

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2000.11.20</b>	(73) Titular(es): <b>PHILIPS LIGHTING NORTH AMERICA CORPORATION</b> <b>THREE BURLINGTON WOODS DRIVE</b> <b>BURLINGTON, MA 01803</b>	<b>US</b>
(30) Prioridade(s): <b>1999.11.18 US 166533 P</b> <b>2000.05.02 US 201140 P</b> <b>2000.09.27 US 235678 P</b>		
(43) Data de publicação do pedido: <b>2005.12.28</b>	(72) Inventor(es): <b>KEVIN DOWLING</b> <b>AL DUCHARME</b> <b>FREDERICK MORGAN</b> <b>IHOR A. LYS</b>	<b>US</b> <b>US</b> <b>US</b> <b>US</b>
(45) Data e BPI da concessão: <b>2015.07.08</b> <b>208/2015</b>	(74) Mandatário: <b>JOÃO LUÍS PEREIRA GARCIA</b> <b>RUA CASTILHO, 167 2º 1070-050 LISBOA</b>	<b>PT</b>

(54) Epígrafe: **GERAÇÃO DE LUZ BRANCA COM DÍODOS EMISSORES DE LUZ QUE TÊM ESPECTROS DIFERENTES**

(57) Resumo:

FONTE DE LUZ PARA GERAR ESSENCIALMENTE LUZ BRANCA, QUE COMPREENDE PELO MENOS UM PRIMEIRO LED BRANCO QUE TEM UM PRIMEIRO ESPECTRO E PELO MENOS UM SEGUNDO LED BRANCO QUE TEM UM SEGUNDO ESPECTRO, SENDO O PRIMEIRO ESPECTRO DIFERENTE DO SEGUNDO ESPECTRO.

## DESCRIÇÃO

### GERAÇÃO DE LUZ BRANCA COM DÍODOS EMISSORES DE LUZ QUE TÊM ESPECTROS DIFERENTES

#### Antecedentes do Invento

Os seres humanos desenvolveram-se acostumados a controlar o seu ambiente. A Natureza é imprevisível e apresenta frequentemente condições que estão longe das condições de vida ideais de um ser humano. A raça humana tem, portanto, tentado durante anos engenhar o ambiente dentro de uma estrutura para igualar o ambiente exterior num conjunto perfeito de condições. Isto envolveu o controlo de temperatura, controlo de qualidade do ar e controlo de iluminação.

O desejo de controlar as propriedades da luz num ambiente artificial é fácil de compreender. Os seres humanos são criaturas essencialmente visuais sendo grande parte da nossa comunicação, feita visualmente. Podemos identificar amigos e entes queridos baseados essencialmente em estímulos visuais e comunicamos através de muitos meios visuais, como esta página impressa. Simultaneamente, o olho humano requer luz para por esta ver e os nossos olhos (contrariamente aos de algumas outras criaturas) são particularmente sensíveis à cor.

Com o actual sempre constante aumento de horas de trabalho e limitações de tempo, cada vez menos parte do dia é gasta pelo ser humano médio no exterior à luz solar natural. Adicionalmente, os seres humanos gastam cerca de um terço das suas vidas a dormir, e conforme a economia aumenta para 24/7/365, muitos empregados já não têm o luxo de gastar as suas horas acordadas durante a luz do dia. Portanto, a maior parte da vida de um ser humano médio é gasta no interior, iluminado por fontes artificiais de luz.

A luz visível é uma colecção de ondas electromagnéticas (radiação electromagnética) de frequências diferentes, das quais cada comprimento de onda representa uma "cor" particular do espectro luminoso. A luz visível é geralmente pensada para compreender essas ondas de luz com comprimentos de onda entre cerca de 400 e cerca de 700 nm. Cada um dos comprimentos de onda dentro deste espectro compreende uma cor distinta de luz desde o azul-escuro/violeta a cerca de 400 nm até ao extremo-vermelho, a cerca de 700 nm. A mistura destas cores de luz produz cores adicionais de luz. A cor distinta de um anúncio de néon resultada de um número de comprimentos de onda de luz discretos. Estes comprimentos de onda combinam-se aditivamente para produzirem a onda resultante ou espectro que constitui uma cor. Uma tal cor é luz branca.

Devido à importância da luz branca, e dado que a luz branca é a mistura de múltiplos comprimentos de onda de luz, surgiram múltiplas técnicas para caracterização de luz branca que se relacionam com como os seres humanos interpretam uma luz branca particular. A primeira destas é a utilização de temperatura de cor que se relaciona com a cor da luz contida no branco. A temperatura de cor correlacionada é caracterizada por campos de reprodução de cor de acordo com a temperatura em graus Kelvin (K) de um corpo negro radiante que irradia a mesma cor de luz como a luz em apreço. A FIG. 1, é um diagrama de cromaticidade no qual o lugar dos estímulos de Planck (ou lugar dos corpos negros ou linha branca) (104) dá as temperaturas de brancos desde cerca de 700 K (geralmente considerados os primeiros visíveis para o olho humano) até, essencialmente, ao ponto terminal. A temperatura de cor da luz de visualização depende do conteúdo de cor da luz de visualização como mostrado pela linha (104). Assim, a luz do dia ao amanhecer tem uma temperatura de cor de cerca de 3.000 K, enquanto céus nublados ao meio-dia têm uma temperatura de cor branca de cerca de 10.000 K. Um incêndio tem uma temperatura de cor de cerca de 1.800 K e uma lâmpada incandescente cerca de 2848 K. Uma imagem colorida visualizada a 3.000 K terá um tom relativamente avermelhado, enquanto a mesma imagem colorida vista a 10.000 K terá um tom

relativamente azulado. Toda esta luz é chamada "branca", mas tem conteúdo espectral que varia.

A segunda classificação de luz branca envolve a sua qualidade. Em 1965, a Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) recomendou um método para medição das propriedades de restituição de cor de fontes luminosas baseado num método de teste de amostra de cor. Este método foi actualizado e está descrito no relatório técnico CIE 13.3-1995 "Método de Medição e Especificação das Propriedades de Restituição de Cores das Fontes Luminosas", cuja divulgação é aqui incorporada por referência. Essencialmente, este método envolve a medição espectro-radiométrica da fonte luminosa em teste. Estes dados são multiplicados pelos espectros de reflexão de oito amostras de cores. Os espectros resultantes são convertidos em valores triestímulos baseados no observador de referência CIE 1931. Os desvios destes valores relativamente a uma luz de referência são determinados pelo diagrama uniforme de cromaticidade (UCS) recomendado em 1960 pela CIE. A média dos desvios das oito cores é calculada para gerar o Índice Geral de Restituição de Cores, conhecido como CRI. Nestes cálculos, o CRI é graduado de modo a que uma pontuação perfeita iguale 100, onde perfeito seria por utilização de uma fonte espectralmente igual à fonte de referência (frequentemente luz solar ou espectro completo de luz branca). Por exemplo, uma fonte de tungsténio-halogénio comparada com espectro completo de luz branca pode ter um CRI de 99, enquanto uma lâmpada fluorescente branco quente teria um CRI de 50.

A iluminação artificial utiliza geralmente a norma CRI para determinar a qualidade da luz branca. Se uma luz produz um alto CRI por comparação com o espectro completo de luz branca, então é considerada como geradora de luz branca de melhor qualidade (luz que é mais "natural" e permite que as superfícies coloridas sejam melhor restituídas). Este método tem sido utilizado desde 1965 como um ponto de comparação para todos os diferentes tipos de fontes luminosas.

A temperatura de cor correlacionada, e CRI, da luz de visualização pode afectar a maneira pela qual um observador percebe uma imagem colorida. Um observador perceberá a mesma imagem colorida diferentemente quando vista sob luzes que têm diferentes temperaturas de cor correlacionadas. Por exemplo, uma imagem colorida que parece normal quando vista à luz do dia ao amanhecer parecerá azulada e descolorida quando vista sob um céu nublado pelo meio-dia. Além disso, uma luz branca com um baixo CRI pode fazer com que serviços coloridos apareçam distorcidos.

A temperatura de cor e/ou CRI da luz é crítica para criadores de imagens, tais como fotógrafos, produtores de cinema e televisão, pintores, etc., bem como para os espectadores de pinturas, fotografias e outras imagens semelhantes. Idealmente, quer criador quer espectador utilizam a mesma cor de luz ambiente, assegurando que a aparência da imagem para o espectador coincide com a do criador.

Adicionalmente, a temperatura de cor da luz ambiente afecta a forma como os espectadores percebem uma exibição, tal como uma exibição de venda a retalho ou comercial, por mudança da cor percebida de artigos tais como frutas e legumes, vestuário, mobiliário, automóveis e outros produtos que contêm elementos visuais que podem afectar grandemente a forma como as pessoas vêem e reagem a tais exibições. Um exemplo é um dogma da concepção da iluminação teatral em que forte luz verde no corpo humano (mesmo que o efeito global de iluminação seja luz branca) tende a fazer o ser humano parecer não natural, sinistro, e frequentemente um pouco repugnante. Assim, variações na temperatura de cor da iluminação podem afectar como uma tal exibição pode ser apelativa ou atractiva para os clientes.

Além disso, a capacidade para visualizar um artigo colorido decorativamente, assim como mobiliário revestido de tecido, vestuário, pintura, papel de parede, cortinados, etc., num ambiente de iluminação ou condição de temperatura de cor

que coincide ou se aproxima estreitamente das condições sob as quais o artigo será visualizado permitiria que tais artigos coloridos fossem mais precisamente combinados e coordenados. Tipicamente, a iluminação utilizada numa configuração de exibição, tal como um salão de exposições, não pode ser variada e é frequentemente escolhida para destacar uma faceta particular da cor do artigo deixando um comprador adivinhar se o artigo em questão manterá uma aparência atractiva sob as condições de iluminação, onde o artigo será eventualmente colocado. Diferenças de iluminação também podem deixar um cliente a pensar se a cor do artigo irá destoar de outros artigos que não podem ser convenientemente vistos sob condições de iluminação idênticas ou de outro modo directamente comparados.

Adicionalmente à luz branca, a capacidade de gerar cores específicas de luz é também muito procurada. Devido à sensibilidade humana à luz, as artes visuais e profissões similares desejam luz colorida que seja especificável e reproduzível. Aulas elementares de estudo de cinema ensinam que um cinéfilo foi treinado para que luz que é geralmente mais laranja ou vermelha signifique a manhã, enquanto a luz que é geralmente mais azul signifique uma noite ou um entardecer. Também fomos treinados para que a luz solar filtrada através da água tenha uma determinada cor, enquanto a luz solar filtrada através de vidro tenha uma cor diferente. Por todas estas razões, é desejável para os envolvidos nas artes visuais serem capazes de produzir cores exactas de luz, e serem capazes de as reproduzir mais tarde.

A tecnologia de iluminação actual dificulta este ajustamento e controlo, porque as fontes comuns de luz, tais como fontes de halogéneo, incandescentes e fluorescentes, geram luz com uma temperatura de cor e espectro fixos. Além disso, alterando a temperatura da cor ou espectro alterarão usualmente outras variáveis de iluminação de uma forma indesejável. Por exemplo, aumentando-se a voltagem aplicada a uma luz incandescente pode aumentar a temperatura de cor da luz resultante, mas também resulta num aumento global no

brilho. Do mesmo modo, a colocação de um filtro azul-escuro na frente de uma lâmpada de halogéneo branco diminuirá drasticamente o brilho global da luz. O próprio filtro também ficará muito quente (e potencialmente derreterá) dado que absorve uma larga percentagem da energia proveniente da luz branca.

Além disso, alcançar certas condições de cor com fontes incandescentes pode ser difícil ou impossível porque a cor desejada pode fazer com que o filamento se queime rapidamente. Para fontes de iluminação fluorescentes, a temperatura de cor é controlada pela composição da substância luminescente, o que pode variar de lâmpada para lâmpada mas tipicamente não pode ser alterada para uma dada lâmpada. Assim, modular a temperatura de cor da luz é um processo complexo que é frequentemente evitado em cenários onde tal ajustamento pode ser benéfico.

Em iluminação artificial, é desejável o controlo sobre a gama de cores que podem ser produzidas por um aparelho de iluminação. Muitos aparelhos de iluminação conhecidos na arte só podem produzir como uma única cor de luz em vez de gama de cores. Essa cor pode variar através dos aparelhos de iluminação (por exemplo, um aparelho de iluminação fluorescente produz uma cor diferente da luz proveniente de uma lâmpada de vapor de sódio). A utilização de filtros num aparelho de iluminação não permite que um aparelho de iluminação produza uma gama de cores, apenas permite que um aparelho de iluminação produza a sua única cor, que é então parcialmente absorvida e parcialmente transmitida pelo filtro. Uma vez colocado o filtro, o aparelho só pode produzir uma única (agora diferente) cor de luz, ainda não pode produzir uma gama. O documento DE-A-3526590 descreve um sistema que pode mudar a temperatura de cor.

No controlo de iluminação artificial, é ainda desejável ser capaz de especificar um ponto dentro da gama de cor produzível por um aparelho de iluminação, que será o ponto de

maior intensidade. Mesmo na actual tecnologia, aparelhos de iluminação cujas cores podem ser alteradas, o ponto de máxima intensidade não pode ser especificado pelo utilizador, mas é usualmente determinado por características físicas inalteráveis do aparelho. Assim, um aparelho de luz incandescente pode produzir uma gama de cores, mas a intensidade aumenta necessariamente conforme aumenta a temperatura de cor, o que não permite o controlo da cor no ponto de máxima intensidade. Os filtros também carecem de controlo do ponto de máxima intensidade dado que o ponto de máxima intensidade de um aparelho de iluminação será o de cor não filtrada dado que qualquer filtro absorve alguma da intensidade.

EP-A-0936682 divulga a estrutura de LEDS brancos. EP-A-0936682 também divulga um dispositivo de visualização que inclui uma matriz de LEDS brancos idênticos. EP-A-0936682 divulga ainda uma fonte de luz planar para, por exemplo, iluminação pela retaguarda de um dispositivo de visualização LCD, no qual é utilizado um único LED em combinação com uma placa de dispersão que contém uma substância luminescente. EP-A-0936682 ainda divulga um dispositivo de visualização que inclui uma matriz de pixéis, incluindo cada pixel um único LED branco em combinação com três LEDS coloridos, nomeadamente LEDS vermelhos, verdes e azuis. Os múltiplos pixéis têm LEDS brancos idênticos.

#### Resumo do Invento

De acordo com o presente invento é provido um aparelho de iluminação para gerar essencialmente luz branca, compreendendo o aparelho de iluminação:

Uma pluralidade de componentes de fontes de iluminação que compreende um primeiro componente de fonte de iluminação que compreende pelo menos um primeiro LED branco que tem um primeiro espectro e um segundo componente de fonte de

iluminação que compreende pelo menos um segundo LED branco que tem um segundo espectro, sendo o primeiro espectro diferente do segundo espectro; Uma ligação de dados para recepção de dados provenientes de uma fonte externa; e um processador, sendo o processador controlável pelos dados para controlo de uma pluralidade de componentes de fontes de iluminação, em que o processador está adaptado para controlar uma primeira intensidade de, pelo menos, um primeiro LED branco que tem o primeiro espectro e uma segunda intensidade de pelo menos um segundo LED branco que tem o segundo espectro de modo a variar controladamente uma temperatura de cor de luz essencialmente branca gerada pelo aparelho de iluminação.

O aparelho de iluminação pode compreender adicionalmente, pelo menos um filtro óptico configurado para transmitir selectivamente uma parte de luz emitida de, pelo menos, um dos primeiro e segundo LEDs brancos.

O pelo menos, um filtro óptico pode ser um filtro passa-alto.

O pelo menos, um filtro óptico pode compreender uma pluralidade de filtros ópticos, sendo cada um da pluralidade de filtros ópticos configurado para transmitir selectivamente uma parte da luz emitida de, pelo menos, um dos primeiro e segundo LEDs brancos.

A parte selectivamente transmitida, da luz emitida do pelo menos um dos primeiro e segundo LEDs pode incluir pelo menos uma parte do lugar dos estímulos de Planck.

A pelo menos, uma da pluralidade de filtros ópticos pode ser um filtro amarelo.

Pelo menos uma primeira, da pluralidade de filtros ópticos pode ser adaptada para transmitir uma parte da luz que

corresponde a uma temperatura de cor de aproximadamente 4745 Kelvin; e, pelo menos, uma segunda, da pluralidade de filtros ópticos pode ser adaptada para transmitir uma parte da luz que corresponde a uma temperatura de cor de aproximadamente 3935 Kelvin.

O primeiro LED branco pode ter uma temperatura de cor de aproximadamente 20000 Kelvin, e o segundo LED branco pode ter uma temperatura de cor de aproximadamente 5750 Kelvin.

O pelo menos, um primeiro LED branco e o pelo menos um segundo LED branco podem ser configurados numa disposição substancialmente linear.

O aparelho de iluminação pode compreender adicionalmente, pelo menos, um LED adicional que tem um terceiro espectro diferente do primeiro espectro e do segundo espectro.

O pelo menos, um LED adicional pode ter uma cromaticidade para a direita do ponto de 2300 Kelvin de um lugar de estímulos de Planck num gráfico de cromaticidade convencional.

O pelo menos, um LED adicional pode incluir pelo menos um LED âmbar.

O aparelho de iluminação pode compreender adicionalmente: pelo menos um quarto LED que tem um quarto espectro; e, pelo menos, um quinto LED que tem um quinto espectro, em que o primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto espectros são respectivamente diferentes.

O aparelho de iluminação pode compreender adicionalmente: pelo menos um sexto LED que tem um sexto espectro; e, pelo menos, um sétimo LED que tem um sétimo espectro, em que o

primeiro, segundo, terceiro, quarto, quinto, sexto e sétimo espectros são respectivamente diferentes.

O pelo menos, um primeiro LED branco, o pelo menos um segundo LED branco, e o, pelo menos, um LED adicional têm respectivos espectros para prover um espectro combinado, que é substancialmente contínuo ao longo de comprimentos de onda visíveis para o olho humano.

O espectro combinado pode incluir pelo menos uma parte do lugar dos estímulos de Planck na gama de 2300 Kelvin a 4500 Kelvin.

O espectro combinado a uma temperatura de cor de 2300 Kelvin pode não ter quaisquer vales substanciais para comprimentos de onda inferiores a um comprimento de onda que corresponde a um pico máximo do espectro combinado.

O espectro combinado a uma temperatura de cor de 2300 Kelvin pode ter um valor de índice de restituição de cores (CRI) de mais do que 50, e o espectro combinado a uma temperatura de cor de 4500 Kelvin pode ter um valor de índice de restituição de cor (CRI) de mais do que 80.

O pelo menos, um primeiro LED branco pode compreender uma pluralidade de primeiros LEDs brancos e o pelo menos um segundo LED branco compreende uma pluralidade de segundos LEDs brancos.

O aparelho de iluminação pode compreender adicionalmente: um alojamento; e uma montagem para a fonte luminosa.

O aparelho de iluminação pode ser configurado para se assemelhar a uma lâmpada com montagem de Edison. O aparelho de

iluminação pode ser configurado para se assemelhar a uma lâmpada fluorescente.

O aparelho de iluminação pode ser configurado para se assemelhar a uma lâmpada de halogéneo do tipo MR-16.

O aparelho de iluminação pode compreender adicionalmente, pelo menos, uma interface de utilizador acoplada ao processador e configurada para facilitar um ajustamento da temperatura de cor da luz essencialmente branca gerada pelo aparelho de iluminação.

O aparelho de iluminação pode compreender adicionalmente pelo menos um sensor.

O pelo menos, um sensor pode ser configurado para medir, pelo menos, características de cor da luz gerada pelo aparelho de iluminação, e em que o aparelho de iluminação pode incluir adicionalmente um sistema de calibração para variar a luz gerada pelo aparelho de iluminação com base nas características de cores medidas.

O aparelho de iluminação pode compreender adicionalmente, pelo menos, um receptor e um transmissor, acoplados ao processador e configurados para comunicar, pelo menos, um sinal de controlo para ou do aparelho de iluminação.

O processador pode ser configurado para controlar a pluralidade de componentes de fontes de iluminação com utilização de uma técnica de modulação de largura de impulsos (PWM).

O processador pode ser configurado para receber pelo menos um sinal de rede. O processador pode ser configurado para receber, pelo menos um sinal de controlo sem fios.

O processador pode ser configurado para receber pelo menos um sinal de controlo formatado com utilização de um protocolo DMX.

As concretizações do presente invento relacionam-se com sistemas para gerarem e/ou modularem condições de iluminação para gerarem luz de uma cor desejada e controlável, para criação de aparelhos de iluminação para produzirem luz nas cores desejadas e reprodutíveis, e para modificação da temperatura de cor ou tonalidade de cor de luz produzida por um aparelho de iluminação contidas numa gama pré-especificada depois da construção de um aparelho de iluminação. Numa concretização, as unidades de iluminação LED capazes de gerarem luz de uma gama de cores são utilizadas para prover luz ou luz ambiente suplementar, para se proporcionarem condições de iluminação adequadas para uma ampla gama de aplicações.

É divulgada uma primeira concretização que compreende um aparelho de iluminação para a geração de luz branca, que inclui uma pluralidade de componentes de fontes de iluminação (tais como LEDs), que produzem radiação electromagnética de pelo menos dois espectros diferentes (incluindo concretizações com exactamente dois ou exactamente três), tendo cada um dos espectros um pico máximo espectral fora da região de 510 nm a 570 nm, permitindo as fontes de iluminação montadas numa montagem que permite que os espectros se misturem de modo que o espectro resultante é substancialmente contínuo na resposta fotópica do olho humano e/ou nos comprimentos de onda de 400 nm a 700 nm.

Numa concretização, o aparelho de iluminação pode incluir fontes de iluminação que não são LEDs com possivelmente um pico espectral máximo contido na região de 510 nm a 570 nm. Noutra concretização, o aparelho pode produzir luz branca contida numa gama de temperaturas de cor, tal como, mas não limitado a, a gama de 500 K a 10.000 K e a gama de 2300 K a 4500 K. A cor específica na gama pode ser controlada por um

controlador. Numa concretização o aparelho contém um filtro em pelo menos uma das fontes de iluminação que pode ser seleccionado, possivelmente de uma gama de filtros, para permitir que o equipamento produza uma gama particular de cores. O aparelho de iluminação pode também incluir numa concretização, fontes de iluminação com comprimentos de onda fora da gama de 400 nm a 700 nm acima debatida.

Noutra concretização, o aparelho de iluminação pode compreender uma pluralidade de LEDs que produzem três espectros de radiação electromagnética com picos espectrais máximos fora da região de 530 nm, a 570 nm (tal como 450 nm e/ou 592 nm), onde a interferência aditiva dos espectros resulta em luz branca. O aparelho de iluminação pode produzir luz branca contida numa gama de temperaturas de cor, tais como, mas não limitada a, a gama de 500K 10.000K e a gama 2300K a 4500K. O aparelho de iluminação pode incluir um controlador e/ou um processador para controlar as intensidades dos LEDs para produzirem várias temperaturas de cor na gama.

Outra concretização compreende um aparelho de iluminação para ser utilizado numa lâmpada concebida para levar tubos fluorescentes tendo o aparelho de iluminação pelo menos um componente de fonte de iluminação (frequentemente dois ou mais), tais como LEDs montados numa montagem, e que tem um conector na montagem que pode acoplar a uma lâmpada fluorescente e receber energia da lâmpada. Também contém um circuito de controlo ou eléctrico para permitir que a voltagem do balastro da lâmpada seja utilizada para dar energia ou controlar os LEDs. Este circuito de controlo podia incluir um processador, e/ou podia controlar a iluminação provida pelo aparelho com base na energia provida à lâmpada. O aparelho de iluminação, numa concretização, está contido num alojamento, o alojamento podia ser geralmente de forma cilíndrica, podia conter um filtro, e/ou podia ser parcialmente transparente ou translúcido. O equipamento podia produzir luz branca, ou outra colorida.

