



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

(11) PI 0910156-0 B1



(22) Data do Depósito: 23/06/2009

(45) Data de Concessão: 24/12/2019

(54) Título: SISTEMA DE PROJEÇÃO

(51) Int.Cl.: G03B 21/20; H04N 5/74; H04N 9/31.

(30) Prioridade Unionista: 24/06/2008 DE 102008029787.9; 24/06/2008 DE 102008029785.2; 24/06/2008 DE 102008029788.7; 24/06/2008 US 61/075,133; 24/06/2008 DE 102008029789.5.

(73) Titular(es): CARL ZEISS AG.

(72) Inventor(es): ENRICO GEISLER; CHRISTOPH NIETEN; GÜNTER RUDOLPH; MARCO PRETORIUS.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009004531 de 23/06/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/156130 de 30/12/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 22/12/2010

(57) Resumo: SISTEMA DE PROJEÇÃO A presente invenção provê um sistema de projeção incluindo uma primeira matriz de espelho articulável (3), segunda matriz de espelho articulável (5), e uma lente de imageamento (4) que projeta a primeira matriz de espelho articulável (3) sobre a segunda matriz de espelho articulável (5), onde cada matriz de espelho articulável (3, 5) tem múltiplos espelhos de imageamento, cujos eixos de articulação são posicionados em uma superfície moduladora, sendo que a lente de imageamento compreende uma primeira lente, um espelho de imageamento, e o espelho de imageamento formando um diafragma de abertura da lente de imageamento (4), que forma um ângulo diferente de 90° em relação à normal da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável (3), sem possíveis dobras de trajetória óptica.

"SISTEMA DE PROJEÇÃO"

[0001] A presente invenção se relaciona a um sistema de projeção, de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1, Tal sistema de projeção é conhecido, por exemplo, a partir da EP 1.269.756.

[0002] No sistema de projeção da presente invenção, se consegue a vantagem de o nível de preto na imagem projetada (assim o brilho residual de um ponto de imagem preta *per se*) ser facilmente reduzido em comparação com sistemas de projeção com apenas uma matriz de espelho articulável com a conexão de séries ópticas de duas matrizes de espelho articulável.

[0003] No entanto, é muito difícil imagear com uma boa qualidade a primeira matriz de espelho articulável sobre a segunda matriz de espelho articulável através de um dispositivo óptico de imageamento. Em particular, isto ocorre porque, no caso de matrizes de espelho articulável, o grupo de feixes de luz refletida usado para gerar imagens segue uma direção não perpendicular à superfície moduladora, segundo um ângulo pré-determinado, em razão da posição inclinada do espelho articulável. Uma estrutura óptica compacta também se torna difícil por causa disto.

[0004] A partir daqui, o objeto da presente invenção é desenvolver um sistema de projeção como definido a princípio tendo uma estrutura óptica compacta que simultaneamente provê uma boa qualidade de imageamento.

[0005] O objetivo pretendido para o sistema de projeção do tipo referido no começo é conseguido, através de um dispositivo óptico de imageamento, que compreende uma primeira lente e um espelho de imageamento, sendo que

o espelho de imageamento inclui um diafragma de abertura do dispositivo óptico de imageamento, e forma um ângulo diferente de 90° com a normal da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, sem possíveis dobras de trajetória do feixe.

[0006] Com o arranjo inclinado do diafragma de abertura, o dispositivo óptico de imageamento pode ser projetado de modo a minimizar erros de imageamento.

[0007] Consideram-se dobras de trajetória de feixe, as dobras de trajetória que não têm propriedade de imageamento. Portanto, consistem de dobras de trajetória nas superfícies de nível. Isto provê um dispositivo mais compacto, e não influencia a qualidade de imageamento do dispositivo óptico de imageamento. Por conseguinte, a inclinação do diafragma de abertura se relaciona à superfície moduladora, sem provocar nenhuma dobra de trajetória de feixe.

[0008] Os espelhos de imageamento podem ser projetados, em particular, na forma de uma lente metalizada em sua parte posterior.

[0009] Os espelhos articuláveis das duas matrizes de espelho articulável, em particular, podem alternar entre uma primeira e segunda posição de inclinação.

[0010] Desenvolvimentos do sistema de projeção, de acordo com presente invenção, serão providos nas reivindicações dependentes.

[0011] Provê-se um sistema de projeção A1 compreendendo uma primeira matriz de espelho articulável, segunda matriz de espelho articulável, e dispositivo óptico de imageamento para imagear a primeira matriz de espelho articulável sobre a segunda matriz de espelho articulável, sendo que cada matriz

de espelho articulável deve incluir diversos espelhos articuláveis, cujos eixos de articulação estão dispostos em uma superfície moduladora. A superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável sendo arranjada em um plano modulador, e a superfície moduladora da segunda matriz de espelho articulável arranjada no plano modulador ou em um plano paralelo ao mesmo, e um componente óptico defletor arranjado entre as matrizes de espelho articulável, em um lado, e o dispositivo óptico de imageamento, no outro lado. O citado dispositivo óptico dobra a trajetória de feixe pelo menos uma vez entre o dispositivo óptico de imageamento e a respectiva matriz de espelho articulável.

[0012] Desenvolvimentos do sistema de projeção A1, também chamado "sistema de projeção de acordo com versão A1", serão apresentados a seguir:

[0013] A2 Sistema de projeção de acordo com versão A1, no qual o dispositivo óptico defletor provê pelo menos uma dobra a trajetória de feixe entre a primeira matriz de espelho articulável e o dispositivo óptico de imageamento, por reflexão interna total.

[0014] A3 Sistema de projeção de acordo com versão A1 ou A2, no qual o sistema de lente provê pelo menos uma dobra a trajetória de feixe entre a segunda matriz de espelho articulável e o dispositivo óptico de imageamento, por reflexão interna total.

[0015] A4 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A1-A3, no qual o componente óptico defletor dobra duas vezes, em cada caso, a trajetória de feixe entre o dispositivo óptico de imageamento e cada matriz de espelho articulável.

[0016] A5 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A1-A4, no qual o dispositivo óptico defletor é projetado simétrico ao plano central, perpendicular ao plano do modulador.

[0017] A6 Sistema de projeção de acordo com a versão A5, no qual as superfícies moduladoras das matrizes de espelho articulável (3, 5) são arranjadas simétricas ao plano central.

[0018] A7 Sistema de projeção de acordo com versões A5 ou A6, no qual os dispositivos ópticos de imageamento são projetados simétricos ao plano central.

[0019] A8 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A1-A7, no qual o dispositivo óptico de imageamento compreende uma primeira lente projetada como lente plano-convexa e uma segunda lente projetada como uma lente metalizada em sua parte posterior, onde o lado plano da primeira lente é cimentado no dispositivo óptico defletor.

[0020] A9 Sistema de projeção de acordo com a versão A8, no qual o lado convexo da primeira lente é projetado como superfície esférica (F2).

[0021] A10 Sistema de projeção de acordo com a versão A9, no qual a superfície esférica é inclinada em relação ao lado plano da primeira lente.

[0022] A11 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A1-A10, no qual o dispositivo óptico de imageamento inclui um diafragma de abertura formando um ângulo diferente de 90° em relação à normal da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, sem possíveis dobras na trajetória de feixe.

[0023] A12 Sistema de projeção, de acordo com versão A11,

na qual o diafragma de abertura é arranjado deslocado em relação à normal passando através do centro da superfície do modulador da primeira matriz de espelho articulável, sem possíveis dobras na trajetória de feixe.

[0024] A13 Sistema de projeção, de acordo com versões A11 ou A12, no qual o dispositivo óptico de imageamento compreende uma primeira lente projetada como lente plano-convexa e uma segunda lente projetada como uma lente metalizada em sua parte posterior, onde o lado convexo da primeira lente forma um ângulo diferente de 90° em relação à normal da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, sem possíveis dobras na trajetória de feixe.

[0025] A14 Sistema de projeção, de acordo com a versão A13, na qual a parte posterior metalizada da segunda lente forma o diafragma de abertura.

[0026] A15 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A1-A14, no qual os espelhos articuláveis, em cada caso, podem alternar entre uma primeira e segunda posição articulável, no qual é provido um módulo de iluminação para iluminar a primeira matriz de espelho articulável, de modo que a luz incida perpendicularmente à superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, e que o dispositivo óptico de imageamento imageia a luz refletida pelos espelhos da primeira matriz de espelho articulável na primeira posição de inclinação sobre a segunda matriz de espelho articulável em um ângulo tal que a luz refletida pelo espelho articulável da segunda matriz de espelho articulável na primeira posição de inclinação se propague perpendicularmente à superfície do modulador da segunda matriz de espelho articulável.

[0027] Um sistema de projeção A16 tem uma primeira e segunda matriz de espelho articulável, e dispositivos ópticos de imageamento, quais dispositivos ópticos de imageamento compreendem uma primeira lente projetada como lente plano-convexa e uma segunda lente projetada como lente metalizada em sua parte posterior, onde o lado convexo da primeira lente é projetado como superfície esférica tendo precisamente um plano de espelho simétrico inclinado em relação ao lado plano da primeira lente.

[0028] Um componente óptico de imageamento preferivelmente imageia a primeira matriz de espelho articulável sobre a segunda matriz de espelho articulável.

[0029] Desenvolvimentos do sistema de projeção A16, também chamado "sistema de projeção de acordo com versão A16" serão apresentados a seguir:

[0030] A17 Sistema de projeção de acordo com versão A16, no qual cada matriz de espelho articulável tem diversos espelhos articuláveis, cujos eixos de inclinação são dispostos em uma superfície moduladora, sendo que as superfícies moduladoras das duas matrizes de espelho articulável são simétricas em relação ao plano de simetria do espelho.

