



## “MÓDULO DE ILUMINAÇÃO”

### CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção pertence aos dispositivos de iluminação de gerenciamento térmico e formação de feixe, e mais particularmente a um dispositivo de iluminação tendo um elemento de extração de calor para gerenciamento térmico de uma ou mais fontes de luz.

### FUNDAMENTOS

Módulos de iluminação de alta luminosidade são usados em um número de aplicações de iluminação, tal como iluminação ambiente, iluminação de advertência, lavagem de parede, sinalização, propaganda, iluminação decorativa e de mostrador, iluminação de fachada, iluminação personalizada e o similar. Esses módulos de iluminação tipicamente incluem uma pluralidade de fontes de luz, tal como bulbos incandescentes, tubos fluorescentes, neon, ou diodos de emissão de luz (LEDs) em estado sólido, acoplados a um sistema de gerenciamento de potência para fornecer e controlar a intensidade das fontes de luz dependendo dos requisitos de luminosidade da aplicação de iluminação.

Enquanto em operação, a maioria dos módulos de iluminação de alta luminosidade gera excesso de quantidades de energia térmica. No caso de bulbos incandescentes, a energia térmica é usada para aquecer o filamento à altas temperaturas de modo a produzir luz. Contudo, para luminárias em estado sólido tendo LEDs, a energia térmica dos LEDs é transferida para o substrato, forçando um aumento na temperatura e LEDs funcionarem menos opticamente resultando em uma redução no fluxo luminoso da luz de saída. Como um resultado, mais corrente de operação é requerida para manter a luz de saída dos LEDs no nível requerido. Contudo, aumento na corrente de operação força ainda um aumento de temperatura no substrato, e por meio disso, configurando o impacto negativo da energia térmica no desempenho do módulo de iluminação em estado sólido.

Um outro aspecto das luminárias em estado sólido é a necessidade de um recurso óptico relativamente grande de modo a fornecer tanta mistura quanto possível dos diferentes comprimentos de onda emitidos dos diodos de emissão de luz separados dentro da luminária. Um outro benefício em potencial de um recurso óptico grande e a maior eficácia de colimação do feixe de saída. Frequentemente o tamanho e o posicionamento do sistema de gerenciamento térmico em uma luminária restringem o espaço disponível para recursos ópticos de formação de feixe, que pode reduzir a qualidade de mistura de luz colorida e colimação de feixe.

É, por conseguinte, desejável desenvolver um sistema de gerenciamento térmico para superar o efeito indesejável de calor excessivo no desempenho dos módulos de iluminação em estado sólido, sem indevidamente comprometendo o desempenho do sistema óptico. Um exemplo de tal um sistema de gerenciamento térmico é um tubo térmico. Um tubo térmico é um tubo condutivo termicamente que contém uma pequena quantidade de fluido de trabalho tal como água nele. De modo geral, uma extremidade do tubo térmico é posicionada próximo à fonte de calor para manter contato térmico com a fonte de calor, por exemplo, um LED. Conforme a temperatura da fonte de calor aumenta, a energia térmica gerada pela fonte de calor força o líquido dentro do tubo térmico a vaporizar. Como um resultado, o calor proveniente da fonte de calor é absorvido pelo líquido se vaporizando, e por meio disso, removendo calor da fonte de calor. O líquido vaporizado viaja para longe da fonte de calor, através do tubo, para extremidade fria do tubo, tipicamente referida como a extremidade de condensação. Na extremidade de condensação do tubo térmico, o vapor se condensa para sua forma de líquido original e o ciclo de dissipação de calor é completado. Tipicamente, a extremidade de condensação do tubo térmico é termicamente conectada a um dissipador de calor para dissipação de calor melhorada.

Um número de sistemas de gerenciamento térmico de tubo térmico têm sido propostos. A Publicação do Pedido da Patente dos Estados Unidos de N° 2006/0092639 por Livesay et al. descreve uma fonte de luz tendo múltiplos tubos térmicos arranjados para formar uma cavidade de reciclagem de luz. A luz das séries de LEDs montadas nos tubos térmicos, é capturada e refletida da cavidade de reciclagem de luz. Nesta configuração, o calor viaja se afastando da fonte ou perpendicularmente à luz emitida pela fonte, ou na direção oposta àquela da luz emitida pela fonte, onde ambas dessas configurações pode resultar em um arranjo volumoso.

10 A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos de N° 2005/0092469 por Huang explica um tubo térmico em círculo para resfriar um aparelho de iluminação por LED. A extremidade de evaporação do tubo térmico em círculo está em comunicação térmica com os LEDs, e a extremidade de condensação do tubo térmico está associada com uma cobertura do aparelho de iluminação. Um empecilho associado com o tubo térmico em círculo de Huang é que a cobertura se torna volumoso e tem de adotar a forma do tubo térmico em círculo. O uso de tal um tubo térmico em círculo pode requerer um arranjo complicado que pode restringir o projeto do aparelho de iluminação e pode aumentar os custos.

20 A Publicação do Pedido da Patente dos Estados Unidos de 2005/0169006 por Wang et al. descreve uma lâmpada de LED tendo um dissipador de calor com um refletor, um módulo de LED, e de modo geral, um tubo térmico em forma de U termicamente acoplados a uma extremidade ao módulo de LED e ao dissipador de calor na outra extremidade. Nesta lâmpada de LED, o tubo térmico é de modo geral, posicionado oposto ao lado de emissão de luz da fonte de luz, que pode resultar em uma configuração alongada da lâmpada de LED.

A Patente dos Estados Unidos de N° 5.852.339 por Hamilton et al. explica um dissipador de calor para dissipar o calor proveniente do

circuito de operação de uma montagem de bulbo sem eletrodos. O dissipador de calor de Hamilton et al. inclui um número de tubos térmicos arranjados longitudinalmente ao longo do comprimento do dissipador de calor. O dissipador de calor divulgado por Hamilton et al. é projetado para direcionar para longe proveniente do circuito de operação mais propriamente do que o bulbo sem eletrodo.

A Publicação do Pedido da Patente dos Estados Unidos de. 2005/0258438 to Arik et al. divulga um aparelho de iluminação tendo chips de LED chips montados em uma parede de suporte de chip que é acoplado a um volume selado côncavo. Este volume selado inclui um fluido de transferência de calor e define um tubo térmico passivo para resfriar os chips do LED. Para operar eficazmente, o volume selado é configurado tal que ele tem um certo tamanho mínimo. Como um resultado, este arranjo para um aparelho de iluminação pode não ser prático devido ao requisito de um maior volume conforme mais chips de LED está sendo usado, o que pode resultar em um aparelho de iluminação volumoso.

A Publicação do Pedido da Patente dos Estados Unidos de. 2006/0196651 por Board et al. divulga um dispositivo óptico eletrônico que inclui um dispositivo de semicondutor de emissão de luz acoplado a um tubo térmico transparente ou translúcido. A luz emitida pelo dispositivo de semicondutor de emissão de luz é transmitida através de e ao longo do comprimento do tubo térmico. Para esta configuração de um dispositivo óptico eletrônico, como o tubo térmico é também usado para transmissão de luz, a eficiência óptica deste dispositivo será tolhida das mudanças de fase do fluido de trabalho em adição às múltiplas interfaces através das quais a luz precisa passar e assim sendo o tubo térmico fornece ambos transferência de calor e transmissão de luz. Esta configuração de um dispositivo óptico eletrônico por conseguinte resultaria em um fluxo luminoso diminuído saído dele. Em adição a versatilidade do projeto de um dispositivo óptico eletrônico

desta configuração é limitada pela configuração requerida do tubo térmico.

A Patente dos Estados Unidos de N° 7.011.431 por Ono et al. fornece um aparelho de iluminação tendo uma unidade de emissão de luz e uma unidade de dissipação de calor melhorada, através da qual o calor é transferido da unidade de emissão de luz para a unidade de dissipação de calor melhorada usando um tubo térmico. Conseqüentemente, o tubo térmico como divulgado por Ono et al. serve somente como um tubo de condução para transferência de energia térmica, e a unidade de dissipação de calor melhorada é ainda requerida para dissipar calor do aparelho de iluminação. Em adição, o aparelho de iluminação como proposto por Ono et al. pode ser complexo e pode incluir uma pluralidade de partes mecânicas, que pode de novo conduzir a um aparelho de iluminação volumoso.

A Patente dos Estados Unidos de N° 7.048.412 por Martin et al. explica um poste de iluminação com um tubo térmico axial acoplado a um tubo térmico lateral para transferir calor para longe das fontes de LED. O poste de iluminação inclui facetas do poste onde as fontes de LED são montadas. Um refletor segmentado é fornecido para guiar luz proveniente das fontes de LED. Um tubo térmico axial acoplado a um tubo térmico lateral é fornecido para transferir calor para dissipação. O poste de iluminação como definida por Martin et al. é configurado tal que luz e calor viajam em direções opostas e por meio disso, resultando em um uso ineficiente do espaço.

Por conseguinte há uma necessidade para um novo módulo de iluminação que pode fornecer gerenciamento térmico adequado de fontes de luz e extração de luz das fontes de luz, enquanto possibilitando a redução no tamanho total do módulo de iluminação.

Esta informação de segundo plano é fornecida para revelar informação creditada pelo requerente para ser de possível relevância para a presente invenção. Nenhuma admissão é necessariamente pretendida, nem deve ser interpretada, que qualquer da precedente informação constitui a

técnica anterior contra a presente invenção.

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um objeto da presente invenção é fornecer um módulo de iluminação com direções de propagação de calor e luz similares. De acordo com um aspecto da presente invenção, é fornecido um módulo de iluminação compreendendo: um ou mais séries de um ou mais elementos de emissão de luz para gerar luz; um ou mais elementos de extração de calor em comunicação térmica com um ou mais séries, o um ou mais elementos de extração de calor mencionados transferindo calor, substancialmente, na primeira direção; e um sistema óptico opticamente acoplado à série, o sistema óptico configurado para direcionar a luz proveniente dos elementos de emissão de luz substancialmente na primeira direção.

### DESCRIÇÃO BREVE DAS FIGURAS

Fig. 1 é uma vista transversal de um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Fig. 2(a) é uma vista transversal de um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Fig. 2(b) é uma vista transversal de um módulo de iluminação similar àquele da Fig. 2(a) de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Fig. 3 (a) é uma vista transversal de um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Fig. 3(b) é uma vista transversal de um módulo de iluminação similar àquele da Fig. 3(a) de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Fig. 4 é uma vista transversal de um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Fig. 5 é uma vista transversal de um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Fig. 6 é uma vista transversal de um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Fig. 7 é uma vista transversal de um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção.

5 Fig. 8 é uma vista transversal de um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Fig. 9 é uma vista transversal de um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção.

10 Fig. 10 é uma vista em perspectiva de um módulo de iluminação compreendendo tubos térmicos que são configurados para adicionalmente atuar como refletores, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Fig. 11 é uma vista transversal da Fig. 10 de acordo com uma modalidade da presente invenção.

15 Fig. 12 é uma vista transversal da Fig. 10, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Fig. 13 é uma vista transversal de um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção.

## DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

### 20 Definições

O termo “elemento de emissão de luz” (LEE) é usado para definir um dispositivo que emite radiação em uma região ou combinação de regiões do espectro eletromagnético, por exemplo, a região visível, região de infravermelho e/ou de ultravioleta, quando ativada aplicando uma diferença  
25 de potencial através dela ou passando uma corrente através dela, por exemplo. Por conseguinte, um elemento de emissão de luz pode ter características de emissão espectral monocromática, quase-monocromáticas, policromáticas ou de banda larga. Exemplos de elementos de emissão de luz incluem diodos de emissão de luz de semicondutor, orgânico, ou de polímero/polímero, os

diodos de emissão de luz revestidos de fósforo bombeado por UV ou azul, diodos de emissão de luz de nano cristal bombeado opticamente ou outros dispositivos similares como seria prontamente entendido por um profissional qualificado na técnica. Ainda mais, o termo elemento de emissão de luz é usado para definir o dispositivo específico que emite a radiação, por exemplo, um cubo de LED, e pode igualmente ser usado para definir uma combinação do dispositivo específico que emite a radiação junto com um compartimento ou pacote dentro do qual o dispositivo ou dispositivos específicos são colocados.

10 O termo “diodo de emissão de luz” (LED) é usado para definir um dispositivo de iluminação tal como um LED de cavidade ressonante (RCLED), LED de super luminescência (SLLED), LED orgânico (OLED), OLED flexível (FOLED), LED de Pastilha flip (FCLED), ou laser de emissão de superfície de cavidade vertical (VCSEL), LED de alta luminosidade ou  
15 outro dispositivo de iluminação como seria prontamente entendido por um profissional qualificado na técnica.