Outra concretização compreende um aparelho de iluminação para gerar luz branca, que inclui uma pluralidade de componentes de fontes de iluminação (tais como LEDs, dispositivos de iluminação que contêm uma substância luminescente, ou LEDs, que contêm uma substância luminescente), que inclui componentes de fontes de iluminação que produzem espectros de radiação electromagnética. O componente de fonte de iluminação sendo montado numa montagem concebida para permitir que os espectros misturem e formem um espectro resultante, em que o espectro resultante tem intensidade maior do que o ruído de fundo no seu vale mais baixo. O menor vale espectral contido na gama visível também pode ter uma intensidade de, pelo menos, 5%, 10%, 25%, 50%, ou 75% da intensidade do seu pico espectral máximo. O aparelho de iluminação pode ser capaz de gerar luz branca numa gama de temperaturas de cor e pode incluir um controlador e/ou processador para permitir a selecção de uma cor particular nessa gama.

Outra concretização de um aparelho de iluminação podia incluir uma pluralidade de componentes de fontes de iluminação (tais como LEDs), produzindo os componentes de fontes de iluminação radiação electromagnética de pelo menos dois espectros diferentes, sendo as fontes de iluminação montadas numa montagem concebida para permitir que os espectros se misturem e formem um espectro resultante, em que o espectro resultante não tem um vale espectral a um comprimento de onda mais comprido do que o pico espectral máximo contido na resposta fotópica do olho humano e/ou na área de 400 nm a 700 nm.

Outro exemplo compreende um método para gerar luz branca, que inclui as etapas de montagem de uma pluralidade de componentes de fontes de iluminação que produzem radiação electromagnética de pelo menos dois espectros diferentes de forma a misturar os espectros; e escolhendo os espectros de maneira que a mistura dos espectros tem intensidade maior do que o ruído de fundo no seu vale espectral mais baixo.

Outro exemplo compreende um sistema para controlo das condições de iluminação, que inclui, um aparelho de iluminação para prover iluminação de qualquer uma de uma gama de cores, sendo o aparelho de iluminação construído de uma pluralidade de componentes de fontes de iluminação (tais como LEDs e/ou potencialmente de três cores diferentes), um processador acoplado ao aparelho de iluminação para o controlo do aparelho de iluminação, e um controlador acoplado ao processador para especificação das condições de iluminação a serem providas pelo aparelho de iluminação. O controlador podia ser *hardware* de computador ou *software* de computador; um sensor, tal como, mas não limitado a, um fotodíodo, um radiómetro, um fotómetro, um colorímetro, um radiómetro espectral, uma câmara; ou uma interface manual, tal como, mas não limitada a, um cursor, um marcador, um *joystick*, um *trackpad*, ou um *TrackBall*. O processador podia incluir uma memória (tal como uma base de dados) de condições de cor pré-determinadas e/ou um mecanismo de provimento de interface para prover uma interface de utilizador que inclui potencialmente um espectro de cor, um espectro de temperatura de cor, ou um diagrama de cromaticidade.

Noutro exemplo, o sistema podia incluir uma segunda fonte de iluminação, tal como, mas não limitada a, uma lâmpada fluorescente, uma lâmpada incandescente, uma lâmpada de vapor de mercúrio, uma lâmpada de vapor de sódio, uma lâmpada de descarga em arco, a luz solar, o luar, luz de velas, um sistema de dispositivo de visualização LED, um LED, ou um sistema de iluminação controlado por modulação de largura de impulsos. A segunda fonte podia ser utilizada pelo controlador para especificar condições de iluminação para o aparelho de iluminação com base na iluminação do aparelho de iluminação e a segunda fonte de iluminação e/ou a luz combinada proveniente do aparelho de iluminação e a segunda fonte podia ser uma cor de temperatura desejada.

Outro exemplo compreende um método com etapas que incluem a geração de luz que tem cor e brilho com utilização de um aparelho de iluminação capaz de gerar luz de qualquer de uma

gama de cores, medindo condições de iluminação, e modulando a cor ou brilho da luz gerada para atingir uma condição de iluminação alvo. A medição de condições de iluminação podia incluir a detecção de características de cor das condições de iluminação utilizando-se um sensor de luz, tal como, mas não limitado a, um fotodíodo, um radiómetro, um fotómetro, um colorímetro, um radiómetro espectral, ou uma câmara; a avaliação visual das condições de iluminação, e a modelação da cor ou brilho da luz gerada inclui a variação da cor ou brilho da luz gerada utilizando-se uma interface manual; ou medindo as condições de iluminação incluindo a detecção das características de cor das condições de iluminação, com utilização de um sensor de luz, e modelando a cor ou brilho da luz gerada incluindo a variação da cor ou brilho da luz gerada utilizando-se um processador até que as características de cor das condições de iluminação detectadas pelo sensor de luz coincidam com as características de cor das condições de iluminação alvo. O método podia incluir a selecção de uma condição de iluminação alvo, tal como, mas não limitado a, selecção de uma temperatura de cor alvo e/ou provimento de uma interface que compreende uma representação de uma gama de cores e selecção de uma cor contida na gama de cores. O método também podia ter etapas para prover uma segunda fonte de iluminação, tal como, mas não limitado a, uma lâmpada fluorescente, uma lâmpada incandescente, uma lâmpada de vapor de mercúrio, uma lâmpada de vapor de sódio, uma lâmpada de descarga em arco, a luz solar, o luar, a luz das velas, um sistema de iluminação LED, um LED, ou um sistema de iluminação controlado por modulação de largura de impulsos. O método podia medir as condições de iluminação, incluindo a detecção de luz gerada pelo aparelho de iluminação e pela segunda fonte de iluminação.

Noutra concretização a modelação da cor ou brilho da luz gerada inclui a variação das condições de iluminação para atingir uma temperatura de cor alvo ou o aparelho de iluminação podia compreender uma de uma pluralidade de aparelhos de iluminação, capazes de gerarem uma gama de cores.

Ainda noutro exemplo, há um método para a concepção de um aparelho de iluminação que compreende, a selecção de uma gama de cores desejadas a serem produzidas pelo aparelho de iluminação, a escolha de uma cor seleccionada de luz a ser produzida pelo aparelho de iluminação, quando o aparelho de iluminação está na máxima intensidade, e conceber o aparelho de iluminação a partir de uma pluralidade de fontes de iluminação (tal como LEDs) de tal modo que o aparelho de iluminação pode produzir a gama de cores, e produzir a cor seleccionada quando na sua máxima intensidade.

#### Breve Descrição das Figuras

As seguintes figuras representam exemplos e certas concretizações ilustrativas do invento, nas quais referências numéricas iguais referem-se a elementos iguais. Estas concretizações representadas são para serem entendidas como ilustrativas do invento e em todo o caso como não limitativas. O invento será avaliado mais completamente a partir da respectiva descrição adicional seguinte, com referência aos desenhos acompanhantes, em que:

FIG. 1, é um diagrama de cromaticidade que inclui o lugar dos corpos negros.

FIG. 2, representa uma concretização de um aparelho de iluminação adequado para utilização neste invento.

FIG. 3, representa a utilização de múltiplos aparelhos de iluminação de acordo com uma concretização do invento.

FIG. 4, representa uma concretização de um alojamento para utilização numa concretização deste invento.

FIGS. 5a e 5b representam outra concretização de um alojamento para utilização numa concretização deste invento.

FIG. 6, representa uma concretização de uma interface de computador que permite a um utilizador conceber um aparelho de iluminação capaz de produzir um espectro desejado.

FIG. 7, representa uma concretização para calibração ou controlo o aparelho de luz com utilização de um sensor.

FIG. 8a mostra uma concretização geral do controlo de um aparelho de iluminação.

FIG. 8b mostra uma concretização do controlo de um aparelho de iluminação em conjunção com uma segunda fonte de luz.

FIG. 9, mostra uma concretização para o controlo de um aparelho de luz que utiliza uma interface de computador.

FIG. 10a mostra outra concretização para o controlo de um aparelho de iluminação que utiliza um controlo manual.

FIG. 10b representa um grande plano de uma unidade de controlo, tal como a utilizada na FIG. 10a.

FIG. 11, mostra uma concretização de um sistema de controlo que permite o controlo de iluminação múltipla para simular um ambiente.

FIG. 12, representa a função  $V_{\lambda}$  de luminosidade espectral CIE que indica que a receptividade do olho humano.

FIG. 13, representa distribuições espectrais de fontes de corpos negros a 5.000 K e 2.500 K.

FIG. 14, representa uma concretização de uma fonte luminosa branca de nove LED.

FIG. 15a representa o resultado de uma concretização de um aparelho de iluminação que compreende nove LEDs e que produz luz branca a 5.000 K.

FIG. 15b representa o resultado de uma concretização de um aparelho de iluminação que compreende nove LEDs e que produz luz branca a 2.500 K.

FIG. 16, representa uma concretização dos espectros componentes de um aparelho de luz de três LED.

FIG. 17a representa o resultado de uma concretização de um aparelho de iluminação que compreende três LEDs e que produz luz branca a 5.000 K.

FIG. 17b representa o resultado de uma concretização de um aparelho de iluminação que compreende três LEDs e que produz luz branca a 2.500 K.

FIG. 18, representa o espectro de um LED branco Nichia, NSP510 BS (bin A).

FIG. 19, representa o espectro de um LED branco Nichia, NSP510 BS (bin C).

FIG. 20, representa a transmissão espectral de uma concretização de um filtro passa-alto.

FIG. 21a representa o espectro da FIG. 18 e o espectro desviado pela passagem do espectro da FIG. 18, através do filtro passa-alto na FIG. 20.

FIG. 21b representa o espectro da FIG. 19 e o espectro desviado pela passagem do espectro da FIG. 19, através do filtro passa-alto na FIG. 20.

FIG. 22, é um diagrama de cromaticidade que mostra o lugar dos corpos negros (linha branca) alargada numa parte de temperatura entre 2.300 K e 4.500 K. Também é mostrada a luz produzida por dois LEDs numa concretização do invento.

FIG. 23, é o diagrama de cromaticidade que mostra adicionalmente a gama de luz produzida por três LEDs numa concretização do invento.

FIG. 24, mostra uma comparação gráfica do CRI de um aparelho de iluminação do invento comparado com fontes luminosas branca existentes.

FIG. 25, mostra a produção de feixe luminoso de um aparelho de iluminação do invento a várias temperaturas de cor.

FIG. 26a representa o espectro de uma concretização de um aparelho de luz branca de acordo com o invento que produz luz a 2300K.

FIG. 26b representa o espectro de uma concretização de um aparelho de luz branca que produz luz a 4500K.

FIG. 27, é um diagrama do espectro de um aparelho compacto de luz fluorescente com a função de luminosidade espectral como uma linha tracejada.

FIG. 28, mostra uma lâmpada para utilização de tubos fluorescentes como conhecido na arte.

FIG. 29, representa um possível aparelho de iluminação LED do invento, que podia ser utilizado para substituir um tubo fluorescente.

FIG. 30, representa uma concretização de como podia ser utilizada uma série de filtros para incluir diferentes partes do lugar dos corpos negros.

#### Descrição Detalhada das Concretizações Ilustradas

A descrição abaixo refere-se a vários exemplos ilustrativos e concretizações do invento. Embora possam ser encaradas muitas variações do invento por um especialista, tais variações e melhoramentos são destinadas a ficar contidas no âmbito desta divulgação. Assim, o âmbito do invento não é para ser limitado em todo o caso pela descrição abaixo.

Tal como utilizado neste documento, os seguintes termos têm, geralmente, os seguintes significados; contudo, estas definições não são de modo algum destinadas a limitar o âmbito do termo, como seria compreendido por um especialista.

O termo "LED" geralmente inclui díodos emissores de luz de todos os tipos e inclui também, mas não limitado a, polímeros emissores de luz, pastilhas de semicondutores que produzem luz em resposta a uma corrente, LEDs orgânicos, faixas electroluminescentes, díodos super luminescentes (SLDs) e outros dispositivos semelhantes. O termo LEDs não restringe o acondicionamento físico ou eléctrico de qualquer um dos supracitados e esse acondicionamento podia incluir, mas não está limitado a, montagem superficial, pastilha sobre placa, ou a montagem de LEDs com acondicionamento do tipo T.

"Fonte de iluminação" inclui todas as fontes de iluminação, incluindo, mas não limitado a, LEDs; fontes incandescentes, incluindo lâmpadas de filamento; fontes piro-luminescentes, como labaredas; fontes luminescentes de chama, tais como fontes de radiação de candeeiros de manga incandescente e de lâmpadas de arco com eléctrodos de carvão; fontes fotoluminescentes incluindo descargas gasosas; fontes fluorescentes; fontes de fosforescência; lasers; fontes electroluminescentes, tais como lâmpadas electroluminescentes; fontes cátodo-luminescentes que utilizam saturação electrónica; e fontes luminescentes misturadas incluindo fontes luminescentes galvânicas, fontes cristaloluminescentes, fontes cinéticas luminescentes, fontes termoluminescentes, fontes triboluminescentes, fontes sonoluminescentes e fontes radioluminescentes. As fontes de iluminação podem também incluir polímeros luminescentes. Uma fonte de iluminação pode produzir radiação electromagnética contida no espectro visível, fora do espectro visível, ou uma combinação de ambos. Um componente de fonte de iluminação é qualquer fonte de iluminação, que faz parte de um aparelho de iluminação.

"Aparelho de iluminação" ou "aparelho" é qualquer dispositivo ou alojamento que contém, pelo menos, uma fonte de iluminação para efeitos de provimento de iluminação.

"Cor", "temperatura" e "espectro" são utilizados alternadamente neste documento, a menos que indicado de outro modo. Os três termos referem-se geralmente à combinação resultante de comprimentos de onda de luz, que resulta na luz produzida por um aparelho de iluminação. Essa combinação de comprimentos de onda define uma cor ou temperatura da luz. Cor é geralmente utilizado para a luz que não é branca enquanto temperatura é para luz que é branca, mas um dos dois termos podia ser utilizado para qualquer tipo de luz. Uma luz branca tem uma cor e uma luz não-branca podia ter uma temperatura. Um espectro referir-se-á geralmente à composição espectral de uma combinação dos comprimentos de onda individuais, enquanto uma cor ou temperatura referir-se-ão geralmente às propriedades

dessa luz percebidas pelo ser humano. Contudo, as supracitadas utilizações não se destinam a limitar o âmbito destes termos.

O advento recente de LEDs coloridos suficientemente brilhantes para prover iluminação provocou uma revolução na tecnologia de iluminação devido à facilidade com que qual a cor e brilho dessas fontes de luz podem ser modelados. Um tal método de modelação é debatido na Patente US 6,016,038 da qual toda a divulgação é aqui incorporada por referência. Os sistemas e métodos descritos aqui debatem como utilizar e construir aparelhos de iluminação LED ou sistemas, ou outros aparelhos de iluminação ou sistemas que utilizam componentes de fontes de iluminação. Estes sistemas têm certas vantagens relativamente a outros aparelhos de iluminação. Em particular, os sistemas aqui divulgados permitem o controlo previamente desconhecido na luz que pode ser produzida por um aparelho de iluminação. Em particular, a seguinte divulgação debate sistemas e métodos para a determinação prévia da gama de luz, e tipo de luz, que pode ser produzida por um aparelho de iluminação e os sistemas e métodos para utilizarem a gama pré-determinada desse aparelho de iluminação numa variedade de aplicações.

Para compreender estes sistemas e métodos primeiro é útil compreender um aparelho de iluminação que pode ser construído e utilizado em concretizações deste invento. FIG. 2, representa uma concretização de um módulo de iluminação que podia ser utilizado numa concretização do invento, um aparelho de iluminação (300) é representado em formato de diagrama de blocos. O aparelho de iluminação (300) inclui dois componentes, um processador (316) e uma colecção de componentes de fontes de iluminação (320), que é representada na FIG. 2, como uma matriz de díodos emissores de luz. Numa concretização do invento, a colecção de componentes de fontes de iluminação compreende, pelo menos, duas fontes de iluminação que produzem diferentes espectros de luz. A colecção de componentes de fontes de iluminação (320) está disposta dentro do referido aparelho de iluminação (300) numa montagem (350), de um modo tal que a luz proveniente dos

diferentes componentes de fontes de iluminação é deixada misturar-se para produzir um espectro resultante de luz que é basicamente, o espectro aditivo dos diferentes componentes de fontes de iluminação. Na FIG. 2, isto é feito por colocação dos componentes de fontes de iluminação (320) numa área geralmente circular, também podia ser feito de qualquer outra maneira, como seria compreendido por um especialista, tal como uma linha de componentes de fontes de iluminação, ou outra forma geométrica de componentes de fontes de iluminação. O termo "processador" é utilizado aqui para se referir a qualquer método ou sistema para o processamento, por exemplo, aos que processam, em resposta a um sinal ou dados e/ou aos que processam autonomamente. Um processador deve ser entendido como abrangente de microprocessadores, microcontroladores, processadores programáveis de sinais digitais, circuitos integrados, *software* de computador, *hardware* de computador, circuitos eléctricos, circuitos integrados de aplicação específica, dispositivos lógicos programáveis, matrizes de portas programáveis, matriz lógica programável, computadores pessoais, circuitos integrados, e qualquer outra combinação de componentes discretas analógicas, digitais, ou componentes programáveis, ou outros dispositivos capazes de fornecerem funções de processamento.

A colecção de fontes de iluminação (320) é controlada pelo processador (316) para produzir iluminação controlada. Em particular, o processador (316) controla a intensidade de LEDs individuais de cores diferentes na matriz de LEDs, que compõe a colecção de fontes de iluminação (320) para produzir iluminação em qualquer cor contida numa gama limitada pelos espectros dos LEDs individuais e quaisquer filtros ou outros dispositivos de alteração de espectro que lhe estão associados. Mudanças instantâneas na cor, e outros efeitos de sincronização estroboscópica, também podem ser produzidas com aparelhos de iluminação, tais como o módulo de luz (300) representado na FIG. 2. O aparelho de iluminação (300) pode ser feito capaz de receber energia e dados provenientes de uma fonte externa numa concretização do invento. A recepção de tais dados sendo feita pela linha de dados (330) e a energia

pela linha de energia (340). O aparelho de iluminação (300), através do processador (316), pode ser feito para prover as várias funções atribuídas às várias concretizações do invento aqui divulgado. Noutra concretização, o processador (316) pode ser substituído por cabos ou outro tipo de controlo mediante o qual o aparelho de iluminação (300) produz apenas uma única cor de luz.

Com referência à FIG. 3, o aparelho de iluminação (300) pode ser construído para ser utilizado, quer isolado quer como parte de um conjunto de aparelhos de iluminação (300) semelhantes. Um aparelho de iluminação individual (300) ou um conjunto de aparelhos de iluminação (300) pode ser provido com uma ligação de dados (350) para um ou mais dispositivos externos, ou, em certas concretizações do invento, com outros módulos de luz (300). Como aqui utilizado, o termo "ligação de dados" deve ser entendido para abranger qualquer sistema para fornecimento de dados, tal como uma rede, um barramento de dados, um cabo, um transmissor e um receptor, um circuito, uma fita de vídeo, um disco compacto, um disco de DVD, uma fita de vídeo, uma fita magnética de áudio, uma banda magnética de computador, um cartão, ou semelhantes. Uma ligação de dados pode assim incluir, qualquer sistema ou método para fornecer dados por radiofrequência, ultra-sons, auditivamente, infravermelhos, opticamente, microondas, laser, electromagneticamente, ou outro método ou sistema de transmissão ou de ligação. Isto é, qualquer utilização do espectro electromagnético ou outro mecanismo de transmissão de energia pode prover uma ligação de dados como aqui divulgado. Numa concretização do invento, o aparelho de iluminação (300) pode ser equipado com um transmissor, um receptor, ou ambos para facilitar a comunicação, e o processador (316) pode ser programado para controlar as capacidades de comunicação de uma maneira convencional. Os aparelhos de iluminação (300) podem receber dados através da ligação de dados (350) proveniente de um transmissor (352), que pode ser um transmissor convencional de um sinal de comunicações, ou pode ser parte de um circuito ou rede ligada ao aparelho de iluminação (300). Ou seja, o transmissor (352) deve ser entendido como englobando qualquer

dispositivo ou método para transmissão de dados para o aparelho de luz (300). O transmissor (352) pode ser ligado ou ser parte de um dispositivo de controlo (354), que gera dados de controlo para controlar os módulos de luz (300). Numa concretização do invento, o dispositivo de controlo (354) é um computador, tal como um computador portátil. Os dados de controlo podem estar em qualquer forma adequada para o controlo do processador (316) para controlarem a colecção de componentes de fontes de iluminação (320). Numa concretização do invento, os dados de controlo são formatados de acordo com o protocolo DMX-512, e é utilizado *software* convencional para gerar instruções DMX-512 num computador portátil ou num computador pessoal, como o dispositivo de controlo (354) para controlar os aparelhos de iluminação (300). O aparelho de iluminação (300) pode também ser provido com memória para armazenar instruções para controlar o processador (316), de modo que o aparelho de iluminação (300) pode actuar de modo autónomo de acordo com instruções pré-programadas.

As concretizações antecedentes de um aparelho de iluminação (300) residirão geralmente num de qualquer número de diferentes alojamentos. Contudo, tal alojamento não é necessário, e o aparelho de iluminação (300) pode ser utilizado sem um alojamento para ainda formar um aparelho de iluminação. Um alojamento pode prover as necessidades de lente da luz resultante produzida e pode prover protecção do aparelho de iluminação (300) e dos seus componentes. Um alojamento pode ser incluído num aparelho de iluminação dado que este termo é utilizado em todo este documento. FIG. 4 mostra uma vista expandida de uma concretização de um aparelho de iluminação do presente invento. A concretização representada compreende uma secção de um corpo substancialmente cilíndrico (362), um aparelho de iluminação (364), uma manga condutora (368), um módulo de energia (372), uma segunda manga condutora (374), e uma placa de fecho (378). É para ser aqui assumido que o aparelho de iluminação (364) e o módulo de energia (372) contêm a estrutura eléctrica e *software* de aparelho de iluminação (300) um módulo de energia e aparelho de iluminação diferentes (300) como é conhecido na

arte, ou como descrito no requerimento de Patente dos Estados Unidos Ser. N° 09/215,624 da qual a totalidade da divulgação é aqui incorporada por referência. Parafusos (382), (384), (386), (388) permitem que todo o aparelho seja ligado mecanicamente. A secção do corpo (362), mangas condutoras (364) e (374) e placa de fecho (378) são preferivelmente feitas de um material que conduz calor, tal como alumínio. A secção do corpo (362) tem uma extremidade de emissão (361), uma parte interior reflectora (não mostrada) e uma extremidade de iluminação (363). O módulo de iluminação (364) é fixado mecanicamente à referida extremidade de iluminação (363). A referida extremidade de emissão (361) pode ser aberta, ou, numa concretização pode ter-se-lhe fixado, um filtro (391). O filtro (391) pode ser um filtro limpo, um filtro de difusão, um filtro colorido, ou qualquer outro tipo de filtro conhecido na arte. Numa concretização, o filtro estará permanentemente ligado à secção do corpo (362), mas noutras concretizações, o filtro podia ser ligado de modo amovível. Ainda noutra concretização adicional, o filtro (391), não necessita de ser ligado à extremidade de emissão (361) da parte de corpo (362), mas pode ser inserido em qualquer lugar na direcção de emissão de luz proveniente do aparelho de iluminação (364). O aparelho de iluminação (364) pode ser em forma de disco com dois lados. O lado de iluminação (não mostrado) compreende uma pluralidade de componentes de fontes luminosas que produzem uma selecção pré-determinada de diferentes espectros de luz. O lado de ligação pode segurar uma montagem de pino macho de ligação eléctrica (392). Tanto o lado de iluminação como o lado de ligação podem ser revestidos com superfícies de alumínio para melhor permitir a condução do calor para fora a partir da pluralidade de componentes de fontes luminosas para a secção de corpo (362). Igualmente, o módulo de energia (372) tem geralmente a forma de disco e pode ter todas as superfícies disponíveis cobertas com alumínio, pela mesma razão. O módulo de energia (372) tem um lado de ligação que segura uma montagem de pino fêmea de ligação eléctrica (394) adaptada para encaixar os pinos da montagem (392). O módulo de energia (372) tem um lado de terminal de energia que segura um terminal (398) para ligação a uma fonte de energia, tal como

uma fonte eléctrica CA ou CC. Pode ser utilizada qualquer tomada normalizada CA ou CC, como apropriado.