[0031] A18 Sistema de projeção de acordo com versão A16 ou A17, no qual os dispositivos ópticos de imageamento são simétricos em relação ao plano de simetria do espelho.

[0032] A19 Sistema de projeção de acordo com uma das as versões A16 ou A18, no qual ambas lentes do dispositivo óptico de imageamento são feitas a partir do mesmo material.

[0033] A20 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A16-A19, no qual cada matriz de espelho articulável

tem diversos espelhos articuláveis, cujos eixos de articulação são dispostos em uma superfície moduladora, e o dispositivo ópticos de imageamento tem um diafragma de abertura formando um ângulo diferente de 90° em relação à normal da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, sem possíveis dobras na trajetória de feixe.

[0034] A21 Sistema de projeção de acordo com a versão A20, no qual o diafragma de abertura é arranjado deslocado da normal que passa através do centro da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, sem possíveis dobras na trajetória de feixe.

[0035] A22 Sistema de projeção de acordo com versões A20 ou A21, no qual o lado convexo da primeira lente forma um ângulo diferente de 90° em relação à normal da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, sem possíveis dobras na trajetória de feixe.

[0036] A23 Sistema de projeção de acordo com a versão A22, no qual a parte posterior metalizada da segunda lente forma o diafragma de abertura.

[0037] A24 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A20 a A23, no qual a superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável é arranjada em um plano modulador, e a superfície moduladora da segunda matriz de espelho articulável é arranjada no plano modulador ou em um plano paralelo ao mesmo, e no qual um dispositivo óptico defletor é arranjado entre as matrizes de espelho articulável de um lado e dispositivo óptico de imageamento de outro lado, o citado dispositivo óptico defletor dobra a trajetória de feixe pelo menos uma vez entre o dispositivo

óptico de imageamento, e respectivas matrizes de espelho articulável.

[0038] A25 Sistema de projeção de acordo com versão A24, no qual o dispositivo óptico defletor provê pelo menos uma dobra de trajetória de feixe entre a primeira matriz de espelho articulável e o dispositivo óptico de imageamento, por reflexão interna total.

[0039] A26 Sistema de projeção de acordo com versões A24 ou A25, no qual o dispositivo óptico defletor provê pelo menos uma dobra de trajetória de feixe entre a segunda matriz de espelho articulável e o dispositivo óptico, por reflexão interna total.

[0040] A27 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A24 a A26, no qual o dispositivo óptico defletor dobra a trajetória de feixe entre o dispositivo óptico de imageamento e cada matriz de espelho articulável, em cada caso.

[0041] A28 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A24-A27, no qual o dispositivo óptico defletor é arranjado simétrico ao plano central perpendicular ao plano modulador.

[0042] A29 Sistema de projeção de acordo com versão A28, no qual as superfícies moduladoras das matrizes de espelho articulável são arranjadas simétricas ao plano central.

[0043] A30 Sistema de projeção de acordo com as versões A28 ou A29, no qual os dispositivos ópticos de imageamento são arranjados simétricos ao plano central.

[0044] A31 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A24-A30, no qual o lado plano da primeira lente é cimentado no dispositivo óptico defletor.

[0045] A32 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A16-A31, no qual os espelhos articuláveis podem, em cada caso, alternar entre uma primeira e segunda posição de inclinação, na qual é provido um módulo de iluminação para iluminar a primeira matriz de espelho articulável, de modo que a luz incida perpendicularmente sobre a superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, e que o dispositivo óptico de imageamento imageia a luz refletida pelos espelhos articuláveis da primeira matriz de espelho articulável disposta na primeira posição de inclinação sobre a segunda matriz de espelho articulável, em um ângulo tal que a luz refletida pelos espelhos articuláveis da segunda matriz de espelho articulável na primeira posição de inclinação se propague perpendicularmente em direção à superfície moduladora da segunda matriz de espelho articulável.

[0046] Sendo adicionalmente provido um sistema de projeção A33 tendo uma primeira e segunda matriz de espelho articulável e dispositivos ópticos de imageamento que imageiam a primeira matriz de espelho articulável sobre a segunda matriz de espelho articulável, sendo que cada matriz de espelho articulável tem diversos espelhos articuláveis, cujos eixos de articulação são dispostos em uma superfície moduladora e podem, em cada caso, alternar entre uma primeira e segunda posição de inclinação, sendo que ademais o sistema de projeção A33 tem um módulo de iluminação que ilumina a primeira matriz de espelho articulável, de modo que a luz incida perpendicularmente sobre a superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, e sendo que o dispositivo óptico de imageamento imageia a luz refletida pelos espelhos articuláveis da primeira matriz de

espelho articulável na primeira posição de inclinação sobre a segunda matriz de espelho articulável em um ângulo tal, que a luz refletida pelos espelhos articuláveis da segunda matriz de espelho articulável, na primeira posição de inclinação, se propague perpendicularmente à superfície moduladora da segunda matriz de espelho articulável.

[0047] Desenvolvimentos do sistema de projeção A33, também chamado de sistema de projeção de acordo com versão A33, serão apresentadas adiante:

[0048] A34 Sistema de projeção de acordo com a versão A33, no qual a superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável é arranjada em um plano modulador e a superfície moduladora da segunda matriz de espelho articulável é arranjada no plano modulador ou em um plano paralelo ao mesmo, e um dispositivo óptico defletor é arranjado entre as matrizes de espelho articulável em um lado e um dispositivo óptico de imageamento é arranjado em outro lado, o citado dispositivo óptico defletor provê pelo menos uma dobra à trajetória de feixe entre o dispositivo óptico de imageamento e as respectivas matrizes de espelho articulável.

[0049] A35 Sistema de projeção de acordo com versão A34, no qual o dispositivo óptico defletor provê pelo menos uma dobra à trajetória de feixe entre a primeira matriz de espelho articulável e o dispositivo óptico de imageamento, por reflexão interna total.

[0050] A36 Sistema de projeção de acordo com versões A34 ou A35, no qual o dispositivo óptico defletor provê pelo menos uma dobra à trajetória de feixe entre a segunda matriz de espelho articulável e o dispositivo óptico de imageamento por reflexão interna total.

[0051] A37 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A34-A36, no qual o dispositivo óptico defletor dobra duas vezes, em cada caso, a trajetória de feixe entre o componente óptico de imageamento e cada matriz de espelho articulável.

[0052] A38 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A34 e A37, no qual o dispositivo óptico defletor é projetado simétrico em relação a um plano central perpendicular ao plano modulador.

[0053] A39 Sistema de projeção de acordo com versão A38, no qual a superfície moduladora das matrizes de espelho articulável é arranjada simétrica em relação ao plano central.

[0054] A40 Sistema de projeção de acordo com versão A38 ou A39 no qual os dispositivos ópticos de imageamento são projetados simétricos ao plano central.

[0055] A41 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A33 e A40, no qual o dispositivo óptico de imageamento compreende uma primeira lente projetada como lente plano-convexa e uma segunda lente projetada como uma lente metalizada em sua parte posterior, onde o lado plano da primeira lente é cimentado no dispositivo óptico defletor.

[0056] A42 Sistema de projeção de acordo com versão A41, no qual o lado convexo da primeira lente é projetado na forma de superfície esférica.

[0057] A43 Sistema de projeção de acordo com a versão A42, no qual a superfície esférica é inclinada em relação ao lado plano da primeira lente.

[0058] A44 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A33-A43, no qual os dispositivos ópticos de

imageamento têm um diafragma de abertura formando um ângulo diferente de 90° em relação à normal da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, sem possíveis dobras na trajetória de feixe.

[0059] A45 Sistema de projeção de acordo com a versão A44, no qual o diafragma de abertura é arranjado deslocado da normal que passa pelo centro da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, sem possíveis dobras na trajetória de feixe.

[0060] A46 Sistema de projeção de acordo com versões A44 ou A45, no qual o dispositivo óptico de imageamento compreende uma primeira lente projetada como lente plano-convexa e uma segunda lente projetada como uma lente metalizada em sua parte posterior, sendo que o lado convexo da primeira lente forma um ângulo diferente de 90° em relação à normal da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável, sem possíveis dobras na trajetória de feixe.

[0061] A47 Sistema de projeção de acordo com versão A46, no qual a parte posterior metalizada da segunda lente forma o diafragma de abertura.

[0062] Sendo adicionalmente provido um sistema de projeção A48 tendo um módulo de iluminação, uma primeira e segunda matriz de espelho articulável, dispositivos ópticos de imageamento que compreendem uma primeira lente e um espelho de imageamento que imageia a matriz de espelho articulável sobre a segunda matriz de espelho articulável, sendo que cada matriz de espelho articulável tem diversos espelhos articuláveis, cujos eixos de articulação são dispostos em uma superfície moduladora que pode, em cada caso, alternar entre

uma primeira e segunda posição de inclinação, sendo provido um primeiro módulo divisor de feixe com uma primeira superfície defletora, com qual a primeira matriz de espelho articulável é iluminada, de modo que a luz incida perpendicularmente na superfície moduladora na primeira matriz de espelho articulável, sendo que a luz refletida pelos espelhos articuláveis na primeira posição de inclinação reflete na primeira superfície defletora do primeiro módulo divisor de feixe, se propaga para o dispositivo óptico de imageamento, é imageada pelo dispositivo óptico de imageamento sobre a segunda matriz de espelho articulável, sendo provido um segundo módulo divisor de feixe com uma segunda superfície defletora entre o dispositivo óptico de imageamento e a segunda matriz de espelho articulável, e a segunda superfície defletora direciona a luz sobre a segunda matriz de espelho articulável, em um ângulo tal que a luz é refletida pelos espelhos articuláveis da segunda matriz de espelho articulável na primeira posição de inclinação e se propaga perpendicularmente à superfície moduladora da segunda matriz de espelho articulável.

