



IPI
INSTITUTO
NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 112017026606-7

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 112017026606-7

(22) Data do Depósito: 13/06/2016

(43) Data da Publicação do Pedido: 30/03/2017

(51) Classificação Internacional: G02B 26/08.

(30) Prioridade Unionista: US 14/848,056 de 08/09/2015; US 62/175,402 de 14/06/2015.

(54) Título: DIRECIONADOR DE FEIXE, CABEÇOTE DE IMPRESSÃO PARA UMA IMPRESSORA TRIDIMENSIONAL E MÉTODO PARA DIRECIONAR UM FEIXE EM DIREÇÃO A UMA SUPERFÍCIE DE TRABALHO COM UM DIRECIONADOR DE FEIXE

(73) Titular: BIBAS, CHARLES, Pesquisador. Endereço: 46 SCHENCK AVENUE, APARTMENT 3L, GREAT NECK, NY - USA - 11021, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA(US), Norte Americana

(72) Inventor: CHARLES BIBAS; NIANQING ZHOU; DEON HUGO.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 13/06/2016, observadas as condições legais

Expedida em: 27/08/2019

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

**"DIRECIONADOR DE FEIXE, CABEÇOTE DE IMPRESSÃO PARA UMA
IMPRESSORA TRIDIMENSIONAL E MÉTODO PARA DIRECIONAR UM FEIXE EM
DIREÇÃO A UMA SUPERFÍCIE DE TRABALHO COM UM DIRECIONADOR DE
FEIXE"**

Pedido

[0001] O presente pedido incorpora por referência e reivindica prioridade e benefício do Pedido de Patente Provisório US 62/175.402 com depósito ou 371(c) data de 14/06/2015 e Não Provisório US 14/848.056 depositado em 8 de setembro de 2016.

Campo de Invenção

[0002] A presente invenção refere-se a aparelhos e métodos para direcionar um feixe para impressão, plotagem, desenho, gravação, soldagem e sinterização de objetos. Além disso, refere-se a criação de objetos tridimensionais pela sobreposição de subsequentes camadas de material umas sobre as outras.

Antecedentes da Invenção

[0003] Direcionadores de feixe em impressoras e scanners tridimensionais (3D) contêm servo-motores galvanômetros e atuadores lineares para dirigir e direcionar espelhos e cristais a fim de desviar e direcionar feixes. A velocidade de impressão e digitalização é, portanto, limitada principalmente pelo servo-motor galvanômetro e pela velocidade do atuador.

[0004] Um servo-motor galvanômetro é limitado à velocidade máxima de leitura de cerca de 2,5 KHz. Os servo-motores galvanômetros também possuem um erro de posicionamento de cerca de 5-10 micro radianos. Este erro torna-se mais proeminente à medida em que a distância alvo a partir do servo-motor galvanômetro direcionado aumenta. Além disso, um servo-motor galvanômetro tende a oscilar quando atinge seu alvo e, portanto, apresenta ruídos indesejados estabelecidos.

[0005] Atuadores lineares podem ser usados para eliminar erros do galvanômetro. No entanto, se atuadores lineares forem usados, então o ciclo de velocidade completo para frente e para trás é limitado devido à aceleração e desaceleração lentas causadas pela sua inércia.

[0006] Outro método comum de leitura a laser e impressão é o uso de espelhos em

polígono. Os espelhos em polígono podem ser usados para direcionar o feixe em uma dimensão, enquanto a segunda dimensão pode ser implementada por um atuador linear ou um galvanômetro. Embora os espelhos em polígono aprimorem as limitações de velocidade do galvanômetro, eles contribuirão com uma distorção adicional devido à geometria dos espelhos, enquanto ocorre o mapeamento não-linear do feixe a partir do campo de entrada para o campo de saída. Além disso, todos os espelhos em polígono devem ser completamente idênticos. Tanto as técnicas de galvanômetro de eixo X-Y e de espelhos em polígono sofrem mais distorções devido a imperfeição da lente f-theta. O uso de f-theta contribui com dois erros adicionais:

1. O ângulo do feixe para o normal da superfície crescerá à medida que ele se desloca do centro da lente, causando uma formação de feixe do tipo elíptica em vez de circular.

2. Os erros de conversão óptica do f-theta crescerão à medida que o feixe se desloca do centro da lente; a conversão óptica de $\tan(\theta)$ crescerá de forma não linear à medida que θ cresce.

[0007] O objetivo da presente invenção é reduzir os problemas discutidos anteriormente.

Descrição Resumida da Invenção

[0008] A presente invenção refere-se a um direcionador de feixe que compreende; um primeiro refletor giratório vertical giratório sobre ele mesmo por um atuador; o direcionador de feixe configurado para receber um feixe vertical a partir de uma fonte de feixe ao longo do eixo de rotação do primeiro refletor e direcionado para o primeiro refletor; o primeiro refletor configurado para girar o feixe vertical à medida que gira e reflete o feixe horizontalmente para um segundo refletor; o qual é giratório pelo atuador em um círculo em torno do eixo de rotação vertical do primeiro refletor à medida que o primeiro refletor gira; de modo que o segundo refletor se posicione constantemente de frente para o primeiro refletor; o segundo refletor é ainda configurado para refletir o feixe verticalmente em direção a uma superfície de trabalho; de modo que quando o feixe é ativado e o atuador gira o primeiro refletor; o feixe vertical atinge o primeiro refletor giratório; girando o feixe à medida que gira e reflete o feixe para o segundo refletor; que

reflete o feixe para a superfície de trabalho; o feixe então segue um percurso curvo relativo à superfície de trabalho e rastreia um arco na superfície de trabalho.

[0009] Um outro aspecto da presente invenção é que a distância radial entre o primeiro e o segundo refletor é ajustável de modo que, por ajuste, a distância que o feixe se desloca a partir do primeiro para o segundo refletor é variada de maneira que, correspondentemente devido ao ajuste, o feixe segue um percurso curvo de raios ajustáveis em relação à superfície de trabalho e traça arcos de raios ajustáveis na superfície de trabalho.

[0010] Um outro aspecto da presente invenção é que o segundo refletor é uma superfície refletora anular inclinada que cerca horizontalmente o primeiro refletor, estacionário e tendo o mesmo eixo vertical que o eixo rotacional do primeiro refletor; a superfície refletora anular inclinada tendo um diâmetro grande e um pequeno, o diâmetro grande direcionado para a superfície de trabalho de modo que, quando o feixe é ativado e o atuador gira o primeiro refletor, o feixe vertical atinge o primeiro refletor giratório girando o feixe à medida que gira e reflete o feixe para o segundo refletor que reflete o feixe para a superfície do trabalho; o feixe então seguindo um percurso curvo em relação à superfície de trabalho e traça um arco na superfície de trabalho.

[0011] Outro aspecto da presente invenção refere-se ao segundo refletor possuindo forma de cone; cercando o primeiro refletor e tendo o mesmo eixo vertical que o eixo de rotação do primeiro refletor; o segundo refletor sendo estacionário rotativamente em relação ao primeiro refletor; o diâmetro grande do segundo refletor direcionado para a superfície de trabalho e configurado para refletir um feixe a partir do primeiro refletor em direção à superfície de trabalho; o segundo refletor sendo ajustável verticalmente em relação ao primeiro refletor; de modo que, por ajuste do segundo refletor, a distância que o feixe se desloca do primeiro para o segundo refletor é ajustada devido à forma cônica do segundo refletor, de modo que, correspondentemente devido ao ajuste, o feixe segue um percurso curvo de raios ajustáveis em relação à superfície de trabalho e traça arcos de raios ajustáveis na superfície de trabalho.

[0012] Outro aspecto da presente invenção é que a fonte do feixe está dentro do direcionador do feixe.

[0013] Outro aspecto da presente invenção é que a fonte do feixe é conectada ao direcionador do feixe.

[0014] Outro aspecto da presente invenção é que o feixe é transportado para o direcionador do feixe por um condutor de feixe.

[0015] Outro aspecto da presente invenção é que o direcionador de feixe tem um terceiro refletor, que é configurado para receber um feixe horizontal a partir de uma fonte de feixe e configurado para refletir o feixe verticalmente em direção ao primeiro refletor.

[0016] Um outro aspecto da presente invenção é que os primeiro e segundo refletores são conectados por um braço.

[0017] Um outro aspecto da presente invenção é que a rotação dos primeiro e segundo refletores é estabilizada pela conexão de um elemento de estabilização.

[0018] Outro aspecto da presente invenção é que os refletores são abrigados em um alojamento aerodinâmico onde o fluxo de ar é controlado.

[0019] Um outro aspecto da presente invenção é que o direcionador de feixe pode ser usado como um cabeçote de impressão para uma impressora tridimensional.

[0020] A presente invenção é também um método de direcionamento de um feixe com um direcionador de feixe em direção a uma superfície de trabalho, o método compreendendo:

gerar um feixe com uma fonte de feixe,

girar um primeiro refletor verticalmente sobre si mesmo com um atuador;

direcionar o feixe em direção ao primeiro refletor ao longo do eixo de rotação do primeiro refletor;

girar com o atuador de um segundo refletor para cercar o eixo de rotação do primeiro refletor à medida que o primeiro refletor gira e o segundo refletor é voltado constantemente para o primeiro refletor;

refletir o feixe horizontalmente com o primeiro refletor em direção ao segundo refletor;

refletir o feixe verticalmente com o segundo refletor em direção à superfície de trabalho,

de modo que quando o feixe é ativado e o atuador gira o primeiro e o

segundo refletor, o feixe vertical atinge o primeiro refletor giratório girando o feixe à medida que gira e reflete o feixe para o segundo refletor que reflete o feixe para a superfície de trabalho; o feixe então seguindo um percurso curvo em relação à superfície de trabalho e rastreia um arco na superfície de trabalho.

[0021] Um outro aspecto da presente invenção é que o método inclui ainda o ajuste da distância entre o segundo refletor e o primeiro refletor de modo que, pelo ajuste, a distância que o feixe se desloca do primeiro para o segundo refletor é ajustada de modo que, correspondentemente devido ao ajuste o feixe segue um percurso curvo de raios ajustáveis em relação à superfície de trabalho e traça arcos de raios ajustáveis na superfície de trabalho.

[0022] O método inclui ainda a reflexão do feixe verticalmente em direção à superfície de trabalho com um segundo refletor que tem uma superfície refletora anular inclinada que cerca horizontalmente o primeiro refletor, estacionário e tendo o mesmo eixo vertical que o eixo de rotação do primeiro refletor; a superfície refletora anular tendo um diâmetro grande e um diâmetro pequeno; o diâmetro grande direcionado em direção a superfície de trabalho, de modo que quando o feixe é ativado e o atuador gira o primeiro refletor; o feixe vertical atinge o primeiro refletor giratório girando o feixe à medida que gira e reflete o feixe para o segundo refletor, que por sua vez reflete o feixe para a superfície de trabalho; o feixe, em seguida, segue um percurso curvo em relação à superfície de trabalho e rastreia um arco na superfície de trabalho.

[0023] Em um outro aspecto da presente invenção, o método inclui ainda a reflexão do feixe verticalmente em direção à superfície de trabalho com um segundo refletor em forma de cone; cercado o primeiro refletor e tendo o mesmo eixo vertical que o eixo de rotação do primeiro refletor, o segundo refletor sendo estacionário rotativamente; o diâmetro grande do segundo refletor voltado para a superfície de trabalho; o segundo refletor sendo ajustável verticalmente em relação ao primeiro refletor, de modo que, por ajuste do segundo refletor, a distância que o feixe se desloca a partir do primeiro para o segundo refletor é ajustada devido à forma cônica do segundo refletor, de modo que, correspondentemente devido ao ajuste, o feixe segue um percurso curvo de raios ajustáveis em relação à superfície de trabalho e rastreia arcos de raio ajustável na

superfície de trabalho.

[0024] Outro aspecto da presente invenção é que o método inclui ainda a conexão da fonte do feixe ao direcionador do feixe.

[0025] Outro aspecto da presente invenção é que o método inclui ainda o transporte do feixe para o direcionador de feixe com um condutor de feixe.

[0026] Outro aspecto da presente invenção é que o método inclui ainda a conexão dos primeiro e segundo refletores por um braço.

[0027] O método inclui ainda a estabilização da rotação dos primeiro e segundo refletores adicionando um membro estabilizador.

[0028] Outro aspecto da presente invenção é que o método inclui ainda o alojamento dos primeiro e segundo refletores em um elemento aerodinâmico, onde o fluxo de ar é controlado.

[0029] Outro aspecto da presente invenção é que o método inclui ainda a reflexão de um feixe horizontal com um terceiro refletor verticalmente em direção ao primeiro refletor ao longo do eixo de rotação do primeiro refletor.

