



INPI  
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL  
Assinado Digitalmente

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

CARTA PATENTE Nº PI 0712439-2

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

**(21) Número do Depósito:** PI 0712439-2

**(22) Data do Depósito:** 30/05/2007

**(43) Data da Publicação Nacional:** 10/07/2012

**(51) Classificação Internacional:** F21V 9/00.

**(30) Prioridade Unionista:** US 60/809.618 de 31/05/2006.

**(54) Título:** DISPOSITIVO DE ILUMINAÇÃO E MÉTODO DE ILUMINAÇÃO

**(73) Titular:** CREE, INC., Sociedade Norte-Americana. Endereço: 4600 Silicon Drive, Durham, NC 27703, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA(US)

**(72) Inventor:** GERALD H NEGLEY; ANTONY PAUL VAN DE VEN; THOMAS G. COLEMAN.

**(87) Publicação PCT:** WO 2007/142946 de 13/12/2007

**Prazo de Validade:** 10 (dez) anos contados a partir de 05/11/2019, observadas as condições legais

**Expedida em:** 05/11/2019

Assinado digitalmente por:

**Liane Elizabeth Caldeira Lage**

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

**DISPOSITIVO DE ILUMINAÇÃO E MÉTODO DE ILUMINAÇÃO**

## Referência Cruzada a Pedidos Relacionados

Este pedido reivindica o benefício do Pedido de Patente Provisória N° 60/809.618, depositado em 31 de maio 5 de 2006, intitulado "LIGHTING DEVICE AND METHOD OF LIGHTING" (inventores: Gerald H. Negley, Antony Paul van de Ven e Thomas G. Coleman), cuja totalidade é desse modo incorporada como referência.

## Campo da Invenção

10 A presente invenção é dirigida a um dispositivo de iluminação, em particular a um dispositivo de iluminação o qual inclui pelo menos um emissor de luz de estado sólido o qual provê excelente eficácia. A presente invenção também é dirigida a um método de iluminação o qual provê excelente 15 eficácia, em particular um método de iluminação o qual inclui o suprimento de corrente para um emissor de luz de estado sólido.

## Antecedentes da Invenção

Uma grande proporção (algumas estimativas são tão 20 altas quanto vinte e cinco por cento) da eletricidade gerada nos Estados Unidos a cada ano vai para iluminação. Assim sendo, há uma necessidade progressiva de provisão de 25 uma iluminação a qual seja mais eficiente em termos de energia. É bem conhecido que bulbos de luz incandescente são fontes de luz muito ineficientes em termos de energia - em torno de noventa por cento da eletricidade que elas consomem são liberados como calor ao invés de luz. Os bulbos de luz fluorescente são mais eficientes do que os bulbos de luz incandescente (por um fator de em torno de 30 10), mas ainda menos eficientes, se comparados com

emissores de luz de estado sólido, tais como diodos emissores de luz.

Além disso, em comparação com os tempos de vida normais de emissores de luz de estado sólido, por exemplo, 5 diodos emissores de luz, os bulbos de luz incandescente têm tempos de vida relativamente curtos, isto é, tipicamente, de em torno de 750 a 1000 horas. Em comparação, os diodos emissores de luz, por exemplo, têm tempos de vida típicos entre 50.000 e 70.000 horas. Os bulbos fluorescentes têm 10 tempos de vida mais longos (por exemplo, de 10.000 a 20.000 horas) do que luzes incandescentes, mas provêm uma reprodução de cor menos favorável.

Uma reprodução de cor tipicamente é medida usando-se um Índice de Reprodução de Cor (Color Rendering Index, CRI 15 Ra). CRI Ra é uma média modificada da medição relativa de como a reprodução de cor de um sistema de iluminação se compara com aquela de um irradiador de referência, quando iluminando oito cores de referência, isto é, é uma medida 20 relativa do desvio na superfície de cor de um objeto quando iluminado por uma lâmpada em particular. O CRI Ra é igual a 100 se as coordenadas de cor de um conjunto de cores de teste sendo iluminado pelo sistema de iluminação forem as mesmas que as coordenadas das mesmas cores de teste sendo irradiadas pelo irradiador de referência. A luz do dia tem 25 um CRI alto (Ra de aproximadamente 100), com bulbos incandescentes também sendo relativamente próximos (Ra maior do que 95) e uma iluminação fluorescente sendo menos acurada (Ra típico de 70 a 80). Certos tipos de iluminação especializada têm um CRI muito baixo (por exemplo, lâmpadas 30 de vapor de mercúrio ou sódio têm Ra tão baixo quanto em

torno de 40 ou ainda menos). As luzes de sódio são usadas, por exemplo, para iluminação de rodovias - o tempo de resposta do motorista, contudo, diminui significativamente com valores de CRI Ra mais baixos (para qualquer dado brilho, a legibilidade diminui com um CRI Ra mais baixo).

Uma outra questão encontrada por acessórios de luz convencionais é a necessidade de periodicamente substituir os dispositivos de iluminação (por exemplo, os bulbos de luz, etc.). Essas questões são particularmente pronunciadas quando o acesso é difícil (por exemplo, tetos abobadados, pontes, prédios altos, túneis com tráfego) e/ou quando os custos de mudança são extremamente altos. O tempo de vida típico de acessórios convencionais é de em torno de 20 anos, correspondendo a um uso de dispositivo de produção de luz de pelo menos em torno de 44.000 horas (com base no uso de 6 horas por dia por 20 anos). O tempo de vida de um dispositivo de produção de luz tipicamente é muito mais curto, desse modo se criando a necessidade de mudanças periódicas.

Assim sendo, por estas e por outras razões, esforços têm estado em andamento para o desenvolvimento de formas pelas quais os emissores de luz de estado sólido possam ser usados no lugar de luzes incandescentes, luzes fluorescentes e outros dispositivos de geração de luz em uma variedade ampla de aplicações. Além disso, onde diodos emissores de luz (ou outros emissores de luz de estado sólido) já estão sendo usados, esforços estão em andamento para a provisão de diodos emissores de luz (ou outros emissores de luz de estado sólido) os quais sejam melhorados, por exemplo, com respeito à eficiência de

energia, ao índice de reprodução de cor (CRI Ra), contraste, eficácia (lm/W) e/ou duração em serviço.

Uma variedade de emissores de luz de estado sólido é bem conhecida. Por exemplo, um tipo de emissor de luz de 5 estado sólido é um diodo emissor de luz.

Os diodos emissores de luz são dispositivos semicondutores que convertem corrente elétrica em luz. Uma ampla variedade de diodos emissores de luz é usada em campos crescentemente diversos para uma faixa cada vez mais 10 expansiva de finalidades.

Mais especificamente, os diodos emissores de luz são dispositivos semicondutores que emitem luz (ultravioleta, visível ou de infravermelho) quando uma diferença de potencial é aplicada através de uma estrutura de junção p- 15 n. Há várias formas bem conhecidas de feitura de diodos emissores de luz e muitas estruturas associadas, e a presente invenção pode empregar qualquer um desses dispositivos. A título de exemplo, os Capítulos 12 a 14 de Sze, Physics of Semiconductor Devices, (2d Ed. 1981) e o 20 Capítulo 7 de Sze, Modern Semiconductor Device Physics (1998) descrevem uma variedade de dispositivos fotônicos, incluindo diodos emissores de luz.

A expressão "diodo emissor de luz" é usada aqui para referência à estrutura de diodo semicondutor básica (isto 25 é, o chip). O "LED" comumente reconhecido e comercialmente disponível que é vendido (por exemplo) em lojas de eletrônica tipicamente representa um dispositivo "acondicionado" constituído por várias partes. Estes dispositivos acondicionados tipicamente incluem um diodo 30 emissor de luz baseado em semicondutor tal como (mas não

limitado) aqueles descritos nas Patentes U.S. N° 4.918.487; 5.631.190; e 5.912.477; várias conexões de fio e uma embalagem que encapsula o diodo emissor de luz.

Conforme é bem conhecido, um diodo emissor de luz produz luz pela excitação de elétrons através do espaço de banda entre uma banda de condução e uma banda de valência de uma camada ativa de semicondutor (de emissão de luz). A transição de elétron gera luz e um comprimento de onda que depende do espaço de banda. Assim, a cor da luz (comprimento de onda) emitida por um diodo emissor de luz depende dos materiais de semicondutor das camadas ativas do diodo emissor de luz.

Embora o desenvolvimento de diodos emissores de luz tenha revolucionado de muitas formas a indústria de iluminação, algumas das características de diodos emissores de luz apresentaram desafios, alguns dos quais ainda não tendo sido plenamente resolvidos. Por exemplo, o espectro de emissão de qualquer diodo emissor de luz em particular tipicamente é concentrado em torno de um comprimento de onda único (conforme ditado pela composição e pela estrutura do diodo emissor de luz), o que é desejável para algumas aplicações, mas não desejável para outras (por exemplo, para a provisão de iluminação, um espectro de emissão como esse provê um CRI Ra muito baixo).

Devido ao fato de a luz que é percebida como branca ser necessariamente uma combinação de luz de duas ou mais cores (ou comprimentos de onda), nenhuma junção única de diodo emissor de luz foi desenvolvida que possa produzir luz branca. Lâmpadas de LED "brancas" têm sido produzidas, as quais têm um pixel / agrupamento de diodo emissor de luz

formado por respectivos diodos emissores de luz vermelho, verde e azul. Uma outra lâmpada de LED "branca" a qual foi produzida inclui (1) um diodo emissor de luz o qual gera luz azul e (2) um material luminescente (por exemplo, uma substância fosforescente) que emite luz amarela em resposta a uma excitação por luz emitida pelo diodo emissor de luz, por meio do que a luz azul e a luz amarela, quando misturadas, produzem uma luz que é percebida como uma luz branca.

Além disso, a combinação de cores primárias para a produção de combinações de cores não primárias é geralmente bem entendida nesta e em outras artes. Em geral, o Diagrama de Cromaticidade da CIE de 1931 (um padrão internacional para cores primárias estabelecido em 1931) e o Diagrama de Cromaticidade da CIE de 1976 (similar ao Diagrama de 1931, mas modificado de modo que distâncias similares no Diagrama representem diferenças percebidas similares em cor) proveram uma referência útil para a definição de cores como somas ponderadas de cores primárias.

O CRI Ra de lâmpadas de LED brancas eficientes geralmente é baixo (na faixa de 65 a 75), se comparado com fontes de luz incandescente (CRI Ra de 100). Adicionalmente, a temperatura de cor para LEDs geralmente é "mais fria" (~5500 K) e menos desejável do que a temperatura de cor de bulbos incandescentes ou de CCFL (~2700 K). Ambas estas deficiências em LEDs podem ser melhoradas pela adição de outros LEDs ou substâncias luminescentes de cores saturadas selecionadas. Conforme indicado acima, as fontes de luz de acordo com a presente invenção podem utilizar uma "combinação" de cor específica

de fontes de luz de coordenadas de cromaticidade de cor ( $x$ ,  
y) específicas (veja o Pedido de Patente U.S. N°  
60/752.555, depositado em 21 de dezembro de 2005,  
intitulado "Lighting Device and Lighting Method"  
5 (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H. Negley),  
cuja totalidade desse modo é incorporada como referência.  
Por exemplo, a luz de fontes saturadas selecionadas  
adicionais pode ser misturada com fonte(s) de espectro  
amplo não saturada(s) para a provisão de uma iluminação  
10 uniforme, sem quaisquer áreas de descoloração; e, se  
desejado, por razões cosméticas, os emissores de luz  
individuais podem feitos para não serem visíveis como  
dispositivos discretos ou áreas de cor discretas, quando a  
fonte de iluminação ou abertura for vista diretamente.

15 Os diodos emissores de luz assim podem ser usados  
individualmente ou em quaisquer combinações, opcionalmente  
em conjunto com um ou mais materiais luminescentes (por  
exemplo, substâncias fosforescentes ou cintiladores) e/ou  
filtros, para a geração de luz de qualquer cor percebida  
20 (incluindo branco). Assim sendo, as áreas nas quais  
esforços estão sendo feitos para a substituição de fontes  
de luz existentes por fontes de luz de diodo emissor de  
luz, por exemplo, para melhoria de eficiência de energia,  
índice de reprodução de cor (CRI Ra), eficácia (lm/W) e/ou  
25 duração de serviço, não estão limitadas a qualquer cor em  
particular ou combinações de cores de luz.

Os aspectos relacionados à presente invenção podem ser  
representados no Diagrama de Cromaticidade da CIE de 1931  
(Commission International de l'Eclairage) ou no Diagrama de  
30 Cromaticidade da CIE de 1976. A Fig. 1 mostra o Diagrama de

Cromaticidade da CIE de 1931. A Fig. 2 mostra o Diagrama de Cromaticidade da CIE de 1976. A Fig. 3 mostra uma porção aumentada do Diagrama de Cromaticidade da CIE de 1976, de modo a mostrar o locus de corpo negro em maiores detalhes.

