

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

(21) BR 102015012136-9 A2



* B R 1 0 2 0 1 5 0 1 2 1 3 6 A

(22) Data do Depósito: 26/05/2015

(43) Data da Publicação: 02/08/2016

(54) Título: APARELHO DE CONVERSÃO FOTOELÉTRICA E SISTEMA DE IMAGEAMENTO

(51) Int. Cl.: H01L 27/148

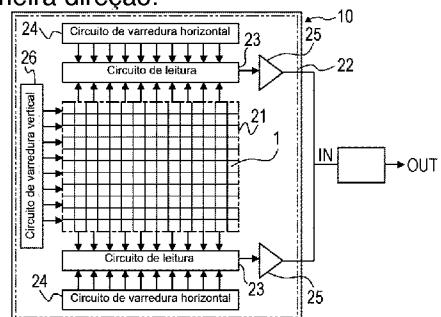
(30) Prioridade Unionista: 02/06/2014 JP 2014-114433

(73) Titular(es): CANON KABUSHIKI KAISHA

(72) Inventor(es): TARO KATO, JUN IBA

(74) Procurador(es): LUIZ LEONARDOS & ADVOGADOS

(57) Resumo: APARELHO DE CONVERSÃO FOTOELÉTRICA E SISTEMA DE IMAGEAMENTO. A presente invenção refere-se a um aparelho de conversão fotoelétrica que tem elementos de recepção de luz dispostos em um plano de imageamento. O elemento de recepção de luz inclui uma pluralidade de porções de conversão fotoelétrica ordenadas em uma primeira direção paralela ao plano de imageamento através de uma porção de isolamento e uma porção de guia de luz que se estende ao longo da pluralidade de porções de conversão fotoelétrica. Em um primeiro plano que é paralelo ao plano de imageamento e que atravessa a porção de guia de luz, uma maior largura da porção de guia de luz na primeira direção é maior que uma maior largura da porção de guia de luz em uma segunda direção paralela ao plano de imageamento e ortogonal à primeira direção.



“APARELHO DE CONVERSÃO FOTOELÉTRICA E SISTEMA DE IMAGEAMENTO”
FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção refere-se a um aparelho de conversão fotoelétrica que tem uma unidade de guia de luz.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

[0002] São conhecidos aparelhos de conversão fotoelétrica que realizam detecção de foco pela detecção de diferença de fase com o uso de pixels que têm múltiplas porções de conversão fotoelétrica. Uma configuração em que um único pixel tem múltiplas porções de conversão fotoelétrica é vantajosa não somente em relação à detecção de foco, mas, também é vantajosa em muitos pontos relacionados a um desempenho de sistema de imageamento aprimorado como velocidades mais rápidas devido à eficácia de transferência aprimorada, uma faixa dinâmica mais ampla e, assim por diante.

[0003] A patente aberta à inspeção pública nº JP 2009-158800 revela uma forma em que um intervalo em volta de uma região de recepção de luz eficaz de dois fotodiodos é fornecido em um filme intercamadas. A patente aberta à inspeção pública nº JP 2009-158800 também revela uma forma em que, além do intervalo em volta da região de recepção de luz eficaz de dois fotodiodos, é fornecido um intervalo no filme intercamadas, após o intervalo entre os fotodiodos.

[0004] A forma na patente aberta à inspeção pública nº JP 2009-158800 tem um problema de que uma luz não pode ser dividida precisamente para os dois fotodiodos.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0005] É fornecido um aparelho de conversão fotoelétrica que tem um elemento de recepção de luz ordenado ao longo de um plano de imageamento, em que o elemento de recepção de luz inclui uma pluralidade de porções de conversão fotoelétrica ordenadas em uma primeira direção paralela ao plano de imageamento através de uma porção de isolamento e uma porção de guia de luz disposta que se estende ao longo da pluralidade de porções de conversão fotoelétrica e em que, em

um primeiro plano que é paralelo ao plano de imageamento e que atravessa a porção de guia de luz, uma maior largura da porção de guia de luz na primeira direção é maior que uma maior largura da porção de guia de luz em uma segunda direção paralela ao plano de imageamento e ortogonal à primeira direção.

[0006] Recursos adicionais da presente invenção se tornarão evidentes a partir da seguinte descrição de modalidades exemplificativas com referência aos desenhos anexos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0007] A Figura 1 é um diagrama esquemático exemplificativo que ilustra um aparelho de conversão fotoelétrica.

[0008] A Figura 2 é um diagrama esquemático exemplificativo que ilustra elementos de recepção de luz.

[0009] A Figura 3 é um diagrama esquemático exemplificativo que ilustra elementos de recepção de luz.

[0010] A Figura 4 é um diagrama esquemático exemplificativo que ilustra elementos de recepção de luz.

[0011] A Figura 5 é um diagrama esquemático exemplificativo que ilustra elementos de recepção de luz.

[0012] A Figura 6 é um diagrama esquemático exemplificativo que ilustra um aparelho de conversão fotoelétrica.

[0013] A Figura 7 é um diagrama esquemático exemplificativo que ilustra elementos de recepção de luz.

[0014] A Figura 8 é um diagrama esquemático exemplificativo que ilustra elementos de recepção de luz.

[0015] A Figura 9 é um diagrama esquemático exemplificativo que ilustra um sistema de imageamento.

[0016] A Figura 10 é um diagrama esquemático para descrever uma largura máxima.

DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES

MODALIDADE

[0017] A seguir está uma descrição de uma modalidade para executar a presente invenção. Deve ser observado, entretanto, que a seguinte descrição é apenas uma modalidade da invenção e não é restritiva. Configurações que são comuns por múltiplos desenhos são denotadas com as mesmas referências numéricas na seguinte descrição e nos desenhos. Configurações comuns serão descritas com referência a múltiplos desenhos e a descrição de configurações que foram denotadas com as mesmas referências numéricas serão omitidas conforme apropriado. Além disso, qualquer tecnologia adequada pode ser aplicada às porções que não são descritas abaixo.

[0018] A Figura 1A ilustra uma vista esquemática de um aparelho de conversão fotoelétrica 10 como um sensor de imagem do tipo de amplificação de pixel. O aparelho de conversão fotoelétrica 10 ilustrado na Figura 1A tem uma região de recepção de luz 21 que é uma região cercada por uma linha tracejada com um ponto e uma região periférica 22 que é uma região na periferia da região de recepção de luz 21 e está entre a linha tracejada com um ponto e uma linha tracejada com dois pontos. Múltiplos elementos de recepção de luz 1 são ordenados em uma forma de matriz ou forma de coluna na região de recepção de luz 21. Sinais dos elementos de recepção de luz no momento da formação de uma imagem por imageamento compõem pixels, de forma que a região de recepção de luz pode ser referida como uma região de imageamento ou região de pixel. Os intervalos entre os eixos geométricos centrais de elementos de recepção de luz adjacentes (densidade de pixel) normalmente é 10 μm ou menos, preferencialmente é 5,0 μm ou menos e particularmente preferencialmente 2,0 μm ou menos.

[0019] A região periférica 22 tem circuitos periféricos que incluem um circuito de varredura vertical 26, dois circuitos de leitura 23, dois circuitos de varredura horizontal 24 e dois amplificadores de saída 25. Os circuitos de leitura 23 na região periférica 22 são compostos de um amplificador de coluna, um circuito de amostragem dupla correlacionada (CDS), um circuito de adição ou similares. Os circuitos de leitura 23 realizam amplificação, adição e assim por diante de sinais lidos a partir de pixels de linhas selecionadas pelo circuito de varredura vertical 26

através de linhas de sinal verticais. O amplificador de coluna, circuito de CDS, circuito de adição ou similares são dispostos em cada coluna de pixel ou em cada uma das múltiplas colunas de pixel. O circuito de varredura horizontal 24 gera sinais para ler sinais a partir dos circuitos de leitura 23 na ordem. Os amplificadores de saída 25 amplificam e emitem os sinais de colunas selecionados pelos circuitos de varredura horizontal 24. A configuração descrita acima é somente um exemplo de configuração do aparelho de conversão fotoelétrica 10 e não é restritiva. Embora os circuitos de leitura 23, circuitos de varredura horizontal 24 e amplificadores de saída 25 componham dois sistemas de trajetória de saída e cada um é disposto acima e abaixo da região de recepção de luz 21, isso não é restritivo.

[0020] A Figura 1B é um diagrama esquemático que ilustra um exemplo de um elemento de recepção de luz 1 e a Figura 1C é um diagrama esquemático de corte transversal do elemento de recepção de luz 1 feito ao longo da linha IC-IC na Figura 1B. Um único elemento de recepção de luz 1 tem múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 fornecidas dentro de um substrato 100 feito de um semicondutor. Uma porção de isolamento 109 é disposta entre as múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 para isolar cargas de sinal da mesma. A porção de isolamento 109 pode ser uma isolação isolada por um isolante como oxidação local de silício (LOCOS) ou isolante por vala rasa (STI) ou similares ou pode ser um isolante de junção por uma região semicondutora do tipo de condutividade oposta das regiões de acúmulo das porções de conversão fotoelétrica 101 e 102. Um isolante de junção é usado no presente exemplo. As capacidades de isolação da porção de isolamento 109 podem ser imperfeitas desde que haja propriedades de isolação para as quais uma determinação pode ser feita sobre qual das cargas de sinal geradas nas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 é maior. Consequentemente, uma parte de uma carga de sinal gerada na porção de conversão fotoelétrica 101 detectada como uma carga de sinal gerada na porção de conversão fotoelétrica 102 é permitível.

[0021] As porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 dos múltiplos elementos de recepção de luz 1 são ordenadas dentro de um substrato comum 100 que segue

a superfície principal do substrato 100 como um plano de imageamento. A direção na qual as duas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 são ordenadas pela porção de isolamento 109, paralela ao plano de imageamento, é a direção X. A direção na qual as duas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 são ordenadas pode ser definida como uma direção paralela a uma linha reta que conecta um centro de gravidade geométrico G1 ao visualizar a porção de conversão fotoelétrica 101 em uma vista plana e um centro de gravidade geométrico G2 ao visualizar a porção de conversão fotoelétrica 102 na vista plana. Uma direção paralela ao plano de imageamento e ortogonal à direção X é a direção Y. A direção ortogonal ao plano de imageamento é a direção Z. A direção Z é ortogonal à direção X e à direção Y. Normalmente, a direção X pode ser uma dentre uma direção de linha dos elementos de recepção de luz 1 ordenados na forma de matriz na região de recepção de luz 21 (direção na qual uma linha se estende) e a direção de coluna (direção na qual uma coluna se estende). Também, normalmente, a direção Y pode ser a outra da direção de linha dos elementos de recepção de luz 1 ordenados na forma de matriz na região de recepção de luz 21 (direção ao longo das linhas) e da direção de coluna (direção ao longo das colunas).

[0022] As porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 são fotodiodos formados pela introdução de uma impureza no substrato 100 formado por um semicondutor. As porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 que servem como fotodiodos tomam um grande número de cargas de sinal como portadoras e são confirmadas de uma junção PN de uma primeira região semicondutora do tipo de condutividade (região de acúmulo) para acumular cargas de sinal e uma segunda região semicondutora do tipo condutividade. Outros exemplos das porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 incluem portas de luz e filme fino semicondutor que tem uma estrutura do tipo metal-isolante-semicondutor (MIS) ou uma estrutura do tipo p-intrínseca-n (PIN) formada em um substrato de um isolante como vidro ou similares. A região de recepção de luz 21 do aparelho de conversão fotoelétrica 10 pode incluir, além dos elementos de recepção de luz 1, um elemento de recepção de luz que tem somente uma porção de conversão fotoelétrica 101.

[0023] A carga de sinal adquirida na porção de conversão fotoelétrica 101 é transferida para uma unidade de detecção 105 através de uma porta de transferência 103 que tem uma estrutura de semicondutor de óxido metálico (MOS) e a carga de sinal adquirida na porção de conversão fotoelétrica 102 é transferida para uma unidade de detecção 106 através de uma porta de transferência 104 que tem uma estrutura de MOS. As unidades de detecção 105 e 106 são porções de difusão flutuantes que formam uma capacidade eletrostática, por exemplo. As unidades de detecção 105 e 106 são, cada uma, conectadas a um transistor amplificador 107 e a um transistor de reinicialização 108. Embora uma configuração seja ilustrada aqui em que unidades de detecção são fornecidas a cada uma das porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 de modo a transferir cargas de sinal em paralelo a partir das porções de conversão fotoelétrica separadas, uma unidade de detecção comum pode ser usada em um caso de transmissão em série de cargas de sinal a partir das porções separadas de conversão fotoelétrica.

[0024] Dispor múltiplos elementos de recepção de luz 1 na região de recepção de luz 21 do aparelho de conversão fotoelétrica 10 ilustrado na Figura 1A permite que uma detecção de foco seja realizada dentro da região de imageamento pela detecção de diferença de fase. Isso pode ser aplicado adicionalmente a um sistema de imageamento (câmera) que realiza medição de distância com o uso de uma detecção de diferença de fase. O imageamento também pode ser realizado com o uso dos sinais das múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 emitidos a partir do elemento de recepção de luz 1 como sinais de imageamento. Por exemplo, os sinais das porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 podem ser combinados para serem usados como sinais de imageamento. Assim, o aparelho de conversão fotoelétrica 10 de acordo com a presente modalidade pode realizar autofocalização (AF) com o uso de diferença de fase de campo.

[0025] Um filme isolante 110 é disposto abaixo do substrato 100. Normalmente, o filme isolante 110 é transparente. O filme isolante 110 pode ser um filme de uma única camada formado de um tipo de material, mas normalmente o filme isolante 110 é um filme de múltiplas camadas em que múltiplas camadas de diferentes materiais

foram sobrepostas. Uma camada do filme isolante 110 é formada de óxido de silício (SiO_2). Além disso, uma camada pode ser um vidro de silicato como vidro de borofosfossilílico (BPSG), vidro de fosfossilílico (PSG), vidro de borossilílico (BSG) ou similares. Além disso, uma camada do filme de múltiplas camadas que compõe o filme isolante 110 pode ser um nitreto de silício (Si_3N_4) ou carbeto de silício (SiC). Uma fiação 120 pode ser fornecida dentro do filme isolante 110. A fiação 120 pode ser uma fiação de múltiplas camadas em que múltiplas camadas de fiação são conectadas através de tomadas. Embora um exemplo seja ilustrado na Figura 1B em que a fiação 120 é de duas camadas, uma fiação de múltiplas camadas de duas ou três camadas pode ser usada. Materiais condutores como cobre, alumínio, tungstênio, tântalo, titânio, polissilício ou similares podem ser usados para a fiação 120. Uma fiação comum 120 é transparente e tem brilho metálico.