[0030] Outro aspecto da presente invenção é que o método inclui ainda o uso do direcionador do feixe como um cabeçote de impressão para uma impressora tridimensional.

Breve Descrição dos Desenhos

[0031] A presente invenção será agora adicionalmente descrita com referência aos desenhos anexos:

Figura 1: mostra uma forma de realização do direcionador de feixe que recebe um feixe vertical e o percurso de feixe subsequente.

Figura 2: mostra uma forma de realização do direcionador do feixe que recebe um feixe horizontal e o percurso que o feixe segue.

Figura 3A. mostra uma forma de realização da presente invenção em que o segundo refletor é deslocável em relação ao primeiro refletor e também o percurso que o feixe segue.

Figura 3B: mostra a vista de baixo da forma de realização na Figura 3A com uma fenda de saída radial.

Figura 4: mostra outra forma de realização da presente invenção que recebe um feixe horizontal e o percurso do feixe.

Figura 5: mostra outra forma de realização da presente invenção com a fonte do feixe direcionada para baixo, dentro do direcionador do feixe.

Figura 6: mostra outra forma de realização da presente invenção em que a fonte do feixe é direcionada verticalmente para cima e acoplada ao direcionador do feixe.

Figura 7: mostra o direcionador do feixe instalado em uma impressora 3D.

Figura 8: mostra outra forma de realização que mostra os espelhos conectados por um braço.

Figura 9: mostra outra forma de realização usando um prisma romboidal.

Figura 10: mostra outra forma de realização com o segundo refletor sendo uma superfície refletora anular inclinada.

Figura 11: mostra outra forma de realização com um refletor em cone com atuador de raio variável.

Figura 12: mostra outra forma de realização com uma configuração de braço duplo.

Figura 13: mostra o braço duplo visto de baixo com os orifícios (entalhes).

Figura 14: mostra um diagrama de blocos de como o direcionador de feixe pode ser controlado.

Figura 15: mostra um diagrama de um esquemático simplificado para o localizador de braço indicador.

Figura 16: mostra outra forma de realização de um refletor anular inclinado que permite a impressão em 360°.

Figura 17: mostra outra vista da Figura 16 em uma forma de realização onde a impressão em 360° completa é possível.

Figura 18: mostra outra forma de realização de um refletor anular inclinado que permite a impressão em 360° completos utilizando um prisma como segundo refletor.

Figura 19: mostra outra visão da Figura 18 em uma forma de realização onde a impressão em 360° completos é possível utilizando o prisma como segundo refletor.

Figura 20: mostra uma outra forma de realização com o refletor em forma de cone com atuador de raio variável utilizando o prisma como segundo refletor e com utilização em

360°.

Tabela com Números de Referência e Descrição

101	impressora 3D.
102	estágio do eixo X.
103	pilar.
104A	primeira etapa do eixo Y.
104B	segunda etapa do eixo Y.
105	direcionador de feixe
106A	espelho inferior
106B	espelho superior
106C	espelho de estágio do eixo X
106D	terceiro espelho
106E	primeiro espelho
106ED	primeiro lado do prisma em ângulo
106F	segundo espelho
106FP	segundo lado do prisma em ângulo
107	feixe
107A	feixe de foco
107B	ponto onde o feixe atinge a superfície construída
108	motor
109	disco rotor
110	alojamento
111	abertura
112	lente de foco
113	superfície de trabalho
114	fonte de feixe
115	orifício

116	corredixa radial
117	fenda de saída radial
118	suporte
120	atuador radial
121	prisma romboidal
121B	plataforma de prisma rotor
123	cone motor
124	haste de rosca
125	braço
125A	braço falso
125B	encaixe de braço
125C	tomada do eixo do motor
125D	orifício anexo (entalhe)
125E	orifício anexo (entalhe)
126	base de apoio
127	primeira haste guia
127B	segunda haste guia
128A	primeiro orifício guia
128B	segundo orifício guia
128C	orifício roscado
129	membro do cone
129A	refletor do cone
131	membro de superfície refletora anular
132	superfície refletora anular inclinada
133	suporte de motor
134	parede interna do prisma
135	parede externa do prisma

136	rolamento
137	engrenagem do motor
138	eixo oco
138A	primeira engrenagem do espelho
139	parede inferior do prisma

[0032] A presente invenção será descrita com referência aos desenhos. Vários refinamentos e substituições são possíveis com base nos princípios e ensinamentos descritos no presente.

[0033] Com referência à Figura 1, o direcionador de feixe (105) tem o orifício (115) no topo do alojamento (110) e a lente de foco (112) localizada no suporte (118). O primeiro espelho (106E) está localizado em direção ao centro do disco rotor giratório (109). O disco rotor (109) é girado pelo motor (108). O primeiro espelho (106E) está orientado em direção ao segundo espelho (106F) e assim configurado para refletir o foco (o feixe é configurado para se concentrar na superfície de trabalho) do feixe (107A) em direção ao segundo espelho (106F). O segundo espelho (106F) está localizado em direção à borda do disco rotor (109) e montado em um ângulo no disco rotor (109) e configurado para refletir um feixe para a superfície de trabalho (113) que, no caso da Figura 7, é a superfície de construção de uma impressora 3D.

[0034] Quando ativado, o feixe (107) entra no direcionador de feixe (105) através do orifício (115) e passa pela lente (112) para ser focado. O feixe com foco (107A) atinge o primeiro espelho (106E). O motor (108) gira o disco de rotor (109) e o primeiro espelho (106E) e o segundo espelho (106F) montados no disco de rotor (109). O feixe de foco (107A) é então girado e refletido em direção ao segundo espelho (106F). A partir do segundo espelho (106F), o feixe (107A) é então refletido verticalmente e depois deixa o direcionador de feixe (105) através da abertura (111), como mostrado na Figura 2. O feixe (107A) continua então até a superfície de trabalho (113) como mostrado na Figura 7. O feixe, então, segue um percurso curvo em relação à superfície de trabalho e rastreia um arco na superfície de trabalho.

[0035] Na Figura 2 é apresentada outra forma de realização do direcionador de

feixe (105). Neste caso, o direcionador de feixe (105) tem um terceiro espelho estacionário (106D) montado em um ângulo no suporte (118). O terceiro espelho (106D) é direcionado em direção a lente (112) e configurado para refletir o feixe horizontal (107) através da lente (112) em direção ao primeiro espelho (106E). Uma vez que o terceiro espelho (106D) reflete o feixe horizontal (107) verticalmente em direção ao segundo espelho (106E) através da lente (112) com foco no feixe (107A), ele segue o mesmo percurso descrito acima e também sai do direcionador de feixe (105) através da abertura (111). O feixe (107A) continua até a superfície de trabalho (113), como mostrado na Figura 7. O feixe segue então em um percurso curvo em relação à superfície de trabalho e traça um arco na superfície do trabalho.

[0036] Na Figura 3A, a forma de realização é mostrada com o alojamento (110), o terceiro espelho (106D) e o suporte (118) com a lente (112) removida para ilustrar melhor uma outra característica da presente invenção. Nesta configuração, o segundo espelho (106F) é ajustável em relação ao primeiro espelho (106E). Como é mostrado na Figura 3A, isso é feito com a corrediça radial (116) acionada pelo atuador radial (120). Como pode ser visto na Figura 3B, o feixe de foco (107A) sai através da fenda de saída radial (117). Pelo ajuste da distância o feixe (107A) que se desloca a partir do primeiro para o segundo espelho é ajustado de modo que, correspondentemente devido ao ajuste, o feixe de foco (107A) segue um percurso curvo de raio ajustável em relação à superfície de trabalho e traça os arcos de raio ajustáveis na superfície de trabalho (113) mostrada na Figura 7. Para manter o feixe focado no leito (113), o feixe (107A) precisa ser colimado ou o ângulo do cone deve ser de 45 graus.

[0037] A Figura 4 mostra uma outra forma de realização da presente invenção. Neste caso, o direcionador de feixe (105) é orientado de cabeça para baixo se comparado, como na Figura 2, com o motor (108) e o disco rotor (109) para o topo. O segundo espelho (106F) é orientado de forma diferente em comparação com o segundo espelho (106F) na Figura 2. Na Figura 4 o segundo espelho (106F) é direcionado para cima e reflete o feixe (107) para fora do disco rotor (109) para baixo em direção à superfície de trabalho (113).

[0038] Na Figura 5 o terceiro espelho (106D) é removido. A fonte de feixe (114)

está dentro do direcionador de feixe (105) e é direcionada verticalmente para baixo em direção ao primeiro espelho (106E). O feixe de foco (107A) segue então o mesmo percurso no cabeçote de impressão (105) conforme discutido acima.

[0039] Na Figura 6 é mostrado o direcionador de feixe (105) semelhante ao direcionador de feixe mostrado na Figura 5. Nesta configuração, o terceiro espelho (106D) é removido e uma fonte de feixe externo vertical (114) direcionada para cima em direção ao primeiro espelho (106E) e ao alojamento fixo (110) do direcionador de feixe (105).

[0040] Um objeto que é criado por uma impressora 3D é composto por pequenas seções de material que são aquecidas por um feixe que atinge o material. O material então endurece à medida que esfria. A presente invenção, devido à ação giratória dos espelhos e ao feixe então segue um percurso curvo em relação à superfície de trabalho e traça arcos na superfície do trabalho, permite que pequenas seções curvas possam ser criadas. Ao ativar o feixe e desativá-lo (modulando-o), as pequenas seções curvas podem ser usadas para construir um objeto impresso.

[0041] A modulação do feixe é feita por controle de computador. Uma imagem digital do objeto a ser impresso é carregada no computador. O software no computador então calcula os diferentes padrões das camadas subsequentes que devem ser geradas e impressas para construir o objeto camada a camada.

[0042] Com referência à Figura 7, o direcionador de feixe (105) é usado como um cabeçote de impressão para uma impressora de três dimensões (3D) (101) e é instalado em um sistema de posicionamento de uma impressora 3D. O sistema de posicionamento neste caso é um sistema de pórtico de eixo X-Y orientado por um atuador. O primeiro estágio do eixo Y (104A) e o segundo estágio do eixo Y (104B) são ambos suportados por dois pilares (103) nas suas extremidades. Entre os pilares (103) está localizada uma superfície de trabalho (113) (a superfície de trabalho da impressora 3D).

[0043] O estágio do eixo x (102) é perpendicular ao primeiro eixo Y (104A) e ao segundo estágio do eixo Y (104B). A fase do eixo X (102) move-se para trás e para frente ao longo dos estágios do eixo Y. O direcionador de feixe (105) localizado no estágio do eixo X (102) e se move para trás e para frente ao longo do estágio do eixo X (102).

[0044] O espelho inferior (106A) está localizado no pé do pilar (103) e está

orientado com um ângulo em direção ao espelho superior (106B) e assim configurado para refletir o feixe (107) em direção ao espelho superior (106B) que está localizado em direção ao topo do pilar (103). O espelho superior (106B) está configurado para refletir o feixe (107) em direção ao espelho de estágio do eixo X (106C). O espelho de estágio do eixo X (106C) está configurado para refletir um feixe em direção ao direcionador de feixe (105).

[0045] Deve ser notado que existem inúmeras outras formas de arranjos dos espelhos através dos quais o feixe (107) pode ser direcionado para o cabeçote de impressão.

[0046] Nesta demonstração, o direcionador de feixe (105) como ilustrado na Figura 2 é usado como cabeçote de impressão. Por conseguinte, o feixe (107) será, portanto, dirigido em direção ao terceiro espelho (106D), como mostrado na Figura 2.

[0047] Com referência à Figura 7 quando a fonte de feixe é ativada, o feixe (107) atinge o espelho inferior (106A) e é refletido para cima em direção ao espelho superior (106B). O feixe (107) é então refletido para o espelho de estágio X (106C) pelo espelho superior (106B). O espelho de estágio X (106C) então reflete o feixe (107) em direção ao terceiro espelho (106D) do direcionador de feixe (105) demonstrado na Figura 2.

[0048] O feixe (107) segue então o percurso no direcionador de feixe (105) da Figura 2 até o feixe de foco (107A) sair do direcionador de feixe (105), como mostrado na Figura 7.

[0049] O feixe de foco (107A) atinge a superfície de trabalho (113) (superfície de construção da impressora 3D) no ponto (107B) como mostrado na Figura 7. Uma vez que o feixe focal (107A) é girado pelo primeiro espelho (106E), o feixe focalizado (107A) segue, assim, um percurso curvo em relação à superfície de trabalho e traça um arco na superfície de trabalho (113).