- 5 As pessoas de conhecimento na técnica estão familiarizadas com estes diagramas, e estes diagramas estão prontamente disponíveis (por exemplo, buscando-se "Diagrama de Cromaticidade da CIE" na Internet).

Os Diagramas de Cromaticidade da CIE mapeiam a percepção de cor humana em termos de dois parâmetros de CIE 10  $x$  e  $y$  (no caso do diagrama de 1931) ou  $u'$  e  $v'$  (no caso do diagrama de 1976). Para uma descrição técnica de diagramas de cromaticidade de CIE, veja, por exemplo, "Encyclopedia of Physical Science and Technology", vol. 7, 230-231 15 (Robert A Meyers ed., 1987). As cores espectrais são distribuídas em torno da borda do espaço contornado, o qual inclui todos os tons percebidos pelo olho humano. A linha de fronteira representa uma saturação máxima para as cores 20 espectrais. Conforme citado acima, o Diagrama de Cromaticidade da CIE de 1976 é similar ao Diagrama de 1931, exceto pelo fato de o Diagrama de 1976 ter sido modificado de modo que distâncias similares no Diagrama representem diferenças percebidas similares em uma cor.

No Diagrama de 1931, um desvio de um ponto no Diagrama 25 pode ser expresso em termos das coordenadas ou, alternativamente, de modo a se proporcionar uma indicação quanto à extensão da diferença de cor percebida em termos de elipses de MacAdam. Por exemplo, um locus de pontos definidos como sendo dez elipses de MacAdam de um tom 30 especificado definido por um conjunto em particular de

coordenadas no Diagrama de 1931 consiste em tons os quais cada um seriam percebidos como diferindo do tom especificado para uma extensão comum (e, da mesma forma, para loci de pontos definidos como sendo espaçados de um 5 tom em particular por outras quantidades de elipses de MacAdam) .

Uma vez que distâncias similares no Diagrama de 1976 representam diferenças percebidas similares de cor, um desvio de um ponto no Diagrama de 1976 pode ser expresso em 10 termos das coordenadas,  $u'$  e  $v'$ , por exemplo, a distância a partir do ponto =  $(\Delta u'^2 + \Delta v'^2)^{1/2}$ , e os tons definidos por um locus de pontos os quais estão, cada um, a uma distância comum de um tom especificado consistem em tons os quais seriam percebidos, cada um, como diferindo do tom 15 especificado até uma extensão comum.

As coordenadas de cromaticidade e os diagramas de cromaticidade da CIE ilustrados nas Fig. 1 a 3 são explicados em detalhes em vários livros e outras publicações, tais como às páginas 98-107 de K. H. Butler, 20 "Fluorescent Lamp Phosphors" (The Pennsylvania State University Press 1980) e às páginas 109-110 de G. Blasse et al., "Luminescent Materials" (Springer-Verlag 1994), ambos incorporados aqui como referência.

As coordenadas de cromaticidade (isto é, pontos de 25 cor) que ficam ao longo do locus de corpo negro obedecem à equação de Planck:  $E(\lambda) = A \lambda^{-5} / (e^{(B/T)} - 1)$ , onde E é a intensidade de emissão,  $\lambda$  é o comprimento de onda, T a temperatura da cor do corpo negro e A e B são constantes. As coordenadas de cor que ficam em ou próximas do locus de 30 corpo negro produzem uma luz branca agradável para um

observador humano. O Diagrama da CIE de 1976 inclui listagens de temperatura ao longo do locus de corpo negro. Estas listagens de temperatura mostram o percurso de cor de um radiador de corpo negro que é feito aumentar para essas 5 temperaturas. Conforme um objeto aquecido se torna incandescente, ele primeiramente brilha avermelhado, então, amarelado, então branco e, finalmente, azulado. Isto ocorre porque o comprimento de onda associado à radiação de pico do radiador de corpo negro se torna progressivamente mais 10 curto com uma temperatura aumentada, consistente com a Lei de Deslocamento de Wien. Os iluminantes os quais produzem luz a qual está no ou próxima do locus de corpo negro assim podem ser descritos em termos de sua temperatura de cor.

Também são descritas no Diagrama da CIE de 1976 as 15 designações A, B, C, D e E, as quais se referem à luz produzida por vários iluminantes padronizados correspondentemente identificados como iluminantes A, B, C, D e E, respectivamente.

Uma ampla variedade de materiais luminescentes (também 20 conhecidos como substâncias luminescentes ou meios luminóforos, por exemplo, conforme discutido na Patente U.S. N° 6.600.175, cuja totalidade é incorporada aqui como referência) é bem conhecida e está disponível para pessoas de conhecimento na técnica. Por exemplo, uma substância 25 fosforescente é um material luminescente que emite uma radiação de resposta (por exemplo, luz visível), quando excitada por uma fonte de radiação de excitação. Em muitos casos, a radiação de resposta tem um comprimento de onda o qual é diferente do comprimento de onda da radiação de 30 excitação. Outros exemplos de materiais luminescentes

incluem cintiladores, fitas de brilho de dia e tintas as quais brilham no espectro visível mediante uma iluminação com luz ultravioleta.

Os materiais luminescentes podem ser categorizados como sendo de conversão para baixo, isto é, um material o qual converte fótons para um nível de energia mais baixo (comprimento de onda mais longo) ou de conversão para cima, isto é, um material o qual converte fótons para um nível de energia mais alto (comprimento de onda mais curto).

A inclusão de materiais luminescentes em dispositivos de LED foi realizada pela adição dos materiais luminescentes a um material encapsulante claro ou substancialmente transparente (por exemplo, um material à base de epóxi, à base de silicone, à base de vidro ou à base de óxido de metal), conforme discutido acima, por exemplo, por um processo de combinação ou de revestimento.

Por exemplo, a Patente U.S. N° 6.963.166 (a '166 de Yano) mostra que uma lâmpada de diodo emissor de luz convencional inclui um chip de diodo emissor de luz, um alojamento transparente em formato de bala para cobrir o chip de diodo emissor de luz, condutores para suprimento de corrente para o chip de diodo emissor de luz, e um refletor tipo de taça para reflexão da emissão do chip de diodo emissor de luz em uma direção uniforme, em que o chip de diodo emissor de luz é encapsulado com uma primeira porção de resina, a qual é adicionalmente encapsulada com uma segunda porção de resina. De acordo com a '166 de Yano, a primeira porção de resina é obtida pelo enchimento do refletor tipo de taça com um material de resina e pela cura dele após o chip de diodo emissor de luz ter sido montado

no fundo do refletor tipo de taça e, então, ter tido seus eletrodos de catodo e de anodo eletricamente conectados aos condutores por meio de fios. De acordo com a '166 de Yano, uma substância fosforescente é dispersa na primeira porção 5 de resina, de modo a ser excitada com a luz A que foi emitida a partir do chip de diodo emissor de luz, a substância fosforescente excitada produz fluorescência ("luz B") que tem um comprimento de onda mais longo do que a luz A, uma porção da luz A é transmitida através da 10 primeira porção de resina incluindo a substância fosforescente, e, como resultado, uma luz C como uma mistura da luz A e da luz B é usada como iluminação.

Conforme citado acima, "luzes de LED brancas" (isto é, luzes as quais são percebidas como sendo brancas ou quase 15 brancas) foram investigadas como substituições potenciais para lâmpadas incandescentes brancas. Um exemplo representativo de uma lâmpada de LED branca inclui uma embalagem de um chip de emissor de luz de estado sólido azul, feita de nitreto de índio e gálio (InGaN) ou nitreto 20 de gálio (GaN), revestido com uma substância fosforescente, tal como YAG. Em uma lâmpada de LED como essa, o chip de diodo emissor de luz azul produz uma emissão com um comprimento de onda de pico de em torno de 450 nm, e a substância fosforescente produz uma fluorescência amarela 25 com um comprimento de onda de pico de em torno de 550 nm no recebimento daquela emissão. Por exemplo, em alguns projetos, as lâmpadas de diodo emissor de luz brancas são fabricadas pela formação de uma camada de substância fosforescente cerâmica na superfície de saída de um diodo 30 emissor de luz de semicondutor de emissão de luz azul.

Parte do raio azul emitido a partir do chip de diodo emissor de luz passa através da substância fosforescente, enquanto parte do raio azul emitido a partir do chip de diodo emissor de luz é absorvida pela substância fosforescente, a qual se torna excitada e emite um raio amarelo. A parte da luz azul emitida pelo diodo emissor de luz a qual é transmitida através da substância fosforescente é misturada com a luz amarela emitida pela substância fosforescente. O observador percebe a mistura da luz azul e da amarela como uma luz branca. Um outro tipo usa um chip de diodo emissor de luz azul ou violeta o qual é combinado com materiais de substância fosforescente que produzem raios de luz vermelha ou laranja e verde ou verde amarelado. Em uma lâmpada como essa, parte da luz azul ou violeta emitida pelo chip de diodo emissor de luz excita as substâncias fosforescentes, fazendo com que as substâncias fosforescentes emitam raios de luz vermelha ou laranja e amarela ou verde. Estes raios combinados com os raios em azul ou violeta podem produzir a percepção de luz branca.

Conforme citado acima, em um outro tipo de lâmpada de LED, um chip de diodo emissor de luz que emite um raio ultravioleta é combinado com materiais de substância fosforescente que produzem raios de luz vermelha (R), verde (G) e azul (B). Em uma lâmpada de LED como essa, o raio ultravioleta que foi irradiado a partir do chip de diodo emissor de luz excita a substância fosforescente, fazendo com que a substância fosforescente emita os raios de luz vermelha, verde e azul, os quais, quando misturados, são percebidos pelo olho humano como luz branca.

Conseqüentemente, a luz branca também pode ser obtida como

uma mistura destes raios de luz.

Na substituição de diodos emissores de luz por outras fontes de luz, por exemplo, bulbos de luz incandescente, os LEDs acondicionados têm sido usados com acessórios de luz convencionais, por exemplo, acessórios os quais incluem uma lente oca e uma placa de base afixada à lente, a placa de base tendo um alojamento de soquete convencional com um ou mais contatos, o que é eletricamente acoplado a uma fonte de potência. Por exemplo, bulbos de luz de LED foram construídos, os quais compreendem uma placa de circuito elétrico e um pino de conexão afixado à placa de circuito e adaptado para ser conectado ao alojamento de soquete do acessório de luz, por meio do que a pluralidade de LEDs pode ser iluminada pela fonte de potência.

Existem fontes de luz de LED "branca" as quase são relativamente eficientes, mas as quais têm uma reprodução de cor ruim, tipicamente tendo valores de CRI Ra de menos de 75, e as quais são particularmente deficientes na reprodução de cores vermelhas e também até uma extensão significativa no verde. Isto significa que muitas coisas, incluindo a compleição humana típica, itens alimentícios, tintas, pôsteres, placas de sinalização, eletrodomésticos, decoração doméstica, plantas, flores, automóveis, etc. exibem uma cor estranha ou errada, se comparado com serem iluminados com uma luz incandescente ou uma luz diurna natural. Tipicamente, essas lâmpadas de LED brancas têm uma temperatura de cor de aproximadamente 5000 K, o que geralmente não é confortável visualmente para uma iluminação geral, o que, contudo, pode ser desejável para a iluminação de produção comercial ou materiais de propaganda

e impressos.

Os objetos coloridos iluminados por lâmpadas de LED de RGB às vezes não aparecem em suas cores verdadeiras. Por exemplo, um objeto que reflete apenas luz amarela, e, assim, que pareça ser amarelo quando iluminado com luz branca, pode parecer dessaturado e cinza quando iluminado com uma luz tendo uma cor amarela aparente, produzida pelos LEDs verde e vermelho de um acessório de LED RGB. Essas lâmpadas, portanto, são consideradas como não provendo uma reprodução de cor excelente, particularmente quando iluminando vários cenários, tal como em uma iluminação geral e, particularmente, com respeito a fontes naturais. Além disso, os LEDs verdes atualmente disponíveis são relativamente ineficientes e, assim, limitam a eficiência dessas lâmpadas.

Alguns assim denominados LEDs "brancos quentes" têm uma temperatura de cor mais aceitável (tipicamente de 2700 a 3500 K) para uso em ambiente interno e, em alguns casos, muitos (mas nem todos) desses LEDs brancos quentes têm bom CRI Ra (no caso de uma mistura de substância fosforescente amarela e vermelha, tão alto quanto Ra = 95), mas sua eficácia em geral é significativamente menor do que aquela dos LEDs "brancos frios" padronizados.

O emprego de LEDs tendo uma ampla variedade de tons de modo similar necessitaria do uso de LEDs tendo uma variedade de eficiências, incluindo alguns com baixa eficiência, desse modo se reduzindo a eficiência desses sistemas e aumentando dramaticamente a complexidade e o custo de circuitos para controle dos muitos tipos diferentes de LEDs e manutenção do equilíbrio de cor da

luz.