O termo “sensor óptico” é usado para definir um dispositivo óptico tendo um parâmetro de sensor mensurável em resposta a uma característica de luz incidente, tal como fluxo luminoso ou radiante de saída.

20 O termo “elemento óptico” é usado para definir um dispositivo óptico configurado para manipular as características de radiação eletromagnética, por exemplo, luz. Exemplos de um elemento óptico incluem mas não são limitados a uma lente óptica, refletor, elemento refrativo, elemento de difração, elemento de difusão, elemento holográfico ou outro  
25 componente ativo opticamente como seria prontamente entendido por um profissional qualificado na técnica.

O termo “luz emitida” é usado para definir radiação eletromagnética de uma particular frequência ou intervalo de frequências em uma região do espectro eletromagnético, por exemplo, as regiões

infravermelha e ultravioleta, visíveis ou uma combinação de regiões do espectro eletromagnético, onde a luz emitida é gerada por um ou mais elementos de emissão de luz.

5 Conforme usado aqui, o termo “cerca” se refere a uma variação de +/-10% do valor nominal. É para ser entendido que tal uma variação é sempre incluída em qualquer dado valor fornecido aqui, se é ou não especificamente referido.

10 Ao menos que definido ao contrário, todos os termos técnicos e científicos usados aqui têm o mesmo significado que comumente entendido por alguém de qualificação simples na técnica a qual esta invenção pertence.

15 A presente invenção surge do entendimento que a luz proveniente de módulos de iluminação convencionais tendo tubos térmicos sai do módulo de iluminação em uma direção diferente da direção através da qual um tubo térmico transfere calor das fontes de luz do módulo de iluminação. Já que o tubo térmico precisa estar além de um comprimento  
20 mínimo para fornecer extração de calor suficiente das fontes de luz, os módulos de iluminação convencionais precisam, por conseguinte, se ajustarem às limitações de projeto do tubo térmico. Em adição, já que o recurso óptico precisa estar além de um comprimento mínimo para fornecer  
25 mistura de luz suficiente e colimação de feixe das fontes de luz, métodos de iluminação convencionais, por conseguinte se ajustam às limitações de projeto dos recursos ópticos. Um resultado, módulos de iluminação convencionais não podem ser fabricados tão compactos quanto possíveis devido as restrições de projeto impostas através do comprimento mínimo do tubo térmico, enquanto fornecendo um nível desejado de mistura e colimação de luz e extração de calor. A presente invenção procura aliviar esses inconvenientes fornecendo um módulo de iluminação tendo uma pluralidade de elementos de emissão de luz em comunicação térmica com o elemento de extração de calor, onde o módulo de iluminação é configurado tal que a

direção de luz emitida e a direção de transferência térmica, que são fornecidas pelo módulo de iluminação, são substancialmente na mesma direção.

O módulo de iluminação de acordo com a presente invenção compreende um ou mais elementos de emissão de luz que são termicamente acoplados a um ou mais elementos de extração de calor. O um ou mais elementos de extração de calor sendo configurados para transferir calor, substancialmente, na primeira direção. Um sistema óptico é ainda integrado no módulo de iluminação, onde o sistema óptico é opticamente acoplado a um ou mais elementos de emissão de luz e configurado para direcionar a luz emitida através do um ou mais elementos de emissão de luz, substancialmente, na primeira direção. Onde o um ou mais elementos de extração de calor e o sistema óptico são configurados de modo que o módulo de iluminação pode operar dentro de parâmetros operacionais desejados.

Fig. 1 ilustra um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção. O módulo de iluminação 100 compreende um ou mais tubos térmicos 112, com um ou mais elementos de emissão de luz 120 termicamente acoplados à extremidade de evaporação 118 do tubo térmico 112. Durante operação, o um ou mais elementos de emissão de luz 120 produz calor que é transferido através do tubo térmico 112 da extremidade de evaporação 118 para o condensador, o condensador compreendendo o restante do tubo térmico e a extremidade oposta 116, dele. Termicamente conectado ao tubo térmico 112 está um dissipador de calor 115, que pode prover a transferência de calor do tubo térmico 112 para o ambiente possibilitando a dissipação de calor melhorada, onde a transferência de calor através do tubo térmico 112 é fornecida substancialmente em uma primeira direção. A iluminação ainda compreende um sistema óptico configurado para manipular a luz emitida através de um ou mais elementos de emissão de luz e direcionar essa luz, substancialmente, na primeira direção, e por meio disso, resultando na transferência de calor e propagação de luz,

substancialmente, na mesma direção. Conforme ilustrado na Fig. 1, o sistema óptico compreende refletores ópticos 124 posicionados tal que a luz emitida proveniente dos elementos de emissão de luz 120 é refletida contra as paredes internas dos refletores ópticos 124 e direcionada fora da cavidade óptica do módulo de iluminação 100. Os refletores ópticos 124 podem ser ociosos como ilustrados, ou podem ser um guia de luz transparente sólido, onde a reflexão ocorre devido à reflexão interna total. Em adição, quando os refletores ópticos são ociosos, eles podem ser, de forma parcial, ou totalmente preenchidos com material de encapsular, e pode opcionalmente compreender um ou mais recessos para a acomodação de um ou mais elementos de emissão de luz.

Ainda, conforme ilustrado na Fig. 1, o sistema óptico pode também incluir um elemento óptico 128 tendo uma abertura de saída de luz na porção de topo do módulo de iluminação, onde o elemento óptico pode fornecer mistura e colimação de luz, se requeridas. O módulo de iluminação por meio disso, possibilita a transferência de calor e a propagação de luz, substancialmente, na mesma direção, sobre uma maioria do comprimento da luminária, enquanto sendo capaz de atingir parâmetros operacionais desejados, por exemplo, atingindo um fluxo emitido luminoso desejado e de gerar luz tendo uma característica de cromo desejada.

#### 20 Elemento de extração de calor

O módulo de iluminação compreende um ou mais elementos de extração de calor que estão em comunicação térmica com o um ou mais elementos de emissão de luz e configurado para transferir calor para longe do um ou mais elementos de emissão de luz. Os elementos de extração de calor podem ser um tubo térmico, termossifão, ou outro elemento de extração de calor ativo ou passivo que pode transferir calor de uma localização para uma outra.

Por exemplo, um tubo térmico é um dispositivo que pode rapidamente transferir calor de um ponto para um outro. Um típico tubo

térmico é formado de um tubo oco selado, que é tipicamente fabricado de um material condutivo termicamente, por exemplo, alumínio ou cobre. Um tubo térmico contém um fluido de trabalho onde em uma estrutura de junco interna que fornece um meio para o fluido de trabalho e fase líquida retornar à extremidade de evaporação do tubo térmico. Em particular, o junco permite à força de orientação capilarmente retornar o condensado formado na extremidade de condensação do tubo térmico para a extremidade de evaporação dele. A qualidade e tipo de junco usualmente determina o desempenho do tubo térmico dependente da orientação. Diferentes tipos de juncos são usados dependendo da aplicação para a qual o tubo térmico está sendo usado incluindo estruturas do tipo sinterizadas, de ranhura, de malha ou o similar. Fluidos de trabalho podem variar de hélio líquido para extremamente aplicações em temperatura baixa, para mercúrio para aplicações em temperatura alta. O fluido de trabalho pode também ser, por exemplo, água ou amônia ou outro formato de fluido de trabalho como seria prontamente entendido por um profissional qualificado na técnica.

Fig. 1 ilustra um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção. O módulo de iluminação 100 tem uma pluralidade de tubos térmicos 112, cada um tendo um condensador compreendendo a maioria da porção do volume intermediário 114 adjacente a uma extremidade de condensação 116, cada um tendo uma extremidade de evaporação 118 em uma extremidade oposta do tubo térmico. A porção do volume 114 de cada tubo térmico é substancialmente um corpo oco tubular que compreende uma quantidade de fluido de trabalho ou meio de mudança de fase, tal como amônia ou água. Conforme o calor na região da extremidade de evaporação 118 se intensifica, o meio de mudança de fase próximo à extremidade de evaporação 118 vaporiza e migra em direção à extremidade de condensação 116. Os vapores são condensados ao longo da porção de volume intermediário 114 e/ou na extremidade de condensação 116. Excesso

de calor da extremidade de condensação 116 é dissipado da extremidade de condensação 116, por exemplo, diretamente nas vizinhanças do ambiente através de convecção, condução e radiação térmica.

5 Em uma modalidade da presente invenção o um ou mais elementos de extração de calor são termicamente acoplados a um dissipador de calor ou outro mecanismo de dissipação de calor melhorado, tal como um dispositivo de ar forçado. O dissipador de calor pode ser configurado como um componente separado e de forma subsequente termicamente acoplado a um elemento de extração de calor ou o dissipador de calor pode ser  
10 integralmente formado com o elemento de extração de calor.

Por exemplo, como ilustrado na Fig. 1, a porção do volume 114 de cada tubo térmico 112 é acoplado a um dissipador de calor 115 para dissipar calor proveniente do tubo térmico e ainda melhorar a condensação do meio de mudança de fase vaporizado. O dissipador de calor 115 pode ser uma  
15 estrutura moldada com buracos nos quais os tubos térmicos 112 são inseridos. Embora os dissipadores de calor 115 da presente invenção são moldados com barbatanas, pode ser apreciado por aqueles qualificados na técnica que outras formas ou configurações de dissipadores de calor também podem ser, em seu lugar ou empregadas para acelerar a condensação do líquido vaporizado  
20 contido na porção do volume 114, e por meio disso, possibilitar a dissipação de calor do módulo de iluminação.

Em uma modalidade da presente invenção, o um ou mais elementos de extração de calor são termicamente conectado a um dispositivo de resfriamento ativo, que pode fornece remoção de calor do módulo de  
25 iluminação. Os dispositivos de resfriamento ativo podem ser configurados como trocadores de calor, refrigeradores, ventiladores ou outros dispositivos de resfriamento ativos como seria prontamente entendido por um profissional qualificado na técnica.

Em uma modalidade da presente invenção o elemento de

extração de calor compreende trilhas ou circuito elétricos para fornecer caminhos para fornecer potência elétrica ou sinais de controle para o um ou mais elementos de emissão de luz. Por exemplo, o elemento de extração de calor pode ser superfície padronizada com trilhas eletricamente condutivas. O elemento de extração de calor pode ter camadas de material dielétrico preso a ele que pode ser usado para isolar trilhas elétricas, por exemplo,

Em uma modalidade da presente invenção, o elemento de extração de calor é usado como em elemento passivo eletricamente e condutivo termicamente.

Em uma modalidade, o elemento de extração de calor é feito de um material condutivo eletricamente e termicamente, tal como alumínio, prata, cobre ou o similar. O elemento de extração de calor pode ser usado para fornecer eletricidade ou atuar como um contato elétrico para anodos ou catodos do um ou mais elementos de emissão de luz. Conseqüentemente, um elemento de extração de calor eletricamente ativo pode fornecer um caminho condutivo eletricamente para fornecimento de potência elétrica ou sinais de controle para o um ou mais elementos de emissão de luz.

#### Elementos de emissão de luz

O módulo de iluminação inclui um ou mais elementos de emissão de luz que são termicamente acoplados ao um ou mais elementos de extração de calor. O um ou mais elementos de emissão de luz pode emitir radiação eletromagnética que tem características de emissão espectral monocromática, quase monocromática, policromática ou de banda larga. Em uma modalidade da presente invenção, uma pluralidade de elementos de emissão de luz pode ser configurados em séries através das quais uma série emite luz de substancialmente uma única cor ou substancialmente uma mistura de cores.

Em uma modalidade, os elementos de emissão de luz são selecionados tal que luz branca pode ser gerada. Por exemplo, o módulo de

iluminação pode compreender um ou mais elementos de emissão de luz branca ou pode compreender uma pluralidade de elementos de emissão de luz que emitem luz nos intervalos de comprimento de onda vermelho, verde e azul, onde a mistura deles pode produzir luz branca. Em uma modalidade, 5 ainda cores de elementos de emissão de luz podem ser integradas no módulo de iluminação, por exemplo, âmbar, ciano ou o similar, onde a seleção do formato de um elemento de emissão de luz pode ser determinada com base na característica de cromo desejada da luz produzida.

Em uma modalidade da presente invenção, os elementos de 10 emissão de luz ou séries deles podem ser removíveis e substituíveis. Os elementos de emissão de luz podem ser um cubo monolítico com uma série de LEDs, ou uma pluralidade de LEDs individuais. Em uma modalidade da presente invenção, os elementos de emissão de luz podem ser configurados como um pacote quádruplo de chips de LED chips em um pacote que ainda 15 compreende uma recurso óptico primário.