[0050] Após cada rotação do disco rotor (109), o direcionador de feixe (105) é movido por uma largura de feixe na direção do eixo X pelo sistema de posicionamento. O feixe agora imprimirá uma nova curva ao lado da anterior. Isso continuará até o final do objeto a ser impresso chegar na direção do eixo X. O direcionador de feixe (105) será então movido uma largura curva pelo sistema de posicionamento na direção do eixo Y. O

direcionador de feixe então retornará na direção do eixo X para a extremidade oposta do objeto a ser impresso na direção do eixo X. Outro aspecto da presente invenção é mover X e Y simultaneamente enquanto o cabeçote de impressão (105) está imprimindo.

[0051] Mais uma vez, quando este fim for atingido, o direcionador de feixe será novamente movido uma largura curva na direção do eixo Y e mais uma vez se moverá ao longo do eixo X na direção oposta. Essa ação de impressão para frente e para trás continua até que uma camada completa do objeto esteja finalizada. Quando uma primeira camada é concluída, uma superfície de trabalho (ou uma superfície de construção de uma impressora 3D) é reduzida na direção do eixo Z por uma espessura de camada e uma nova camada de pó dispensará sobre uma camada atual e o processo de impressão começará novamente para uma nova camada. O objeto será, portanto, construído pela impressão de camadas subsequentes uma sobre a outra.

[0052] Na Figura 8 é mostrada outra forma de realização em que, em vez de um disco rotor (109) ser utilizado, ele é substituído por um braço (125). O braço (125) mantém o segundo espelho (106F) horizontalmente em posição em relação ao primeiro espelho (106E).

[0053] Na Figura 9 é mostrado que, em vez do disco de rotor (109), a plataforma de prisma rotor (121B) onde o prisma romboidal (121A) é montado será usada. O primeiro lado de prisma em ângulo (106EP) e o segundo lado do prisma em ângulo (106FP), neste caso, atuam como primeiro e segundo espelho (106E) e (106F).

[0054] Na Figura 10 é mostrado o segundo espelho (106F) que tem uma superfície refletora anular inclinada (132) (moldada semelhante a uma fatia horizontal fora de um cone) que é suportada pelo elemento de superfície refletora anular (131). A superfície refletora anular inclinada (132) cerca horizontalmente o primeiro espelho (106E), é estacionária e tem o mesmo eixo vertical que o eixo de rotação do primeiro espelho (106E). O primeiro espelho (106E) é girado pelo motor (108) que é mantido em posição pelo suporte de motor (133). A superfície refletora anular (132) tem um diâmetro grande e um diâmetro pequeno. O diâmetro grande é direcionado em direção a superfície de trabalho, está em um ângulo em relação ao eixo de rotação do primeiro espelho (106E) e configurado para refletir o feixe de foco (107A) verticalmente em direção à superfície de

trabalho. Quando o feixe de foco (107A) atinge o primeiro espelho (106E) e o motor (108) gira o primeiro espelho (106E), o primeiro espelho (106E) gira o feixe (107A) à medida que esse gira e reflete o feixe para a superfície refletora anular inclinada (132) que reflete o feixe de foco (107A) para a superfície de trabalho; o feixe então segue um percurso curvo em relação à superfície de trabalho e rastreia um arco na superfície de trabalho.

[0055] Na Figura 11 é uma forma de realização em que o segundo espelho (106F) tem forma de cone e o refletor de cone (129A) é a superfície refletora do cone interno do membro de cone (129). O refletor de cone (129A) cerca o primeiro refletor (106E) e tem o mesmo eixo vertical que o eixo rotacional do primeiro espelho (106E). O refletor de cone (129A) é estacionário rotativamente. O diâmetro grande do refletor de cone (129A) é direcionado em direção a superfície de trabalho e configurado para refletir um feixe do primeiro refletor para a superfície de trabalho.

[0056] O membro de cone (129) tem a base de suporte (126) com a primeira haste guia (127A) e a segunda haste guia (127B). A haste de rosca (124) repousa na base de suporte (126). O suporte de motor (133) mantém o motor (108) no lugar e tem o primeiro orifício de guia (128A) através do qual a barra de guia (127A) segue, o segundo orifício de guia (128B) através do qual a haste guia (127B) segue e o orifício de rosca (128C) através do qual o eixo de rosca (124) segue. A rosca do orifício em rosca (128C) engata a rosca do eixo em rosca (124). O cone do motor (123) é conectado ao eixo em rosca (124) e gira o eixo em rosca (124). O motor (108) é conectado e gira o primeiro espelho (106E).

[0057] Quando o cone motor (123) é ativado, a haste de rosca (124) gira e encaixa a rosca do orifício de rosca (128C) e desloca verticalmente o refletor de cone (129A) em relação ao primeiro espelho (106E), enquanto as hastes guia (127A) e (127B) estabilizam e guiam o suporte de motor (133). Durante o deslocamento do refletor de cone (129), o primeiro espelho relativo (106E) ao feixe de foco (107A) atinge o refletor de cone (129A) e a distância (raio) do feixe de foco (107A) se desloca a partir do primeiro espelho (106E) para o refletor de cone (129A). Igualmente, a distância a partir do eixo de rotação do primeiro espelho (106E) que o feixe (107A) deixa o componente cone (129) muda. O feixe de foco (107A) traça os arcos de raios variados na superfície de trabalho com o eixo de rotação do primeiro espelho (106E) como a origem dos raios. Para manter o feixe focado

na superfície (113), o feixe (107A) precisa ser colimado ou o ângulo do cone deve ser de 45 graus.

[0058] Na forma de realização preferida na Figura 12, o primeiro espelho giratório vertical (106E) é giratório sobre ele próprio pelo motor (108) e recebe um feixe de foco vertical (107A). O primeiro espelho (106E) gira o feixe vertical à medida que ele gira e reflete o feixe horizontalmente para um segundo espelho (106F) na extremidade do braço (125). O braço (125) tem um braço falso de membro estabilizador oposto (125A) como contrabalanço e para proporcionar maior estabilidade durante a rotação. Os braços (125A) e (125) estão montados no encaixe de braço (125B). O segundo espelho (106F) reflete então o feixe de foco (107A) verticalmente em direção à superfície de trabalho (113) na Figura 7.

[0059] O feixe (107) pode ser de qualquer comprimento de onda ou tipo de raio, por exemplo, laser, luz, raio-X ou um feixe de luz infravermelho. Poderia também ser um feixe de partículas, por exemplo, uma molécula, átomo, íon, próton, nêutron, isótopo, elétron ou qualquer outra partícula subatômica.

[0060] O feixe (107) também poderia ser transportado para o direcionador de feixe (105) a partir de uma fonte de feixe fora do direcionador do feixe através de uma fibra de feixe. Na presente invenção, a velocidade de impressão é, em grande parte, limitada apenas pela velocidade de rotação do motor (108). Não há nenhuma ação parar/iniciar causando aceleração e desaceleração durante o qual o tempo de impressão é perdido. Uma vez que o disco rotor (109), o braço (125) próprio e o braço (125) em combinação com o braço falso (125A) continua girando a uma velocidade constante, não há necessidade de desacelerar ou reverter a velocidade.

[0061] A qualidade de impressão da presente invenção é aprimorada à medida que o feixe atinge a superfície de trabalho (113) (alvo) perpendicularmente e, portanto, reduz erros relacionados a f-theta, galvanômetro e/ou espelhos em polígono.

[0062] Alguns erros f-theta ocorrem quando um feixe atinge a superfície alvo em um ângulo. Nos sistemas de digitalização e impressão onde o feixe é dirigido por desvio, isso forma um espelho em direção ao alvo, o feixe atinge o alvo em um ângulo. Isso causa distorção de f-theta onde o diâmetro do feixe muda de círculo para uma forma elíptica.

[0063] Considere uma lente comum com um eixo de lente imaginário na mesma direção em que o feixe se desloca através da lente e o eixo da lente passa pelo centro da lente. Defina um ângulo entre o eixo da lente e o percurso de um feixe proveniente do centro da lente como θ . Nessas lentes comuns, o comprimento do foco é na forma de uma seção da superfície de uma esfera com o ponto onde o eixo passa pela lente como a origem da esfera. Se uma imagem da lente for projetada na superfície interna de uma esfera, ela estará em foco. Isso ocorre porque o comprimento do percurso que o feixe segue em qualquer ângulo de θ sempre será o mesmo, como mencionado aquele sendo o raio de uma esfera.

[0064] No entanto, se a imagem é projetada em uma superfície plana, isso já é uma outra questão. Se uma lente comum é direcionada para uma superfície plana e a lente é focada na região na superfície plana onde o feixe atinge a superfície perpendicularmente, a imagem ficará mais desfocada à medida que se aumenta a distância do ponto onde o feixe atinge a superfície plana perpendicularmente. Ou seja, à medida que o ângulo θ aumenta, a imagem fica mais fora de foco.

[0065] A distância que o feixe deve se deslocar para atingir a superfície plana aumenta à medida que o ângulo do feixe entre o eixo da lente e o percurso do feixe aumenta. Ou seja, à medida que o ângulo θ aumenta, a distância que o feixe deve se deslocar também aumenta. Como o percurso do feixe é maior, ele excede a distância focal da lente. Isso resulta em um feixe e imagem fora de foco. Isso pode ser corrigido com uma lente F- θ . As lentes F- θ são, no entanto, caras e a solução f- θ não é totalmente livre de erros.

[0066] Na presente invenção, no entanto, o feixe é diretamente direcionado ortogonalmente por cima do alvo. O percurso para o alvo permanece constante e o feixe está sempre em foco. Portanto, não há necessidade de uma lente de correção F- θ e esse recurso é poupado.

[0067] Além disso, o aprimoramento da qualidade e velocidade de impressão é obtido eliminando os erros do galvanômetro, uma vez que a rotação do motor (108) é mantida a uma velocidade constante em comparação com erros de inversão de galvanômetro e erros de posicionamento.

[0068] A presente invenção pode ser implementada em impressoras 3D, cortadores de materiais, marcadores de materiais e scanners em muitas configurações diferentes. Por exemplo, ela pode ser implementada em impressoras e scanners onde os movimentos e/ou controles do sistema geralmente são baseados em coordenadas polares em relação a um centro de uma superfície montada. Componentes deste tipo de scanners e impressoras geralmente podem incluir uma superfície montada giratória; um cabeçote de impressão/digitalização posicionado sobre a superfície montada; um sistema de posicionamento acoplado ao cabeçote de impressão/digitalização e configurado para mover o cabeçote de impressão/digitalização sobre a superfície montada com base em coordenadas polares relativas a um centro.

[0069] A presente invenção tem muitas outras aplicações. Por exemplo, também pode ser usada para criar padrões de corte em materiais, marcação de materiais, sinterização de materiais, fusão de materiais, endurecimento de materiais, gravação de materiais, revestimento de materiais, placas litográficas e máscaras que podem ser utilizadas na fabricação de eletrônicos e dispositivos eletrônicos como, por exemplo, circuitos integrados. A presente invenção também pode ser adaptada para ser usada em impressoras 3D comuns com um sistema de posicionamento X/Y e onde a superfície montada é uma superfície plana, deslocada ao longo do eixo Z em direção e além do cabeçote de impressão e o material de construção é depositado na superfície montada e acumulado camada a camada.

[0070] O alojamento do direcionador do feixe pode ser feito de metal, acrílico plástico, vidro ou qualquer material com a resistência adequada. O rotor do direcionador do feixe pode ser feito de um material sólido ou leve, como alumínio, madeira, vidro, acrílico, abs, grafite, fibra de carbono ou qualquer material leve adequado. Quando o direcionador do feixe é feito de vidro, plástico transparente ou qualquer material transparente adequado, então um prisma romboidal pode ser incorporado na estrutura como uma peça e, portanto, elimina a necessidade de espelhos.

[0071] Os refletores são geralmente feitos de espelhos ou materiais polidos como alumínio, níquel e outros materiais refletores adequados ou prismas feitos de vidro ou plástico ou material similar. As dimensões dos refletores dependem do diâmetro do feixe.

Como exemplo, um diâmetro de feixe de 3 mm exigirá um tamanho de espelho de 4,5 mm por 4,5 mm, para acomodar o tamanho do feixe.

[0072] Quando um prisma é feito e cortado como um prisma romboidal, a dimensão da seção transversal é geralmente da ordem de cerca de 50% maior do que o diâmetro do feixe. Assim, com um diâmetro de feixe de 3 mm, é utilizado um prisma romboidal com uma seção transversal de 5 mm por 5 mm. O comprimento do prisma romboidal determinará o raio do arco que será impresso. Como pode ser visto na Figura 9, no caso de um prisma romboidal com um comprimento de 40 mm, o comprimento do percurso do feixe (107A) será de 40 mm. O raio do arco que é impresso também é de 40 mm.

[0073] O motor que pode ser usado é um motor de corrente contínua sem escovas (bldc) com saída do tacômetro ou retorno de efeito Hall para estabilizar a velocidade de rotação. A saída do motor é influenciada pela inércia do rotor.

