

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 0621884-9 A2**

BRPI0621884A2

(22) Data de Depósito: 17/11/2006
(43) **Data da Publicação:** 20/12/2011
(RPI 2137)

(51) **Int.Cl.:**
G01J 3/30
G01J 3/36
G01J 3/51
H01L 33/00
H05B 33/00

(54) **Título:** APARELHO E MÉTODO PARA DETERMINAR INTENSIDADE E COMPRIMENTO DE ONDA DE PICO

(30) **Prioridade Unionista:** 18/07/2006 CA 2,552,133, 20/07/2006 US 60/807914

(73) **Titular(es):** Tir Technology LP

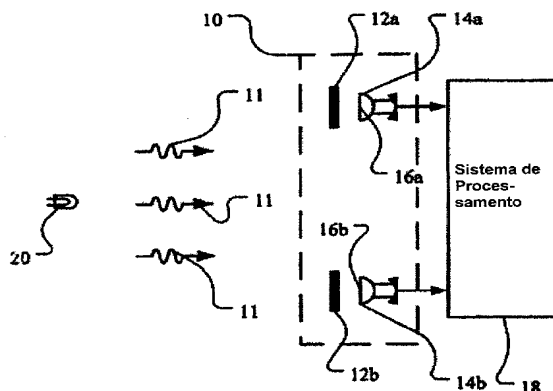
(72) **Inventor(es):** Ian Ashdown, Marc Salsbury, Shane P. Robinson

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & Cia

(86) **Pedido Internacional:** PCT CA2006001875 de 17/11/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/009093de 24/01/2008

(57) **Resumo:** APARELHO E MÉTODO PARA DETERMINAR INTENSIDADE E COMPRIMENTO DE ONDA DE PICO. A presente invenção provê um método e aparelho para determinar intensidade e comprimento de onda de luz de pico. O aparelho compreende um ou mais pares de unidades sensoras para sensorear a luz, uma primeira unidade sensora de um par configurada para sensorear uma primeira intensidade da luz em uma primeira faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma primeira responsividade espectral predeterminada, e uma segunda unidade sensora de um par configurada para sensorear uma segunda intensidade da luz na primeira faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma segunda responsividade espectral predeterminada. O aparelho compreende adicionalmente um sistema de processamento conectado operativamente a um ou mais pares de unidades sensoras; o sistema de processamento configurado para determinar a intensidade e comprimento de onda de pico para cada uma dentre uma ou mais faixas de comprimento de onda predeterminadas da luz, de acordo com uma ou mais relações funcionais predeterminadas entre cada uma dentre a primeira intensidade e a segunda intensidade.



“APARELHO E MÉTODO PARA DETERMINAR INTENSIDADE E COMPRIMENTO DE ONDA DE PICO”

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção relaciona-se a sistemas sensores ópticos e, mais particularmente, a um método e aparelho para determinar intensidades e picos de comprimentos de onda de luz.

FUNDAMENTOS

É bem conhecido na técnica que a luz emitida de fontes de luz artificiais pode mudar de características, dependendo de um número de fatores tais como temperatura de operação e envelhecimento da fonte de luz, por exemplo. Enquanto a tecnologia está melhorando e diodos emissores de luz (LEDs) estão sendo usados em número crescente de vários tipos de aplicações de iluminação de espaço, atualmente LEDs de alta potência são especificamente propensos a desvios de cor induzidos pela temperatura de operação. Entre os diferentes sistemas de material que são usados hoje em dia para implementar LEDs de alta potência que emitem várias luzes coloridas diferentes, aqueles usados para implementar LEDs vermelhos são tipo mais sensíveis a mudanças de temperatura. Muitas luminárias baseadas em LEDs multicolorido requerem portanto, sistemas de controle com uma forma de realimentação óptica, para serem capazes de manter emissões de luz razoavelmente estáveis. Em particular, é vantajoso medir ambas intensidade e comprimento de onda de luz de pico.

Métodos e aparelhos para a detecção de luz que é emitida por um LED específico ou tipo de LED, por exemplo, em uma luminária sob condições de operação, são amplamente conhecidos na técnica e prontamente disponíveis. Em adição, os princípios de operação destes dispositivos são descritos em um número de publicações. Muitas destas soluções, entretanto, sofrem de vários tipos de declínios, mais freqüentemente ineficiência de custo.

Por exemplo, a Patente dos Estados Unidos No. 4.904.088 descreve um método e aparelho para determinar comprimentos de onda de radiação e potência e radiação de comprimento de onda corrigido de fontes de luz monocromáticas. Esta provê um método de medição optoeletrônico para determinar o comprimento de onda e a potência de comprimento de onda corrigido de fontes de luz monocromáticas. Fotodetectores de resposta global espectral diferente são atuados pelo fluxo de radiação da fonte de luz a ser medida, através de um dispositivo de transferência. Sinais são então produzidos e transmitidos para uma unidade de cálculo, via uma unidade para adquirir e processar os valores de medição. A partir dos sinais acima, uma quantidade específica de comprimento de onda é derivada na unidade de cálculo que é comparada com os dados específicos de comprimento de onda presentes na unidade de memória após uma calibração. Então, o comprimento de onda real da fonte de luz a ser medida pode ser determinado, indicado por uma unidade indicadora, ou fornecido através de uma interface de dados. Quando o comprimento de onda real é conhecido, um fator de correção específico do comprimento de onda pode ser interrogado na unidade de memória, e a potência de comprimento de onda corrigido pode ser calculada na unidade de cálculo. Este aparelho para determinar comprimentos de onda de radiação e potência de radiação de comprimento de onda corrigido é configurado para fontes de luz monocromáticas e pode ser complexo e potencialmente de custo proibitivo para aplicações de ilustração genéricas.

Patente dos Estados Unidos No. 4.309.604 descreve um sistema de detecção de comprimento de onda de estado sólido que pode responder a sinais de saída derivados de um dispositivo semicondutor fotoelétrico. O dispositivo semicondutor fotoelétrico compreende pelo menos duas junções PN formadas em diferentes profundidades a partir da superfície do substrato semicondutor. Uma junção PN mais profunda desenvolve um sinal de saída relacionado a componentes de comprimento de onda mais longo

da luz incidente nela. Uma junção PN menos profunda desenvolve um sinal de saída relacionado a componentes de comprimento de onda mais curto da luz incidente. Estes dois sinais de saída são logaritmicamente comprimidos e comparados um com o outro. A diferença dos sinais de saída logaritmicamente comprimidos representa a informação de comprimento de onda da luz incidente. O dispositivo semiconductor fotoelétrico entretanto, pode ser complicado e dispendioso de fabricar, devido às junções PN múltiplas, e portanto, pode ser de custo proibitivo para aplicações comuns.

A Publicação de Pedido de Patente dos Estados Unidos No. 10 2004/0022282 descreve um arranjo para monitorar o feixe de radiação principal emitido por uma fonte óptica tal como um diodo laser apresentando um comprimento de onda de emissão nominal. O arranjo inclui primeiro e segundo fotodetectores bem como um elemento seletivo de comprimento de onda. Um módulo divisor de feixe é provido para dividir um feixe secundário do feixe de radiação principal da fonte laser e direcioná-lo para o primeiro fotodetector, via elemento seletivo de comprimento de onda associado. O elemento seletivo de comprimento de onda possui uma característica de transmitância-reflectância seletiva de comprimento de onda, por meio da qual o citado feixe secundário é parcialmente propagado na direção do citado primeiro fotodetector e parcialmente refletido a partir do citado elemento seletivo de comprimento de onda, na direção do segundo fotodetector. Os sinais de saída dos fotodetectores possuem intensidades cujos comportamentos são uma função do comprimento de onda e são complementares um ao outro. Circuitos de processamento de sinal são adicionalmente providos, incluindo um módulo somador e um módulo subtrator alimentado com os sinais de saída dos fotodetectores, para gerar um sinal de soma independente do comprimento de onda, indicativo da intensidade da radiação óptica gerada pela fonte óptica, e um sinal de diferença dependente do comprimento de onda, indicativo da diferença entre

o comprimento de onda real da radiação gerada pela citada fonte óptica e seu comprimento de onda de emissão nominal. Este arranjo, entretanto, pode ser complicado e de custo proibitivo e pode não ser facilmente integrado em um dispositivo de iluminação.

5 Portanto, há uma necessidade de um método e aparelho novo e de custo efetivo para determinar intensidades e comprimentos de onda de pico de luz.

10 Esta informação fundamental é provida para revelar informação que o requerente acredita ser de possível relevância para a presente invenção. Não é necessariamente pretendida qualquer suposição, nem deveria ser considerado que qualquer informação precedente constitui técnica anterior contra a presente invenção.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

15 Um objetivo da presente invenção é prover um método e aparelho para determinar intensidades e picos de comprimentos de onda de luz. De acordo com um aspecto da presente invenção, é provido um método e aparelho para determinar intensidades e picos de comprimentos de onda em uma ou mais faixas de comprimento de onda de luz predeterminadas, o aparelho compreendendo: um ou mais pares de unidades sensoras para
20 sensorear a luz, uma primeira unidade sensora de um par configurado para sensorear uma primeira intensidade da luz em uma primeira faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma primeira resposta espectral predeterminada, e uma segunda unidade sensora de um par configurado para sensorear uma segunda intensidade da luz na primeira faixa de comprimento
25 de onda predeterminada, com uma segunda resposta espectral predeterminada; e um sistema de processamento conectado operativamente a um ou mais pares de unidades sensoras, o sistema de processamento configurado para determinar a intensidade e comprimento de onda de pico para cada uma dentre uma ou mais faixas de comprimento de onda

predeterminadas da luz, de acordo com uma ou mais relações funcionais predeterminadas entre cada uma dentre a primeira intensidade e a segunda intensidade.

5 De acordo com um outro aspecto da presente invenção, é provido um método para determinar intensidade e comprimento de onda de luz de pico em uma faixa de comprimento de onda predeterminada, o método compreendendo as etapas de: sensoresar uma primeira intensidade da luz na faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma primeira resposta espectral predeterminada; sensoresar uma segunda intensidade da luz na faixa
10 de comprimento de onda predeterminada, com uma segunda resposta espectral predeterminada; e determinar a intensidade e comprimento de onda de pico na faixa de comprimento de onda predeterminada usando uma relação funcional predeterminada entre a primeira intensidade e a segunda intensidade.

15 De acordo com um outro aspecto da presente invenção, é provido um aparelho para determinar intensidade e comprimento de onda de pico em uma faixa de luz de comprimento de onda predeterminado, o aparelho compreendendo: primeira unidade sensora para sensoresar a luz, a primeira unidade sensora configurada para sensoresar uma primeira
20 intensidade da luz na faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma primeira resposta espectral predeterminada; e um sistema de processamento conectado operativamente à primeira unidade sensora, o sistema de processamento configurado para tornar seletiva analiticamente a primeira resposta espectral predeterminada da primeira unidade sensora,
25 gerando deste modo uma segunda intensidade da luz, o sistema de processamento adicionalmente configurado para determinar a intensidade e comprimento de onda de pico para a faixa de comprimento de onda predeterminada de luz, de acordo com uma ou mais relações funcionais entre a primeira intensidade e a segunda intensidade.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

Figura 1 ilustra exemplo de espectros de luz mista de três LEDs, sob duas condições de operação diferentes.

5 Figura 2 ilustra exemplo de transmissividades espectrais de filtros ópticos para uso com unidades sensoras de acordo com uma realização da presente invenção.

Figura 3 ilustra características de resposta de um par de unidades sensoras de acordo com uma realização da presente invenção, juntamente com um exemplo de distribuição de potência radiante espectral.

10 Figura 4 ilustra características de resposta de um par de unidades sensoras de acordo com uma outra realização da presente invenção, juntamente com um exemplo de distribuição de potência radiante espectral.

15 Figura 5 ilustra características de resposta de um par de unidades sensoras de acordo com uma outra realização da presente invenção, juntamente com um exemplo de distribuição de potência radiante espectral.

Figura 6 ilustra exemplo de transmissividades espectrais de filtros ópticos para uso com unidades sensoras de acordo com uma outra realização da presente invenção.

20 Figura 7 ilustra uma relação diagramática do sinal da unidade sensora versus comprimento de onda de pico de acordo com uma realização da presente invenção.

Figura 8 ilustra uma relação diagramática do sinal da unidade sensora versus diagrama de comprimento de onda de pico de acordo com uma outra realização da presente invenção.

25 Figura 9 ilustra respostas espectrais detectadas e respostas espectrais tornadas analiticamente mais seletivas da luz emitida nas regiões de comprimento de onda vermelho, verde e azul.

Figura 10 ilustra uma vista diagramática de um aparelho de acordo com uma realização da presente invenção.

Figura 11 ilustra um diagrama com as transmissividades de um par de unidades sensoras de acordo com uma realização da presente invenção.

Figura 12 ilustra uma vista diagramática de um aparelho de acordo com uma outra realização da presente invenção.

5 Figura 13 ilustra uma vista diagramática de uma implementação de uma realização da presente invenção em uma luminária.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Definições

10 O termo “elemento emissor de luz” (LEE) é usado para definir qualquer dispositivo que emite radiação em qualquer região ou combinação de regiões do espectro eletromagnético, por exemplo, a região visível, infravermelho e/ou ultravioleta, quando ativado aplicando uma diferença de potencial através dele ou passando uma corrente através dele, por exemplo. Portanto, um elemento emissor de luz pode ter características de emissão

15 espectral monocromáticas, quase monocromáticas, policromáticas ou de faixa larga. Exemplos de elementos emissores de luz incluem diodos emissores de luz de semicondutor, orgânicos ou de polímero/polimérico, diodos emissores de luz revestidos com fósforo bombeados opticamente, diodos emissores de luz de nano-cristal bombeados opticamente, ou outros dispositivos similares

20 como seria prontamente entendido por um especialista na técnica. Adicionalmente, o termo elemento emissor de luz é usado para definir o dispositivo específico que emite a radiação, por exemplo, uma matriz de LED, e pode igualmente ser usado para definir uma combinação do dispositivo específico que emite a radiação, juntamente com um invólucro ou pacote

25 dentro do qual o dispositivo ou dispositivos específicos são colocados.