Em uma modalidade da presente invenção, o um ou mais elementos de emissão de luz são montados em um substrato, que é termicamente condutivo, que é termicamente acoplado a um ou mais elementos de extração de calor. Por exemplo, como ilustrado na Fig.1, o 20 substrato 122 está em contato térmico com a extremidade de evaporação 118 do tubo térmico 112 a fim de transferir excessos de calor dos elementos de emissão de luz 120 exotérmica para o tubo térmico 112 para dissipação. A porção do volume intermediário 114, a extremidade de condensação 116 e a extremidade de evaporação 118 juntos formam um caminho termicamente 25 condutivo para transportar o calor para longe dos elementos de emissão de luz 120 em comunicação térmica com a extremidade de evaporação 118.

Em uma modalidade da presente invenção, de modo a melhorar a transferência de calor dos elementos de emissão de luz para o elemento de extração de calor, o substrato é escolhido a partir de um material

com altas propriedades de condutividade de calor, tal como, por exemplo, cerâmica, AlN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BeO, placa de circuito impresso de núcleo de metal (MCPCB), cobre vinculado direto (DBC), diamante de CVD ou outro adequado material condutivo termicamente como seria conhecido para um profissional qualificado na técnica. Em uma modalidade o substrato pode ser fabricado de um metal, por exemplo, Olin 194, Cu, CuW ou outro metal ou liga termicamente condutivo. Em uma modalidade, o substrato pode ser revestido com um material dielétrico para isolamento elétrica de um ou mais elementos de emissão de luz, e/ou contatos elétricos. Em uma modalidade, trilhas elétricas podem ser depositadas no substrato revestido de dielétrico para permitir conectividade elétrica.

Em uma modalidade da presente invenção, o substrato inclui um número de formações de soquete onde cada formação de soquete é adaptada para receber um elemento de emissão de luz nele. As formações de soquete podem ter o formato a fim de corresponder aos contornos geométricos do um ou mais elementos de emissão de luz. Tais formações de soquete podem envolver os elementos de emissão de luz, por meio disso, substancialmente maximizando a superfície de contato entre o um ou mais elementos de emissão de luz e o substrato. Onde LEDs são usados como os elementos de emissão de luz, os LEDs pode ser colados através de solda, adesivo, epóxi térmico tal como índio ou estanho, chumbo/estanho, ouro/estanho ou o similar às correspondentes formações de soquete, ou depositados de modo eletrolítico nas formações de soquete, onde o material de colagem pode ser selecionado para fornecer um nível desejado de condutividade térmica.

Em uma modalidade da presente invenção, de modo a ainda aprimorar a transferência de calor do um ou mais elementos de emissão de luz para a extremidade de evaporação de um tubo térmico, os elementos de emissão de luz podem ser posicionados tão perto quanto possível da

extremidade de evaporação para, substancialmente maximizar a transferência de calor para o tubo térmico.

5 Em uma modalidade da presente invenção, o um ou mais elementos de emissão de luz são colados diretamente ao elemento de extração de calor, sem um substrato intermediário, onde o elemento de extração de calor pode fornecer conectividade elétrica ao um ou mais elementos de emissão de luz.

10 Em uma modalidade da presente invenção, uma pluralidade de poços tipo degrau são formados sobre o substrato entre o um ou mais elementos de emissão de luz, de forma operativa, acoplados a ele. Os poços similares a passos podem ser configurados para refletir a luz emitida a partir das paredes laterais de um elemento de emissão de luz afastada de um elemento de emissão de luz adjacente. Nesta maneira, mais da luz emitida através dos elementos de emissão de luz pode ser direcionada fora do módulo de iluminação.

15 Em uma modalidade da presente invenção, um revestimento de anti-reflexão pode ser depositado na superfície de emissão do um ou mais elementos de emissão de luz através de pulverização catódica de feixe de íon ou outras técnicas como seria conhecida para um profissional qualificado na técnica. Em uma modalidade um padrão de superfície pode ser aplicado a um ou mais das superfícies de emissão de luz dos elementos de emissão de luz.

### Sistema óptico

25 O módulo de iluminação ainda compreende um sistema óptico que é configurado para direcionar a luz emitida através do um ou mais elementos de emissão de luz, em uma direção que é substancialmente a mesma que a direção de transferência de calor pelo um ou

mais elementos de extração de calor. Por exemplo, dentro do envelope definido pelo módulo de iluminação, e para a maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz ambos viajam,

substancialmente na mesma direção. A luz emitida dos elementos de emissão de luz é direcionada fora do módulo de iluminação por meio do sistema óptico que pode incluir um ou mais elementos ópticos, que são configurados para fornecer um ou mais de extração, coleção, mistura e direção da luz emitida.

O sistema óptico pode ser designado para minimizar o número de vezes que a luz é refletida quando transmitida através deste sistema óptico e ainda fornece mistura ou aleatoriedade da luz para fornecer característica de cromo e luminosidade homogênea.

Em uma modalidade da presente invenção, o sistema óptico compreende um ou mais dos seguintes componentes ópticos. Um primeiro componente óptico é um elemento óptico para direcionar e misturar a luz emitida dos elementos de emissão de luz, um segundo componente óptico é um elemento óptico para dar forma e misturar a luz e um terceiro componente óptico é um elemento de emissão óptico para dar forma e misturar a luz.

Em modalidades da presente invenção, o sistema óptico compreende um ou mais elementos ópticos reflexivos ou de refrativos, por exemplo, tubos de luz ocos ou sólidos ou guias de luz para a transmissão de luz. Os elementos ópticos podem ter pré-determinadas seções transversais axiais ou perpendiculares.

Em modalidades da presente invenção, o sistema óptico compreende um ou mais elementos refrativos, por exemplo, uma ou mais lentes, lentes de Fresnel, séries de lente, séries de lente padrão, elementos de difração holográficos .

Em modalidade da presente invenção, o sistema óptico compreende elementos difusores ou lentes de fluido com comprimentos focais variáveis para controlar a distribuição e colimação de feixe.

Em uma modalidade o sistema óptico compreende um tubo de luz oco ou sólido. É entendido, que a forma da seção transversal de, por

exemplo, um tubo de luz simétrico de forma axial, pode determinar as propriedades de colimação de um feixe, por exemplo, o comprimento e ângulo de cintilação de um tubo de luz podem otimizar a eficiência da luminária. De modo geral, a forma da parede reflexiva, por exemplo, seu perfil axial para uma parede reflexiva simétrica axial, pode determinar a eficácia do sistema óptico. Por exemplo, o perfil pode ser caracterizado pelo seu tamanho da abertura de entrada, tamanho da abertura de saída, comprimento, e curvatura. Em modalidades da presente invenção, a curvatura do perfil pode ser parabólica, elíptica, ou hiperbólica. Alternativamente, o perfil ou a superfície opticamente ativa pode compreender segmentos cônicos contínuos curvos ou retos individuais.

Várias formas de seção transversais de sistemas ópticos de acordo com modalidades da presente invenção são possíveis, incluindo seção transversal em forma circular, triangular, quadrada, hexagonal, e de outro polígono, perpendicular à propagação de luz total de um sistema óptico, por exemplo, a tubo de luz ou um guia de luz.

Em modalidades da presente invenção, o sistema óptico compreende uma superfície de parede reflexiva de pré-determinado perfil de seção transversal axial e perpendicular que se estende entre uma abertura de entrada e uma abertura de saída. A superfície da parede pode auxiliar com a forma do feixe e mistura de cor. É entendido, que a seção transversal da superfície pode ter uma forma simétrica axial ou pode ter qualquer outra forma desejada. A superfície pode variar ou diminuir em direção a abertura de saída. Por exemplo, sistemas simétricos de modo axial com seções transversais perpendiculares quadradas, hexagonais ou octogonais podem mais efetivamente misturar e dar aleatoriedade a luz, do que as estruturas de paredes circulares e triangulares. Conseqüentemente, esta forma de sistema óptico secundário pode fornecer melhor aleatoriedade e pode ter dimensões mais compactas.

Em uma modalidade, o sistema óptico pode compreender um elemento refrativo, por exemplo, uma lente de cúpula, uma lente de Fresnel, ou uma série de micro lentes próxima à abertura de saída. Este elemento pode ser uma parte integral de um do tubo de luz ou guias de luz mencionados anteriormente, por exemplo. É entendido, que o sistema óptico pode também compreender um elemento de difração, holográfico, reflexivo ou difuso próximo à abertura de saída. Ainda mais, qualquer elemento refrativo também pode ser uma lente de fluido de comprimento focal variável controlável.

Por exemplo, como ilustrado na Fig. 1, o sistema óptico compreende um ou mais elementos ópticos configurados como refletores ópticos 124 posicionados tais que a luz emitida dos elementos de emissão de luz 120 é refletida contra as paredes internas dos refletores ópticos 124 e direcionada para fora da cavidade óptica do módulo de iluminação 100. Os refletores ópticos 124 podem ser espelhos relativamente posicionados para direcionar a luz emitida proveniente dos elementos de emissão de luz 120 na direção desejada. Os refletores ópticos podem ter superfícies planas, curvas, facetadas ou uma combinação delas. Os refletores ópticos 124 podem ser ocos ou sólidos. Por exemplo, quando os refletores ópticos são configurados para serem sólidos, a reflexão interna total tipicamente ocorre.

Em uma modalidade da presente invenção, e como ilustrado na Fig. 1, o sistema óptico compreende um difusor óptico 126 fornecido ao longo do caminho da luz emitida, onde este difusor óptico pode ser posicionado em qualquer posição ao longo do caminho óptico da luz emitida dentro da luminária. O difusor óptico 126 pode servir para ainda misturar a luz proveniente dos elementos de emissão de luz e pode ser fabricado de vidro moído, plástico translúcido, um difusor holográfico ou outro tipo de difusor como seria conhecido para um profissional qualificado na técnica.

Em uma modalidade da presente invenção, o sistema óptico pode compreender um ou mais elementos ópticos configurado para colimar

e/ou misturar a luz emitida através do um ou mais elementos de emissão de luz. Por exemplo, como ilustrado na Fig. 1, o sistema óptico inclui um elemento óptico 128 na forma de um tubo de luz cônico, tendo a abertura de saída de luz na porção do topo, e a menor, abertura de entrada de luz na porção do baixo. O elemento óptico 128 ainda inclui uma porção de parede lateral reflexão interna. Em uma modalidade, o elemento óptico pode ser um polímero e revestido de modo reflexivo, ou fabricado a partir de um material condutivo termicamente tal como polímero termo-plástico, alumínio, alumínio moldado, cobre, prata, magnésio, ou uma combinação deles, que é revestido de modo reflexivo, onde este formato de elemento óptico pode aprimorar a transferência de calor para o um ou mais elementos de extração de calor.

Em uma modalidade da presente invenção, um elemento óptico do sistema óptico do módulo de iluminação pode ser um Concentrador de Reflexão Interna Total (TIRC) ou um Concentrador de Reflexão Interna Total de Dielétrico troncônico (DTIRC). Em uma modalidade da presente invenção, o elemento óptico pode ser um refletor tal como um Concentrador Parabólico Composto (CPC), um Concentrador Elíptico (EC), um Concentrador Elíptico Composto (CEC), um Refletor de Reflexão Interna Total, Refletor de Reflexão Interna Total de Mistura de Cor, um Concentrador Hiperbólico Composto (CHQ) ou outro elemento óptico como seria prontamente entendido por um profissional qualificado na técnica. Ainda mais, um elemento óptico pode ser um elemento de forma sólida ou oca. Independente do elemento óptico empregado, o elemento óptico pode incluir abertura de saídas planas ou curvas.

Em uma modalidade, as superfícies internas da porção das paredes laterais de um de um elemento óptico podem ser revestidas com um revestimento reflexivo altamente metalizado tal como prata, prata protegida, alumínio, alumínio aprimorado, dielétrico ou Zeonex E48R fabricado pela

Zeon Chemicals, USA a fim de refletira a luz emitida que é direcionada na porção da parede lateral em direção à abertura de saída. Este tipo de elemento óptico pode ser fabricado com vidro de baixa fusão ou plástico, usando técnicas de moldagem por injeção, ou outros métodos similares conhecidos por aqueles qualificados na técnica.

Em uma modalidade, um elemento óptico parecido com aquele definido como elemento óptico 128 na Fig. 1, pode ser fabricado como um refletor de superfície de duas peças usando um polímero moldado por injeção que é de forma subsequente revestido com um metal reflexivo ou um pilha de revestimento dielétrico ou uma combinação deles.