[0074] A lente de foco é tipo plano-convexa ou qualquer outra lente de foco de tipo adequado com uma distância focal de aproximadamente 100 mm.

[0075] As dimensões do cabeçote de impressão são escalonáveis e, para este caso em particular, como mostrado na Figura 1 e na Figura 2, é:

1. Altura: 130 mm.
2. Largura: 100 mm.
3. Profundidade: 100 mm.
4. Diâmetro do disco: 80 mm.
5. Espessura do disco: 3 mm.

[0076] A Figura 15 mostra como a função do localizador de braço índice é realizada usando um emissor e detector de infravermelho integrado em uma única embalagem, o TCND5000 da VISHAY SEMICONDUCTOR. Esta é uma combinação de detector de sensor infravermelho que consiste em um emissor de led e um fotodiodo. A MPU (unidade de processamento de sinal) principal (diferente do controlador de driver dependente MPU, discutido mais tarde) monitorará os sinais de saída do localizador de índice de ótica. Quando nenhum braço estiver presente ou quando o detector enfrentar os entalhes gravados (125D) ou (125E), a tensão de saída irá fechar para 0 Volt e será calculada por:

$$V_{out} = I_{dark_current} * R1$$

(quando não há rotor ou quando está sobre o entalhe -> então, $I_{dark_current}$, ou então $I_{reflective}$ quando o feixe infravermelho do emissor é detectado pelo detector de infravermelhos)

Quando o detector enfrentar o corpo do braço, então a superfície refletora aumentará a corrente do fotodiodo usando a mesma fórmula:

$$V_{out} = I_{reflective} * R1 \quad // \text{ Mesmo que a superfície reflita 20\% da intensidade na pior hipótese}$$

// A corrente de fotodiodo excederá 10 μA

Neste caso, V_{out} será de cerca de 5+.

Quando o rotor (braço duplo neste caso) estiver girando, a MPU principal irá ler os sinais e detectar o padrão para o cabeçote ou para a cauda. Além disso, a distância em tempo entre os impulsos proporcionará as rotações por minuto (RPM) do rotor.

Os procedimentos de calibração para o Emissor e o Receptor permitirão um ajuste fino do monitoramento do braço pela MPU principal superando os desvios das especificações do manual de utilização. Vide referência ao pedido de patente US 14/538.924.

R2 está configurando o emissor atual. Escolhido para 870 ohm.

C1 reduzirá o ruído. Escolhido para 5PF; Favor observar: um valor mais alto para C1 pode aumentar o tempo de resposta.

AD8615 é um amp op (amplificador operacional) de corrente de baixo desvio por ANALOG DEVICES

AGND é o circuito de terra

-Vs é a entrada de alimentação negativa AD8615

+Vs é a entrada de alimentação positiva AD8615

[0077] Embora seja possível usar um rotor de tamanho completo ou uma configuração de um braço, a configuração de braço duplo na Figura 12 e na Figura 13 é mais estável. Reduz o efeito da inércia e proporciona velocidade máxima, é simétrica em relação ao eixo de rotação e, portanto, mais equilibrada. O braço falso (125A) atua como um contrabalanço e proporciona estabilidade durante a rotação. Se presta a fabricação fácil fora uma variedade de materiais, tal como o alumínio. Na Figura 12 os refletores

(106E) e (106F) são polidos para um grau de espelho e podem ser revestidos com prata para sustentar a alta energia do laser e proteger contra riscos.

[0078] Na Figura 13 é mostrada a incorporação do braço duplo por baixo. O soquete do eixo do motor (125C) recebe o eixo do motor (108). Os orifícios índice (entalhes) (125D) e (125E) estão localizados nos braços (125A) e (125), respectivamente. Eles são usados em combinação com um localizador para determinar a posição de rotação do braço duplo.

[0079] Um motor (108) BLY174S-24V-12000 da ANAHEIM AUTOMATION pode ser usado para um braço duplo ((125) e (125A) juntos) com um comprimento de 30 mm.

[0080] Como mostrado na Figura 14, o motor selecionado é um motor de bloco de 3 fases com sensores de efeito Hall para um melhor controle da velocidade do motor. O motor está conectado ao controlador do motor do bloco com sensor, de modo que ele pode detectar a velocidade de rotação do motor e controlar a velocidade do mesmo. O driver do motor bdlc com sensor também está utilizando a unidade de microprocessador (MPU), TMS320F28069M da TEXAS INSTRUMENT, INC. Isso permite o controle de velocidade em circuito fechado do motor. O TMS320F28069MMPU também comanda o controlador de hardware DRV8312, fabricado pela TEXAS INSTRUMENT, INC. O TMS320F28069M é uma MPU dedicada, parte do driver do motor, dedicada a manter o ciclo fechado das rotações do motor por minuto. O localizador de índice do motor é uma combinação de emissor ótico e detector em uma unidade, o TCND5000 da VISHAY SEMICONDUCTOR. Esta é uma combinação de detector de sensor de infravermelho que consiste em um emissor de led e um fotodiodo que oferece um tempo de resposta de cerca de 15 ns. O sensor ótico será posicionado a 6 mm do rotor giratório. O sensor detectará a presença de um braço ((125) ou (125A)) e os orifícios do índice (entalhes) (125D) e (125E) no braço.

[0081] Conforme mostrado adicionalmente na Figura 14, o sinal de saída do localizador de índice do motor está conectado à MPU principal que será então lido pela MPU principal. A MPU principal deve ser distinguida da parte de MPU dedicada do driver do motor, dedicada a manter o ciclo fechado das rotações do motor por minuto. O localizador de índice fornece a MPU principal com a posição de rotação do braço duplo. A

MPU principal está conectada ao modulador laser que controla o disparo do laser. A MPU principal possui uma imagem 3D do objeto a ser carregada na memória. A MPU principal calcula ou carrega uma fatia das camadas horizontais do objeto 3D que será impresso umas sobre as outras para construir o objeto 3D.

[0082] A MPU principal envia um sinal ao driver do motor do bloco sensorial para ajustar a velocidade do motor. Detecta a posição do braço com o localizador do índice do motor. Usando a localização do braço (e a localização X/Y do cabeçote de impressão) e a camada específica que precisa ser impressa, do objeto a ser impresso, gera um sinal de saída para o modulador laser que dispara o laser.

[0083] Uma opção mais barata seria, ao invés de usar um motor de corrente contínua sem escovas (bldc) com saída do tacômetro ou retorno de efeito Hall, é usar um motor de passo. Isso eliminaria o uso de um controlador de motor de bloco com sensor, que pode detectar a velocidade de rotação do motor e controlar a velocidade do motor. A escolha de um motor de passo também eliminará a necessidade de um localizador de índice.

[0084] Na Figura 16 o membro de superfície refletor anular (131) tem o suporte (136) no seu centro. O rolamento interno (136) do eixo oco (138) passa e tem o primeiro espelho (106E) montado em um ângulo na sua extremidade, como mostrado na Figura 17. O suporte (136) facilita a rotação do eixo oco (138). A primeira engrenagem do espelho (138A) engrena com a engrenagem do motor (137) e está ligada ao eixo oco (138A). A engrenagem do motor (137) está conectada ao eixo do motor (108), como se vê na Figura 16. Em operação, o motor (108) roda o eixo oco (138A) através das engrenagens de malha (137) e (138A). O primeiro espelho (106E) gira com o eixo oco (138A). O feixe de foco (107A) entra no eixo oco (138) e atinge o primeiro espelho giratório (106E) que gira o feixe (107A) e o reflete em direção à superfície inclinada e refletora (132) que reflete o feixe de foco (107A) para baixo em direção à superfície de trabalho (113), como mostrado na Figura 7. Esta forma de realização torna possível a impressão em 360° completa.

[0085] Na Figura 18 o elemento de superfície refletora anular (131) tem um suporte (136) no seu centro. O suporte interno (136) do eixo oco (138) passa e tem o

primeiro espelho (106E) montado em um ângulo na sua extremidade, como mostrado na Figura 19. A colocação (136) facilita a rotação do eixo oco (138). A primeira engrenagem do espelho (138A) engrena com a engrenagem do motor (137) e está ligada ao eixo oco (138A). A engrenagem do motor (137) está conectada ao eixo do motor (108), como se vê na Figura 18. Em operação, o motor (108) roda o eixo oco (138A) através das engrenagens de malha (137) e (138A). O primeiro espelho (106E) roda com o eixo oco (138A). O feixe de foco (107A) entra no eixo oco (138) e atinge o primeiro espelho giratório (106E) que gira o feixe (107A) e o reflete na direção e através da parede de prisma (134) para a parede de prisma refletora (135) que reflete o feixe de foco (107A) para baixo em direção à superfície de trabalho (113), como mostrado na Figura 7. Esta forma de realização torna possível imprimir em 360° completo.

[0086] A Figura 20 mostra uma forma de realização semelhante à da Figura 11 onde é conseguida uma varredura de 360° e em que o segundo refletor é um prisma com forma de cone, em que (107A) é refletido pelo espelho (106E) e refletido para e através da parede do prisma (134), depois refletido para fora da parede do prisma interior (135) em direção e através da parede do prisma inferior (139).

[0087] Os refletores que podem ser usados incluem espelhos, prismas, cristais e outros elementos refletivos. Os refletores também podem ser encapsulados em um elemento aerodinâmico para facilitar a rotação e o fluxo de ar sobre os refletores. Um exemplo de alojamento seria o de uma caixa em forma de disco.

[0088] Embora a presente invenção tenha sido mostrada e descrita com respeito a certas formas de realização, é notório que usos equivalentes e modificações ocorrerão para outros técnicos no assunto após a leitura e compreensão do relatório descritivo. A presente invenção inclui todos os equivalentes e modificações.

Reivindicações

1. DIRECIONADOR DE FEIXE, caracterizado por compreender um primeiro refletor giratório configurado para receber um feixe de uma fonte de feixe ao longo de um eixo de rotação do primeiro refletor;

um atuador para girar o primeiro refletor em torno do eixo de rotação, através do qual o primeiro refletor gira o feixe e reflete o feixe em um ângulo constante em relação ao eixo de rotação;

e um segundo refletor voltado constantemente para o primeiro refletor em um ângulo constante; o segundo refletor configurado para refletir o feixe em direção a uma superfície de trabalho em um ângulo constante ao mesmo,

pelo que, quando o feixe é ativado e o atuador gira o primeiro refletor, o feixe atinge o primeiro refletor giratório, girando e refletindo o feixe para o segundo refletor, que reflete o feixe para a superfície de trabalho; o feixe então segue um percurso curvo em relação à superfície de trabalho e rastreia um arco na superfície de trabalho.

2. DIRECIONADOR DE FEIXE, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender ainda um ajustador de distância para ajustar uma distância radial entre o primeiro refletor e o segundo refletor, de modo que o feixe segue um percurso curvo com raios ajustáveis em relação à superfície de trabalho e traça arcos de raios ajustáveis na superfície de trabalho.

3. DIRECIONADOR DE FEIXE, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o segundo refletor compreender uma superfície giratória fixa, oblíqua, anular e reflexiva envolvendo o primeiro refletor; o segundo refletor em um ângulo com o eixo de rotação do primeiro refletor;

em que a superfície refletora anular possui um diâmetro grande e um diâmetro pequeno, o diâmetro grande direcionado para a superfície de trabalho

através do qual quando o feixe é ativado e o atuador gira o primeiro refletor; o feixe vertical atinge o primeiro refletor rotativo girando e refletindo o feixe na superfície anular reflexiva do segundo refletor, que então reflete o feixe para a superfície de trabalho.

4. DIRECIONADOR DE FEIXE, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado por o segundo refletor incluir uma superfície interna estacionária rotativamente em forma de cone; em torno do primeiro refletor e tendo um eixo longitudinal equivalente ao eixo de rotação do primeiro refletor; um diâmetro maior da superfície interna em forma de cone direcionada para a superfície de trabalho e configurada para refletir o feixe do primeiro refletor para a superfície de trabalho;

em que o segundo refletor é ajustável verticalmente em relação ao primeiro refletor; pelo que a distância em que o feixe se desloca do primeiro para o segundo refletor é ajustável devido à forma cônica da superfície interna do segundo refletor, de modo que o feixe segue um percurso curvo de raio ajustável em relação à superfície de trabalho e traça arcos de raios ajustáveis na superfície de trabalho.

5. DIRECIONADOR DE FEIXE, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o segundo refletor ser configurado para ser giratório pelo atuador em um círculo em torno do eixo de rotação do primeiro refletor à medida que o primeiro refletor gira.

6. DIRECIONADOR DE FEIXE, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por compreender ainda um disco rotor giratório em torno do eixo de rotação para suportar os primeiro e segundo refletores.