[0063] Desenvolvimentos do sistema de projeção A48, também chamado de sistema de projeção de acordo com versão A48, serão apresentados a seguir:

[0064] A49 Sistema de projeção de acordo com a versão A48, no qual cada matriz de espelho articulável é fixada a um módulo divisor de feixe.

[0065] A50 Sistema de projeção de acordo com uma das versões A48-A50, no qual uma superfície voltada para o dispositivo óptico de imageamento dos dois módulos divisores de feixe é cimentada na superfície óptica da primeira lente,

em particular, na superfície óptica plana da primeira lente.

[0066] Um projeto compacto do correspondente sistema de projeção pode ser provido com dispositivos ópticos defletores dos sistemas de projeção descritos, em particular, provendo um espaço suficiente para uma unidade de controle eletrônica, que é necessária para matrizes de espelho articulável, resultando que as unidades de controle eletrônicas não se estendem na área do dispositivo óptico de imageamento necessário para imageamento.

[0067] Através do projeto de dispositivo óptico de imageamento de acordo com as reivindicações 1, 3, 4, 7, ou de acordo com versão A16, é possível minimizar erros de imageamento do dispositivo óptico de imageamento, e simultaneamente reduzir o número de partes no dispositivo óptico de imageamento.

[0068] Em particular, o dispositivo óptico de imageamento pode ter apenas uma lente plano-convexa e uma lente metalizada em sua parte posterior.

[0069] A lente metalizada na parte posterior preferivelmente tem apenas superfícies esféricas em seu contorno.

[0070] Com um projeto de sistema de projeção, por exemplo, de acordo com a reivindicação 16 ou versão A33, os ângulos pré-determinados pelas posições de inclinação são explorados otimamente. Em particular, os dispositivos ópticos de imageamento são fáceis de ajustar. Ademais, pode se ajustar mais facilmente um sistema de lente de projeção a jusante da segunda matriz de espelho articulável, fazendo a luz refletida pelos espelhos articuláveis incidir perpendicularmente na superfície moduladora da segunda matriz

de espelho articulável.

[0071] Os dispositivos ópticos de imageamento podem ser projetados, em particular, como dispositivos ópticos de imageamento 1:1. No entanto, eles também podem ser projetados de modo a aumentar ou reduzir o tamanho dos dispositivos ópticos de imageamento.

[0072] O sistema de projeção de acordo com a presente invenção, em particular, também pode ser empregado em planetários, onde a imagem é projetada em uma superfície curvada integrada ao domo do planetário. Em planetários a projeção normalmente é feita no escuro, resultando que a redução obtida para o nível de preto melhora perceptivelmente a imagem.

[0073] O sistema de projeção, ademais, pode ser projetado, em cada caso, como projetor para projeção frontal ou projetor para retroprojeção. A superfície de projeção pode fazer parte do próprio projetor.

[0074] O dispositivo óptico de imageamento e/ou dispositivo óptico defletor podem usar um único material através do qual passa a luz. As lentes dos dispositivos ópticos de imageamento e prismas defletores dos dispositivos ópticos defletores, por conseguinte, podem ser feitos a partir do mesmo material.

[0075] O sistema de projeção, ademais, pode ter partes ou módulos adicionais, sobejamente conhecidos por aqueles habilitados na técnica, para projetar uma certa imagem.

[0076] Deve ser entendido que os componentes nomeados que serão explicados adiante poderão ser usados não apenas na combinação exemplar ilustrada, mas também em outras combinações ou mesmo sozinhos.

[0077] A presente invenção será explicada adiante exemplarmente através dos desenhos anexos, que também incluem componentes essenciais.

[0078] A figura 1 mostra uma vista esquemática de uma configuração de projetor de acordo com a presente invenção;

[0079] A figura 2 mostra uma representação esquemática ilustrando a modulação de luz com as duas matrizes articuláveis de espelho 3 e 5 do projetor 1 da figura 1;

[0080] A figura 3 mostra uma vista em perspectiva do dispositivo óptico de imageamento 4 do projetor 1 da figura 1;

[0081] A figura 4 mostra uma vista de topo do dispositivo óptico de imageamento 4 do projetor 1 da figura 1;

[0082] A figura 5 mostra uma vista lateral do dispositivo óptico de imageamento do projetor 1 da figura 1;

[0083] A figura 6 mostra uma representação esquemática para explicar a modulação de luz com as duas matrizes articuláveis de espelho 3 e 5 do projetor 1 das figuras _ 3 a 5;

[0084] A figura 7 mostra uma vista em perspectiva do projetor, de acordo com as figuras 1 a 6, onde apenas a trajetória de vidro que a luz incidente deve seguir está representada como bloco para o módulo divisor de feixe; e

[0085] A figura 8 mostra uma vista em perspectiva de uma modificação do projetor 1 em uma representação de acordo com a figura 7.

[0086] Na configuração mostrada esquematicamente na figura 1, o projetor 1, de acordo com a presente invenção, que é usado para projetar imagens compreende fonte de luz 2, modulador de iluminação 3, dispositivo óptico de imageamento

4, modulador de imagem 5, sistema de lente de projeção 6, assim como unidade de controle 7.

[0087] Os dois moduladores 4 são projetados como uma matriz de espelho articulável tendo $n \times m$ espelhos articuláveis dispostos em um arranjo de colunas e fileiras, onde os espelhos articuláveis podem alternar de modo independente entre uma primeira e segunda posição de articulação.

[0088] Os dispositivos ópticos de imageamento 4 são projetados como dispositivos ópticos de imageamento 1:1, compreendendo uma primeira lente plano-convexa 8 e uma segunda lente 9 metalizada em sua parte posterior e imageiam cada espelho articulável do modulador de iluminação 3 precisamente sobre um espelho articulável do modulador de imagem 5, resultando precisamente que um espelho articulável (daqui por diante, chamado pixel de imagem) do modulador de imagem 5 seja alocado para cada espelho articulável (daqui por diante pixel de iluminação) do modulador de iluminação 3, sendo que outras alocações de imagem e píxeis de iluminação também são possíveis. Por conseguinte, um deslocamento na direção de fileira pode ser provido, de modo que cada pixel de imagem seja iluminado por dois píxeis de iluminação (metade cada).

[0089] Os dois moduladores 3 e 5 são controlados pela unidade de controle 7 com base no dado de imagem fornecida BD, de modo que o modulador de iluminação 3 atingido pela luz a partir da fonte de luz 2 (por exemplo, luz branca) seja uma fonte de luz modulada bidimensionalmente com respeito ao modulador de imagem 5, através do qual a imagem a ser imageada é gerada ou modulada e então projetada sobre a

superfície de projeção 10 pelo sistema de lente de projeção 6.

[0090] O modulador de iluminação pode ser controlado, de modo que apenas a luz refletida pelos espelhos articuláveis do modulador de iluminação, que são alocados para um espelho articulável do modulador de imagem para gerar um ponto de imagem que não seja preto na imagem, seja imageada no modulador de imagem 5, daí, produzindo píxeis de imagem do modulador de imagem, que representam pontos pretos de imagem que não são atingidos por luz (como os píxeis de iluminação alocados (ou a luz refletida por estes) não são imageados no modulador de imagem). O resultado vantajoso é o fato de o nível de preto (portanto o brilho residual indesejado de um ponto de imagem preto na imagem efetivamente projetada) poder ser reduzido.

[0091] Antes do projeto específico, mostrado nas figuras 3 a 5, dos dispositivos ópticos de imageamento 4, assim como arranjo de duas matrizes de espelho articulável 3 e 5, ser descrito em mais detalhes, em primeiro lugar será explicado, em conexão com a representação esquemática da figura 2, como a modulação de luz é provida com duas matrizes de espelho articulável 3 e 5.

[0092] Na figura 2, em cada caso, apenas um único espelho articulável K3, e K5 nas suas duas posições possíveis é mostrado para representar as matrizes de espelho articulável 3 e 5. Os espelhos articuláveis K3 e K5 são representados em representação seccional, escolhida de modo que o respectivo eixo geométrico de articulação dos dois espelhos articuláveis K3 e K5 se movimente perpendicularmente em relação ao plano do desenho. Como os dois moduladores 3 e

5 ficam em um plano comum E, os eixos de articulação dos espelhos articuláveis K3 e K5 ficam neste plano E, como representado por linhas tracejadas na representação seccional na figura 2.

[0093] O espelho articulável K3 pode ser disposto na primeira S1 ou segunda S2 posição de articulação, inclinada 12° em relação ao plano E. Na figura 2, podem ser vistas ambas posições de articulação S1 e S2. Com certeza, o espelho articulável K3 pode se encontrar apenas em S1 ou S2 em um determinado instante, sendo que o mesmo vale para o espelho articulável K5 do modulador 5. O espelho articulável K5 pode estar quer na primeira posição S3 ou segunda posição S4.

[0094] Durante operação do projetor 1, o espelho K3 é atingido pela luz L1 procedente da fonte de luz 2, que incide no espelho articulável K3 perpendicularmente ao plano E. Quando o espelho articulável K3 se encontra na segunda posição S2, pelo fato de o espelho articulável girar 12° no sentido anti-horário em relação ao plano E, a luz reflete (luz refletida L2) em um ângulo de 24° em relação à direção da incidência da luz L1 na armadilha de feixe ("beam trap") (não mostrada). A luz refletida L2 não sendo usada para iluminar o modulador de imagem 5.