É interposta uma manga condutora em alumínio (368) entre o aparelho de iluminação (362) e o módulo de energia (372), que circunda substancialmente o espaço entre os módulos (362) e (372). Como mostrado, uma placa de fecho em forma de disco (378) e parafusos (382), (384), (386) e (388) podem selar todos os componentes conjuntamente, e a manga condutora (374) é, portanto, interposta entre a placa de fecho (378) e o módulo de energia (372). Alternativamente, pode ser utilizado um método de ligação diferente dos parafusos (382), (384), (386) e (388) para selar a estrutura conjuntamente. Uma vez selado conjuntamente como uma unidade, o aparelho de iluminação (362) pode ser ligado a uma rede de dados como descrito acima, e pode ser montado de qualquer maneira conveniente para iluminar uma área.

As FIGS. 5a e 5b mostram um aparelho de iluminação alternativo que inclui um alojamento que podia ser utilizado noutra concretização do invento. A concretização representada compreende uma secção inferior do corpo (5001), uma secção superior do corpo (5003) e um aparelho de iluminação (5005). Novamente, o aparelho de iluminação pode conter o aparelho de iluminação (300), um aparelho de iluminação diferente do conhecido na arte, ou um aparelho de iluminação descrito em mais qualquer outra parte neste documento. O aparelho de iluminação (5005) aqui mostrado é concebido para ter uma faixa linear de componentes de dispositivos de iluminação (neste caso, LEDs (5007)), embora tal concepção não seja necessária. Contudo, uma tal concepção é desejável para uma concretização do invento. Adicionalmente à faixa linear de componentes de fontes de iluminação representada na FIG 5a como uma única faixa podiam ser utilizadas múltiplas faixas lineares, como seria compreendido por um especialista. Numa concretização do invento, a secção superior do corpo (5003) pode compreender um filtro, como foi acima debatido, ou pode ser translúcida, transparente, semitranslúcida, ou semitransparente. Na FIG 5a está adicionalmente mostrado o suporte opcional (5010) que

pode ser utilizado para suportar o aparelho de iluminação (5000). Este suporte (5010) compreende encaixes de ligação (5012) que podem ser utilizados para encaixar por atrito o aparelho de iluminação (5000) para permitir um alinhamento particular do aparelho de iluminação (5000) relativamente ao suporte (5010). A montagem também contém placa de ligação (5014) que pode ser ligada aos encaixes (5012) por qualquer tipo de ligação conhecido pela arte quer permanente, amovível, ou temporária. A placa de ligação (5014) pode então ser utilizada para ligar todo o aparelho a uma superfície tal como, mas não limitado a, uma parede ou tecto.

Numa concretização, o aparelho de iluminação (5000) é geralmente de forma cilíndrica quando montado (como mostrado na FIG. 5b) e, portanto, pode mover-se ou "rolar" numa superfície. Adicionalmente, numa concretização, o aparelho de iluminação (5000) só pode emitir luz através da secção superior do corpo (5003) e não através da secção inferior do corpo (5001). Sem um suporte (5010), pode ser difícil dirigir a luz emitida de um tal aparelho de iluminação (5000) e o movimento poderia causar a alteração da direccionalidade da luz indesejavelmente.

Numa concretização do invento, é reconhecido, que podem ser desejáveis gamas pré-especificadas de cores disponíveis e pode também ser desejável construir aparelhos de iluminação, de uma maneira a neste maximizar a iluminação do aparelho de iluminação para uma cor particular. Isto é melhor mostrado através de um exemplo numérico. Suponha-se que um aparelho de iluminação contém 30 componentes de fontes de iluminação em três comprimentos de onda diferentes, vermelho primário, azul primário, e verde primário (tal como LEDs individuais). Adicionalmente, suponha-se que cada uma destas fontes de iluminação produz a mesma intensidade de luz, só produzem a cores diferentes. Agora, existem múltiplas maneiras diferentes em que podem ser escolhidas as trinta fontes de iluminação para um dado qualquer aparelho de iluminação. Podiam ser 10 de cada uma das fontes de iluminação, ou alternativamente, podiam ser 30 fontes de iluminação coloridas de azul primário. Deve

ser prontamente evidente que estes aparelhos de iluminação poderiam ser úteis para diferentes tipos de iluminação. O segundo aparelho de luz produz luz mais intensa de azul primário (há 30 fontes de luz azul) do que a primeira fonte luminosa (que só tem 10 fontes luminosas de azul primário, as restantes 20 fontes de luz têm de estar desligadas para se produzir luz de azul primário), mas é limitado a apenas produzir luz de azul primário. O segundo aparelho de luz pode produzir mais cores de luz, porque os espectros dos componentes de fontes de iluminação podem ser misturados em diferentes percentagens, mas não pode produzir luz azul tão intensa. Deve ser prontamente evidente deste exemplo que a selecção dos componentes individuais de fontes de iluminação pode mudar o espectro resultante da luz que o aparelho pode produzir. Também deve ser evidente que a mesma selecção de componentes pode produzir luzes que podem produzir as mesmas cores, mas pode produzir essas cores com diferentes intensidades. Colocando-se isto de outro modo, o ponto máximo de um aparelho de iluminação (o ponto onde todos os componentes de fontes de iluminação estão no máximo) será diferente dependendo do que forem os componentes das fontes de iluminação.

Um sistema de iluminação pode ser especificado adequadamente utilizando-se um ponto máximo e uma gama de cores seleccionáveis. Este sistema tem muitas aplicações potenciais tais como, mas não limitadas a, iluminação de anúncios de vendas a retalho e iluminação de teatro. Frequentemente utilizam-se numerosos aparelhos de iluminação de uma pluralidade de cores diferentes para apresentarem um palco ou outra área com sombras interessantes e características desejáveis. Contudo, podem surgir problemas porque as lâmpadas utilizadas regularmente têm intensidades semelhantes antes de serem utilizados filtros de iluminação para especificarem cores desses aparelhos, devido a diferenças na transmissão dos vários filtros (por exemplo filtros azuis perdem frequentemente significativamente mais intensidade do que filtros vermelhos), os aparelhos de iluminação devem ter sua intensidade controlada para compensar. Por esta razão, os

aparelhos de iluminação são frequentemente operados a menos do que a sua capacidade total (para permitir mistura) requerendo a utilização de aparelhos de iluminação adicionais. Com os aparelhos de iluminação do presente invento, os aparelhos de iluminação que podem ser concebidos produzem cores particulares a intensidades idênticas de cores escolhidas quando operam à sua capacidade total, isto pode permitir mistura mais fácil da luz resultante, e pode resultar em mais opções para um projecto de esquema de iluminação.

Tal sistema permite que a pessoa que constrói ou concebe aparelhos de iluminação gerar luzes que podem produzir uma gama pré-seleccionada de cores, enquanto ainda maximiza a intensidade de luz a uma determinada cor mais desejável. Estes aparelhos de iluminação podiam portanto, permitir que um utilizador seleccione certa cor (es) de aparelhos de iluminação para uma aplicação independente de intensidade relativa. Os aparelhos de iluminação podem então ser construídos de modo a que as intensidades nestas cores sejam as mesmas. Apenas é alterado o espectro. Também permite que um utilizador seleccione aparelhos de iluminação que produzem uma cor particular de alta intensidade de luz, e também tenha a capacidade de seleccionar cores próximas de luz numa gama.

A gama de cores que pode ser produzida pelo aparelho de iluminação pode ser especificada em vez de, ou adicionalmente, ao ponto máximo. O aparelho de iluminação pode então ser provido com sistemas de controlo que permitem que um utilizador do aparelho de iluminação seleccione intuitivamente e facilmente uma cor desejada a partir da gama disponível.

Uma concretização de um tal sistema funciona por armazenamento dos espectros de cada um dos componentes das fontes de iluminação. Nesta concretização exemplificativa, as fontes de iluminação são LEDs. Seleccionando diferentes componentes LEDs com diferentes espectros, o projectista pode definir a gama de cores de um aparelho de iluminação. Uma maneira fácil de visualizar a gama de cor é a utilização do

diagrama CIE, que mostra toda a gama de iluminação de todas as cores da luz que podem existir. Uma concretização de um sistema fornece uma interface de autoria de luz, tal como uma interface interactiva de computador. FIG. 6, mostra uma concretização de uma interface interactiva de computador que permite a um utilizador ver um diagrama CIE (508) no qual é visualizado o espectro de cor que um aparelho de iluminação pode produzir. Na FIG.6 são guardados em memória espectros individuais de LED e podem ser chamados da memória para serem utilizados para o cálculo de uma área de controlo de combinação de cor. A interface tem vários canais (502) para a selecção de LEDs. Uma vez seleccionados, por variação da barra cursora de intensidade (504) pode mudar-se o número relativo de LEDs desse tipo no aparelho de iluminação resultante. A cor de cada LED representada num gráfico de cor tal como um diagrama CIE (508) como um ponto (por exemplo, o ponto (506)). Pode ser seleccionado um segundo LED num canal diferente para criar um segundo ponto (por exemplo, ponto (509)) no gráfico CIE. Uma linha que une estes dois pontos representa a extensão em que pode ser misturada a cor proveniente destes dois LEDs para produzir cores adicionais. Quando é utilizado um terceiro e um quarto canal, pode ser traçada uma área (510) no diagrama CIE que representa as possíveis combinações dos LEDs seleccionados. Embora a área (510) aqui mostrada seja um polígono de quatro lados seria entendido por um especialista que a área (510) podia ser uma linha de pontos ou um polígono com qualquer número de lados, em função dos LEDs escolhidos.

Em adição à especificação da gama de cores, as intensidades a dada qualquer cor, podem ser calculadas a partir dos espectros de LED. Conhecendo-se o número de LEDs para uma dada cor e a intensidade máxima de qualquer destes LEDs, é calculada a produção total de luz a uma cor particular. Pode ser traçado no diagrama um diamante (512) ou outro símbolo para representar a cor quando todos os LEDs estão em brilho total ou o ponto pode representar a presente configuração da intensidade.

Porque um aparelho de iluminação pode ser feito de uma pluralidade de componentes de fontes de iluminação, quando se concebe um aparelho de iluminação, pode ser seleccionada uma cor que é mais desejável, e pode ser concebido um aparelho de iluminação que maximiza a intensidade dessa cor. Alternativamente pode ser escolhido um aparelho e o ponto de máxima intensidade pode ser determinado desta selecção. Pode ser provida uma ferramenta para permitir o cálculo de uma cor particular, a uma intensidade máxima. FIG. 6 mostra tal ferramenta como símbolo (512), onde o diagrama CIE foi colocado num computador e podem ser executados cálculos automaticamente para calcular um número total de LEDs necessários para produzirem uma intensidade particular, bem como a relação de LEDs de diferente espectros para produzirem cores particulares. Alternativamente, pode ser escolhida uma selecção de LEDs e determinado o ponto de máxima intensidade, ambas as direcções de cálculo estão incluídas em concretizações deste invento.

Na FIG. 6, como o número de LEDs é alterado, os pontos de máxima intensidade movem-se de modo que um utilizador pode criar uma luz que tem uma intensidade máxima num ponto desejado.

Portanto, o sistema numa concretização do invento contém uma colecção dos espectros de um número de diferentes LEDs, fornece uma interface para um utilizador seleccionar LEDs que produzirão uma gama de cor que inclui a área desejável, e permite a um utilizador seleccionar o número de cada tipo de LED de tal modo que quando a unidade está em pleno, é produzida uma cor alvo. Numa concretização alternativa, o utilizador iria simplesmente precisar de fornecer um espectro desejado, ou cor e intensidade, e o sistema podia produzir um aparelho de iluminação que podia gerar luz de acordo com as solicitações.

Uma vez tenha sido concebida a luz, numa concretização, é adicionalmente desejável fazer o espectro da luz facilmente

acessível para o utilizador do aparelho de iluminação. Como foi acima debatido, o aparelho de iluminação pode ter sido escolhido para ter uma matriz particular de fontes de iluminação tal que é obtida uma cor particular à máxima intensidade. Contudo, podem existir outras cores que podem ser produzidas por variação das intensidades relativas dos componentes das fontes de iluminação. O espectro do aparelho de iluminação pode ser controlado contido numa gama pré-determinada especificada pela área (510). Para controlar a cor de iluminação contida na gama, reconhece-se que cada cor contida no polígono é a mistura aditiva dos LEDs componentes com cada cor contida nos componentes que têm uma intensidade variada. Ou seja, para se deslocar de um ponto na FIG. 6 para um segundo ponto na FIG. 6, é necessário alterar as intensidades relativas dos LEDs componentes. Isto pode ser menos do que intuitivo para o utilizador final do aparelho de iluminação que simplesmente quer uma cor particular, ou uma transição particular entre cores e não sabe as intensidades relativas para as quais deve mudar. Isto é particularmente verdade se os LEDs utilizados não têm espectros com um único pico de cor bem determinado. Um aparelho de iluminação pode ser capaz de gerar 100 tonalidades de laranja, mas como chegar a cada uma dessas tonalidades pode requerer controlo.

De modo a ser-se capaz de executar tal controlo do espectro da luz, é desejável, numa concretização, criar um sistema e método para a ligação da cor da luz a um dispositivo de controlo para controlar a cor da luz. Uma vez que um aparelho de iluminação pode ser concebido à medida, pode, numa concretização, ser desejável ter intensidades de cada um dos componentes das fontes de iluminação "mapeadas" para um espectro luminoso resultante desejável e permitindo que um ponto no mapa seja seleccionado pelo controlador. Ou seja, um método pelo qual, com a especificação por um controlador de uma cor particular de luz, o aparelho de iluminação possa ligar as fontes de iluminação apropriadas, à intensidade apropriada para criar aquela cor de luz. Numa concretização, o *software* de projecto do aparelho de iluminação mostrado na FIG. 6, pode ser configurado de tal forma que pode gerar um

mapeamento entre a cor desejável que pode ser produzida (dentro da área (510)), e as intensidades dos LEDs componentes que formam o aparelho de iluminação. Este mapeamento assumirá geralmente uma de duas formas: 1), uma tabela de consulta ou 2), uma equação paramétrica, embora possam ser utilizadas outras formas como seria conhecido por um especialista. Pode ser configurado *software* interno do aparelho de iluminação (tal como no processador (316), supra) ou interno de um controlador de iluminação, tal como um dos conhecidos na arte, ou descritos acima, para aceitar a entrada de um utilizador na selecção de uma cor, e produção de uma luz desejada.

Este mapeamento pode ser executado por uma variedade de métodos. Numa concretização, são conhecidas estatísticas acerca de cada componente individual de fontes de iluminação dentro do aparelho de iluminação, de modo que podem ser feitos cálculos matemáticos para produzirem uma relação entre o espectro resultante e os espectros dos componentes. Tais cálculos serão bem compreendidos por um especialista.

Noutra concretização, pode ser utilizado um sistema externo de calibração. Na figura 7 está descrita uma disposição de um tal sistema. Aqui, o sistema de calibração inclui um aparelho de iluminação (2010) que está ligado a um processador (2020) e que recebe a entrada de um sensor de luz ou transdutor (2034). O processador (2020) pode ser o processador (316) ou pode ser um processador adicional ou alternativo. O sensor (2034) mede características de cor e opcionalmente brilho, da saída de luz do aparelho de iluminação (2010) e/ou da luz ambiente, e o processador (2020) varia a saída do aparelho de iluminação (2010). Entre estes dois dispositivos que modulam o brilho ou cor da saída e que medem o brilho e cor da saída, o aparelho de iluminação pode ser calibrado, quando as configurações relativas dos componentes das fontes de iluminação (ou configurações do processador (2020)) estão directamente relacionadas com a saída do aparelho (2010) (configurações do sensor de luz (2034)). Dado que o sensor (2034) pode detectar o espectro líquido produzido pelo aparelho de iluminação, pode ser

utilizado para fornecer um mapeamento directo por relacionamento da saída do aparelho de iluminação com as configurações dos LEDs componentes.

Uma vez completado o mapeamento, podem ser utilizados outros métodos ou sistemas para o controlo do aparelho de iluminação. Tais métodos ou sistemas permitirão a determinação de uma cor desejada, e a produção dessa cor pelo aparelho de iluminação.

FIG. 8a mostra uma concretização do sistema (2000), onde pode ser utilizado um sistema de controlo (2030) em conjunção com um aparelho de iluminação (2010) para permitir o controlo do aparelho de iluminação (2010). O sistema de controlo (2030) pode ser automático, pode aceitar a entrada de um utilizador, ou pode ser uma qualquer combinação destes dois. O sistema (2000) pode também incluir um processador (2020), processador que pode ser o processador (316) ou outro processador para permitir que a luz mude de cor.

FIG. 9, mostra uma concretização mais particular de um sistema (2000) um sistema de controlo (2030) um sistema de controlo com interface de utilizador por computador (2032) com o qual um utilizador pode seleccionar uma cor desejada de luz é utilizado como um sistema de controlo (2030). Este pode ser a interface de utilizador (401) ou podia ser uma interface separada. A interface podia permitir qualquer tipo de interacção de utilizador na determinação da cor. Por exemplo, a interface pode fornecer uma paleta, diagrama de cromaticidade, ou outro esquema de cor a partir do qual um utilizador pode seleccionar uma cor, por exemplo, por clique com um rato numa cor adequada ou temperatura de cor na interface, mudando uma variável utilizando um teclado, etc. A interface pode incluir um monitor, um teclado de computador, um rato, um *trackpad*, ou qualquer outro sistema adequado para interacção entre o processador e um utilizador. Em certas concretizações, o sistema pode permitir que um utilizador seleccione um conjunto de cores para utilização repetida,

capaz de ser rapidamente acedido, por exemplo, por provimento de um código simples, tal como uma única letra ou dígito, ou por selecção de uma de um conjunto de cores pré-definidas através de uma interface, como acima descrito. Em certas concretizações, a interface pode também incluir uma tabela de consulta capaz de correlacionar nomes de cores com tonalidades aproximadas, convertendo coordenadas de cores a partir de um sistema (por exemplo, RGB, CYM, YIQ, YUV, HSV, HLS, XYZ, etc.) para sistema diferente de coordenadas de cores ou para um dispositivo de visualização ou cor de iluminação, ou qualquer outra função de conversão para assistir um utilizador na manipulação da cor da iluminação. A interface também pode incluir uma ou mais equações de forma reduzida para a conversão de, por exemplo, uma temperatura de cor especificada por um utilizador (associada com uma cor particular de luz branca) em sinais adequados para os diferentes componentes de fontes de iluminação do aparelho de iluminação (2010). O sistema pode incluir adicionalmente um sensor tal como debatido abaixo para fornecer informação para o processador (2020), por exemplo, para calibração automática da cor da luz emitida do aparelho de iluminação (2010) para atingir a cor seleccionada pelo utilizador na interface.

Noutra concretização, é utilizado um sistema de controlo manual (2036) no sistema (2000), como representado na FIG. 10a, tal como um marcador, cursor, interruptor, interruptor multipolar, consola, outra unidade de controlo de iluminação, ou qualquer outro controlador ou combinação de controladores para permitir que um utilizador modifique as condições de iluminação até que sejam desejáveis as condições de iluminação ou a aparência de um assunto que está a ser iluminado. Por exemplo, podem ser utilizados, um marcador ou um cursor, num sistema para modular o espectro líquido de cores produzido, a iluminação ao longo da curva de temperatura de cor, ou qualquer outra modelação da cor do aparelho de iluminação. Alternativamente, podem ser utilizados para modular a cor, temperatura ou espectro, um *joystick*, *TrackBall*, *trackpad*, rato, selector rotativo, a superfície sensível ao toque, ou uma consola com dois ou mais cursores, marcadores, ou outros

controles. Estes controles manuais podem ser utilizados em conjunção com um sistema de controlo de interface por computador (2032), como debatido acima, ou podem ser utilizados independentemente, possivelmente com marcações relacionadas para permitir que um utilizador pesquise através de uma gama disponível de cores.

Um tal sistema de controlo manual (2036) está pormenorizado na FIG. 10b. A unidade de controlo representada caracteriza um marcador graduado para indicar uma gama de temperaturas de cor, por exemplo, de 3000K a 10.500K. Este dispositivo seria útil num aparelho de iluminação utilizado para produzir uma gama de temperaturas ("cores") de luz branca, tal como a debatida abaixo. Deverá ser entendido por um especialista que podem ser utilizadas gamas mais amplas, mais estreitas, ou que se sobrepõem, e um sistema similar podia ser utilizado para controlar aparelhos de iluminação que podem produzir luz de um espectro para além de branco, ou que não inclui branco. Um sistema de controlo manual (2036) pode ser incluído como parte de um processador que controla uma matriz de unidades de iluminação, acoplado a um processador, por exemplo, como um componente periférico de um sistema de controlo de iluminação, disposto num controlo remoto capaz de transmitir um sinal, tal como um sinal de infravermelhos ou de microondas, para um sistema que controla uma unidade de iluminação, ou utilizado ou configurado de qualquer outra maneira, como será prontamente compreendido por um especialista. Adicionalmente, em vez de um marcador, um sistema de controlo manual (2036) pode utilizar um cursor, um rato, ou qualquer outro dispositivo de controlo ou de entrada adequado para utilização nos sistemas e métodos aqui descritos.

Noutra concretização, o sistema de calibração representado na Fig. 7, pode funcionar como um sistema de controlo ou como uma parte de um sistema de controlo. Por exemplo, uma cor seleccionada podia ser introduzida pelo utilizador e o sistema de calibração podia medir o espectro de luz ambiente, comparar o espectro medido com o espectro

seleccionado, ajustar a cor de luz produzida pelo aparelho de iluminação (2010), e repetir o procedimento para minimizar a diferença entre o espectro desejado e o espectro medido. Por exemplo, se o espectro medido é deficiente em comprimentos de onda vermelhos, quando comparado com o espectro alvo, o processador pode aumentar o brilho dos LEDs vermelhos no aparelho de iluminação, diminuir o brilho dos LEDs azuis e verdes no aparelho de iluminação, ou ambos, de modo a minimizar a diferença entre o espectro medido e o espectro alvo e potencialmente também alcançar um brilho alvo (isto é, tal como o máximo brilho possível dessa cor). O sistema podia também ser utilizado para fazer coincidir a cor produzida por um dispositivo de iluminação com uma cor que existe naturalmente. Por exemplo, um realizador podia encontrar luz num local onde a filmagem não ocorre e medir essa luz utilizando o sensor, isto podia então fornecer a cor desejada, que é para ser produzida pelo aparelho de iluminação. Numa concretização, estas tarefas podem ser executadas simultaneamente (utilizando potencialmente dois sensores separados). Ainda numa outra concretização, o director pode medir remotamente uma condição de iluminação com um sensor (2034) e armazenar essa condição de iluminação numa memória associada com esse sensor (2034). A memória do sensor pode então ser transferida num momento posterior para o processador (2020) que pode configurar o aparelho de iluminação para imitar a luz gravada. Isto permite a um director criar uma "memória de iluminação desejada", que pode ser armazenada e recriada mais tarde por aparelhos de iluminação, tais como os descritos acima.

O sensor (2034) utilizado para medir as condições de iluminação pode ser um fotodíodo, um fototransístor, um fotoresístor, um radiómetro, um fotómetro, um colorímetro, um radiómetro espectral, uma câmara, uma combinação de dois ou mais dos dispositivos precedentes, ou qualquer outro sistema capaz de medir a cor ou brilho de condições de iluminação. Um exemplo de um sensor pode ser o IL2000 SpectroCube Spectroradiometer oferecido para venda pela International Light Inc., embora possa ser utilizado qualquer outro sensor.

Um colorímetro ou radiómetro espectral é vantajoso porque pode ser detectada simultaneamente uma quantidade de comprimentos de onda, permitindo medições precisas de cor e brilho simultaneamente. Um sensor de temperatura de cor que pode ser utilizado nos sistemas e métodos aqui descritos está divulgado na Patente U.S. Nº 5,521,708.

Nas concretizações em que o sensor (2034) detecta uma imagem, por exemplo, inclui uma câmara ou outro dispositivo de captura de vídeo, o processador (2020) pode modular as condições de iluminação com o aparelho de iluminação (2010) até que apareça um objecto iluminado, substancialmente o mesmo, por exemplo, substancialmente a mesma cor, como numa imagem previamente gravada. Tal sistema simplifica procedimentos utilizados por cineastas, por exemplo, que tentam produzir uma aparência consistente de um objecto para promover a continuidade entre as cenas de um filme, ou por fotógrafos, por exemplo, que tentam reproduzir as condições de iluminação de uma fotografia anterior.