Em uma modalidade da presente invenção, e ainda com referência à Fig. 1, para o elemento óptico 128 do sistema óptico usado no módulo de iluminação, a porção da parede lateral da superfície interna dele e a superfície da porção central, por exemplo, como identificada como 124, quando os elementos são ocos, são caracterizados tendo uma superfície lisa que é substancialmente livre de descontinuidades, fossas, pontos entalhados, ou outros defeitos de superfície. Conseqüentemente, a superfície pode ser revestida com um revestimento reflexivo metalizado, que pode fornecer capacidade de reflexão aprimorada do elemento óptico e da porção t. Quando os elementos 124 e 128 são sólidos, reflexa ocorre através de reflexão interna total e o revestimento, tipicamente não é necessário.

Em uma modalidade, as superfícies reflexivas internas dos elementos 124, a seção representada como um V invertido, pode ser de forma parcial, transmissiva de modo a permitir alguma da luz emitida proveniente dos elementos de emissão de luz vazar através de um sensor óptico 141. O sensor óptico pode fornecer informação de realimentação relacionando a característica de cromo ou fluxo luminoso emitido para um sistema de controle. Por exemplo, o sensor, ou sensores, pode ser um foto-sensor, fotodiodo ou outro sensor opticamente sensitivo como seria conhecido por um

profissional qualificado na técnica.

Em uma modalidade, por exemplo, como ilustrado na Fig. 1, o sistema óptico ainda compreende uma lente óptica 130 posicionada próximo à abertura de saída do elemento óptico 128. A lente óptica 130 ainda pode  
5 fornecer formação de feixe da luz emitida proveniente dos elementos de emissão de luz 120. Em uma modalidade da presente invenção, o sistema óptico ainda compreende um difusor.

Em uma modalidade da presente invenção, o sistema óptico compreende componentes que incluem conversores de comprimento de onda,  
10 por exemplo, fósforos ou outros componentes como seria conhecido por um profissional qualificado na técnica. Dependendo da configuração desses conversores de comprimento de onda, eles podem revestir uma superfície de um elemento óptico, ou impregnados dentro do elemento óptico ou ambos.

O módulo de iluminação é acoplado a um sistema de gerenciamento de energia eletrônico para controlar a operação do um ou mais  
15 elementos de emissão de luz e pode opcionalmente ser removível e substituível localizado abaixo dos refletores ópticos. O sistema de gerenciamento de energia eletrônico pode opcionalmente incluir um ou mais sensores pra monitorar características opcionais do módulo de iluminação.  
20 Por exemplo, o módulo de iluminação pode compreender um ou mais sensores ópticos configurado para coletar informação indicativa das características da luz emitida, por exemplo, o fluxo luminoso emitido e/ou a característica de cromo da luz emitida. O módulo de iluminação pode compreender um ou mais sensores de temperatura configurados para coletar informação indicativa  
25 da temperatura operacional do um ou mais elementos de emissão de luz. O módulo de iluminação pode compreender um ou mais sensores de voltagem, sensor de corrente ou outro sensor configurado para coletar outra informação indicativa das características operacionais do módulo de iluminação, como seria prontamente entendido por um profissional qualificado na técnica. A

informação indicativa das características operacionais do módulo de iluminação que é coletada através do um ou mais sensores pode ser usada para determinar parâmetros de controle para o um ou mais elementos de emissão de luz, de modo que uma operação desejada do módulo de iluminação possa ser obtida, por exemplo, fluxo luminoso emitido e característica de cromo da luz emitida.

Em uma modalidade da presente invenção, o sistema de gerenciamento de energia eletrônico 132 é diretamente acoplado ao módulo de iluminação como ilustrado na Fig. 1. Em uma modalidade é acoplado ao módulo de iluminação, através uma conexão em soquete.

Em uma modalidade da presente invenção, o eletrônico sistema de gerenciamento de energia eletrônico pode ser acoplado ao módulo de iluminação através de um sistema de cabo ou fio.

A invenção será agora descrita com referência a exemplos específicos adicionais. Será entendido que os seguintes exemplos são pretendidos para descrever modalidades da invenção e não são pretendidos para limitar a invenção em qualquer maneira.

## EXEMPLOS

### EXEMPLO 1:

Referindo agora a Fig. 2(a) que ilustra um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção. O módulo de iluminação 202 inclui tubos térmicos 212 para resfriar uma pluralidade de elementos de emissão de luz 220. Cada um dos tubos térmicos 212 inclui uma porção de volume intermediária 214, uma região de condensação em uma extremidade 216 de uma porção do volume 214 incluindo uma porção adjacente dele e uma região de evaporação 218 em uma extremidade oposta da porção de volume 214. As porções de volume 214 dos tubos térmicos 212 têm porções de paredes laterais reflexivas. As porções de paredes laterais reflexivas das porções de volume 214 também têm seções transversais

parabólicas a fim de formar um elemento óptico para formar o feixe da luz emitida proveniente dos elementos de emissão de luz 220. Pode ser apreciado por aqueles qualificados na técnica que a forma das porções das paredes laterais das porções do volume pode ser côncava, elíptica, circular, ou de  
5 outra forma dependendo dos requisitos de formação do feixe do módulo de iluminação 200.

Os tubos térmicos opcionalmente incluem dissipadores de calor ativos ou passivos 215. Os dissipadores de calor 215 podem ser feitos na formato para seguir os contornos das porções das paredes laterais das porções  
10 do volume 214, como ilustrado na Fig. 2(a). Em uma modalidade, o dissipador de calor 215 pode ser a estrutura moldada com vãos nos quais os tubos térmicos 212 são posicionados. Em uma modalidade como mostrado na Fig. 2(b), o módulo de iluminação 204 inclui dissipadores de calor 215 que formam um compartimento envolvendo o módulo de iluminação 204. O  
15 compartimento pode ser hexagonal, octogonal, cônico, parabolóide, facetado, composto ou outras formas consideradas por técnicos qualificados. Conforme mostrado na Fig. 2(b), o sistema de gerenciamento de energia 232 é localizado de modo removível e substituível abaixo do compartimento para facilidade de manutenção ou substituição. Opcionalmente, uma janela 219  
20 pode ser fornecida para proteger os componentes internos do módulo de iluminação 204. Dentro do compartimento definido pelo módulo de iluminação, e para a maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz proveniente dos elementos de emissão de luz ambos viajam, substancialmente, na mesma direção. Ainda mais, os elementos de re-direção  
25 da luz 210 podem ser configurados como elementos ocos ou elementos sólidos.

### EXEMPLO 2:

Fig. 3 (a) ilustra um módulo de iluminação 302 de acordo com uma modalidade da presente invenção. O módulo de iluminação 302 inclui

uma pluralidade de tubos térmicos 312 tendo superfícies de contato 318 em comunicação térmico com correspondentes elementos de emissão de luz 320 montados na lateral. Um possível benefício da montagem lateral dos elementos de emissão de luz é que poucas reflexões são necessárias extração  
5 de luz. Os refletores ópticos 324 ou guias de luz são posicionados ao longo do caminho da luz emitida proveniente dos elementos de emissão de luz 320 a fim de curvar a luz emitida emanando dos elementos de emissão de luz 320 em uma direção ao longo de um eixo longitudinal do módulo de iluminação 302. Dentro do compartimento definido pelo módulo de iluminação, e para a  
10 maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz proveniente dos elementos de emissão de luz ambos viajam, substancialmente, na mesma direção.

Fig. 3(b) ilustra uma modalidade da presente invenção similar àquela ilustrado na Fig. 3(b), onde o módulo de iluminação 304 ainda inclui  
15 uma lente de condensação 319 localizada em uma distância focal do difusor 321. A lente de condensação 319 é localizada na abertura de saída do módulo de iluminação 304 e colima a luz emitida. O difusor 321 pode compreender mais do que um tipo de elemento óptico. Em uma modalidade, um difusor é colocado próximo à superfície reflexiva 324, na superfície 324, na lente 319  
20 ou outra localização ao longo do caminho óptico. Dentro do compartimento definido pelo módulo de iluminação, e para a maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz proveniente dos elementos de emissão de luz ambos viajam, substancialmente, na mesma direção.

### EXEMPLO 3:

25 Uma modalidade da presente invenção é mostrada na Fig. 4. O módulo de iluminação 400 inclui tubos térmicos 412 e uma pluralidade de elementos de emissão de luz 420 agrupados em séries. Cada série de elementos de emissão de luz 420 é presa à extremidade de evaporação de cada tubo térmico 412 e é termicamente conectada ao respectivo tubo térmico 412

para transferência de calor proveniente dos elementos de emissão de luz 420 para os tubos térmicos 412. O módulo de iluminação 400 também inclui uma série de lentes padrão 430 e 431 localizadas nas extremidades de entrada e abertura do módulo de iluminação 400 para manipular as características ópticas da luz emitida.

#### EXEMPLO 4:

Uma modalidade da presente invenção é ilustrada na Fig. 5. É mostrado na Fig. 5 um módulo de iluminação 500 tendo uma pluralidade de elementos de emissão de luz 520 termicamente acoplados às extremidades de evaporação dos tubos térmicos 512 para resfriamento dos elementos de emissão de luz 520 durante a operação. As lentes 527 podem criar imagens superpostas de todos os elementos de emissão de luz n plano do plano do difusor óptico 526. A lente 528 é posicionada no plano de saída do módulo de iluminação em uma distância focal do plano do difusor 526, processando imagem do plano do difusor 526 substancialmente no infinito. Um difusor também pode ser colocado adjacente à lente 528 ou em qualquer outro plano no módulo de iluminação. Dentro do compartimento definido pelo módulo de iluminação, e para a maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz proveniente dos elementos de emissão de luz ambos viajam, substancialmente, na mesma direção.

#### EXEMPLO 5:

De acordo com uma modalidade da presente invenção, e com referência à Fig. 6, o módulo de iluminação 600 compreende um tubo térmico unitário troncônico 612. O módulo de iluminação 600 ainda inclui uma pluralidade de elementos de emissão de luz 620 que estão em comunicação térmica com o tubo térmico 612 para extração e dissipação de calor. Os refletores ópticos ou guias de luz 624 posicionado ao longo do caminho da luz emitida proveniente dos elementos de emissão de luz 620 direcionam a luz emitida ao longo de um caminho que é, de modo geral, paralelo ao um eixo

longitudinal do módulo de iluminação 600 em direção a uma abertura de saída dele. O tubo térmico 612 também inclui uma estrutura de dissipador de calor estrutura 615 que é integrada ao tubo térmico 612 para aprimorar a operação de resfriamento do tubo térmico 612. Dentro do compartimento definido pelo

5 módulo de iluminação, e para a maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz proveniente dos elementos de emissão de luz ambos viajam, substancialmente, na mesma direção. Em uma modalidade da presente invenção, a superfície interna é projetada para alcançar efeitos ópticos tais com colimação e/ou mistura de luz.

10 EXEMPLO 6:

É mostrado na Fig. 7 uma modalidade da presente invenção, onde um módulo de iluminação 700 tem um tubo térmico em forma de U 712 em um compartimento (não ilustrado) e uma pluralidade de elementos de emissão de luz 720 em conexão térmica com uma superfície de contato

15 central 718 do tubo térmico 712. O calor proveniente dos elementos de emissão de luz 720 é absorvido pelo tubo térmico 712 e transferido em direção a duas ou mais extremidades de condensação.

Em uma modalidade, o tubo térmico pode ser revestido com material opticamente reflexivo tal como alumínio, prata ou dielétrico, ou pode

20 ser alinhado com um material refletor 723, por exemplo, película de 3M Vikuity ESR . Dentro do compartimento definido pelo módulo de iluminação, e para a maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz proveniente dos elementos de emissão de luz ambos viajam, substancialmente, na mesma direção.

25 EXEMPLO 7:

Fig. 8 ilustra uma modalidade da presente invenção. Fig. 8 mostra um módulo de iluminação 800 tendo um tubo térmico 812 termicamente acoplado a uma pluralidade de elementos de emissão de luz 820 para resfriamento. A luz emitida através dos elementos de emissão de luz

sofre reflexões repetidas na cavidade inferior 825 do módulo de iluminação, e como um resultado é efetivamente misturada antes de passar através da abertura 826 para a cavidade superior 827 do módulo de iluminação. Em uma modalidade da presente invenção, a abertura 826 pode se estender para cobrir a abertura inteira da área de entrada da cavidade superior 827. Dentro do compartimento definido pelo módulo de iluminação, e para a maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz proveniente dos elementos de emissão de luz ambos viajam, substancialmente, na mesma direção.