 O termo “intensidade” é usado para definir o quociente de fluxos radiante ou luminoso deixando uma fonte de luz e propagado em um elemento de ângulo sólido contendo uma dada direção pelo elemento de ângulo sólido, de acordo com os padrões da Comissão Internacional da

IluminaçãoTM (CIE).

O termo “cromaticidade” é usado para definir a impressão de cor percebida da luz de acordo com um dos padrões da Comissão Internacional da IluminaçãoTM (CIE).

5 O termo “gama” é usado para definir os diversos valores de cromaticidade que uma luminária é capaz de alcançar.

O termo “fluxo radiante espectral” é usado para definir a potência radiante por unidade de comprimento de onda a um comprimento de onda λ .

10 O termo “distribuição de potência espectral” é usado para definir a distribuição do fluxo radiante espectral através de uma faixa predeterminada de comprimentos de onda, de acordo com padrões da Comissão Internacional da IluminaçãoTM (CIE).

15 O termo “comprimento de onda de pico” é usado para definir o comprimento de onda no máximo de uma dada distribuição de potência espectral, de acordo com os padrões da Comissão Internacional da IluminaçãoTM (CIE).

20 O termo “resposta espectral” é usado para definir a resposta de um sensor por unidade de comprimento de onda a um comprimento de onda λ .

O termo “resolução espectral” é usado para definir a separação mínima entre dois comprimentos de onda diferentes no espectro óptico, conforme pode ser distinguido pelo sensor. Isto é quantificado pela separação $\Delta\lambda$, onde λ é o comprimento de onda medido.

25 Conforme usado aqui, o termo “cerca de” refere-se a variação de $\pm 10\%$ do valor nominal. Deve ser entendido que tal variação está sempre incluída em qualquer valor dado provido aqui, seja ou não especificamente referido.

A menos que definido em contrário, todos os termos técnicos e

científicos usados aqui possuem o mesmo significado comumente entendido por um especialista na técnica à qual esta invenção pertence.

5 A presente invenção provê um método e aparelho para determinar intensidades e comprimentos de onda de pico de luz. A invenção pode ser usada em um número de aplicações diferentes. Por exemplo, esta pode ser embutida em um sistema de controle de realimentação para monitorar e estabilizar emissões de luz de uma luminária baseada em LEE multicolorido, ou pode ser usada em uma aplicação de espectroscopia isolada para investigar a luz emitida por um outro tipo de luz.

10 O aparelho para determinar intensidades e comprimentos de onda de luz de pico compreende um sistema de processamento e um ou mais pares de unidades sensoras. Cada unidade sensora de um par provê uma resposta diferente dentro de uma faixa de comprimento de onda predeterminada. Por exemplo, a porção de comprimento de onda do vermelho, porção de comprimento de onda do verde, porção de comprimento de onda do azul ou similar. Cada unidade sensora do par sensoreia luz dentro de uma faixa de comprimento de onda predeterminada, em cada unidade sensora do par gera o sinal que é indicativo de uma intensidade dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada da luz sensoreada com base na
15 resposta da unidade sensora específica.

20 O sistema de processamento é conectado a um ou mais pares de unidades sensoras que pode controlar e adquirir dados a partir delas. O sistema de processamento utiliza certas relações funcionais entre as respostas espectrais de cada unidade sensora de um par que se correlacionam às intensidades adquiridas por unidade sensora de um par de unidades sensoras,
25 para determinar o comprimento de onda de pico e intensidade total da luz emitida dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada. Em uma realização da presente invenção, as respostas espectrais de cada unidade sensora de um par são selecionadas no sensoreado que a relação entre sua

saída respectiva provê um nível desejado de resolução para identificar picos de comprimento de onda de um ou mais elementos emissores de luz gerando luz dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada, deste modo habilitando a realimentação óptica para um sistema de controle ou controlador para manter ou obter uma cor de luz desejada.

Em uma realização, um aparelho de acordo com a presente invenção pode prover um meio para a avaliação do desvio de emissão de comprimento de onda de um ou mais elementos emissores de luz, gerando luz dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada.

Figura 1 ilustra exemplo de espectros de uma luminária baseada em LEE multicolorido com três LEE de cores diferentes sob condições de operação T_1 501 e T_2 502. A natureza geral da luz com componentes multicoloridos de faixa estreita pode ser identificada conforme ilustrado na Figura 1.

Com referência adicional à Figura 1, variações na luz emitida a partir de uma luminária baseada em LEE de três cores com temperatura de operação variável pode também ser identificada. Para fins de ilustração, as condições de temperatura de operação desta luminária baseada em LEE são simplificadas para serem iguais para todas as três cores de LEE. As temperaturas de operação são denotadas por T_1 501 e T_2 502, com T_1 501 maior que T_2 502. Por várias razões que são enraizadas nas características dos materiais que são usados para fabricar os LEE, a composição espectral da luz emitida por um LEE geralmente apresenta desvio de vermelho e alargamento espectral com o aumento da temperatura de operação. As quantidades pelas quais os comprimentos de onda de pico se deslocam para comprimentos de onda mais altos, ou energias mais baixas, é geralmente maior para os LEE vermelhos do que para os LEE verde e azul, devido às características do tipo de material usado para fabricar estas diferentes cores de LEE. É notado que outros sistemas baseados em LEE ou em outros materiais podem apresentar

características diferentes.

Unidades Sensoras

No sensoreado de ser capaz de resolver um certo número de picos no espectro da luz sensoreada, um aparelho de acordo com a presente invenção requer um ou mais pares de unidades sensoras para cada um dos picos a serem resolvidos. Em uma realização da presente invenção, o número de pares de unidades sensoras por aparelho pode ser maior, por exemplo, se o aparelho é usado para monitorar LEE individuais para controle de realimentação de uma luminária baseada em LEE. Cada unidade sensora de um par é caracterizada por resposta espectral diferente à luz dentro de uma faixa de comprimento de onda predeterminada. Em uma realização, fora da faixa de comprimento de onda predeterminada, a resposta espectral de cada unidade sensora de um par pode ser substancialmente zero.

Cada unidade sensora pode ser configurada de um número de modos diferentes, desde que uma unidade sensora específica seja espectralmente sensível dentro de uma faixa de comprimento de onda predeterminada selecionada. Em uma realização da presente invenção, uma unidade sensora pode ser configurada como uma combinação de um sensor óptico faixa larga juntamente com um filtro, onde a configuração do filtro pode definir a faixa de comprimento de onda predeterminada. Desta maneira, um filtro pode bloquear substancialmente a luz apresentando comprimentos de onda fora da faixa de comprimento de onda predeterminada.

Em uma outra realização, uma unidade sensora pode ser configurada como um sensor óptico de faixa estreita com uma resposta espectral dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada. Em uma realização adicional, uma unidade sensora pode ser configurada como um sensor óptico de faixa estreita com uma resposta espectral variável, onde uma unidade sensora pode ser sintonizada para coletar informação indicativa da luz emitida dentro de diferentes faixas de comprimentos de onda

predeterminadas.

Em uma realização da presente invenção, um par de unidades sensoras é configurada no sensoreado de que sua resposta espectral é complementar, deslocada em comprimento de onda ou similar, dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada à qual o par de unidades sensoras é predominantemente responsivo.

Em uma realização da presente invenção, a resposta espectral relativa de cada unidade sensora de um par é substancialmente similar, entretanto as respostas espectrais são deslocadas em comprimento de onda uma em relação à outra. O deslocamento de comprimento de onda relativo entre as respostas espectrais do par de unidades sensoras pode ser configurado para ser uma porção ou igual à faixa de comprimento de onda predeterminada. Por exemplo, em uma realização da presente invenção, uma primeira unidade sensora tem uma primeira resposta espectral e a segunda unidade sensora do par tem uma resposta espectral que foi deslocada em comprimento de onda de uma quantidade predeterminada acima ou abaixo daquela da primeira unidade sensora. Por exemplo, a quantidade predeterminada pode estar entre 1 e 40 nm, 5 e 30 nm, 10 e 20 nm ou similar. A seleção de um deslocamento de comprimento de onda relativo da resposta espectral de uma unidade sensora de um par de unidades sensoras, pode ser selecionada no sensoreado de que a avaliação do comprimento de onda de pico de luz emitida dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada pode ser determinada com um nível de precisão desejado.

Em uma realização da presente invenção, e tendo em vista a Figura 2, que ilustra exemplo de transmissividades espectrais de seis filtros ópticos que podem ser usados em combinação com sensores de faixa larga para implementar seis unidades sensoras, que podem formar três pares de unidades sensoras. Cada um dos três pares de unidades sensoras é configurado para ser responsivo a respectiva faixa de comprimento de onda

predeterminada, e neste exemplo estas faixas de comprimento de onda predeterminadas estão na região de comprimento de onda do vermelho, região de comprimento de onda do azul e região de comprimento de onda do verde. Nesta realização da presente invenção, as respostas espectrais de cada unidade sensora de um par são substancialmente idênticas, onde um deslocamento de comprimento de onda de 20 nm na resposta espectral relativa é provido entre uma primeira unidade sensora de um par e uma segunda unidade sensora do par. Nesta realização, e tendo em vista particularmente a faixa de comprimento de onda predeterminada na região de comprimento de onda do vermelho, o par de unidades sensoras compreende uma primeira unidade sensora formada a partir de um sensor óptico de faixa larga e um filtro óptico apresentando uma transmissividade conforme definido por 210 e uma segunda unidade sensora formada a partir de um sensor óptico de faixa larga e um filtro óptico apresentando uma transmissividade conforme definido por 212.

Em uma outra realização da presente invenção, um par de unidades sensoras pode ser configurado para apresentar respostas espectrais conforme ilustrado na Figura 3. Nesta configuração, uma primeira unidade sensora tem uma resposta espectral 214 que é substancialmente constante para uma primeira porção e decresce em rampa através de uma região de comprimento de onda definida até substancialmente zero. Uma segunda unidade sensora possui uma resposta espectral 216 que é substancialmente zero para uma primeira porção e cresce em rampa através da região de comprimento de onda definida, até um nível substancialmente constante. Esta região de comprimento de onda definida pode ser uma parte ou toda a faixa de comprimento de onda predeterminada. Em uma realização, a região de comprimento de onda definida é a distribuição de potência radiante espectral esperada 218 da luz a ser sensoreada. Nesta configuração de um par de unidades sensoras, a resposta espectral das unidades sensoras individuais é

substancialmente complementar.

Em uma outra realização da presente invenção, um par de unidades sensoras pode ser configurado para apresentar respostas espectrais conforme ilustrado na Figura 4. Nesta configuração, uma primeira unidade sensora tem uma resposta espectral 220 que é substancialmente constante para uma primeira porção e decresce em rampa através de uma região de comprimento de onda definida até substancialmente zero. Uma segunda unidade sensora possui uma resposta espectral 222 que é substancialmente similar à da primeira unidade sensora, entretanto o decrescimento em rampa da resposta espectral ocorre em um comprimento de onda maior. A região de comprimento de onda definida pode ser uma parte ou toda a faixa de comprimento de onda predeterminada. Em uma realização, a região de comprimento de onda definida é a distribuição de potência radiante espectral esperada 224 da luz a ser sensoreada. Nesta configuração de um par de unidades sensoras, a resposta espectral das unidades sensoras individuais é substancialmente deslocada em comprimento de onda uma em relação à outra.

Em uma outra realização da presente invenção, um par de unidades sensoras pode ser configurado para ter respostas espectrais conforme ilustrado na Figura 5. Nesta configuração, uma primeira unidade sensora e uma segunda unidade sensora possuem respostas espectrais substancialmente estreitas 226 e 228, respectivamente, que são deslocadas em comprimento de onda uma em relação a outra. Em uma realização, o deslocamento de comprimento de onda pode ser selecionado para abranger parte ou toda a faixa de comprimento de onda predeterminada. Em uma realização, o deslocamento de comprimento de onda pode ser selecionado para abranger a distribuição de potência radiante espectral esperada 230 da luz a ser sensoreada.

Em uma outra realização da presente invenção, um par de unidades sensoras pode ser configurado para ter respostas espectrais conforme

ilustrado na Figura 6. Nesta configuração, uma primeira unidade sensora é formada a partir de um sensor óptico de faixa larga e um primeiro filtro fabricado de um material específico e apresentando uma primeira espessura. A segunda unidade sensora é formada a partir de um sensor óptico de faixa larga e um segundo filtro fabricado do mesmo material específico modo de alarme apresentando uma segunda espessura, onde a segunda espessura é maior que a primeira espessura. Nesta configuração de um par de unidades sensoras, a segunda unidade sensora tem uma resposta espectral mais estreita quando comparada com a da primeira unidade sensora e portanto, esta configuração relativa de um par de unidades sensoras pode prover uma redução na conversação cruzada entre elas. Por exemplo, Figura 6 ilustra as respostas espectrais de um filtro de vermelho 252 possuindo uma espessura e um filtro de vermelho 257 possuindo uma segunda espessura que é cerca de quatro vezes a primeira espessura. Também são ilustradas na Figura 6, as respostas espectrais de um filtro de verde 251 e um filtro de verde 256 que é cerca de quatro vezes mais grosso, um filtro de azul 250 e um filtro de azul 255 que é cerca de quatro vezes mais grosso.