Em certas concretizações, o aparelho de iluminação (2010) pode ser utilizado como a única fonte de luz, enquanto noutras concretizações, tal como está representado na FIG 8b, o aparelho de iluminação (2010) pode ser utilizado em combinação com uma segunda fonte de luz (2040), tal como uma lâmpada incandescente, fluorescente, de halogéneo, outras fontes de LED ou componentes de fontes de luz (incluindo as com e sem controlo), luzes que são controladas com modelação de largura de impulsos, luz solar, luar, luz de velas, etc. Esta utilização pode ser para suplementar a saída da segunda fonte. Por exemplo, uma luz fluorescente que emite iluminação fraca em partes vermelhas do espectro pode ser suplementada com um aparelho de iluminação que emite primeiramente comprimentos de onda vermelhos para fornecer condições de iluminação que se assemelham mais estreitamente com luz solar natural. Identicamente, um tal sistema pode também ser útil em situações de captura de imagem ao ar livre, porque a temperatura de cor da luz natural varia conforme muda a posição do sol. Um aparelho de iluminação (2010) pode ser

utilizado em conjunção com um sensor (2034) como controlador (2030) para compensar as mudanças de luz solar para manter condições de iluminação constantes para a duração de uma sessão.

Qualquer um dos supracitados sistemas podia ser aplicado no sistema divulgado na FIG 11. Um sistema de iluminação para um local pode compreender uma pluralidade de aparelhos de iluminação (2301), que são controláveis por um sistema de controlo central (2303). A luz dentro do local (ou num local particular, tal como o palco (2305) aqui representado) é agora desejado para imitar outro tipo de luz, como a luz solar. Um primeiro sensor (2307) é levado para o exterior e a luz solar natural (2309) é medida e gravada. Esta gravação é então fornecida ao sistema de controlo central (2303). Um segundo sensor (que pode ser o mesmo sensor numa concretização) (2317) está presente no palco (2305). O sistema de controlo central (2309) agora controla a intensidade e cor da pluralidade de aparelhos de iluminação (2301) e tenta fazer coincidir o espectro de entrada do referido segundo sensor (2317) com o espectro da luz solar natural pré-gravada (2309). Desta forma, o projecto da iluminação interior pode ser simplificado drasticamente dado que podem ser reproduzidas cores desejadas de luz ou simuladas num cenário fechado. Isto pode ser num teatro (como aqui representado), ou em qualquer outro local, tal como uma casa, um escritório, um estúdio, uma loja de venda a retalho, ou qualquer outro local onde é utilizada iluminação artificial. Um tal sistema podia também ser utilizado conjuntamente com outras fontes luminosas secundárias para criar um efeito de iluminação desejado.

Os supracitados sistemas admitem a criação de aparelhos de iluminação com virtualmente qualquer tipo de espectro. É frequentemente desejável produzir luz que parece "natural" ou de luz que é de alta qualidade, especialmente luz branca.

Um aparelho de iluminação que produz luz branca de acordo com o supracitado invento pode compreender qualquer colecção

de componentes de fontes de iluminação de tal modo que a área definida pelas fontes de iluminação pode englobar pelo menos uma parte da curva do corpo negro. A curva de corpo negro (104) na FIG. 1 é uma construção física que mostra luz branca de diferentes cores relativamente à temperatura da luz branca. Numa concretização preferida, seria englobada a totalidade da curva de corpo negro, permitindo que o aparelho de iluminação produza qualquer temperatura de luz branca.

Para uma luz branca de cor variável com a intensidade mais elevada possível, pode ser englobada uma parte significativa da curva de corpo negro. Pode então ser simulada a intensidade a diferentes cores de brancos ao longo da curva de corpo negro. A intensidade máxima produzida por esta luz podia ser colocada ao longo da curva de corpo negro. Por variação do número de cada LED de cor (na FIG. 6 vermelho, azul, âmbar, azul/verde), é possível mudar a localização do ponto máximo (o símbolo (512) na FIG. 6). Por exemplo, a cor máxima podia ser colocada a aproximadamente 5400K (luz solar do meio-dia mostrada pelo ponto (106) na FIG. 1), mas podia ser utilizado qualquer outro ponto (dois outros pontos são mostrados na FIG 1. que correspondem a um clarão de incêndio e a uma lâmpada incandescente). Um tal aparelho de iluminação seria então capaz de produzir luz a 5400K a uma alta intensidade, adicionalmente, a luz pode ajustar-se para as diferenças em temperatura (por exemplo, luz solar com nebulosidade) por movimentação à volta da área definida.

Embora este sistema gere luz branca com uma temperatura de cor variável, não é necessariamente uma fonte luminosa branca de alta qualidade. Pode ser escolhida uma quantidade de combinações de cores de fontes de iluminação que engloba a curva de corpo negro, e a qualidade dos aparelhos de iluminação resultantes pode variar dependendo das fontes de iluminação escolhidas.

Dado que a luz branca é uma mistura de diferentes comprimentos de onda de luz, é possível caracterizar luz

branca com base nas cores componentes da luz que são utilizados para a gerar. Vermelho, verde e azul (RGB) podem combinar-se para formar branco; como podem azul claro, âmbar e lavanda; ou ciano, magenta e amarelo. A luz branca natural (luz solar) contém um espectro virtualmente contínuo de comprimentos de onda em toda a banda visível humana (e mais ainda). Isto pode ser visto por exame da luz solar através de um prisma, ou olhando para um arco-íris. Muitas luzes brancas artificiais são tecnicamente branca para o olho humano, contudo, podem aparecer muito diferentes quando mostradas em superfícies coloridas, porque lhes falta um espectro virtualmente contínuo.

Como um exemplo extremo, pode criar-se uma fonte luminosa branca utilizando-se dois lasers (ou outras fontes ópticas de bandas estreitas), com comprimentos de onda complementares. Essas fontes teriam uma largura espectral extremamente estreita talvez 1 nm de largura. Para o exemplificar, escolher-se-ão comprimentos de onda de 635 nm e 493 nm. Estes são considerados complementares, uma vez que irão combinar-se aditivamente para fazer luz que o olho humano percebe como luz branca. Os níveis de intensidade destes dois lasers podem ser ajustados para alguma relação de energias que produzirá luz branca que parece ter uma temperatura de cor de 5000K. Se estas fontes forem dirigidas para uma superfície branca, a luz reflectida aparecerá como luz branca de 5000K.

O problema com este tipo de luz branca, é que parecerá extremamente artificial, quando mostrada numa superfície colorida. Uma superfície colorida (em oposição a luz colorida) é produzida porque a superfície absorve e reflecte luz de diferentes comprimentos de onda. Se atingida por luz branca, que compreende um espectro completo (luz com todos os comprimentos de onda da banda visível a intensidade razoável), a superfície absorverá e reflectirá perfeitamente. Contudo, a luz branca acima não fornece o espectro completo. Para utilizar novamente um exemplo extremo, se uma superfície só reflectiu luz de 500 nm - 550 nm parecerá um verde bastante escuro em luz com espectro total, mas parecerá preta (absorve

todos os espectros presentes) na supracitada luz branca artificial gerada por laser.

Além disso, dado que o índice CRI assenta num número limitado de observações, existem lacunas matemáticas no método. Dado que são conhecidos os espectros para amostras de cores CRI, é um exercício relativamente simples determinar os comprimentos de onda óptimos e os números mínimos de fontes de banda estreita necessárias para alcançar um elevado CRI. Esta fonte enganará a medição CRI, mas não o observador humano. O método CRI é na melhor das hipóteses um estimador do espectro que o olho humano pode ver. Um exemplo quotidiano é a lâmpada fluorescente compacta moderna. Tem um CRI bastante elevado de 80 e uma temperatura de cor de 2980K, mas ainda parece antinatural. O espectro de uma fluorescente compacta é mostrado na FIG. 27.

Devido às vantagens de luz de alta qualidade (em particular, luz branca de alta qualidade) que pode ser variada ao longo de diferentes temperaturas ou espectros, uma concretização adicional deste invento compreende sistemas e método para geração de uma luz branca de alta qualidade por mistura da radiação electromagnética a partir de uma pluralidade de componentes de fontes de iluminação, tais como LEDs. Isto é conseguido escolhendo-se LEDs que fornecem uma luz branca, que é orientada para a interpretação da luz pelo olho humano, bem como o índice CRI matemático. Essa luz pode então ser maximizada em intensidade utilizando-se o sistema acima. Além disso, porque a temperatura de cor da luz pode ser controlada, esta luz branca de alta qualidade pode portanto, ainda ter o controlo acima discutido e pode ser uma luz controlável, de alta qualidade, que pode produzir luz de alta qualidade através de uma gama de cores.

Para produzir uma luz branca de alta qualidade, é necessário examinar a capacidade do olho humano para ver luz de diferentes comprimentos de onda e determinar o que faz uma luz de alta qualidade. Na sua definição mais simples, uma luz

branca de alta qualidade fornece baixa distorção para objectos coloridos quando são vistos sob esta. Portanto faz sentido, começar por analisar uma luz de alta qualidade com base no que o olho humano vê. Geralmente, a luz branca da mais alta qualidade é considerada como sendo luz solar ou luz de espectro completo, dado que esta é a única fonte de luz "natural". Para os objectivos desta divulgação, que será aceite que a luz solar é uma luz branca de alta qualidade.

A sensibilidade do olho humano é conhecida como a resposta Fotópica. A resposta Fotópica pode ser pensada como uma função de transferência espectral para o olho, que significa que indica quanto de cada comprimento de onda de entrada de luz é visto pelo observador humano. Esta sensibilidade pode ser expressa graficamente como a função de luminosidade espectral  $V\lambda$  (501), que está representada na FIG. 12.

A resposta Fotópica do olho é importante dado que pode ser utilizada para descrever as fronteiras no problema de geração de luz branca (ou de qualquer cor de luz). Numa concretização do invento, uma luz branca de alta qualidade necessitará de compreender apenas que o olho humano pode "ver". Noutra concretização do invento, pode ser reconhecido que a luz branca de alta qualidade pode conter radiação electromagnética, que não pode ser vista pelo olho humano, mas pode resultar numa resposta fotobiológica. Portanto, uma luz branca de alta qualidade pode incluir só luz visível, ou pode incluir luz visível e outra radiação electromagnética que pode resultar numa resposta fotobiológica. Esta será geralmente radiação electromagnética inferior a 400 nm (luz ultravioleta) ou superior a 700 nm (luz infravermelha).

Utilizando a primeira parte da descrição, a fonte não necessita de ter qualquer energia superior a 700 nm ou inferior a 400 nm, dado que o olho só tem apenas resposta mínima a estes comprimentos de onda. Uma fonte de alta qualidade seria preferivelmente substancialmente contínua

entre estes comprimentos de onda (de outro modo as cores podiam ser distorcidas), mas pode diminuir no sentido de comprimentos de onda, maiores ou menores, devido à sensibilidade do olho. Além disso, será diferente a distribuição espectral de diferentes temperaturas de luz branca. Para ilustrar isto, as distribuições espectrais para duas fontes de corpo negro com temperaturas de 5000K (601) e 2500K (603) são mostradas na FIG. 13, juntamente com a função de luminosidade espectral (501) da FIG. 12.

Como visto na FIG. 13, a curva de 5000K é suave e centrada em cerca de 555 nm com apenas uma ligeira diminuição em ambas as direcções crescente e decrescente de comprimento de onda. A curva de 2500K é fortemente ponderada para comprimentos de onda mais elevados. Esta distribuição faz sentido intuitivamente, dado que temperaturas de cor inferiores parecem ser amarelo-para-avermelhado. Um ponto que surge da observação destas curvas, novamente a curva de luminosidade espectral, é o da resposta Fotópica do olho estar "cheio". Isto significa que cada cor que é iluminada por uma destas fontes será percebida por um observador humano. Quaisquer buracos, ou seja, áreas com nenhuma energia espectral, farão com que certos objectos pareçam anormais. É por isto que muitas fontes luminosas "brancas" parecem quebrar cores. Dado que as curvas de corpo negro são contínuas, mesmo a mudança drástica de 5000K para 2500K só vai desviar as cores para o vermelho, fazendo-as parecer mais quentes, mas não desprovidas de cor. Esta comparação mostra que uma especificação importante de qualquer aparelho de luz artificial de alta qualidade é um espectro contínuo através da resposta fotópica do observador humano.

Tendo examinado estas relações do olho humano, um aparelho para produção de luz branca controlável de alta qualidade precisaria de ter as seguintes características. A luz tem um espectro substancialmente contínuo ao longo dos comprimentos de onda visíveis para o olho humano, com quaisquer buracos ou lacunas localizadas nas áreas onde o olho humano é menos sensível. Adicionalmente, de modo a fazer uma

luz branca controlável de alta qualidade ao longo de uma gama de temperaturas, seria desejável produzir um espectro luminoso que pode ter valores relativamente iguais de cada comprimento de onda de luz, mas pode também fazer diferentes comprimentos de onda drasticamente mais ou menos intensos relativamente a outros comprimentos de onda, dependendo da temperatura de cor desejada. A forma de onda mais clara que teria tal controlo necessitaria de espelhar o alcance da resposta fotópica do olho, enquanto sendo ainda controlável a vários diferentes comprimentos de onda.

Como foi debatido acima, os métodos de mistura tradicionais que criam luz branca podem criar luz que é tecnicamente "branca", mas ainda produz uma aparência anormal para o olho humano. A classificação CRI para estes valores é usualmente extremamente baixa ou possivelmente negativa. Isto é porque, se não houver um comprimento de onda de luz presente na geração de luz branca, é impossível para um objecto de uma cor reflectir/absorver esse comprimento de onda. Num caso adicional, dado que a classificação CRI assenta em oito amostras de cores particulares, é possível obter um alto CRI, embora não tendo uma luz particularmente de alta qualidade porque a luz branca funciona bem para aquelas amostras de cores particulares especificadas pela classificação CRI. Ou seja, um índice CRI elevado podia ser obtido por uma luz branca composta por oito fontes de 1 nm, que foram perfeitamente alinhadas com as oito estruturas de cor CRI. Contudo, isto não seria uma fonte luminosa de alta qualidade para iluminar outras cores.

A lâmpada fluorescente mostrada na FIG. 27, fornece um bom exemplo de uma luz de alto CRI que não é de alta qualidade. Embora a luz de uma lâmpada fluorescente seja branca, é compreendida por muitos picos (tais como (201) e (203)). A posição destes picos foi cuidadosamente concebida de modo que, quando medida utilizando-se amostras CRI produziram uma elevada classificação. Por outras palavras, estes picos enganam o cálculo CRI mas não o observador humano. O resultado é uma luz branca que é utilizável, mas não óptima (ou seja,

parece artificial). Os picos drásticos no espectro de uma luz fluorescente também são evidentes na FIG. 27. Estes picos são parte da razão pela qual a luz fluorescente parece muito artificial. Mesmo se a luz é produzida dentro dos vales espectrais, é tão dominada pelos picos que um olho humano tem dificuldade em vê-la. Uma luz branca de alta qualidade pode ser produzida de acordo com esta divulgação sem os picos e vales drásticos de uma lâmpada fluorescente.

Um pico espectral é o ponto de intensidade de uma cor particular de luz que tem menos intensidade em pontos que lhe são imediatamente laterais. Um pico espectral máximo é o pico espectral mais alto contido na região de interesse. Portanto, é possível ter múltiplos picos contidos numa parte escolhida do espectro electromagnético, apenas um único pico máximo, ou não ter picos absolutamente. Por exemplo, a FIG. 12 na região de 500 nm a 510 nm não tem picos espectrais porque não há nenhum ponto nessa região que tenha pontos mais baixos em ambos os lados deste.

Um vale é o oposto de um pico e é um ponto que é um mínimo e tem pontos de intensidade mais alta em cada lado deste (um patamar invertido é também um vale). Um patamar especial também pode ser um pico de espectro, um patamar envolve uma série de pontos concorrentes com a mesma intensidade com os pontos em cada lado das séries que têm menor intensidade.

Deve ficar claro que luz branca de alta qualidade que simula fontes de corpo negro não têm picos e vales significativos contidos na área de resposta fotópica do olho humano, como é mostrado na FIG. 13.

A maior parte da luz artificial tem, contudo, alguns picos e vales nesta região tal como mostrado na FIG. 27, contudo, quanto menor a diferença entre estes pontos, melhor. Isto é especialmente verdadeiro para temperatura de luz mais

alta enquanto, para temperatura de luz mais baixa a linha contínua tem uma inclinação positiva ascendente, sem picos ou vales e seriam menos perceptíveis vales menos pronunciados nas áreas de comprimentos de onda mais curtos, tal como o seriam ligeiros picos nos comprimentos de onda mais longos.

Para considerar esta relação de pico e vale com a luz branca de alta qualidade, o seguinte é desejável numa luz branca de alta qualidade de uma concretização deste invento. O vale mais baixo na gama visível deve ter uma maior intensidade do que a intensidade atribuível ao ruído de fundo, como seria compreendido por um especialista. É adicionalmente desejável fechar a lacuna entre o vale mais baixo e o pico máximo, e concretizações do invento têm vales mais baixos com, pelo menos, 5%, 10%, 25%, 33%, 50%, e 75% da intensidade dos picos máximos. Um especialista veria que podiam ser utilizadas outras percentagens em qualquer parte até 100%.

Noutra concretização, é desejável imitar a forma do espectro de corpo negro a diferentes temperaturas, para temperaturas mais altas (4.000K até 10.000K) isto pode ser semelhante à análise de picos e vales supra. Para temperaturas mais baixas, uma outra análise seria a de dever ter a maior parte dos vales a um comprimento de onda mais curto do que o pico mais alto. Isto seria desejável numa concretização para temperaturas de cor inferiores a 2500K. Noutra concretização, seria desejável ter isto na região de 500K a 2500K.

Da análise supra, luz branca artificial de alta qualidade deve portanto, ter um espectro que é substancialmente contínuo entre 400 nm e 700 nm, sem picos drásticos. Além disso, para ser controlável, a luz deve ser capaz de produzir um espectro que se assemelha a luz natural a várias temperaturas de cor. Devido à utilização de modelos matemáticos na indústria, é também desejável para a fonte, produzir um alto CRI indicativo de que as cores de referência estão a ser preservadas e que mostra que a luz branca de alta qualidade do presente invento não falha nos testes previamente conhecidos.

De modo a construir aparelhos de iluminação com luz branca de alta qualidade utilizando LEDs como componentes de fontes de iluminação, é desejável numa concretização ter LEDs com picos espectrais máximos e larguras espectrais particulares. Também é desejável ter o aparelho de iluminação a admitir controlabilidade, ou seja, que a temperatura de cor pode ser controlada para seleccionar um espectro particular de luz "branca" ou até ter um espectro de luz colorida em adição à luz branca. Também deve ser desejável para cada um dos LEDs a produção de intensidades iguais para admitir uma mistura fácil.

Um sistema para criação de luz branca inclui um grande número (por exemplo cerca de 300) de LEDs, cada um dos quais tem uma largura espectral estreita e cada um dos quais tem um pico espectral máximo que abrange uma parte pré-determinada da gama de cerca de 400 nm a cerca de 700 nm, possivelmente com alguma sobreposição e, possivelmente para além dos limites da luz visível. Esta fonte de luz pode produzir essencialmente luz branca, e pode ser controlável para produzir qualquer temperatura de cor (e também qualquer cor). Admite variação menor do que o olho humano pode ver e, portanto, o aparelho de luz pode fazer mudanças mais precisamente do que um humano pode perceber. Tal luz é, portanto, uma concretização do invento, mas outras concretizações podem usar menos LEDs quando a percepção pelos seres humanos é o foco.

Noutra concretização, pode ser utilizado um número significativamente menor de LEDs com a largura espectral de cada LED aumentada para gerar uma luz branca de alta qualidade. Na FIG. 14, é mostrada uma concretização de um tal aparelho de luz. FIG. 14, mostra os espectros de nove LEDs (701) com larguras espectrais de 25 nm espaçadas a cada 25 nm. Deve aqui reconhecer-se que um aparelho de iluminação de nove LED não contém necessariamente nove fontes de iluminação totais. Contém algum número de cada uma das nove fontes de iluminação de cores diferentes. Este número será usualmente o mesmo para cada cor, mas não precisa de o ser. Estão geralmente disponíveis LEDs de alto brilho com uma largura

espectral de cerca de 25 nm. A linha a cheio (703) indica o espectro aditivo de todos os espectros de LED com energia igual como poderia ser criado utilizando-se o supracitado método de aparelho de iluminação. As energias dos LEDs podem ser ajustadas para gerarem uma gama de temperaturas de cor (bem como cores) por ajustamento das intensidades relativas dos nove LEDs. As FIGS. 15a e 15b são espectros para a luz branca a 5000K (801) e 2500K (803) proveniente deste aparelho de iluminação. Este aparelho de iluminação de nove LED tem a capacidade de reproduzir uma ampla gama de temperaturas de cor, bem como uma ampla gama de cores dado que a área do diagrama CIE englobada pelos LEDs componentes cobre a maior parte das cores disponíveis. Permite o controlo sobre a produção de espectros de não-contínuos e a geração de cores particulares de alta qualidade, por escolha da utilização de apenas um subconjunto das fontes de iluminação LED disponíveis. Deve notar-se que a escolha da localização do comprimento de onda dominante dos nove LEDs podia ser movida sem variação significativa na capacidade de produzir luz branca. Adicionalmente, podem ser adicionados diferentes LEDs coloridos. Tais adições podem melhorar a resolução como foi debatido no exemplo de 300 LED supra. Qualquer um destes aparelhos de luz pode satisfazer os supracitados padrões de qualidade. Podem produzir um espectro que é contínuo ao longo da resposta fotópica do olho, isto é, sem picos drásticos, e que pode ser controlado para produzir uma luz branca de múltiplas temperaturas de cor desejadas.

A fonte de luz branca de nove LED é eficaz dado que a sua resolução espectral é suficiente para simular com precisão as distribuições espectrais dentro dos limites de percepção humana. Contudo, podem ser utilizados menos LEDs. Se forem seguidas as especificações para fazer luz branca de alta qualidade, menos LEDs podem ter uma maior largura espectral aumentada para manter o espectro substancialmente contínuo que satisfaz a resposta Fotópica do olho. A diminuição podia ser de qualquer número de LEDs de 8 a 2. O caso de 1 LED não admite mistura de cores e, portanto, nenhum controlo. Para ter

um aparelho de luz branca de temperatura controlável, são requeridas pelo menos, duas cores de LEDs.

Uma concretização inclui três LEDs coloridos diferentes. Três LEDs admitem que esteja disponível uma área bidimensional (um triângulo) como o espectro para o aparelho resultante. Na FIG. 16 é mostrada uma concretização de uma fonte de três LED.

O espectro aditivo dos três LEDs (903) oferece menos controlo do que o aparelho de iluminação de nove LED, mas pode satisfazer os critérios para uma fonte luminosa branca de alta qualidade, como acima debatido. O espectro pode ser contínuo, sem picos drásticos. É também controlável, dado que o triângulo de luz branca disponível engloba a curva de corpo negro. Esta fonte pode perder o controlo preciso sobre certas cores ou temperaturas que foram obtidas com um maior número de LEDs dado que a área englobada no diagrama CIE é um triângulo, mas a energia destes LEDs ainda pode ser controlada para simular fontes de diferentes temperaturas de cor. Uma tal alteração é mostrada nas FIGS. 17a e 17b para fontes de 5000K (1001) e 2500K (1003). Um especialista veria que também podem ser geradas temperaturas alternativas.

Ambos os exemplos de nove LED e de três LED demonstram que podem ser utilizadas combinações de LEDs para criarem aparelhos de iluminação branca de alta qualidade. Estes espectros satisfazem a resposta fotópica do olho e são contínuos, o que significa que parecem mais naturais do que as fontes luminosas artificiais, tais como luzes fluorescentes. Ambos os espectros podem ser caracterizados como de alta qualidade dado que os CRIs medem nos altos 90s.