[0026] O elemento de recepção de luz 1 tem pelo menos uma porção de guia de luz 111 com uma única porção de guia de luz 111 formada que se estende sobre múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102. A porção de guia de luz 111 funciona para confinar uma luz incidente à porção de guia de luz 111 de modo a ser propagada para as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102. A porção de guia de luz 111 tem um formato do corte transversal em que a largura máxima na direção X na qual as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 são ordenadas é maior que a largura máxima na direção Y que é ortogonal à direção X, a qual será descrita em detalhes a seguir.

[0027] A porção de guia de luz 111 é cercada pelo filme isolante 110. Isto é, o filme isolante 110 é situado no perímetro da porção de guia de luz 111 no plano X-Y. Ao fazer com que o índice refrativo da porção de guia de luz 111 e o índice refrativo do filme isolante 110 sejam diferentes, a luz incidente na porção de guia de luz 111 pode ser guiada para as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 devido à reflexão na interface da porção de guia de luz 111 e no filme isolante 110. Tornar o índice refrativo da porção de guia de luz 111 maior que o índice refrativo do filme isolante 110 permite reflexão total, então uma eficiência de reflexão pode ser aprimorada.

[0028] Cercar a porção de guia de luz 111 por uma região de baixo índice refrativo (por exemplo, um intervalo de ar) que tem um índice refrativo menor que a porção de guia de luz 111 e o filme isolante 110 permite que a luz incidente na porção de guia de luz 111 seja guiada para as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 por reflexão total na interface da porção de guia de luz 111 e na região de baixo índice refrativo. Além disso, cercar a face lateral da porção de guia de luz 111 por um membro refletivo como metal ou similares permite que a luz incidente na porção de guia de luz 111 seja guiada para as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 por reflexão metálica. Em um caso do fornecimento da região de baixo índice refrativo ou do membro refletivo, o índice refrativo da porção de guia de luz 111 pode ser diferente do índice refrativo do filme isolante 110 ou pode ser igual.

[0029] O material da porção de guia de luz 111 pode ser um material orgânico (resina) ou pode ser um material inorgânico. Exemplos de resina incluem resinas de siloxano, resinas de poliimida e assim por diante. Exemplos adequados de materiais inorgânicos incluem nitreto de silício (SixNy), oxinitreto de silício (SixOyNz) e óxido de titânio (TiO_2). A porção de guia de luz 111 pode ser configurada com o uso de um único material ou pode ser configurada com o uso de múltiplos materiais.

[0030] Valores gerais para o índice refrativo para os materiais exemplificados para a porção de guia de luz 111 e o filme isolante 110 serão listados aqui. O índice refrativo para óxido de silício é de 1,4 a 1,5, para oxinitreto de silício é de 1,6 a 1,9, para nitreto de silício é de 1,8 a 2,3, para óxido de titânio é de 2,5 a 2,7 e para BSG, PSG e BPSG é de 1,4 a 1,6. Os valores descritos acima são somente exemplificativos e pela alteração do método de formação do filme, o mesmo material terá diferentes composições não estequiométricas e diferentes densidades de material de forma que o índice refrativo pode ser definido conforme adequado. Observe que o índice refrativo de resina de modo geral é de 1,3 a 1,6 e até mesmo são resinas de alto índice refrativo de 1,6 a 1,8. Entretanto, a inclusão de material inorgânico de alto índice refrativo como óxidos metálicos ou similares permite que o índice refrativo eficaz seja aumentado. Exemplos de materiais inorgânicos de alto índice refrativo a serem incluídos na resina incluem óxido de titânio, óxido de tântalo,

óxido de nióbio, óxido de tungstênio, óxido de zircônio, óxido de zinco, óxido de índio, óxido de háfnio e assim por diante.

[0031] Embora outra configuração do elemento de recepção de luz 1 seja descrita, a configuração do elemento de recepção de luz 1 pode ser alterada conforme adequado. Um filme de alto índice refrativo 113 é disposto que cobre a porção de guia de luz 111 e o filme isolante 110. O filme de alto índice refrativo 113 tem um maior índice refrativo que o índice refrativo do filme isolante 110. O filme de alto índice refrativo 113 pode ser formado do mesmo material que a porção de guia de luz 111. Nesse caso, a interface do filme de alto índice refrativo 113 e da porção de guia de luz 111 pode ser considerada como situada na mesma altura que a face superior do filme isolante 110.

[0032] Um filme de baixo índice refrativo 114 é disposto acima do filme de alto índice refrativo 113 e uma lente em camada 115 é disposta pelo filme de baixo índice refrativo 114 a partir do filme de alto índice refrativo 113. O filme de baixo índice refrativo 114 tem um índice refrativo menor que o índice refrativo de pelo menos um entre a lente em camada 115 e o filme de alto índice refrativo 113 (ou a porção de guia de luz 111). O filme de baixo índice refrativo 114 pode ter pelo menos uma dentre uma função de ajuste da distância entre a lente em camada 115 e a porção de guia de luz 111, uma função de planarização e uma função de condensação devido à refração de luz. Uma porção de seleção de comprimento de onda 117 é disposta por um filme de planarização 116 a partir da lente em camada 115. A porção de seleção de comprimento de onda 117 é um filtro de cor, espelho dicroico ou similar, sendo que cada elemento de recepção de luz 1 da região de recepção de luz 21 tem diferentes propriedades de transmissão de comprimento de onda de acordo com um arranjo de Bayer ou similares. Uma porção de condensação de luz 118 é formada como uma microlente sob a porção de seleção de comprimento de onda 117. Uma única porção de guia de luz 111, uma única lente em camada 115, uma única porção de seleção de comprimento de onda 117 e uma única porção de condensação de luz 118 são fornecidas e correspondem às múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102.

[0033] Observe que na seguinte descrição, "o índice refrativo do filme isolante 110" será descrito como o índice refrativo de um material que compõe uma maior parte do filme isolante 110. Além disso, "o índice refrativo da porção de guia de luz 111" será descrito como o índice refrativo de um material que compõe uma maior parte da porção de guia de luz 111. O índice refrativo da porção de guia de luz 111 é maior que o índice refrativo do filme isolante 110. O termo "índice refrativo" como na presente invenção significa índice refrativo absoluto. Embora o índice refrativo seja alterado dependendo do comprimento de onda, o índice refrativo é pelo menos àquele relacionado a um comprimento de onda de luz que pode gerar uma carga de sinal na porção de conversão fotoelétrica 101. Normalmente, a referência preferencialmente é um comprimento de onda de luz relacionado ao qual a maior parte da conversão fotoelétrica é realizada nas porções de conversão fotoelétrica. Em um caso em que o aparelho de conversão fotoelétrica 10 tem uma porção de seleção de comprimento de onda como um filtro de cor ou similares, o comprimento de onda de luz que transmitiu a porção de seleção de comprimento de onda e, em particular, o comprimento de onda de transmissão primário, é preferencialmente usado. A seletividade da porção de seleção de comprimento de onda pode ser imperfeita. Isto é, a transmissividade de um comprimento de onda selecionado pela porção de seleção de comprimento de onda pode ser menor que 100% e a transmissividade de comprimentos de onda não selecionados na porção de seleção de comprimento de onda não tem de ser 0%.

[0034] A forma da porção de guia de luz 111 será descrita em detalhes com referência à Figura 2A. Na Figura 2A, o desenho indicado por [XZ] é uma vista em corte transversal de um elemento de recepção de luz 1 no plano X-Z e o desenho indicado por [YZ] é uma vista em corte transversal do elemento de recepção de luz 1 no plano Y-Z. O desenho indicado por [XY1] é uma vista em corte transversal do elemento de recepção de luz 1 no plano X-Y na de Z1 na direção Z (altura) e o desenho indicado por [XY3] é uma vista em corte transversal do elemento de recepção de luz 1 no plano X-Y na altura de Z3 na direção Z (altura). Observe que as vistas em corte transversal em [XY1] e em [XY3] no plano X-Y foram situadas na

porção de guia de luz 111 sob as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 e a porção de isolamento 109 por comodidade. A direção X é a direção na qual as múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 são ordenadas conforme descrito previamente. A posição Z2 é uma posição intermediária ao longo do comprimento da porção de guia de luz 111 na direção Z, por exemplo, e a posição Z2 é uma posição entre uma primeira camada de viação e uma segunda camada de viação, por exemplo. A posição Z1 é mais afastada do substrato 100 que a posição Z2 e a posição Z3 é mais próxima ao substrato 100 que a posição Z2.

[0035] A porção de guia de luz 111 de acordo com a presente modalidade tem um formato do corte transversal em um plano paralelo ao substrato 100 (plano X-Y) em que a maior largura na direção X e a maior largura na direção Y são diferentes. Um plano (plano X-Y) paralelo ao substrato 100 tomado para avaliar o formato do corte transversal da porção de guia de luz 111 pode ser um plano tomado em qualquer posição (altura) na direção Z desde que seja um plano que atravesse a porção de guia de luz 111. Dos três planos X-Y que atravessam a porção de guia de luz 111, a posição do plano X-Y que é mais distante do substrato 100 que a posição Z2 e é situada no lado onde luz é inserida é a Z1 e a posição do plano X-Y que é mais próxima ao substrato 100 que a posição Z2 e situada no lado onde luz é emitida é a Z3.

[0036] A "maior largura" da porção de guia de luz 111 em certa direção será descrita com referência à Figura 10. A "maior largura" da porção de guia de luz 111 em certa direção é o maior valor (limite superior) do comprimento de segmentos de linha que são paralelos entre si em uma direção predeterminada e dos quais tanto uma extremidade quanto a outra extremidade (ambas as extremidades) são situadas no perímetro da porção de guia de luz 111. A Figura 10 ilustra uma direção predeterminada ortogonal à direção Z em certa altura na direção Z por uma seta P e o perímetro da porção de guia de luz 111 por uma linha sólida C. Quatro segmentos de linha S1, S2, S3 e S4 são ilustrados representativamente como segmentos de linha da qual uma extremidade e a outra extremidade são situadas no perímetro da porção de guia de luz 111. O segmento de linha S1 é o segmento de linha que o

maior comprimento dos segmentos de linha que são paralelos a certa direção P e dos quais uma extremidade e a outra extremidade são situadas no perímetro da porção de guia de luz 111. Consequentemente, a maior largura da porção de guia de luz 111 na certa direção P é representada pelo comprimento de S1. O segmento de linha S2 não é o segmento de linha que tem o maior comprimento dos segmentos de linha dos quais uma extremidade e a outra extremidade são situadas no perímetro da porção de guia de luz 111 e, consequentemente, não corresponde à maior largura da porção de guia de luz 111 na certa direção. O segmento de linha S3 é um segmento de linha que tem o maior comprimento dos segmentos de linha dos quais uma extremidade e a outra extremidade são situadas no perímetro da porção de guia de luz 111, mas não é paralelo a certa direção P e, consequentemente, não corresponde à maior largura da porção de guia de luz 111 na certa direção P. O comprimento D não é o comprimento de um segmento de linha do qual uma extremidade e a outra extremidade são situadas no perímetro da porção de guia de luz 111 e, consequentemente, não corresponde à maior largura da porção de guia de luz 111 na certa direção P. Junto com a mesma linha de pensamento, o comprimento do segmento de linha S4 que é ortogonal ao segmento de linha S1 e tem o maior comprimento dos segmentos de linha dos quais ambas as extremidades são situadas no perímetro C corresponde à maior largura da porção de guia de luz 111 na direção ortogonal a certa direção P.

[0037] A maior largura da porção de guia de luz 111 na direção X na Figura 2A é WX1 na posição Z1, é WX2 na posição Z2 e é WX3 na posição Z3. A maior largura da porção de guia de luz 111 na direção Y é WY1 na posição Z1, é WY2 na posição Z2 e é WY3 na posição Z3. A porção de guia de luz 111 tem um formato do corte transversal de modo que uma maior largura em um plano paralelo ao substrato 100 (plano X-Y) na direção X é maior que a maior largura na direção Y. Por exemplo, na posição Z1, a maior largura WX1 é maior que a maior largura WY1 ($WX1 > WY1$). Da mesma maneira, na posição Z2, a maior largura WX2 é maior que a maior largura WY2 ($WX2 > WY2$) e, na posição Z3, a maior largura WX3 é maior que a maior largura WY3 ($WX3 > WY3$).

[0038] O formato do corte transversal da porção de guia de luz 111 em um plano X-Y pode diferir dependendo da distância do substrato 100. A porção de guia de luz 111 de acordo com esse exemplo tem um formato do corte transversal em que a maior largura na direção X e a maior largura na direção Y são diferentes em um plano paralelo ao substrato 100 (plano X-Y). Por exemplo, em relação à maior largura da porção de guia de luz 111 na direção X e a maior largura WX3 na posição Z3 é menor que a maior largura WX2 na posição Z2 ($WX2 > WX3$) e a maior largura WX1 na posição Z1 é maior que a maior largura WX2 na posição Z2 ($WX1 > WX2$). Além disso, em relação à maior largura da porção de guia de luz 111 na direção Y, a maior largura WY1 na posição Z1 é maior que a maior largura WY2 na posição Z2 ($WY1 > WY2$) e a maior largura WY3 na posição Z3 é maior que a maior largura WY2 na posição Z2 ($WY2 > WY3$). Pode ser dito que as maiores larguras diferem se a maior largura da porção de guia de luz 111 na direção X é maior que a maior largura da porção de guia de luz 111 na direção Y por $\pm 1\%$ em certa posição na direção Z. Para obter vantagens suficientes, a maior largura da porção de guia de luz na direção X 111 é preferencialmente 1,05 vezes ou mais a maior largura da porção de guia de luz 111 na direção Y em cada posição na direção Z e mais preferencialmente é 1,10 vezes ou mais. A maior largura da porção de guia de luz 111 na direção X 111 pode ser 1,50 vezes ou menos a maior largura da porção de guia de luz 111 na direção Y em cada posição na direção Z e pode ser 1,20 vezes ou menos.

[0039] Conforme pode ser compreendido a partir da comparação entre [XY1] e [XY2] e [XZ] e [YZ] na Figura 2A, a área do corte transversal do plano X-Y da porção de guia de luz 111 se torna gradualmente menor em direção às porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 distantes da entrada de direção de luz. Isto é, a porção de guia de luz 111 é afunilada em direção ao substrato 100. Além disso, em cada corte transversal da porção de guia de luz 111 na posição Z1, na posição Z2 e na posição Z3 as maiores larguras WX1, WX2 e WX3 na direção X são, cada uma, maiores que as maiores larguras WY1, WY2 e WY3 na direção Y nesse formato.

[0040] Por exemplo, na posição Z1, a maior largura WX1 da porção de guia de

luz 111 na direção X é ao redor de 0,30 μm a 10 μm e a maior largura WY1 da porção de guia de luz 111 na direção Y é ao redor de 0,25 μm a 9 μm . A maior largura WX3 da porção de guia de luz 111 na direção X na posição Z3 é ao redor de 0,25 μm a 9 μm e a maior largura WY3 da porção de guia de luz 111 na direção Y é ao redor de 0,20 μm a 8 μm . Um valor entre a maior largura na posição Z1 e a maior largura na posição Z3 pode ser tomado para a posição Z2.