7. DIRECIONADOR DE FEIXE, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por compreender ainda uma corrediça radial montada no disco rotor para ajustar uma distância radial entre os primeiro e segundo refletores.

8. DIRECIONADOR DE FEIXE, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por compreender ainda um braço de rotor giratório em torno do eixo de rotação para suportar os primeiro e segundo refletores.

9. DIRECIONADOR DE FEIXE, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por compreender ainda um braço de estabilização para estabilizar os primeiro e segundo refletores.

10. DIRECIONADOR DE FEIXE, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o segundo refletor ser configurado para refletir o feixe do primeiro refletor paralelo ao eixo de rotação do primeiro refletor e perpendicular à superfície de trabalho.

11. DIRECIONADOR DE FEIXE, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender ainda um alojamento aerodinâmico que envolve os primeiro e segundo refletores para controlar o fluxo de ar.

12. CABEÇOTE DE IMPRESSÃO PARA UMA IMPRESSORA TRIDIMENSIONAL, caracterizado por compreender o direcionador de feixe conforme descrito na reivindicação 1.

13. MÉTODO PARA DIRECIONAR UM FEIXE EM DIREÇÃO A UMA SUPERFÍCIE DE TRABALHO COM UM DIRECIONADOR DE FEIXE, o dito método caracterizado por compreender:

gerar um feixe com uma fonte de feixe;

girar um primeiro refletor em torno de um eixo de rotação com um atuador;

direcionar o feixe em direção ao primeiro refletor ao longo do eixo de rotação do primeiro refletor;

fornecer um segundo refletor constantemente voltado para o primeiro refletor em um ângulo constante à medida que o primeiro refletor gira;

refletir o feixe com o primeiro refletor em um ângulo constante ao eixo de rotação na direção do segundo refletor;

refletir o feixe com o segundo refletor em direção a uma superfície de trabalho;

de modo que quando o feixe é ativado e o atuador gira o primeiro refletor, o feixe atinge o primeiro refletor giratório girando o feixe e refletindo o feixe para o segundo refletor, que então reflete o feixe para a superfície de trabalho em um ângulo constante para o mesmo; o feixe então segue um percurso curvo em relação à superfície de trabalho e traça um arco na superfície de trabalho.

14. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por incluir ainda o ajuste da distância entre o primeiro e o segundo refletor, de modo que o feixe siga um percurso curvo de raios ajustáveis em relação à superfície de trabalho e trace arcos de raios ajustáveis na superfície de trabalho.

15. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por o segundo refletor compreender uma superfície refletora anular oblíqua em torno do

primeiro refletor; sendo estacionária rotativamente e tendo um eixo central igual ao do eixo de rotação do primeiro refletor;

em que a superfície refletora anular inclui um diâmetro grande e um diâmetro pequeno, o diâmetro grande direcionado para a superfície de trabalho; de modo que quando o feixe é ativado e o atuador gira o primeiro refletor; o feixe vertical atinge o primeiro refletor giratório, que gira e reflete o feixe para a superfície refletiva anular do segundo refletor, que reflete o feixe para a superfície de trabalho; o feixe, em seguida, segue um percurso curvo em relação à superfície de trabalho e traça um arco na superfície de trabalho.

16. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por o segundo refletor ter a forma de cone; ser montado em torno do primeiro refletor e incluir um eixo longitudinal igual ao do eixo de rotação do primeiro refletor;

em que o segundo refletor é estacionário rotativamente;

em que um diâmetro maior do segundo refletor é direcionado para a superfície de trabalho;

em que o método compreende ainda o ajuste da distância entre os primeiro e segundo refletores, de modo que a distância em que o feixe se desloca a partir do primeiro para o segundo refletor é ajustada devido à forma cônica do segundo refletor; pelo que o feixe segue um percurso curvo de raios ajustáveis em relação à superfície de trabalho e traça arcos de raios ajustáveis na superfície de trabalho.

17. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por compreender ainda a rotação do segundo refletor em um círculo em torno do eixo giratório do primeiro refletor à medida que o primeiro refletor gira.

18. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por incluir ainda a rotação de um braço de rotor que suporta os primeiro e segundo refletores em torno do eixo de rotação.

19. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por incluir ainda a estabilização da rotação dos primeiro e segundo refletores por incorporar um elemento de estabilização ao braço do rotor.

20. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por

compreender ainda o direcionamento do feixe para o direcionador de feixe com um condutor de feixe.

21. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por o segundo refletor refletir o feixe paralelo ao eixo giratório do primeiro refletor e perpendicular à superfície de trabalho.

22. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por incluir ainda a inclusão dos primeiro e o segundo refletores em um alojamento aerodinâmico para controlar o fluxo de ar.

23. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por incluir ainda o uso do direcionador de feixe como um cabeçote de impressão para uma impressora tridimensional.