No projecto de um aparelho de iluminação branca, um impedimento é a falta de disponibilidade corrente de LEDs com um pico espectral máximo de 555 nm. Este comprimento de onda está no centro da resposta Fotópica do olho e uma das cores mais nítidas para o olho. A introdução de um LED com um

comprimento de onda dominante ou perto de 555 nm simplificaria a geração de luz branca baseada em LED, e um aparelho de luz branca com um tal LED compreende uma concretização deste invento. Noutra concretização do invento, também podia ser utilizada uma fonte de iluminação não-LED que produz luz com um pico espectral máximo de cerca de 510 nm até cerca de 570 nm para preencher esta lacuna espectral particular. Ainda numa concretização adicional, esta fonte não-LED podia compreender uma fonte luminosa branca existente e um filtro para fazer com que essa fonte luminosa resultante tenha um pico espectral máximo nesta área geral.

Noutra concretização pode ser gerada luz branca de alta qualidade utilizando-se LEDs sem picos espectrais à volta de 555 nm, para preencher a lacuna na resposta Fotópica deixada pela ausência de LEDs verdes. Uma possibilidade é preencher a lacuna com uma fonte de iluminação não-LED. Outra, como descrito abaixo, é que pode ser gerada uma fonte luminosa branca de alta qualidade controlável utilizando-se uma colecção de um ou mais LEDs coloridos diferentes, onde nenhum dos LEDs tem um pico espectral máximo na gama de cerca de 510 nm a 570 nm.

Para construir um aparelho de iluminação de luz branca que é controlável através de uma gama geralmente desejada de temperaturas de cor, primeiro é necessário determinar o critério desejado de temperaturas.

Numa concretização, este é escolhido para ser temperaturas de cor de cerca de 2300K até cerca de 4500K, que é normalmente utilizado por projectistas de iluminação na indústria. Contudo, podia ser escolhida qualquer gama para outras concretizações, incluindo a gama de 500K a 10.000K que cobre a maior parte da variação na luz branca visível ou qualquer sub-gama desta. O espectro global de produção desta luz pode atingir um CRI comparável com fontes luminosas normalizadas já existentes. Especificamente, pode ser especificado um alto CRI (superior a 80) a 4500K e um baixo

CRI (maior do que 50) a 2300K, embora novamente possa ser escolhido qualquer valor. Os picos e vales também podem ser minimizados na gama de, tanto quanto possível, e particularmente para terem uma curva contínua, onde nenhuma intensidade é 0.

Em anos recentes, tornaram-se disponíveis LEDs brancos. O Documento EP-A-0936682 descreve alguns LEDs brancos. Estes LEDs operam com utilização de um LED azul para bombear uma camada de substância luminescente. A substância luminescente baixa a frequência de alguma da luz azul para verde e vermelho. O resultado é um espectro que tem um espectro largo e está aproximadamente centrado em cerca de 555 nm, e é-se-lhe referido como "branco frio". Um espectro exemplificativo para tal LED branco (em particular para um LED Nichia NSPW510 BS (bin A)), está mostrado na FIG. 18, como o espectro (1201).

O espectro (1201) mostrado na FIG. 18 é diferente dos espectros semelhantes aos de Gauss, para alguns LEDs. Isto é porque em nem toda a energia de bombagem do LED azul é baixada a frequência. Isto tem o efeito de arrefecimento do espectro global dado que a parte mais alta do espectro é considerada como sendo quente. O CRI resultante para este LED é de 84, mas tem uma temperatura de cor de 20.000K. Portanto, o LED por si só não satisfaz o supracitado critério de iluminação. Este espectro (1201) contém um pico espectral máximo a cerca de 450 nm e não satisfaz com precisão a resposta fotópica do olho humano. Um único LED também admite nenhum controlo de temperatura de cor e portanto, um sistema da gama desejada de temperaturas de cor não pode ser gerado com este LED isolado.

A Nichia Chemical tem actualmente disponíveis três *bins* (A, B e C) de LEDs brancos. O espectro de LED (1201) mostrado na FIG. 18 é o mais frio destes *bins*. O LED mais quente é o *bin* C (o respectivo espectro (1301) é apresentado na FIG. 19). O CRI deste LED é também 84; tem um pico espectral máximo de cerca de 450 nm, e tem um CCT de 5750K. A utilização de uma combinação dos LEDs *bin* A ou C permitirá que a fonte preencha

o espectro à volta do centro da resposta Fotópica, 555 nm. Contudo, a menor temperatura de cor que se pode conseguir será 5750K (da utilização do LED *bin C* isolado) que não cobre a totalidade da gama de temperaturas de cor previamente debatida. Esta combinação parecerá anormalmente quente (azul) por si só dado que o espectro aditivo ainda terá um pico significativo à volta de 450 nm.

A temperatura de cor destes LEDs pode ser deslocada utilizando-se um filtro óptico passa-alto colocado sobre os LEDs. Este é essencialmente uma peça transparente de vidro ou plástico colorido, de modo a permitir que por ele passem apenas comprimentos de onda de luz mais altos. Um exemplo de uma tal transmissão de filtro passa-alto é mostrado na FIG. 20 como linha (1401). Os filtros ópticos são conhecidos na arte e o filtro passa-alto compreende, geralmente, um material translúcido, tal como plástico, vidro, ou outro meio de transmissão que tenha sido colorido para formar um filtro passa-alto, tal como o mostrado na FIG. 20. Uma concretização do invento inclui a geração de um filtro de um material desejado (para obter propriedades físicas particulares) mediante especificação das propriedades ópticas desejadas. Este filtro pode ser colocado por cima dos LEDs directamente, ou pode ser filtro (391) da caixa do aparelho de iluminação.

Uma concretização do invento admite que o aparelho existente tenha uma pré-selecção de LEDs componentes e uma selecção de diferentes filtros. Estes filtros podem deslocar a gama de cores resultantes, sem alteração dos LEDs. Desta forma, pode ser utilizado um sistema de filtros em conjunção com os LEDs seleccionados para preencher uma área do CIE (área (510)) englobada por um aparelho de luz que é deslocada relativamente aos LEDs, permitindo assim um grau adicional de controlo. Numa concretização, esta série de filtros podia permitir que um único aparelho de luz produza luz branca de qualquer temperatura, por especificação de uma série de gamas de vários filtros que, quando combinados, englobam a linha branca. É mostrada na FIG. 30, uma concretização disto, onde

uma selecção de áreas (3001, 3011, 3021, 3031) depende da escolha de filtros que deslocam a área englobada.

Esta medição de transmissão espectral mostra que o filtro passa-alto na FIG. 20, absorve energia espectral abaixo de 500 nm. Também mostra uma perda global de aproximadamente 10%, o que é esperado. A linha tracejada (1403) na FIG. 20, mostra a perda de transmissão associada com um difusor de policarbonato normalizado que é frequentemente utilizado em aparelhos de iluminação. É para ser esperado que a luz que passa através de qualquer substância resultará em alguma diminuição na intensidade.

O filtro cuja transmissão é mostrada na FIG. 20, pode ser utilizado para deslocar a temperatura de cor dos dois LEDs Nichia. Os espectros filtrados ((1521) e (1531)) e não filtrados ((1201) e (1301)) para os LEDs *bin* A e C são mostrados nas FIGS. 21a e 21b.

A adição do filtro amarelo desloca a temperatura de cor do LED *bin* A de 20.000K para 4745K. As suas coordenadas de cromaticidade são deslocadas de (0.27,0.2A) para (0.35,0.37). O LED *bin* C é deslocado de 5750K para 3935K e de coordenadas de cromaticidade (0.33,0.33) para (0.40,0.43).

A importância das coordenadas de cromaticidade torna-se evidente quando as cores destas fontes são comparadas no Mapa de Cromaticidade CIE 1931. A FIG. 22 é um grande plano do Mapa de cromaticidade à volta do lugar dos estímulos de Planck (1601). Este lugar indica as cores percebidas, de fontes ideais chamadas corpos negros. A linha mais grossa (1603) destaca a secção do lugar que corresponde à gama de 2300K a 4500K.

FIG. 22, ilustra quanto da grandeza de um deslocamento que pode ser conseguido com um simples filtro passa-alto. "Aquecendo" efectivamente o conjunto de LEDs Nichia, estes são

levados para uma gama de cromaticidade que é útil para a gama de controlo da temperatura de cor especificada e são adequados para uma concretização do invento. A colocação original foi a linha tracejada (1665), enquanto a nova cor é representada pela linha (1607), que está contida região correta.

Contudo, numa concretização, pode ser gerada uma gama não linear de temperaturas de cor utilizando-se mais do que dois LEDs.

O argumento que podia ser feito é que mesmo uma variação linear que se aproxima estreitamente da gama desejada seria suficiente. Contudo, esta realização exigiria um LED perto de 2300K e um LED perto de 4500K. Isto podia ser conseguido de dois modos. Um, podia ser utilizado um LED diferente que tem uma temperatura de cor de 2300K. Dois, a saída do LED Nichia *bin C* podia ser passada através de um filtro adicional para o deslocar para ainda mais perto do ponto de 2300K. Cada um destes Sistemas compreende uma concretização adicional do presente invento. Contudo, o exemplo seguinte utiliza um terceiro LED para satisfazer o critério desejado.

Este LED deve ter uma cromaticidade para a direita do ponto de 2300K no lugar de corpo negro. O LED âmbar Agilent HLMP-EL1 8, com um comprimento de onda dominante de 592 nm, tem coordenadas de cromaticidade (0.60,0.40). A adição do Agilent âmbar para o conjunto de LEDs brancos Nichia resulta na gama (1701) mostrada na FIG. 23.

A gama (1701) produzida utilizando-se estes três LEDs abarca completamente o lugar de corpo negro ao longo da gama de 2300K a 4500K. O aparelho de luz fabricado que utiliza estes LEDs pode satisfazer os requisitos de produção de luz branca com os valores correctos de cromaticidade. Os espectros da luz a 2300K (2203) e 5000K (2201) nas FIGS. 26a e b mostram espectros que satisfazem o critério desejado para luz branca de alta qualidade, ambos os espectros são contínuos e o

espectro de 5000K não mostra os picos presentes noutros aparelhos de iluminação, com intensidade razoável em todos os comprimentos de onda. O espectro de 2300K não tem quaisquer vales a comprimentos de onda mais baixos do que o seu pico máximo. A luz também é controlável ao longo destes espectros. Contudo, para ser considerada luz branca de alta qualidade pela comunidade de iluminação, o CRI deve estar acima de 50 para baixas temperaturas de cor e acima de 80 para altas temperaturas de cor. De acordo com o programa de *software* que acompanha a especificação CIE 13.3-1995, o CRI para o espectro simulado de 2300K é de 52 e é semelhante a uma lâmpada incandescente com um CRI de 50. O CRI para o espectro simulado de 4500K é 82 e é considerado como sendo a luz branca de alta qualidade. Estes espectros também são semelhantes na forma relativamente aos espectros de luz natural, como mostrado nas FIGS. 26a e 26b.

FIG. 24, mostra o CRI traçado relativamente à CCT para a supracitada fonte luminosa branca. Esta comparação mostra que o aparelho de luz branca de alta qualidade supra produzirá luz branca que é de mais alta qualidade do que as três luzes fluorescentes normalizadas (1803), (1805) e (1809) utilizadas na FIG. 24. Além disso, a fonte luminosa supra é significativamente mais controlável do que uma luz fluorescente dado que a temperatura de cor pode ser seleccionada como qualquer um desses pontos na curva (1801), enquanto as fluorescentes são limitadas aos pontos particulares mostrados. Também foi medida a produção de feixe luminoso do aparelho de iluminação de luz branca descrito. A produção de feixe luminoso traçada relativamente à temperatura de cor é dada na FIG. 25, embora o gráfico na FIG. 25 seja confiante nos tipos e níveis de energia utilizados na respectiva produção, a relação pode permanecer constante com o número relativo dos diferentes LEDs externos seleccionados. O ponto máximo (ponto de máxima intensidade) pode ser movido por alteração da cor de cada um dos LEDs presentes.

Seria entendido por um especialista que as concretizações supra de aparelhos de luz branca e métodos podiam também

incluir LEDs ou outros componentes de fontes de iluminação que produzem luz não visível para o olho humano. Portanto, qualquer das concretizações supra também podia incluir fontes de iluminação com um pico espectral máximo abaixo de 400 nm ou acima de 700 nm.

Uma luz de alta qualidade baseada em LED pode ser configurada para substituir um tubo fluorescente. Numa concretização, uma de fonte de luz LED de alta qualidade de substituição útil para substituição de tubos fluorescentes funcionaria num dispositivo existente concebido para utilizar tubos fluorescentes. Um tal dispositivo é mostrado na FIG. 28. FIG. 28 mostra um aparelho de iluminação fluorescente típico ou outro dispositivo configurado para aceitar tubos fluorescentes (2402). O aparelho de iluminação (2402) pode incluir um balastro (2410). O balastro (2410) pode ser um de tipo magnético ou do tipo balastro electrónico para fornecer a energia a pelo menos um tubo (2404) que tem sido, tradicionalmente, um tubo fluorescente. O balastro (2410) inclui ligações de entrada de energia (2414) a serem ligadas com uma fonte de energia externa. A fonte de energia externa pode ser a alimentação CA de um edifício ou qualquer outra fonte de energia conhecida na arte. O balastro (2410) tem ligações (2412) e (2416) para tubos, que se ligam a um acoplador de tubo (2408) para fácil inserção e remoção de tubos (2404). Estas ligações fornecem a energia necessária para o tubo. Num sistema de balastro magnético, o balastro (2410) pode ser um transformador com uma impedância pré-determinada para fornecer a voltagem e corrente, necessárias. O tubo fluorescente (2404) funciona como um curto-circuito, portanto a impedância do balastro é utilizada para definir a corrente do tubo. Isto significa que cada voltagem de tubo requer um balastro particular. Por exemplo, um tubo fluorescente de quarenta watts funcionará apenas num balastro de quarenta watts porque o balastro é compatibilizado com o tubo. Outros aparelhos de iluminação fluorescentes utilizam balastros electrónicos com uma onda de saída de alta frequência sinusoidal, para a lâmpada. Mesmo nestes sistemas,

a impedância interna do balastro electrónico ainda regula a corrente através do tubo.

FIG. 29, mostra uma concretização de um aparelho de iluminação de acordo com esta divulgação, que podia ser utilizado como um tubo fluorescente de substituição num alojamento tal como o da FIG. 28. O aparelho de iluminação pode compreender, numa concretização, uma variante do aparelho de iluminação (5000) nas FIGS. 5a e 5b. O aparelho de iluminação pode compreender uma parte de baixo (1101) com um lado inferior geralmente arredondado (1103) e uma superfície de ligação geralmente plana (1105). O aparelho de iluminação também compreende uma parte de topo (1111) com uma parte superior geralmente arredondada (1113) e uma superfície de ligação geralmente plana (1115). A parte de topo (1111) será geralmente compreendida por um material translúcido, transparente ou semelhante que permite transmissão de luz e pode compreender um filtro semelhante ao filtro (391). As superfícies planas de ligação (1105) e (1115) podem ser colocadas juntas para formarem um aparelho de iluminação genericamente cilíndrico e podem ser ligadas por qualquer método conhecido na arte. Entre a parte de topo (1111) e a parte de baixo (1101) está um aparelho de iluminação (1150), que compreende uma montagem geralmente rectangular (1153) e uma faixa de pelo menos um componente de fonte de iluminação, tal como um LED (1155). Esta construção não é de modo nenhum necessária, e o aparelho de iluminação não tem de ter um alojamento consigo ou podia ter um alojamento de qualquer tipo conhecido na arte. Embora seja mostrada uma única faixa, um especialista entenderia que podiam ser utilizadas múltiplas faixas, ou outros padrões de disposição das fontes de iluminação. As faixas têm, geralmente, os componentes LEDs numa sequência que separa as cores de LEDs se existirem múltiplas cores de LEDs, mas uma tal disposição não é requerida. O aparelho de iluminação terá geralmente ligações de lâmpadas (2504) para ligarem o aparelho de iluminação aos acopladores de lâmpadas existentes (2008). O sistema LED pode também incluir um circuito de controlo (2510). Este circuito pode converter a voltagem do balastro para CC para o

funcionamento do LED. O circuito de controlo (2510) pode controlar os LEDs (1155) com voltagem constante CC ou o circuito de controlo (2510) pode gerar sinais de controlo para operar os LEDs. Numa concretização preferida, o circuito de controlo (2510) incluiria um processador para gerar sinais de controlo com largura de impulsos modulada, ou outros sinais de controlo semelhantes, para os LEDs.

Estas luzes brancas são portanto exemplos de como pode ser gerado um aparelho de luz branca de alta qualidade com componentes de fontes de iluminação, mesmo onde essas fontes têm comprimentos de onda dominantes fora da região de 530 nm a 570 nm.

A luz branca supra pode conter programação que permite a um utilizador controlar facilmente a luz e seleccionar qualquer temperatura de cor desejada que esteja disponível na luz. Numa concretização, a capacidade para seleccionar temperatura de cor pode ser abrangida num programa de computador, utilizando-se, por exemplo, as seguintes equações matemáticas:

$$\text{Intensidade do LED Âmbar (T)} = (5,6 \times 10^{-8})T^3 - (6,4 \times 10^{-4})T^2 + (2,3)T - 2503,7 \quad [1]$$

$$\text{Intensidade do LED Nichia Quente (T)} = (9,5 \times 10^{-8})T^3 - (1,2 \times 10^{-3})T^2 + (4,4)T - 5215,2 \quad [2]$$

$$\text{Intensidade do LED Nichia Frio (T)} = (4,7 \times 10^{-8})T^3 - (6,3 \times 10^{-4})T^2 + (2,8)T - 3909,6 \quad [3]$$

Onde T = temperatura em graus K.

Estas equações podem ser aplicadas directamente ou podem ser utilizadas para criar uma tabela de consulta, de modo que valores binários que correspondem a uma temperatura de cor particular podem ser determinados rapidamente. Esta tabela pode residir em qualquer forma de memória programável para

utilização no controlo de temperatura de cor (tais como, mas não limitado a, o controlo descrito na Patente US 6,016,038). Noutra concretização, a luz podia ter uma selecção de interruptores, tais como interruptores DIP que lhe permite operar num modo autónomo, onde pode ser seleccionada uma temperatura de cor desejada utilizando-se os interruptores, e mudada por alteração do produto autónomo. A luz também podia ser programada remotamente para operar num modo autónomo, como debatido acima.

O aparelho de iluminação na FIG. 29, também pode compreender um interruptor de controlo de programa (2512). Este interruptor pode ser um interruptor selector para seleccionar a temperatura de cor, a cor do sistema LED, ou quaisquer outras condições de iluminação. Por exemplo, o interruptor pode ter múltiplas configurações para cores diferentes. A posição "um" pode fazer com que o sistema LED produza luz branca a 3200K, a posição "dois" pode causar luz branca a 4000K, a posição "três" pode ser para luz azul e uma quarta posição pode ser para permitir que o sistema receba sinais externos para cor ou outro controlo de iluminação. Este controlo externo podia ser fornecido por qualquer um dos controladores discutidos previamente.

Alguns balastros fluorescentes também estão preparados para redução de luminosidade em que um reóstato na parede mudará as características de saída do balastro e como resultado mudam as características de iluminação de luz fluorescente. O sistema de iluminação LED pode utilizar isto como informação para mudar as características de iluminação. O circuito de controlo (2510) pode monitorizar as características do balastro e ajustar os sinais de controlo de LED de uma forma correspondente. O sistema LED pode ter sinais de controlo de iluminação armazenados na memória dentro do sistema de iluminação LED. Estes sinais de controlo podem ser pré-programados para fornecerem redução de luminosidade, mudança de cor, uma combinação de efeitos ou quaisquer outros efeitos de iluminação, conforme mudam as características dos balastros.

Um utilizador pode desejar cores diferentes num quarto em momentos diferentes. O sistema LED pode ser programado para produzir luz branca quando o regulador de intensidade está no nível máximo, luz azul quando está a 90% do máximo, luz vermelha quando está a 80%, efeitos de flash a 70% ou efeitos que mudam continuamente conforme o reóstato é mudado. O sistema podia mudar a cor ou outras condições de iluminação relativamente ao reóstato ou qualquer outra entrada. Um utilizador também pode querer recriar as condições de iluminação de luz incandescente. Uma das características de tal iluminação é que muda a temperatura de cor conforme a sua energia é reduzida. A luz incandescente pode ser de 2800K na máxima energia, mas a temperatura da cor reduzirá, conforme a energia é reduzida e pode ser de 1500K quando a intensidade da lâmpada é reduzida, em grande extensão. As lâmpadas fluorescentes não reduzem em temperatura de cor quando lhes é reduzida a intensidade. Tipicamente, a cor da lâmpada fluorescente não muda quando a energia é reduzida. O sistema LED pode ser programado para reduzir a temperatura de cor conforme as condições de iluminação são reduzidas em intensidade. Isto pode ser conseguido utilizando-se uma tabela de consulta para intensidades seleccionadas, através de uma descrição matemática da relação entre a intensidade e a temperatura de cor, qualquer outro método conhecido na arte, ou qualquer combinação de métodos. O sistema LED pode ser programado para fornecer virtualmente quaisquer condições de iluminação.

O sistema LED pode incluir um receptor para receber sinais, um transdutor, um sensor ou outro dispositivo para receber informação. O receptor pode ser qualquer receptor, tal como, mas não limitado a, um fio, cabo, rede, receptor electromagnético, receptor de infravermelhos, um receptor RF, um receptor de microondas ou qualquer outro receptor. Podia ser provido um dispositivo de controlo remoto para mudar as condições de iluminação remotamente. Também podem ser recebidas de uma rede, instruções de iluminação. Por exemplo, um edifício pode ter uma rede, onde a informação é transmitida através de um sistema sem fios e a rede podia controlar as

condições de iluminação por a parte de um edifício. Isto podia ser conseguido a partir de um sítio remoto, bem como localmente. Isto pode estar preparado para segurança acrescida ou economia de energia do edifício ou por conveniência.

O sistema de iluminação LED também pode incluir ópticas para estar preparado para condições de iluminação distribuídas uniformemente a partir do aparelho de iluminação fluorescente. As ópticas podem ser ligadas ao sistema LED ou associadas com o sistema.

O sistema tem aplicações em ambientes onde as variações na iluminação disponível podem afectar escolhas estéticas.

Numa concretização exemplificativa, o aparelho de iluminação pode ser utilizado numa concretização para venda a retalho de tinta ou de outros produtos sensíveis à cor. Uma amostra de tinta pode ser visualizada numa loja de venda a retalho sob as mesmas condições de iluminação presentes, onde a tinta será finalmente utilizada. Por exemplo, o aparelho de iluminação pode ser ajustado para a iluminação ao ar livre, ou pode ser mais afinado com mais precisão para condições de sol, condições de nebulosidade, ou semelhantes. O aparelho de iluminação também pode ser ajustado para diferentes formas de iluminação interior, tais como iluminação a halogéneo, fluorescente ou incandescente. Noutra concretização adicional, um sensor portátil (como debatido acima) pode ser levado para um local onde a tinta é para ser aplicada, e o espectro luminoso pode ser analisado e gravado. O mesmo espectro luminoso pode, subsequentemente, ser reproduzido pelo aparelho de iluminação, de modo que a tinta possa ser vista sob as mesmas condições de iluminação presentes no local onde a tinta é para ser aplicada. O aparelho de iluminação pode ser igualmente utilizado para decisões de roupas, onde a aparência de tecido de um tipo particular e de cor pode ser fortemente influenciada pelas condições de iluminação. Por exemplo, um vestido de casamento (e noiva) pode ser visto sob condições de iluminação esperadas numa cerimónia de casamento, a fim de

evitar quaisquer surpresas desagradáveis. O aparelho de iluminação também pode ser utilizado em qualquer das aplicações, ou em conjunção com qualquer dos sistemas ou métodos discutidos noutra parte nesta divulgação.