[0095] No entanto, quando o espelho articulável K3 se encontra na primeira posição S1, a luz reflete (luz incidente L3) em um ângulo de 24° em relação à direção de incidência. A ser descrito detalhadamente, a luz incidente L3 é imageada pelo dispositivo óptico de imageamento 4 no espelho articulável K5 do modulador de imagem 5. A direção de incidência da luz L3 no espelho articulável K5 deve ser escolhida de modo que, quando o mesmo se encontra na primeira

posição S3, a luz refletida L4 se propaga perpendicularmente ao plano E. Para isto, a luz L3 que incide no espelho articulável K5 forma um ângulo de 24° em relação à perpendicular no plano E. Na primeira posição de rotação S3 do espelho K5, isto propicia a reflexão desejada, resultando que a luz seja projetada pelo sistema de lente de projeção 6 sobre a superfície de projeção 10, como luz incidente L4.

[0096] Com o segundo espelho K5 na segunda posição S4, a luz reflete como luz refletida L5 em um ângulo de 45° em relação à perpendicular no plano E. A luz refletida é levada para armadilha de feixe (não mostrada), e, portanto, não é utilizada na projeção de imagem sobre a superfície de projeção 10.

[0097] Desta forma, a fonte de luz modulada bidimensionalmente pode ser provida pela primeira matriz de espelho articulável 3, onde todos espelhos articuláveis do modulador de iluminação 3, que são imageados no espelho articulável do modulador de imagem 5 para representar um ponto de imagem que não seja preto, são colocados na primeira posição de articulação. Com o modulador de imagem 5, os espelhos articuláveis K5 podem alternar nas suas primeira e segunda posições de articulação, de modo a gerar o brilho desejado do correspondente ponto de imagem durante um período T de uma única representação de imagem. O brilho pode ser determinado através da relação dos períodos de tempo em que o espelho articulável K5 fica nas primeira e segunda posições de articulação. Os dois moduladores são controlados por dados modulados pela largura de pulso que a unidade de controle 7 gera com base nos dados introduzidos de controle BD.

[0098] Como pode ser visto nas figuras 3 a 5, um módulo

divisor de feixe 11 (daqui por diante chamado dispositivo óptico defletor), que separa a luz incidente L3 e L4 refletida pelos moduladores 3, 5 da luz refletida L5, L6 refletida pelos moduladores 3, 5, é disposto entre o dispositivo óptico de imageamento 4, que compreende uma lente plano-convexa 8, uma lente metalizada na sua parte posterior 9, e dois moduladores 3, 5. Para isto, o módulo divisor de feixe 11 compreende um primeiro e segundo prisma 12, 13 para o modulador de iluminação 3, assim como um terceiro e quarto prisma 14, 15 para o modulador de imagem 5. O módulo divisor de feixe 11, por conseguinte, inclui uma primeira e segunda unidade divisora de feixe, cada uma delas tendo pelo menos uma superfície defletora.

[0099] Em cada caso, um dos moduladores 3, 5 é arranjado no lado superior 16 e 17 dos segundo e quarto prismas 13, 15. Os lados superiores 16, 17 se encontram no mesmo plano, de modo que os espelhos articuláveis ou eixos de articulação dos espelhos articuláveis dos dois moduladores 3, 5 fiquem no plano comum E. Como os eixos de articulação dos espelhos articuláveis correm diagonalmente à área retangular, onde os espelhos articuláveis estão arranjados em fileiras e colunas, os moduladores 3, 5 são arranjados no plano E, e giram nos lados superiores 16 e 17, de modo que os eixos de articulação dos espelhos se estendam na direção Z.

[0100] Ademais, os dois moduladores 3, 5 são arranjados ponto-simétricos entre si, sendo que o ponto de simetria é identificado como SP na figura 4.

[0101] Os prismas 12 e 13 são constituídos do mesmo material separados por um fino espaço de ar (cerca de 3-6 μm), fazendo que a luz incidente L3 a partir do modulador de

iluminação 3 seja refletida por reflexão interna total da superfície dos prisma 13, delimitando o espaço de ar no plano XY para a superfície da superfície de lado direito 18 do prisma 13 (a luz incidente L3 provinda do modulador de iluminação 3 e luz incidente L3 refletida por reflexão interna total ficam no plano XY). A superfície do lado direito 18 é metalizada e inclinada de um ângulo 45° em relação à luz incidente L3 produzindo, no lado direito 18, uma deflexão de 90° no plano XY na direção do dispositivo óptico de imageamento 4.

[0102] A luz L2 a partir do modulador de iluminação 3, do outro lado, não é refletida na superfície do prisma 13, que delimita o espaço de ar, mas passa através deste, do espaço de ar, e do primeiro prisma 12, e então a luz L2 é coletada por uma armadilha de feixe (não mostrada). Assim, a separação da luz incidente e luz refletida é provida pelos prismas 12 e 13 e espaço de ar entre eles.

[0103] Os terceiro e quarto prismas 14 e 15 são projetados substancialmente especularmente simétricos em relação ao plano YZ e em relação aos primeiro e segundo prismas 12, 13. Aqui, de novo, também é provido um fino espaço de ar entre os dois prismas 14 e 15. Como pode ser visto a partir do curso do feixe na figura 3, a luz incidente L3 a partir do dispositivo óptico de imageamento 4 reflete em um ângulo de 90° no plano XZ na superfície metalizada de lado esquerdo 19 do quarto prisma 15, e então é refletido para cima para o modulador de imagem 5, por reflexão interna total na superfície limite do quarto prisma 15, para o espaço de ar no plano XY, de modo que a luz incidente L3 atinja o modulador de imagem 5 em um ângulo de 24° em relação à normal no plano

E. A luz incidente a partir do modulador de imagem 5 se propaga perpendicularmente ao plano E na direção Y pela ação dos prismas 15 e 14 e espaço de ar formado entre eles, e se projeta sobre a superfície de projeção 10 pela ação de um sistema de lente de projeção 6 (não mostrado). A luz refletida L5, de outro lado, é refletida, formando um ângulo de 45° em relação à perpendicular ao plano E do modulador 5, e é coletada por uma armadilha de feixe, depois de passar pelos prismas 15 e 14 e espaço de ar.

[0104] Um arranjo muito compacto dos moduladores 3 e 5 é possível usando o módulo divisor de feixe 11. A individualização do feixe em luz incidente e refletida é facilmente realizada, resultando um espaço suficiente, por exemplo, para um sistema de lente de projeção 6.

[0105] O módulo de feixe 11, ou pelo menos os prismas 12 e 13 juntos com a fonte de luz 2, garante que o primeiro modulador 3 seja iluminado perpendicularmente com luz L1 e por conseguinte pode ser chamado módulo de iluminação.

[0106] A divisão dos feixes de luz incidente e refletida pelo espaço de ar existente entre prismas 12 e 13 e prismas 14 e 15, de novo, é ilustrada usando a representação esquemática da figura 6, que essencialmente corresponde à representação da figura 2, em razão de os prismas 12-15 serem mostrados esquematicamente na figura 6, onde elementos idênticos recebem os mesmos números de referência, e os espelhos articuláveis K3 e K5 são representados acima dos prismas 12 e 15 na figura 6, como também na figura 3.

[0107] Como pode ser visto na figura 6, apenas a luz incidente L3 é refletida para dispositivo óptico de imageamento 4 por reflexão interna total. A luz L2, por outro

lado, passa pela superfície 13, que delimita o espaço de ar, através do espaço de ar e prisma 12.

[0108] A luz incidente L3 é direcionada para a superfície do prisma 15, que delimita o espaço de ar com dispositivo óptico de imageamento 4, de modo que a luz incida sobre a segunda matriz de espelho articulável ou segundo modulador de imagem 5 por reflexão interna total. A luz incidente L4 refletida pelo segundo modulador 5, então se propaga perpendicularmente ao plano E na direção Y através dos prismas 15 e 14, assim como através do espaço de ar existente entre eles, onde a luz refletida L5 é refletida pelo modulador em um ângulo de 48° em relação à perpendicular ao plano E, e, depois de passar pelos prismas 15 e 14 e pelo espaço de ar entre eles, atinge uma armadilha de feixe (não mostrada).

[0109] Os dispositivos ópticos de imageamento 4 são projetados de modo que não limitem a condução máxima possível de luz das matrizes de espelho articulável 3, 5. A abertura numérica (seno do ângulo de abertura máxima do grupo de feixe) neste caso é 0,2 e o ângulo entre os feixes principal e normal de modulador é 24° . Os dispositivos ópticos de imageamento 4 são projetados para uma faixa de comprimento de onda utilizável de 400 a 700 nm.

[0110] A matriz de espelho articulável plano-convexa 8 tem uma superfície plana F1 cimentada nas superfícies posteriores igualmente planas 20, 21 dos prismas 13 e 15, como pode ser visto na figura 4, e superfície convexa F2. A superfície convexa F2 é uma superfície não-esférica tendo uma única simetria, uma simetria de espelho com respeito ao plano YZ, que pode ser descrita de acordo com a seguinte fórmula:

$$z = \frac{(x^2 + y^2)/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k) \cdot \frac{(x^2 + y^2)}{R^2}}} + \sum_{m,n=1}^{\infty} C_{m,n} \frac{1}{N_{Radius}^{n+m}} x^m y^n$$

(1)

[0111] Aqui x , y , z indicam três coordenadas de um ponto localizado na superfície F2 no sistema local de coordenadas relativo à superfície local. O sistema local de coordenadas relativo à superfície da superfície F2, e, por conseguinte a superfície F2, é girada $22,4^\circ$ (no sentido horário) (na figura 5) em torno do eixo X do sistema local de coordenadas relativo à superfície das superfícies posteriores 20, 21, como nas figuras 3 e 5. R e k e coeficientes C_{mn} são encontrados na Tabela 1. Para simplificar a representação, coeficientes C_{mn} são chamados coeficientes $C(m,n)$ na Tabela 1.