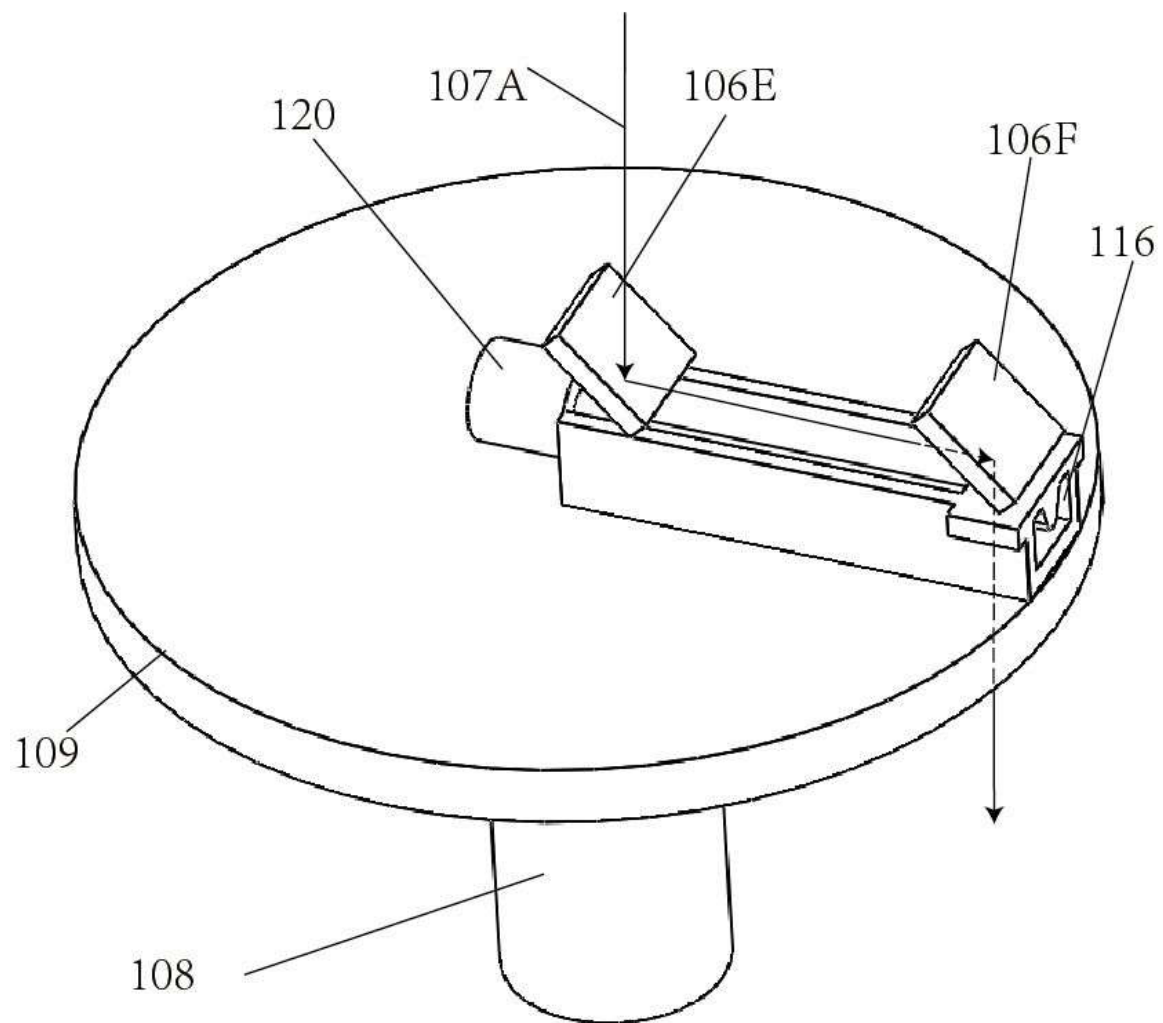


FIG. 3 A

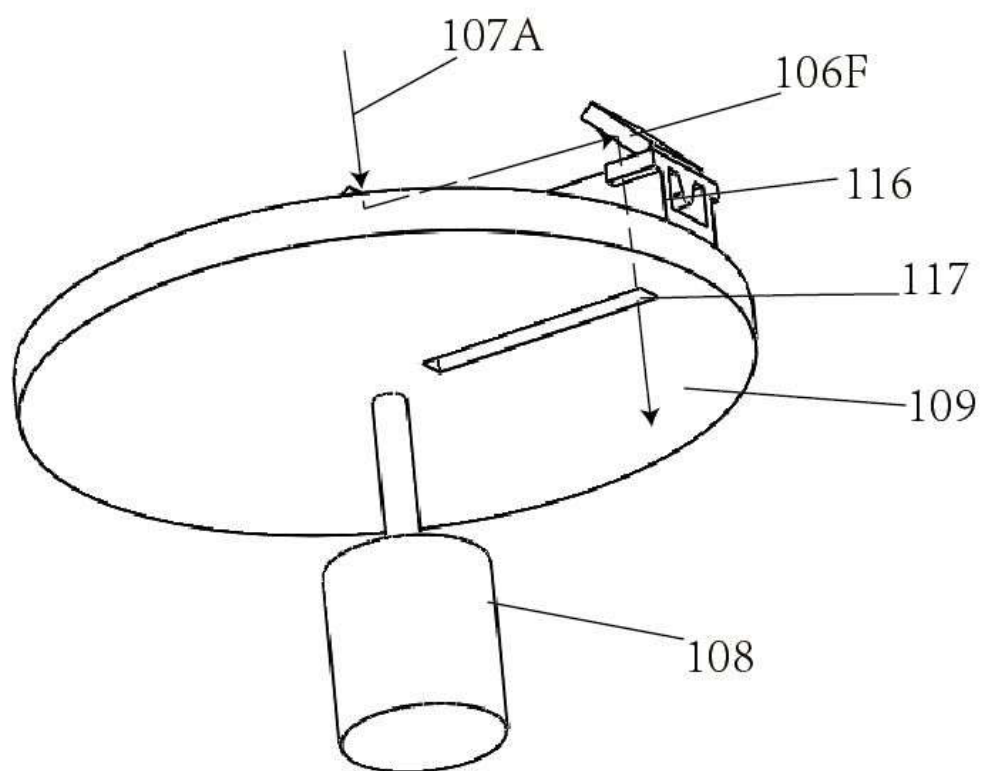


FIG. 3B

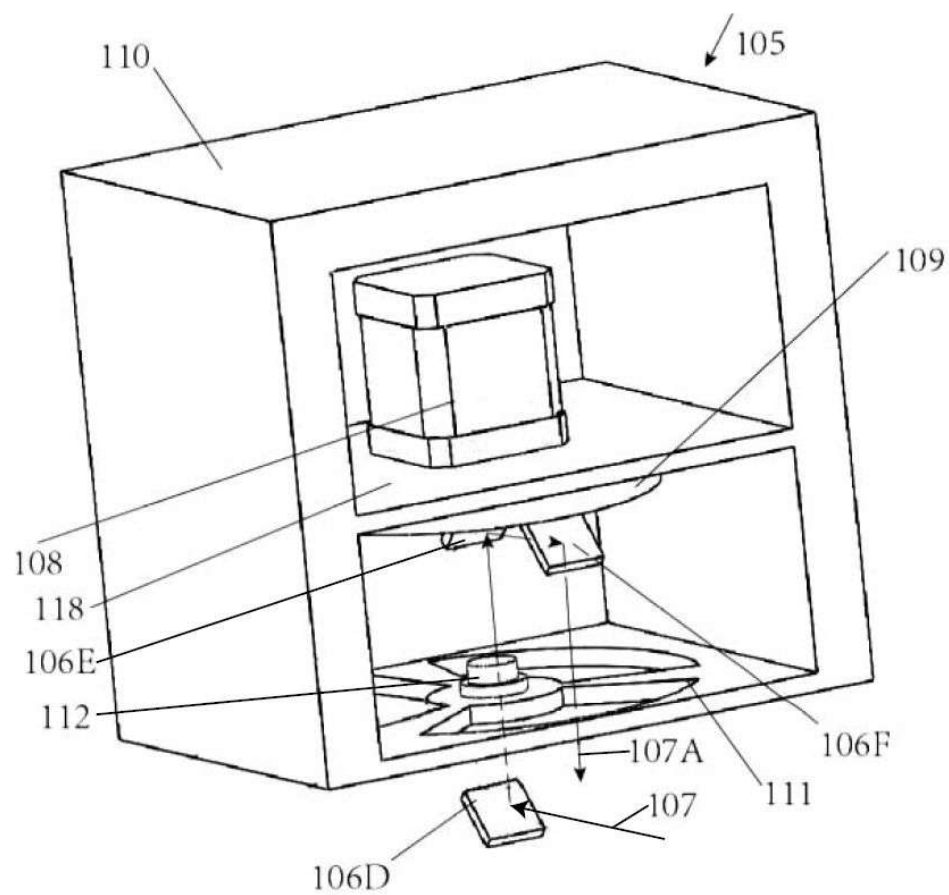


Fig. 4

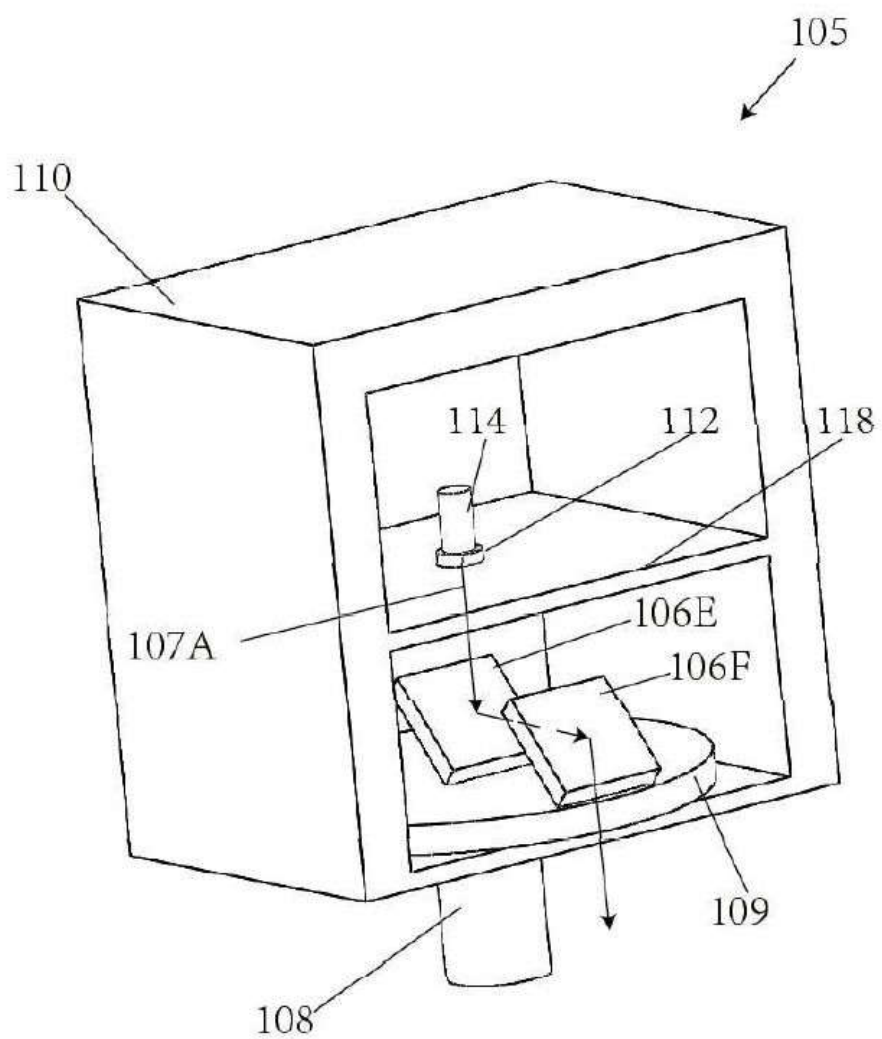


FIG. 5

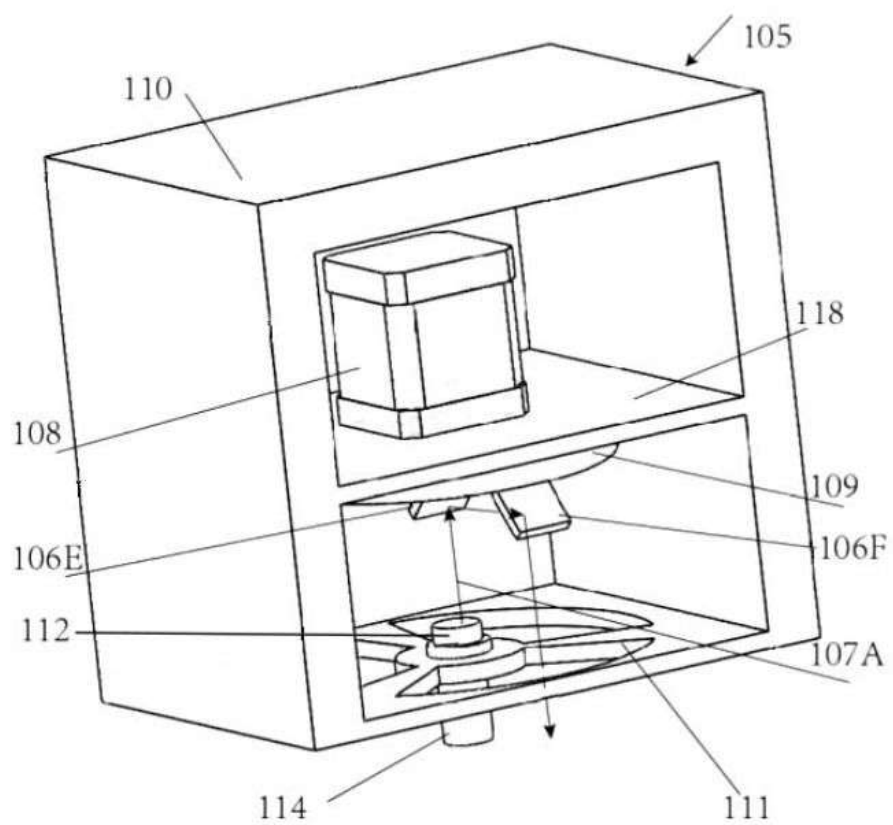


FIG. 6

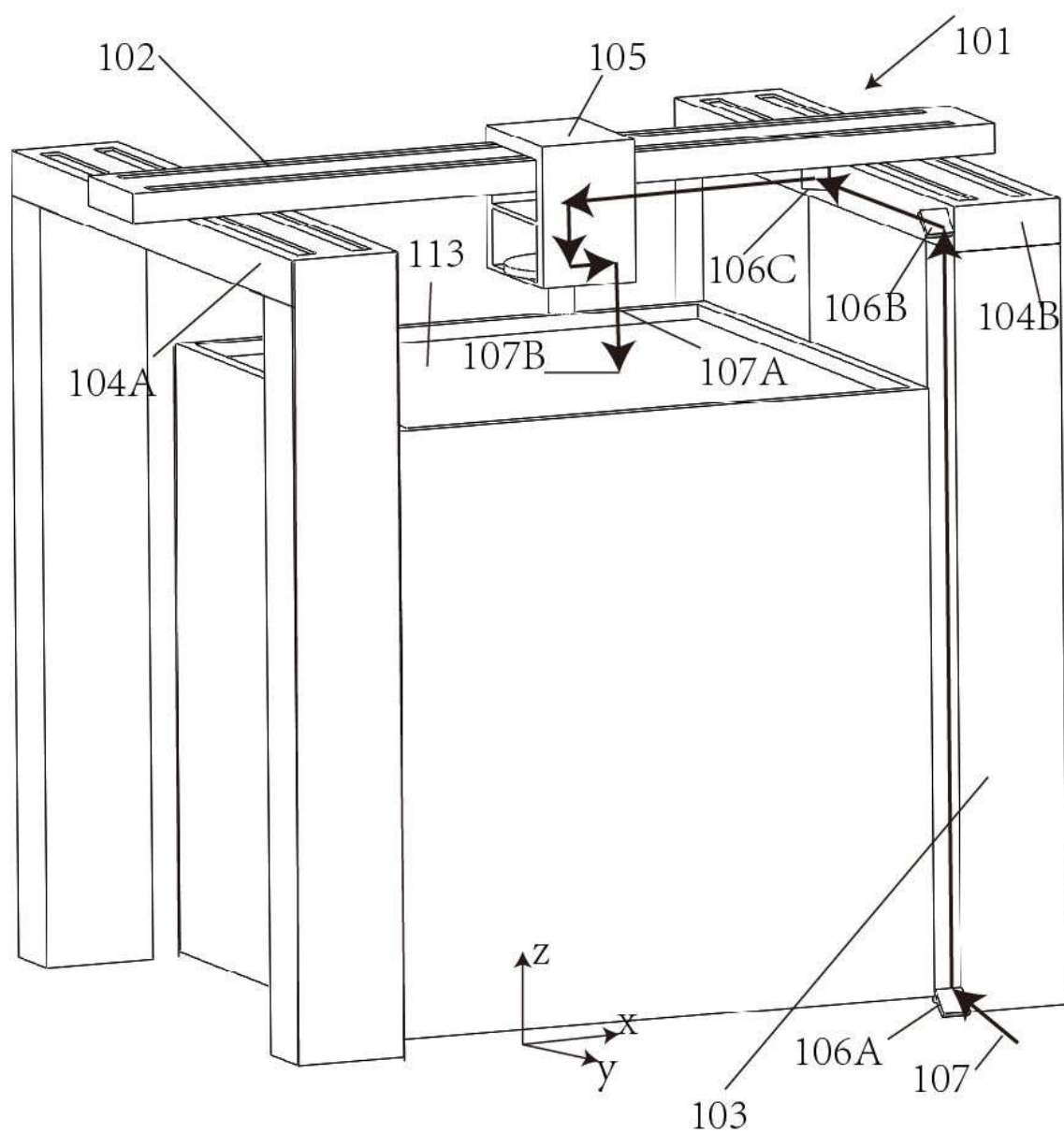


FIG. 7