Noutra concretização exemplificativa, o aparelho de iluminação pode ser utilizado para reproduzir efeitos visuais com precisão. Em certas artes visuais, tais como fotografia, cinematografia, ou teatro, a maquilhagem é tipicamente aplicada num camarim ou salão de beleza, onde a iluminação pode ser diferente do que num palco ou outro local. O aparelho de iluminação pode assim ser utilizado para reproduzir a iluminação esperada onde serão feitas fotografias, ou uma dada representação, de modo que podem ser escolhidas maquilhagens apropriadas para resultados previsíveis. Tal como com as aplicações de venda a retalho supra, pode ser utilizado um sensor para medir as condições de iluminação reais, de modo que as condições de iluminação podem ser reproduzidas durante a aplicação da maquilhagem.

Em apresentações de teatro ou de cinema, luz colorida, corresponde frequentemente às cores de filtros específicos que podem ser colocados em instrumentos de iluminação branca para gerarem uma tonalidade resultante específica. Existe geralmente uma grande selecção de tais filtros em tonalidades específicas vendidos por empresas seleccionadas. Estes filtros são frequentemente classificadas por um espectro da luz resultante, por classificações numéricas patenteadas, e/ou por nomes que dão uma implicação da luz resultante tal como "azul primário", "palha", ou "chocolate". Estes filtros admitem a selecção de uma cor de luz particular reprodutível, mas, ao mesmo tempo, limitam o realizador para aquelas cores de filtros que estão disponíveis. Adicionalmente, a mistura das cores não é uma ciência exacta que pode resultar em ligeiras variações nas cores conforme são movidos os aparelhos de iluminação, ou mesmo em mudança de temperatura, durante uma representação ou filmagem. Assim, numa concretização, é fornecido um sistema para controlar a iluminação num ambiente

teatral. Noutra concretização, é fornecido um sistema para controlar a iluminação em cinematografia.

A ampla variedade de fontes luminosas disponíveis criam problemas significativos para a produção de filmes, em particular. As diferenças na iluminação entre cenas adjacentes podem quebrar a continuidade de um filme e criar efeitos discordantes para o espectador. Pode ser exigente corrigir a iluminação para superar estas diferenças, porque a iluminação disponível num ambiente não está sempre sob o controlo completo da equipa de filmagem. Luz solar, por exemplo, varia em temperatura de cor durante o dia, a maioria, obviamente, ao amanhecer e anoitecer, quando os amarelos e os vermelhos abundam, baixando a temperatura de cor da luz ambiente. A luz fluorescente não cai geralmente na curva de temperatura de cor, tendo frequentemente intensidade extra nas regiões azul-verde do espectro, e é assim descrita por uma temperatura de cor correlacionada, que representa o ponto da curva de temperatura de cor que melhor se aproxima da luz incidente. Cada um destes problemas de iluminação pode ser abordado utilizando-se os sistemas acima descritos.

A disponibilidade de uma quantidade de diferentes tipos de lâmpadas fluorescentes, cada uma fornecendo uma diferente temperatura de cor, através da utilização de uma substância luminescente particular, complica ainda mais a previsão e ajustamento da temperatura de cor. Lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão utilizadas principalmente para iluminação de ruas, produzem uma luz brilhante amarelada-alaranjada que irá distorcer drasticamente o equilíbrio de cores. A operar a pressões internas ainda mais altas estão as lâmpadas de vapor de mercúrio, por vezes utilizadas em grandes áreas interiores, tais como ginásios. Estas podem resultar numa matiz pronunciada esverdeada-azul em vídeo e cinema. Assim, é proporcionado um sistema para simular as lâmpadas de vapor de mercúrio, e um sistema para suplementar fontes luminosas, tais como lâmpadas de vapor de mercúrio, para produzirem uma cor resultante desejada. Estas concretizações podem ter utilização particular em cinematografia.

Para tentar e recriar todos estes tipos de iluminação, é frequentemente necessário para um realizador ou projectista de teatro colocar estes tipos específicos de luzes no seu projecto. Simultaneamente, a necessidade de utilizar estas luzes podem frustrar a intenção teatral do realizador. As luzes de ginásio que piscam rapidamente ligadas e desligadas e num suspense sobrenatural é um efeito aterrador, mas não pode ser conseguido naturalmente através de lâmpadas de vapor de mercúrio que levam até cinco minutos para aquecer e produzir a luz colorida apropriada.

Outros campos visualmente sensíveis dependem da luz de uma temperatura de cor específica ou espectro. Por exemplo, trabalhadores cirúrgicos e dentários requerem frequentemente, luz colorida que realce contrastes entre diferentes tecidos, bem como entre tecido saudável e doente. Os médicos também contam frequentemente com traçadores ou marcadores que reflectem, irradiam, cor que entra em fluorescência de um comprimento de onda específico ou espectro para lhes permitir detectar vasos sanguíneos ou outras estruturas pequenas. Podem visualizar estas estruturas por luz brilhante do comprimento de onda específico na área geral onde estão os traçadores, e ver o reflexo resultante ou a entrada em fluorescência dos traçadores. Em muitos casos, procedimentos diferentes podem beneficiar da utilização de uma temperatura de cor de luz particular ou personalizada adaptada à medida das necessidades de cada procedimento específico. Assim, é provido um sistema para a visualização de condições de imagiologia médica, dentária ou outras. Numa concretização, o sistema utiliza LEDs para produzir uma gama controlada de luz contida num espectro pré-determinado.

Além disso, há frequentemente uma vontade de alterar as condições de iluminação durante uma actividade, um palco deve mudar de cores conforme é suposto o sol subir, pode ocorrer uma mudança de cor para mudar a cor de um traçador fluorescente, ou um quarto podia ter a cor lentamente alterada para fazer um visitante mais desconfortável com a iluminação conforme aumenta a duração da sua permanência.

Os sistemas de iluminação e métodos podem ser particularmente úteis nestas supracitadas aplicações, bem como em outras aplicações como seria entendido por um especialista.

Lisboa, 10 de Setembro de 2015

## REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de iluminação (300, 5000) para a geração de luz branca, compreendendo o referido aparelho:

Uma pluralidade de componentes de fontes de iluminação (320, 5007), incluindo a referida pluralidade componentes de fontes de iluminação dispostas para produzirem radiação electromagnética de pelo menos dois espectros diferentes (1201, 1301), tendo cada um dos referidos espectros um pico espectral máximo fora da região de 510 nm a 570 nm; e

Uma montagem (5005) que segura a referida pluralidade, a referida montagem concebida para permitir que os referidos espectros da referida pluralidade se misturem e formem um espectro resultante (2201, 2203) que é contínuo dentro da resposta fotópica do olho humano e/ou contínuo na região de 400 nm a 700 nm;

em que a referida pluralidade de componentes de fontes de iluminação compreende LEDs, incluindo os LEDs, um primeiro LED branco, que inclui uma substância luminescente, para produzir um primeiro espectro (1201) de, pelo menos, dois espectros diferentes, e um segundo LED branco, que inclui uma substância luminescente, para produzir um segundo espectro (1301) de, pelo menos, os dois espectros diferentes;

o aparelho de iluminação compreende adicionalmente um processador (316), que responde a dados e configurado para controlar independentemente o primeiro LED branco e o segundo LED branco com base nos dados de tal modo que uma intensidade do primeiro LED branco e do segundo LED branco pode ser variada para assim variar a temperatura de cor do espectro resultante contido numa gama pré-seleccionada de temperaturas de cor; e

o aparelho de iluminação compreende adicionalmente uma interface de utilizador acoplada ao processador e configurada para facilitar um ajustamento da temperatura de cor da luz branca gerada pelo aparelho de iluminação.

2. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 1, em que o CRI do aparelho de iluminação a 4800K é, pelo menos 80.

3. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 2, em que o CRI do aparelho de iluminação a 2300K é, pelo menos 50.

4. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 1, em que a referida gama de temperaturas de cor se estende de 500K a 10.000K.

5. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 1, em que a referida gama de temperaturas de cor se estende de 2300K a 4500K.

6. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 1 em que os referidos pelo menos dois espectros diferentes (1201, 1301) compreendem exactamente dois espectros diferentes.

7. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 1 em que os referidos pelo menos dois espectros diferentes (1201, 1301) compreendem exactamente três espectros diferentes.

8. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 1, que compreende adicionalmente um filtro (391) para afectar o espectro de pelo menos um da referida pluralidade.

9. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 8, em que o referido filtro (391) é seleccionado para permitir que o referido aparelho de iluminação (300, 5000) produza uma gama pré-seleccionada de cor.

10. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 8, em que o referido filtro (391) é seleccionado a partir de uma pluralidade de diferentes filtros.

11. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 1, em que pelo menos um dos referidos componentes de fontes de iluminação (320, 5007) tem um pico espectral máximo inferior a 400 nm.

12. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 1, em que pelo menos um dos referidos componentes de fontes de iluminação (300, 5000) tem um pico espectral máximo superior a 700 nm.

13. Aparelho de iluminação (300, 5000) de acordo com a Reivindicação 1, em que cada um da referida pluralidade de componentes de fontes de iluminação (320, 5007) está disposto para produzir um dos três espectros pré-seleccionados, tendo cada um dos referidos espectros um pico espectral máximo fora da região delimitada por 530 nm e 570 nm, resultando em luz branca a interferência aditiva dos referidos espectros.

14. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 13, em que pelo menos um dos referidos espectros pré-seleccionados tem um pico espectral máximo de cerca de 450 nm.

15. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 13, em que pelo menos um dos referidos espectros pré-seleccionados tem um pico espectral máximo de cerca de 592 nm.

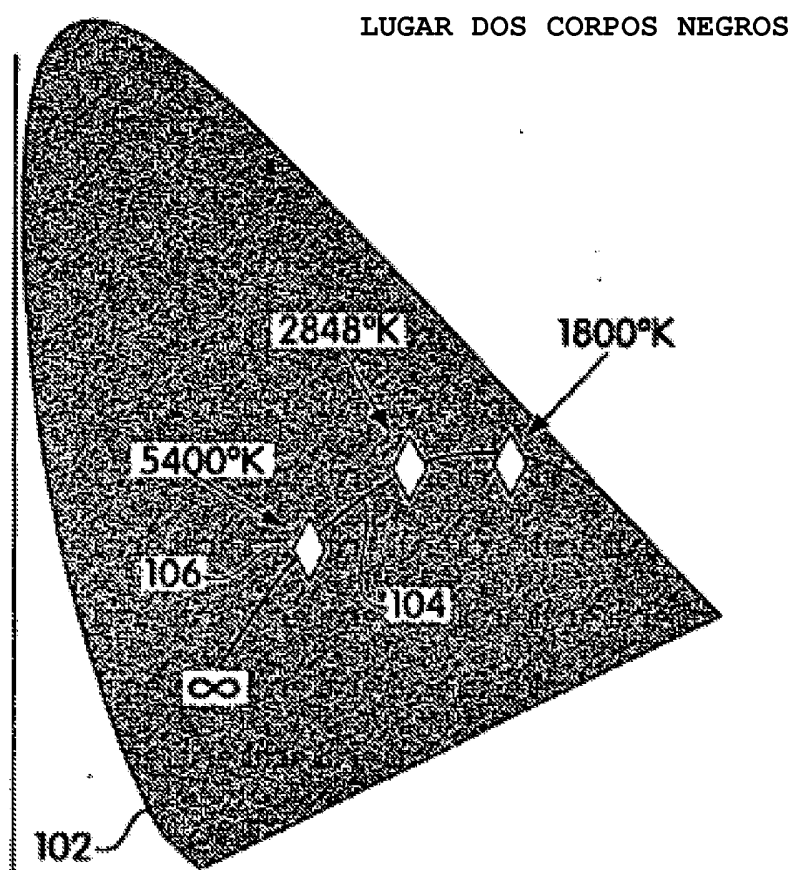
16. Aparelho de iluminação (300, 5000) da Reivindicação 1 em que a referida pluralidade de LEDs compreende adicionalmente um LED âmbar.

Lisboa, 10 de Setembro de 2015

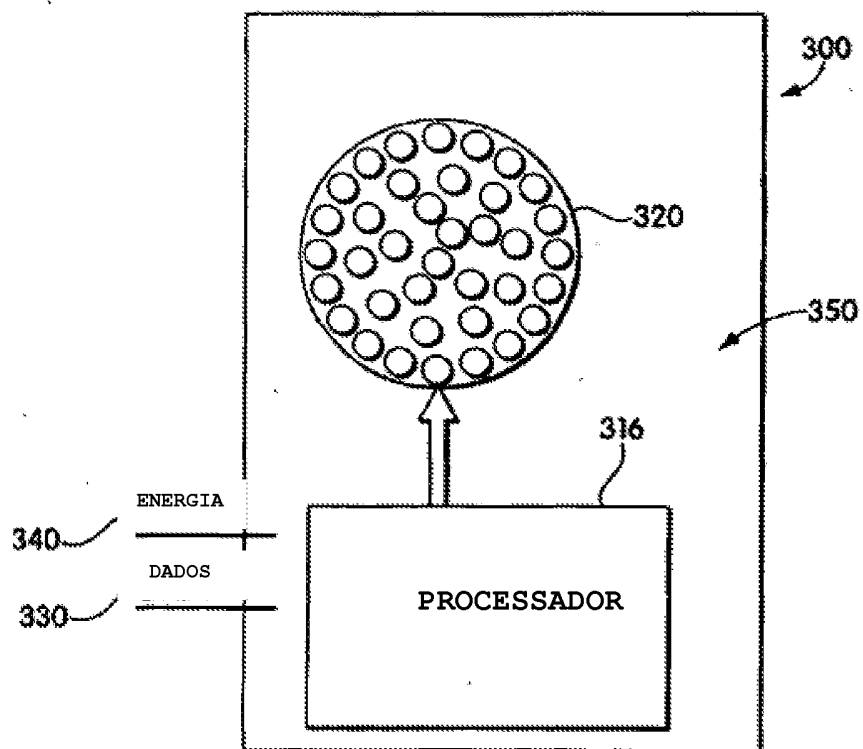
## **RESUMO**

### **GERAÇÃO DE LUZ BRANCA COM DÍODOS EMISSORES DE LUZ QUE TÊM ESPECTROS DIFERENTES**

Fonte de luz para gerar essencialmente luz branca, que compreende pelo menos um primeiro LED branco que tem um primeiro espectro e pelo menos um segundo LED branco que tem um segundo espectro, sendo o primeiro espectro diferente do segundo espectro.

**Fig. 1**

(ARTE ANTECEDENTE)