Tabela 1

	F2
k	-8,442E-01
C(0,1)	1,866-04
C(2,0)	1,637-03
C(0,2)	1,758-03
C(2,1)	-1,761E-06
C(0,3)	1,863E-05
C(4,0)	-1,958E-07
C(2,2)	-6,571E-07
C(0,4)	1,625E-06
C(4,1)	7,519E-10
C(2,3)	-1,323E-08
C(0,5)	1,103E-07
C(6,0)	-4,091E-11
C(4,2)	2,570E-11
C(2,4)	-4,287E-10
C(0,5)	3,789E-09
C(6,1)	8,301E-13
C(4,3)	5,581E-12
C(2,5)	-4,830E-12
C(0,7)	6,987E-11
C(8,0)	2,748E-15
C(6,2)	3,199E-14
C(4,4)	5,573E-14
C(2,6)	-3,490E-14
C(0,8)	-5,242E-13
N _{Radius}	1,532E+00
R	-110,856

[0112] Obtém-se uma correção suficientemente boa de todos erros de imagem normalmente, se o desenvolvimento polinomial da superfície F2 contiver termos até ordem máxima $n+m \leq 8$, como na presente configuração, onde em razão da simetria de espelho do imageamento do plano YZ, apenas nos termos que pertencem a uma potência par de coordenadas X diferente de zero. Com certeza, também é possível usar termos até a ordem $n+m \leq 10$.

[0113] A trajetória de vidro da luz incidente L3 do lado superior 16 do segundo prisma 13 ou para superfície F2

é igual ao comprimento da trajetória de vidro da luz incidente L3 refletida na superfície de espelho F4 da superfície F2 até o lado superior 17 do quarto prisma 15, especificamente 102,8 mm.

[0114] A segunda lente 9 é projetada com a seção transversal deslocada do eixo geométrico de uma lente que tenha uma primeira e segunda superfície esférica delimitante, onde a superfície F3 é a seção transversal da primeira superfície delimitante esférica e a superfície F4 a seção transversal da segunda superfície delimitante esférica. As superfícies delimitantes esféricas tendo o mesmo raio de curvatura -375,75 mm são separadas na direção axial. A direção axial, neste caso, é a direção Z do sistema local de coordenadas da superfície F2, antes de ser girado $22,4^\circ$. A distância axial entre as origens de coordenada local das superfícies F2 e F3 é 252,61 mm.

[0115] O diafragma de abertura do componente óptico de imageamento 4 é formado pela área opticamente usada da superfície de espelho F4 da segunda lente 9. O diâmetro da superfície de espelho F4 (diafragma de abertura) é igual a 108 mm e o centro da superfície especular F4 é deslocado e inclinado em relação à origem do sistema local de coordenadas da segunda superfície delimitante esférica.

[0116] A borda da área da superfície de espelho usada opticamente F4 aqui é disposta em um plano chamado plano de diafragma de abertura. O plano do diafragma de abertura forma um ângulo diferente de 90° em relação à normal do plano, no qual os eixos de rotação do primeiro modulador 3 se encontram, sem as dobras de trajetória de feixe provocadas pelo prisma 13.

[0117] A seção transversal deslocada do eixo geométrico de lente determinado por duas superfícies delimitantes esféricas, forma as lentes de vidro 9, com desenho ligeiramente cônico.

[0118] As duas lentes 8, 9 e prisma 12 a 15 são feitos do mesmo material. Aqui, o material BK7 é usado com coeficiente Abbe $d_{64,17}$ e índice de refração 1,5168 em 587,6 nm.

[0119] Para alcançar o centro da superfície F3 a partir do ponto de origem do sistema local de coordenadas da superfície F2 é necessário mover o ponto de origem ao longo da direção Z (como indicado esquematicamente com a seta P1 na direção 5) do sistema de coordenadas da superfície F2 238,17 mm e então 103,16 mm ao longo da direção Y (indicado pela seta P2 na figura 5) do sistema local de coordenadas da superfície F2. Há então uma rotação de $15,94^\circ$ (anti-horário na figura 5) em torno do eixo X do sistema local de coordenadas da superfície F2.

[0120] Do mesmo modo, pode ser dada a posição do centro da superfície F2 em relação ao sistema local de coordenadas da superfície F2. Há um deslocamento de 254,6 mm na direção Z e -107,99 mm na direção Y, seguido de uma rotação de $16,7^\circ$ em torno do eixo Y do sistema local de coordenadas da superfície F2.

[0121] Com este desenho do dispositivo óptico de imageamento, a superfície de espelho F4 e, portanto, o diafragma de abertura do dispositivo óptico de imageamento 4 é girado em relação à superfície moduladora (superfície na qual os eixos de rotação do espelho articulável se encontram) da matriz de espelho articulável 3, quando a trajetória de feixe é desdobrada (sem as duas dobras de trajetória de feixe

no dispositivo óptico defletor 11). O eixo geométrico Z do sistema local de coordenadas da superfície F4 não é paralelo à normal da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável 3, mas forma um ângulo entre 0 e 90° em relação à normal. Ademais, a superfície F4 é descentralizada em relação à primeira matriz de espelho articulável no plano YZ. Assim, pode ser conseguido um dispositivo óptico de imageamento muito compacto com excelentes propriedades de imageamento. A distorção do dispositivo óptico de imageamento 4 em cada ponto da segunda matriz de espelho articulável 5, portanto, menor que 3 μm e, portanto, menor que $\frac{1}{4}$ da largura dos espelhos articuláveis da matriz de espelho articulável 5.

[0122] A articulação do diafragma de abertura também pode vir a ser descrita, de modo que o plano modulador E no estado desdobrado não seja paralelo ao plano coberto pelos eixos X e Y do sistema local de coordenadas. Assim, usando dispositivo óptico de imageamento, de acordo com a presente invenção, a primeira matriz de espelho articulável 3 pode ser imageada na segunda matriz de espelho articulável 4, ambas arranjadas no mesmo plano, em um ângulo de trajetória de feixe (ângulo entre a normal da superfície moduladora e feixe principal dos feixes de luz usados no imageamento intermediário) provendo uma qualidade de imagem muito boa. O ângulo de trajetória de feixe corresponde ao ângulo máximo de articulação dos espelhos articuláveis.

[0123] Como as superfícies F2-F4 são determinadas a partir de pré-determinadas dimensões do campo de imagem (superfícies moduladoras), abertura numérica, e dados de projeto dos elementos operativos, pode se evitar a formação artificial de vinhetas (vignnetering) no dispositivo óptico de imageamento.

[0124] O diafragma de abertura ou pupilas giradas dos dispositivos ópticos de imageamento 4, por conseguinte, vantajosamente provêem aos dispositivos ópticos de imageamento excelentes propriedades de imageamento.

[0125] Na figura 7, representação em perspectiva do projetor 1 de acordo com figuras 1 a 6 é mostrada, onde apenas a trajetória de vidro (sem dobrar a trajetória de feixe) é mostrada na forma de um bloco, pelo qual a luz incidente L3 passa para o módulo divisor de feixe 11.

[0126] Na figura 7, as normais N1 e N2 são traçadas para superfícies moduladoras, onde, em cada caso, são dispostos os eixos de articulação dos moduladores 3 e 5. Ademais, a origem de coordenadas U1 da superfície de forma livre F2 é representada e o eixo geométrico óptico OA1 da superfície F3 e eixo geométrico óptico OA2 da superfície refletiva F4 são marcados. Como pode ser visto facilmente na figura 7, o diafragma de abertura (área opticamente usada da superfície de espelho F4) ou plano de diafragma de abertura AE, onde se encontra a borda da área opticamente usada da superfície de espelho F4, forma um ângulo diferente de 90° em relação à normal N1 da superfície moduladora da matriz de espelho articulável 3.

[0127] Ademais, o plano YZ, em relação ao qual os componentes ópticos de imageamento 4 são simétricos, também pode ser visto na figura 7.

[0128] Nenhum eixo geométrico óptico é mostrado para superfície de forma livre ("free-form") F2, em razão de a superfície de forma livre, no sentido convencional, não incluir nenhum eixo geométrico óptico.

[0129] Finalmente, o feixe principal HS da luz incidente

L3, que começa no ponto de campo central do modulador 3, também pode ser visto na figura 7.

[0130] Na figura 8, uma variante de projetor 1, de acordo com a presente invenção, é mostrada similarmente à figura 6, conferindo os mesmos números de referência a elementos idênticos ou similares. Diferentemente do projetor 1, de acordo com as figuras 1 a 7, no caso do projetor 1 de acordo com a figura 8, os dispositivos ópticos de imageamento 4 não incluem lentes metalizadas na parte posterior, mas apenas uma superfície curvada de espelho F5 (espelho articulável) com eixo óptico OA3. Aqui, também, o ângulo entre o diafragma de abertura (espelho articulável F5) e a normal N1 é diferente de 90° .