Como seria conhecido de um especialista na técnica, a transmitância espectral de um filtro óptico volumoso pode ser definida pela lei de Beer, conforme segue:

$$I(x) = I(0) * \exp(\ln(a(\lambda)) * x) \quad (1)$$

onde $I(x)$ é a intensidade da luz a uma distância x da superfície do filtro, $I(0)$ é a intensidade da luz incidente e $a(\lambda)$ é a constante de atenuação dependente do comprimento de onda que é tipicamente determinada experimentalmente.

Em uma outra realização da presente invenção, o deslocamento de comprimento de onda de filtros de interferência multicamada ou ângulo de luz incidente pode ser vantajosamente usado para implementar um par de unidades sensoras. Por exemplo, uma primeira

unidade sensora pode compreender um sensor óptico e um filtro e a segunda unidade sensora pode ser formada do mesmo sensor óptico e filtro, onde o filtro da segunda unidade sensora é inclinado com respeito ao filtro da primeira unidade sensora. Desta maneira, a resposta espectral da segunda unidade sensora pode ser deslocada em comprimento de onda com respeito à resposta espectral da primeira unidade sensora.

Em uma realização da presente invenção, mais de um par de unidades sensoras são usados para avaliar a emissão de uma fonte de luz com uma faixa de comprimento de onda predeterminada. Por exemplo, três unidades sensoras, quatro unidades sensoras ou mais unidades sensoras podem ser usadas para avaliar a emissão de uma fonte de luz dentro de uma faixa de comprimento de onda predeterminada. A seleção da resposta espectral das unidades sensoras uma em relação a outra para a faixa de comprimento de onda predeterminada pode ser determinada com base na resolução desejada da avaliação do comprimento de onda de pico e intensidade da luz emitida pela fonte de luz dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada. Usar três ou mais unidades sensoras para avaliação da emissão de uma fonte de luz dentro de uma faixa de comprimento de onda predeterminada, pode melhorar a precisão da avaliação desta.

Em uma realização onde mais de um par de unidades sensoras são usados para avaliar a emissão de uma fonte de luz dentro de uma faixa de comprimento de onda predeterminada, a uma ou mais unidades sensoras podem ser usadas como unidades sensoras de confirmação, no sensoreado de verificar que a informação coletada por uma ou ambas unidades sensoras de um par de unidades sensoras tem um nível desejado de precisão.

Em uma realização da presente invenção, para implementações em luminárias baseadas em LEE de realimentação controlada, a resposta espectral de um par de unidades sensoras apresenta um grau mais alto de variação dentro da faixa de comprimento de onda dentro da qual as variações

de comprimento de onda de pico do um ou mais elementos emissores de luz são esperadas.

Por exemplo, cada unidade sensora, quando exposta a luz sob condições de operação provê um sinal que é indicativo da convolução da distribuição de potência espectral daquela luz e a resposta espectral da unidade sensora. O sinal medido de uma unidade sensora pode ser proporcional a

$$s(\tau) = \int \sigma(\lambda - \tau) \Phi(\lambda) d\lambda \quad (2)$$

onde σ é a resposta de uma unidade sensora por comprimento de onda λ , Φ é a potência espectral da luz sensoreada por comprimento de onda (isto é, a distribuição de potência espectral) e τ é o deslocamento de comprimento de onda que pode ser incorporado em σ .

Em uma realização da presente invenção, para fins de controle, uma unidade sensora é caracterizada por fortes mudanças lineares em $s(\tau)$, no sensoreado de detectar confiavelmente mudanças na distribuição de potência espectral Φ da luz sensoreada. Por exemplo, mudanças de temperatura de operação nos LEE pode deslocar e ampliar Φ . A distribuição de potência espectral Φ da luz de LEE pode ser aproximada por uma distribuição Gaussiana com um certo comprimento de onda de pico λ_0 e largura plena na metade da faixa de comprimento de onda máxima (FWHM). O deslocamento é então refletido em uma mudança de λ_0 e da FWHM. Em uma realização, onde a unidade sensora é implementada usando uma combinação de um sensor óptico de faixa larga e um filtro óptico com características de filtro adequadas, maximizar a mudança na resposta da unidade sensora com uma função de mudanças da distribuição de potência espectral Φ da luz sensoreada, pode ser o caso de usar um filtro com características de filtro predeterminadas e deslocar aquelas características de filtro conforme formulado acima, mudando τ .

Em uma outra realização da presente invenção, uma unidade

sensora é implementada usando um sensor óptico de faixa estreita. Nesta configuração, um filtro óptico adicional não é necessário para alcançar a resposta espectral desejada, e tal sensor óptico pode ser configurado para prover resposta espectral adequada, primariamente por si próprio, no
5 sensoreado de ser capaz de indicar confiavelmente mudanças na distribuição de potência espectral da luz sensoreada.

Figura 7 e Figura 8 ilustram exemplos de diagramas de forças decimal versus comprimento de onda de pico de luz sensoreada que foram obtidos a partir de duas unidades sensoras diferentes, de acordo com uma
10 realização da presente invenção. A série de dados foi obtida usando luz de LEDs vermelhos em diferentes condições de temperatura e operação. Embora as forças de sinal mudem predominantemente devido a deslocamentos para o comprimento de onda de pico, mudanças podem também ser induzidas por FWHM ou variações de pico de amplitude da distribuição de potência
15 espectral da luz sensoreada. Nesta realização, cada unidade sensora de um par compreende um sensor faixa larga e respectivamente um dos dois filtros de vermelho cujas características de filtro são ilustradas na Figura 2. Como pode ser visto da Figura 2, as duas unidades sensoras diferem primariamente nas características de filtro deslocadas, onde as formas globais das características
20 dos filtros são substancialmente similares.

Figura 7 ilustra a variação da força de sinal de uma unidade sensora com características de filtro óptico 210, ao passo que aquela ilustrada na Figura 8 utiliza características de filtro óptico 212. Na Figura 7, a relação funcional entre força de sinal e comprimento de onda de pico se correlaciona
25 extremamente bem com uma aproximação linear de quadrados mínimos que torna as duas quase indistinguíveis na escala na qual ambas são ilustradas. A correlação para a configuração que é ilustrada na Figura 8 é apenas ligeiramente menor. Como pode ser facilmente visto das aproximações lineares da saída de sinal da unidade sensora com um primeiro filtro óptico,

conforme ilustrado na Figura 8, provê uma mudança de sinal de aproximadamente 10% por nm no efeito do deslocamento de comprimento de onda de pico, em contraste com aproximadamente 5% de mudança de sinal por nm para aquela ilustrada na Figura 7.

5 Em uma realização da presente invenção, certos tipos de LEE apresentam variações de pico de amplitude devido a flutuações de temperatura de operação que podem ser desprezíveis para as finalidades acima. É notado que variações de pico de amplitude devido a ajustes de intensidades desejados naturalmente não são desprezíveis.

10 Em uma realização da presente invenção, um sensor óptico pode ser um conversor de luz para corrente, compreendendo um fotodiodo e um amplificador de corrente e estes elementos do sensor óptico podem ser configurados, por exemplo, em um único chip. Entretanto, um sensor óptico pode compreender outros dispositivos de detecção de luz similares como é
15 conhecido daqueles especialistas na técnica, incluindo, porém não limitado a fototransistores, fotoresistores, células fotovoltaicas, fototubos, tubos fotomultiplicadores ou outros formados de conversores de luz para tensão ou conversores de luz para frequência. Um sensor óptico pode incluir elementos de lente no sensoreado de reforçar a quantidade de luz à qual o sensor óptico é
20 responsivo.

 Em uma realização da presente invenção, um filtro é um filtro de interface de filme fino ou filtro de cor moldado transmissivo. Em adição, um filtro empregando cristais fotônicos possuindo anormalidades de ressonância ou um filtro de ressonância de modo guiado podem também ser
25 usados. Em uma outra realização, um filtro pode ser configurado como um filtro passa faixa de Lyot de cristal líquido sintonizável, uma camada única de material de cristal líquido possuindo uma transmitância espectral de faixa passante completamente larga, um filtro plasmon, um filtro de Bragg, ou outros tipos de filtros ópticos como seria facilmente entendido pelos

especialistas na técnica.

Sistema de Processamento

O sistema de processamento pode ser implementado de qualquer modo analógico ou digital adequado para processar os sinais das unidades sensoras. Por exemplo, o sistema de processamento pode ser configurado como um computador, sistema de computação, microcontrolador ou outro formato de dispositivo de computação, como seria prontamente entendido por um especialista na técnica, que é capaz de efetuar um nível requerido de manipulação de dados e análise da informação coletada, relativa a emissão de luz a partir de uma fonte de luz. O sistema de processamento inclui um ou mais meios de armazenagem coletivamente referidos aqui como “memória”. A memória pode ser memória de computador volátil e não volátil, tal como uma RAM, PROM, EPROM, EEPROM, discos floppy, discos compactos, discos ópticos, fita magnética ou similar, onde programas de controle (tais como software, microcódigo, firmware ou similar) para definir ações a serem executadas pelo sistema de processamento são armazenados para subsequente acesso e execução.

Combinando adequadamente e manipulando os sinais de saída de um par de unidades sensoras, o sistema de processamento pode determinar a intensidade e comprimento de onda de pico ou deslocamento de comprimento de onda da luz sensoreada, dentro da região de comprimento de onda predeterminada. O sistema de processamento pode utilizar uma divisão das forças de sinal conforme descrito em maior detalhe abaixo, para uma classe específica de realizações da presente invenção.

Por exemplo, desde que a resposta de uma unidade sensora é praticamente independente do pico de amplitude e da intensidade total da luz sensoreada e, que adicionalmente a FWHM da luz sensoreada permanece praticamente constante, a relação dos dois sinais provê uma indicação direta do deslocamento de comprimento de onda da luz sensoreada. Por exemplo,

em uma realização da presente invenção, uma ou mais relações de função podem ser determinadas, expandindo a relação de integrais de convolução conforme descrito acima, em uma função série de primeira ordem no deslocamento de comprimento de onda. O pico de amplitude ou uma mudança
5 no pico de amplitude pode ser subsequente determinada com base nos dados obtidos da análise de deslocamento de comprimento de onda.

Em uma realização da presente invenção, um par de unidades sensoras é configurado de tal modo que suas respectivas respostas espectrais dentro de uma faixa de comprimento de onda predeterminada são deslocadas
10 em comprimento de onda, por exemplo, conforme ilustrado na Figura 2. Quando ocorre uma mudança na intensidade ou comprimento de onda de pico, a saída de ambas unidades sensoras mudará. Por exemplo, se a saída de uma primeira unidade sensora do par é substancialmente plana e a saída da segunda unidade sensora de um par é substancialmente “seletiva” por
15 exemplo, em pico, a diferença entre a saída da primeira unidade sensora e da segunda unidade sensora pode ser atribuída a mudanças de comprimento de onda, habilitando deste modo a determinação de uma ou mais relações funcionais entre os sinais de saída de cada uma das unidades sensoras do par, e a intensidade e comprimento de onda de pico de luz emitida a ser
20 determinada.

Em uma realização da presente invenção, um par de unidades sensoras é configurado de tal modo que suas respectivas respostas espectrais são conforme ilustrado na Figura 3. Nesta configuração, se a intensidade da luz sensoreada dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada
25 aumenta sem uma mudança no comprimento de onda de pico ou alargamento espectral, a relação dos sinais de saída entre o par de unidades sensoras permanecerá substancialmente inalterado, habilitando deste modo que a intensidade da luz seja medida diretamente. Se, entretanto, o comprimento de onda de pico se desloca ou há alargamento espectral da luz emitida, a relação

dos sinais de saída mudará tipicamente. Com base em uma ou mais correlações ou relações funcionais predeterminadas entre os sinais de saída de cada uma das unidades sensoras do par, a intensidade e comprimento de onda de pico de luz dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada pode ser avaliada.

5 Em uma realização da presente invenção, um par de unidades sensoras é configurado de tal modo que suas respectivas respostas espectrais são conforme ilustrado na Figura 4. Nesta configuração, a saída da unidade sensora apresentando uma porção substancialmente plana, substancialmente
10 ao longo da distribuição de potência espectral da luz emitida, conforme ilustrado por 222, pode prover uma medição de intensidade para a luz emitida. Em adição, a saída da luz sensoreada possuindo uma resposta espectral inclinada substancialmente sobre a distribuição de potência espectral da luz emitida, conforme ilustrado por 220, quando escalada pela saída da unidade
15 sensora substancialmente plana, pode prover um meio para avaliar deslocamento de comprimento de onda de pico e alargamento espectral. Isto pode, portanto, prover a geração de uma ou mais relações funcionais definindo uma correlação entre os sinais de saída de um ou mais pares de unidades sensoras e a intensidade e comprimento de onda de pico de luz
20 emitida.

Em uma realização da presente invenção, um par de unidades sensoras é configurado de tal modo que suas respectivas respostas espectrais são conforme ilustrado na Figura 5. Nesta realização da presente invenção, uma ou mais relações funcionais entre os sinais de saída de um par de
25 unidades sensoras e a intensidade de comprimento de onda de pico de luz emitida, podem ser baseados parcialmente em uma distribuição de potência espectral suposta da fonte de luz. Por exemplo, a distribuição de potência espectral de um LED pode ser aproximada por uma distribuição Gaussiana ou uma combinação linear de duas funções Gaussianas com diferentes centros de

comprimento de onda.