[0041] O índice refrativo da porção de guia de luz 111 para um comprimento de onda λ de luz submetido à conversão fotoelétrica nas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 será representado por n_1 e um índice refrativo do filme isolante 110 que é o membro situado no perímetro da porção de guia de luz 111 será representado por n_0 . O índice refrativo eficaz da estrutura de guia de onda em que a porção de guia de luz 111 é o núcleo e o filme isolante 110 é o revestimento será representado por n_e . Observe que o índice refrativo eficaz n_e é conforme expresso na Expressão (1) e é de 0,5 a 1,5 em uma estrutura de guia de onda geral.

$$n_e = \sqrt{n_1^2 - n_0^2} \quad (1)$$

[0042] As maiores larguras WY1, WY2 e WY3 na direção Y nas posições Z1, Z2, e Z3 da porção de guia de luz 111 são preferencialmente $3 \times \lambda / n_e$ ou menos e mais preferencialmente $2 \times \lambda / n_e$ ou menos. Em particular, a maior largura na direção Y, WY, da porção de guia de luz 111 é, preferencialmente, $3 \times \lambda / n_e$ ou menos e, mais preferencialmente, $2 \times \lambda / n_e$ ou menos. A maior largura WY normalmente é concretizada para a face superior da porção de guia de luz 111 na direção Y. A restrição da maior largura da porção de guia de luz 111 na direção Y para a faixa acima restringe o número de modos de guia de onda na direção Y, o que é eficaz na restrição de espalhamento de luz na direção Y dentro da porção de guia de luz 111. Se a maior largura da porção de guia de luz 111 na direção Y for definida para 800 nm ou menos, $3 \times \lambda / n_e$ ou menos pode ser concretizado para quase todos os comprimentos de onda de luz visível (400 a 800) com toda a praticabilidade. A razão é que $3 \times \lambda / n_e$ ou menos é concretizado mesmo quando o índice refrativo eficaz n_e

é extremamente baixo em 0,5 ou até quando o índice refrativo eficaz n_e é extremamente alto em 1,5.

[0043] As Figuras 2A e 2B ilustram uma porção mediana 119 que sobrepõe a porção de isolamento 109 na direção Z da porção de guia de luz 111. O comprimento (largura) da porção mediana 119 na direção Y em um plano em certa posição na direção Z é preferencialmente menor que a maior largura da porção de guia de luz 111 na direção X. A largura da porção mediana 119 na direção Y é um fator crucial ao decidir qual das múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 para dividir a luz incidente para a porção de guia de luz 111. A redução suficiente da largura da porção mediana 119 na direção Y é eficaz no aprimoramento da precisão da divisão da luz.

[0044] Além disso, a maior largura WX3 na posição Z3 da porção de guia de luz 111 na direção X é disposta para ser menor que a soma de maiores larguras das duas porções de conversão fotoelétrica ordenadas 101 e 102 na direção X. Dessa forma, a luz incidente para a porção de guia de luz 111 pode ser inserida na porção de conversão fotoelétrica 101 ou na porção de conversão fotoelétrica 102 com pouca perda.

[0045] A Figura 2B ilustra a maneira que a luz L inserida na porção de guia de luz 111 em um ângulo oblíquo (seta) na forma na Figura 2A se propaga através da porção de guia de luz 111. [XZ] e [YZ] na Figura 2B ilustram uma distribuição de intensidade de campo elétrico nas posições Z1, Z2 e Z3 por linhas pontilhadas. [XY1] e [XY3] na Figura 2B ilustram contornos de intensidade de campo elétrico em posições Z1 e Z3. A estrutura de guia de onda que serve como um modelo para a distribuição de intensidade de campo elétrico na Figura 2B tem o índice refrativo da porção de guia de luz 111 definido em 1,82, o índice refrativo do filme isolante 110 definido em 1,46, a maior largura na direção Y em Z1 definida em 1,0 μm e a maior largura na direção X definida em 1,6 μm . Além disso, a maior largura na direção Y em Z3 é definida em 0,95 μm e a maior largura na direção X definida em 1,55 μm . Observe, entretanto, que uma distribuição de intensidade de campo elétrico similar pode ser obtida irrestrita a essas condições, satisfazendo-se a relação entre as

maiores larguras da direção X e da direção Y descritas acima.

[0046] Na óptica de onda, a luz incidente para a porção de guia de luz 111 se propaga na forma de ondas, dessa forma uma distribuição de intensidade de campo elétrico ocorre na porção de guia de luz 111. Lugares em que a intensidade de campo elétrico é forte representam lugares em que a probabilidade de que exista uma grande quantidade de luz é alta. Nesse momento, o formato da luz que se propaga através porção de guia de luz 111 (o formato da distribuição de intensidade de campo elétrico) é dependente do formato da porção de guia de luz 111. Quanto mais larga é a maior largura da porção de guia de luz 111, maior a probabilidade de a luz existente se tornar, de forma que a quantidade de luz que se propaga na direção em que a maior largura é mais ampla, aumenta. Os cortes transversais da porção de guia de luz 111 em Z1, Z2 e Z3 são formatos em que a maior largura na direção X é maior que a maior largura na direção Y de forma que a direção X propaga relativamente mais luz que a direção Y.

[0047] Consequentemente, em um caso em que a luz incidente L que tem um vetor de um componente +X e componente -Z é inserida obliquamente conforme ilustrado na Figura 2B, a luz é desviada em direção ao lado +X no plano X-Y próximo à posição Z1 que é ao redor da entrada da porção de guia de luz 111. De acordo com a óptica de onda, a luz que foi inserida obliquamente se acopla a modos ímpares como primário e ternário, além de modos pares como ordem 0 e secundário e, assim, se propaga. Aqui, um modo ímpar é um modo de guia de onda que tem uma amplitude de campo elétrico descrita por uma função ímpar em relação a um eixo geométrico que passa pelo centro da porção de guia de luz 111 paralelo ao eixo geométrico Z em um plano X-Z. Em um caso de uma função par, esse é denominado um modo par. Quanto maior é a maior largura da porção de guia de luz 111, maior é o número de modos de acoplamento. Consequentemente, a luz incidente que tem o componente direcional X tende a desviar na direção X. A luz que desviou na direção +X na entrada da porção de guia de luz 111 se propaga enquanto permanece desviada para o lado +X e a luz, assim, alcança o substrato 100. Das duas porções de conversão fotoelétrica ordenadas 101 e 102 na direção X na Figura 2B, a luz

incidente L do ângulo de um vetor que tem o componente +X e o componente -Z, por exemplo, é inserida primariamente na porção de conversão fotoelétrica 102 situada no lado +X. Da mesma maneira, em um caso de luz incidente L do ângulo de um vetor que tem o componente -X e o componente -Z que é o oposto àquele na Figura 2A em relação à direção X, uma grande quantidade da luz é inserida na porção de conversão fotoelétrica 102. Como resultado, a luz pode ser dividida nas duas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 com boa precisão, enquanto mantém a sensibilidade.

[0048] A área do corte transversal no plano X-Y da porção de guia de luz 111 de acordo com o presente exemplo tem um formato que diminui gradualmente conforme a luz se propaga. Na posição Z1 onde a luz L é inserida na porção de guia de luz 111, a área do corte transversal é configurada maior que na posição Z2, através da qual uma maior quantidade de luz L pode ser inserida na porção de guia de luz 111. Na posição Z3 onde a luz L é saída da porção de guia de luz 111, a área do corte transversal é configurada menor que na posição Z2, através da qual uma perda de luz L devido a portas de transferência e transistores e similares formados na superfície do substrato 100 pode ser reduzida. Consequentemente, a luz pode ser dividida nas duas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 de uma maneira precisa enquanto aprimora adicionalmente a sensibilidade.

[0049] Agora, na presente modalidade, a porção de guia de luz 111 se estende sobre as múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102, de forma que a divisão da precisão da luz pode ser aprimorada enquanto se mantém uma sensibilidade suficiente. Reciprocamente, em um caso em que múltiplas porções de guia de luz devem ser fornecidas, sendo que cada uma corresponde somente às respectivas dentre as múltiplas porções de guia de luz, ocorrem os seguintes problemas. Um é o de que uma perda ocorre devido à reflexão dentre as múltiplas porções de guia de luz. Outro é que a divisão das porções de conversão fotoelétrica que recebem luz é dominada pela posição incidente da luz e não pelo ângulo incidente. Isso significa que a correlação entre as porções de conversão fotoelétrica que recebem luz e o ângulo incidente da luz deteriora, o que é desvantajoso no

aprimoramento da precisão da detecção de foco.

[0050] Um exemplo da porção de guia de luz 111 foi descrito nas Figuras 2A e 2B em que a maior largura na direção X é maior que a maior largura na direção Y em qualquer altura na direção Z. Entretanto, é suficiente que dentro da porção de guia de luz 111 tenha uma maior largura na direção X maior que a maior largura na direção Y na parte da altura na direção Z. Reciprocamente, uma porção de guia de luz 111 pode ser empregada em que a maior largura na direção X é igual ou menor que a maior largura na direção Y em pelo menos uma parte da direção Z. As Figuras 3A e 3B ilustram os mesmos itens que nas Figuras 2B e 2B a não ser pelos cortes transversais no plano X-Z, plano Y-Z e plano X-Y da porção de guia de luz 111 diferirem daqueles nas Figuras 2B e 2B. [XY1] e [XY3] nas Figuras 3A e 3B ilustram distribuições de intensidade de campo elétrico de uma maneira equivalente àquelas ilustradas na Figura 2B. A Figura 3A ilustra recursos equivalentes àqueles da Figura 2B, a não ser pelos cortes transversais no plano X-Z, plano Y-Z e plano X-Y da porção de guia de luz 111 e a distribuição de intensidade de campo elétrico diferirem daqueles na Figura 2B.

[0051] Na Figura 3A, $WX_1 = WY_1$, $WX_2 > WY_2$ e $WX_3 > WY_3$ se mantém. Além disso, $WX_1 > WX_2 > WX_3$ e $WY_1 > WY_2 > WY_3$ se mantém. Por exemplo, WX_1 e WY_1 são definidos para $1,6 \mu\text{m}$, WX_3 para $1,55 \mu\text{m}$ e WY_3 para $0,95 \mu\text{m}$.

[0052] Na Figura 3A, a entrada de luz L na posição Z1 é desviada na direção X e na direção Y. Conforme a luz L se propaga de Z1 em direção a Z2 e de Z2 em direção a Z3, a quantidade de desvio da luz na direção Y diminui e o desvio na direção X se torna marcado. Consequentemente, a grande parte da luz L é recebida na porção de conversão fotoelétrica 102. Da mesma maneira, a entrada de luz a partir da direção oposta da luz L é recebida na porção de conversão fotoelétrica 101. Dessa forma, a precisão da divisão de luz pode ser aprimorada.

[0053] Na Figura 3B, $WX_1 > WY_1$, $WX_2 > WY_2$ e $WX_3 = WY_3$ se mantém. Além disso, $WX_1 > WX_2 > WX_3$ e $WY_1 > WY_2 > WY_3$ se mantém. Por exemplo, WX_1 é definido para $1,5 \mu\text{m}$, WY_1 para $1,0 \mu\text{m}$ e WX_3 e WY_3 para $0,95 \mu\text{m}$.

[0054] Na forma na Figura 3B, a entrada de luz L na posição Z1 que é ao redor

da entrada da porção de guia de luz 111 é desviada na direção X. Conforme a luz L se propaga de Z1 em direção a Z2 e de Z2 em direção a Z3, a quantidade de desvio da luz na direção X diminui. De acordo com óptica de onda, a luz que foi inserida obliquamente se acopla a muitos modos ímpares como primário e ternário, além de modos pares como ordem 0 e secundário na posição Z1 e, assim, se torna uma luz desviada na direção X. Os modos ímpares se propagam pela porção de guia de luz 111 como modos ímpares sem alteração. Consequentemente, mesmo se a maior largura da porção de guia de luz 111 para a posição Z3 for a mesma na direção X e na direção Y, a luz é desviada na direção X na posição Z3. Consequentemente, a parte mais significativa da luz L é recebida na porção de conversão fotoelétrica 102. Da mesma maneira, a entrada de luz a partir da direção oposta da luz L é recebida na porção de conversão fotoelétrica 101. Dessa forma, a precisão da divisão de luz pode ser aprimorada.

[0055] Um caso em que o corte transversal tem a mesma maior largura na direção X e na direção Y em qualquer porção da porção de guia de luz 111 na direção Z é ilustrado na Figura 4 para comparação. No caso na Figura 4, $WX_1 = WY_1$, $WX_2 = WY_2$ e $WX_3 = WY_3$ se mantém. Nesse caso, a luz que se propaga pela porção de guia de luz 111 tende a se espalhar na direção Y e um desvio na direção X é menor. Consequentemente, a quantidade de entrada de luz próxima à porção de isolamento 109 das porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 ordenadas na direção X aumenta e a luz L não pode ser dividida de uma maneira precisa. Pode ser compreendido a partir da forma na Figura 4 que o desvio da linha pontilhada que representa o contorno da intensidade de campo elétrico em [YX3] é menor que o desvio em [XY1].

[0056] Por exemplo, a entrada de luz L a partir de um ângulo que tem um vetor com componente +X e com componente -Z é entrada na porção de conversão fotoelétrica 101 e na porção de conversão fotoelétrica 102 com diferença limitada. Consequentemente, uma divisão adequada da luz L na porção de conversão fotoelétrica 101 e na porção de conversão fotoelétrica 102 não pode ser realizada assim.

[0057] Outros formatos podem ser aplicados ao formato do corte transversal da porção de guia de luz 111 para o plano X-Y na presente modalidade sem fugir do conceito inventivo subjacente, irrestrito ao formato em que os quatro cantos de um retângulo foram arredondados tal como ilustrado na Figura 3A.

[0058] A área do corte transversal do plano X-Y da porção de guia de luz 111 é um formato que aumenta gradualmente na direção +Z. Dessa forma, uma eficácia de coleta de luz pode ser aprimorada enquanto se evita a reflexão de luz e assim por diante na fiação 120 e nos eletrodos de porta 103 e 104 (consultar a Figura 1C). Observe, entretanto, que o formato pode se tornar menor na direção +Z ou um formato pode ser usado em que a área do corte transversal do plano Y-Y não altera na direção Z. A luz pode ser dividida nas duas porções de conversão fotoelétrica com boa precisão desde que a maior largura na direção X da porção de guia de luz 111 seja maior que a maior largura na direção Y em um dado plano (plano X-Y) paralelo ao substrato 100. O presente exemplo também tem uma configuração em que o tamanho do corte transversal da porção de guia de luz 111 altera de forma gradual e contínua. Isso possibilita que a perda de luz dentro da porção de guia de luz 111 seja reduzida. Entretanto, pode ser usado um formato em que o tamanho do corte transversal altera de forma não contínua e súbita em certa altura.