**Fig. 2**

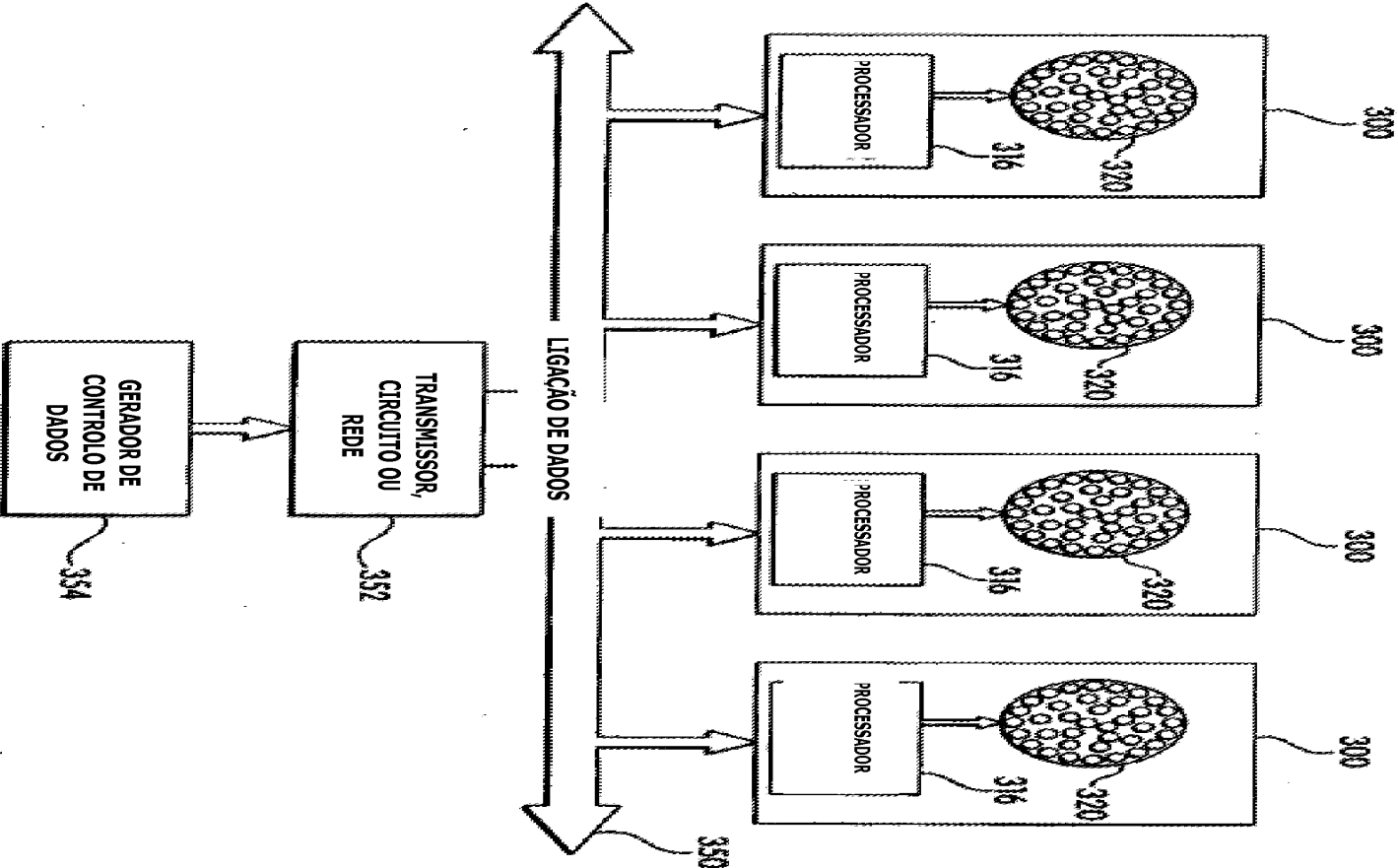


Fig. 3

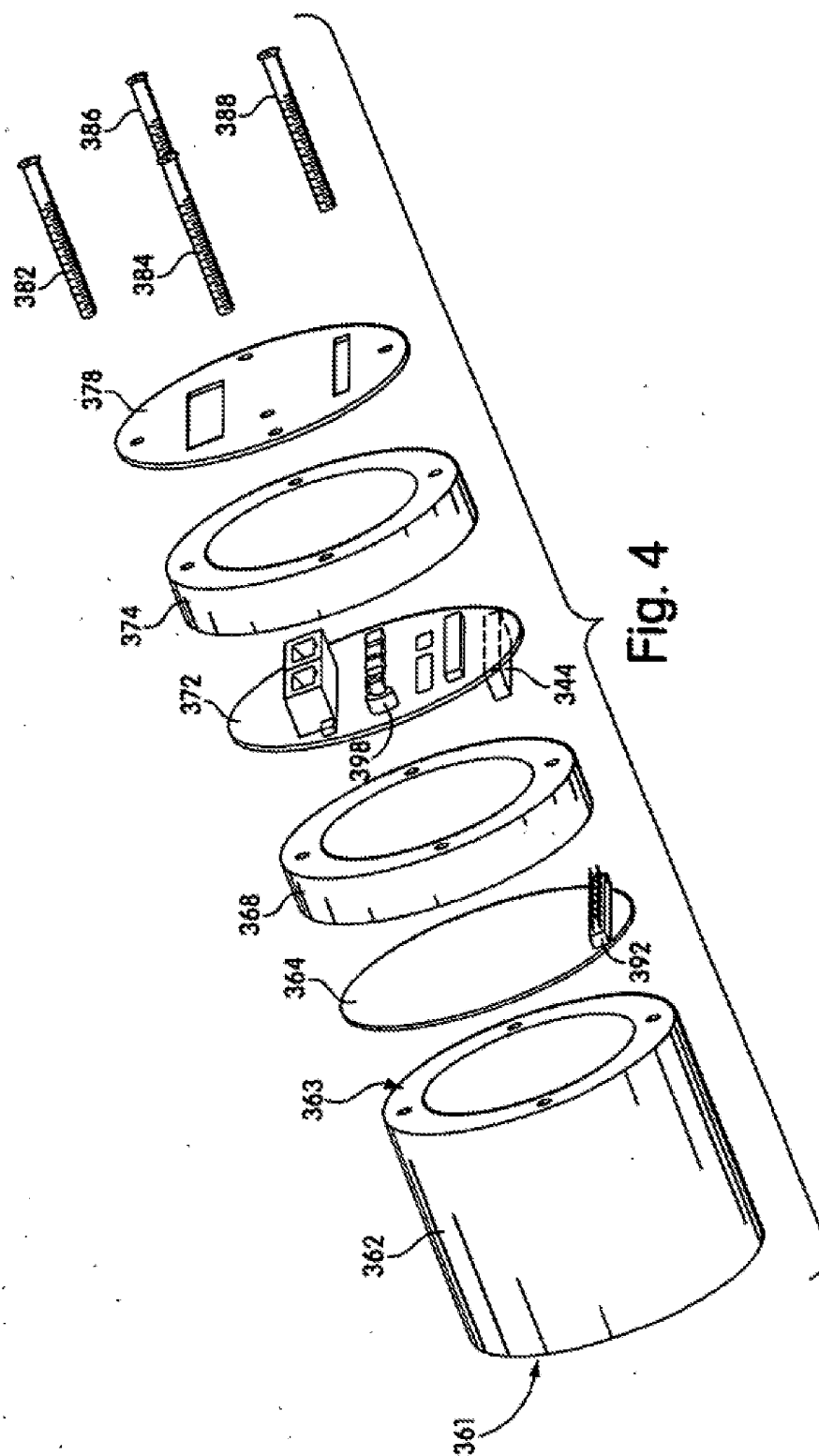


Fig. 4

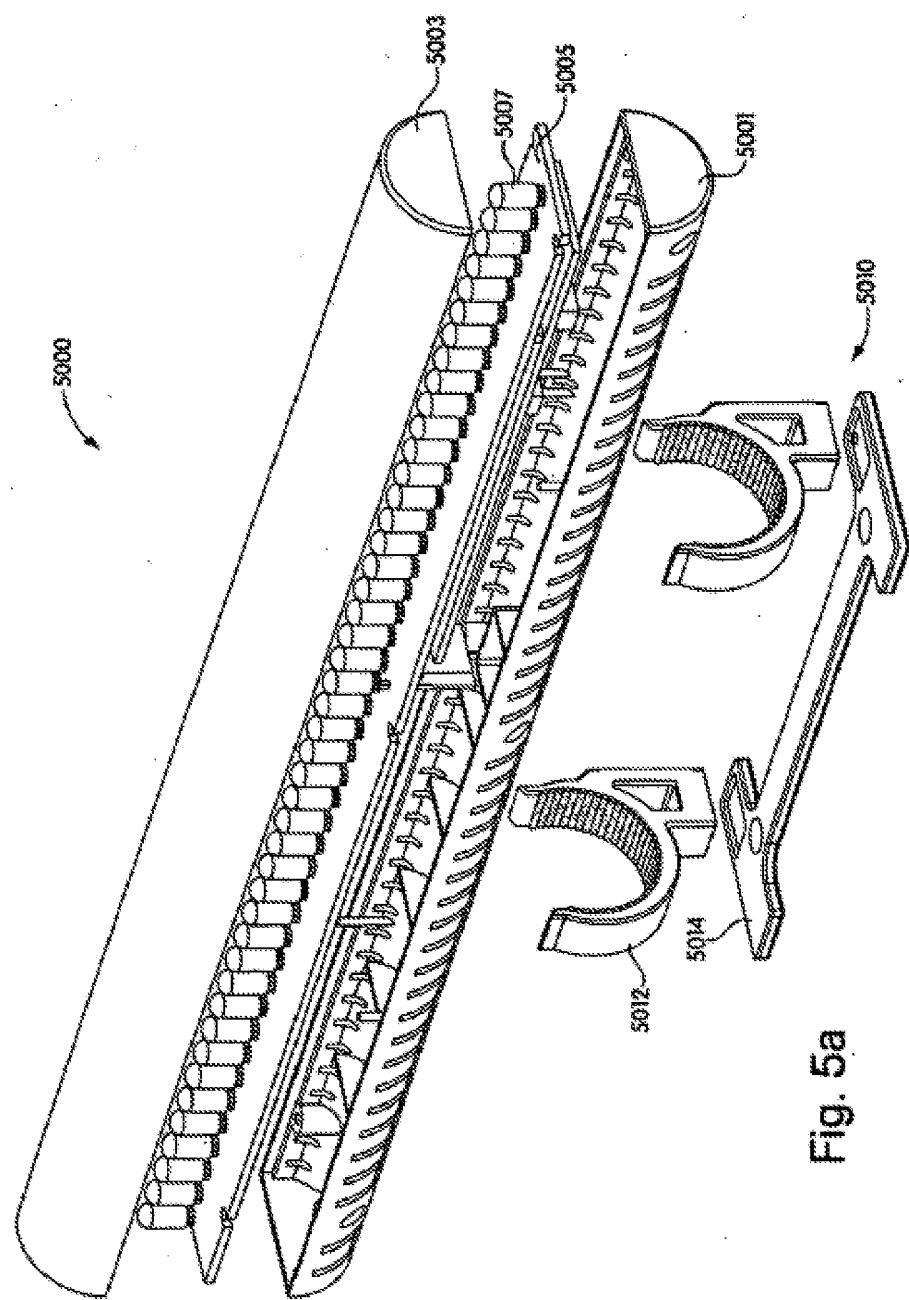


Fig. 5a

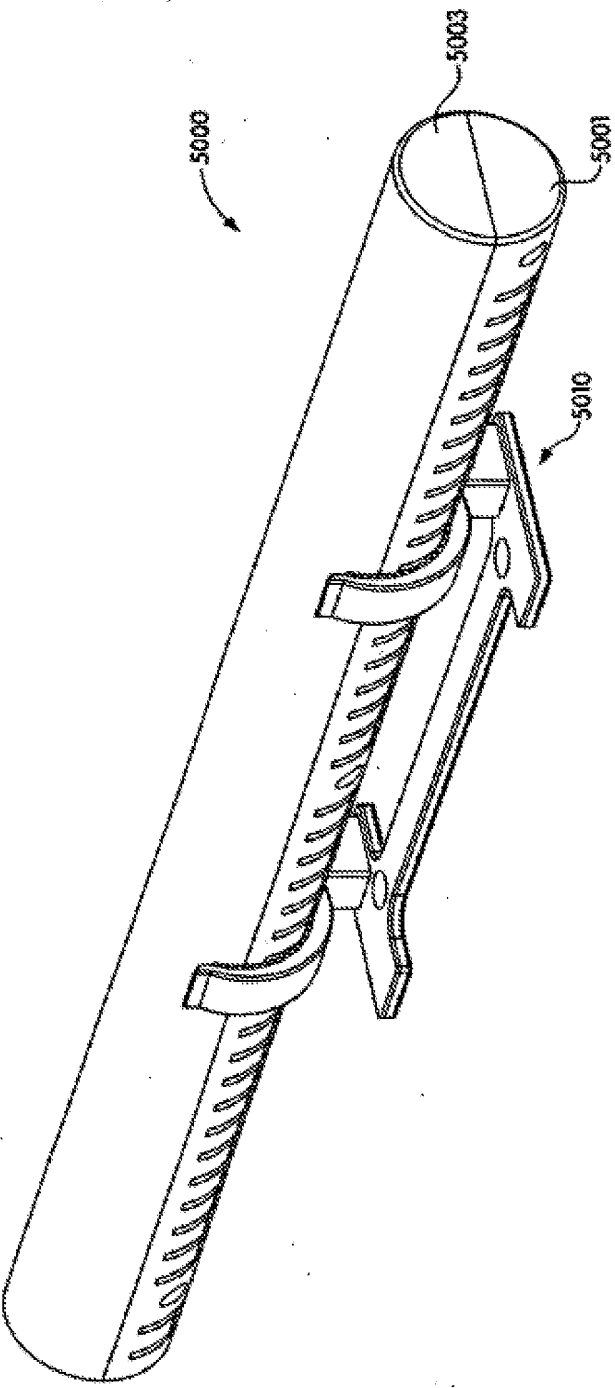
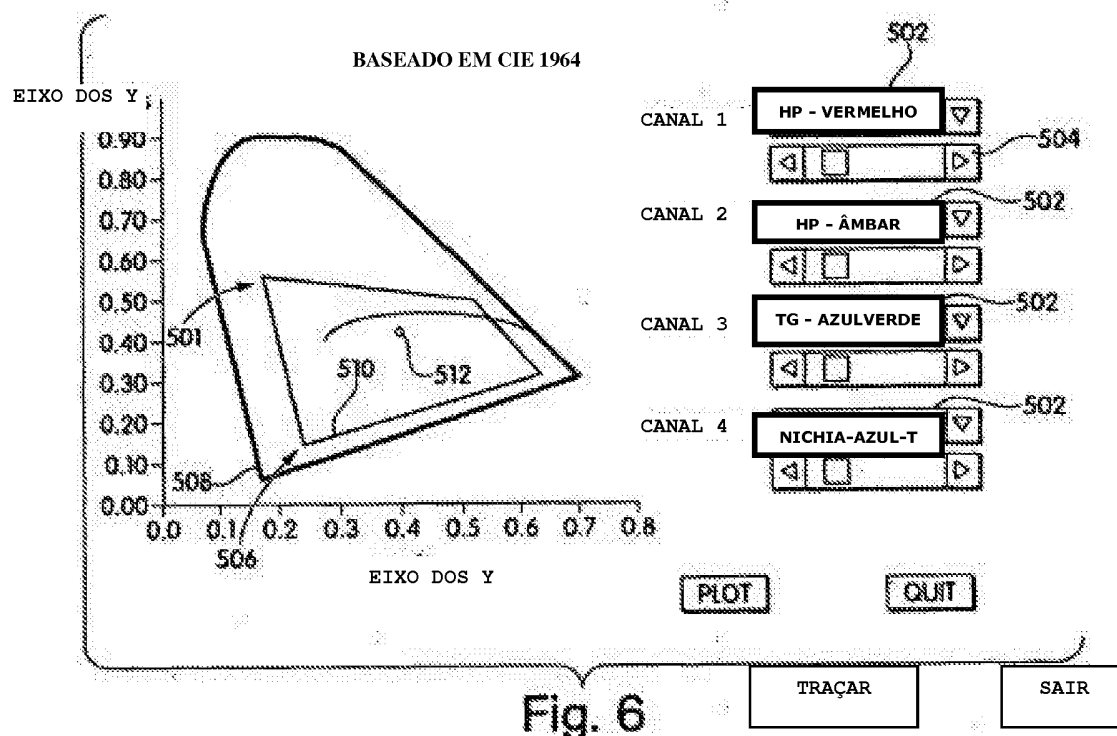
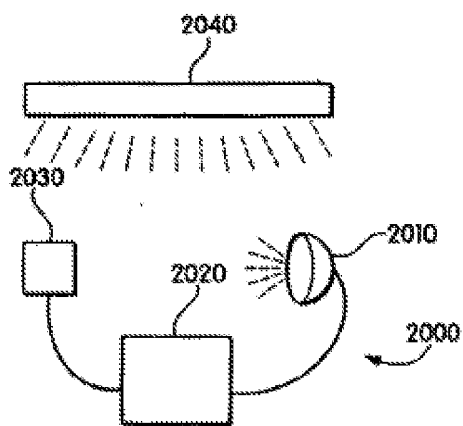
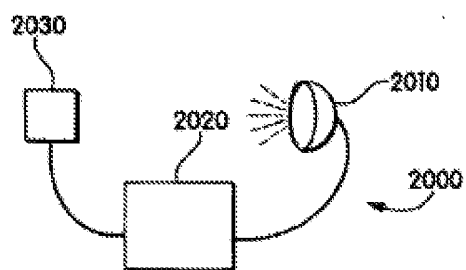
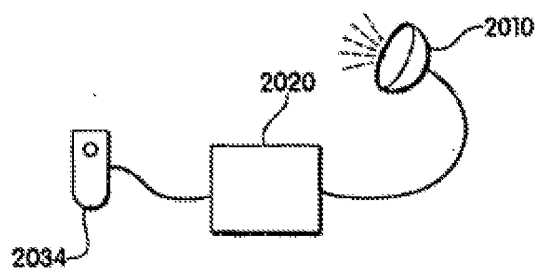