5 Em uma realização da presente invenção, a análise dos sinais de saída de cada uma dentre um par de unidades sensoras, pode ser efetuada usando um ou mais algoritmos analíticos ou um ou mais algoritmos numéricos ou um ou mais de ambos, o que define a seqüência de cálculos sendo efetuada pelo sistema de processamento, no sensorado de avaliar a intensidade e comprimento de onda de pico de luz emitida. Estes ou mais algoritmos podem ser armazenados na memória para uso subsequente pelo sistema de processamento.

10 Em uma realização da presente invenção, o sistema de processamento compreende uma rede neural. Nesta realização, uma rede neural pode ser usada como um aproximador universal capaz de representar qualquer função limitada continuamente diferenciável. Em adição, uma rede neural conforme descrito, por exemplo, em Haykin, S., Neural Networks: A
15 Comprehensive Foundation, Second Edition, Prentice Hall, 1999 e Pedido de Patente dos Estados Unidos No. 10/897.990, pode representar uma função não linear multivariada com um mínimo de recursos computacionais. A rede neural pode ser uma função de base radial (RBF), uma função de base radial generalizada (GRBF) ou outro formato de uma rede neural, como seria
20 prontamente entendido por um especialista na técnica. A rede neural representa uma função multidimensional e pode prover sinais de saída relacionados a intensidade e comprimento de onda de pico de luz emitida. Pode não ser necessário ou mesmo desejável ter uma expressão analítica para a função de avaliação, uma vez que uma rede neural pode ser treinada para
25 aprender a função com base em exemplos de dados de entrada e dados de saída conhecidos ou desejados. A rede pode portanto, ser treinada “em fábrica” usando um conjunto predeterminado de entradas, por exemplo, saídas de sinal de um par de unidades sensoras, juntamente com as respostas desejadas, o que representa intensidade e comprimento de onda de pico que

devem ser determinados.

Em uma realização da presente invenção, a rede neural é uma rede de formação de base radial (RBF) que é uma arquitetura de alimentação direta com uma camada de entrada, uma camada oculta e uma camada de saída. A camada de entrada possui n neurônios, correspondendo aos n elementos do vetor de entrada x . A camada oculta possui h neurônios e um neurônio de polarização, com cada neurônio de entrada plenamente conectado aos neurônios h da camada oculta. Cada neurônio da camada oculta (incluindo o neurônio de polarização) é conectado aos m neurônios de saída. Cada neurônio da camada de saída representa uma das m possíveis saídas do vetor de entrada. Em operação, um vetor de entrada arbitrário x é apresentado à rede RBF. Cada neurônio da camada oculta computa sua saída, e os resultados são apresentados à camada de saída. Cada neurônio da camada de saída executa uma soma ponderada das saídas de neurônios da camada oculta. O vetor de entrada x é deste modo mapeado para o vetor de saída z . O número de neurônios ocultos pode variar, dependendo da complexidade da função multidimensional a ser aproximada. Para a descrição acima, um neurônio é um modelo computacional simplificado de um neurônio biológico, que pode ser considerado como um amplificador não linear, tipicamente com um ganho unitário ou menos.

Como será conhecido de um especialista na técnica, o treinamento de uma rede neural de função de base radial compreende determinados centros e larguras das funções de ativação de neurônio da camada oculta, e determinar os pesos necessários para os neurônios da camada de saída. Há numerosas estratégias de treinamento, variando de selecionar centros de neurônios ocultos randomicamente a partir de um conjunto de treinamento de vetores de entrada, conforme definido por Lowe, D., Adaptive Radial Basis Function Nonlinearities and the Problem of Generalization, First IEEE International Conference on Artificial Networks,

1989, para aplicar teoria de regularização conforme definido por Leonardis, A., and Bishchof, A., An Efficient MDL-Based Construction of RBF Networks, Neural Networks, 1998.

Em uma realização da presente invenção, as respostas espectrais das unidades sensoras são analiticamente tornadas seletivas. Nesta realização, dado um conjunto medido de m pares de unidades sensoras com diferentes respostas espectrais, a saber respostas espectrais medidas, S_M , cada resposta espectral pode ser considerada uma combinação linear de um conjunto virtual ou tornado seletivo de m pares de unidades sensoras com diferentes respostas espectrais, a saber, respostas espectrais virtuais, S_V . Estas respostas espectrais virtuais podem ser escolhidas de tal modo que a largura de faixa de cada resposta espectral é geralmente mais estreita que sua resposta espectral real ou medida correspondente. Figura 9, que é obtida de Drew, M. S., and G. D. Finlayson, 2000. "Spectral Sharpening with Positivity", Journal of the Optical Society of America A, 17(8):1361-1370, ilustra um exemplo de seletividade espectral, onde $m = 3$ e ilustra as respostas espectrais S_M 305, 306 e 307 e respectivas respostas espectrais virtuais S_V 310, 311 e 312 que são analiticamente tornadas seletivas.

Por exemplo, conforme definido por Drew, M. S., and G. D. Finlayson. 1994 "Device-Independent Color via Spectral Sharpening", Proc. Second Color Imaging Conference: Color, Science, Systems and Applications, IS&T/SID, pp. 121-126, as respostas espectrais tornadas seletivas são geradas por uma matriz de transformação $m \times m$ onde as respostas espectrais virtuais ou tornadas seletivas podem ser definidas conforme segue:

$$x^\#(\lambda) = T^X x(\lambda) \quad (3)$$

onde, por exemplo:

$$T^X = \begin{bmatrix} 0.50713 & -0.17050 & -0.08209 \\ -0.37580 & 0.55150 & 0.04542 \\ 0.02809 & -0.03359 & 0.26364 \end{bmatrix}$$

e onde $x(\lambda)$ e $x^\#(\lambda)$ são as respostas espectrais virtuais ou tornadas seletivas para o comprimento de onda λ , respectivamente.

Como seria conhecido de um especialista na técnica, os valores da transformada de seletividade T^X dependerão da escolha das respostas espectrais virtuais. Em uma realização da presente invenção, os valores da transformada de seletividade podem ser determinados no sensoreado de que as respostas espectrais medidas e virtuais ou tornadas seletivas das unidades sensoras produzam diferentes saídas, quando iluminadas por fontes de luz de largura de faixa estreita, tais como LEE coloridos. Por exemplo, a diferença entre a resposta espectral medida e a resposta espectral virtual ou tornada seletiva das unidades sensoras pode ser maximizada no sensoreado de que mudanças nas intensidades e picos de comprimentos de onda nas LEE coloridos podem ser determinados simultaneamente com relação sinal para ruído mínima.

Em uma realização da presente invenção, um par de unidades sensoras é configurado de uma maneira em que uma primeira unidade sensora coleta informação relacionada à luz emitida pela fonte de luz em uma primeira faixa de comprimento de onda predeterminada e a segunda unidade sensora de um par coleta informação relacionada à luz emitida pela fonte de luz em uma segunda faixa de comprimento de onda predeterminada que se superpõe à primeira faixa de comprimento de onda predeterminada. As respostas espectrais da primeira unidade sensora e segunda unidade sensora são então analiticamente tornadas seletivas, conforme definido acima e conforme descrito em Drew, M. S., and G. D. Finlayson, 2000. "Spectral Sharpening with Positivity", *Journal of the Optical Society of America A*, 17(8):1361-1370, para efetuar uma primeira unidade sensora virtual e uma segunda unidade sensora virtual, respectivamente. Através da correlação das saídas da primeira unidade sensora, da primeira unidade sensora virtual, da segunda unidade sensora e da segunda unidade sensora virtual, a intensidade

do comprimento de onda de pico de luz dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada pode ser determinada.

Compensação de Temperatura

5 Em uma realização da presente invenção, é requerida compensação para mudanças induzidas nas características de resposta de uma unidade sensora pela temperatura de operação. Soluções possíveis para estabilizar a temperatura de operação de uma unidade sensora incluem combinações de isolar a unidade sensora de contato térmico direto, manter a quantidade de exposição a radiação limitada e resfriamento ou aquecimento 10 ativo ou passivo. Respectivas implementações de tais medidas são amplamente conhecidas na técnica.

Em uma outra realização da presente invenção, o sistema de processamento pode ser configurado para ser responsável por mudanças na resposta espectral da unidade sensora induzidas pela temperatura. Nesta 15 realização, um sensor de temperatura próximo à unidade sensora pode ser provido, no sensoreado de habilitar a coleta de dados relativa à temperatura de operação das unidades sensoras, e deste modo avaliar e determinar se a resposta espectral de uma ou mais das unidades sensoras mudou devido à temperatura.

20 Meio de Filtro Opcional

Em uma realização da presente invenção, resposta significativa a luz fora de uma faixa de comprimento de onda predeterminada que é de interesse, pode fazer com que a unidade sensora proveja sinais que podem causar imprecisões na análise do comprimento de onda de pico e intensidade. 25 Isto pode ocorrer, por exemplo, ao usar unidades sensoras com respostas espectrais conforme ilustrado nas Figuras 3 e 4. Com referência às realizações das unidades sensoras conforme ilustrado nas Figuras 3 e 4, em tais casos, qualquer luz que pode varia significativamente na composição espectral fora da faixa de comprimento de onda posicionada ou região de características de

resposta de frequência, podem afetar imprevisivelmente o sinal provido pela unidade sensora e pode fazer com que o sistema de processamento proveja resultados errôneos relacionados a deslocamentos de intensidade e comprimento de onda de pico.

5 Em uma realização da presente invenção, uma unidade sensora pode ser combinada com filtros adicionais que cortam a luz com comprimentos de onda de interferência, a saber comprimentos de onda estão fora da faixa de comprimento de onda predeterminada para a unidade sensora.

10 Em uma realização, isto pode ser particularmente relevante em luminárias com LEE do tipo fotoluminescente, por exemplo, LEDs UV, ou LEDs azuis que utilizam fósforos ou outros materiais para conversão de luz visível. Tais LEEs podem emitir quantidades significativas de luz ultravioleta residual que não precisa ser sensoreada por uma unidade sensora, por exemplo, quando controle de realimentação da luz visível emitida pela
15 luminária, é desejado. Similarmente, radiação infravermelho pode causar leituras de sensor inadequadas e pode precisar ser filtrada.

20 Em uma outra realização da presente invenção, uma unidade sensora com uma resposta espectral substancialmente dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada, pode prover melhor resolução de comprimento de onda ou frequência.

25 É notado que, enquanto características de resposta espectral estreita podem ser alcançadas, por exemplo, com combinações de filtros faixa estreita e filtros de faixa larga, em uma realização da presente invenção, pode ser vantajoso implementar uma unidade sensora como um sensor óptico de faixa estreita. Como é amplamente conhecido, a maior parte de filtros faixa estreita apresenta variações significativas nas características de filtro ao variar, por exemplo, o ângulo de inclinação. Por exemplo, uma variação de poucos graus na inclinação da luz pode fazer com que as características de filtro dos filtros de interferência multicamada não só se ampliem

significativamente, mas até se desloquem em comprimento de onda.

A invenção será agora descrita com referência a exemplos específicos. Será entendido que os exemplos a seguir são destinados a descrever realizações da invenção e não pretendem limitar a invenção de modo algum.

EXEMPLO

Figura 10 ilustra um aparelho de acordo com uma realização da presente invenção. O aparelho 10 inclui filtros de cor 12a, 12b, opticamente acoplados a fotodetectores 14a, 14b que formam juntos duas unidades sensoras. Cada fotodetector possui uma zona de detecção 16a, 16b para determinar um parâmetro de sensor indicativo da luz incidente 11. As saídas dos fotodetectores 14a, 14b são interfaceadas com um sistema de processamento 18 que avalia os dados recebidos de cada um dos fotodetectores 14a, 14b.

Os filtros de cor 12a, 12b podem ser filtros de interferência de filme fino ou filtros de corante colorido transmissivo, permitindo a passagem de um porção específica do espectro eletromagnético. Filtros empregando cristais fotônicos apresentando anormalidades de ressonância ou filtros de ressonância de modo guiado podem também ser usados. Alternativamente, filtros passa faixa de Lyot de cristal líquido sintonizável, uma camada única de material de cristal líquido possuindo uma faixa passante completamente larga, filtros plasmon, ou outros tipos de filtros ópticos conforme verificado pelos especialistas na técnica podem também ser empregados.

Os fotodetectores 14a, 14b podem ser conversores de luz para corrente compreendendo um fotodiodo e um amplificador de corrente e estes elementos dos fotodetectores podem ser configurados, por exemplo, em um único chip. Entretanto, os fotodetectores 14a, 14b podem compreender outros dispositivos de detecção de luz similares, conforme conhecido dos especialistas na técnica, incluindo conversores de luz para tensão e

conversores de luz para frequência. Os fotodetectores 14a, 14b podem incluir elementos de lente (não mostrados) dentro do caminho óptico frontal às zonas de detecção 16a, 16b, no sensorado de reforçar a quantidade de luz que é providas às zonas de detecção 16a, 16b.

5 A primeira unidade sensora formada do filtro 12a e fotodetector 14a de um par e segunda unidade sensora formada do filtro 12b e fotodetector 14b do par são tipicamente montadas em um substrato comum. Uma vez que a eficiência dos fotodetectores 14a, 14b é dependente da temperatura de operação dos fotodetectores 14a, 14b, ambos fotodetectores
10 14a, 14b podem ser montados em uma região isotérmica do substrato comum. Conseqüentemente, enquanto as respostas espectrais absolutas dos fotodetectores 14a, 14b podem variar com a temperatura ambiente, suas respostas espectrais relativas podem permanecer efetivamente inalteradas.