[0059] As Figuras 5A a 5O ilustram exemplos do formato do corte transversal da porção de guia de luz 111 no plano X-Y em Z1 e/ou em Z3. Conforme ilustrado na Figura 5A, o formato do corte transversal da porção de guia de luz 111 pode ser uma elipse. Conforme ilustrado na Figura 5B, a direção longitudinal do formato do corte transversal da porção de guia de luz 111 pode ser incluída na direção em que as múltiplas porções de conversão fotoelétrica são ordenadas (direção X). Conforme ilustrado na Figura 5C, a porção da porção de guia de luz 111 que não é acima da porção de isolamento 109, mas situada acima das porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 pode ter um formato tal que a maior largura na direção Y é maior que a maior largura na direção X. Conforme ilustrado na Figura 5D, a porção de guia de luz 111 pode ter um formato em que múltiplas porções de guia de luz foram combinadas. Conforme ilustrado na Figura 5E, o formato do corte transversal da

porção de guia de luz 111 pode ser um polígono. Por exemplo, uma disposição pode ser feita em que o formato é aquele ilustrado na Figura 5A no plano X-Y em Z1 em que uma luz é inserida e o formato é aquele ilustrado na Figura 5D no plano X-Y em Z3 no lado do substrato 100.

[0060] Conforme ilustrado nas Figuras 5F a 5J, a porção de guia de luz 111 pode ter um formato do corte transversal de forma que a maior largura na direção do corte transversal Y no plano X-Y é maior que a maior largura na direção X em certa posição na direção Z. Especificamente, conforme ilustrado na Figura 5F, o formato do corte transversal da porção de guia de luz 111 pode ser um círculo. Conforme ilustrado na Figura 5G, o formato do corte transversal da porção de guia de luz 111 pode ser um quadrângulo com cantos arredondados em que a maior largura na direção Y é maior que na direção X. Conforme ilustrado na Figura 5H, o formato do corte transversal da porção de guia de luz 111 pode ser uma cruz. Conforme ilustrado na Figura 5I, múltiplas porções de guia de luz 1121 e 1122 podem ser fornecidas que não se estendem sobre as múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102. Por exemplo, o corte transversal pode ser como aquele na Figura 5D em certa posição na direção Z e um corte transversal como aquele na Figura 5I em uma posição diferente. Conforme ilustrado na Figura 5J, o formato do corte transversal da porção de guia de luz 111 pode ser um quadrado. Por exemplo, o corte transversal pode ser como aquele na Figura 5E em certa posição na direção Z e um corte transversal como aquele na Figura 5F em uma posição diferente. Nesse caso, a maior largura na direção Y pode ser constante independentemente da altura na direção Z conforme mostrado nas Figuras 5E e 5F.

[0061] Conforme ilustrado na Figura 5K, uma única porção de guia de luz 111 pode ser fornecida que se estende sobre três ou mais porções de conversão fotoelétrica 101, 1021 e 1022. Conforme ilustrado na Figura 5L, múltiplas porções de guia de luz 1111 e 1112 que se estendem, cada uma, sobre as múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 podem ser fornecidas para um elemento de recepção de luz 1. Conforme ilustrado na Figura 5M, uma única porção de guia de luz 111 pode ser fornecida que se estende sobre quatro ou mais porções de

conversão fotoelétrica 1011, 1021, 1012 e 1022. Nesse caso, são concebíveis seis combinações de duas porções de conversão fotoelétrica selecionadas que formam as quatro porções de conversão fotoelétrica. Entretanto, a relação em que a maior largura da porção de guia de luz 111 na direção em que as porções de conversão fotoelétrica são ordenadas é maior que a maior largura da porção de guia de luz 111 na direção ortogonal à direção em que as porções de conversão fotoelétrica são ordenadas não tem de ser satisfeita para todas as seis combinações.

[0062] Em um caso em que um elemento de recepção de luz 1 tem quatro porções de conversão fotoelétrica, o corte transversal da porção de guia de luz 111 pode ter um formato em que a maior largura na direção de linha é maior que a maior largura na direção de coluna, se for colocar importância na divisão de luz para as porções de conversão fotoelétrica ordenadas na direção de linha. Além disso, o corte transversal da porção de guia de luz 111 pode ter um formato em que a maior largura na direção de coluna é maior que a maior largura na direção de linha, se for colocar importância na divisão de luz para as porções de conversão fotoelétrica ordenadas na direção de coluna.

[0063] Conforme ilustrado na Figura 5N, um elemento de recepção de luz 1 pode ser fornecido que tem a porção de guia de luz 1111 que se estende sobre duas porções de conversão fotoelétrica 1011 e 1021 e uma porção de guia de luz 1112 que se estende sobre duas porções de conversão fotoelétrica 1012 e 1022. Conforme ilustrado na Figura 5O, um elemento de recepção de luz 1 tem uma única porção de guia de luz 111 fornecida que se estende sobre múltiplas porções de conversão fotoelétrica 1011 e 1021. Além disso, o elemento de recepção de luz 1 tem uma porção de guia de luz singular 1121 disposta somente para uma porção de conversão fotoelétrica singular 1021 e uma porção de guia de luz singular 1122 disposta somente para uma porção de conversão fotoelétrica singular 1022.

[0064] Conforme ilustrado na Figura 5P, a direção de transferência a partir das porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 para as unidades de detecção 105 e 106 pode não ser paralela. Conforme ilustrado na Figura 5Q, as direções de transferência a partir das porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 para as

unidades de detecção 105 e 106 podem ser opostas entre si. Conforme ilustrado na Figura 5R, uma porta de transferência singular 103 pode ser fornecida em comum para as múltiplas unidades de detecção 105 e 106 que correspondem às múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102. Conforme ilustrado na Figura 5S, uma unidade de detecção singular 105 pode ser fornecida em comum para as múltiplas portas de transferência 103 e 104 que correspondem às múltiplas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102.

[0065] Em um caso da disposição de uma porção de condensação de luz 118 sobre (no lado +Z) a porção de guia de luz 111 conforme no presente exemplo, o eixo geométrico óptico da porção de condensação de luz 118 pode ser deslocado para a porção de isolamento 109 próxima à região de recepção de luz do aparelho de conversão fotoelétrica 10. Esse exemplo é ilustrado na Figura 6. [0] na Figura 6 ilustra a região de recepção de luz 21. [1], [2] e [3] na Figura 6 ilustram a relação posicional entre a porção de condensação de luz 118, a porção de guia de luz 111 e as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 no meio vertical e horizontal da região de recepção de luz 21, no meio vertical e na borda direita e na borda na direção diagonal. O ângulo de luz incidente L se torna obtuso a partir de ao redor do meio do aparelho de conversão fotoelétrica 10 em direção à porção de perímetro. Uma configuração em que a colocação das porções de condensação de luz 118 é deslocada gradualmente em direção a direção do centro do aparelho de conversão fotoelétrica 10 possibilita que a sensibilidade seja aprimorada em toda a região a partir do meio do aparelho de conversão fotoelétrica 10 até o perímetro. Além disso, a luz pode ser dividida para cada uma das duas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 com melhor precisão. Em um caso de um aparelho de imageamento de estado sólido que tem capacidades de detecção de foco, as capacidades de detecção de foco também podem ser aprimoradas.

[0066] Por exemplo, múltiplos elementos de recepção de luz 1 têm um primeiro elemento de recepção de luz 1A situado na porção mediana da região de recepção de luz 21 e um segundo elemento de recepção de luz 1B e um terceiro elemento de recepção de luz 1C situados no perímetro da região de recepção de luz 21. Em uma

disposição em que a região de recepção de luz 21 é dividida em nove seções de três linhas por três colunas, a porção mediana é a seção na segunda linha e na segunda coluna e as oito seções restantes a não ser pelas porções medianas estão no perímetro. O segundo elemento de recepção de luz 1B está situado na segunda linha e na terceira coluna, por exemplo, e o terceiro elemento de recepção de luz 1C está situado na primeira linha e na terceira coluna, por exemplo. Uma distância DO entre um eixo geométrico óptico O₁ da porção de condensação de luz 118 do primeiro elemento de recepção de luz 1A e um eixo geométrico óptico O₂ da porção de condensação de luz 118 do segundo elemento de recepção de luz 1B é menor que uma distância DM entre o centro de gravidade M₁ da porção de guia de luz 111 do primeiro elemento de recepção de luz 1A e o centro de gravidade M₂ da porção de guia de luz 111 do segundo elemento de recepção de luz 1B ($DM < DO$). Isso é verdadeiro entre o primeiro elemento de recepção de luz 1A e o terceiro elemento de recepção de luz 1C também. Isto é, a distância entre o eixo geométrico óptico da porção de condensação de luz 118 do primeiro elemento de recepção de luz 1A e um eixo geométrico óptico da porção de condensação de luz 118 do terceiro elemento de recepção de luz 1C é menor que a distância entre o centro de gravidade M₁ da porção de guia de luz 111 do primeiro elemento de recepção de luz 1A e o centro de gravidade da porção de guia de luz 111 do segundo elemento de recepção de luz 1B.

[0067] Embora uma configuração seja ilustrada na Figura 6 em que as porções de condensação de luz 118 são deslocadas em direção à porção mediana do aparelho de conversão fotoelétrica 10, pode ser feita uma configuração em que todas são deslocadas em paralelo na mesma direção (por exemplo, na direção +Y). Por exemplo, deslocamento de modo a ser afastado das portas de transferência possibilita que a porcentagem perdida nas portas de transferência seja reduzida, o que aprimora adicionalmente a sensibilidade. Uma configuração em que não somente as porções de condensação de luz 118, mas também as porções de guia de luz 111 são deslocadas pode render vantagens similares. Adicionalmente, uma configuração em que as porções de conversão fotoelétrica são deslocadas junto

com as porções de guia de luz 111 pode render vantagens similares.

[0068] A porção de guia de luz 111 pode ter uma distribuição de índice refrativo inclusiva conforme ilustrado na Figura 7. Na Figura 7, a porção de guia de luz 111 inclui uma primeira parte 121 e uma segunda parte 122. A segunda parte 122 está situada no lado -X e no lado +X da primeira parte 121 na direção X. Isto é, a primeira parte 121 é ensanduichada pela segunda parte 122 na direção X. A primeira parte 121 tem pelo menos uma porção da mesma situada acima da porção de isolamento 109 e a segunda parte 122 tem pelo menos uma porção da mesma situada acima das porções de conversão fotoelétrica 101 e 102.

[0069] A primeira parte 121 e a segunda parte 122 têm diferentes índices refrativos. O índice refrativo da primeira parte 121 pode ser maior que o índice refrativo da segunda parte 122 ou o índice refrativo da primeira parte 121 pode ser menor que o índice refrativo da segunda parte 122. Uma fronteira entre a primeira parte 121 e a segunda parte 122 pode ser determinada pelo uso de um índice refrativo médio na porção de guia de luz 111 como um padrão. Isto é, independente de uma porção no índice refrativo 111 pertencer à primeira porção 121 ou da segunda parte 122 ser determinada com base em se um índice refrativo da porção objetivo no índice refrativo 111 é maior ou menor que o índice refrativo médio na porção de guia de luz 111. Em particular, uma disposição em que o índice refrativo da segunda parte 122 no exterior é maior que o índice refrativo da primeira parte 121 no lado interior pode aprimorar a precisão da divisão de luz para as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102. A partir da perspectiva de óptica de onda, a luz de modo concebível tende a se concentrar em uma região com um alto índice refrativo. O índice refrativo no perímetro da porção de guia de luz 111 é maior que ao redor do centro nessa configuração na direção X. Consequentemente, a luz incidente na porção de guia de luz 111 facilmente se desvia na direção X. A luz que desviou na direção X na posição Z1 próxima à entrada da porção de guia de luz 111 se propaga para a posição Z3 próxima à saída da porção de guia de luz 111 com a manutenção de um formato desviado na direção X. Consequentemente, a luz é dividida para as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 ordenadas na direção X com precisão.

[0070] Pelo menos uma dentre a largura da primeira parte 121 e a largura da segunda parte 122 pode diferir de acordo com a posição na direção Z. Conforme ilustrado na [XY1] na Figura 7, a largura da primeira parte 121 na direção X é WX11 na posição Z1 e a largura da segunda parte 122 é WX12. Reciprocamente, conforme ilustrado em [XY3] na Figura 7, a largura da primeira parte 121 na direção X é WX31 na posição Z3 e a largura da segunda parte 122 é WX32. As relações de $WX11 < WX31$ e de $WX12 > WX32$ se mantêm. Conforme ilustrado em [XY1] na Figura 7, a largura da primeira parte 121 na direção Y é WY11 na posição Z1 e a largura da segunda parte 122 é WY12. Reciprocamente, conforme ilustrado em [XY3] na Figura 7, a largura da primeira parte 121 na direção Y é WY31 na posição Z3 e a largura da segunda parte 122 é WY32. As relações de $WY11 < WY31$ e de $WY12 > WY32$ se mantêm. Observe que a largura da primeira parte 121 na direção X ou na direção Y é definida conforme uma largura de uma porção cujo índice refrativo é essencialmente equivalente e contínuo. Uma vez que a segunda parte 122 é disposta separadamente (descontinuamente) na direção X ou na direção Y com uma interposição da primeira parte 121 entre as mesmas, a largura da porção de guia de luz 111 pode ser expressa por $WX11+(WX12^*2)$ na direção X e $WY11+(WY12^*2)$ na direção Y. No exemplo na Figura 7, a largura da primeira parte 121 aumenta continuamente em direção às porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 tanto na direção X quanto na direção Y. Além disso, a largura da segunda parte 122 diminui continuamente em direção às porções de conversão fotoelétrica 101 e 102. Entretanto, a largura da primeira parte 121 e da segunda parte 122 pode ser alterada em estágios.

[0071] A primeira parte 121 e a segunda parte 122 podem ser configuradas com o uso de materiais com diferentes composições estequiométricas ou podem ser configuradas com o uso de materiais com a mesma composição estequiométrica. O material da porção de guia de luz 111 pode ser um material orgânico (resina) ou pode ser um material inorgânico. Exemplos de resina incluem resinas de siloxano, resinas de poliimida e assim por diante. Exemplos adequados de materiais inorgânicos incluem nitreto de silício (Si_3N_4), oxinitreto de silício ($SiOXNY$) e óxido de

titânio (TiO_2). Por exemplo, pode ser feita uma disposição em que a primeira parte 121 é configurada com o uso de resina e a segunda parte 122 é configurada com o uso de nitreto de silício. Além disso, pode ser feita uma disposição em que a primeira parte 121 é configurada com o uso de nitreto de silício de baixa densidade e uma segunda parte 122 é configurada com o uso de nitreto de silício de alta densidade.