Fig. 5b





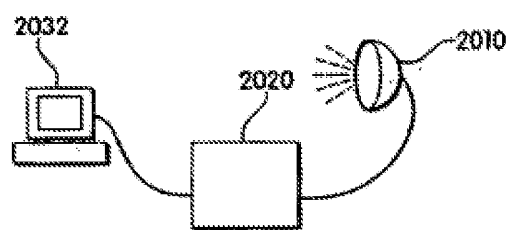


Fig. 9

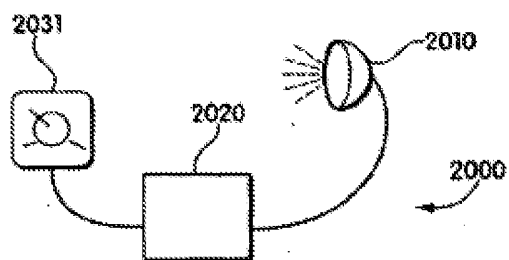


Fig. 10a

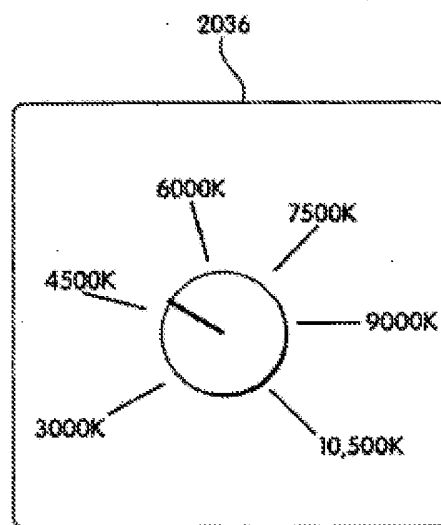


Fig. 10b

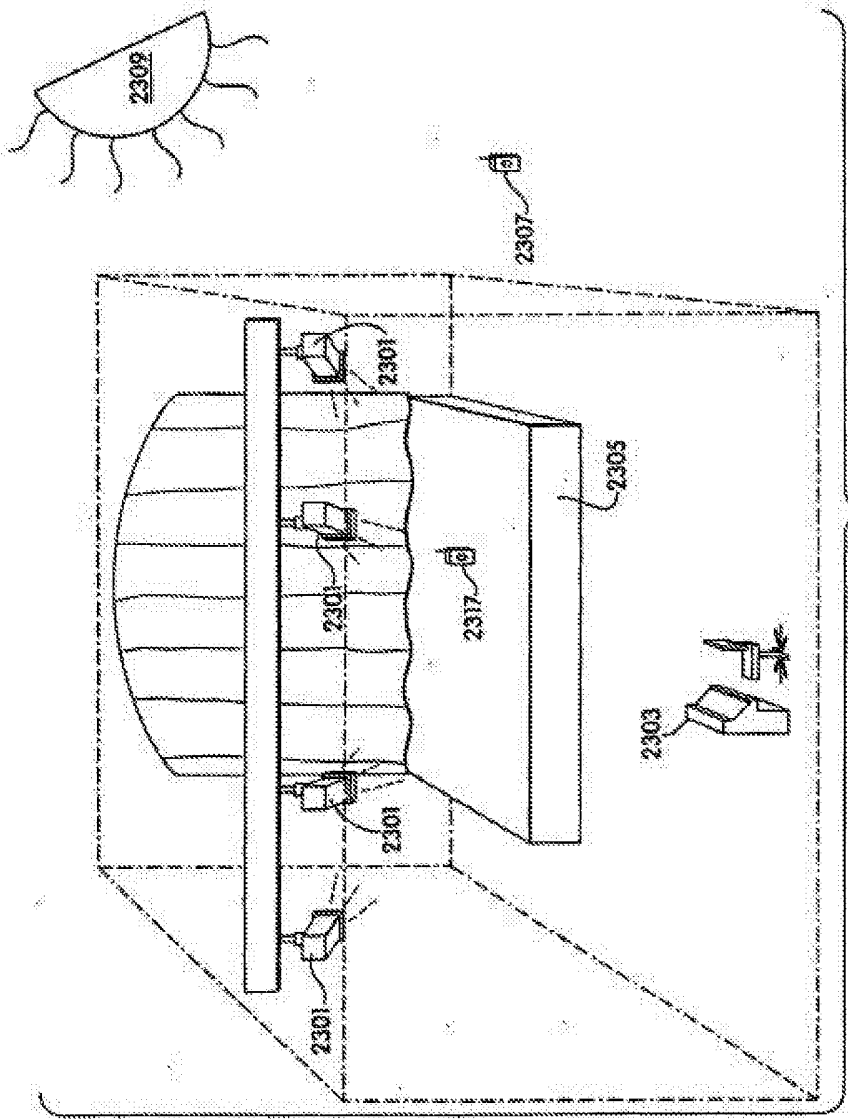


Fig. 11

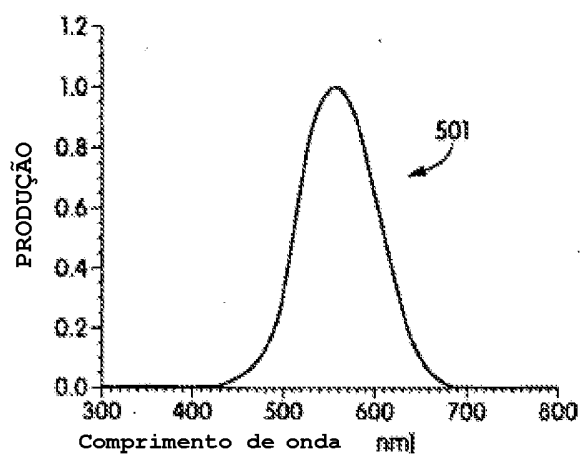


Fig. 12

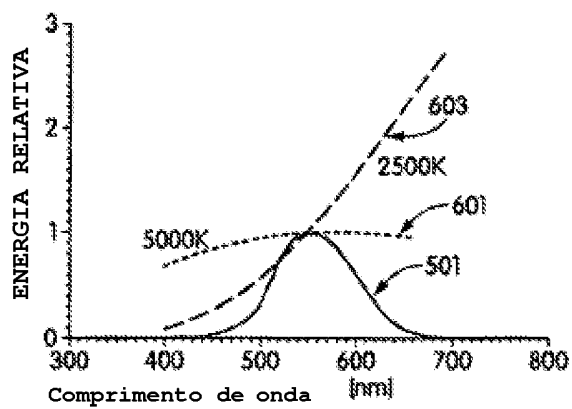


Fig. 13

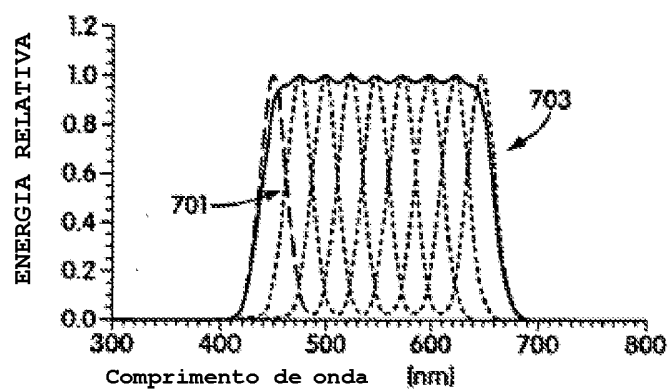


Fig. 14

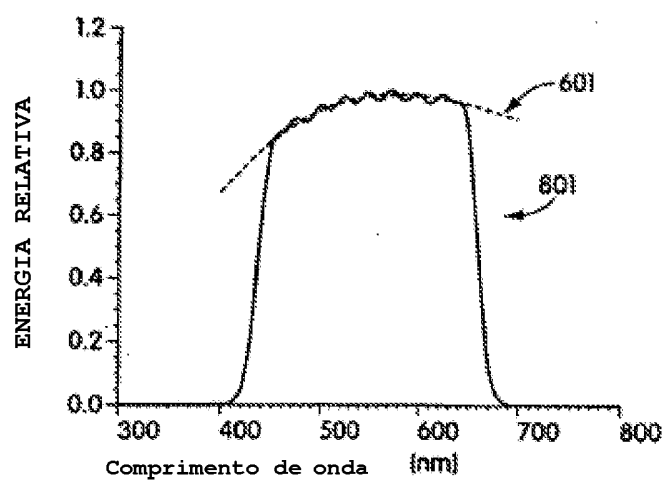


Fig. 15a

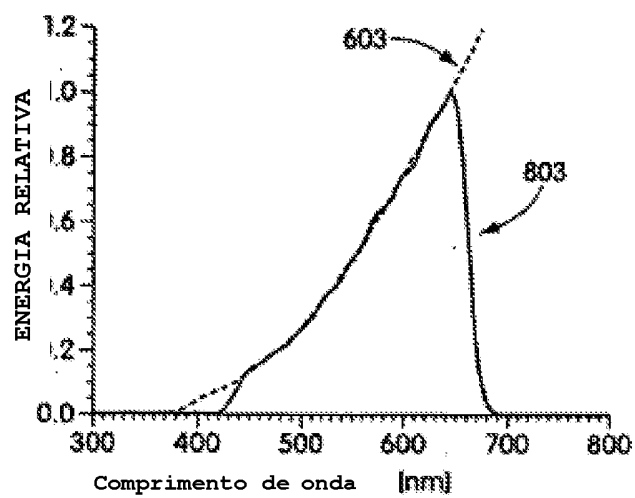


Fig. 15b

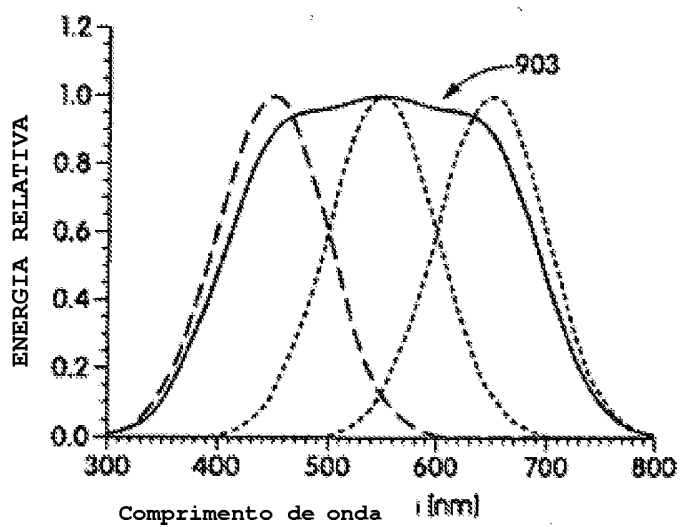


Fig. 16

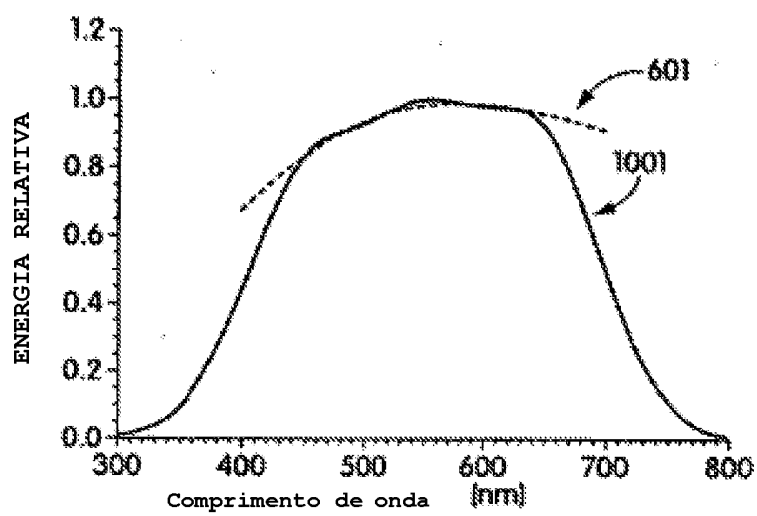


Fig. 17a

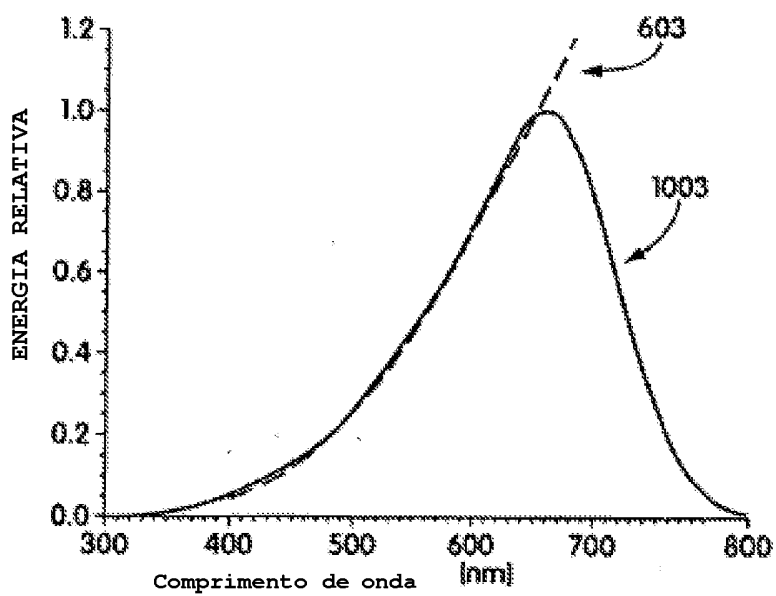


Fig. 17b

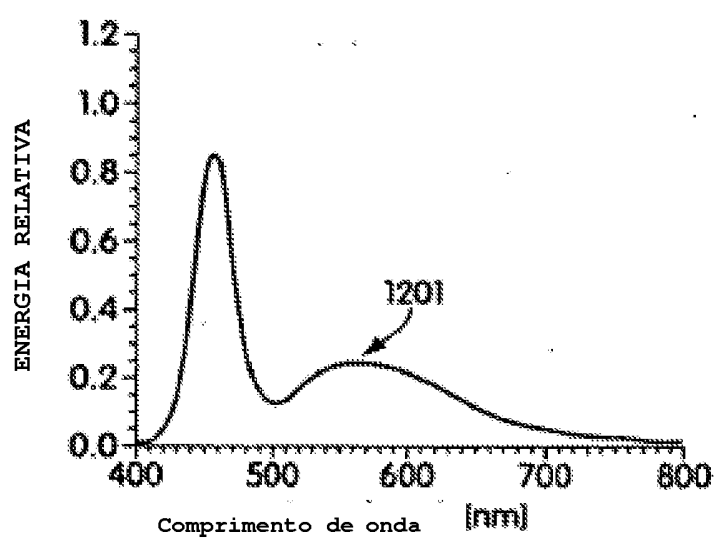


Fig. 18

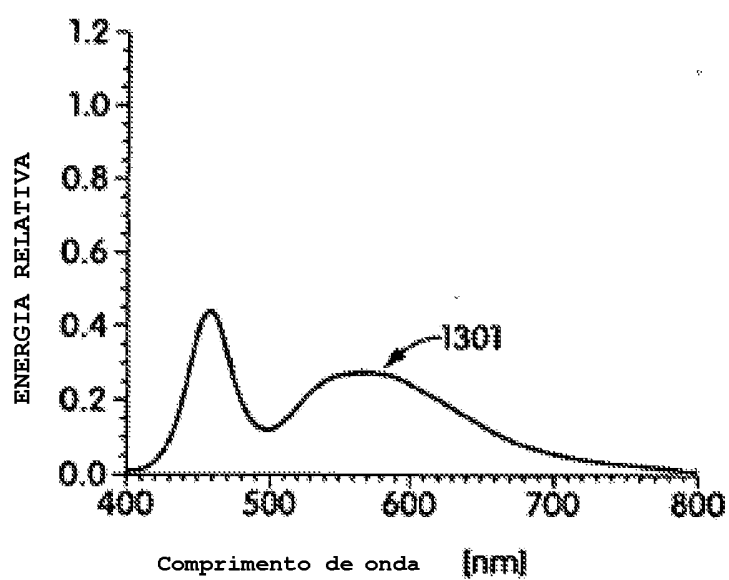


Fig. 19

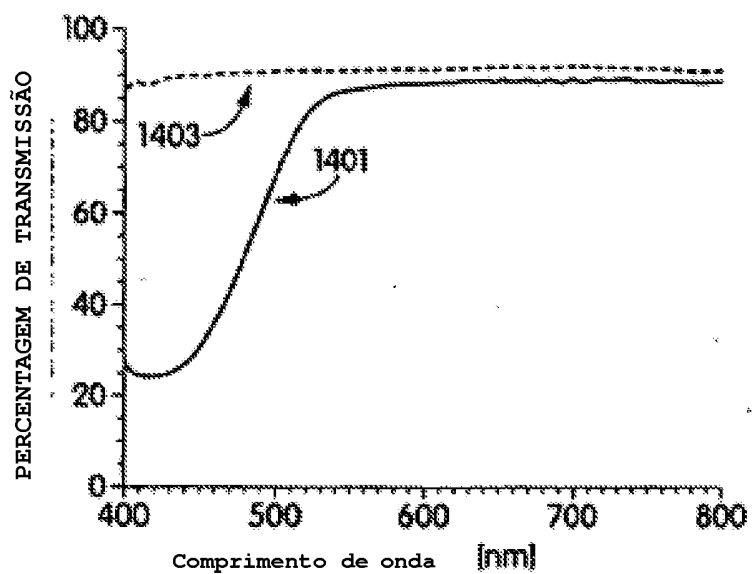


Fig. 20

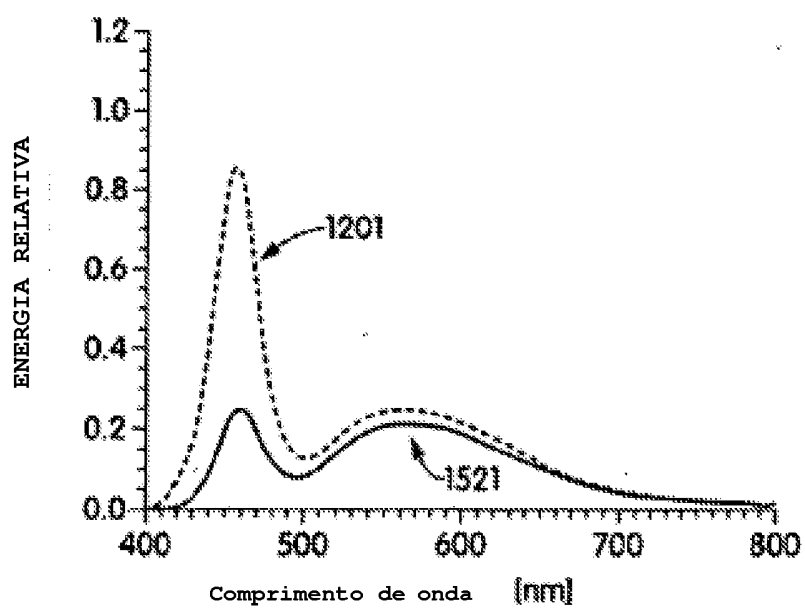


Fig. 21a

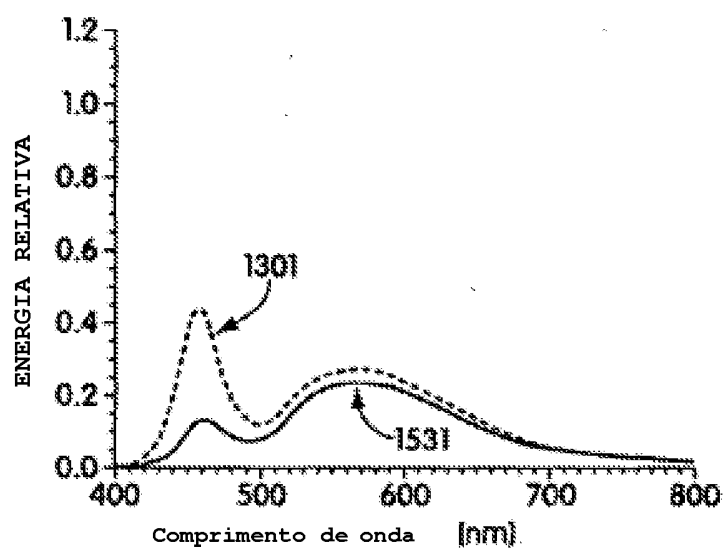


Fig. 21b

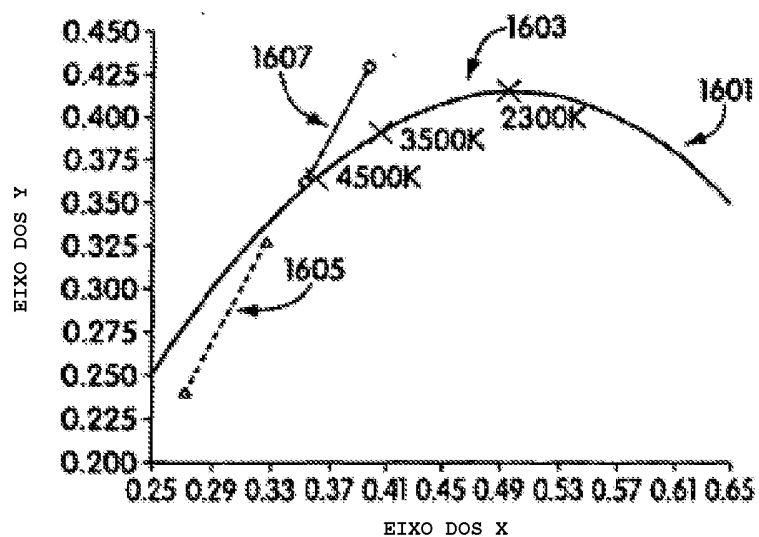


Fig. 22

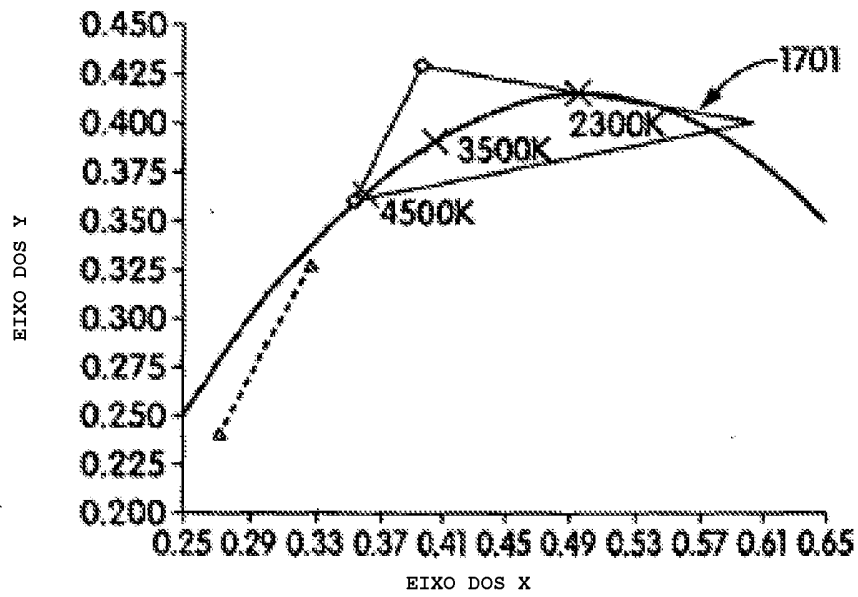


Fig. 23

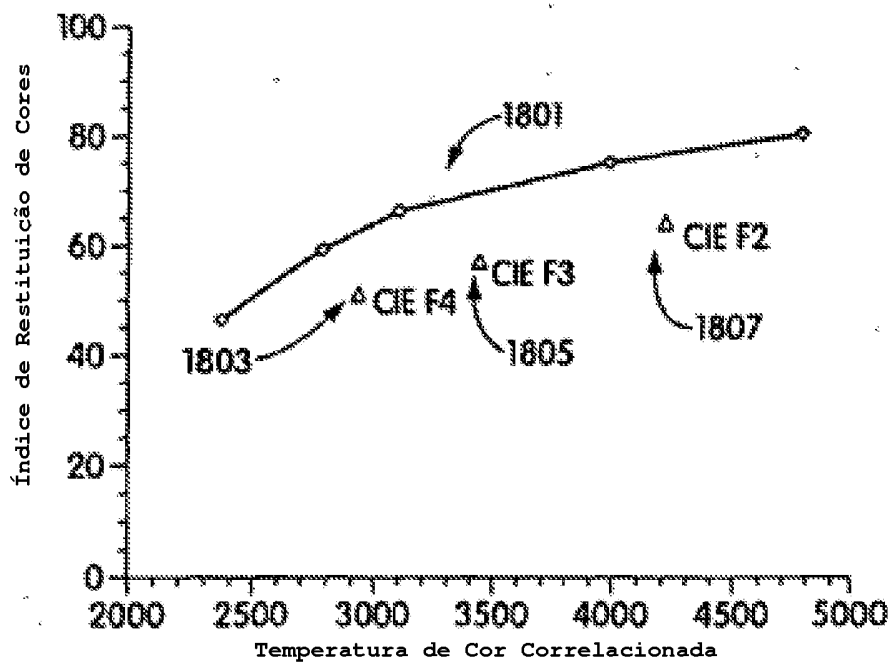


Fig. 24

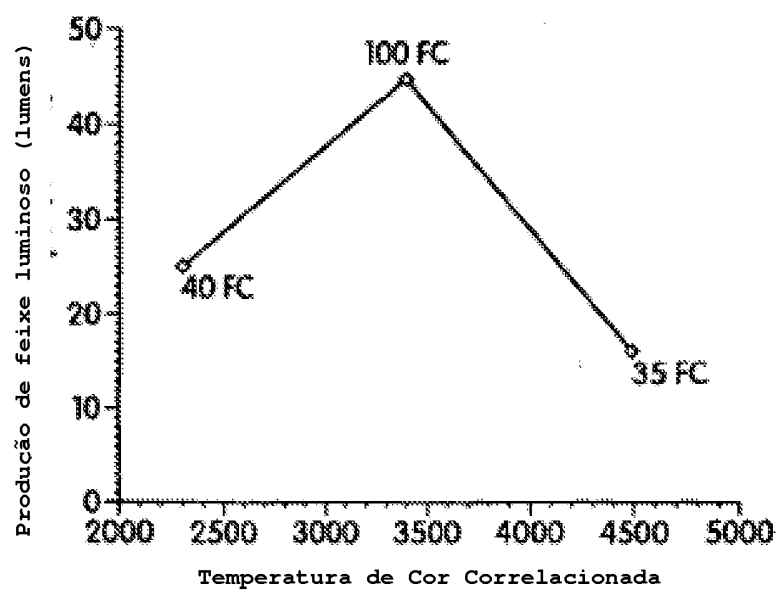


Fig. 25

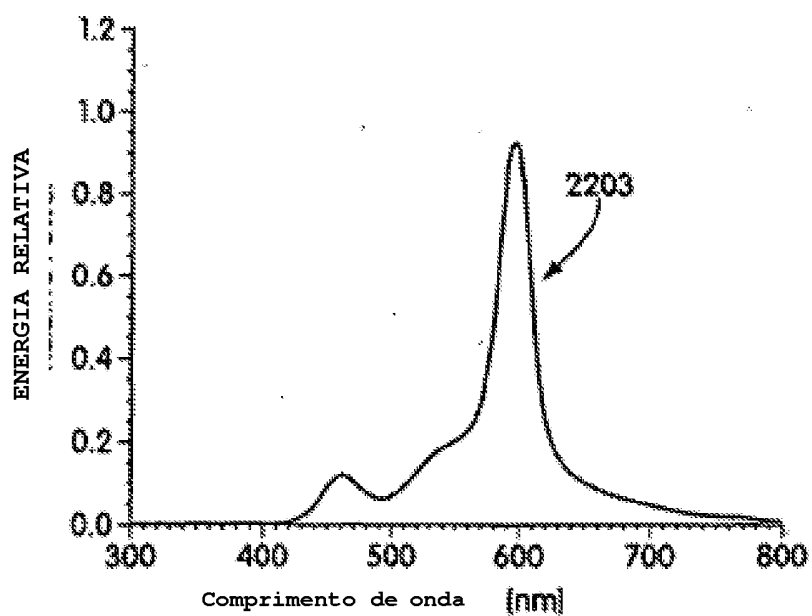


Fig. 26a

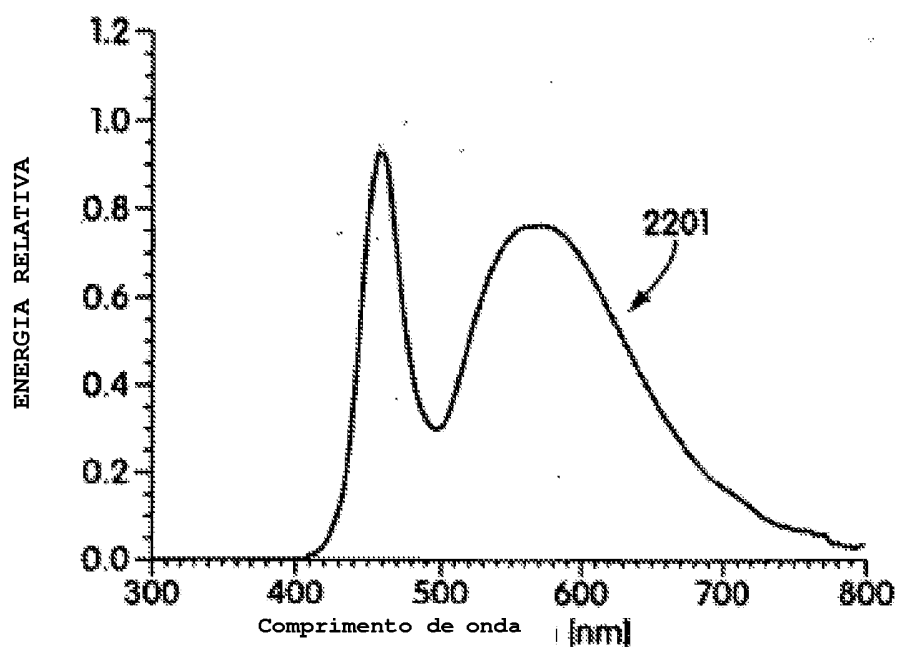


Fig. 26b

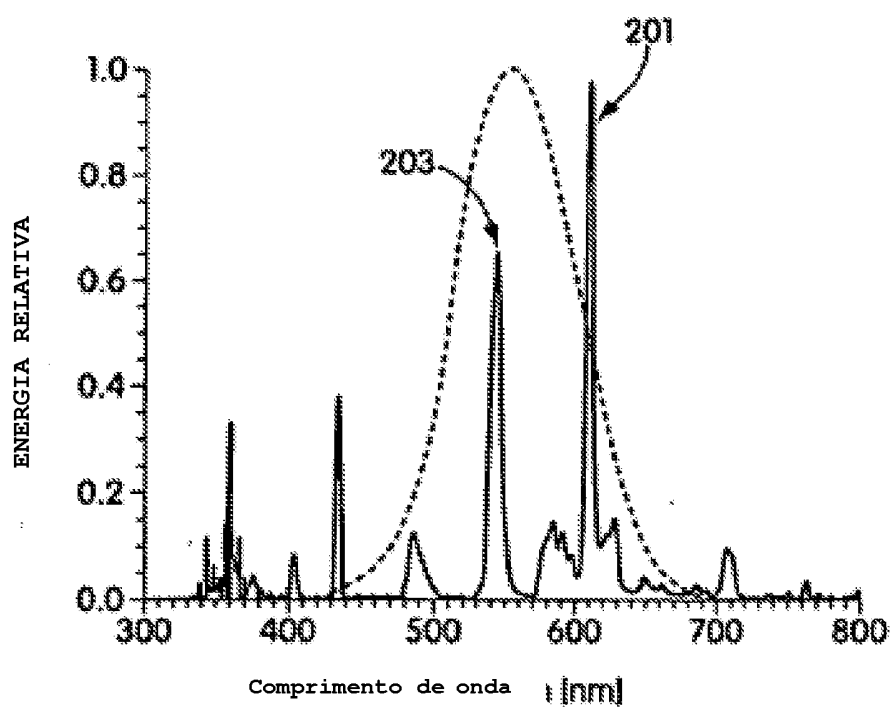
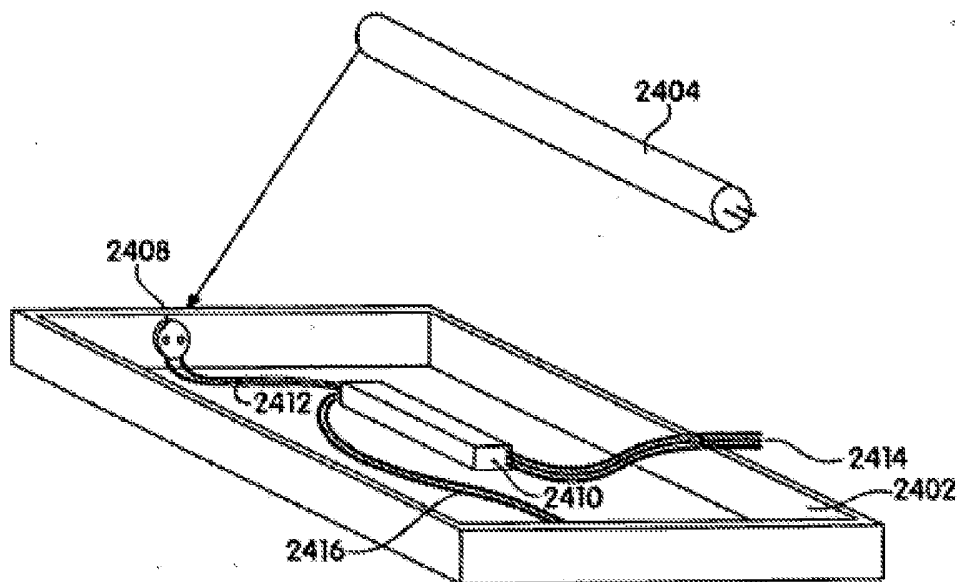
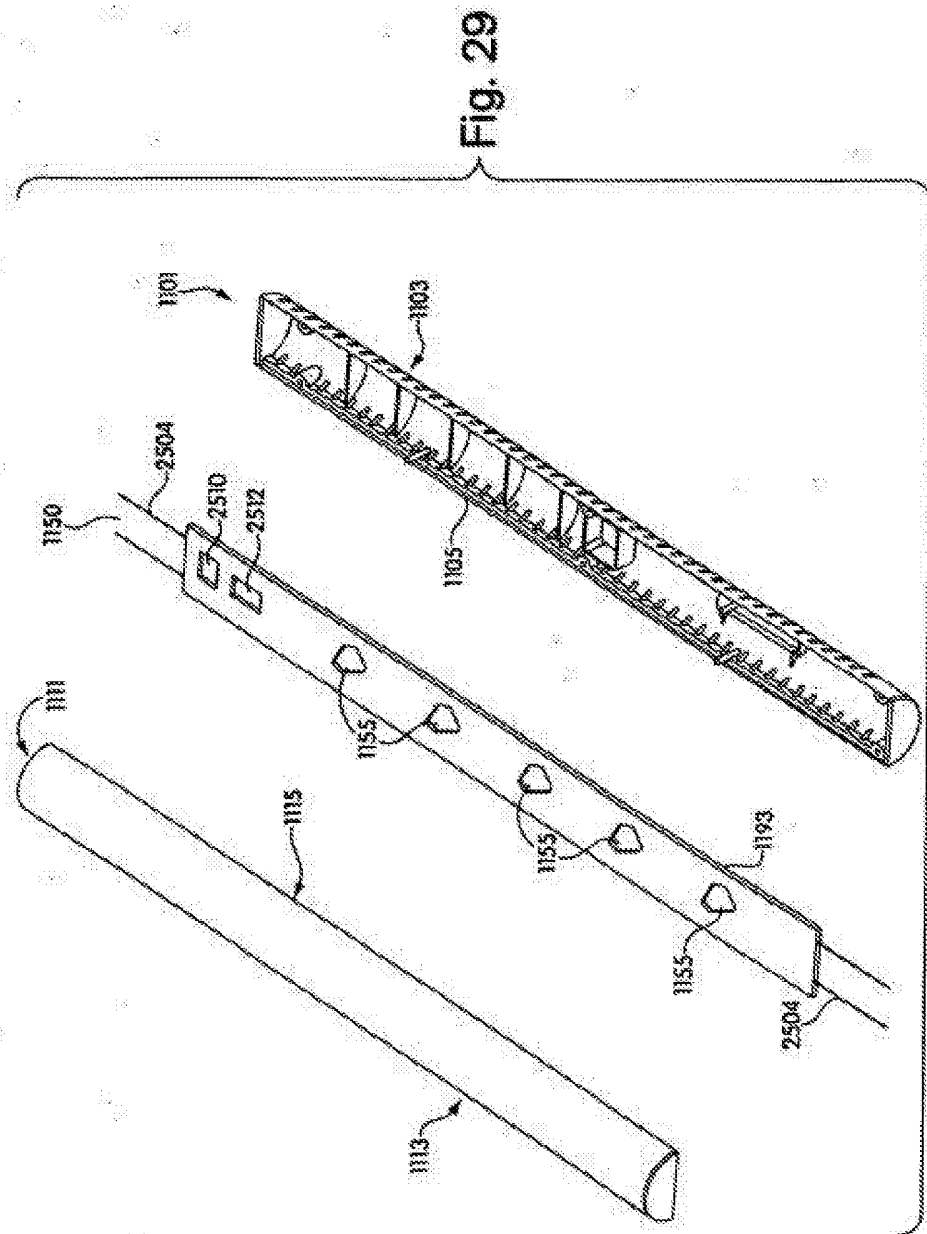


Fig. 27

(ARTE ANTECEDENTE)

**Fig. 28**

(ARTE ANTECEDENTE)



(ARTE ANTECEDENTE)

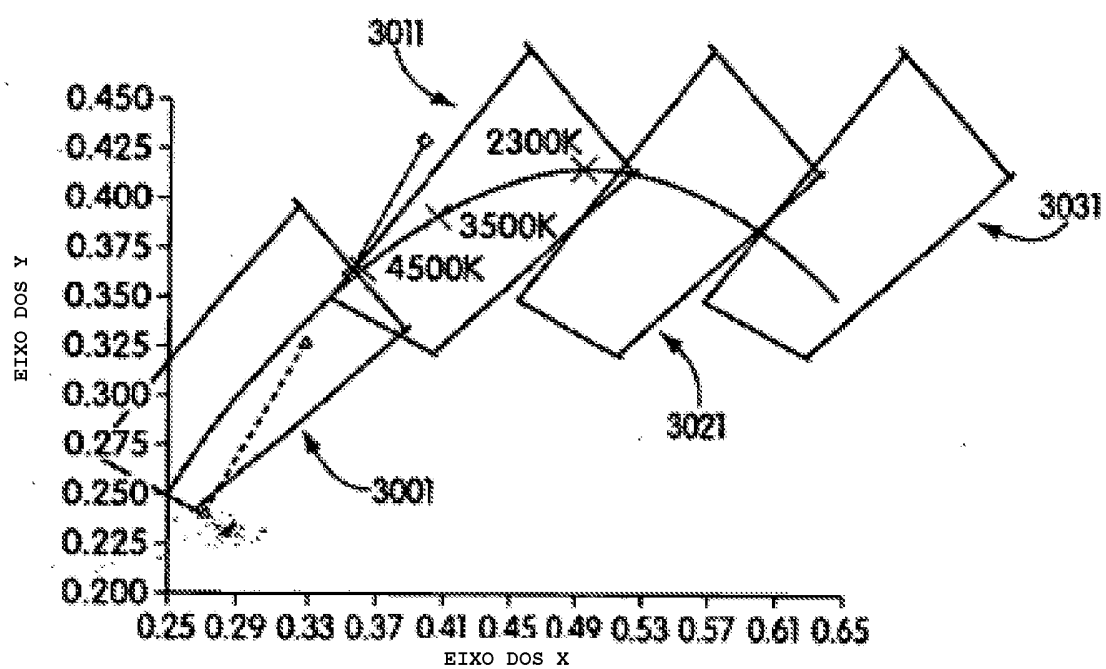


Fig. 30