 Conforme mencionado previamente, na realização
15 presentemente descrita da invenção, os filtros de cor 12a, 12b são opticamente acoplados a fotodetectores 14a, 14b. Vantajosamente, o filtro 12a e fotodetector 14a da primeira unidade sensora do par é suficientemente espaçados do filtro 12b e fotodetector 14b da segunda unidade sensora do par, para reduzir conversação cruzada entre eles. Em uma realização, os filtros de
20 cor 12a, 12b poderiam estar em relação espaçada com os fotodetectores 14a, 14b. Os filtros de cor 12a, 12b e fotodetectores 14a, 14b podem ser configurados e arrançados ao longo de um eixo que é perpendicular ou a um ângulo com respeito ao eixo da luz incidente 11.

 Na realização presentemente descrita, o filtro 12a e
25 fotodetector 14a formando a primeira unidade sensora do par são configurados e arrançados de modo a serem sensíveis a uma região predeterminada do espectro magnético 1001, enquanto o filtro 12b e fotodetector 14b formando a segunda unidade sensora do par são configurados e arrançados para serem sensíveis a uma região de comprimento

de onda substancialmente complementar 1000 do espectro magnético, conforme ilustrado na Figura 11. As respostas espectrais da primeira unidade sensora e da segunda unidade sensora se superpõem em uma faixa de comprimento de onda predeterminada do espectro eletromagnético, que por este exemplo está na região de luz verde, e portanto, esta configuração de um par de unidades sensoras pode ser usada para avaliar a intensidade e comprimento de onda de pico de luz emitida dentro desta faixa de comprimento de onda predeterminada. Ainda mais, a resposta espectral da primeira unidade sensora aumenta de modo substancialmente monotônico com respeito ao comprimento de onda dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada, enquanto a resposta espectral da segunda unidade sensora diminui de modo substancialmente monotônico com respeito ao comprimento de onda, dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada.

Em uma realização da presente invenção, e onde as unidades sensoras são configuradas substancialmente conforme ilustrado na Figura 3, se a luz incidente 11 possui uma distribuição de potência espectral $I(\lambda)$ e as respostas espectrais da primeira unidade sensora (filtro 12a e fotodetector 14a) e segunda unidade sensora (filtro 12b e fotodetector 14b) são respectivamente $R_a(\lambda)$ e $R_b(\lambda)$, as saídas das unidades sensoras do par são respectivamente

$$V_a = \int I(\lambda)R_a(\lambda)d\lambda \quad \text{e} \quad V_b = \int I(\lambda)R_b(\lambda)d\lambda.$$

Se a interferência I da luz incidente 11 é variada enquanto a distribuição de potência espectral relativa $I(\lambda)$ permanece constante, a respectiva saída do par de unidades sensoras e o quociente V_a/V_b destas também permanece substancialmente constante. Se, por outro lado, a distribuição de potência espectral relativa $I(\lambda)$ da luz incidente 11 varia, as respectivas saídas do par de unidades sensoras e o quociente destas também variará. Se a mudança na distribuição de potência espectral relativa $I(\lambda)$ é

caracterizada por um deslocamento no comprimento de onda de pico, mudanças simultâneas na intensidade I e distribuição de potência espectral relativa $I(\lambda)$ podem ser matematicamente separáveis, e portanto, determináveis.

5 Com referência adicional à Figura 11, que ilustra a resposta espectral 1001 da primeira unidade sensora (filtro 12a e fotodetector 14a) do par, comparada à resposta espectral 1000 da segunda unidade sensora (filtro 12b e fotodetector 14b) do par de acordo com uma realização da presente invenção, onde as respostas do par de unidades sensoras se superpõem em
10 uma faixa de comprimento de onda predeterminada. Em uma realização da presente invenção, se o comprimento de onda de pico da distribuição de potência espectral relativa aumenta, a saída da primeira unidade sensora do par aumentará, enquanto a saída da segunda unidade sensora do par diminuirá. Como um exemplo, se o comprimento de onda λ da luz incidente
15 a partir de uma fonte de luz monocromática é aumentado, a saída da primeira unidade sensora diminuirá, enquanto a saída da segunda unidade sensora aumentará. Inversamente, se o comprimento de onda λ da luz incidente 11 é diminuído, a saída da primeira unidade sensora aumentará, enquanto a saída da segunda unidade sensora diminuirá. Por exemplo,
20 supondo que o comprimento de onda λ permaneça dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada do espectro, o comprimento de onda será proporcional a $B+(1-A)/(A+B)$, relativo ao comprimento de onda mínimo λ_{\min} da citada faixa de comprimento de onda predeterminada do espectro. Similarmente, por exemplo, o comprimento de onda pode ser proporcional ao
25 quociente A/B , embora de uma maneira tipicamente menos linear.

Por exemplo, quando um par de unidades sensoras é configurado conforme ilustrado na Figura 3, se a intensidade da luz incidente varia, porém o comprimento de onda de pico e distribuição de potência espectral relativa permanece inalterado, os sinais de saída das duas unidades

sensoras também muda, mas o quociente de seus sinais de saída permanecem constante, se as características das unidades sensoras são adequadamente escolhidas. Tipicamente, a intensidade da luz incidente não afeta a precisão da saída do par de unidades sensoras. Se, por outro lado, o comprimento de onda de pico da distribuição de potência espectral relativa da luz incidente varia, os sinais de saída do par de unidades sensoras e o quociente destas podem ser usados para calibrar e determinar a intensidade e comprimento de onda de pico de luz, por exemplo, a partir de uma luminária baseada em LEE.

O sinal de saída de cada um dos pares de unidades sensoras é medido pelo sistema de processamento 18, que pode compreender um medidor de corrente combinado com circuitos adicionais para condicionar o sinal a partir do medidor de corrente, como seria sabido por um especialista na técnica. O sistema de processamento 18 recebe os respectivos sinais de saída do par de unidades sensoras, e é adicionalmente configurado com software, firmware ou similar para avaliar uma ou mais relações entre estes sinais de saída. A avaliação dos sinais de saída do par de unidades sensoras provê um meio para avaliação da intensidade e comprimento de onda de pico de luz dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada.

Para aplicações usando, por exemplo, modulação por largura de pulso ou código de pulso substancialmente de alta frequência, para controlar a ativação dos elementos emissores de luz, a intensidade da luz incidente pode variar rapidamente, e portanto, pode ser necessário medir a saída do par de unidades sensoras simultaneamente com a ativação dos elementos emissores de luz, no sensoreado de evitar discrepâncias na saída medida, devido a variações no tempo da luz incidente. Conseqüentemente, o sistema de processamento 18 pode compreender circuitos adicionais (não mostrados) tais como conversores analógico para digital flash paralelos, ou circuitos de amostragem e manutenção para medir simultaneamente a saída do par de unidades sensoras com a ativação dos elementos emissores de luz.

Em uma realização da presente invenção, em operação, os elementos físicos empregados para implementar um par de unidades sensoras, por exemplo, filtros de cor 12a, 12b e fotodetectores 14a, 14b, podem não apresentar comportamento perfeito ou próximo de perfeito. Pode portanto, ser
5 difícil obter uma atenuação de inclinação constante com respeito ao comprimento de onda para as respostas espectrais realizáveis fisicamente, conforme ilustrado na Figura 11. Como resultado, a relação entre a intensidade e o comprimento de onda de pico de luz incidente 11 e as saídas do par de unidades sensoras podem se tornar não lineares. No sensorado de
10 ser responsável pelas possíveis não linearidades associadas aos componentes realizáveis fisicamente para o par de unidades sensoras, em uma realização da presente invenção, as saídas do par de unidades sensoras podem ser comparadas com uma tabela de busca contendo valores ótimos e estas saídas podem ser reavaliadas por aproximações analíticas, em uma tentativa de
15 linearizar as respostas espectrais para o par de unidades sensoras.

Referindo-se à Figura 12, um aparelho de acordo com uma outra realização da presente invenção é ilustrado. O aparelho 100 inclui diversos filtros de cor 12a ... 12n, opticamente acoplados a fotodetectores 14a ... 14n, respectivamente, formando deste modo n unidades sensoras que
20 formam n/2 pares de unidades sensoras. Cada unidade sensora possui uma zona de detecção 16a ... 16n associada a ela, para determinar um parâmetro de sensor em relação à intensidade e comprimento de onda de pico luz incidente 110. Esta luz incidente 110 tem uma gama que é a combinação de luz de vários comprimentos de onda gerados pelos elementos emissores de luz (não
25 mostrados), onde cada elemento emissor de luz produz luz apresentando uma faixa específica de comprimentos de onda no espectro eletromagnético. Na representação diagramática do aparelho 100 na Figura 12, somente os filtros de cor 12a, 12b, 12m e 12n, e fotodetectores 14a, 14b, 14m e 14n, são mostrados.

O filtro 12a e fotodetector 14a formam uma primeira unidade sensora que é complementar à segunda unidade sensora formada a partir do filtro 12b e fotodetector 14b. De um modo similar, o filtro 12m e fotodetector 14m formam uma m-ésima unidade sensora que é complementar com a n-ésima unidade sensora formada do filtro 12n e fotodetector 14n. Cada unidade sensora de um par é configurada e arranjada de modo a ser responsiva a uma região predeterminada do espectro eletromagnético, enquanto o filtro complementar correspondente e fotodetector do par é configurado e arranjado para ser responsivo a uma região substancialmente complementar do espectro eletromagnético, onde as respostas espectrais de um par de unidades sensoras são complementares dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada. As respostas espectrais da m-ésima unidade sensora e de sua unidade sensora complementar podem se superpor em uma outra faixa de comprimento de onda predeterminada do espectro eletromagnético. Ainda mais, a resposta espectral da m-ésima unidade sensora aumenta de modo substancialmente monotônico com respeito ao comprimento de onda dentro da citada faixa de comprimento de onda predeterminada, enquanto a resposta espectral de sua unidade sensora complementar diminui de modo substancialmente monotônico com respeito ao comprimento de onda dentro da citada faixa de comprimento de onda predeterminada.

Em uma realização da presente invenção, as saídas dos fotodetectores 14a ... 14n são interfaceadas com um sistema de processamento 180 que pode avaliar independentemente os parâmetros de sensor a partir dos fotodetectores 14a ... 14n. O quociente da saída da m-ésima unidade sensora do par, dividida pela saída da n-ésima unidade sensora complementar do par pode ser proporcional ao comprimento de onda de pico. Este quociente pode ser determinado pelo sistema de processamento 180 e pode servir para resolver a intensidade da luz incidente 110.

É feita agora referência à Figura 13, que mostra um sistema de

iluminação de acordo com uma realização da presente invenção. O sistema de iluminação inclui diversos elementos emissores de luz 202, 204 e 206 emitindo radiação eletromagnética com diferentes picos de comprimento de onda. Na realização presentemente descrita da invenção, os elementos emissores de luz são LEDs, entretanto, outros tipos de elementos emissores de luz como é sabido pelos especialistas na técnica podem também ser usados. Os elementos emissores de luz 202, 204 e 206 são configurados e arranjos em um arranjo vermelho, um arranjo verde e um arranjo azul, respectivamente.

10 Em uma realização, uma lente condensadora 222 ou similar pode ser provida para reforçar a saída óptica do arranjo vermelho 202, por exemplo. Lentes de condensador iguais 224 e 226 ou elementos ópticos alternativos podem ser providos para os arranjos azul e verde dos elementos emissores de luz.

15 A luz emitida a partir dos arranjos vermelho, verde e azul, que pode ser emitida seqüencialmente ou simultaneamente, pode prover velocidade de transferência óptica estacionária da luz branca 110 composta da combinação das cores de luz vermelho, verde e azul. Em uma realização, um difusor óptico 300 é provido para misturar espacialmente adicionalmente as cores de luz constituintes vermelho, verde e azul, melhorando deste modo a uniformidade da mistura de cores e gerando deste modo luz branca 110 de uma cromaticidade substancialmente uniforme.

20 Com referência adicional à Figura 13, o filtro 122 e fotodetector 142 que formam uma primeira unidade sensora, formam um par complementar com a segunda unidade sensora do par formado a partir do filtro 123 e fotodetector 143. De um modo similar, o terceiro filtro 124 e fotodetector 144 que formam uma terceira unidade sensora, formam um par complementar com a quarta unidade sensora formada a partir do filtro 125 e fotodetector 145, e o quinto filtro 126 e fotodetector 146 formam uma quinta

unidade sensora formando um par complementar com a sexta unidade sensora formada a partir do filtro 127 e fotodetector 147. Cada um dos filtros 122, 124 e 126, e fotodetectores 142, 144 e 146, respectivamente, é configurado e
5 arranjado de modo a ser responsivo a uma região predeterminada do espectro eletromagnético, enquanto seus filtros complementares correspondentes 123, 125 e 127 e fotodetectores 143, 145 e 147 são configurados e arranjados para serem responsivos a uma região respectiva, substancialmente complementar do espectro eletromagnético. Como resultado, as respostas espectrais dos
10 filtros 122, 124 e 126, e os fotodetectores 142, 144 e 146 e seu respectivo filtro complementar 123, 125 e 127, e pares de fotodetectores 143, 145 e 147 se superpõem em uma multiplicidade de faixas de comprimento de onda predeterminadas do espectro eletromagnético, por exemplo a faixa de comprimento de onda vermelho, faixa de comprimento de onda azul e faixa de comprimento de onda verde. Em adição, a resposta espectral dos filtros
15 122, 124 e 126 e fotodetectores 142, 144 e 146 aumenta de forma substancialmente monotônica com relação ao comprimento de onda dentro de cada citada faixa de comprimento de onda predeterminada, enquanto a resposta espectral de seu respectivo filtro complementar 123, 125 e 127, e fotodetector 143, 145 e 147, decresce em rampa de forma substancialmente
20 monotônica com relação ao comprimento de onda dentro de cada citada faixa de comprimento de onda predeterminada, e onde cada citada faixa de comprimento de onda predeterminada inclui a variação esperada no comprimento de onda de pico dos elementos emissores de luz 202, 204 e 206, respectivamente.