[0072] Observe que o termo "materiais com a mesma composição estequiométrica" inclui materiais em que existe desvio da composição estequiométrica e materiais que diferem em cristalinidade, concentração de material, concentração de aditivo (menor que o primário material) e impurezas diferentes (1 % em peso ou menos) e a concentração das mesmas. Por exemplo, a composição estequiométrica de nitreto de silício é 3 partes Si para 4 partes N, mas materiais em que a razão real de Si e N diferem entre si dentro de uma faixa em que a composição estequiométrica é a mesma são considerados como sendo o mesmo material. Além disso, silício monocristalino e polissilício são considerados como o mesmo material, por exemplo. Observe que materiais com diferença de composições estequiométricas não são o mesmo material. Por exemplo, monóxido de titânio (TiO) e dióxido de titânio (TiO_2) são ambos compostos de oxigênio e titânio (óxidos de titânio), mas são materiais estequiometricamente diferentes.

[0073] Existem casos em que a fronteira entre a primeira parte 121 e a segunda parte 122 pode ser observada claramente na distribuição de índice refrativo, mas também existem casos em que isso não pode ser claramente observado. Por exemplo, em um caso em que o índice refrativo se altera gradualmente a partir do eixo geométrico central da porção de guia de luz 111 em direção ao filme isolante 110, existe uma probabilidade de que a fronteira entre a primeira parte 121 e a segunda parte 122 não possa ser claramente observada. Em tal caso, a fronteira entre a primeira parte 121 e a segunda parte 122 pode ser decidida conforme a seguir. Isto é, a mediana entre o maior valor e menor valor dos índices refrativos na porção de guia de luz 111 (maior valor + menor valor / 2) é obtida. Uma linha que conecta pontos nesse valor mediano na distribuição de índice refrativo na porção de

guia de luz 111 pode ser decidida como a fronteira entre a primeira parte 121 e a segunda parte 122. Além disso, esse valor mediano pode ser considerado o índice refrativo da porção de guia de luz 111. Em um caso em que o índice refrativo da segunda parte 122 é maior que o índice refrativo da primeira parte 121, a primeira parte 121 inclui a porção em que o índice refrativo é o menor e a segunda parte 122 inclui a porção em que o índice refrativo é o maior.

[0074] Exemplos da distribuição de índice refrativo que a porção de guia de luz 111 tem serão ilustrados com referência às Figuras 8A a 8J. Embora a primeira parte 121 seja descrito como uma parte de baixo índice refrativo e a segunda parte 122 como uma parte de alto índice refrativo, a relação de alto e baixo dos índices refrativos pode ser oposta. Na forma na Figura 8A, sendo que a segunda parte 122 é situada entre a primeira parte 121 e as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 no fundo na direção Z com a face inferior da porção de guia de luz 111 (a face que emite luz) são configuradas completamente pela segunda parte 122. Na forma na Figura 8B, a segunda parte 122 não alcança a extremidade inferior da porção de guia de luz 111 e a face inferior da porção de guia de luz 111 é configurada completamente pela primeira parte 121. Na forma na Figura 8C, a largura da primeira parte 121 é reduzida quanto mais próxima às porções de conversão fotoelétrica 101 e 102. Além disso, a largura da segunda parte 122 é constante. Na forma na Figura 8D, a largura da segunda parte 122 aumenta quanto mais próxima às porções de conversão fotoelétrica 101 e 102. Na forma na Figura 8E, a primeira parte 121 é situada entre a segunda parte 122 e as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 no topo na direção Z com a face superior da porção de guia de luz 111 (face de entrada de luz) configurada completamente pela segunda parte 122.

[0075] Conforme mostrado na Figura 8F, a largura da primeira parte 121 pode ser maior na direção Y que na direção X ou, conforme mostrado na Figura 8G, a largura da primeira parte 121 pode ser a mesma na direção X e na direção Y. Conforme mostrado na forma na Figura 8H, a porção de guia de luz 111 pode ter múltiplas primeiras porções 121 que servem como partes de baixo índice refrativo

separadas entre si pela segunda parte 122 que serve como uma parte de alto índice refrativo. A primeira parte 121 não é restrita a ser cercada pela segunda parte 122 e pode ser ensanduichada somente na direção X conforme na forma mostrada na Figura 8I ou pode ser ensanduichada somente na direção Y conforme na forma mostrada na Figura 8J.

[0076] A Figura 9A ilustra a configuração de um sistema de imageamento 1000 como uma câmera fotográfica digital, câmera de vídeo, terminal de informações que tem funções de imageamento ou similares. O sistema de imageamento 1000 é montado com uma lente de imageamento que serve como um sistema óptico de imageamento 11 para imagear imagens do sujeito. A posição de foco desse sistema óptico de imageamento 11 que inclui a lente de imageamento é controlada por uma unidade de controle de lente 12. Um obturador com diafragma 13 é conectado a uma unidade de controle de obturador com diafragma 14 que tem uma função de diafragma para realizar ajuste da quantidade de luz pela alteração do diâmetro de abertura (valores de abertura variáveis) e uma função de obturador para controlar um tempo de exposição pela realização de operações de abertura/fechamento ao realizar fotografia fixa. O espaço de imagem do sistema óptico de imageamento 11 inclui a superfície de imageamento do aparelho de conversão fotoelétrica 10 que realiza conversão fotoelétrica da imagem do sujeito que foi focada pelo sistema óptico de imageamento 11. O aparelho de conversão fotoelétrica 10 tem m elementos de recepção de luz que têm, cada um, uma ou múltiplas porções de conversão fotoelétrica ordenadas na direção horizontal e n ordenadas na direção vertical. Um filtro mosaico de cor primária que tem um arranjo de Bayer é disposto para esses elementos de imageamento de estado sólido, através do qual é composto um sensor de cor de um único painel bidimensional.

[0077] O controlador 15 é uma unidade de processamento central de câmera (CPU) que governa o controle das várias ações da câmera. A CPU da câmera tem uma unidade de computação, memória somente leitura (ROM), memória de acesso aleatório (RAM), um conversor A/D e um conversor D/A e um circuito de interface de comunicação e similares. A CPU da câmera controla as ações das partes da câmera

após um programa de computador armazenado na ROM e executa uma série de ações fotográficas de AF que inclui a detecção do estado de foco do sistema óptico fotográfico (detecção de foco), imageamento, processamento de imagem, gravação e assim por diante. A CPU da câmera é equivalente a um dispositivo de computação.

[0078] Uma unidade de controle de elemento de imageamento 16 controla as ações do aparelho de conversão fotoelétrica 10 e também realiza saída de sinais de pixel (sinais de imageamento) de conversão A/D a partir do aparelho de conversão fotoelétrica 10 e transmite esses para a CPU da câmera. Uma unidade de processamento de imagem 17 gera sinais de imagem pela realização de processamento de imagem nos sinais de imageamento convertidos de A/D como correção de γ e interpolação de cor e assim por diante e realiza adicionalmente processamento nos sinais de imagem como compressão de JPEG e similares. Uma unidade de exibição 18 como um visor de cristal líquido (LCD) ou informações de visores similares relacionadas ao modo de disparo da câmera, uma imagem de pré-visualização antes do disparo, uma imagem de configuração após disparo, estado do foco no momento da realização da detecção de foco e assim por diante. Comutadores operacionais 19 são compostos de um comutador de potência, comutador de liberação (disparador de fotografia), comutador operacional de ampliação, comutador de seleção de modo de disparo e assim por diante. Um meio de gravação 20 é para gravar imagens fotografadas e pode ser montado de forma separável.

[0079] A seguir é uma descrição de um método de detecção de foco (divisão de pupila) no elemento de recepção de luz 1 que tem as duas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102. Uma pupila de saída 31 do sistema óptico de imageamento ilustrado na Figura 9B é dividida em pupila na direção da direção x com as regiões da pupila de saída dividida sendo regiões de pupila 32 e 33. Os feixes de luz que passam pelas regiões de pupila 32 e 33 são atribuídos respectivamente às duas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102. O elemento de recepção de luz 1 que tem as duas porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 na direção X que é

ilustrado no presente exemplo tem funções que dividem as pupilas de realização de divisão de pupila na direção X. Especificamente, a porção de conversão fotoelétrica 101 situada no lado -X recebe um feixe de luz W2 (indicado por uma linha tracejada com dois pontos) que passou pela região de pupila no lado +X 33 na Figura 9B. Além disso, a porção de conversão fotoelétrica 102 situada no lado +X recebe um feixe de luz W1 (indicado por uma linha tracejada com um ponto) que passou pela região de pupila no lado -X 32 na Figura 9B.

[0080] Embora uma configuração para realização de detecção de foco para um sujeito que tem distribuição e luminância na direção X tenha sido descrita aqui, um elemento de imageamento de estado sólido em que as porções de conversão fotoelétrica 101 e 102 são ordenadas na direção Y também pode usar a mesma configuração a ser aplicada na direção Y e uma detecção de foco pode ser realizada na direção Y.

[0081] A modalidade descrita acima pode ser modificada conforme adequado sem se afastar da ideia da presente invenção.

[0082] De acordo com a presente invenção, a precisão da divisão de luz para múltiplas porções de conversão fotoelétrica pode ser aprimorada.

[0083] Embora a presente invenção tenha sido descrita com referência a modalidades exemplificativas, deve ser compreendido que a invenção não é limitada às modalidades exemplificativas reveladas. O escopo das seguintes reivindicações deve estar de acordo com a interpretação mais ampla de modo a abranger todas as tais modificações e estruturas e funções equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de conversão fotoelétrica que tem um elemento de recepção de luz disposto em um plano de imageamento,

caracterizado pelo fato de que o elemento de recepção de luz inclui uma pluralidade de porções de conversão fotoelétrica ordenadas em uma primeira direção paralela ao plano de imageamento, através de uma porção de isolamento e uma porção de guia de luz que se estende ao longo da pluralidade de porções de conversão fotoelétrica,

e em que, em um primeiro plano que é paralelo ao plano de imageamento e que atravessa a porção de guia de luz, uma maior largura da porção de guia de luz na primeira direção é maior que uma maior largura da porção de guia de luz em uma segunda direção paralela ao plano de imageamento e ortogonal à primeira direção.

2. Aparelho de conversão fotoelétrica, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que a maior largura da porção de guia de luz na primeira direção, em um segundo plano que é paralelo ao plano de imageamento e é mais próximo às porções de conversão fotoelétrica que o primeiro plano, é menor que a maior largura no primeiro plano.

3. Aparelho de conversão fotoelétrica, de acordo com a reivindicação 2,

caracterizado pelo fato de que a maior largura da porção de guia de luz na primeira direção é maior que a maior largura da porção de guia de luz na segunda direção no segundo plano.

4. Aparelho de conversão fotoelétrica, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3,

caracterizado pelo fato de que o elemento de recepção de luz tem uma única porção de seleção de comprimento de onda que se estende ao longo da pluralidade de porções de conversão fotoelétrica.

5. Aparelho de conversão fotoelétrica, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que:

$$WY \leq 3 \times \lambda / \sqrt{(n_1^2 - n_0^2)}$$

em que n_1 representa o índice refrativo da porção de guia de luz no

primeiro plano, n_0 representa o índice refrativo de um membro de isolamento que cerca a porção de guia de luz, λ representa um comprimento de onda de transmissão primário da porção de seleção de comprimento de onda e WY representa a maior largura da porção de guia de luz na segunda direção dentro do primeiro plano.

6. Aparelho de conversão fotoelétrica, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que $WY \leq 2 \times \lambda / \sqrt{(n_1^2 - n_0^2)}$.

7. Aparelho de conversão fotoelétrica, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6,

caracterizado pelo fato de que o elemento de recepção de luz tem uma porção de condensação de luz fornecida que se estende ao longo da pluralidade de porções de conversão fotoelétrica.

8. Aparelho de conversão fotoelétrica, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7,

caracterizado pelo fato de que a porção de guia de luz tem uma distribuição de índice refrativo variada.

9. Aparelho de conversão fotoelétrica, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8,

caracterizado pelo fato de que a maior largura da porção de guia de luz na primeira direção no primeiro plano é 1,05 vezes ou mais, maior que a porção de guia de luz na segunda direção.

10. Aparelho de conversão fotoelétrica, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8,

caracterizado pelo fato de que os elementos de recepção de luz incluem um ou mais primeiros elementos de recepção de luz situados em uma porção mediana de uma região de recepção de luz em que os elementos de recepção de luz são ordenados e um ou mais segundos elementos de recepção de luz situados em uma porção de perímetro da região de recepção de luz em que uma distância entre o centro de gravidade das porções de condensação de luz dos primeiros elementos de recepção de luz e o centro de gravidade das porções de condensação

de luz dos segundos elementos de recepção de luz é menor que a do centro de gravidade das porções de guia de luz dos primeiros elementos de recepção de luz e do centro de gravidade das porções de guia de luz dos segundos elementos de recepção de luz.

11. Sistema de imageamento caracterizado pelo fato de que compreende:
o aparelho de conversão fotoelétrica, conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10,
em que imageamento e detecção de foco pelo método de detecção de deslocamento de fase são realizados com base em sinais adquiridos a partir dos elementos de recepção de luz.