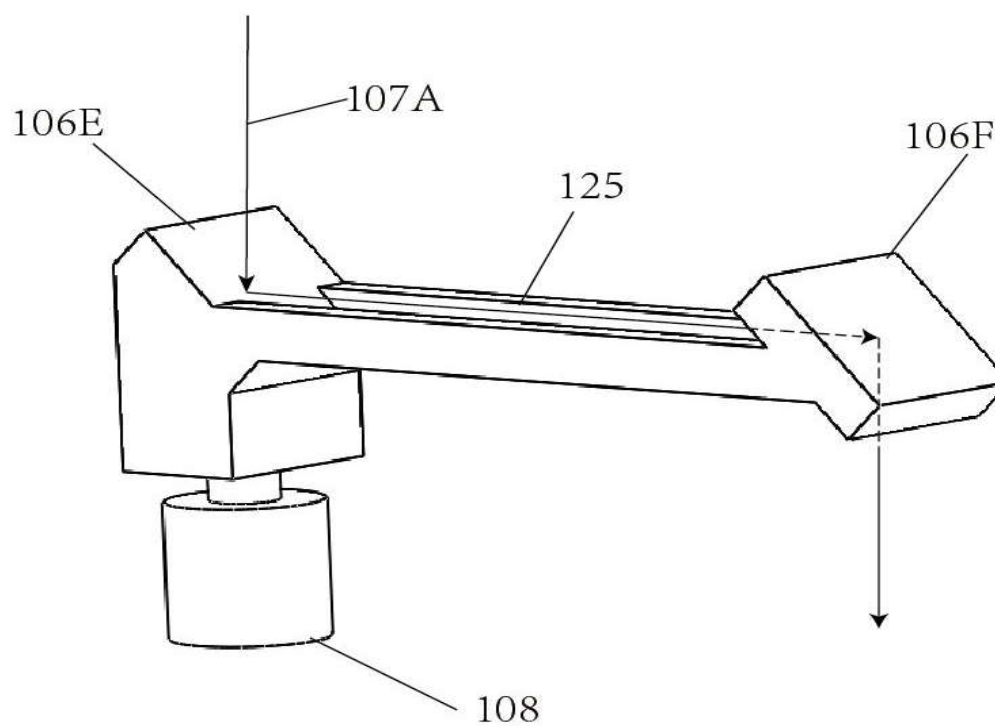


FIG. 8

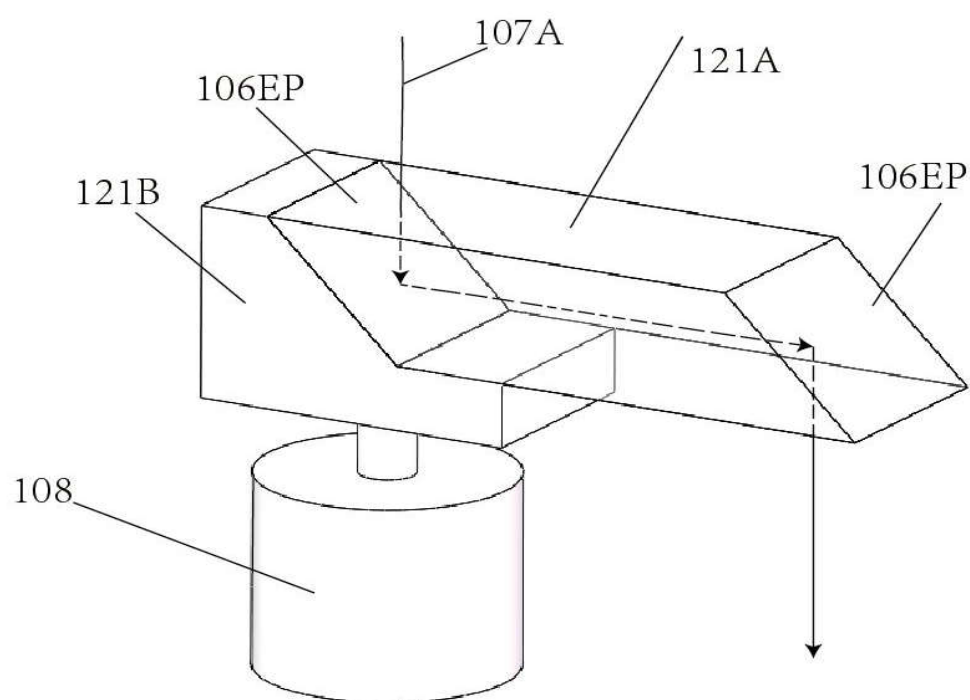


FIG. 9

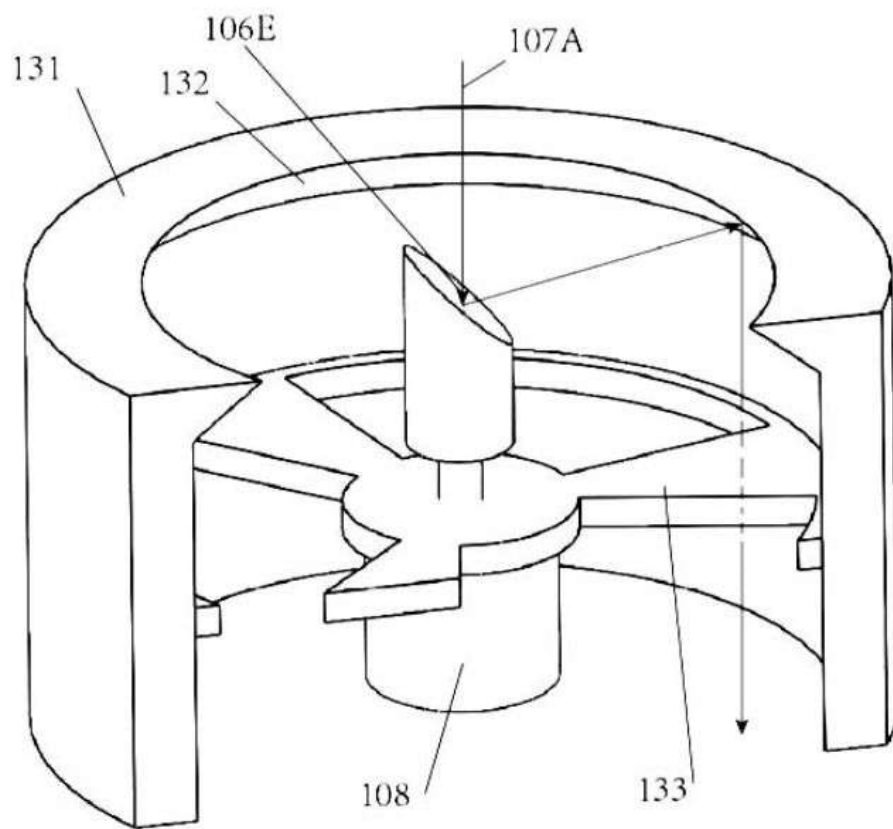


FIG. 10

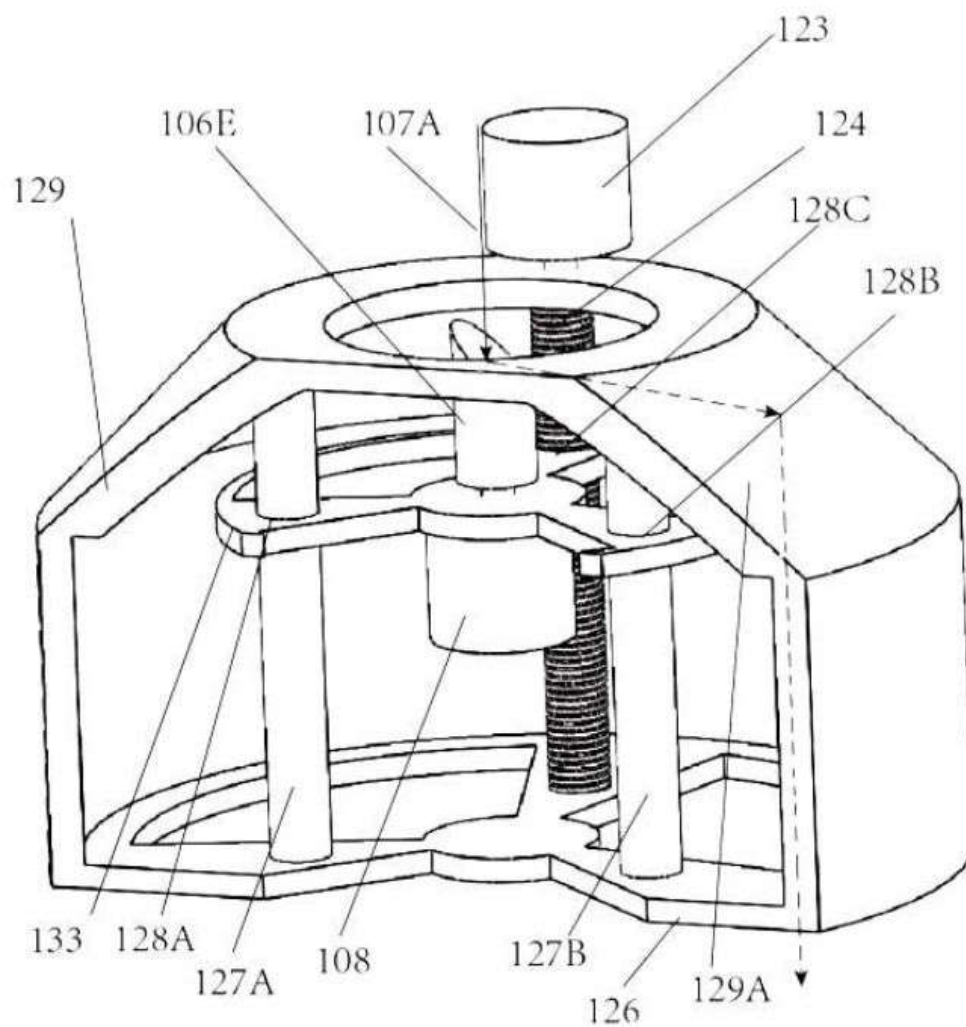


FIG. 11

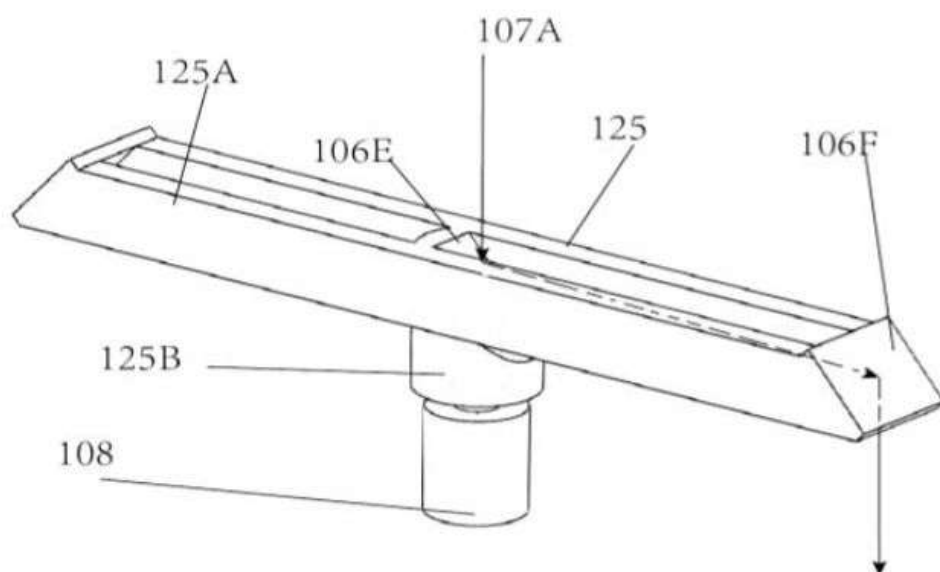


FIG. 12

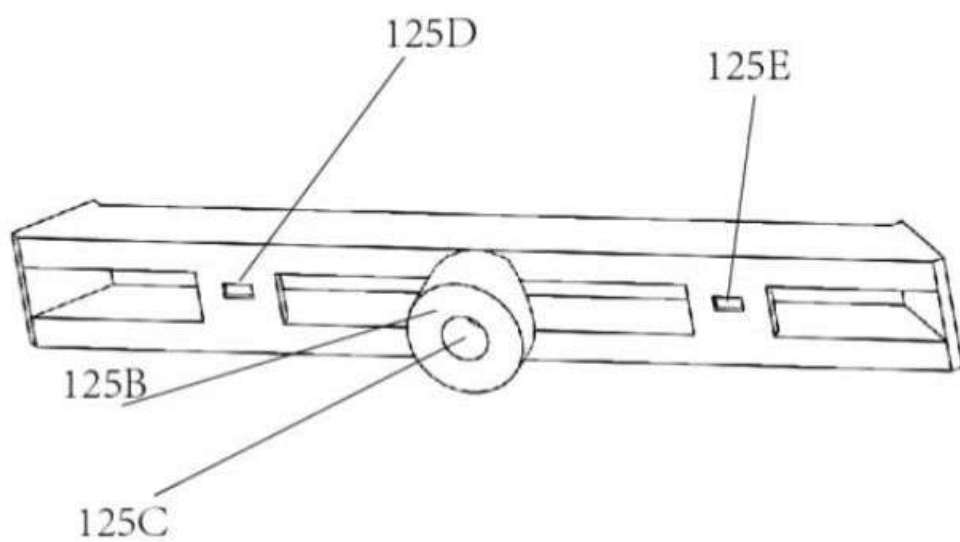


FIG. 13

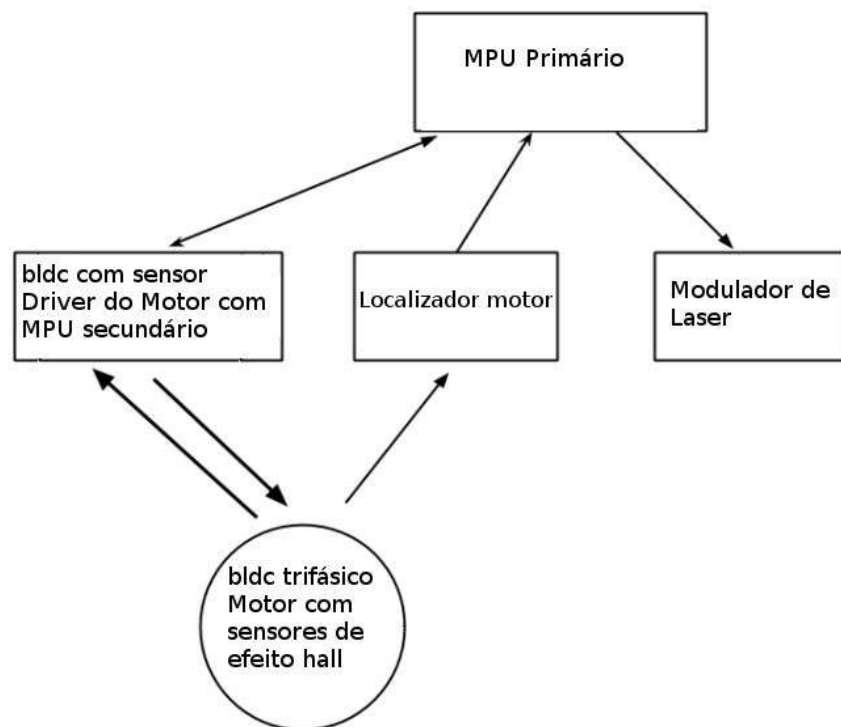