Portanto, há uma necessidade de uma fonte de luz branca de estado sólido de eficiência alta que combine a eficiência e a vida longa das lâmpadas de LED brancas com 5 uma temperatura de cor aceitável e um bom índice de reprodução de cor, bom contraste, gama ampla e circuito de controle simples.

No caso de embalagens de LED convencionais as quais incluem uma substância fosforescente, uma proporção 10 significativa (por exemplo, em muitos casos, tanto quanto de 20% a 25%) da luz de excitação (isto é, a luz a partir do LED) é refletida (dispersão traseira) a partir da substância fosforescente de volta para o chip / a embalagem de diodo emissor de luz. A luz dispersa para trás a qual é 15 dispersa para trás para o chip de diodo emissor de luz em si tem uma probabilidade muito baixa de sair do chip e, daí, essa dispersão traseira resulta em uma perda de energia do sistema.

Além disso, a luz convertida por substância 20 fosforescente é omnidirecional, de modo que, em geral, 50% da luz são dirigidos de volta para a fonte de LED.

Mais ainda, se o elemento luminescente for espesso demais, e/ou se o teor de material luminescente (por exemplo, de substância fosforescente) no elemento 25 luminescente for grande demais, uma "auto-absorção" poderá ocorrer. Uma auto-absorção ocorre quando emissões de luz dentro da camada de acondicionamento ficam dentro da camada de acondicionamento para excitação de outras partículas de substância fosforescente e, eventualmente, são absorvidas 30 ou de outra forma são impedidas de saírem do dispositivo,

desse modo reduzindo a performance (intensidade) e a eficiência. Adicionalmente, se o tamanho de partículas do material luminescente (por exemplo, a substância fosforescente) for grande demais, as partículas de material 5 luminescente podem causar uma dispersão indesejada da fonte de excitação (o chip de LED) e da luz gerada pela substância fosforescente.

Há uma necessidade progressiva de formas para uso de diodos emissores de luz em uma variedade mais ampla de 10 aplicações, com maior eficiência de energia, com índice de reprodução de cor (CRI Ra) melhorado, com eficácia melhorada (lm/W), custo mais baixo e/ou com duração mais longa em serviço.

#### Breve Sumário da Invenção

15 Em um primeiro aspecto da presente invenção, é provido um dispositivo de iluminação que compreende pelo menos um emissor de luz de estado sólido, o qual, quando suprido com electricidade de uma primeira potência elétrica, emite luz de saída de um brilho de pelo menos 60 lumens por watt da 20 electricidade.

Em algumas modalidades, de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção, a luz de saída é de um brilho de pelo menos 300 lumens.

25 Em algumas modalidades, de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção, a luz de saída tem um CRI Ra de pelo menos 90.

30 Em algumas modalidades, de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção, o dispositivo de iluminação, quando suprido com electricidade de uma primeira potência elétrica, emite uma luz de saída de um brilho de pelo menos

70 lumens por watt da eletricidade.

Em algumas modalidades, de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção, o dispositivo de iluminação, quando suprido com eletricidade de uma primeira potência elétrica, emite uma luz de saída de um brilho de pelo menos 80 lumens / watt (em alguns casos, de 85 lumens / watt) da eletricidade.

Em algumas modalidades, de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção, o emissor de luz de estado sólido é um primeiro diodo emissor de luz.

Em algumas modalidades, de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção, o dispositivo de iluminação compreende uma pluralidade de diodos emissores de luz, incluindo o primeiro diodo emissor de luz.

15 Em algumas modalidades, de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção, o dispositivo de iluminação ainda compreende uma ou mais substâncias luminescentes.

Em algumas modalidades, de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção, o dispositivo de iluminação 20 ainda compreende pelo menos uma linha de potência, e pelo menos um primeiro grupo de diodos emissores de luz é conectado eletricamente de forma direta ou comutável à linha de potência, uma queda de voltagem através do primeiro grupo dos diodos emissores de luz e através de 25 qualquer um dos outros componentes ao longo daquela linha de potência, sendo de entre 1,3 e 1,5 vezes (por exemplo, entre 1,410 e 1,420 vezes) uma voltagem de tomada padrão (por exemplo, uma voltagem de tomada padrão de 110 V AC).

Em algumas modalidades, de acordo com o primeiro 30 aspecto da presente invenção, os diodos emissores de luz no

primeiro grupo de diodos emissores de luz são dispostos em série ao longo da linha de potência.

Em um segundo aspecto da presente invenção, é provido um invólucro, que compreende um espaço envolvido e pelo menos um dispositivo de iluminação de acordo com a presente invenção, onde se o dispositivo de iluminação fosse iluminado, o dispositivo de iluminação iluminaria pelo menos uma porção do invólucro.

Em um terceiro aspecto da presente invenção, é provido um elemento de iluminação que compreende uma superfície e pelo menos um dispositivo de iluminação de acordo com a presente invenção, onde se o dispositivo de iluminação fosse iluminado, o dispositivo de iluminação iluminaria pelo menos uma porção da superfície.

Em um quarto aspecto da presente invenção, é provido um método de iluminação, que compreende o suprimento de um dispositivo de iluminação com eletricidade em uma primeira potência elétrica, o dispositivo de iluminação emitindo uma luz de saída de uma eficácia de pelo menos 60 lumens por watt da eletricidade.

Em algumas modalidades, de acordo com o quarto aspecto da presente invenção, a luz de saída é de um brilho de pelo menos 300 lumens.

Em algumas modalidades, de acordo com o quarto aspecto da presente invenção, a luz de saída é percebida como branca.

Em algumas modalidades, de acordo com o quarto aspecto da presente invenção, a luz de saída é percebida como não branca.

Em algumas modalidades, de acordo com o quarto aspecto

da presente invenção, a luz de saída tem um CRI Ra de pelo menos 90.

Em algumas modalidades, de acordo com o quarto aspecto da presente invenção, o dispositivo de iluminação, quando suprido com eletricidade uma primeira potência elétrica, emite uma luz de saída de um brilho de pelo menos 70 lumens por watt de eletricidade.

Em algumas modalidades, de acordo com o quarto aspecto da presente invenção, o dispositivo de iluminação, quando suprido com eletricidade uma primeira potência elétrica, emite uma luz de saída de um brilho de pelo menos 80 lumens / watt (em alguns casos, 85 lumens / watt) de eletricidade.

Em algumas modalidades, de acordo com o quarto aspecto da presente invenção, o emissor de luz de estado sólido é um primeiro diodo emissor de luz. Em algumas dessas modalidades, o dispositivo de iluminação compreende uma pluralidade de diodos emissores de luz, incluindo o primeiro diodo emissor de luz.

Em algumas modalidades, de acordo com o quarto aspecto da presente invenção, o dispositivo de iluminação ainda compreende uma ou mais substâncias luminescentes. Nessas modalidades, cada uma das substâncias luminescentes é posicionada a em torno de 750 micrômetros de pelo menos um dos diodos emissores de luz.

Em algumas modalidades, de acordo com o quarto aspecto da presente invenção, o dispositivo de iluminação ainda compreende pelo menos uma linha de potência, e pelo menos um primeiro grupo de diodos emissores de luz é conectado eletricamente de forma direta ou comutável à linha de potência, uma queda de voltagem através do primeiro grupo

dos diodos emissores de luz e através de qualquer um dos outros componentes ao longo daquela linha de potência, sendo de entre 1,3 e 1,5 vezes (por exemplo, entre 1,410 e 1,420 vezes) uma voltagem de tomada padrão (por exemplo, 5 uma voltagem de tomada padrão de 110 V AC). Em algumas dessas modalidades, os diodos emissores de luz no primeiro grupo de diodos emissores de luz são dispostos em série ao longo da linha de potência.

A invenção será mais plenamente entendida com referência aos desenhos associados e à descrição detalhada a seguir da invenção.

#### Breve Descrição das Figuras de Desenho

A Fig. 1 mostra o Diagrama de Cromaticidade de 1931.

A Fig. 2 mostra o Diagrama de Cromaticidade de 1976.

15 A Fig. 3 mostra uma porção aumentada do Diagrama de Cromaticidade de 1976, de modo a mostrar o locus de corpo negro em detalhes.

20 A Fig. 4 descreve uma primeira modalidade de um dispositivo de iluminação de acordo com a presente invenção.

A Fig. 5 é uma vista em corte tomada ao longo do plano V-V mostrado na Fig. 4 (e não é desenhada na mesma escala que a Fig. 4).

25 A Fig. 6 é uma vista em seção transversal de um dos LEDs vermelhos 16a empregados na modalidade descrita nas Fig. 4 e 5.

A Fig. 7 é uma vista em seção transversal de um dos emissores esverdeados - amarelados 16b empregados na modalidade descrita nas Fig. 4 e 5.

Conforme citado acima, em um primeiro aspecto da presente invenção, é provido um dispositivo de iluminação que comprehende pelo menos um emissor de luz de estado sólido, o qual, quando suprido com eletricidade de uma 5 primeira potência elétrica, emite uma luz de saída de um brilho de pelo menos 60 lumens por watt da eletricidade. Em algumas modalidades do primeiro aspecto da presente invenção, a luz de saída é uma branca quente.

A eficácia (em lumens por watt) conforme referido aqui 10 significa um brilho conforme medido em relação à energia da tomada, isto é, é uma medida de eficiência de tomada de parede (em oposição a valores às vezes dados em componentes individuais e/ou conjuntos de componentes). Isto é, a 15 "eficácia" conforme usado aqui significa lumens obtidos a partir da entrada de potência para o dispositivo de iluminação (não, por exemplo, os lumens obtidos a partir da entrada de potência para um LED), isto é, a eficácia é determinada com base na potência total consumida no 20 funcionamento do dispositivo de iluminação, em oposição a meramente a potência consumida em um ou mais componentes, tais como LEDs individuais.

A expressão "iluminado" conforme usado aqui, quando se referindo a um diodo emissor de luz, significa que pelo menos alguma corrente está sendo suprida para o diodo 25 emissor de luz para fazer com que o diodo emissor de luz emita pelo menos alguma luz. A expressão "iluminado" engloba situações em que o diodo emissor de luz emite luz de forma contínua ou intermitente a uma taxa tal que um olho humano o perceba como emitindo luz continuamente, ou 30 onde uma pluralidade de diodos emissores de luz da mesma

cor ou de cores diferentes está emitindo luz de forma intermitente e/ou alternada (com ou sem superposição nos tempos "ativos"), de forma tal que um olho humano os perceba como emitindo luz continuamente (e, nos casos em 5 que cores diferentes são emitidas, como uma mistura daquelas cores).

A expressão "excitada" conforme usado aqui, quando se referindo a uma substância luminescente, significa que pelo menos alguma radiação eletromagnética (por exemplo, luz 10 visível, luz UV ou luz de infravermelho) está contatando a substância luminescente para emitir pelo menos alguma luz. A expressão "excitada" engloba situações em que a substância luminescente emite luz de forma contínua ou intermitente a uma taxa tal que um olho humano a perceba 15 como emitindo luz continuamente, ou quando uma pluralidade de substâncias luminescentes da mesma cor ou de cores diferentes está emitindo luz de forma intermitente e/ou alternada (com ou sem uma superposição em tempos "ativos"), de forma tal que um olho humano as perceba como emitindo 20 luz continuamente (e, em casos em que cores diferentes são emitidas, como uma mistura daquelas cores).

Conforme usado aqui, o termo "substancialmente" significa pelo menos em torno de 90% de correspondência com o recurso citado. Por exemplo, a expressão 25 "substancialmente transparente" conforme usado aqui significa que a estrutura a qual é caracterizada como sendo substancialmente transparente permite a passagem de pelo menos 90% da luz tendo um comprimento de onda na faixa de consideração. A expressão "de forma substancialmente 30 uniforme" significa que o espaçamento entre quaisquer dois

itens difere em não mais do que 10% do espaçamento médio entre pares adjacentes desses itens.

Qualquer emissor ou quaisquer emissores de luz de estado sólido desejados podem ser empregados de acordo com 5 a presente invenção. As pessoas versadas na técnica estão cientes de e têm pronto acesso a uma ampla variedade desses emissores. Esses emissores de luz de estado sólido incluem emissores de luz inorgânicos e orgânicos. Os exemplos de tipos desses emissores de luz incluem uma ampla variedade 10 de diodos emissores de luz (inorgânicos ou orgânicos, incluindo diodos emissores de luz de polímero (PLEDs)), diodos de laser, dispositivos eletroluminescentes de filme fino, polímeros de emissão de luz (LEPs), uma variedade de cada um dos quais sendo bem conhecida na técnica (e, 15 portanto, não é necessário descrever em detalhes tais dispositivos, e/ou os materiais dos quais esses dispositivos são feitos).

Os respectivos emissores de luz podem ser similares uns aos outros, diferentes uns dos outros ou em qualquer 20 combinação (isto é, eles podem ser uma pluralidade de emissores de luz de estado sólido de um tipo, ou um ou mais emissores de luz de estado sólido de cada um de dois ou mais tipos).