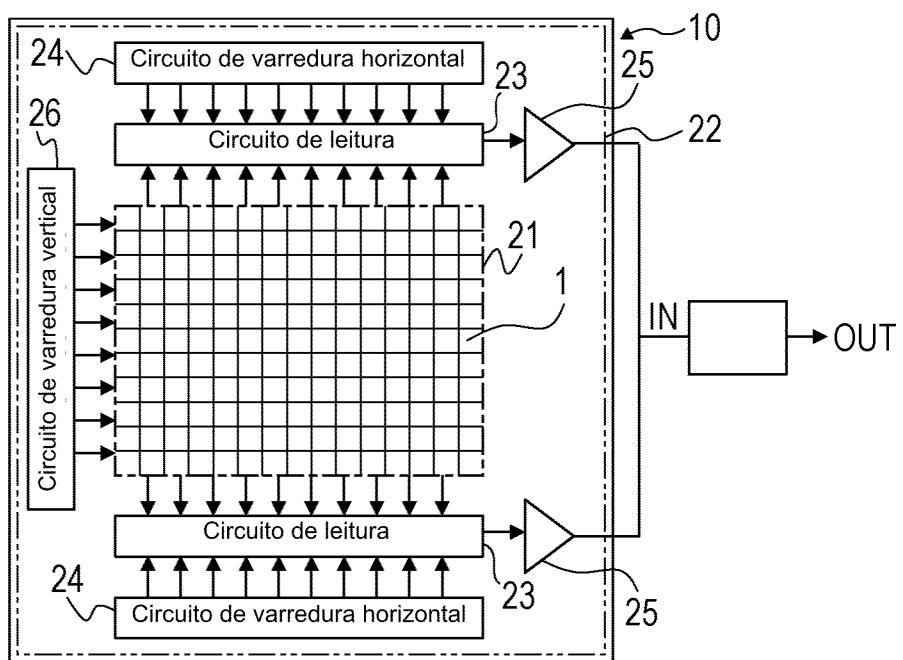
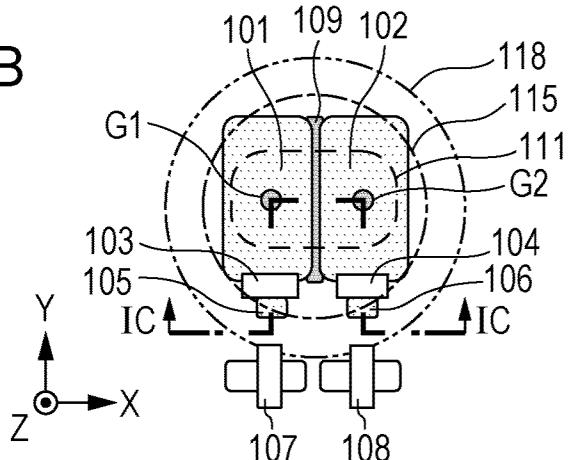
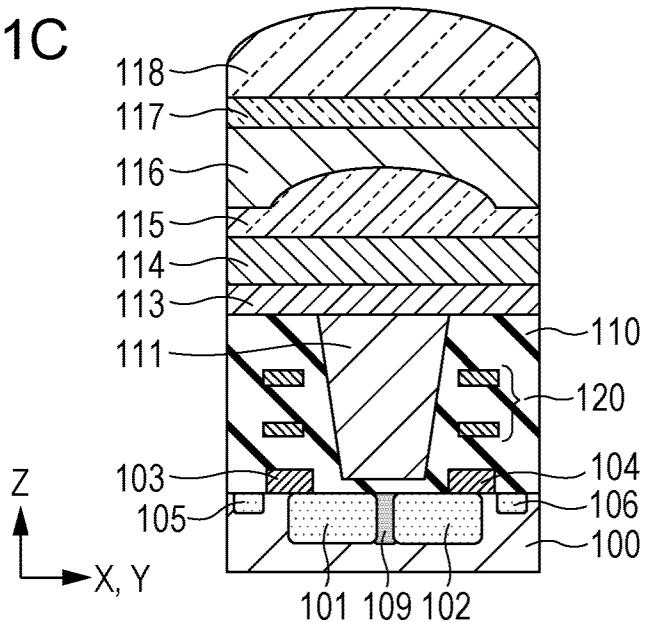
FIG. 1A**FIG. 1B****FIG. 1C**

FIG. 2A

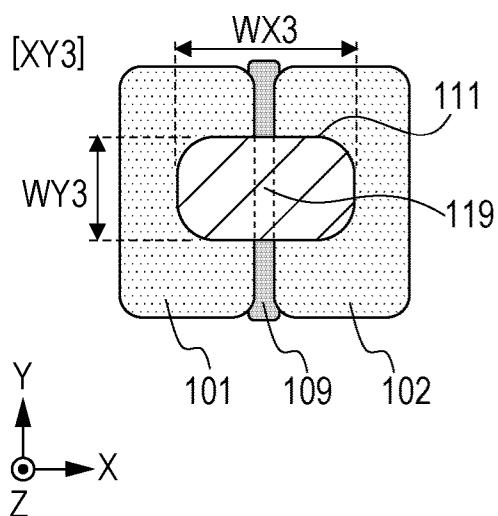
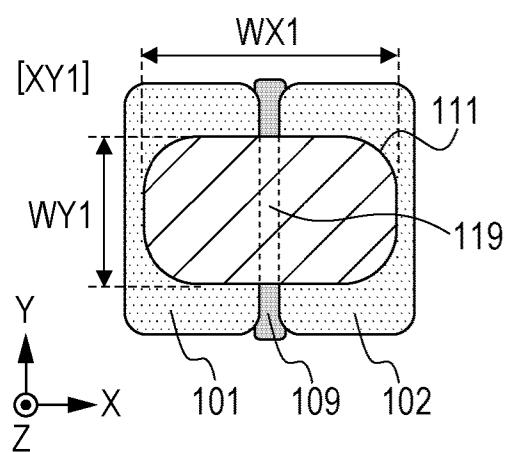
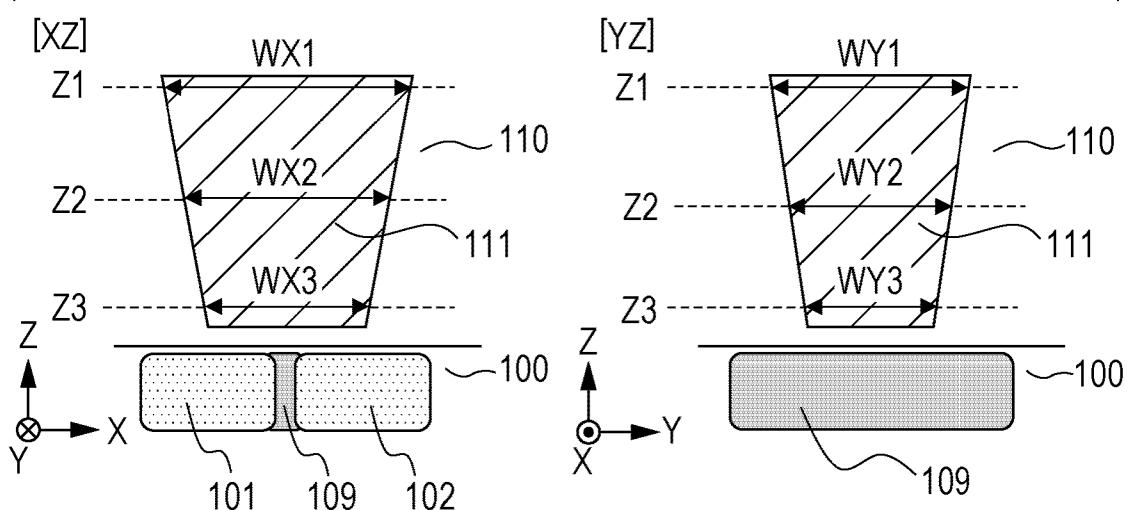


FIG. 2B

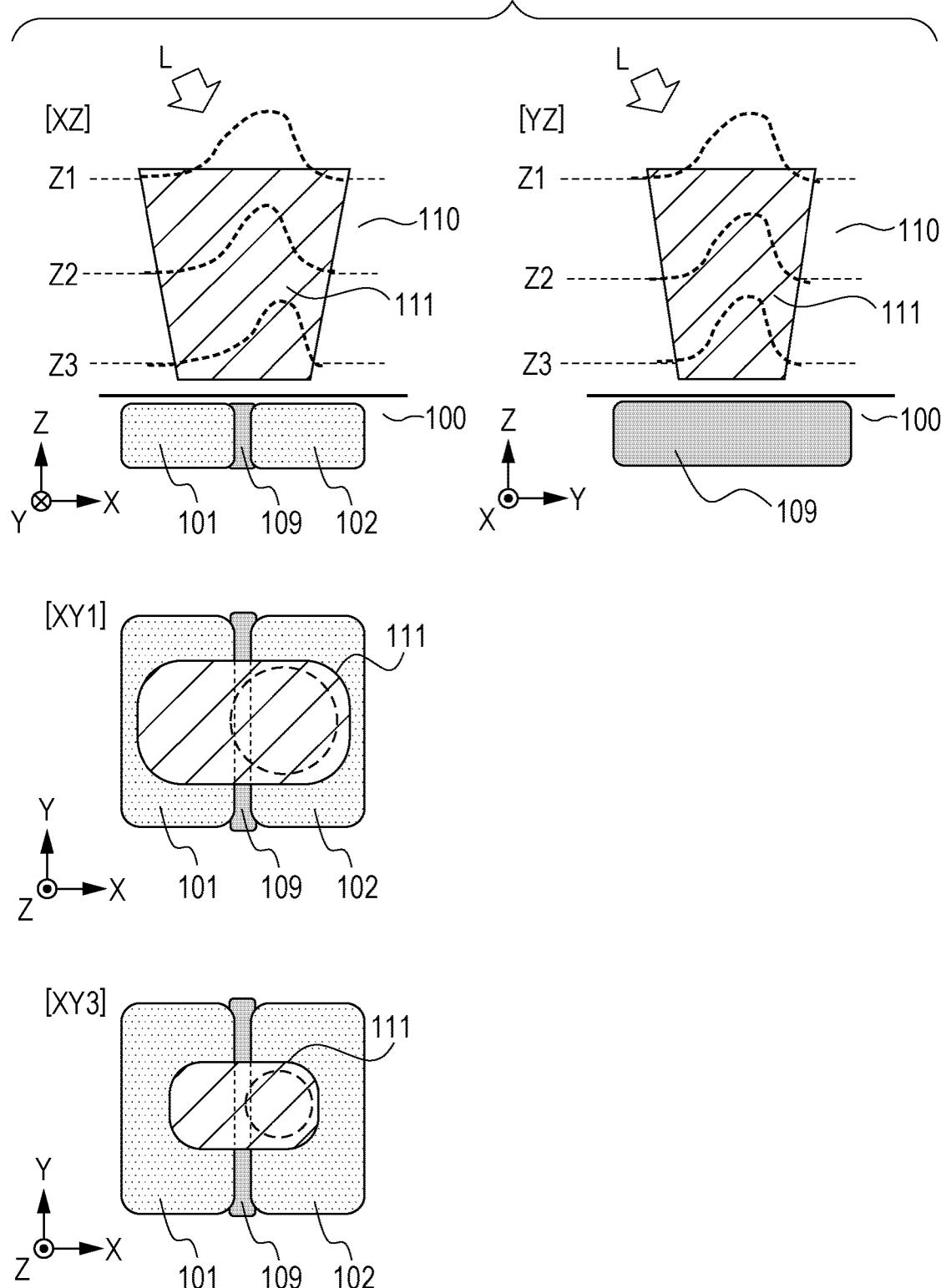


FIG. 3A

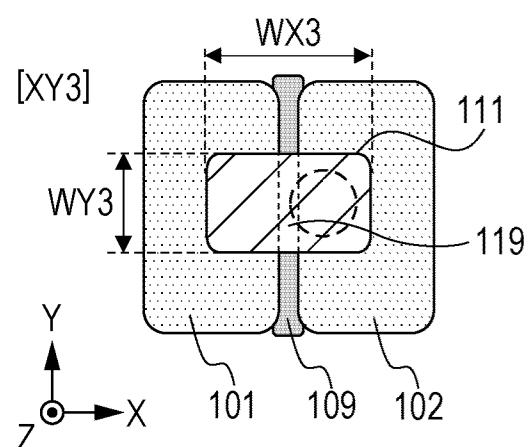
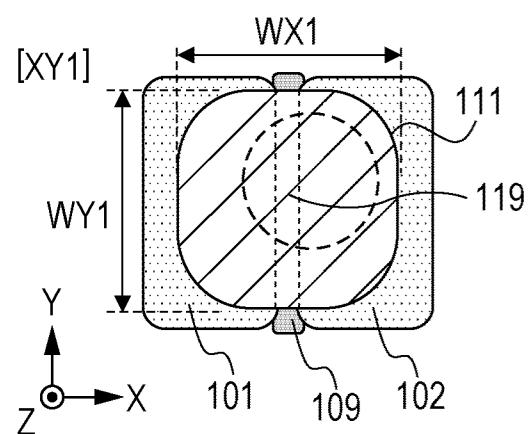
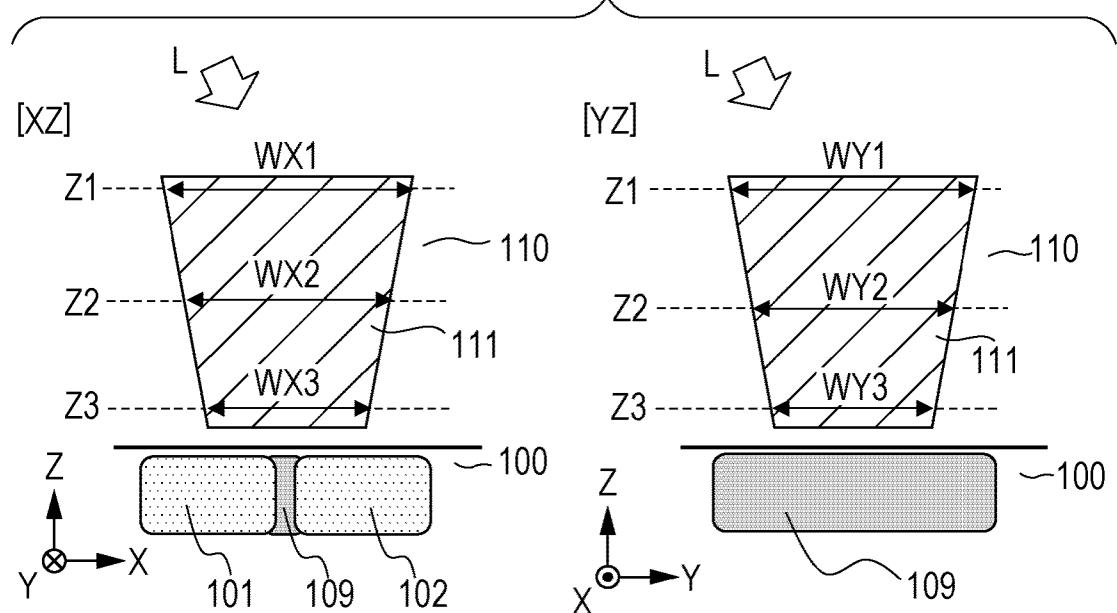