EXEMPLO 8:

10                   Referência é agora feita à Fig. 9, que mostra um módulo de iluminação 900 de acordo com uma modalidade da presente invenção. O módulo de iluminação 900 inclui de modo geral, um dissipador de calor 915 em forma de taça tendo uma superfície reflexiva 924. São também fornecidos tubos térmicos 912 cada um tendo uma extremidade de condensação 916 termicamente acoplada ao dissipador de calor 915, assim como uma extremidade de evaporação 918 em comunicação térmica com uma pluralidade de elementos de emissão de luz 920. O calor proveniente dos elementos de emissão de luz 920 é absorvido pelo meio de mudança de fase dentro dos tubos térmicos 912 e transferido para o dissipador de calor 915 para dissipação. Em uma modalidade da presente invenção, Fig. 9 pode representar uma vista transversal de um módulo de iluminação linear, de modo geral, de uma forma em U estendida longitudinalmente. Dentro do compartimento definido pelo módulo de iluminação, e para a maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz proveniente dos elementos de emissão de luz ambos viajam, substancialmente, na mesma direção.

EXEMPLO 9:

Fig. 10 e Fig 11 mostram um módulo de iluminação 1100 compreendendo quatro tubos planares de calor 1120 formando as paredes laterais do módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente

invenção. Fig 11 é uma vista transversal da Fig.10. As superfícies internas 1101 dos tubos térmicos são reflexivos, revestidos ou alinhadas de modo reflexivo com uma película. Elementos de emissão de luz são posicionados nas superfícies reflexivas na extremidade interna inferior do módulo de iluminação. A luz emitida proveniente dos elementos de emissão de luz sofrem reflexão repetida das superfícies internas dos módulos de iluminação antes de sair do módulo de iluminação como luz misturada 1103. O calor proveniente dos elementos de emissão de luz viaja da vizinhança das extremidades de evaporação 1118 dos tubos térmicos 1102, através dos tubos térmicos em direção as extremidades de condensação 1116 dos tubos térmicos localizadas na extremidade de saída do módulo de iluminação. Dentro do compartimento definido pelo módulo de iluminação, e para a maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz proveniente dos elementos de emissão de luz ambos viajam, substancialmente, na mesma direção.

Fig. 12 é um módulo de iluminação 1200 que é similar em muitos aspectos àquele da Fig 11, a principal diferença sendo que os elementos de emissão de luz 1220 são termicamente conectados a uma superfície que é diferente daquela da principal superfície reflexiva interna do módulo de iluminação 1200. Dentro do compartimento definido pelo módulo de iluminação 1200, e para a maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz proveniente dos elementos de emissão de luz 1220 ambos viajam, substancialmente, na mesma direção.

#### EXEMPLO 10:

Fig. 13 ilustra um módulo de iluminação de acordo com uma modalidade da presente invenção. O módulo de iluminação 1300 inclui uma pluralidade de elementos de emissão de luz 1320 termicamente acoplados à extremidade de evaporação 1318 de um ou mais tubos térmicos e em particular a uma primeira porção do tubo térmico porção 1312. O tubo térmico inclui uma segunda porção de tubo térmico 1327 que está em

comunicação térmica com os dissipadores de calor 1315 e a primeira porção do tubo térmico possibilitando a dissipação de calor melhorada dos elementos de emissão de luz 1320. O módulo de iluminação 1300 ainda inclui um compartimento 1325 que pode servir como um dissipador de calor quando termicamente acoplado aos dissipadores de calor 1315 ou à segunda porção do tubo térmico 1327 do tubo térmico. A luz emitida proveniente dos elementos de emissão de luz 1320, que podem ser posicionados no plano focal de um refletor óptico 1324, por exemplo, um refletor parabólico, disposto na parede interna do compartimento 1325, é refletida por meio disso, em direção a abertura de saída do módulo de iluminação 1300 em uma direção que é substancialmente colimada ao longo do eixo longitudinal do módulo de iluminação 1300. O tubo térmico e o compartimento 1325 são construídos tal que a segunda porção do tubo térmico pode ser dividida em vãos em torno da borda do plano de saída do compartimento. Dentro do compartimento definido pelo módulo de iluminação, e para a maioria do comprimento do módulo de iluminação, calor e luz proveniente dos elementos de emissão de luz ambos viajam, substancialmente, na mesma direção.

É entendido que as modalidades precedentes da invenção são exemplos e, podem ser variadas em muitas maneiras. Tais variações presentes ou futuras não são para serem consideradas como fugindo do espírito e escopo da invenção, e todas tais modificações como seria prontamente entendido para alguém qualificado na técnica são pretendidas para serem incluídas dentro do escopo das seguintes reivindicações.

## REIVINDICAÇÕES

1. Módulo de iluminação, caracterizado pelo fato de compreender:

5 a) uma ou mais séries de um ou mais elementos de emissão de luz para gerar luz em uma segunda direção;

b) uma ou mais elementos de extração de calor em comunicação térmica com um ou mais séries, o um ou mais elementos de extração de calor mencionado transferindo calor, substancialmente, na primeira direção, em que a primeira direção é substancialmente diferente da  
10 segunda direção; e

c) um sistema óptico opticamente acoplado à série, o sistema óptico configurado para direcionar a luz proveniente dos elementos de emissão de luz da segunda direção para substancialmente na primeira direção.

2. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema óptico compreende um refletor óptico configurado para refletir a luz para fora de uma cavidade óptica definida pelo  
15 módulo de iluminação.

3. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema óptico compreende um guia de luz configurado para direcionar a luz emitida proveniente da uma ou mais séries.  
20

4. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o sistema óptico compreende um elemento óptico configurado para colimar a luz emitida pelo um ou mais elementos de emissão de luz antes da luz sair do módulo de iluminação.

5. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o elemento óptico é ainda configurado para misturar a luz emitida pelo um ou mais elementos de emissão de luz.  
25

6. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o elemento óptico é selecionado a partir do

grupo compreendendo um concentrador de reflexão interna total, um concentrador parabólico composto, um concentrador elíptico, um concentrador elíptico composto, um refletor de reflexão interna total e um concentrador hiperbólico composto.

5                   7. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um dos um ou mais elementos de extração de calor são ou um tubo térmico ou um termossifão.

10                   8. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de compreender uma pluralidade de elementos de extração de calor cada um tendo uma porção de parede lateral, e que as porções de paredes laterais define o elemento óptico configurado para colimar a luz emitida pelo um ou mais elementos de emissão de luz.

15                   9. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de elementos de extração de calor é configurada com uma forma parabólica.

                    10. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema óptico ainda compreende um difusor óptico.

20                   11. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o um ou mais elementos de extração de calor são termicamente acoplados a um dissipador de calor.

                    12. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o um ou mais elementos de extração de calor são termicamente acoplados a um dispositivo de resfriamento ativo.

25                   13. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o um ou mais elementos de extração de calor compreende trilhas de circuito configurado no mesmo para fornecer conectividade elétrica ao um ou mais elementos de emissão de luz.

                    14. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que o um ou mais elementos de extração de calor são eletricamente passivos.

5 15. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o um ou mais elementos de extração de calor são eletricamente condutivos e configurado para fornecer conectividade elétrica ao um ou mais elementos de emissão de luz.

16. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o um ou mais elementos de emissão de luz são montados diretamente sobre o um ou mais elementos de extração de calor.

10 17. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o um ou mais elementos de emissão de luz são montados sob um substrato termicamente condutivo acoplado ao um ou mais elementos de extração de calor.

15 18. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a luz sai do módulo com uma direção média substancialmente igual à primeira direção.

19. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o dissipador de calor tem uma superfície interna, a superfície interna mencionada configurada para colimar a luz.

20 20. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o dissipador de calor tem uma superfície interna, a superfície interna configurada como uma superfície opticamente reflexiva.

25 21. Módulo de iluminação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema óptico compreende um ou mais elementos ópticos configurados para direcionar e misturar a luz, um ou mais elementos ópticos configurados para formar o feixe e misturar a luz e um ou mais elementos ópticos finais configurados para formar o feixe.

22. Módulo de iluminação, caracterizado pelo fato de que

compreende:

a) uma ou mais séries de um ou mais elementos de emissão de luz para gerar luz;

5 b) um ou mais elementos de extração de calor em comunicação térmica com uma ou mais séries, dito um ou mais elementos de extração de calor transferindo calor substancialmente em uma primeira direção, em que o um ou mais elementos de extração de calor compreende trilhas de circuito configuradas no mesmo para fornecer conectividade elétrica ao um ou mais elementos de emissão de luz; e

10 c) um sistema óptico opticamente acoplado à série, o sistema óptico configurado para direcionar a luz dos elementos de emissão de luz substancialmente na primeira direção.

23. Módulo de iluminação, caracterizado pelo fato de que compreende:

15 a) uma ou mais séries de um ou mais elementos de emissão de luz para gerar luz;

20 b) um ou mais elementos de extração de calor em comunicação térmica com uma ou mais séries, dito um ou mais elementos de extração de calor transferindo calor substancialmente em uma primeira direção, em que o um ou mais elementos de extração de calor são termicamente acoplados a um dissipador de calor tendo uma superfície interna configurada para colimar a luz e/ou configurada como uma superfície opticamente reflexiva; e

25 c) um sistema óptico opticamente acoplado à série, o sistema óptico configurado para direcionar a luz dos elementos de emissão de luz substancialmente na primeira direção.