Conforme citado acima, um tipo de emissor de luz de 25 estado sólido o qual pode ser empregado é como LEDs. Esses LEDs podem ser selecionados a partir de dentre quaisquer diodos emissores de luz (uma ampla variedade dos quais sendo prontamente obteníveis e bem conhecidos por aqueles versados na técnica, e, portanto, não é necessário 30 descrever em detalhes tais dispositivos, e/ou os materiais

dos quais esses dispositivos são feitos). Por exemplo, os exemplos de tipos de diodos emissores de luz incluem diodos emissores de luz inorgânicos e orgânicos, uma variedade de cada um dos quais sendo bem conhecida na técnica.

5 Os exemplos representativos desses LEDs, muitos dos quais sendo conhecidos na técnica, podem incluir quadros de condutor, substâncias luminescentes, regiões encapsulantes, etc.

Os exemplos representativos desses LEDs são descritos  
10 em:

(1) Pedido de Patente U.S. N° 60/753.138, depositado em 22 de dezembro de 2005, intitulado "Lighting Device" (inventor: Gerald H. Negley), cuja totalidade é incorporada aqui como referência;

15 (2) Pedido de Patente U.S. N° 60/794.379, depositado em 24 de abril de 2006, intitulado "Shifting Spectral Content in LEDs by Spatially Separating Lumiphor Films" (inventores: Gerald H. Negley e Antony Paul van de Ven; número de protocolo legal 931\_006 PRO), cuja totalidade é  
20 incorporada aqui como referência;

25 (3) Pedido de Patente U.S. N° 60/808.702, depositado em 26 de maio de 2006, intitulado "Lighting Device" (inventores: Gerald H. Negley e Antony Paul van de Ven; número de protocolo legal 931\_009 PRO), cuja totalidade é incorporada aqui como referência;

30 (4) Pedido de Patente U.S. N° 60/808.925, depositado em 26 de maio de 2006, intitulado "Solid State Light Emitting Device and Method of Making Same" (inventores: Gerald H. Negley e Neal Hunter; número de protocolo legal 931\_010 PRO), cuja totalidade é incorporada aqui como

referência;

(5) Pedido de Patente U.S. N° 60/802.697, depositado em 23 de maio de 2006, intitulado "Lighting Device and Method of Making" (inventor: Gerald H. Negley; número de protocolo legal 931\_011 PRO), cuja totalidade é incorporada aqui como referência;

(6) Pedido de Patente U.S. N° 60/839.453, depositado em 23 de agosto de 2006, intitulado "LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD" (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H. Negley; número de protocolo legal 931\_034 PRO), cuja totalidade é incorporada aqui como referência;

(7) Pedido de Patente U.S. N° 60/857.305, depositado em 7 de novembro de 2006, intitulado "LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD" (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H. Negley; número de protocolo legal 931\_027 PRO, cuja totalidade é incorporada aqui como referência; e

(8) Pedido de Patente U.S. N° 60/851.230, depositado em 12 de outubro de 2006, intitulado "LIGHTING DEVICE AND METHOD OF MAKING SAME" (inventor: Gerald H. Negley; número de protocolo legal 931\_041 PRO, cuja totalidade é incorporada aqui como referência.

Os dispositivos de iluminação de acordo com a presente invenção podem compreender qualquer número desejado de emissores de estado sólido.

Conforme citado acima, em algumas modalidades de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção, o dispositivo de iluminação ainda compreende uma ou mais substâncias luminescentes.

Conforme citado acima, em algumas modalidades de acordo com a presente invenção, o dispositivo de iluminação

ainda compreende pelo menos uma substância luminescente (isto é, uma região de luminescência ou um elemento luminescente o qual compreende pelo menos um material luminescente). A expressão "substância luminescente" conforme usado aqui se refere a qualquer elemento luminescente, isto é, qualquer elemento o qual inclua um material luminescente.

Uma ou mais substâncias luminescentes, quando providas, individualmente podem ser qualquer substância luminescente, uma ampla variedade das quais sendo conhecida por aqueles versados na técnica. Por exemplo, um ou mais materiais luminescentes na substância luminescente podem ser selecionados dentre substâncias fosforescentes, cintiladores, fitas de brilho diurno, tintas as quais brilham no espectro visível mediante uma iluminação com luz ultravioleta, etc. Um ou mais materiais luminescentes podem ser de conversão para baixo ou de conversão para cima, ou podem incluir uma combinação de ambos os tipos. Por exemplo, a primeira substância luminescente pode compreender um ou mais materiais luminescentes de conversão para baixo.

A ou cada uma de uma ou mais substâncias luminescentes podem compreender, ainda, se desejado (ou consistir esse em ou consistir em) um ou mais aglutinantes altamente transmissivos (por exemplo, transparentes ou substancialmente transparentes ou um pouco difuso), por exemplo, feitos de epóxi, silicone, vidro, óxido de metal, ou de qualquer outro material adequado (por exemplo, em qualquer dada substância luminescente compreendendo um ou mais aglutinantes, uma ou mais substâncias fosforescentes

podem ser dispersas em um ou mais aglutinantes). Em geral, quanto mais espessa a substância luminescente, mais baixa pode ser a percentagem em peso da substância fosforescente. Os exemplos representativos da percentagem em peso de substância fosforescente incluem a partir de em torno de 5 3,3 por cento em peso até em torno de 20 por cento em peso, embora, conforme indicado acima, dependendo da espessura geral da substância luminescente, a percentagem em peso substância fosforescente possa ser geralmente de qualquer 10 valor, por exemplo, a partir de 0,1 por cento em peso a 100 por cento em peso (por exemplo, uma substância luminescente formada pela sujeição de uma substância fosforescente pura a um procedimento de prensagem isostática a quente).

Os dispositivos nos quais uma substância luminescente 15 pode ser provida, se desejado, ainda compreendem um ou mais encapsulantes claros (compreendendo, por exemplo, um ou mais materiais de silicone) posicionados entre o chip de diodo emissor de luz (por exemplo, o diodo emissor de luz) e a substância luminescente.

20 A ou cada uma das uma ou mais substâncias luminescentes ainda podem compreender, independentemente, qualquer número de aditivos bem conhecidos, por exemplo, difusores, dispersores, agentes de tingimento, etc.

Conforme citado acima, em algumas modalidades de 25 acordo com o primeiro aspecto da presente invenção, o dispositivo de iluminação ainda compreende pelo menos uma linha de potência, e pelo menos um primeiro grupo de diodos emissores de luz é conectado eletricamente de forma direta ou comutável à linha de potência, uma queda de voltagem 30 através do primeiro grupo dos diodos emissores de luz e

através de qualquer um dos outros componentes ao longo daquela linha de potência sendo entre em torno de 1,2 e 1,6 vezes, por exemplo, entre 1,3 e 1,5 vezes (por exemplo, entre 1,410 e 1,420 vezes) uma voltagem de tomada padrão 5 (por exemplo, uma voltagem de tomada padrão de 110 V AC).

Por exemplo, quando a voltagem de uma tomada é de 110 Volts AC, e uma linha de potência se conecta a uma pluralidade de diodos emissores de luz azul e um regulador de corrente, em série, se o regulador de corrente tivesse 10 uma queda de voltagem de 7,6 Volts e cada diodo emissor de luz tivesse uma queda de voltagem de 2,9 Volts, um número adequado desses diodos emissores de luz a serem incluídos naquela linha seria 51.

De modo similar, quando a voltagem de uma tomada é de 15 110 Volts AC, e uma linha de potência se conecta a uma pluralidade de diodos emissores de luz azul, uma pluralidade de diodos emissores de luz vermelha e um regulador de corrente, em série, se o regulador de corrente tivesse uma queda de voltagem de 7,6 Volts, cada diodo 20 emissor de luz azul tivesse uma queda de voltagem de 2,9 Volts, e cada diodo emissor de luz vermelha tivesse uma queda de voltagem de 2,0 Volts, e a relação de diodos emissores de luz azul para a soma de diodos emissores de luz azul e diodos emissores de luz vermelha desejável fosse 25 para estar na faixa de em torno de 0,4 a em torno de 0,6, os números adequados dos respectivos diodos emissores de luz a serem incluídos naquela linha incluiriam 24 azuis e 47 vermelhos.

Além disso, um ou mais elementos de dispersão (por 30 exemplo, camadas) opcionalmente podem incluir os

dispositivos de iluminação de acordo com este aspecto da presente invenção. O elemento de dispersão pode ser incluído em uma substância luminescente, e/ou um elemento de dispersão em separado pode ser provido. Uma ampla variedade de elementos de dispersão e elementos luminescentes e de dispersão combinados é bem conhecida por aqueles versados na técnica, e qualquer um desses elementos pode ser empregado nos dispositivos de iluminação da presente invenção.

10 Em algumas modalidades de acordo com a presente invenção, um ou mais dos diodos emissores de luz podem ser incluídos em uma embalagem em conjunto com uma ou mais das substâncias luminescentes, e uma ou mais substâncias luminescentes na embalagem podem ser espaçadas de um ou mais diodos emissores de luz na embalagem para a obtenção de uma eficiência de extração de luz melhorada, conforme descrito no Pedido de Patente U.S. N° 60/753.138, depositado em 22 de dezembro de 2005, "Lighting Device" (inventor: Gerald H. Negley), cuja totalidade é incorporada 15 aqui como referência.

20

Em algumas modalidades de acordo com a presente invenção, duas ou mais substâncias luminescentes podem ser providas, duas ou mais das substâncias luminescentes sendo espaçadas de cada outra, conforme descrito no Pedido de 25 Patente U.S. N° 60/761.310, depositado em 23 de janeiro de 2006, intitulado "Shifting Spectral Content in LEDs by Spatially Separating Lumiphor Films" (inventores: Gerald H. Negley e Antony Paul Van de Ven), cuja totalidade é incorporada aqui como referência.

30 Os emissores de luz de estado sólido e quaisquer

substâncias luminescentes podem ser selecionados de modo a se produzirem quaisquer misturas desejadas de luz.

Os exemplos representativos de combinações adequadas desses componentes para a provisão de uma mistura de luz 5 desejada, conforme descrito em:

(1) Pedido de Patente U.S. N° 60/752.555, depositado em 21 de dezembro de 2005, intitulado "Lighting Device and Lighting Method" (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H. Negley), cuja totalidade é incorporada aqui como 10 referência;

(2) Pedido de Patente U.S. N° 60/752.556, depositado em 21 de dezembro de 2005, intitulado "Lighting Device and Lighting Method" (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H. Negley), cuja totalidade é incorporada aqui como 15 referência;

(3) Pedido de Patente U.S. N° 60/793.524, depositado em 20 de abril de 2006, intitulado "Lighting Device and Lighting Method" (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H. Negley), cuja totalidade é incorporada aqui como 20 referência;

(4) Pedido de Patente U.S. N° 60/793.518, depositado em 20 de abril de 2006, intitulado "Lighting Device and Lighting Method" (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H. Negley), cuja totalidade é incorporada aqui como 25 referência;

(5) Pedido de Patente U.S. N° 60/793.530, depositado em 20 de abril de 2006, intitulado "Lighting Device and Lighting Method" (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H. Negley), cuja totalidade é incorporada aqui como 30 referência;

(6) Pedido de Patente U.S. N° 11/566.440, depositado em 12/4/2006, intitulado "LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD" (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H. Negley; número de protocolo legal 931\_035 NP), cuja 5 totalidade é incorporada aqui como referência;

(7) Pedido de Patente U.S. N° 60/868.986, depositado em 12/7/2006, intitulado "LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD" (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H. Negley; número de protocolo legal 931\_053 PRO), cuja 10 totalidade é incorporada aqui como referência;

(8) Pedido de Patente U.S. N° 60/857.305, depositado em 7 de novembro de 2006, intitulado "LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD" (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H. Negley; número de protocolo legal 931\_027 PRO, 15 cuja totalidade é incorporada aqui como referência; e

(9) Pedido de Patente U.S. N° 60/891.148, depositado em 22 de fevereiro de 2007, intitulado "LIGHTING DEVICE AND METHODS OF LIGHTING, LIGHT FILTERS AND METHODS OF FILTERING LIGHT" (inventor: Antony Paul van de Ven; número de 20 protocolo legal 931\_057 PRO, cuja totalidade é incorporada aqui como referência.

A expressão "percebida como branca" conforme usado aqui significa que a visão humana normal perceberia a luz (isto é, a luz a qual é caracterizada como sendo "percebida 25 como branca") como branca.

De modo similar, a expressão "percebida como não branca" conforme usado aqui significa que a visão humana normal perceberia a luz (isto é, a luz a qual é caracterizada como sendo "percebida como branca") como 30 sendo não branca (incluindo, por exemplo, branco sujo e

outras cores além de branco).