25 Em uma realização da presente invenção, as saídas dos fotodetectores 142 a 147, são interfaceadas com o sistema de processamento 280 medem os sinais de saída dos fotodetectores 142 a 147. O quociente dos sinais de saída dos filtros 122, 124 e 126 e fotodetectores 142, 144 e 146 divididos pela saída de seu filtro correspondente respectivo 123, 125 e 127 e

fotodetector 143, 145 e 147 podem ser proporcionais ao comprimento de onda de pico das luzes vermelha, verde, e azul, respectivamente. Cada quociente pode ser avaliado pelo sistema de processamento 280 e pode servir para resolver a intensidade da luz incidente 110. O sistema de processamento pode ser adicionalmente configurado no sensorado de avaliar o comprimento de onda de pico de luz emitida em cada uma das faixas de comprimento de onda predeterminadas.

Em uma realização da presente invenção, um módulo de circuito de acionamento 400, acoplado aos elementos emissores de luz 202, 204 e 206 pode ser configurado para gerar um sinal de acionamento para acionar independentemente ou interdependentemente os elementos emissores de luz 202, 204 e 206. Um controlador 500 pode se comunicar com o circuito de acionamento 400. O controlador 500 pode ser implementado por um microprocessador ou similar e pode controlar a quantidade de corrente fornecida a cada um dos elementos emissores de luz 202, 204 e 206. Em uma realização da presente invenção, o controle da corrente fornecida aos elementos emissores de luz pode ser efetuado usando modulação por largura de pulso, modulação por código de pulso ou outro método, como seria prontamente entendido por um especialista na técnica.

O controlador 500 pode interfacear com o sistema de processamento 280 em uma configuração de malha de realimentação. A configuração de malha de realimentação pode permitir que o controlador 500 monitore constantemente a intensidade e cromaticidade da luz incidente 110, com base nos parâmetros determinados pelo sistema de processamento 280, e determinar a quantidade de corrente a ser fornecida a cada um dos elementos emissores de luz 202, 204 e 206 no sensorado de manter intensidade e cromaticidade constante da luz incidente 110.

Em uma outra realização da presente invenção, o sistema de processamento 280 e o controlador 500 podem ser integrados dentro do

mesmo dispositivo de computação.

É óbvio que as realizações precedentes da invenção são típicas e podem ser variadas de muitos modos. Tais variações presentes ou futuras não devem ser vistas como um afastamento do espírito e escopo da invenção, e todas estas modificações como seria óbvio a um especialista na técnica são destinadas a serem incluídas no escopo das reivindicações seguintes.

A descrição de todas as patentes, publicações incluindo pedidos de patente publicados e entradas de base de dados referenciadas nesta especificação são especificamente incorporadas por referência em sua totalidade até o mesmo ponto como se cada patente, publicação e entrada de base de dados individual fosse especificamente e individualmente indicada para ser incorporada por referência.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para determinar intensidade e comprimento de onda de pico em uma ou mais faixas de comprimento de onda predeterminadas de luz, caracterizado pelo fato de compreender:

5 a) um ou mais pares de unidades sensoras para sensorar a luz, uma primeira unidade sensora de um par configurado para sensorar uma primeira intensidade da luz em uma primeira faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma primeira responsividade espectral predeterminada, e uma segunda unidade sensora de um par configurada para sensorar uma
10 segunda intensidade da luz na primeira faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma segunda responsividade espectral predeterminada;
e

b) um sistema de processamento conectado operativamente a um ou mais pares de unidades sensoras, o sistema de processamento
15 configurado para determinar a intensidade e comprimento de onda de pico para cada uma dentre uma ou mais faixas de comprimento de onda predeterminadas da luz, de acordo com uma ou mais relações funcionais predeterminadas entre cada uma dentre a primeira intensidade e a segunda intensidade.

20 2. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma ou mais das unidades sensoras incluem um sensor óptico de faixa larga e um filtro configurado para definir uma faixa de comprimento de onda predeterminada para a unidade sensora.

25 3. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma ou mais das unidades sensoras incluem um sensor óptico de faixa estreita configurado para definir uma faixa de comprimento de onda predeterminada para a unidade sensora.

4. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente uma terceira unidade

sensora configurada para ter uma responsividade espectral na primeira faixa de comprimento de onda predeterminada.

5. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a primeira responsividade espectral predeterminada e a segunda responsividade espectral predeterminada são substancialmente similares e deslocadas em comprimento de onda uma em relação à outra.

6. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a primeira responsividade espectral predeterminada é substancialmente constante para uma primeira porção e decresce em rampa ao longo de uma faixa de comprimento de onda predeterminada e a segunda responsividade espectral predeterminada cresce em rampa ao longo de uma faixa de comprimento de onda predeterminada até um nível substancialmente constante.

7. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a primeira responsividade espectral predeterminada é substancialmente constante para uma primeira porção e decresce em rampa ao longo de uma faixa de comprimento de onda predeterminada e a segunda responsividade espectral predeterminada é substancialmente constante para a primeira porção e a faixa de comprimento de onda predeterminada subsequente decresce em rampa.

8. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a primeira responsividade espectral predeterminada é substancialmente estreita ao longo de uma primeira faixa de comprimento de onda predeterminada e a segunda responsividade espectral predeterminada é substancialmente estreita ao longo de uma segunda faixa de comprimento de onda predeterminada, onde a primeira e segunda faixas de comprimento de onda estão dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada.

9. Aparelho de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a primeira unidade sensora inclui um filtro possuindo uma primeira espessura e a segunda unidade sensora inclui um filtro tendo uma segunda espessura maior que a primeira espessura.

5 10. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de processamento compreende uma rede neural.

10 11. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a rede neural é uma função de base radial ou uma função de base radial generalizada.

12. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um sensor de temperatura configurado para detectar temperatura de operação de um ou mais pares de unidades sensoras.

15 13. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um ou mais filtros configurados para impedir comprimentos de onda de luz fora de uma faixa de comprimento de onda predeterminada particular de alcançar um ou mais pares de unidades sensoras configuradas para detectar luz dentro da faixa de comprimento de onda predeterminada particular.

20 14. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um primeiro par de unidades sensoras é configurado para ser responsivo à primeira faixa de comprimento de onda predeterminada, um segundo par de unidades sensoras é configurado para ser responsivo a uma segunda faixa de comprimento de onda predeterminada e um terceiro par de unidades sensoras é configurado para ser responsivo a uma terceira faixa de comprimento de onda predeterminada.

25 15. Aparelho de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a primeira faixa de comprimento de onda

predeterminada é porção de comprimento de onda de vermelho, a segunda faixa de comprimento de onda predeterminada é porção de comprimento de onda de verde e a terceira faixa de comprimento de onda predeterminada é porção de comprimento de onda de azul.

5 16. Método para determinar intensidade e comprimento de onda de pico de luz em uma faixa de comprimento de onda predeterminada, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

10 a) sensorear uma primeira intensidade da luz na faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma primeira responsividade espectral predeterminada;

 b) sensorear uma segunda intensidade da luz na faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma segunda responsividade espectral predeterminada; e

15 c) determinar a intensidade e comprimento de onda de pico na faixa de comprimento de onda predeterminada usando uma relação funcional predeterminada entre a primeira intensidade e a segunda intensidade.

20 17. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinação é executada usando um ou mais algoritmos analíticos, um ou mais algoritmos numéricos, ou ambos.

 18. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinação compreende adicionalmente a etapa de tornar analiticamente seletivas as responsabilidades espectrais medidas de um ou mais pares de unidades sensoras.

25 19. Método de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que tornar analiticamente seletivas é executado usando uma transformada de seletividade.

 20. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a transformada de seletividade é configurada

para reduzir a relação sinal para ruído.

21. Aparelho para determinar intensidade e comprimento de onda de pico em uma faixa de comprimento de onda predeterminada da luz, caracterizado pelo fato de compreender:

5 a) primeira unidade sensora para sensores a luz, a primeira unidade sensora configurada para sensores uma primeira intensidade da luz na faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma primeira responsividade espectral predeterminada; e

10 b) sistema de processamento conectado operativamente à primeira unidade sensora, o sistema de processamento configurado para tornar seletiva analiticamente a primeira responsividade espectral predeterminada da primeira unidade sensora, gerando deste modo uma segunda intensidade da luz, o sistema de processamento adicionalmente configurado para determinar
15 a intensidade e comprimento de onda de pico para a faixa de comprimento de onda predeterminada de luz, de acordo com uma ou mais relações funcionais entre a primeira intensidade e a segunda intensidade.

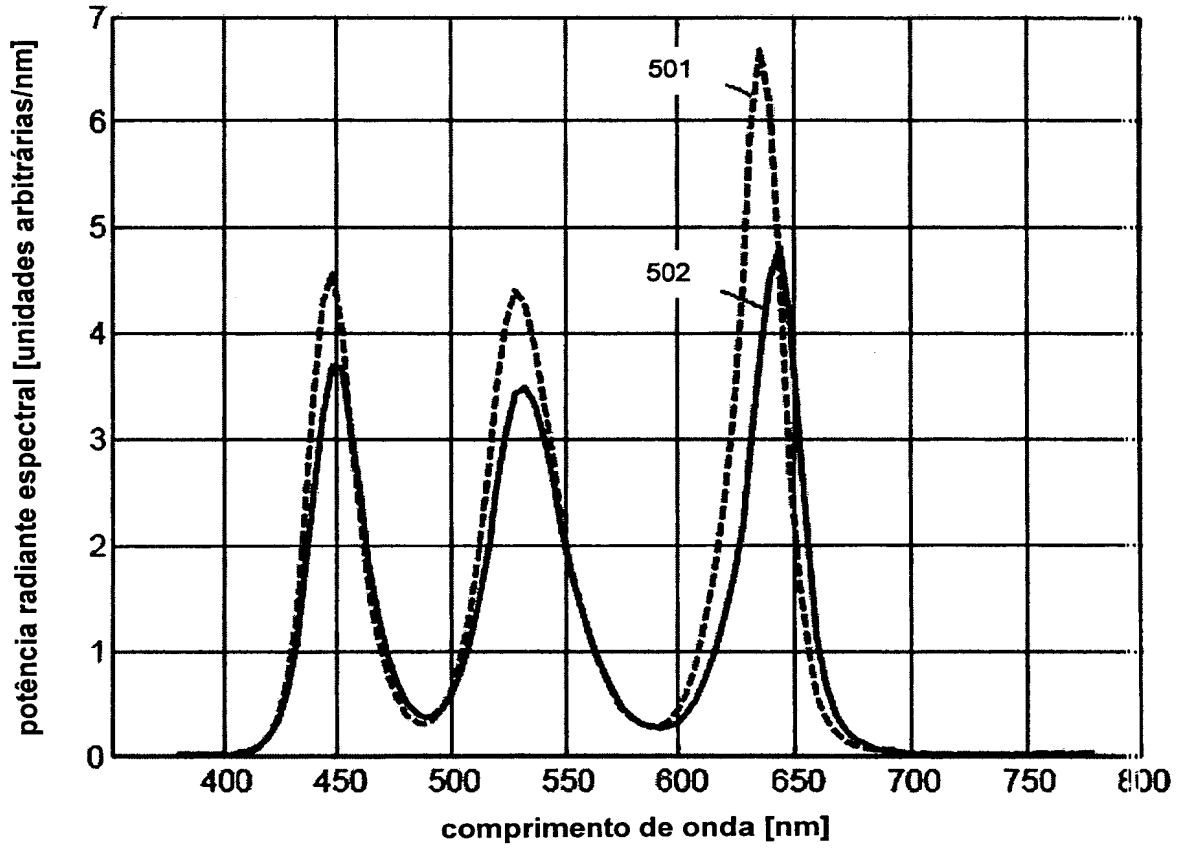
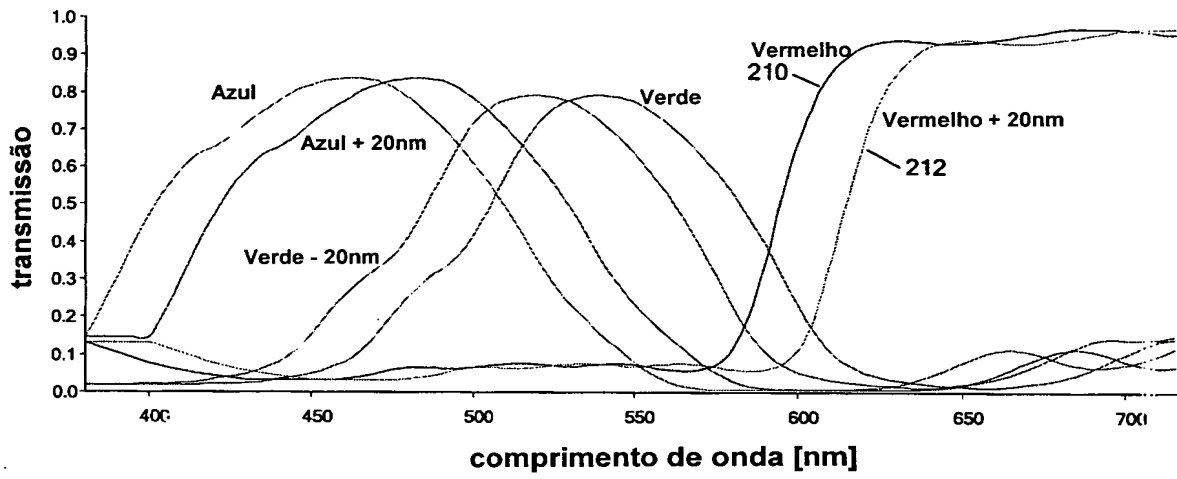