[0131] Na descrição foi assumido que o modulador de iluminação 3 foi atingido por luz branca, mas, no entanto, também é possível que a fonte de luz 2 emita luz colorida. Em particular, a fonte de luz também pode emitir seqüencialmente luzes de cores diferentes, tal como, luz vermelha, luz verde, e luz azul. Então uma imagem multicolorida pode ser gerada de maneira conhecida por aqueles habilitados na técnica, através de uma representação seqüencial de subquadros vermelho, verde, azul. A mudança de cor apenas deve ser feita rapidamente, para que o observador não separe os subquadros de cor projetados seqüencialmente, e daí permitindo que o observador distinga apenas a superposição de imagens e, portanto, observe a imagem como imagem multicolorida.

[0132] A geração seqüencial de luz de cores diferentes pode ser feita a maneira usual, tal como, por exemplo, através de uma roda de cor (não mostrada), disposta entre a

fonte de luz 2 e o modulador de iluminação 3.

[0133] Com certeza também será possível imaginar a utilização de três moduladores de iluminação 3, ao invés de um, a serem atingidos simultaneamente por luz vermelha, luz verde, e luz azul, quais luzes são superpostas e imageadas nas cores selecionadas nos três moduladores 5 pelo dispositivo óptico de imageamento 4. Os moduladores de imagem modulam o subquadro da respectiva cor, qual subquadro é superposto e projetado na superfície de projeção 10 pelo dispositivo óptico de imageamento 6.

[0134] Tanto superposição e separação de cor podem ser efetuadas por camadas dicróicas. Mas, com certeza, a configuração usando seis moduladores é mais dispendiosa que a configuração descrita nas figuras 1 a 7, mas, no entanto, provê uma imagem mais brilhante.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de projeção, incluindo:

- uma primeira matriz de espelho articulável (3);
- uma segunda matriz de espelho articulável (5); e
- um dispositivo óptico de imageamento (4) que imageia a primeira matriz de espelho articulável (3) sobre a segunda matriz de espelho articulável (5);

sendo que toda matriz de espelho articulável (3, 5) tem uma pluralidade de espelhos articuláveis, cada eixo de articulação sendo disposto em uma superfície moduladora; caracterizado pelo fato de o dispositivo óptico de imageamento compreender uma primeira lente e um espelho de imageamento, sendo que o espelho de imageamento forma um diafragma de abertura no dispositivo óptico de imageamento (4), sendo que o diafragma de abertura forma um ângulo diferente de 90° em relação à perpendicular da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável (3), sem possíveis dobras na trajetória de feixe, sendo que a primeira lente (8) é projetada como uma lente plano-convexa (8), e o espelho de imageamento ser projetado como uma segunda lente (9) metalizada em sua parte posterior, sendo que o lado convexo (F2) da primeira lente (8) é projetado como uma superfície não-esférica tendo precisamente um plano de simetria de espelho e sendo que o lado convexo da primeira lente (8) forma um ângulo diferente de 90° em relação à perpendicular da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável (3), sem possíveis dobras na trajetória de feixe.

2. Sistema de projeção, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o diafragma de abertura ser

deslocado da passagem perpendicular pelo centro da superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável (3), sem possíveis dobras na trajetória de feixe.

3. Sistema de projeção, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de o lado convexo (F2) da primeira lente (8) ser inclinado em relação ao lado plano (F1) da primeira lente (8).

4. Sistema de projeção, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de o dispositivo óptico de imageamento (4) ter precisamente um plano de simetria de espelho.

5. Sistema de projeção, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de as superfícies moduladoras das duas matrizes de espelho articulável (3, 5) serem arranjadas simétricas com respeito ao plano de simetria do espelho.

6. Sistema de projeção, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de a superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável (3) ser arranjada em um plano modulador (E) e de a superfície moduladora da segunda matriz de espelho articulável (5) ser arranjada no plano modulador (E) ou um plano paralelo ao mesmo, e de um dispositivo óptico defletor (11) ser arranjado entre as matrizes de espelho articulável (3, 5) em um lado e o dispositivo óptico de imageamento (4) no outro lado, sendo que o citado dispositivo óptico defletor dobra a trajetória de feixe entre o dispositivo óptico de imageamento (4) e a respectiva matriz de espelho articulável (3, 5) pelo menos uma vez.

7. Sistema de projeção, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de o dispositivo óptico defletor (11)

causar pelo menos uma dobra da trajetória de feixe entre a primeira matriz de espelho articulável (3) e o dispositivo óptico de imageamento (4), por reflexão interna total.

8. Sistema de projeção, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 6 ou 7, caracterizado pelo fato de o dispositivo óptico (11) causar pelo menos uma dobra da trajetória de feixe entre a segunda matriz de espelho articulável (5) e dispositivo óptico de imageamento (4), por reflexão interna total.

9. Sistema de projeção, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 6 a 8, caracterizado pelo fato de o dispositivo óptico defletor (11) dobrar a trajetória de feixe entre o componente óptico de imageamento (4) e a matriz de cada espelho articulável (3, 5) duas vezes, em cada caso.

10. Sistema de projeção, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 6 a 9, caracterizado pelo fato de o dispositivo óptico defletor (11) ser projetado simétrico a um plano central perpendicular ao plano modulador.

11. Sistema de projeção, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de as superfícies moduladoras das matrizes de espelho articulável (3, 5) serem arrançadas simétricas em relação ao plano central.

12. Sistema de projeção, de acordo com a reivindicação 10 ou 11, caracterizado pelo fato de o dispositivo óptico de imageamento (4) ser projetado simétrico em relação ao plano central.

13. Sistema de projeção, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 6 a 12, caracterizado pelo fato de o lado plano da primeira lente ser cimentada no dispositivo óptico defletor (11).

14. Sistema de projeção, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 13, caracterizado pelo fato de:

- os espelhos articuláveis alternarem, em cada caso, entre uma primeira e segunda posição de inclinação;
- ser provido um módulo de iluminação que ilumina a primeira matriz de espelho articulável (3), de modo que a luz incida perpendicularmente sobre a superfície moduladora da primeira matriz de espelho articulável (3);
- o dispositivo óptico de imageamento (4) imagear a luz refletida pelas matrizes de espelho articulável, na primeira posição de inclinação na segunda matriz de espelho articulável (5), em um ângulo tal que a luz refletida pelos espelhos articuláveis da segunda matriz de espelho articulável (5), que estão dispostos na primeira posição de inclinação, se propague perpendicularmente à superfície moduladora da segunda matriz de espelho articulável (5).