Os dispositivos de iluminação da presente invenção podem ser dispostos, montados e supridos com eletricidade de qualquer maneira desejada, e podem ser montados em 5 qualquer alojamento ou acessório desejado. Os técnicos versados estão familiarizados com uma ampla variedade de arranjos, esquemas de montagem, aparelhos de suprimento de potência, alojamentos e acessórios e qualquer um desses arranjos, esquemas, aparelhos, alojamentos e acessórios 10 pode ser empregado em relação à presente invenção. Os dispositivos de iluminação da presente invenção podem ser eletricamente conectados (ou conectados seletivamente) a qualquer fonte de potência desejada, as pessoas de conhecimento na técnica estando familiarizadas com uma 15 variedade dessas fontes de potência.

Os exemplos representativos de arranjos de dispositivos de iluminação, esquemas para montagem de dispositivos de iluminação, aparelhos para suprimento de eletricidade para dispositivos de iluminação, alojamentos 20 para dispositivos de iluminação, acessórios para dispositivos de iluminação e suprimentos de potência para dispositivos de iluminação, todos os quais sendo adequados para os dispositivos de iluminação da presente invenção são descritos em:

25 (1) Pedido de Patente U.S. N° 60/752.753, depositado em 21 de dezembro de 2005, intitulado "Lighting Device" (inventores: Gerald H. Negley, Antony Paul Van de Ven e Neal Hunter), cuja totalidade é incorporada aqui como referência;

30 (2) Pedido de Patente U.S. N° 60/798.446, depositado

em 5 de maio de 2006, intitulado "Lighting Device" (inventor: Antony Paul Van de Ven) (número de protocolo legal 931\_008), cuja totalidade é incorporada aqui como referência;

5 (3) Pedido de Patente U.S. N° 60/761.879, depositado em 25 de janeiro de 2006, intitulado "Lighting Device With Cooling" (inventores: Thomas Coleman, Gerald H. Negley e Antony Paul Van de Ven) (número de protocolo legal 931\_007), cuja totalidade é incorporada aqui como  
10 referência;

(4) Pedido de Patente U.S. N° 60/809.461, depositado em 31 de maio de 2006, intitulado "Lighting Device With Color Control, and Method of Lighting" (inventor: Antony Paul van de Ven) (número de protocolo legal 931\_015), cuja  
15 totalidade é incorporada aqui como referência;

(5) Pedido de Patente U.S. N° 60/809.595, depositado em 31 de maio de 2006, intitulado "Lighting Device and Method of Lighting" (inventor: Gerald H. Negley) (número de protocolo legal 931\_018), cuja totalidade é incorporada  
20 aqui como referência;

(6) Pedido de Patente U.S. N° 60/845.429, depositado em 18 de setembro de 2006, intitulado "LIGHTING DEVICES, LIGHTING ASSEMBLIES, FIXTURES AND METHODS OF USING SAME" (inventor: Antony Paul van de Ven; número de protocolo  
25 legal 931\_019 PRO), cuja totalidade é incorporada aqui como referência; e

(7) Pedido de Patente U.S. N° 60/846.222, depositado em 21 de setembro de 2006, intitulado "LIGHTING ASSEMBLIES, METHODS OF INSTALLING SAME, AND METHODS OF REPLACING LIGHTS" (inventores: Antony Paul van de Ven e Gerald H.  
30

Negley; número de protocolo legal 931\_021 PRO), cuja totalidade é incorporada aqui como referência.

A expressão "dispositivo de iluminação" conforme usado aqui não é limitada, exceto pelo fato de ser capaz de emitir luz. Isto é, um dispositivo de iluminação pode ser um dispositivo o qual ilumina uma área ou um volume (por exemplo, um cômodo, uma piscina, um depósito, um indicador, uma estrada, um veículo, uma placa de sinalização de rodovia, um quadro de avisos, um navio, um barco, uma aeronave, um estádio, uma árvore, uma janela, um pátio, etc.), uma luz indicadora ou um dispositivo ou arranjo de dispositivos que ilumine um invólucro, ou um dispositivo que seja usado para iluminação pela borda ou por trás (por exemplo, um pôster de iluminação traseira, uma sinalização, visores de LCD), ou qualquer outro dispositivo de emissão de luz.

A presente invenção ainda se refere a um invólucro iluminado (cujo volume pode ser iluminado de modo uniforme ou não uniforme), compreendendo um espaço fechado e pelo menos um dispositivo de iluminação de acordo com a presente invenção, onde o dispositivo de iluminação ilumina pelo menos uma porção do invólucro (de modo uniforme ou não uniforme).

A presente invenção ainda se refere a uma superfície iluminada, que compreende uma superfície e pelo menos um dispositivo de iluminação de acordo com a presente invenção, onde o dispositivo de iluminação ilumina pelo menos uma porção da superfície.

A presente invenção ainda se refere a uma área iluminada, que compreende pelo menos uma área selecionada a

partir do grupo que consiste em uma piscina, um cômodo, um depósito, um indicador, uma estrada, um veículo, uma placa de sinalização de estrada, um quadro de avisos, um navio, um barco, uma aeronave, um estádio, uma árvore, uma janela e um poste de iluminação tendo montado nele ou sobre ele pelo menos um dispositivo de iluminação de acordo com a presente invenção.

Os dispositivos de acordo com a presente invenção ainda podem compreender um ou mais dispositivos de resfriamento de longa duração (por exemplo, um ventilador com um tempo de vida extremamente alto). Esses dispositivos de resfriamento de vida longa podem compreender materiais piezoelétricos ou magneto-restritivos (por exemplo, materiais MR, GMR e/ou HMR) que movem ar como um "leque". No resfriamento, os dispositivos de acordo com a presente invenção tipicamente apenas ar suficiente para romperem a camada limite é requerido para a indução de quedas de temperatura de 10 a 15 °C. Daí, nesses casos, "brisas" fortes ou uma grande vazão de fluido (muitos m<sup>3</sup>/h) tipicamente não são requeridos (desse modo se evitando a necessidade de ventiladores convencionais).

Em algumas modalidades de acordo com a presente invenção, qualquer um dos recursos (por exemplo, circuitos, conforme descrito no Pedido de Patente U.S. N° 60/761.879, depositado em 25 de janeiro de 2006, intitulado "Lighting Device With Cooling" (inventores: Thomas Coleman, Gerald H. Negley e Antony Paul Van de Ven), cuja totalidade é incorporada aqui como referência, pode ser empregado.

Os dispositivos de acordo com a presente invenção ainda podem compreender uma ótica secundária para a mudança

adicional da natureza projetada da luz emitida. Essa ótica secundária é bem conhecida por aqueles versados na técnica e, então, ela não precisa ser descrita em detalhes aqui - qualquer ótica secundária como essa pode ser empregada, se 5 desejado.

Os dispositivos de acordo com a presente invenção ainda podem compreender sensores ou dispositivos de carga ou câmeras, etc. Por exemplo, as pessoas de conhecimento na técnica estão familiarizadas com e têm pronto acesso a 10 dispositivos os quais detectam uma ou mais ocorrências (por exemplo, detectores de movimento, os quais detectam o movimento de um objeto ou de uma pessoa) e os quais, em resposta a essa detecção, disparam o acendimento de uma luz, a ativação de uma câmera de segurança, etc. Como um 15 exemplo representativo, um dispositivo de acordo com a presente invenção pode incluir um dispositivo de iluminação de acordo com a presente invenção e um sensor de movimento, e pode ser construído de modo que (1) enquanto a luz estiver acesa, se o sensor de movimento detectar um 20 movimento, uma câmera de segurança será ativada para o registro de dados visuais na ou em torno da localização do movimento detectado, ou (2) se o sensor de movimento detectar um movimento, a luz é acesa para iluminar a região próximo da localização do movimento detectado e a câmera de 25 segurança é ativada para registrar dados visuais na ou em torno da localização do movimento detectado, etc.

A Fig. 4 descreve uma primeira modalidade de um dispositivo de iluminação de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção.

30 Com referência à Fig. 4, é mostrado um dispositivo de

iluminação o qual inclui um elemento de espalhamento de calor 11 (formado de alumínio), regiões de isolamento 12 (formadas *in situ* pela anodização de superfícies do elemento de espalhamento de calor de alumínio), uma superfície altamente refletiva 13 (formada *in situ* pelo polimento da superfície do elemento de espalhamento de calor), traços condutivos 14 formados de cobre, quadros de condutor 15 formados por cobre revestido com prata (ou aço doce revestido com prata), LEDs acondicionados 16a, 16b (descritos em maiores detalhes abaixo), um cone refletivo 17 (feito de MCPET® (comercializado pela Furukawa, uma companhia japonesa) com uma superfície de dispersão de luz difusa e um elemento de difusão 18 (o elemento de difusão 18 realizando uma função de dispersão de luz).

A espessura do elemento de espalhamento de calor 11 é de em torno de 10 mm.

O cone refletivo 17 tem em torno de 1 mm de espessura.

O elemento de difusão 18 tem em torno de 0,2 mm de espessura e é feito de vidro (ou de plástico).

O dispositivo descrito na Fig. 4 ainda inclui um elemento de dados e isolamento 28 abaixo dos traços condutivos 14. O elemento de isolamento 28 tem em torno de 250 micrômetros de espessura e é feito de T-preg™ por T-Lam™ (veja

[www.ewh.ieee.org/soc/cpmt/presentations/cpmt0412.pdf](http://www.ewh.ieee.org/soc/cpmt/presentations/cpmt0412.pdf)).

O dispositivo descrito na Fig. 4 inclui três cadeias em série de emissores de LED.

São conectados à primeira cadeia de emissores de LED um regulador de corrente, quarenta e sete LEDs vermelhos 16a (mostrados em maiores detalhes na Fig. 6), e vinte e um

emissores esverdeados - amarelados 16b (cada um incluindo um LED azul e uma substância luminescente de emissão de espectro amplo) (mostrados em maiores detalhes na Fig. 7).

São conectados à segunda cadeia de emissores de LED um 5 regulador de corrente, zero LED vermelho e cinqüenta e um emissores esverdeados - amarelados 16b (conforme acima).

São conectados à terceira cadeia de emissores de LED um regulador de corrente, zero LED vermelho e cinqüenta e um emissores esverdeados - amarelados 16b (conforme acima).

10 A queda de voltagem através de cada um dos LEDs vermelhos 16a é de em torno de 2 Volts.

A queda de voltagem através de cada um dos LEDs azuis é de em torno de 3 Volts.

15 A queda de voltagem através de cada um dos reguladores de corrente é de em torno de 7 Volts.

A corrente passando através da primeira cadeia de LEDs é regulada para ser de em torno de 20 miliampères.

A corrente passando através da segunda cadeia de LEDs é regulada para ser de em torno de 20 miliampères.

20 A corrente passando através da terceira cadeia de LEDs é regulada para ser de em torno de 20 miliampères.

O elemento de difusão 18 está localizado a em torno de 2 polegadas (50,8 mm) do elemento de espalhamento de calor 11. O elemento de difusão 18 é afixado a uma região de topo 25 do cone refletivo 17. O elemento de isolamento 28 também é afixado a uma região de fundo do cone refletivo 17.

O elemento de espalhamento de calor 11 serve para espalhamento do calor, atuar como um dissipador de calor e dissipar o calor dos LEDs. Da mesma forma, o cone refletivo 30 17 funciona como um dissipador de calor. Além disso, o cone

refletivo 17 inclui cristas 19 para melhoria de suas propriedades refletivas.

A Fig. 5 é uma vista em corte tomada ao longo do plano V-V mostrado na Fig. 4 (e não é desenhada na mesma escala 5 que a Fig. 4).

Conforme mostrado na Fig. 5, cada um dos LEDs vermelhos 16a é circundado por cinco ou seis emissores esverdeados - amarelados 16b, isto é, os emissores esverdeados - amarelados 16b são dispostos em fileiras 10 dispostas em geral lateralmente e espaçados uns dos outros de forma substancialmente uniforme, cada fileira sendo deslocada lateralmente da próxima fileira adjacente (em uma direção longitudinal) por metade da distância entre diodos 15 emissores de luz lateralmente adjacentes com, na maioria das localizações, dois emissores esverdeados - amarelados 16b estando localizados entre cada LED vermelho 16a e seu LED vermelho mais próximo 16a vizinho na mesma fileira, e com os LEDs vermelhos 16a em cada fileira sendo deslocados dos LEDs vermelhos mais próximos 16a na próxima fileira 20 adjacente (em uma direção longitudinal) por uma vez e meia a distância entre os diodos emissores de luz espaçados lateralmente adjacentes. O espaçamento entre cada LED adjacente em cada fileira é de em torno de 6 mm.

A Fig. 6 é uma vista em seção transversal de um dos 25 LEDs vermelhos 16a empregados na modalidade descrita nas Fig. 4 e 5.

Com referência à Fig. 6, cada um dos LEDs vermelhos 16a inclui um chip de diodo emissor de luz vermelha 21 (da Epistar em Taiwan, medindo 14 mils x 14 mils (355,6 µm x 30 355,6 µm), compreendendo AlInGaP e tendo um brilho de não

menos do que 600 mcd), um quadro de condutor 15 que tem uma superfície refletiva 22, um fio de cobre 23 e uma região encapsulante 24. A superfície refletiva 22 é feita de prata. A região encapsulante 24 é feita de Hysol OS 4000.