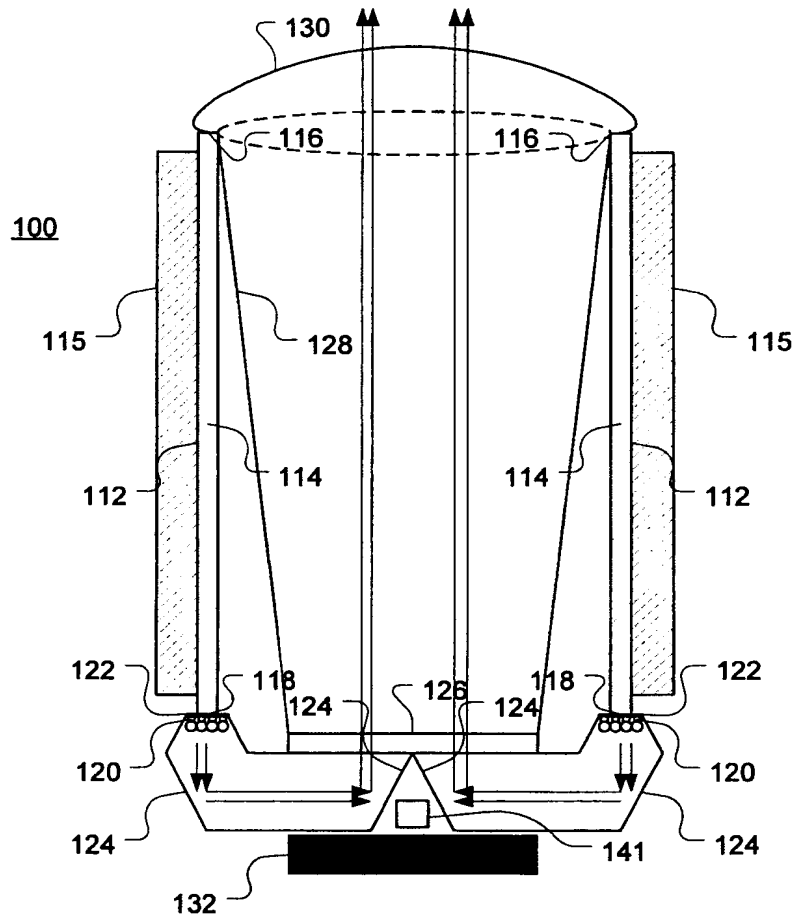


Fig. 1

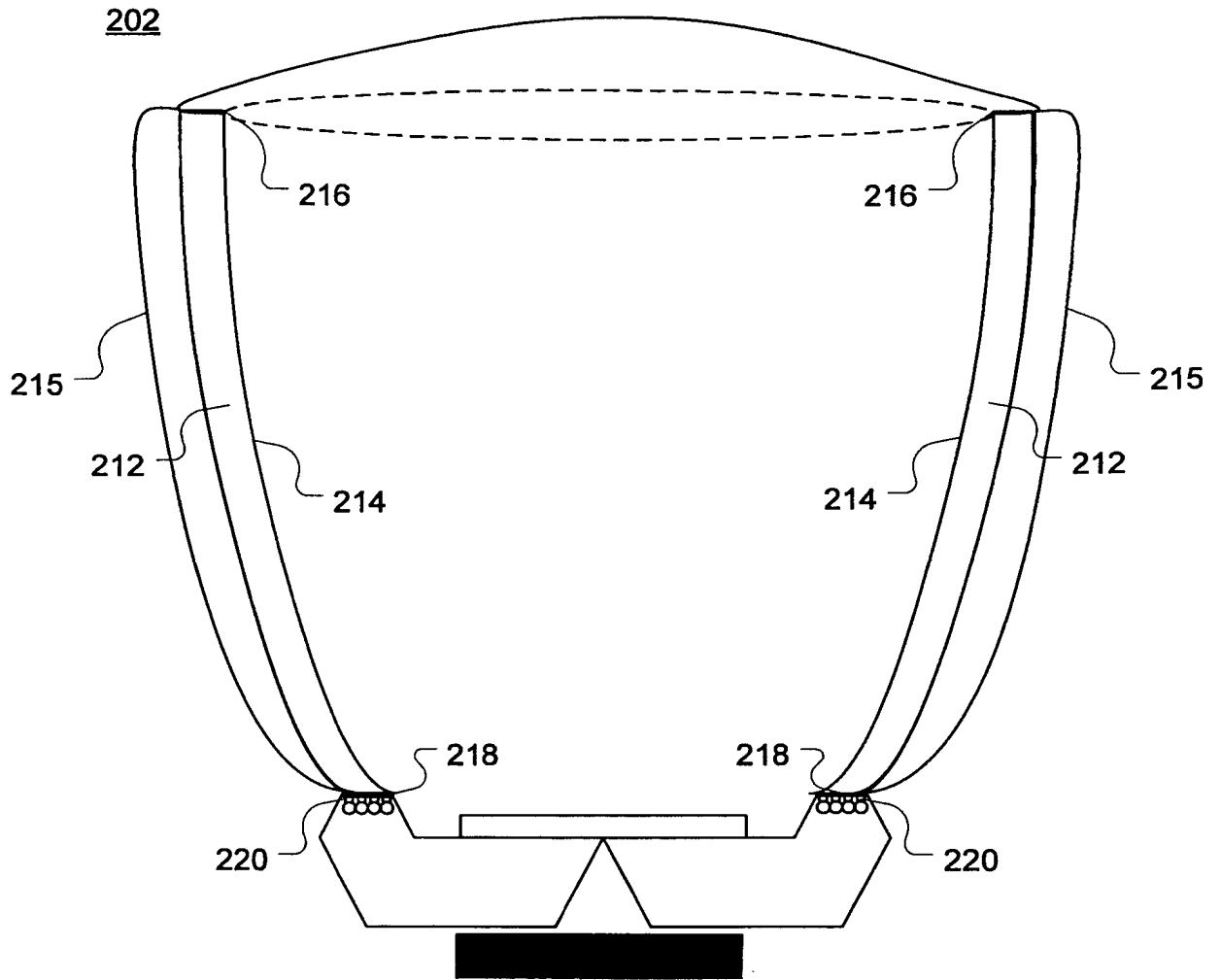


Fig. 2(a)

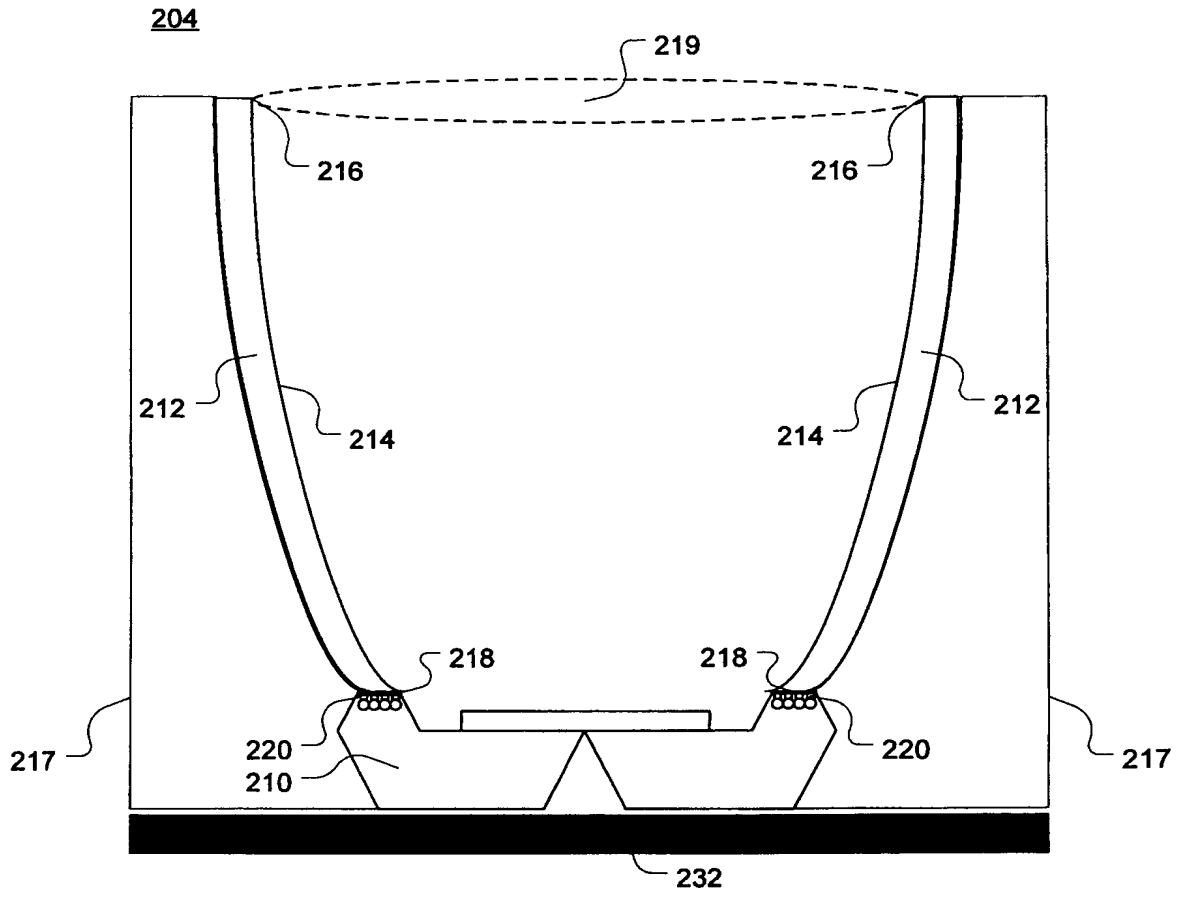


Fig. 2(b)

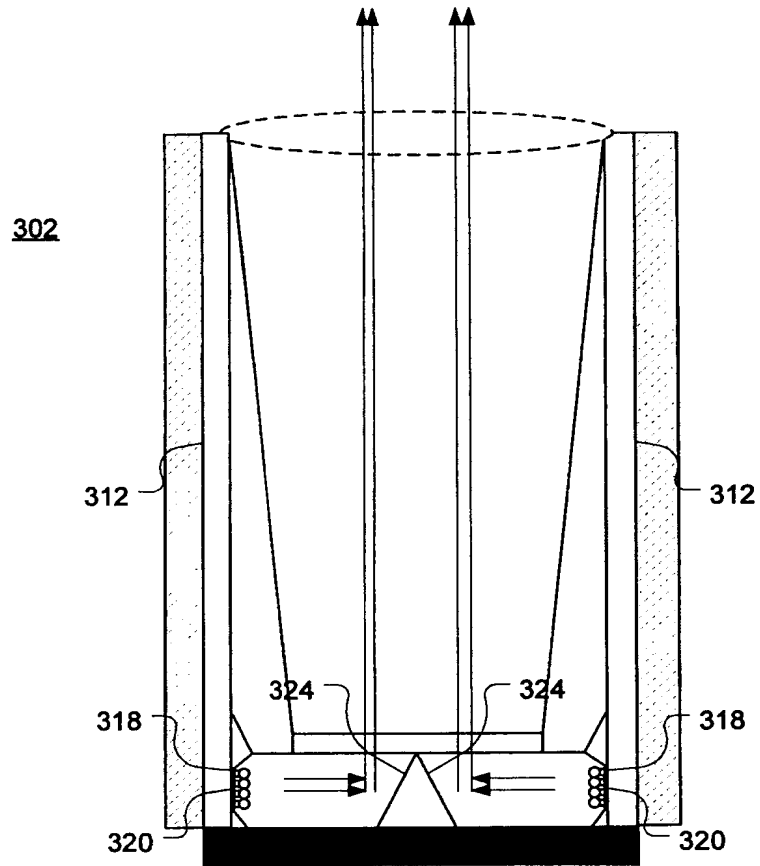


Fig. 3(a)

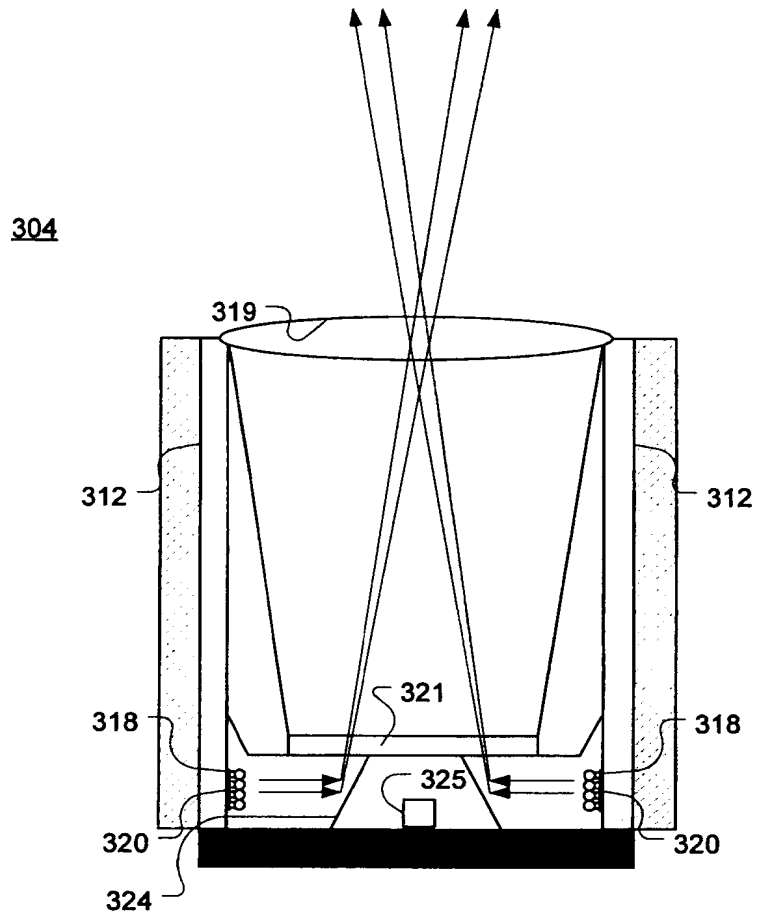


Fig. 3(b)