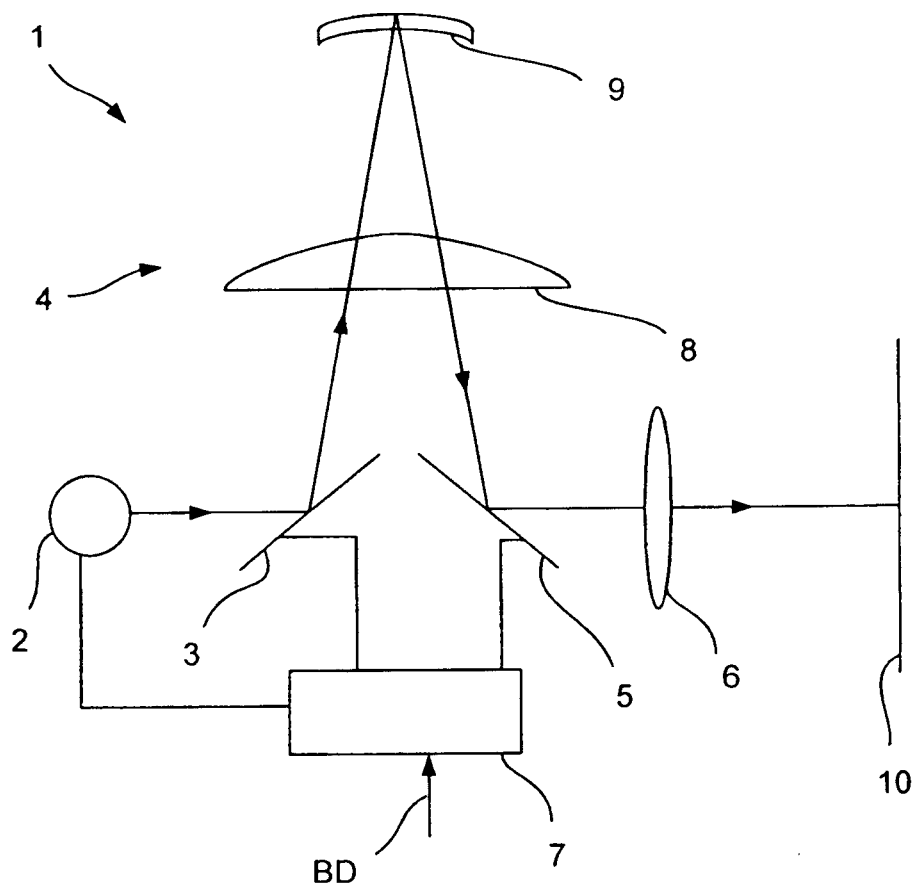


FIG.1

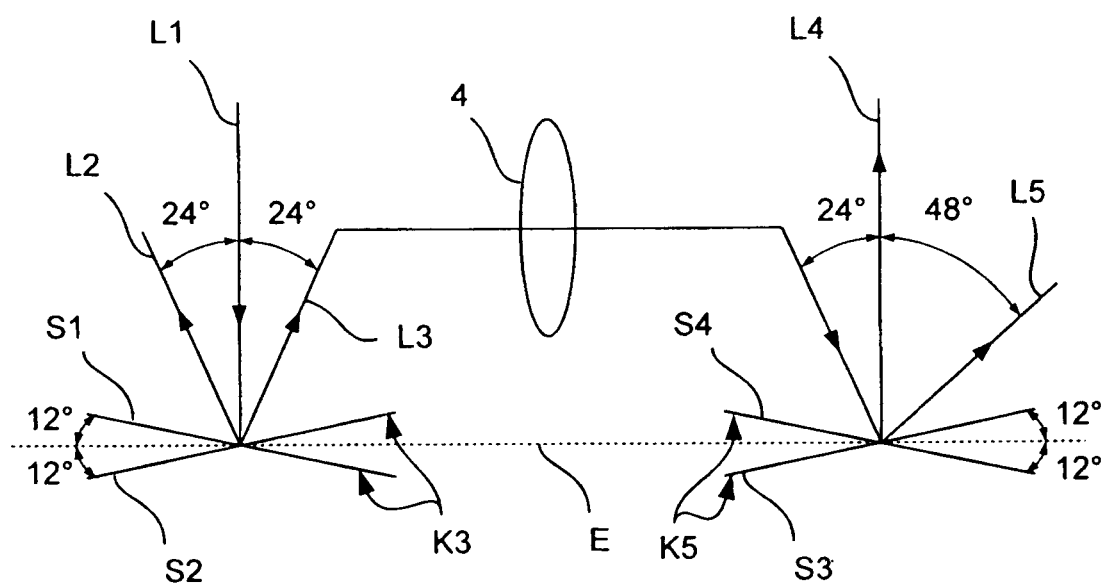


FIG.2

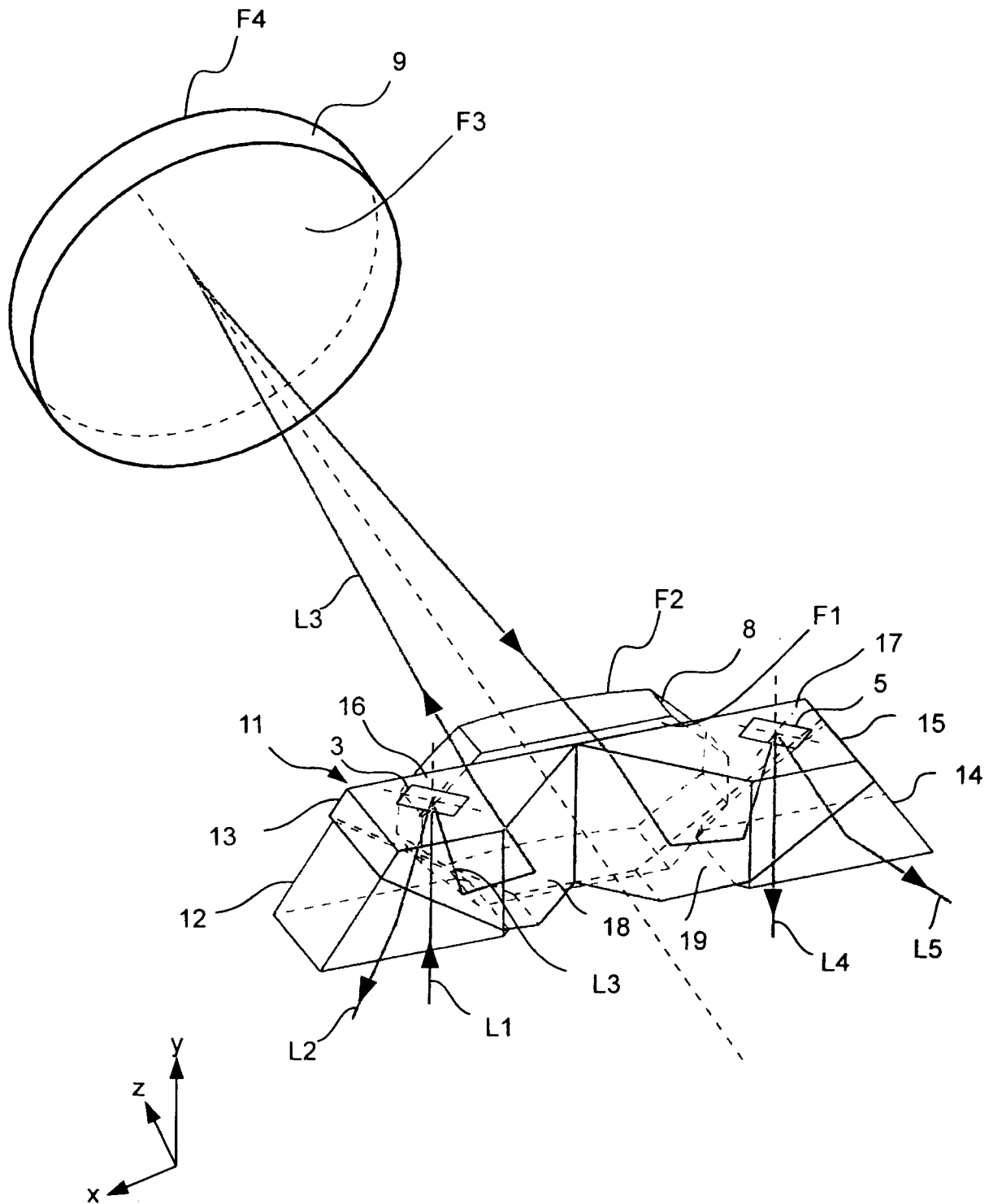


FIG.3

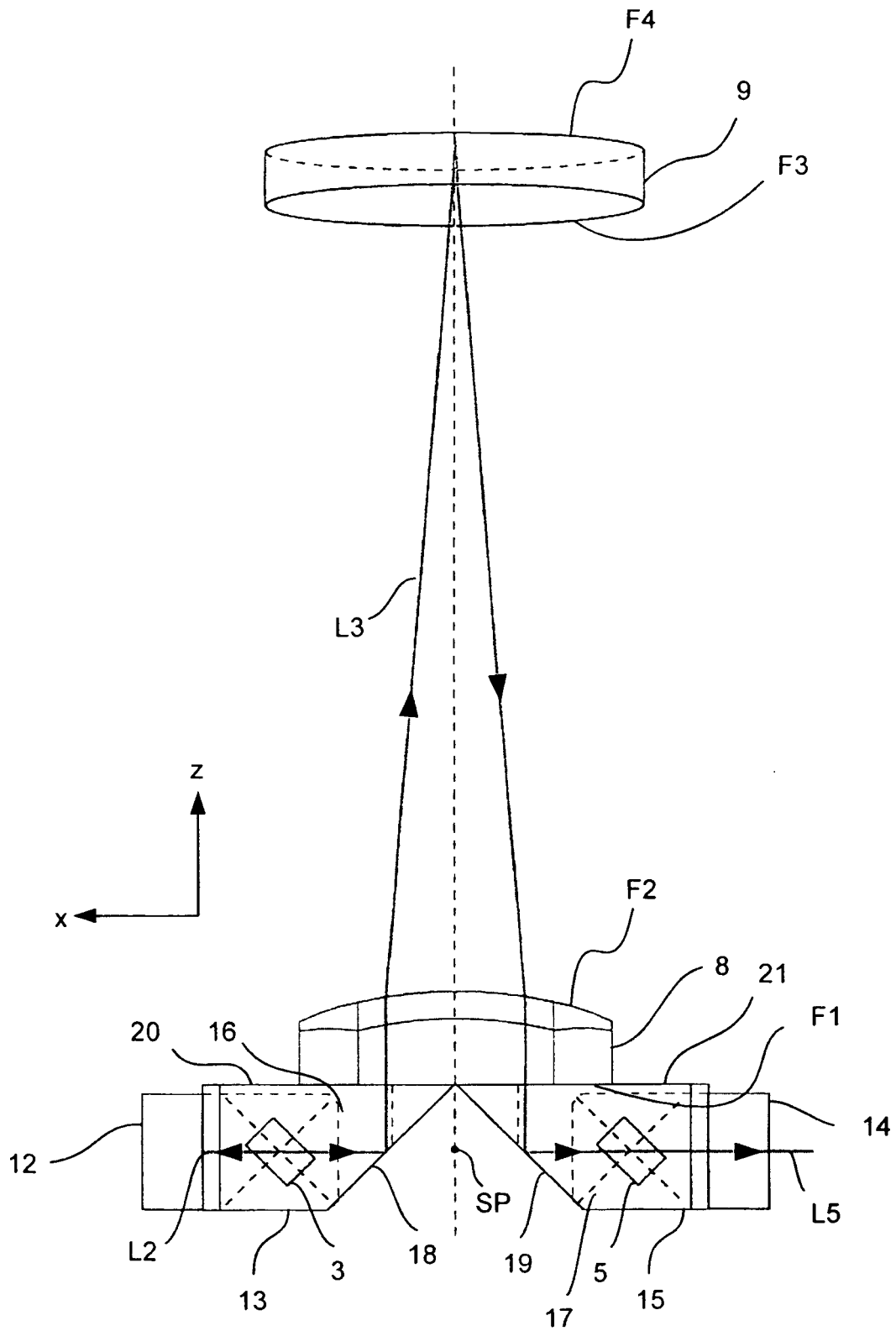
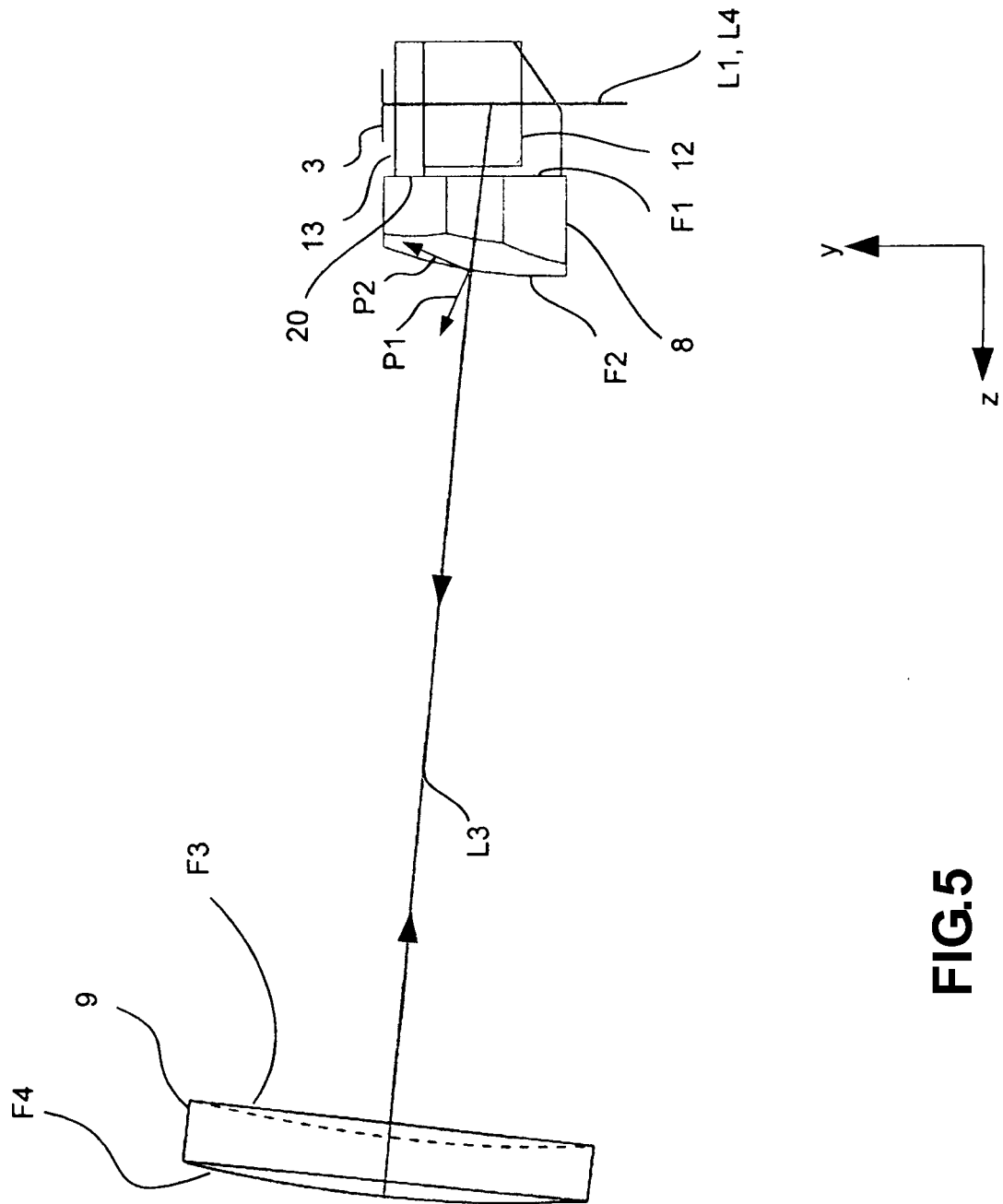