5 Os LEDs vermelhos 16a são quase saturados, isto é, eles têm uma pureza de pelo menos 85%, o termo "pureza" tendo um significado bem conhecido pelas pessoas versadas na técnica, e os procedimentos para cálculo da pureza sendo bem conhecidos por aqueles de conhecimento na técnica. Os

10 LEDs vermelhos 16a emitem luz tendo um comprimento de onda dominante na faixa de em torno de 612 nm a em torno de 625 nm.

A Fig. 7 é uma vista em seção transversal de um dos emissores esverdeados - amarelados 16b empregados na

15 modalidade descrita nas Fig. 4 e 5.

Com referência à Fig. 7, cada um dos emissores esverdeados - amarelados 16b inclui um chip de diodo emissor de luz azul 31 (especificamente, uma matriz C460XT290) com um comprimento de onda de pico na faixa de

20 em torno de 450 nm a em torno de 465 nm, e potência ótica maior do que 24 mW), um quadro de condutor 15 que tem uma superfície refletiva 32, um fio de cobre 33, uma região encapsulante 34 e uma substância luminescente de emissão de

25 espectro amplo 35. A superfície refletiva 32 é feita de prata. A região encapsulante 34 é feita de Hysol OS400 ou GE/Toshiba Invisil 5332. A substância luminescente 35 compreende um material luminescente consistindo em QMK58/F-U1 YAG:Ce da Phosphor Teck - UK disperso em um aglutinante feito de Hysol OS400 ou GE/Toshiba 5332. O material

30 luminescente é carregado no aglutinante em uma quantidade

na faixa de em torno de 10 a em torno de 12 por cento em peso, com base no peso total do aglutinante e do material luminescente. As partículas de material luminescente têm regras de política na faixa de em torno de 1,6 micrômetros 5 a em torno de 8,6 micrômetros, com o tamanho de partículas médio estando na faixa de em torno de 4 micrômetros a em torno de 5 micrômetros. A substância luminescente 35 é espaçada do chip 31 por uma distância na faixa de em torno de 100 micrômetros a em torno de 750 micrômetros (por exemplo, a partir de em torno de 500 micrômetros a em torno de 750 micrômetros, por exemplo, de em torno de 750 micrômetros). O chip azul 31 emite luz tendo um comprimento de onda de pico na faixa de em torno de 450 nm a em torno de 465 nm.

15       A luz combinada que sai da substância luminescente 35 (isto é, uma mistura de luz incluindo luz azul emitida pelo chip azul 31, a qual passa através da substância luminescente e a luz emitida pelo material luminescente ao ser excitado pela luz emitida a partir do chip azul 31) 20 corresponde a um ponto no Diagrama de Cromaticidade da CIE de 1931 tendo coordenadas de cor x, y as quais definem um ponto o qual está em uma área em um Diagrama de Cromaticidade da CIE de 1931 envolvida por primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto segmentos de linha, o 25 primeiro segmento de linha conectando um primeiro ponto a um segundo ponto, o segundo segmento de linha conectando o segundo ponto a um terceiro ponto, o terceiro segmento de linha conectando o terceiro ponto a um quarto ponto, o quarto segmento de linha conectando o quarto ponto a um quinto ponto, e o quinto segmento de linha conectando o

quinto ponto ao primeiro ponto, o primeiro ponto tendo coordenadas x, y de 0,32, 0,40, o segundo ponto tendo coordenadas x, y de 0,36, 0,48, o terceiro ponto tendo coordenadas x, y de 0,43, 0,45, o quarto ponto tendo coordenadas x, y de 0,42, 0,42, e o quinto ponto tendo coordenadas x, y de 0,36, 0,38, os exemplos específicos incluindo um ponto tendo coordenadas de cor x, y de 0,3706, 0,4370 para 2850 K de luz, e 0,3550, 0,4089 para 3400 K de luz.

As Fig. 8 a 11 descrevem uma segunda modalidade de um dispositivo de iluminação de acordo com a presente invenção. A Fig. 8 é uma vista em corte parcial do dispositivo de iluminação da segunda modalidade. A Fig. 9 é uma vista em corte do dispositivo de iluminação, na qual o formato difere um pouco do dispositivo descrito na Fig. 8, mas a descrição abaixo se aplica igualmente.

Com referência à Fig. 9, o dispositivo de iluminação compreende um alojamento de motor de iluminação 41. O dispositivo ainda compreende um primeiro grampo de montagem 42, um segundo grampo de montagem 43 e um terceiro grampo de montagem 44 (o grampo 44 não é visível na Fig. 9).

O alojamento de motor de iluminação 41 compreende uma região de conexão elétrica de rosca de parafuso 46, a qual pode ser recebida em um soquete de Edison.

O alojamento de motor de iluminação 41 compreende um alojamento superior 59 e um alojamento inferior 60. O interior do alojamento inferior 60 compreende um cone refletivo 58 (veja a Fig. 8) (voltado para dentro) feito de MCPET® (folhas espumadas feitas de tereftalato de polietileno).

O dispositivo inclui um motor de iluminação, o qual compreende uma pluralidade de LEDs 68, um elemento de lastro 69, uma placa de circuito 70 e uma região de transferência de calor 71. A região de transferência de calor 5 comprehende epóxi com partículas dispersas de SiC. Cada um dos LEDs 68 inclui um par de pernas eletricamente condutivas, as quais se estendem através da placa de circuito 70 (e as quais são soldadas a regiões condutivas na placa de circuito 70) e na região de transferência de 10 calor 71.

Uma primeira região do elemento de lastro 69 é eletricamente conectada à região de conexão elétrica 46, e uma segunda região do elemento de lastro 69 é conectada eletricamente ao motor de iluminação. O elemento de lastro 15 69 comprehende um circuito o qual, caso uma potência de uma primeira voltagem seja suprida para a primeira região do primeiro elemento de lastro, extraia potência de uma segunda voltagem, e supre a potência da segunda voltagem para o motor de iluminação.

20 O dispositivo de iluminação também inclui um difusor de luz 79.

A superfície externa do alojamento de motor de iluminação tem uma pluralidade de aletas 80 (vistas mais facilmente na Fig. 10) para ajudarem na dissipação de calor 25 a partir do alojamento de motor de iluminação.

O dispositivo de iluminação inclui uma pluralidade (por exemplo, três) cadeias em série de emissores de LED.

São conectados a uma primeira cadeia de emissores de LED um regulador de corrente e uma pluralidade (por 30 exemplo, seis) de emissores esverdeados - amarelados. Cada

um dos emissores esverdeados - amarelados inclui um LED azul e uma substância luminescente, a substância luminescente incluindo YAG dopado com Ce, Pr e/ou Gd.

São conectados uma segunda cadeia de emissores de LED 5 um regulador de corrente e uma relação de LEDs vermelhos para emissores esverdeados - amarelados, por exemplo, zero LED vermelho e uma pluralidade (por exemplo, seis) de emissores esverdeados - amarelados.

São conectados uma terceira cadeia de emissores de LED 10 um regulador de corrente e uma relação diferente de LEDs vermelhos para emissores esverdeados - amarelados, por exemplo, uma pluralidade de LEDs vermelhos e (por exemplo, trinta) e zero emissor esverdeado - amarelado.

As três cadeias são eletricamente conectadas a uma 15 linha de potência comum, por meio do que elas são simultaneamente acionadas. Usando-se os reguladores de corrente em cada cadeia, a corrente suprida para cada cadeia pode ser ajustada.

Cada um dos emissores de LED compreende um chip de LED 20 montado em uma taça refletiva feita de cobre revestido com prata. Cada um dos LEDs vermelhos emite luz substancialmente do mesmo comprimento de onda dominante.

Pelo menos alguns dos LEDs esverdeados - amarelados 25 são circundados, cada um, por emissores vermelhos.

A Fig. 11 é uma vista em perspectiva do alojamento superior, incluindo um recesso 81 no qual o elemento de lastro (não mostrado) está posicionado.

Quaisquer duas ou mais partes estruturais dos dispositivos de iluminação descritos aqui podem ser 30 integradas. Qualquer parte estrutura dos dispositivos de

iluminação descritos aqui pode ser provida em duas ou mais partes (as quais são mantidas em conjunto, se necessário). De modo similar, quaisquer duas ou mais funções podem ser conduzidas simultaneamente e/ou qualquer função pode ser  
5 conduzida em uma série de etapas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de iluminação caracterizado pelo fato de compreender:

pelo menos um emissor de luz de estado sólido; e pelo menos um primeiro elemento de espalhamento de calor;

o referido dispositivo de iluminação, quando suprido com eletricidade, emitindo uma luz de saída que tem uma eficiência de tomada de parede de pelo menos 60 lumens por watt da referida eletricidade,

em que, quando o referido dispositivo de iluminação for suprido com eletricidade da referida primeira potência elétrica, uma mistura de toda a luz saindo a partir do referido dispositivo de iluminação, a qual foi emitida por pelo menos um referido emissor de luz de estado sólido, o qual emite luz tendo um comprimento de onda dominante que está fora da faixa entre 600 nm e 700 nm, tem coordenadas de cor x, y que definem um ponto que está dentro de uma área em um Diagrama de Cromaticidade da CIE de 1931 envolvida por primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto segmentos de linha, o referido primeiro segmento de linha conectando um primeiro ponto a um segundo ponto, o referido segundo segmento de linha conectando o referido segundo ponto a um terceiro ponto, o referido terceiro segmento de linha conectando o referido terceiro ponto a um quarto ponto, o referido quarto segmento de linha conectando o referido quarto ponto a um quinto ponto, e o referido quinto segmento de linha conectando o referido quinto ponto ao referido primeiro ponto, o referido primeiro ponto tendo coordenadas

x, y de 0,32, 0,40, o referido segundo ponto tendo coordenadas x, y de 0,36, 0,48, o referido terceiro ponto tendo coordenadas x, y de 0,43, 0,45, o referido quarto ponto tendo coordenadas x, y de 0,42, 0,42, e o referido quinto ponto tendo coordenadas x, y de 0,36, 0,38.

2. Dispositivo de iluminação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a referida luz de saída ser de um brilho de pelo menos 300 lumens.

3. Dispositivo de iluminação, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de a referida luz de saída ser percebida como branca.

4. Dispositivo de iluminação, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de a referida luz de saída ser percebida como não branca.

5. Dispositivo de iluminação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de a referida luz de saída ter um CRI Ra de pelo menos 90.

6. Dispositivo de iluminação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de o referido emissor de luz de estado sólido ser um primeiro diodo emissor de luz.

7. Dispositivo de iluminação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de o referido dispositivo de iluminação ainda compreender uma pluralidade de substâncias luminescentes.

8. Dispositivo de iluminação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o referido dispositivo de iluminação compreende ainda pelo menos um primeiro traço condutivo e um dissipador de calor.

9. Dispositivo de iluminação, de acordo com qualquer

uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de o referido dispositivo de iluminação ainda compreender pelo menos uma linha de potência, pelo menos um primeiro grupo dos referidos diodos emissores de luz sendo conectado eletricamente de forma direta ou comutável à referida linha de potência, uma queda de voltagem através do referido primeiro grupo dos referidos diodos emissores de luz e através de quaisquer outros componentes ao longo da referida linha de potência sendo entre 1,3 e 1,5 vezes uma voltagem de tomada padronizada.

10. Dispositivo de iluminação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de o referido dispositivo de iluminação, quando suprido com electricidade de uma primeira potência elétrica, emitir luz de saída tendo uma eficiência de tomada de parede na faixa de em torno de 60 a em torno de 85 lumens por watt da referida electricidade.

11. Dispositivo de iluminação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de o referido dispositivo de iluminação compreender ainda pelo menos uma primeira região de transferência de calor, e o pelo menos um emissor de luz de estado sólido está na primeira região de transferência de calor.

