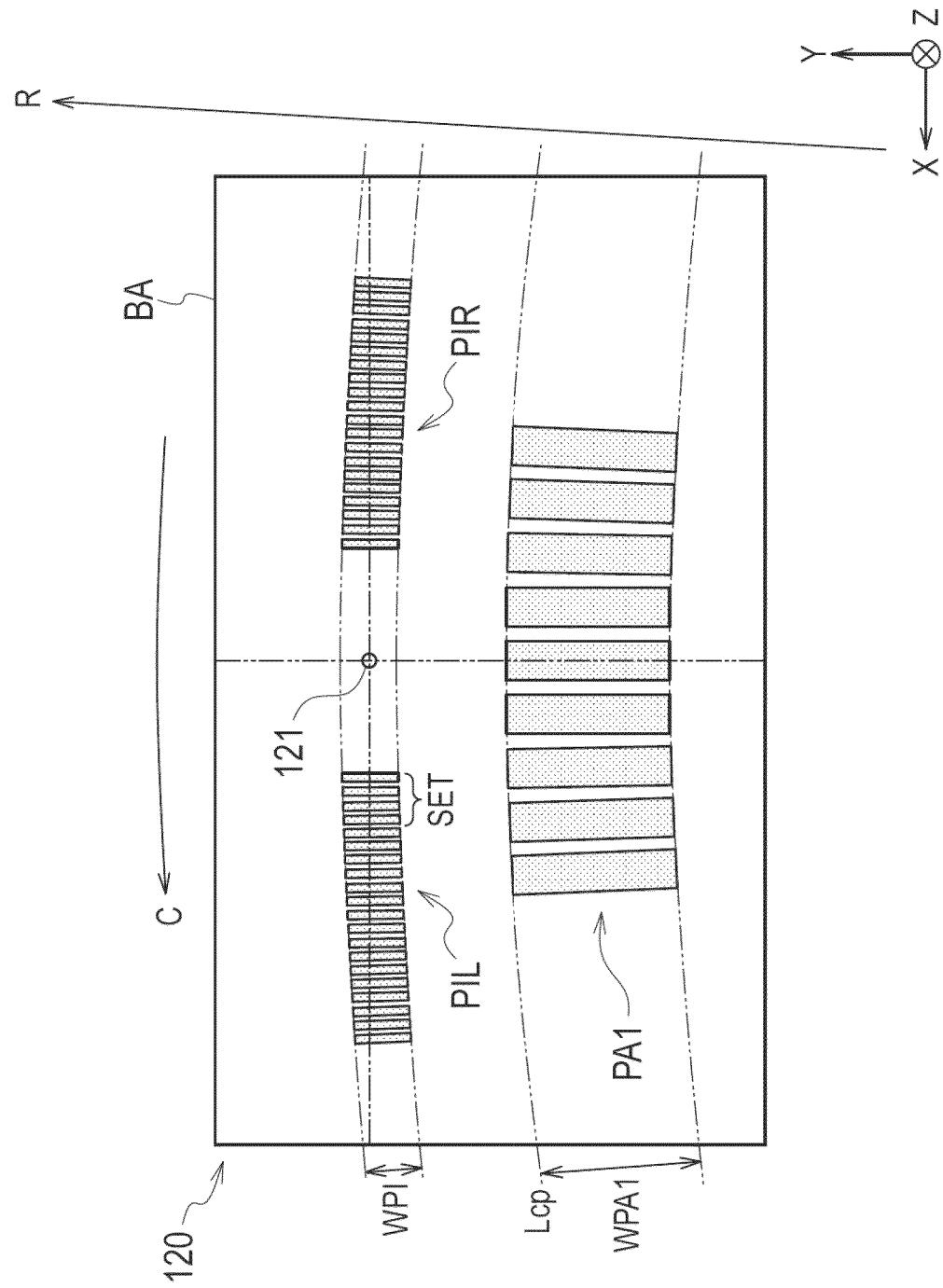
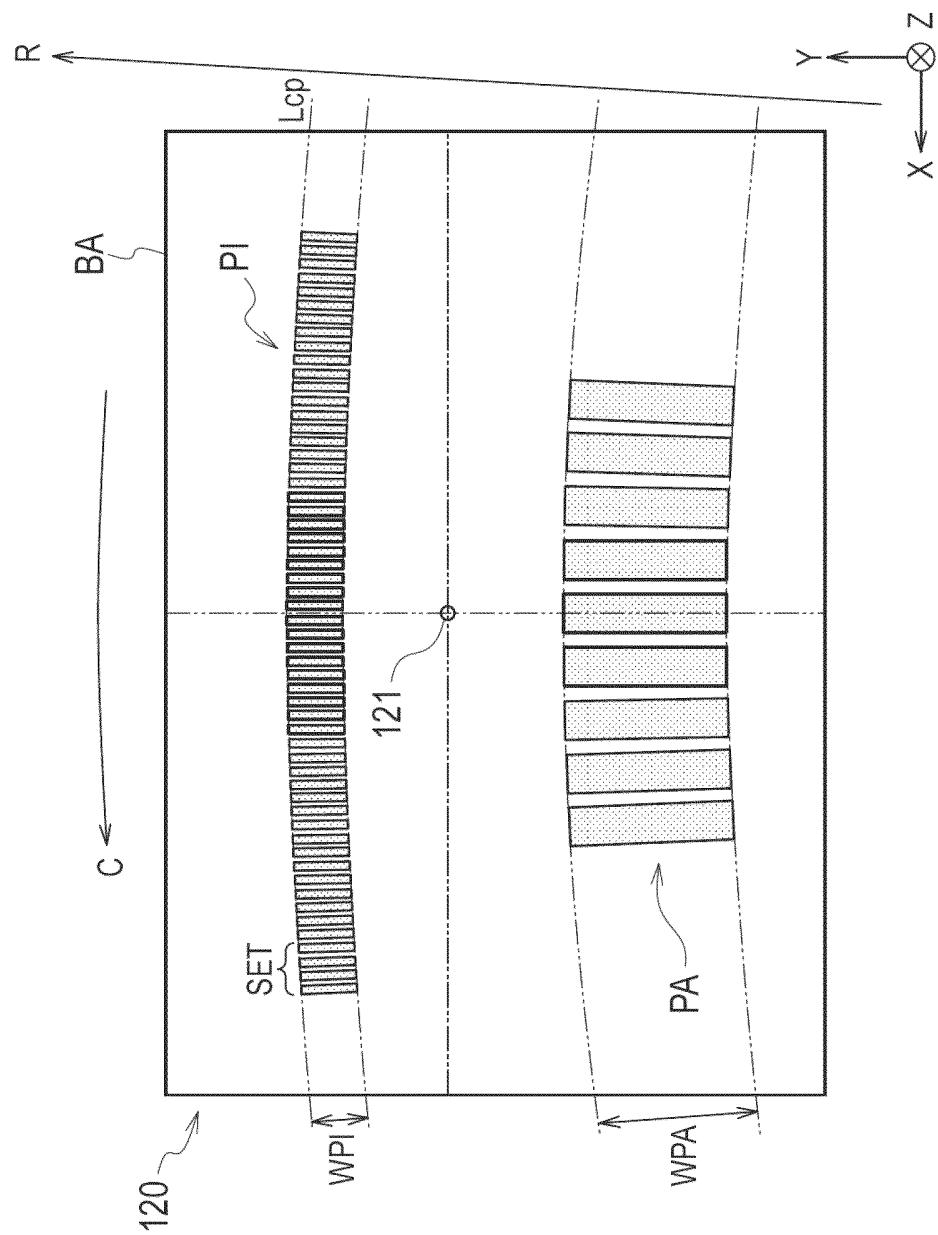


FIG. 9



10/10

FIG. 10



## RESUMO

Patente de Invenção: "**CODIFICADOR, MOTOR COM CODIFICADOR E SISTEMA SERVO**".

A presente invenção refere-se a um codificador que inclui um trilho que tem efetuadores ópticos dispostos para ter um modelo absoluto em uma direção de medição, uma fonte de luz configurada para emitir a luz de difusão ao trilho e um arranjo de recebimento de luz configurado a ter elementos de recebimento de luz dispostos na direção de medição e para receber luz refletida ou transmitida pelo trilho. Os elementos de recebimento de luz abrangem uma área que é posicionada de modo correspondente a uma área entre os efetuadores ópticos e na qual a luz refletida pelo trilho não chega.