FIG. 3B

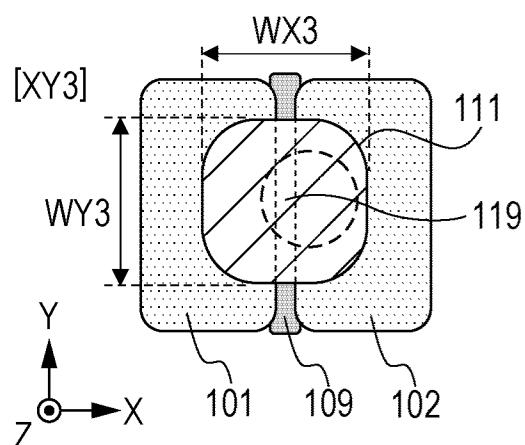
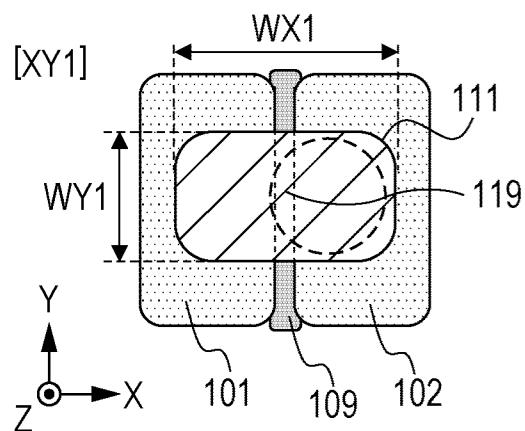
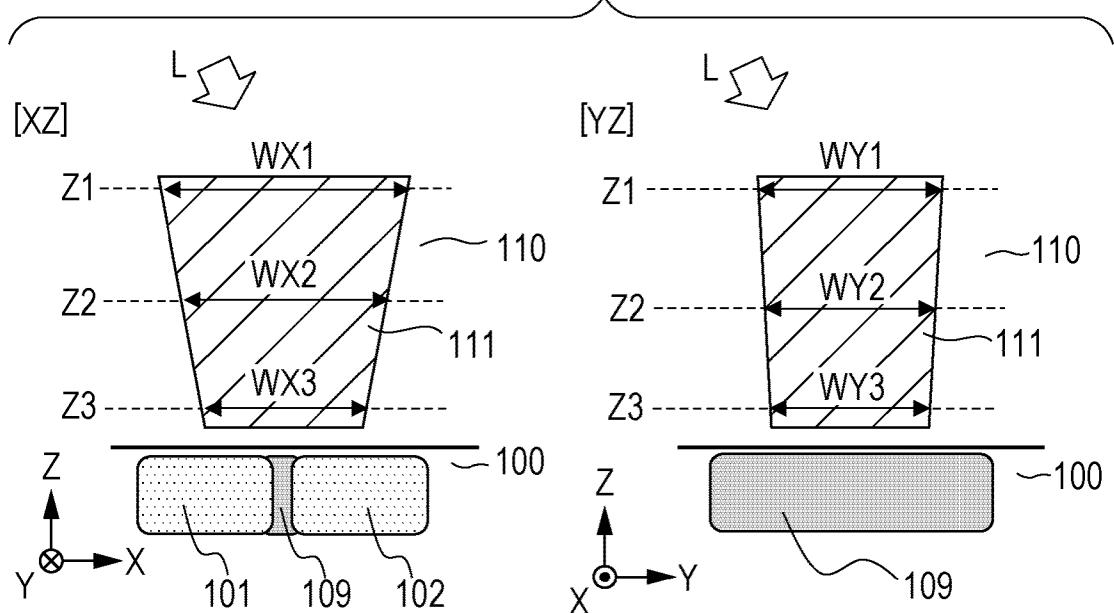
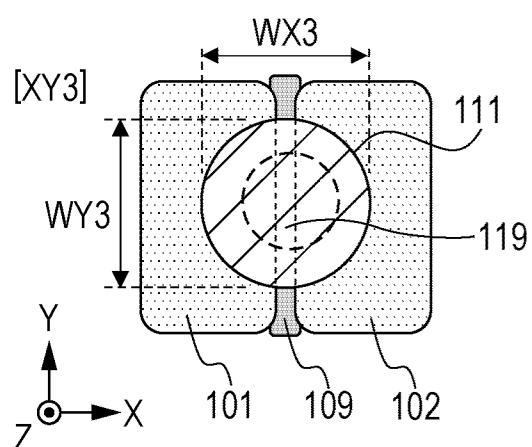
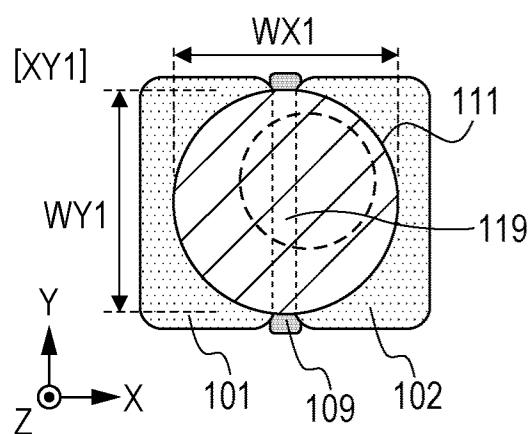
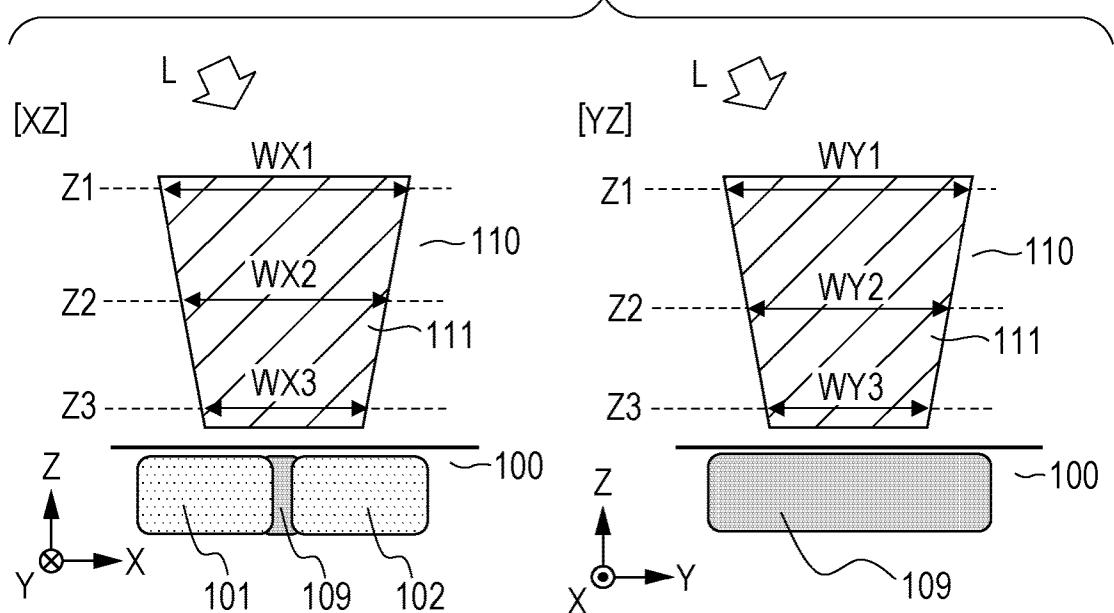


FIG. 4



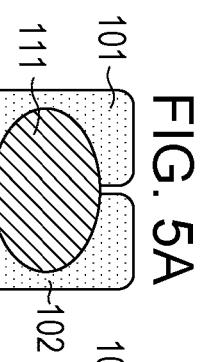


FIG. 5A

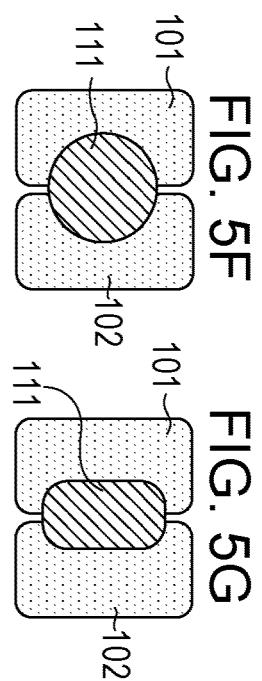
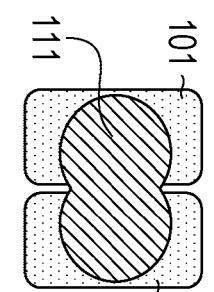
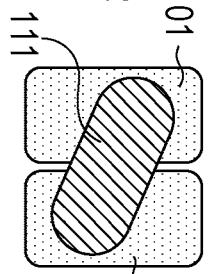


FIG. 5H

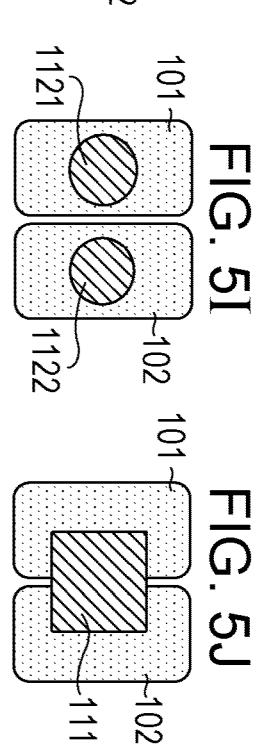
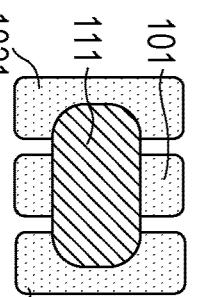
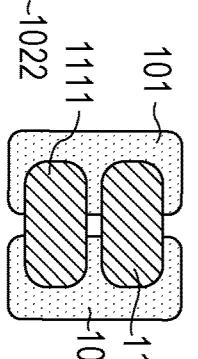


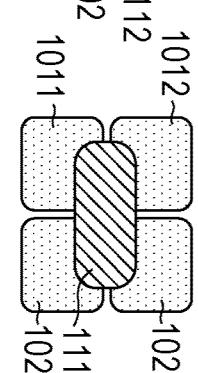
FIG. 5K



102



၅



四
五
五

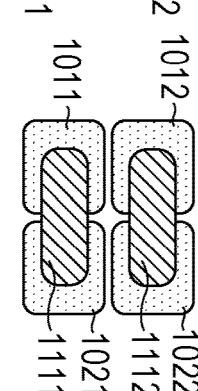
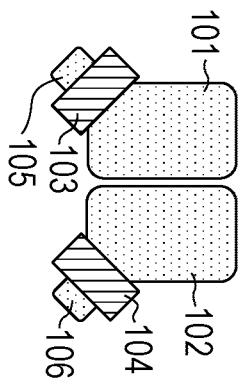


FIG. 5S



103
105

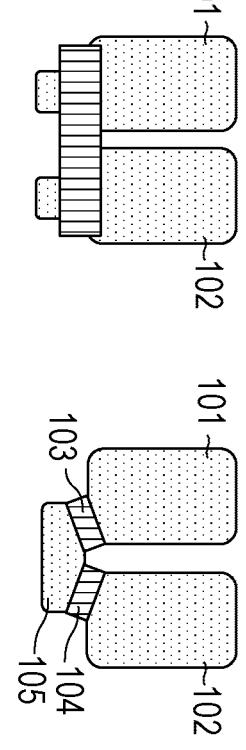
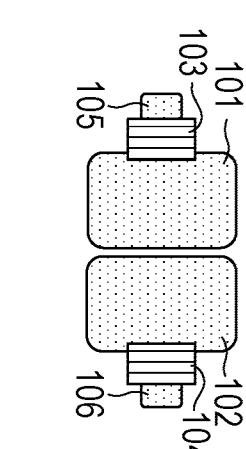