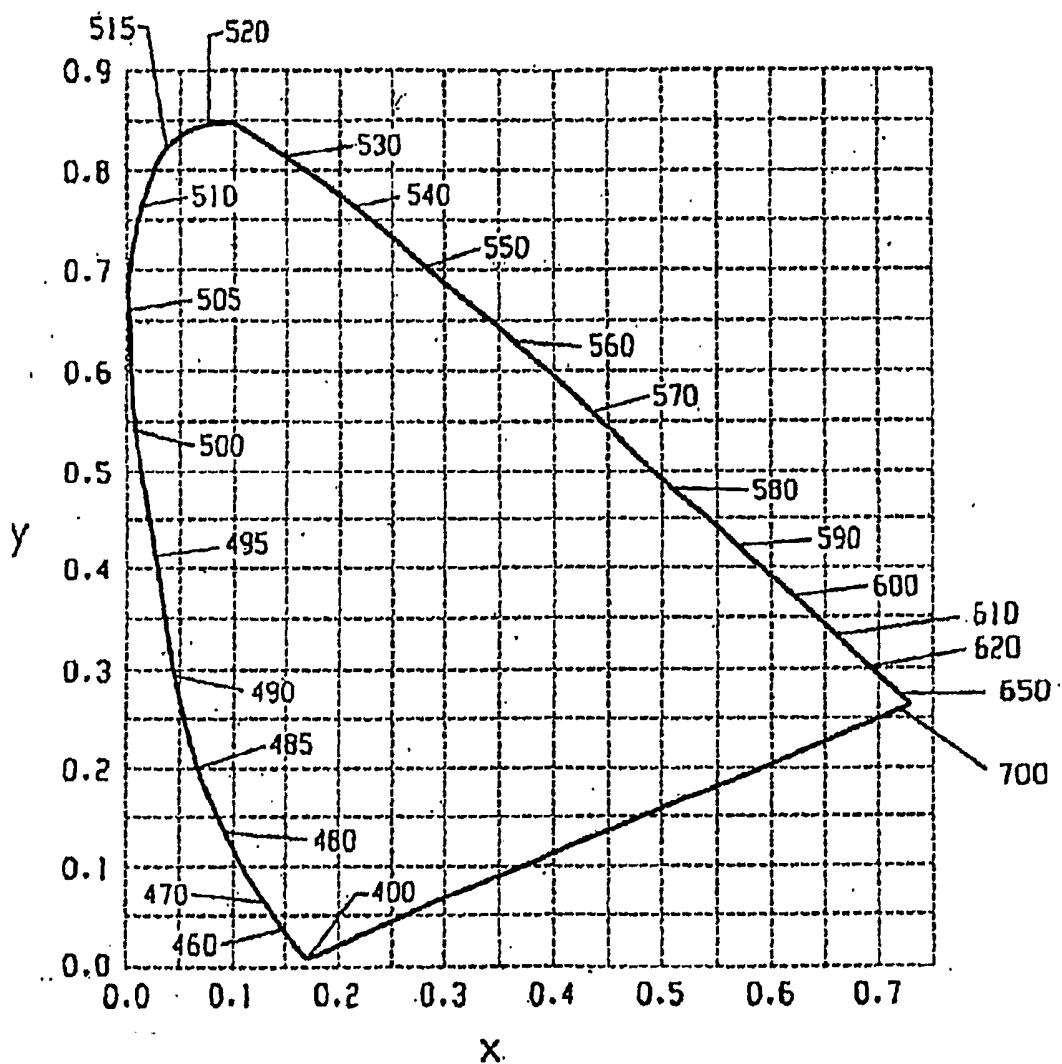
12. Método de iluminação, caracterizado pelo fato de compreender o suprimento de um dispositivo de iluminação com electricidade,

o referido dispositivo de iluminação, conforme definido na reivindicação 1, compreendendo pelo menos um emissor de luz de estado sólido, uma região de conexão elétrica de rosca de parafuso, e material luminescente,

a referida região de conexão elétrica de rosca de parafuso configurada para ser recebida em um soquete de Edison, o referido material luminescente compreendendo material luminescente YAG, o referido dispositivo de iluminação emitindo luz de saída tendo uma eficiência de tomada de parede de pelo menos 60 lumens por watt da referida eletricidade,

a referida luz de saída percebida como luz branca.

13. Método de iluminação, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de o referido dispositivo de iluminação emitir luz de saída tendo uma eficiência de tomada de parede na faixa de em torno de 60 a em torno de 85 lumens por watt da referida eletricidade.