FIG. 14

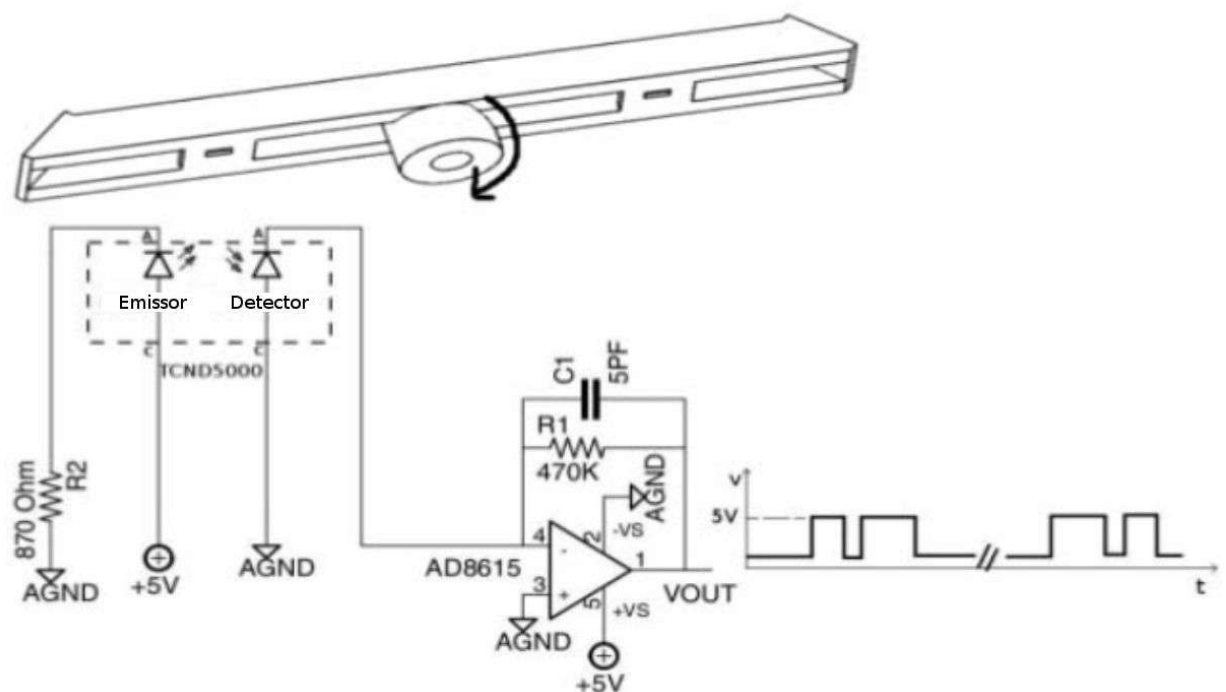


FIG.15

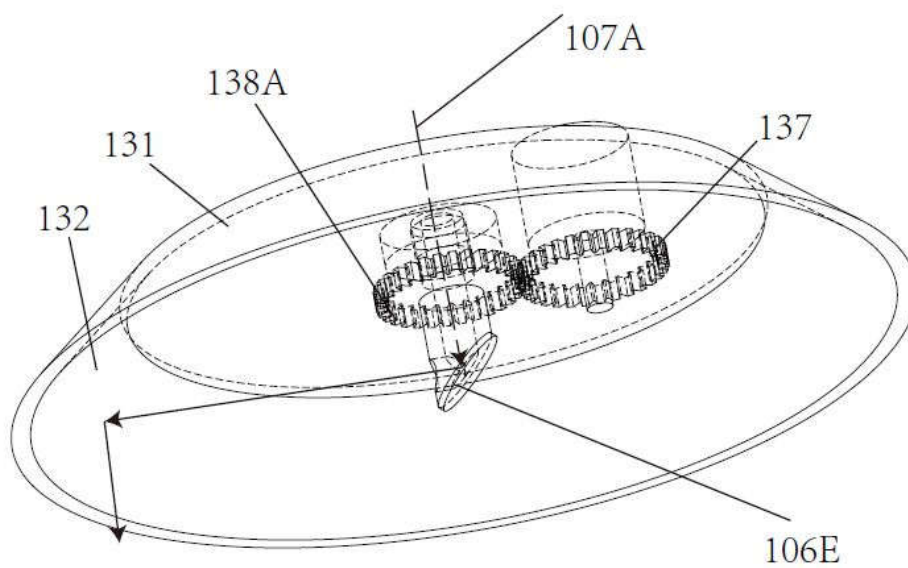


FIG.16

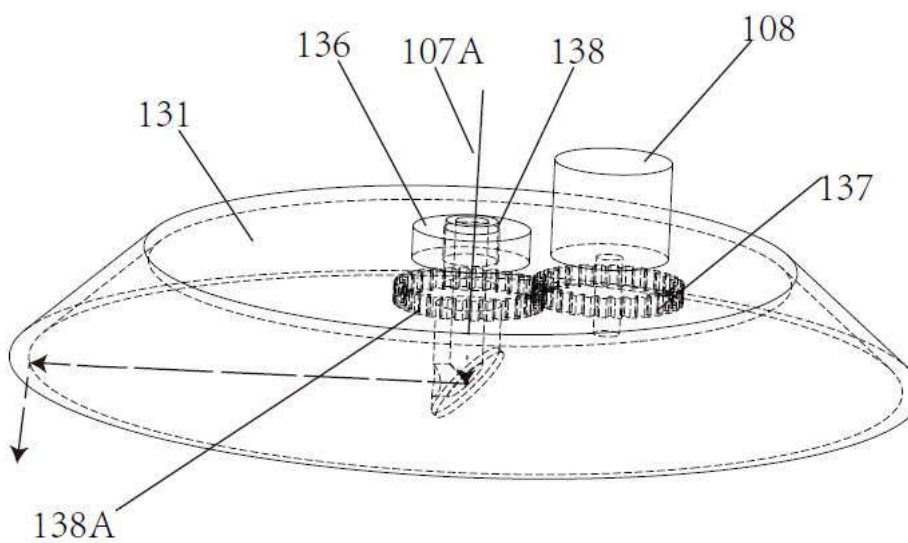


FIG.17

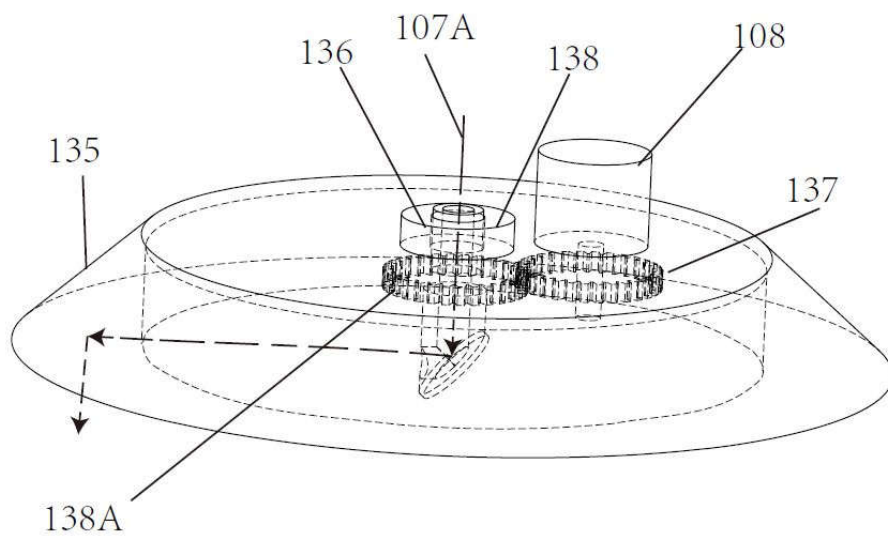


FIG.18

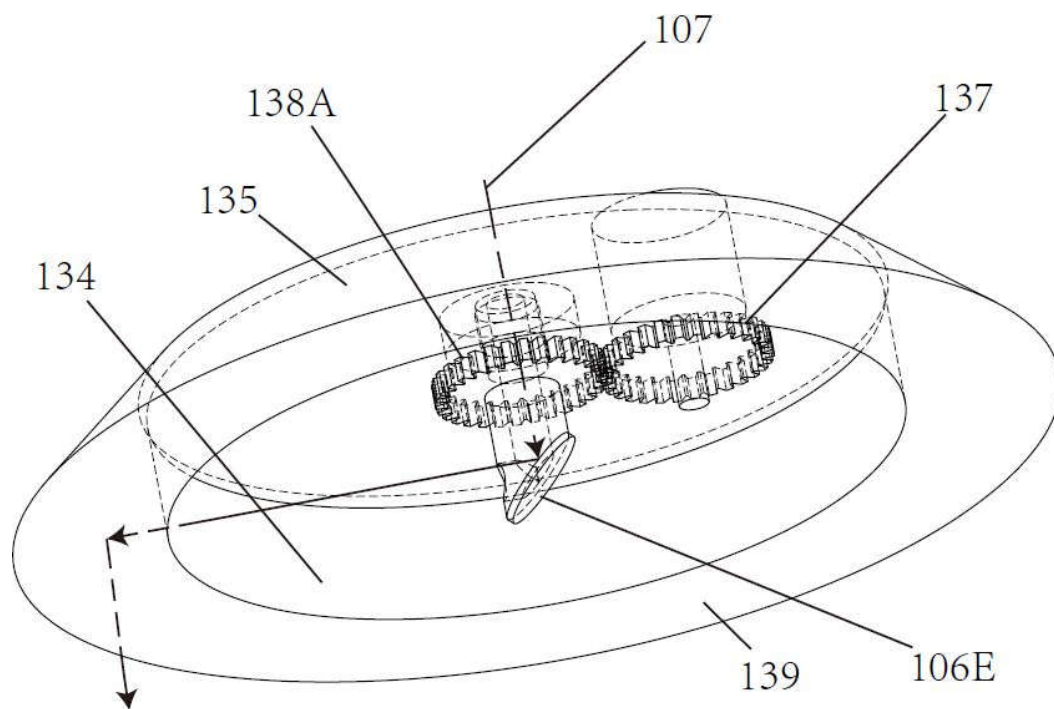


FIG. 19

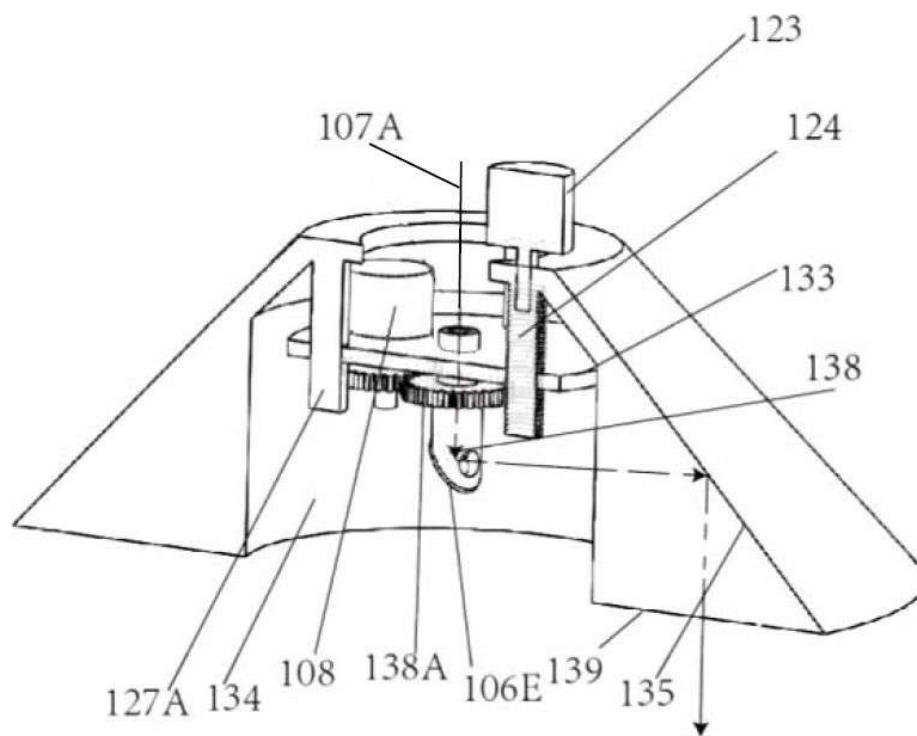


FIG. 20