FIG. 6

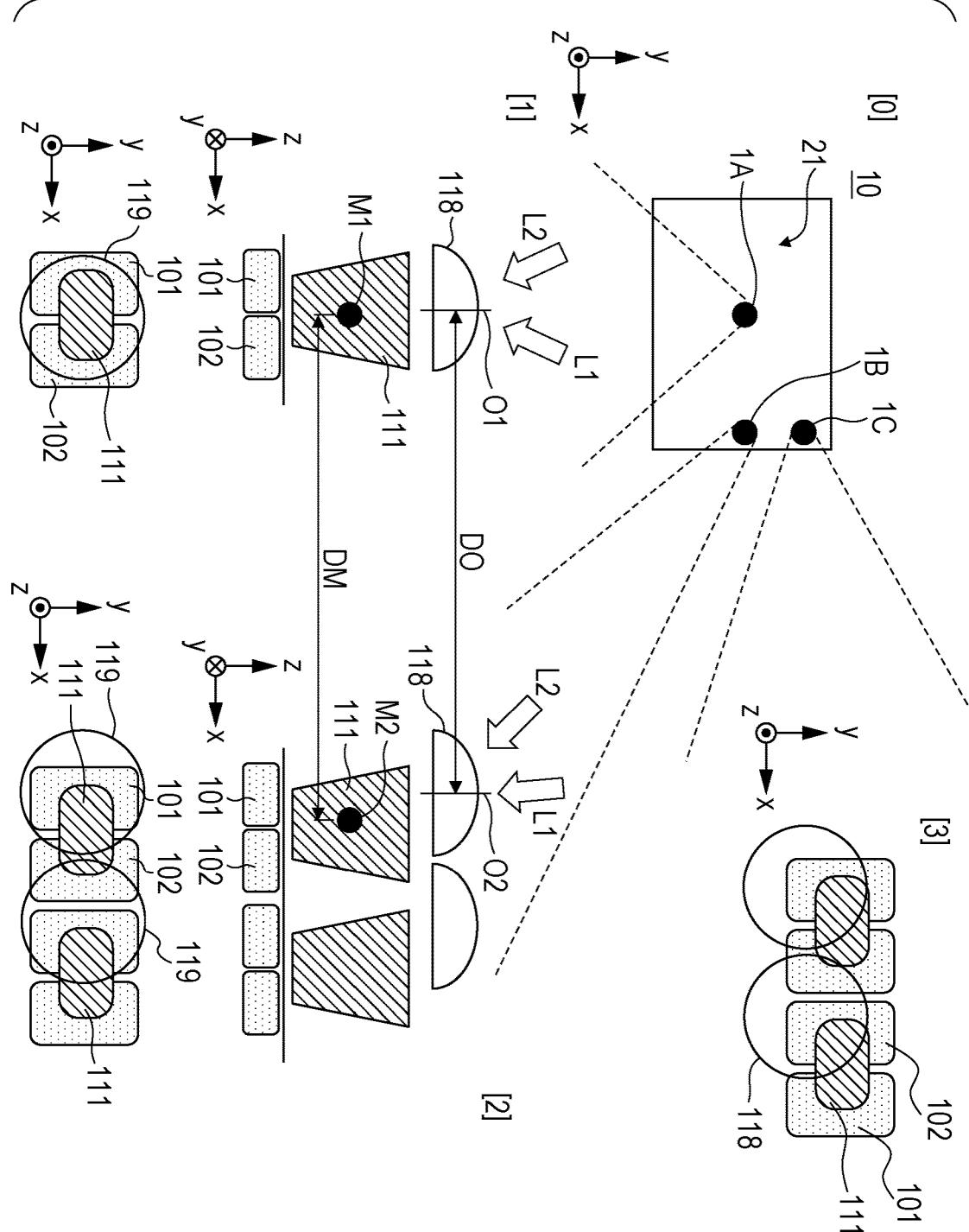


FIG. 7

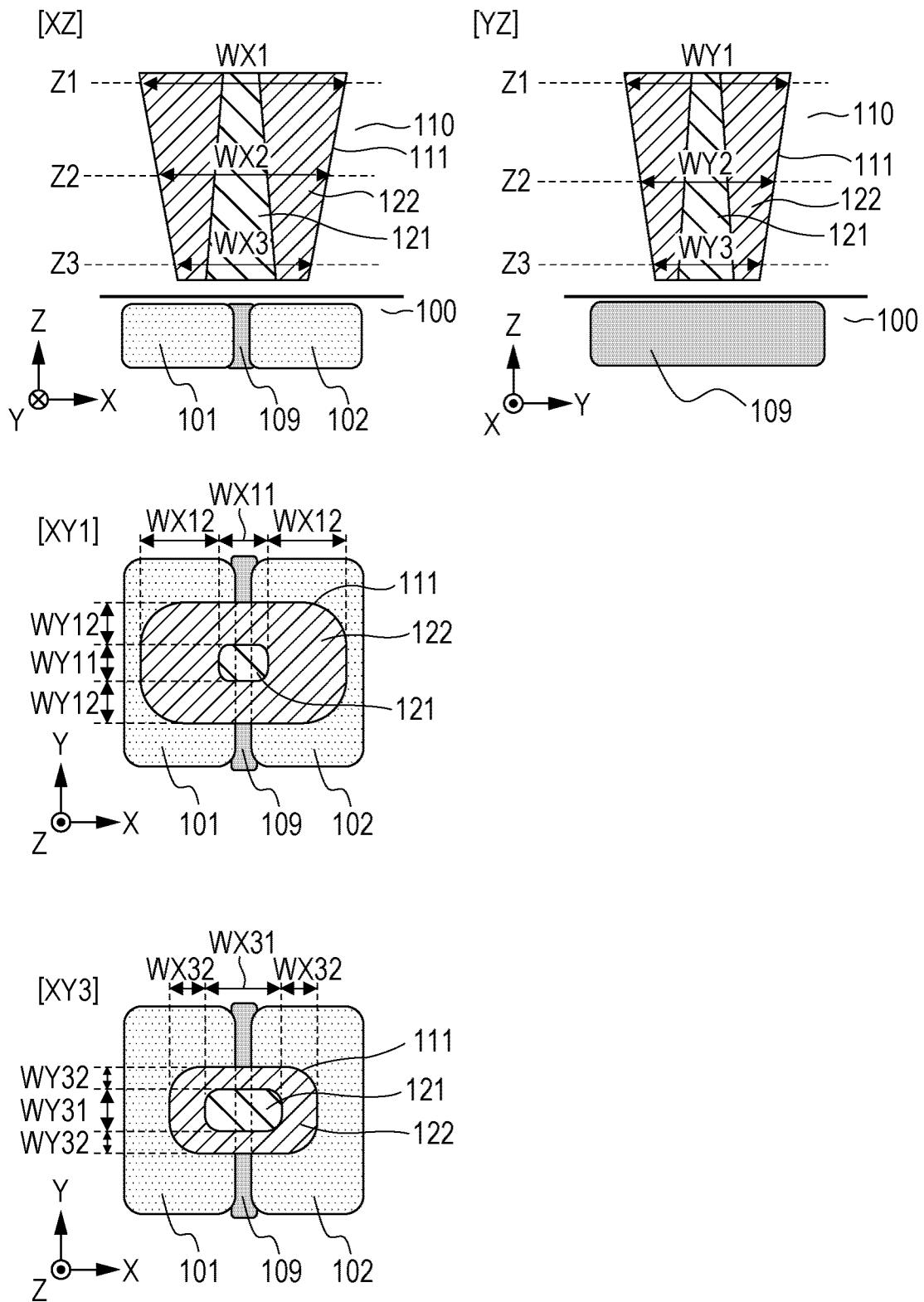


FIG. 8A

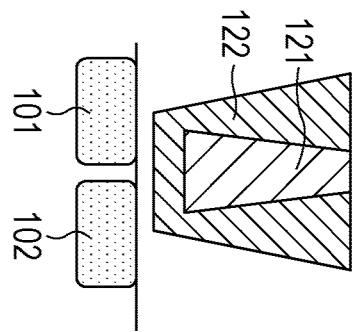


FIG. 8B

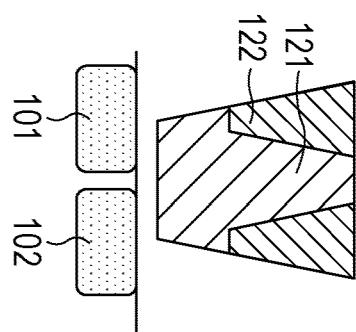


FIG. 8C

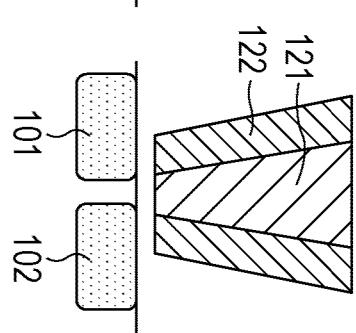


FIG. 8D

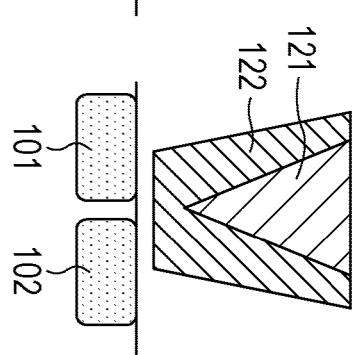


FIG. 8E

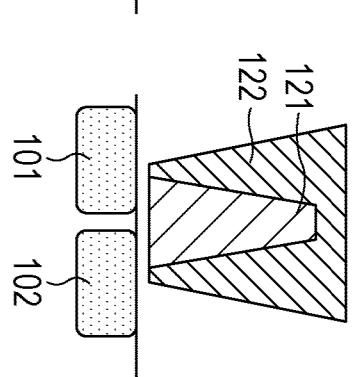


FIG. 8F

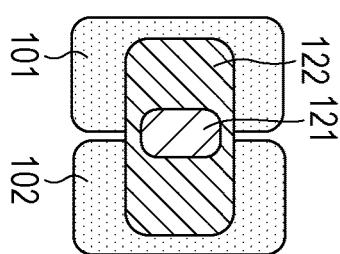


FIG. 8G

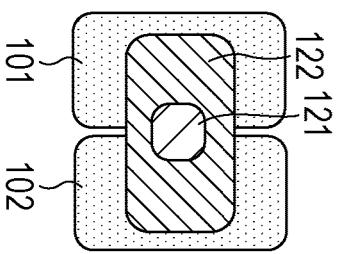


FIG. 8H

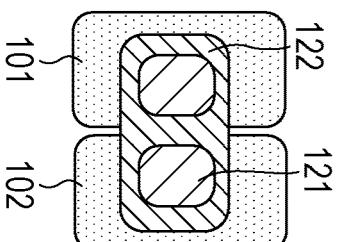


FIG. 8I

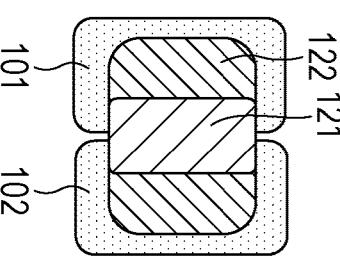


FIG. 8J

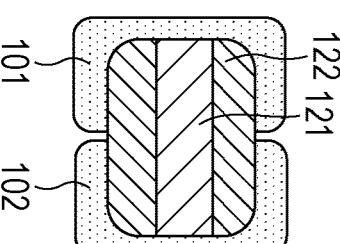


FIG. 9A

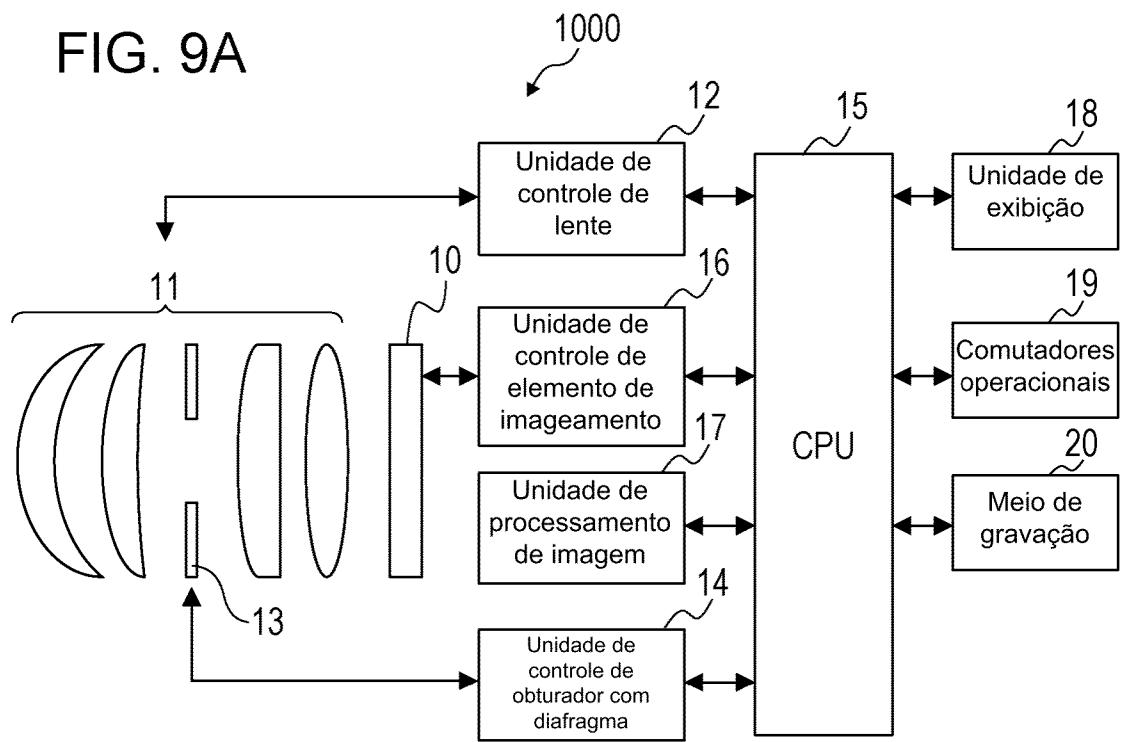


FIG. 9B

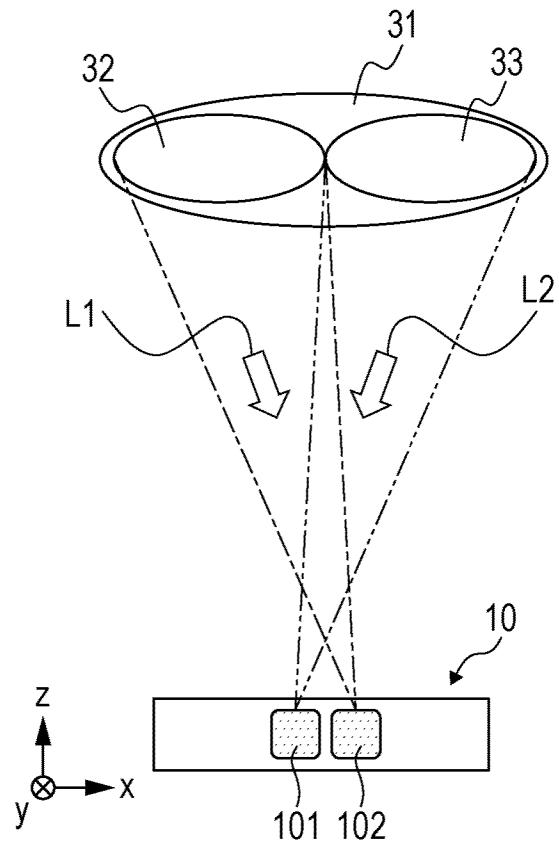
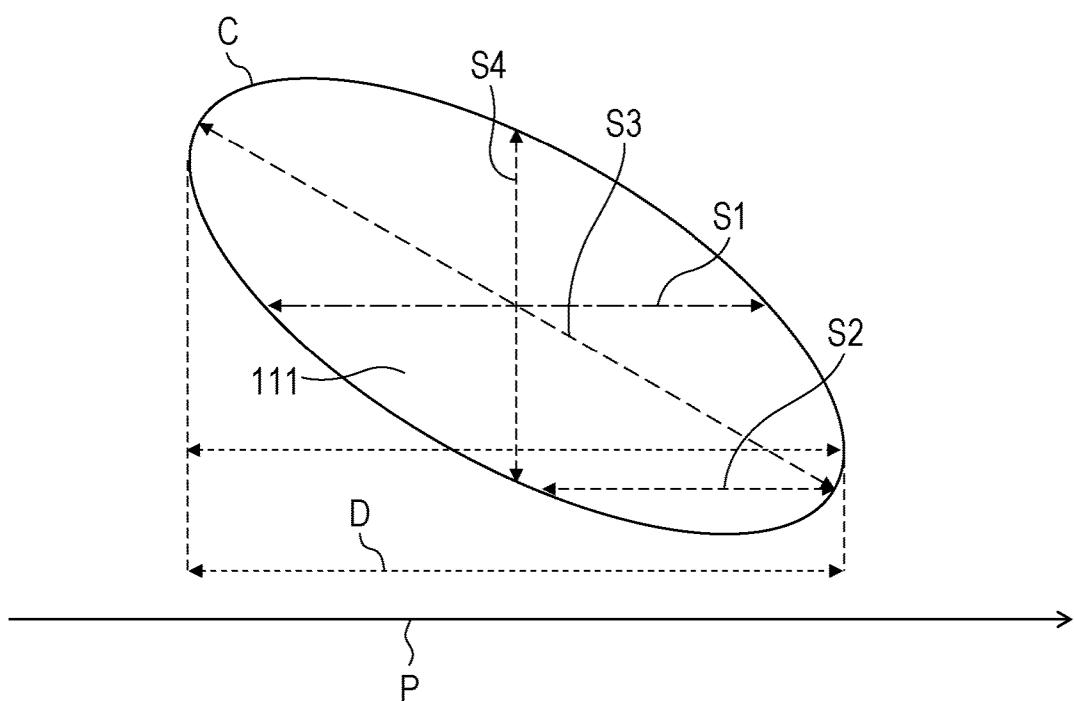


FIG. 10



RESUMO

“APARELHO DE CONVERSÃO FOTOELÉTRICA E SISTEMA DE IMAGEAMENTO”

A presente invenção refere-se a um aparelho de conversão fotoelétrica que tem elementos de recepção de luz dispostos em um plano de imageamento. O elemento de recepção de luz inclui uma pluralidade de porções de conversão fotoelétrica ordenadas em uma primeira direção paralela ao plano de imageamento através de uma porção de isolamento e uma porção de guia de luz que se estende ao longo da pluralidade de porções de conversão fotoelétrica. Em um primeiro plano que é paralelo ao plano de imageamento e que atravessa a porção de guia de luz, uma maior largura da porção de guia de luz na primeira direção é maior que uma maior largura da porção de guia de luz em uma segunda direção paralela ao plano de imageamento e ortogonal à primeira direção.