FIGURA 1

**FIGURA 2**

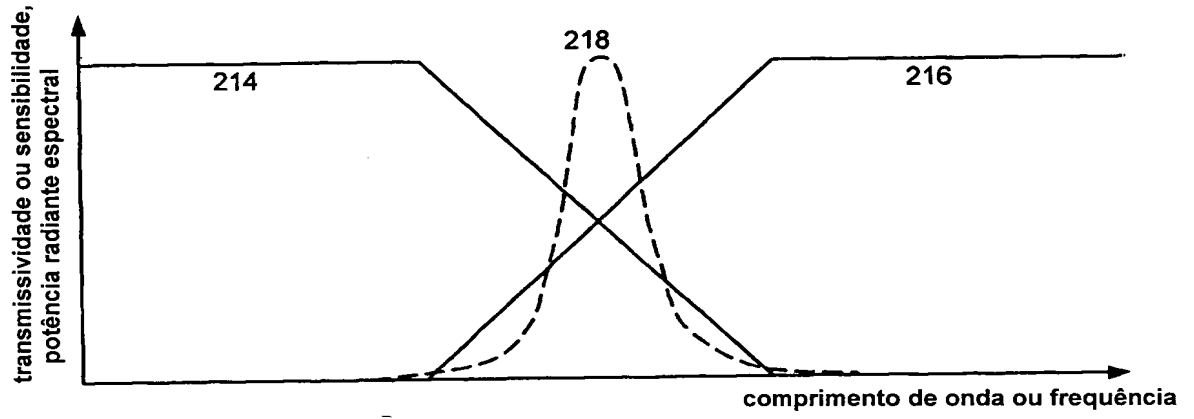


FIGURA 3

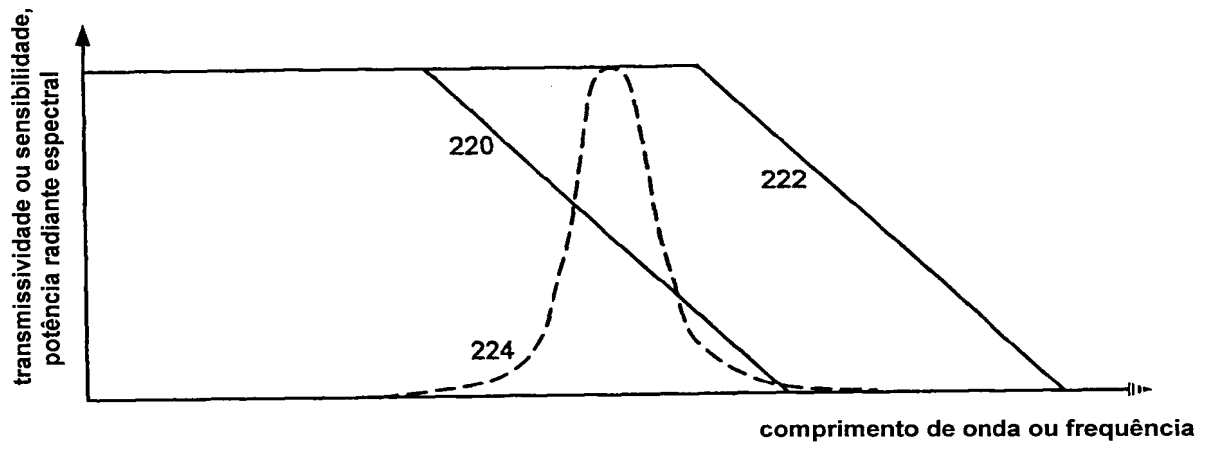


FIGURA 4

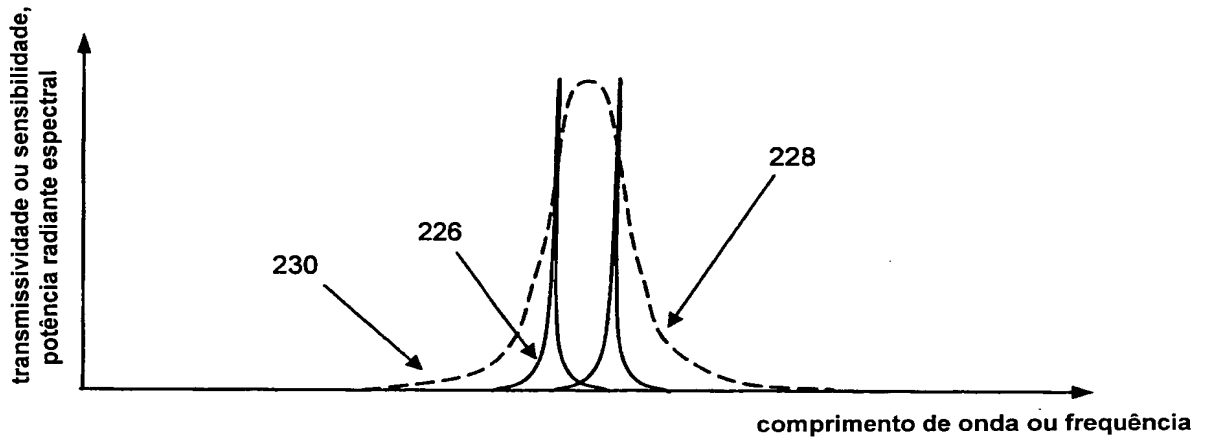


FIGURA 5

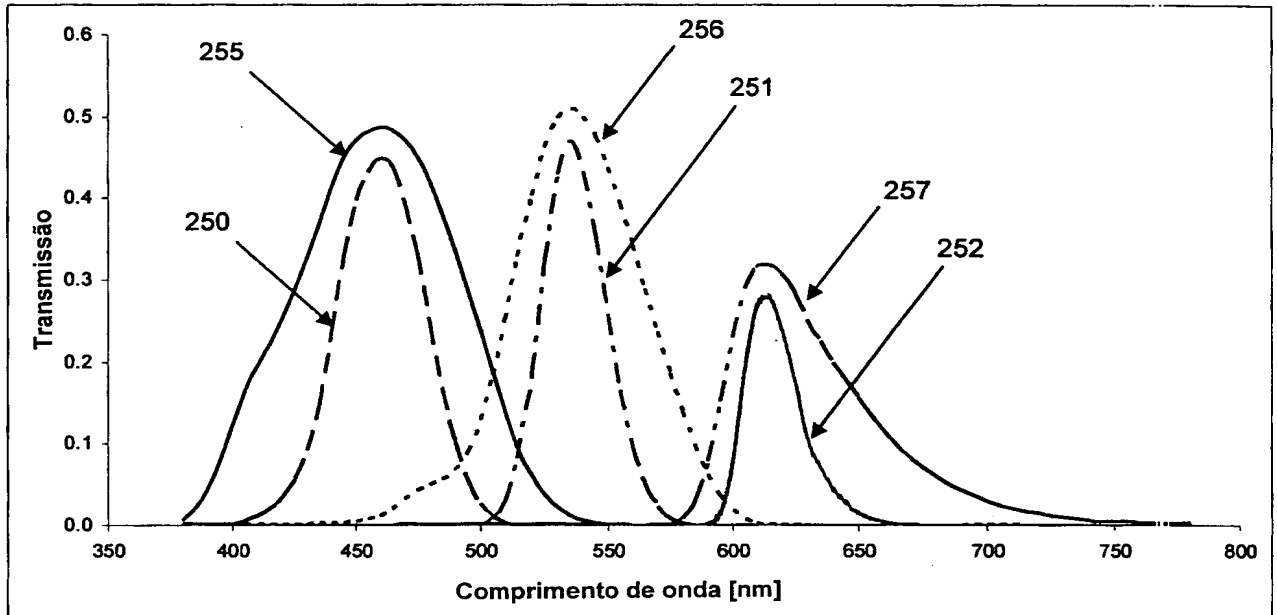


FIGURA 6

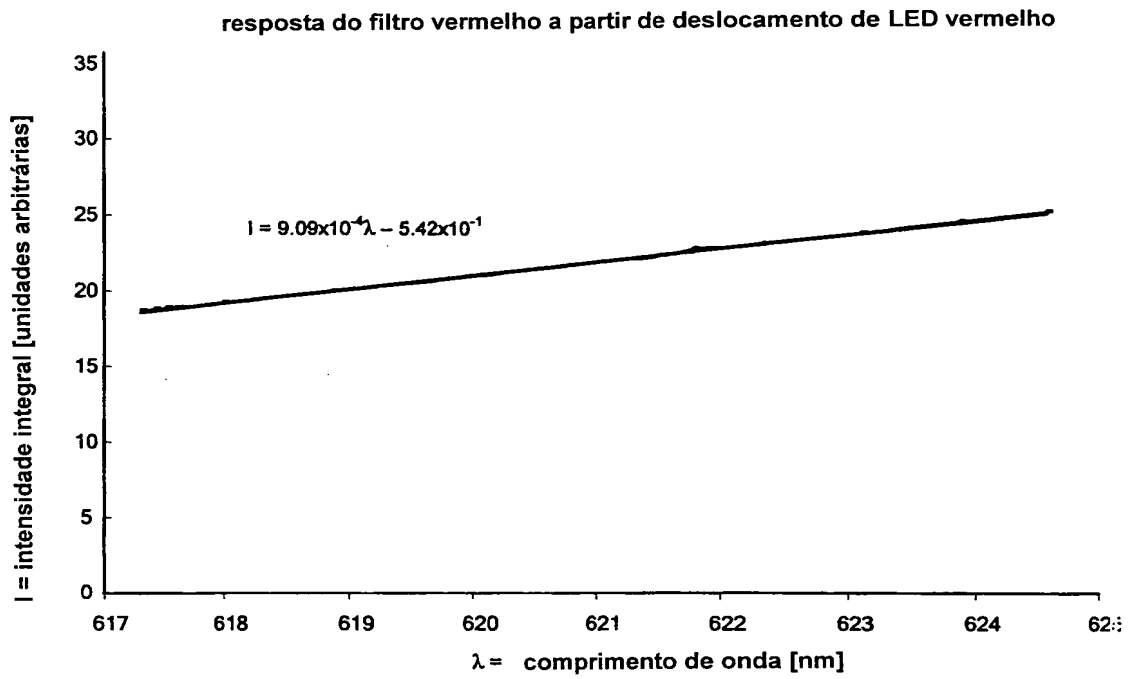


FIGURA 7

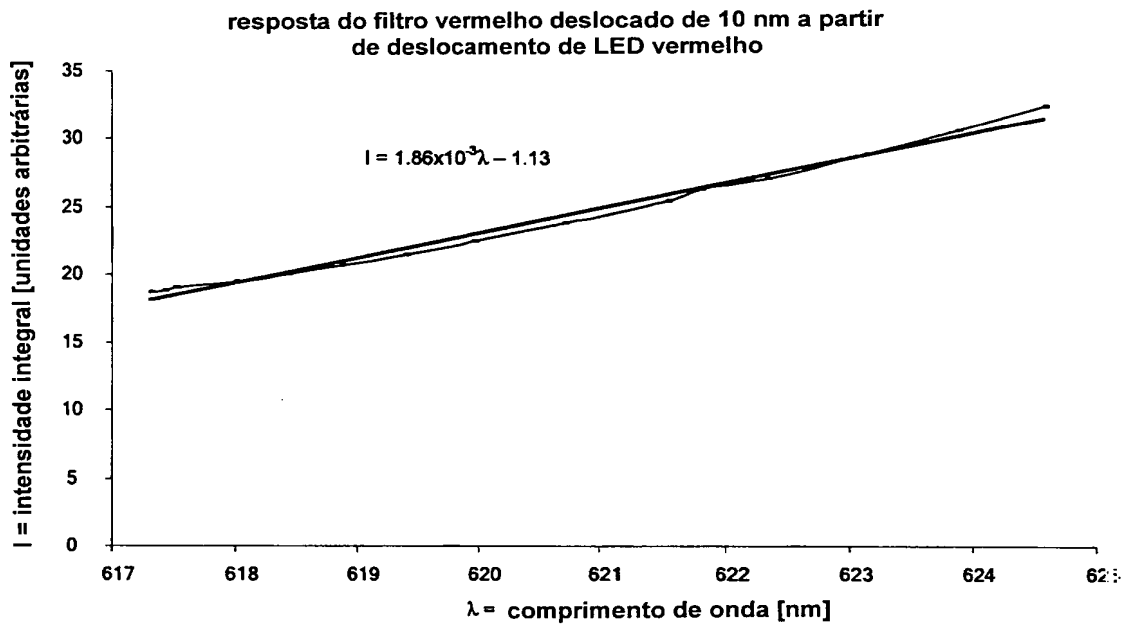


FIGURA 8

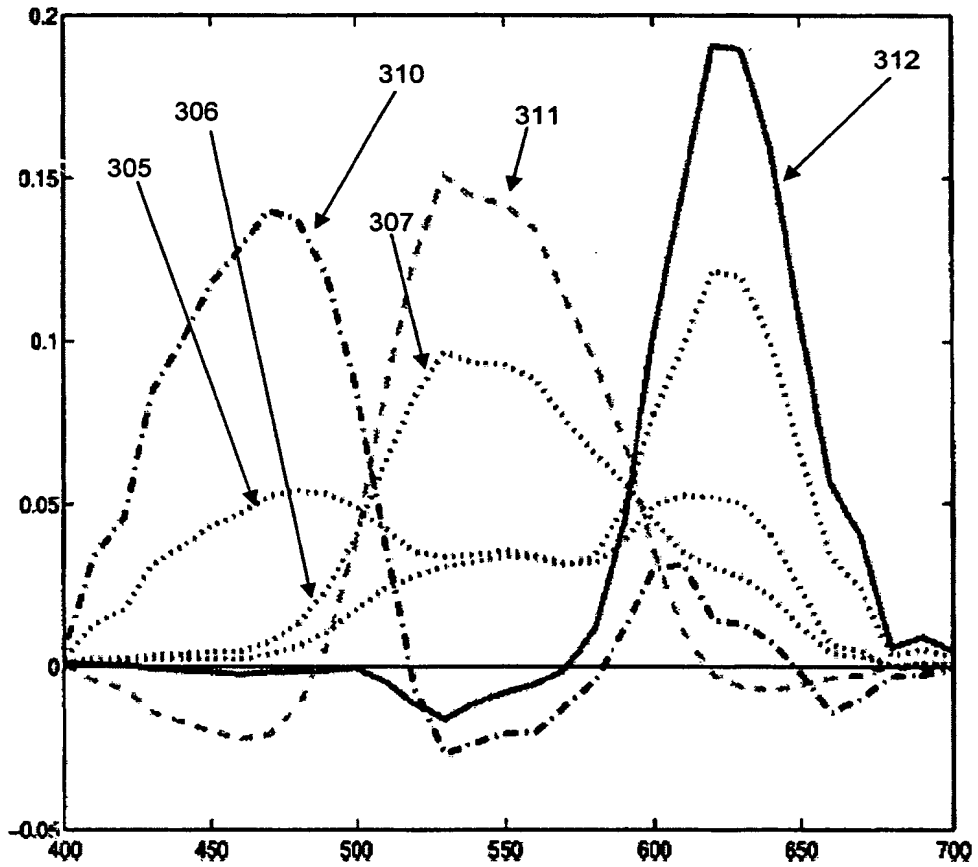


FIGURA 9

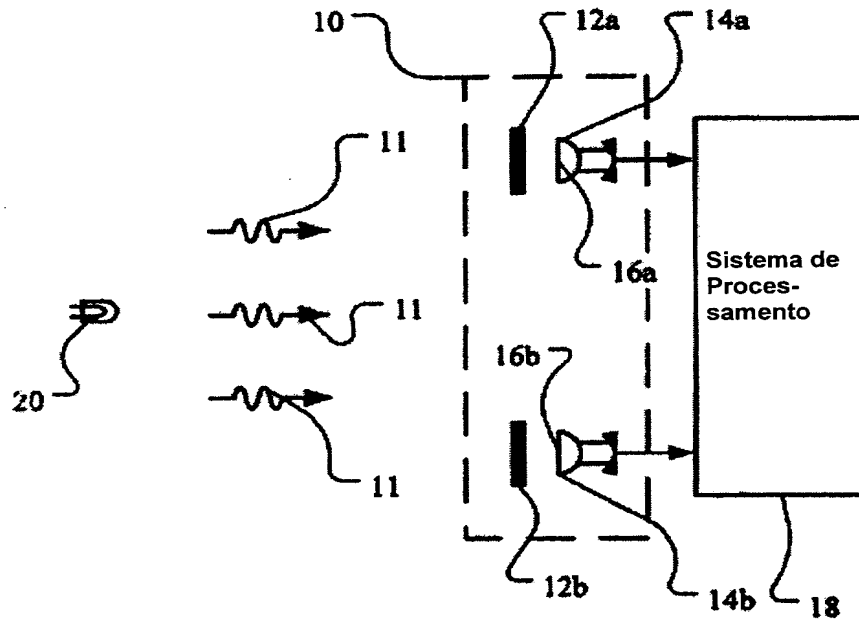
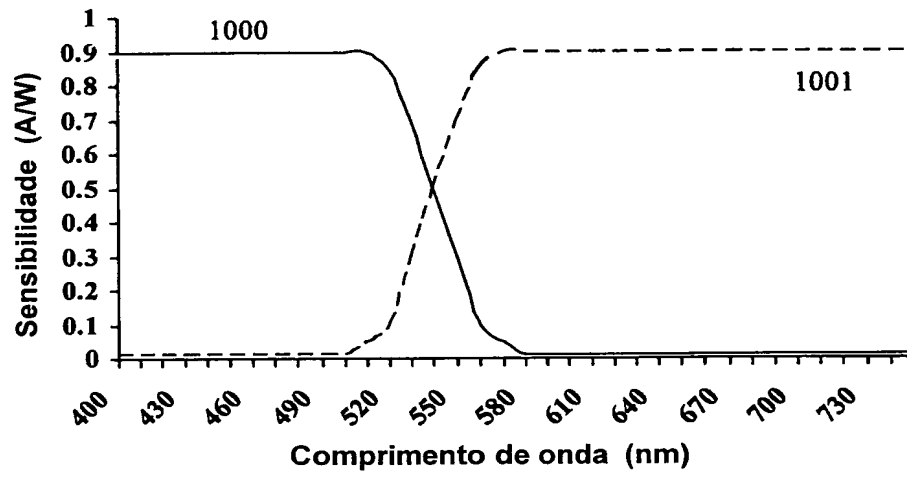


FIGURA 10

**FIGURA 11**

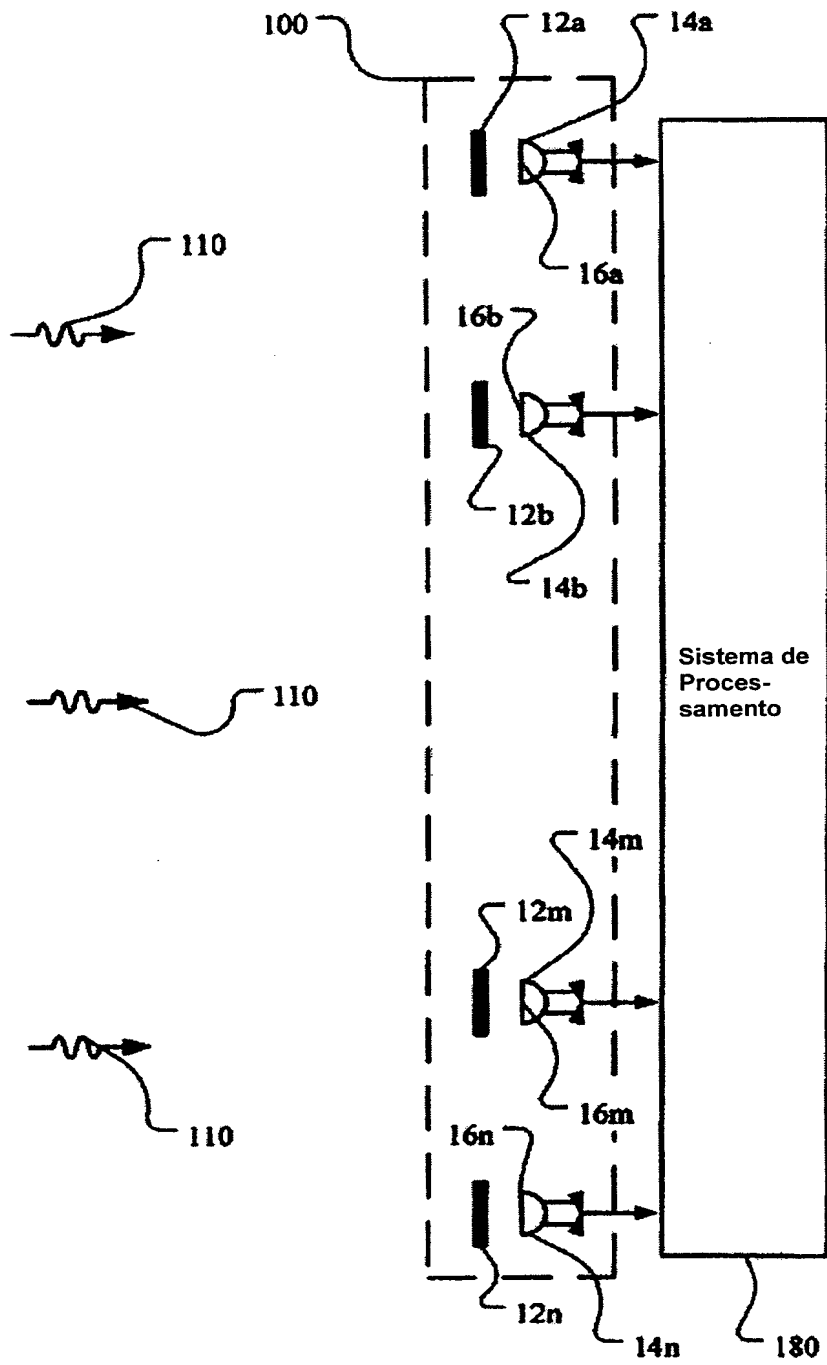


FIGURA 12

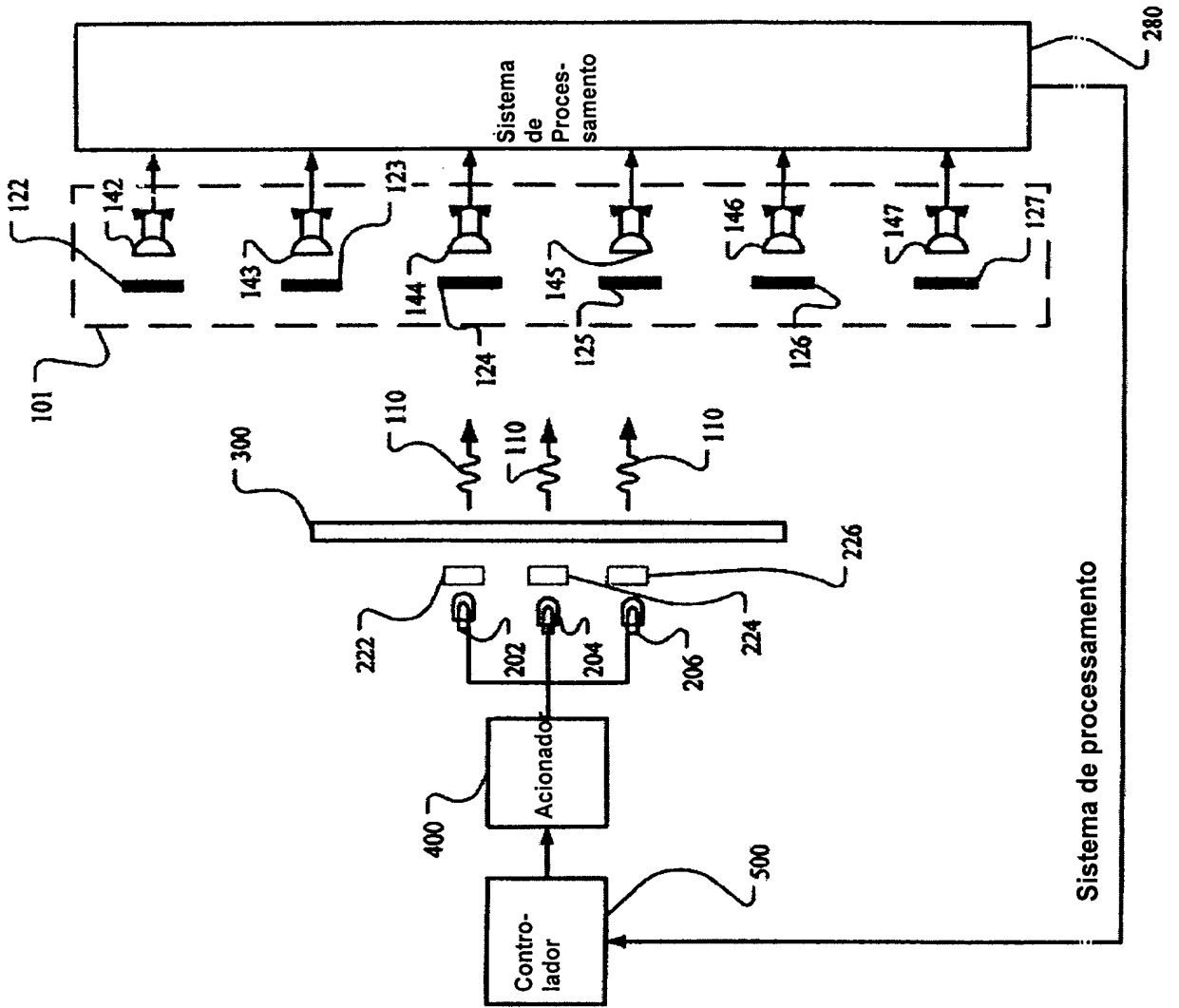


FIGURA 13

RESUMO

“APARELHO E MÉTODO PARA DETERMINAR INTENSIDADE E COMPRIMENTO DE ONDA DE PICO”

5 A presente invenção provê um método e aparelho para determinar intensidade e comprimento de onda de luz de pico. O aparelho compreende um ou mais pares de unidades sensoras para sensorar a luz, uma primeira unidade sensora de um par configurada para sensorar uma primeira intensidade da luz em uma primeira faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma primeira responsividade espectral predeterminada,
10 e uma segunda unidade sensora de um par configurada para sensorar uma segunda intensidade da luz na primeira faixa de comprimento de onda predeterminada, com uma segunda responsividade espectral predeterminada. O aparelho compreende adicionalmente um sistema de processamento conectado operativamente a um ou mais pares de unidades sensoras; o sistema
15 de processamento configurado para determinar a intensidade e comprimento de onda de pico para cada uma dentre uma ou mais faixas de comprimento de onda predeterminadas da luz, de acordo com uma ou mais relações funcionais predeterminadas entre cada uma dentre a primeira intensidade e a segunda intensidade.