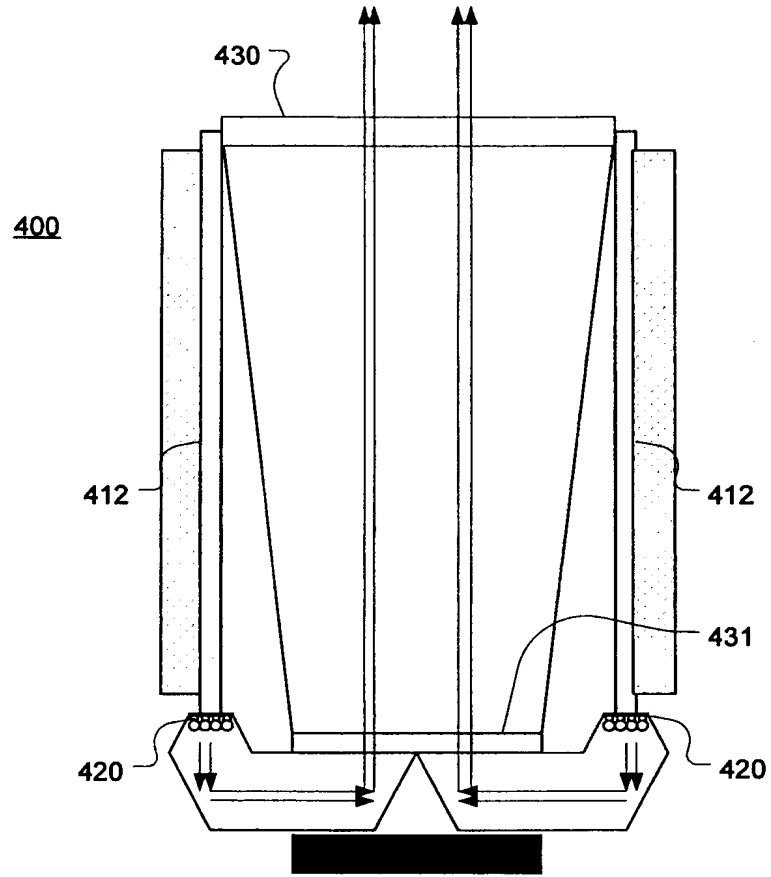


Fig. 4

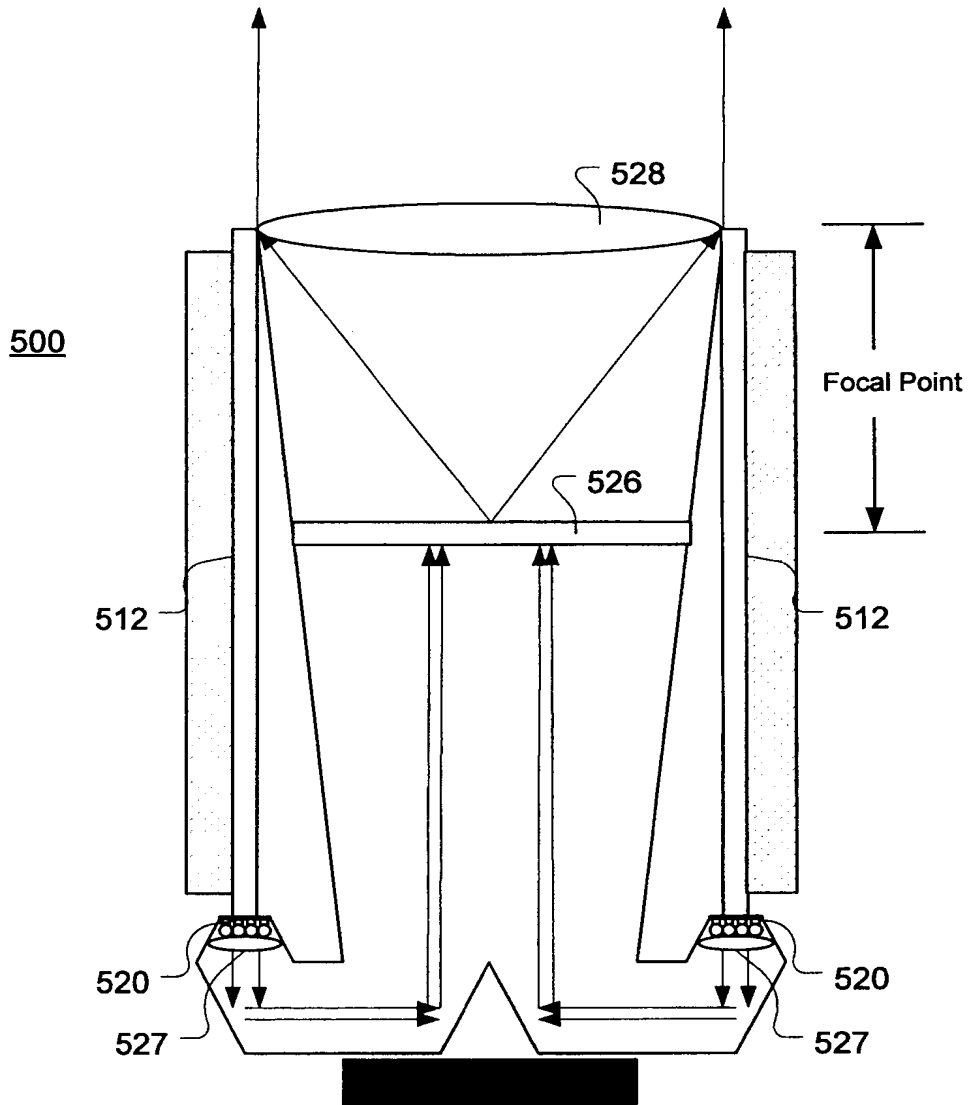


Fig. 5

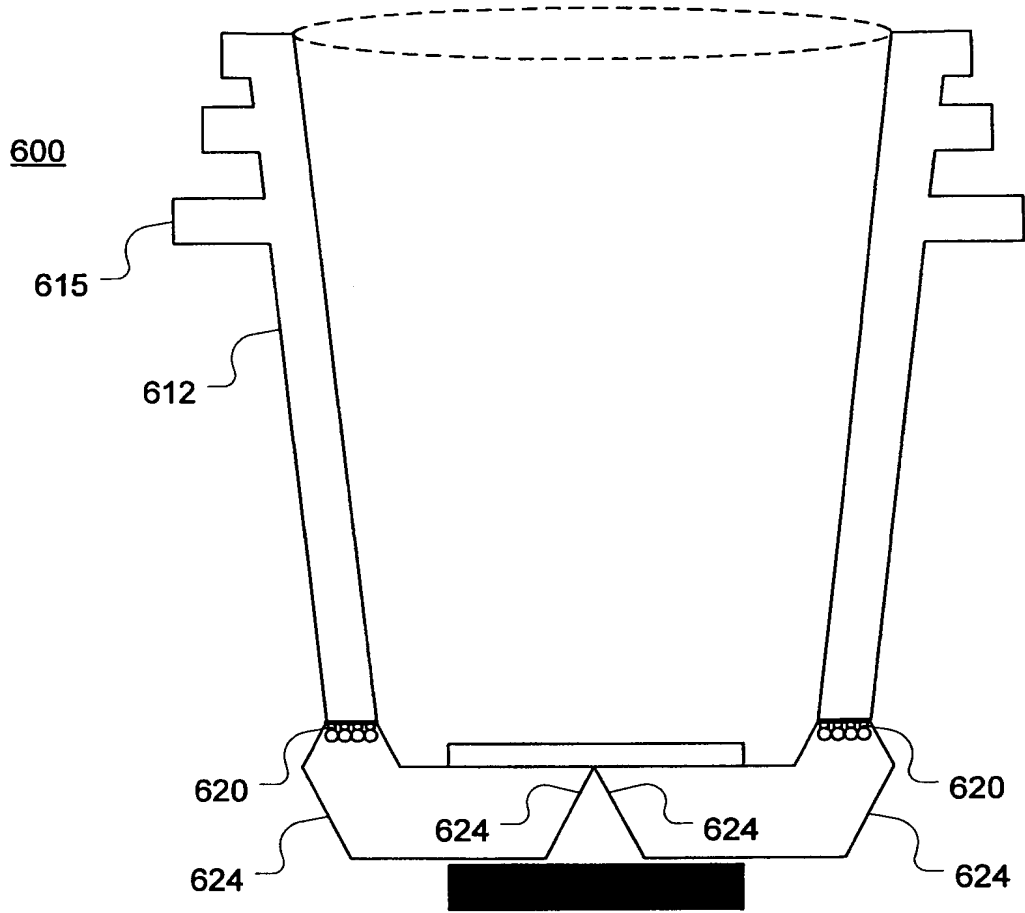


Fig. 6

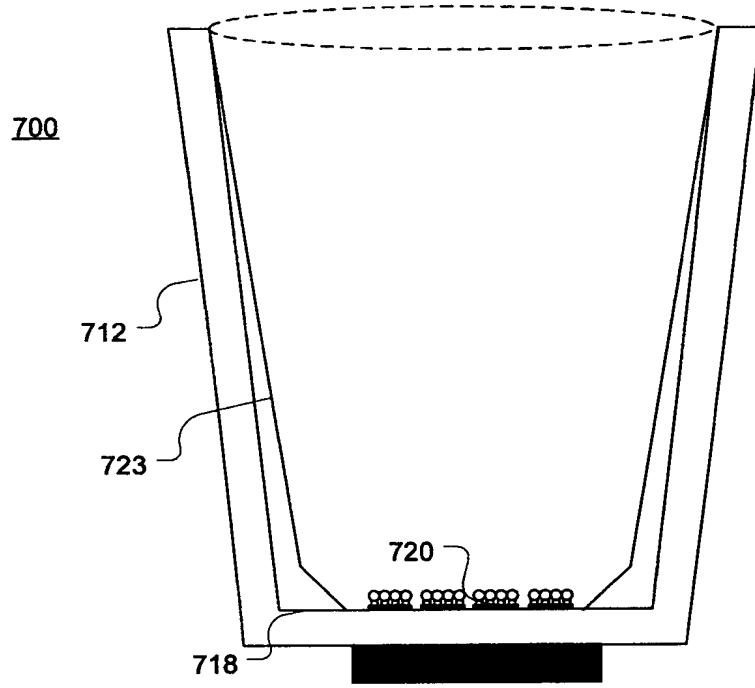


Fig. 7

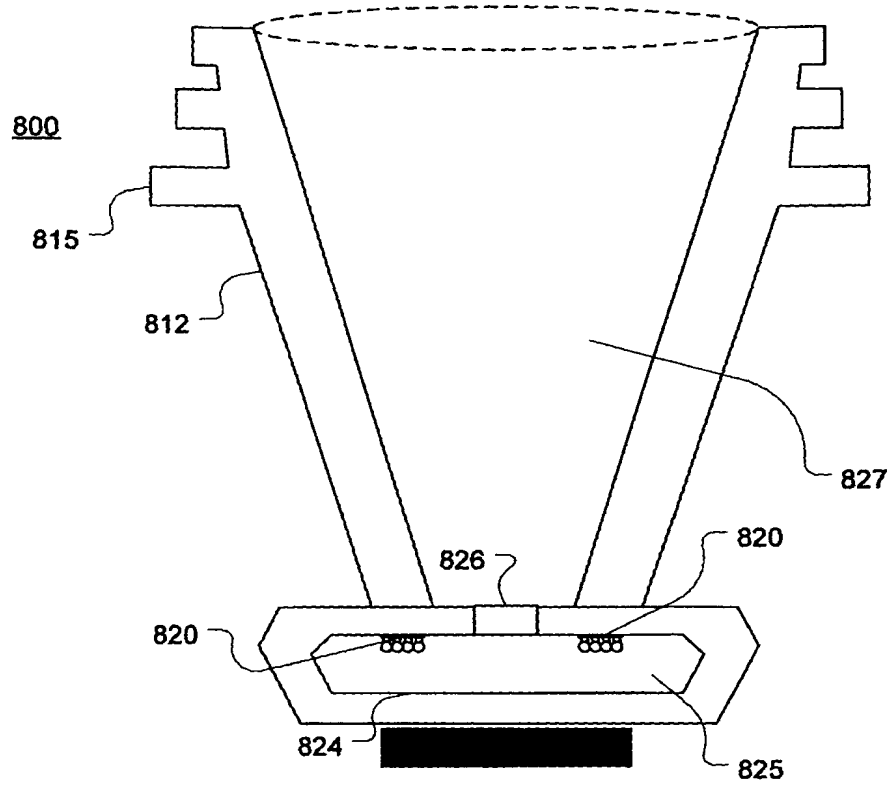


Fig. 8

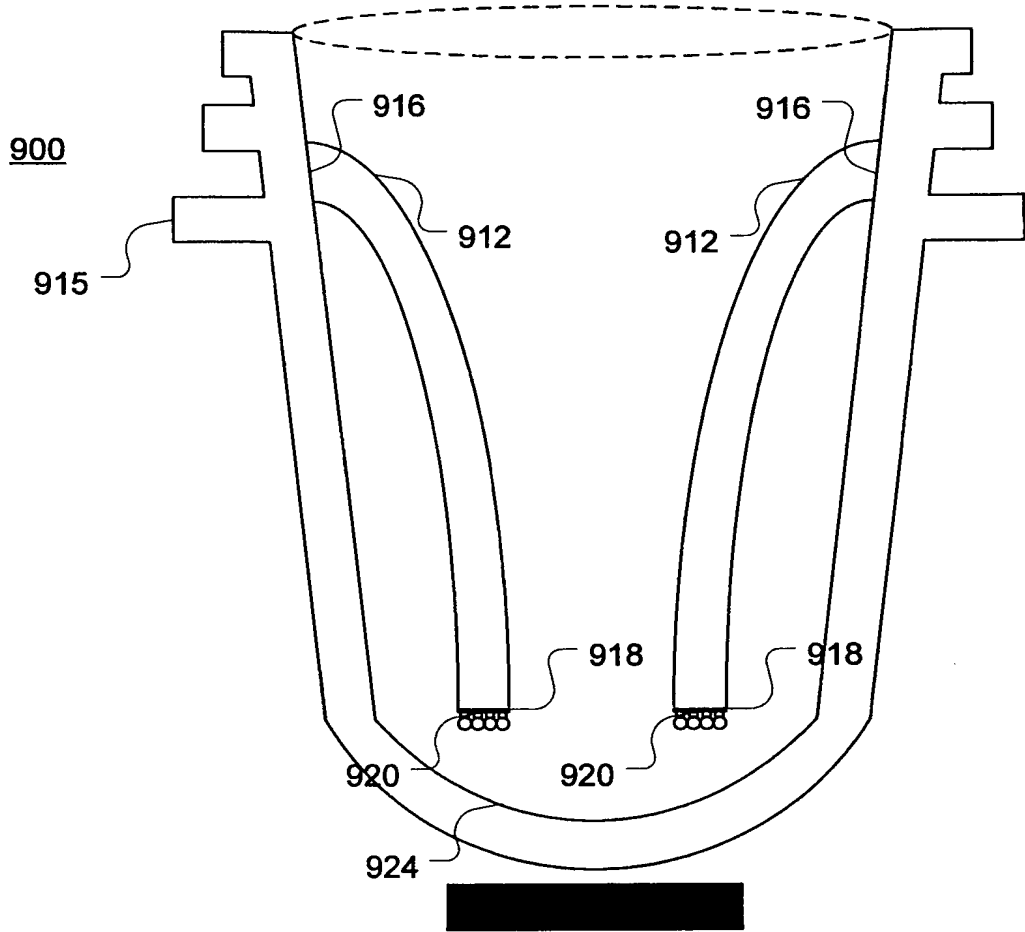


Fig. 9

1100

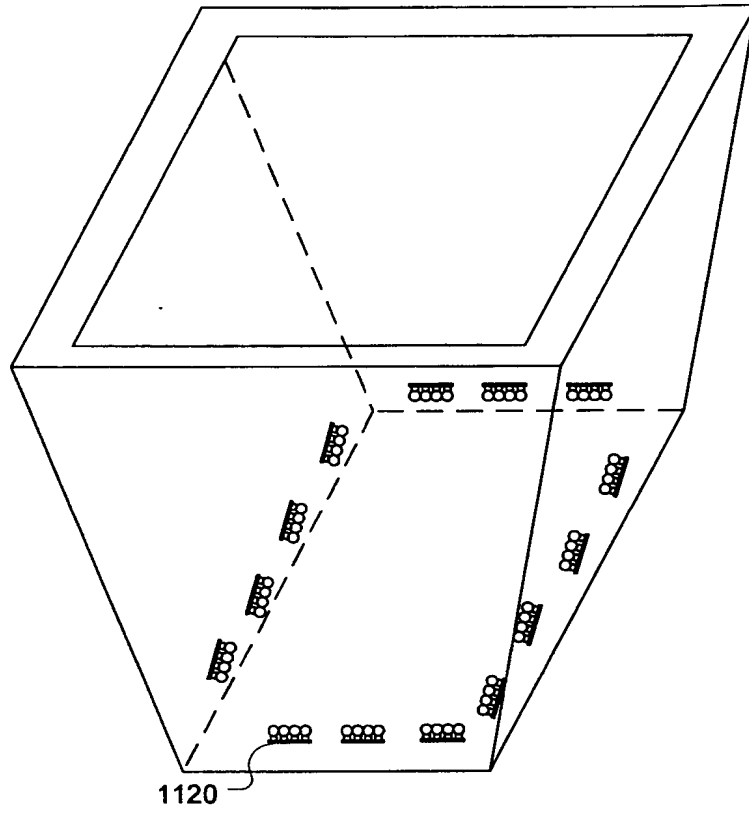


Fig. 10

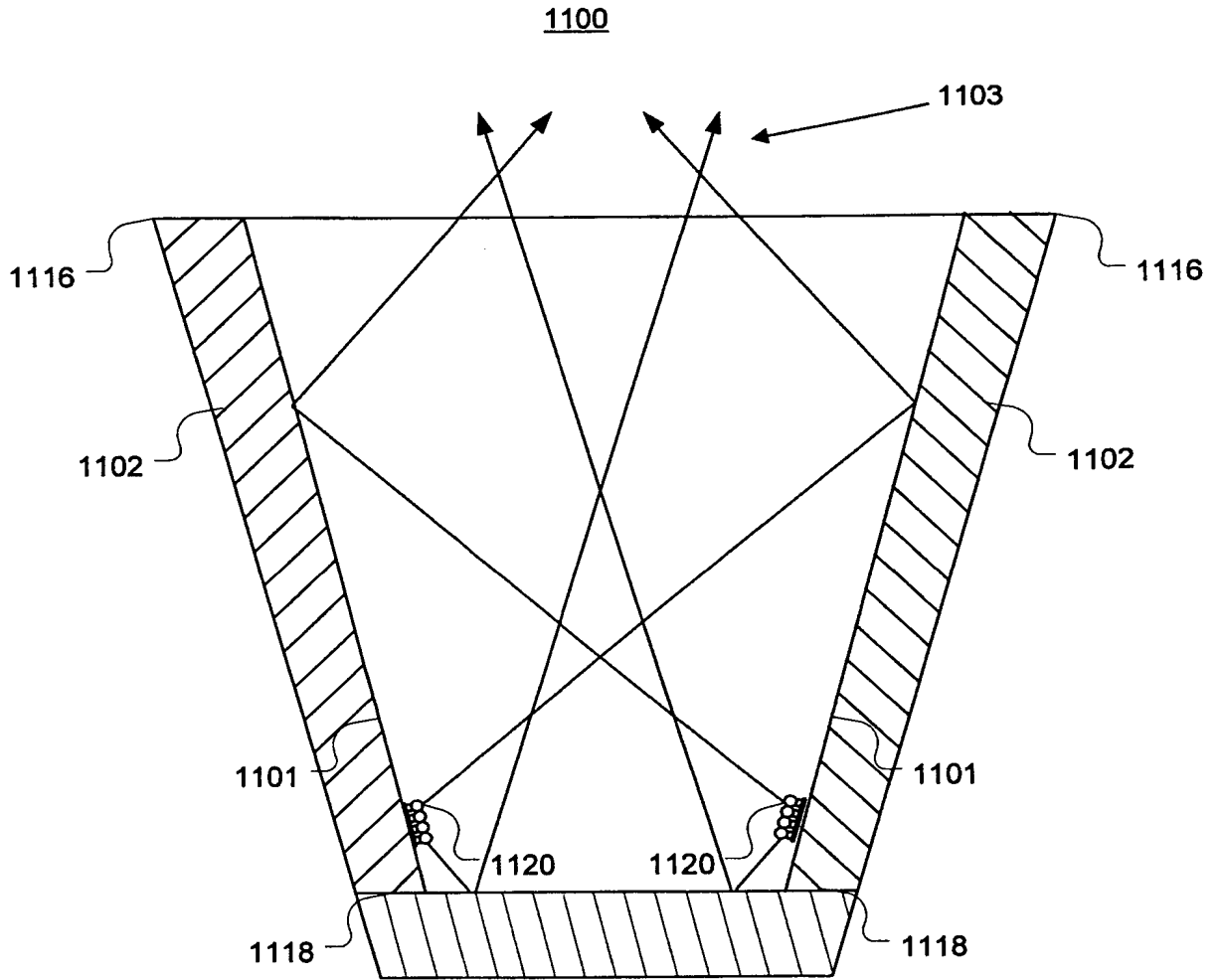


Fig. 11

1200

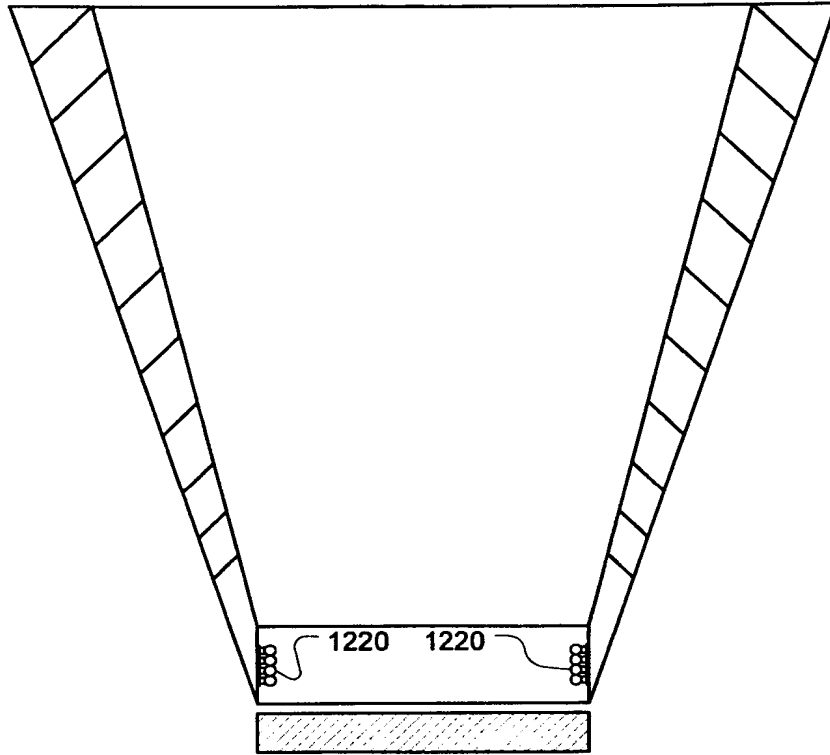


Fig. 12

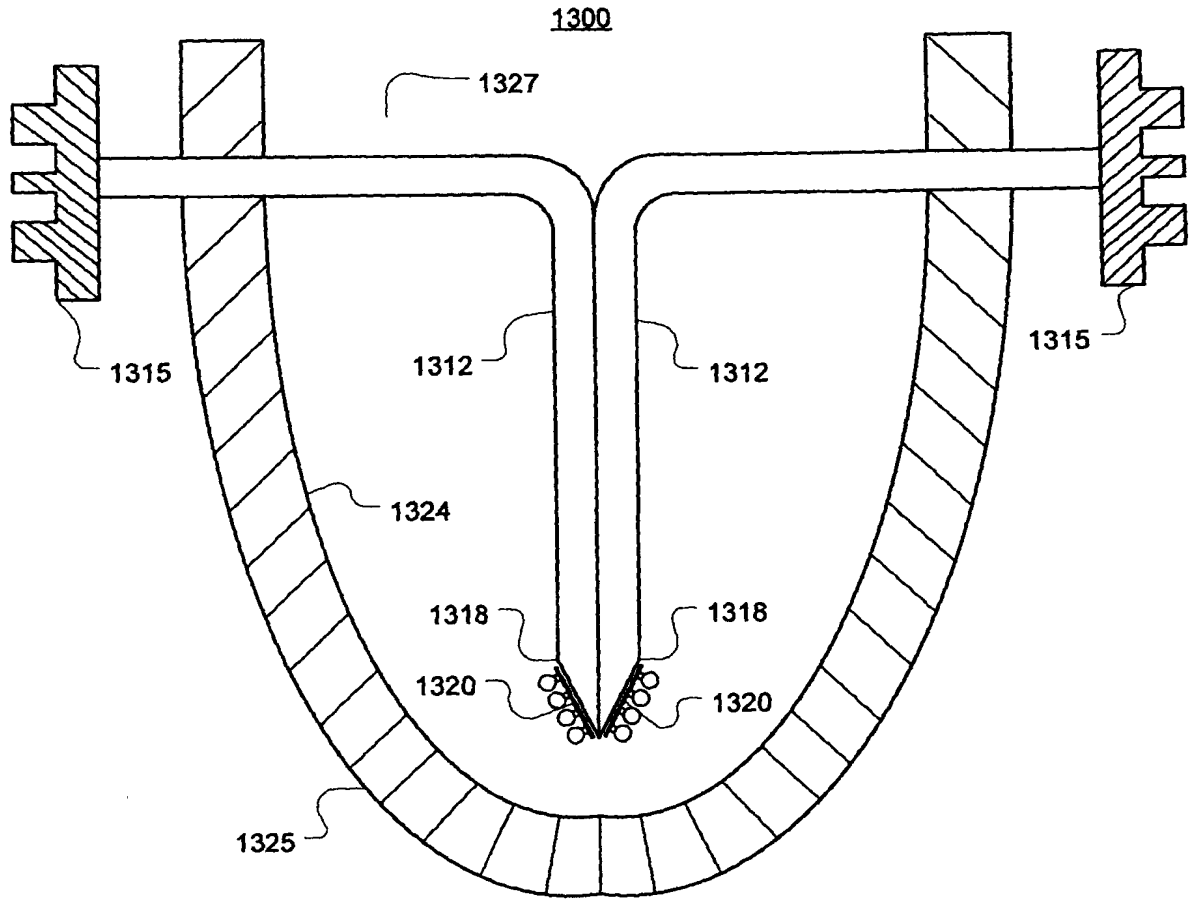


Fig. 13

RESUMO

## “MÓDULO DE ILUMINAÇÃO”

A presente invenção fornece um módulo de iluminação compreendendo um ou mais elementos de emissão de luz que são termicamente acoplados a um ou mais elementos de extração de calor. O um ou mais elementos de extração de calor são configurados para transferir calor em, substancialmente, uma primeira direção. Um ou mais elementos ópticos são ainda integrados no módulo de iluminação, onde o um ou mais elementos ópticos são opticamente acoplados ao um ou mais elementos de emissão de luz e configurados para direcionar a luz emitida através do um ou mais elementos de emissão de luz na, substancialmente, primeira direção.