FIG.4



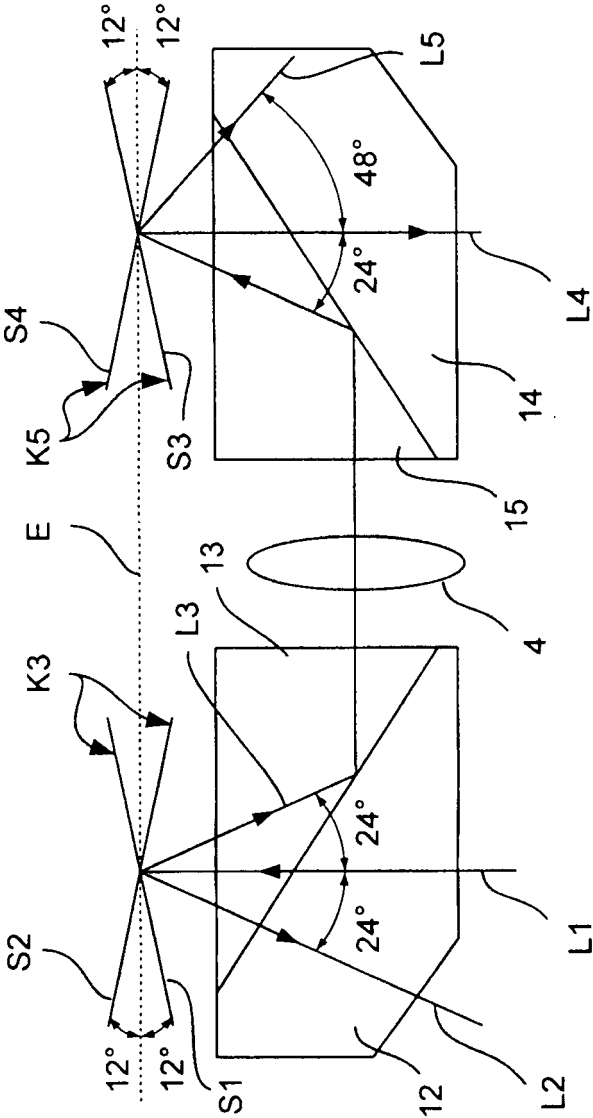


FIG.6

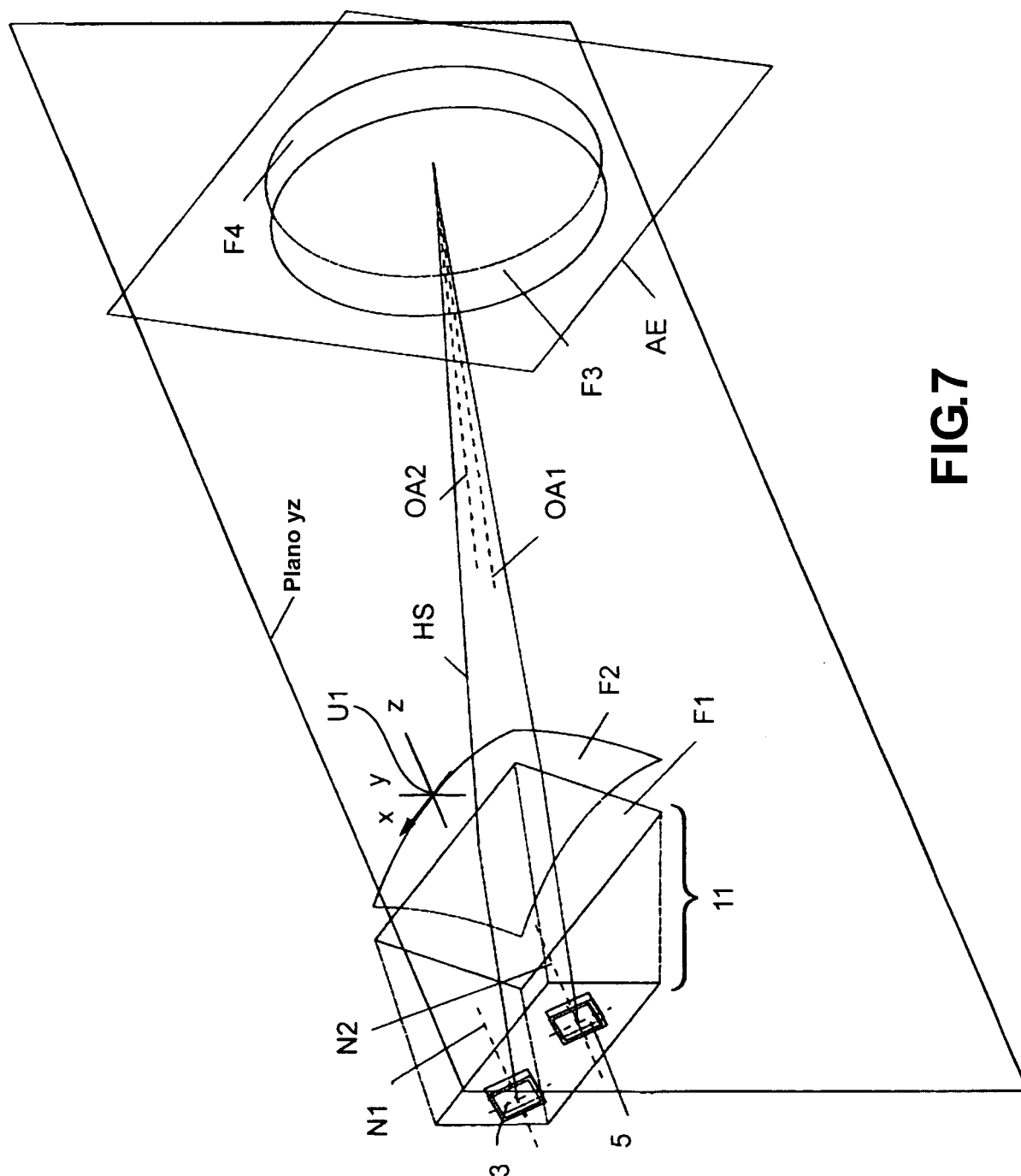


FIG. 7