**Fig. 1**

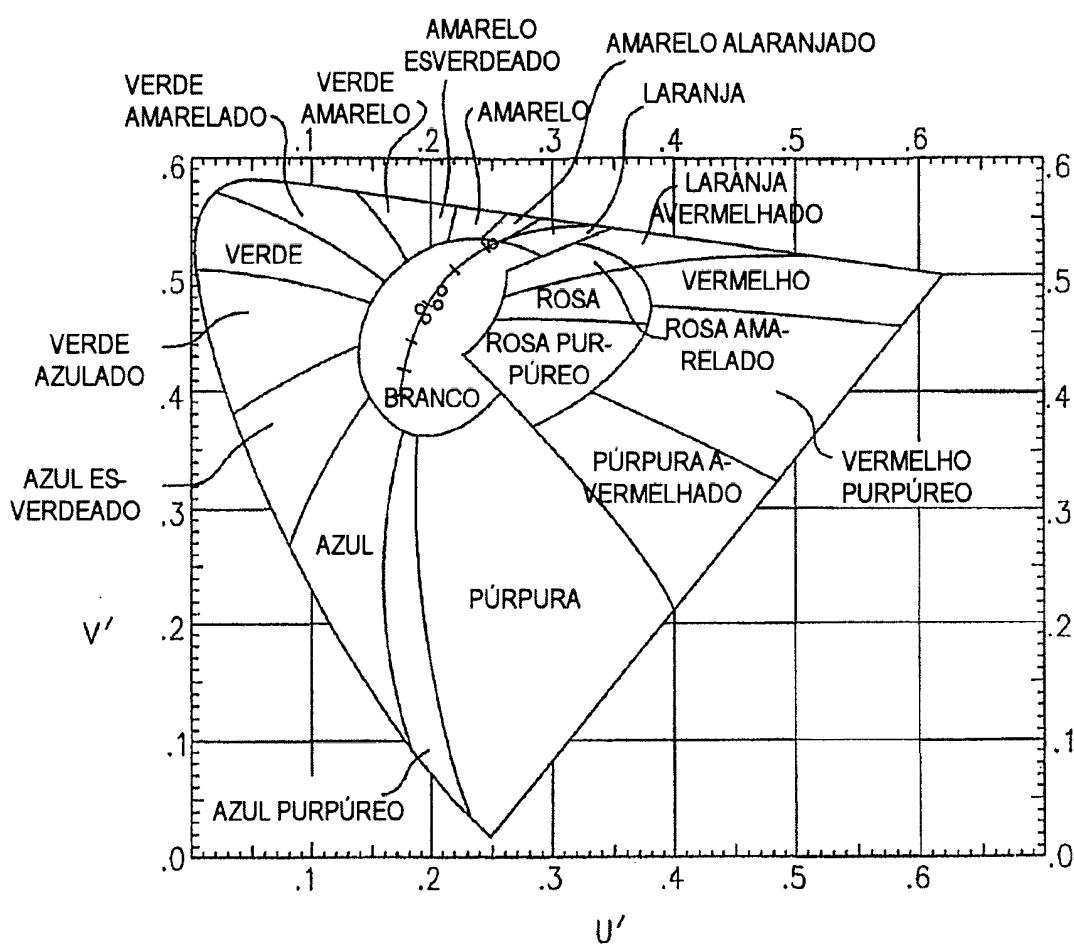


FIG.2

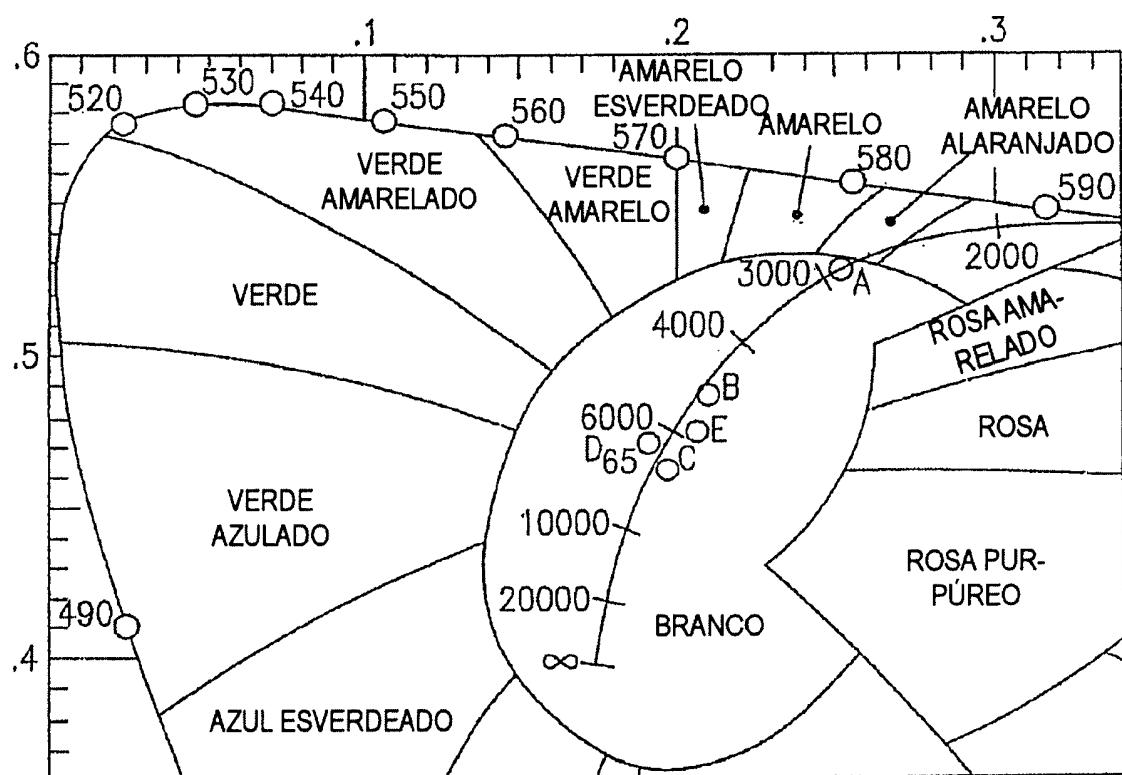


FIG.3

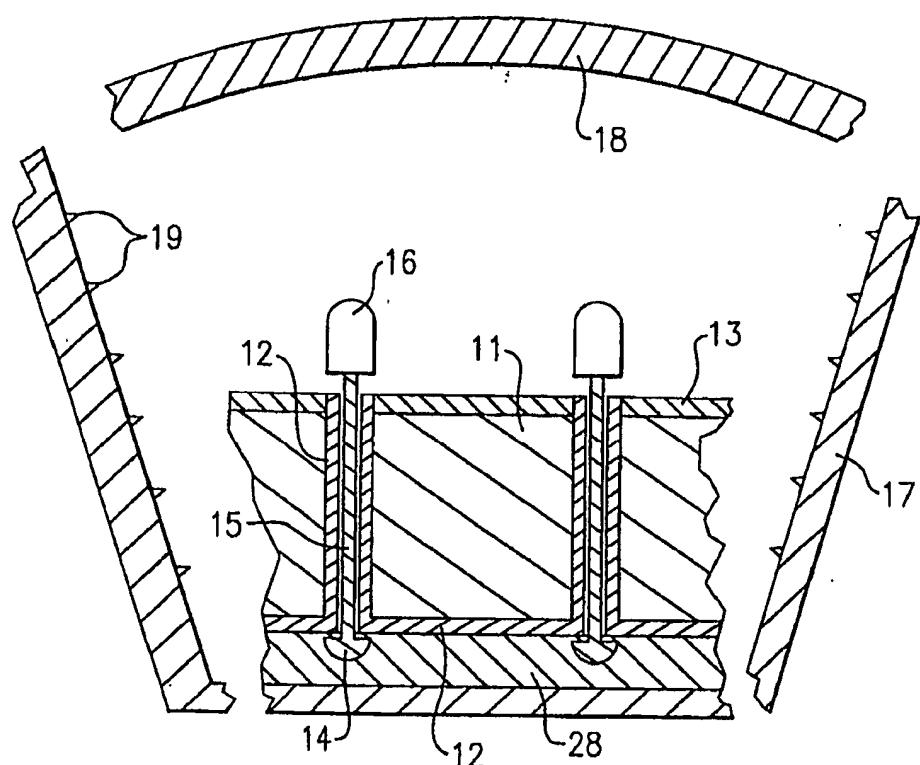


FIG.4

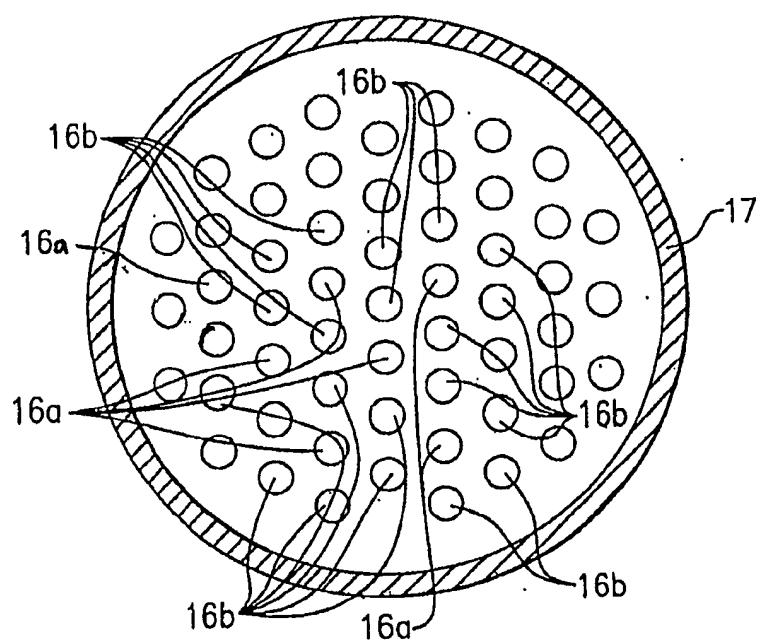


FIG.5

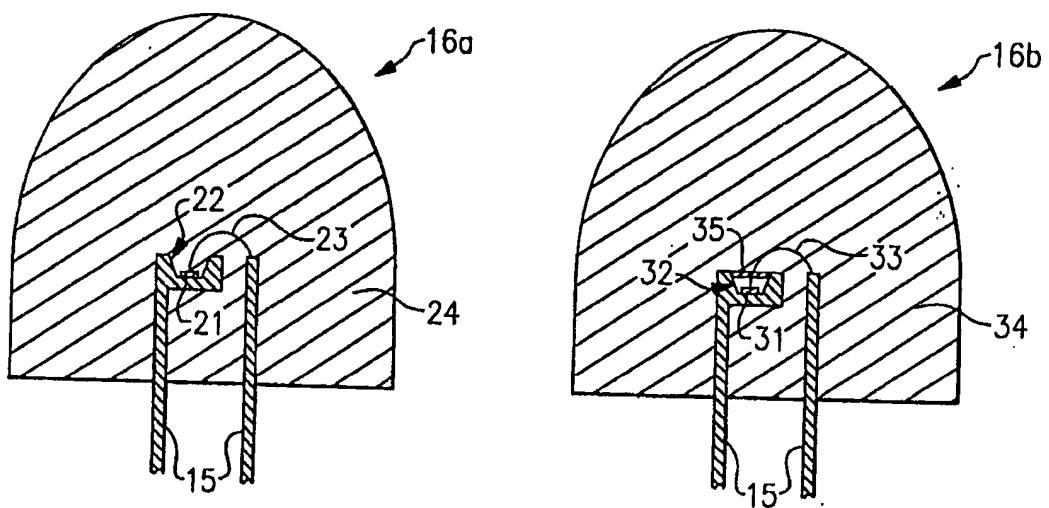


FIG.6

FIG.7

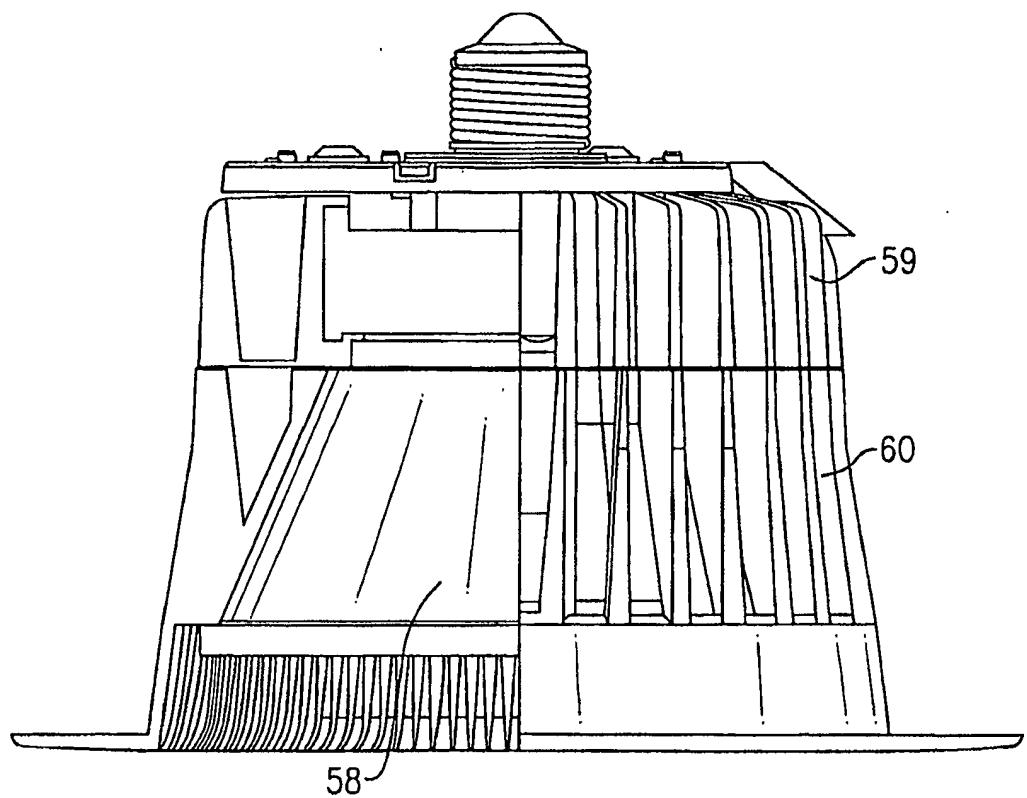


FIG.8

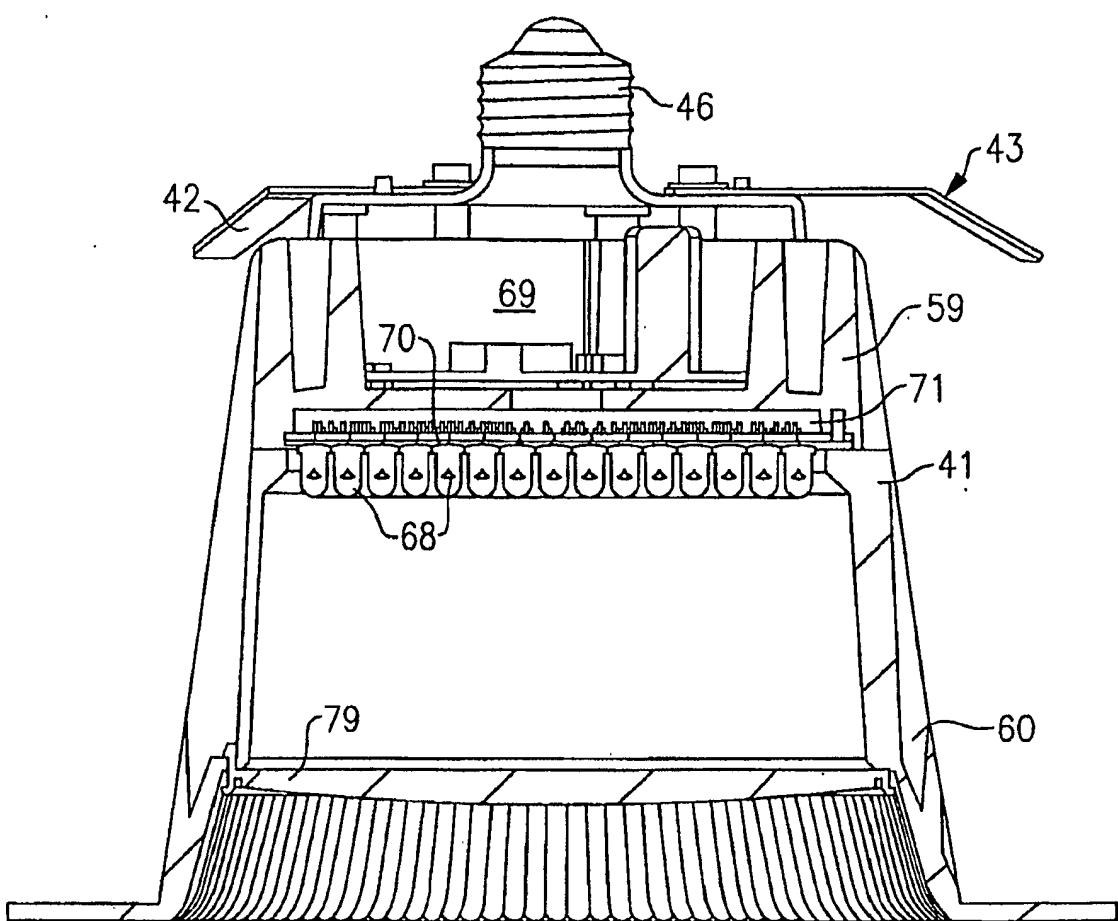


FIG.9

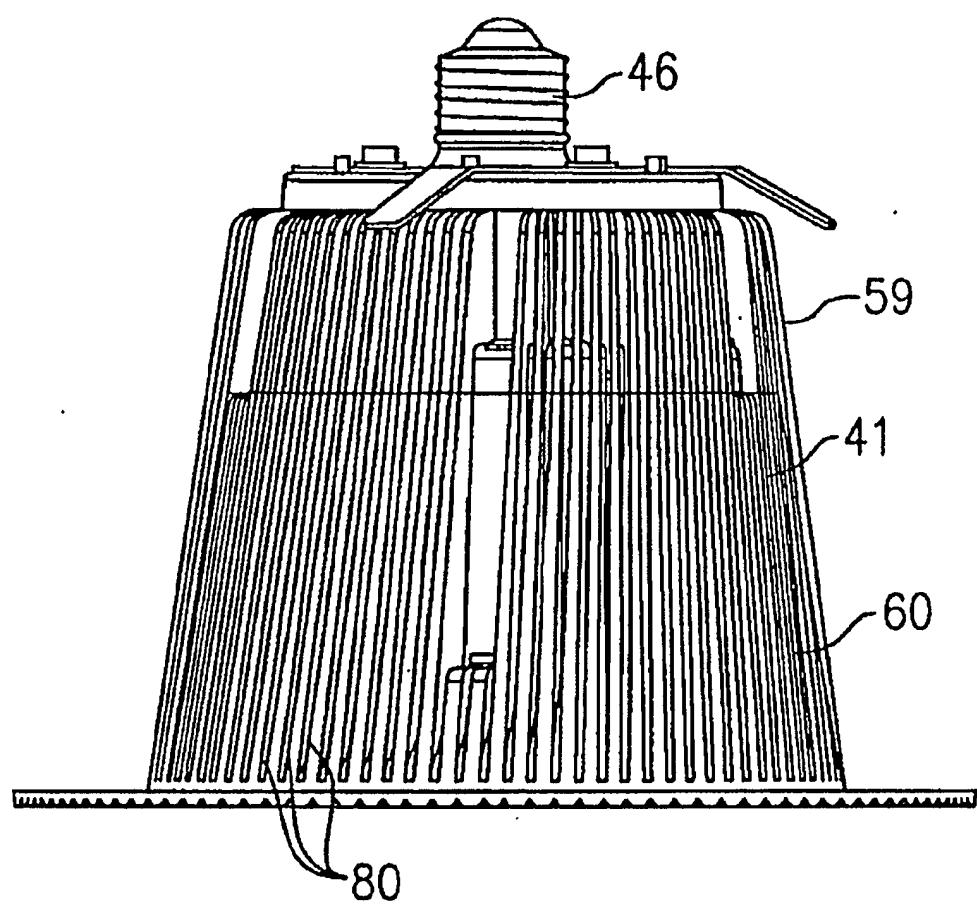


FIG.10

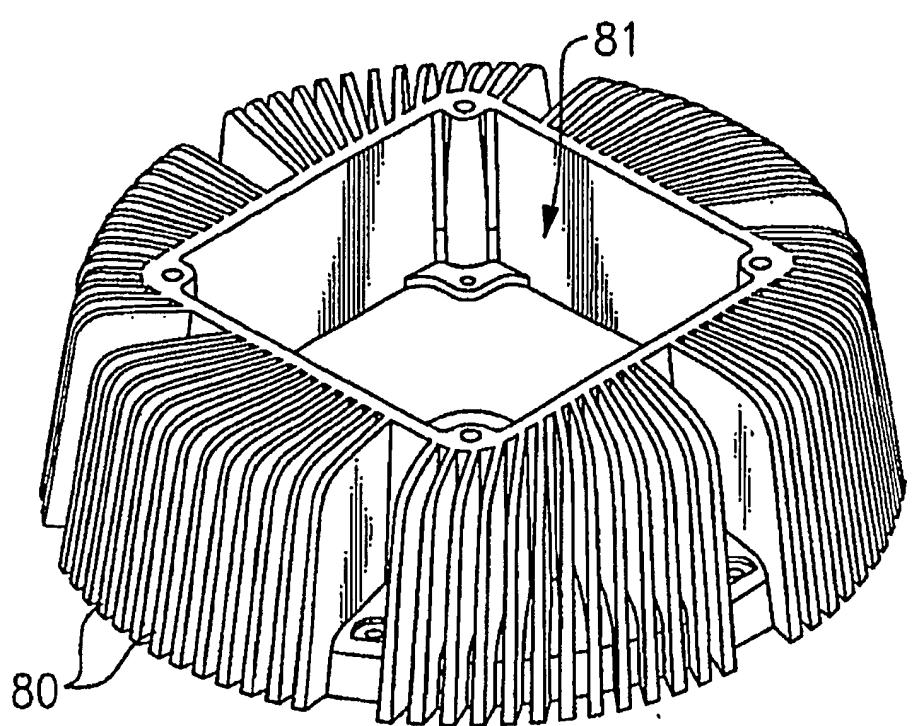


FIG.11