



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

**(21) PI 0718572-3 A2**



\* B R P I 0 7 1 8 5 7 2 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 02/11/2007  
(43) Data da Publicação: 11/03/2014  
(RPI 2253)

(51) Int.Cl.:  
E04B 7/18

**(54) Título:** TUBO DE CLARABÓIA COM  
TRANSFERÊNCIA DE CALOR INFRAVERMELHO

**(57) Resumo:**

**(30) Prioridade Unionista:** 08/11/2006 US US 11/595,381

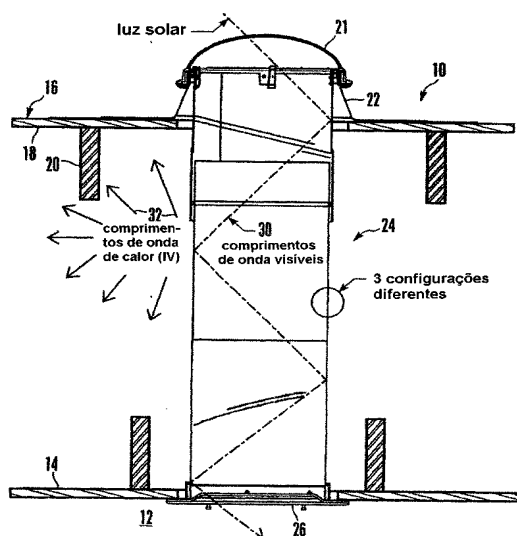
**(73) Titular(es):** Solutare International, Inc.

**(72) Inventor(es):** Paul Jaster

**(74) Procurador(es):** Mirian Oliveira da Rocha Pitta

**(86) Pedido Internacional:** PCT US2007023208 de  
02/11/2007

**(87) Publicação Internacional:** WO 2008/057453de  
15/05/2008



## TUBO DE CLARABÓIA COM TRANSFERÊNCIA DE CALOR INFRAVERMELHO

### Área da Invenção

A presente invenção refere-se, de modo geral, a clarabóias.

5

### Antecedentes da Invenção

Nas Patentes U.S. números 5.896.713 e 6.035.593, ambas as quais pertencem ao mesmo cessionário ao qual pertence a presente invenção e ambas as quais ficam incorporadas ao presente por referência, são descritas clarabóias tubulares. Ambas as clarabóias podem usar a cúpula de clarabóia descrita na Patente U.S. Número 5.896.712, que também é de propriedade do mesmo cessionário ao qual pertence a presente invenção e que também fica incorporada ao presente por referência. Essas invenções representam avanços em relação à técnica antecedente e uma ou mais delas alcançou sucesso comercial.

15

De forma abreviada, uma clarabóia como as mencionadas acima inclui um conjunto tubular montado entre o telhado e o teto de um edifício. A extremidade superior do conjunto tubular é coberta por uma cúpula ou cobertura montada sobre o telhado, tal como a descrita na patente '712 mencionada acima, ao passo que a extremidade inferior do conjunto tubular é coberta por uma placa difusora montada no teto. Com essa combinação, a luz natural externa ao edifício é dirigida através do conjunto tubular para dentro do edifício para iluminar o interior.

20

As clarabóias tubulares usam uma superfície refletora para transportar a luz solar ao longo do tubo, desde o telhado até o teto interior. A resposta espectral ótica da cúpula, tubo e difusor e o número de reflexos da luz à medida que a luz desce pelo tubo determinam quanta luz solar irá alcançar o interior do edifício. Essas propriedades também determinarão quanto calor, além da luz visível, será transportado para o interior.

25

Conforme se reconhece no presente, é desejável que se maximize a quantidade de luz visível (luz tendo comprimentos de onda de entre cerca de quatrocentos nanômetros e setecentos e sessenta nanômetros) que é transmitida ao longo do tubo, ao mesmo tempo em que se minimiza a quantidade de calor (na forma de luz infravermelha acima de cerca de setecentos e sessenta nanômetros) que é transmitido para dentro do cômodo.

30

Como também se reconhece no presente, a maioria dos produtos de fenestração projetados para minimizar o ganho de calor solar têm desvantagens. Por exemplo, a coloração da superfície de uma janela com um revestimento ou filme geralmente não é seletiva, isto é, a coloração reduz a transmissão de calor, mas também reduz a transmissão de luz visível. O mesmo é verdadeiro, até certo ponto em menor grau, com respeito a revestimentos do tipo "low-E" e/ou filmes que são depositados sobre janelas, bem como com respeito a múltiplas camadas de vidraças. Além disso, as mesmas observações se aplicam a clarabóias nas quais os filmes ou revestimentos que são usados para maximizar a transmissão de luz visível ao longo do tubo também maximizam a entrada de calor no cômodo, e nas quais os dispositivos bloqueadores localizados na cúpula ou no difusor, ao mesmo tempo em que bloqueiam os raios infravermelhos, bloqueiam também a luz visível. Conseqüentemente, são fornecidas as presentes soluções.

#### Sumário da Invenção

Um conjunto de clarabóia inclui uma cúpula transparente e um substrato do poço da clarabóia que se estende desde a cúpula, para transmitir a luz que entra na cúpula através do substrato do poço. Um filme ou revestimento espectralmente seletivo é justaposto à superfície interna do substrato do poço para refletir substancialmente a luz visível e transmitir substancialmente a luz infravermelha.

Se desejado, pode-se associar ao substrato um meio para transmitir calor da superfície interna para a superfície externa do substrato. O meio para transmitir calor pode ser um adesivo disposto entre um filme espectralmente seletivo e o substrato, portando partículas de negro de carbono ou de outra substância que absorva infravermelho, e/ou a superfície interna do substrato pode ser negra acetinada, sendo a superfície externa do substrato anodizada. Alternativamente, o substrato pode ter uma superfície externa com baixa emissividade para infravermelho e uma superfície interna ou filme com alta emissividade. O calor é irradiado no tubo, sobe e sai através da cúpula. Além disso, o substrato pode ser transparente, de modo que o infravermelho é transmitido através dele, ao mesmo tempo em que a luz visível permanece dentro do tubo por causa do filme ou revestimento.

Sob outro aspecto, um conjunto de poço com clarabóia inclui um

substrato do poço cavo, definindo uma superfície interna e uma superfície externa. Uma substância é associada com a superfície interna. A substância reflete consideravelmente a luz visível que incide sobre a substância e não reflete consideravelmente a luz infravermelha que incide sobre a substância.

5 Ainda sob outro aspecto, um conjunto de poço com clarabóia tem um substrato do poço cavo definindo uma superfície interna e uma superfície externa, e meios associados à superfície interna para refletir substancialmente a luz visível, mas não a luz infravermelha.

10 Os detalhes da presente invenção, tanto os relativos à sua estrutura quanto os relativos à sua operação, podem ser melhor entendidos consultando-se os desenhos que acompanham o presente, onde números iguais se referem a partes iguais.

#### Breve Descrição dos Desenhos

15 A Figura 1 é uma vista lateral do corte transversal parcial da clarabóia tubular da presente invenção;

a Figura 2 é uma vista em perspectiva do tubo da presente invenção com filme ou revestimento espectralmente seletivo;

a Figura 3 é uma vista do corte transversal visto ao longo da linha 3-3 na Figura 2;

20 a Figura 4 é uma vista do corte transversal de uma incorporação alternativa, como seria visto ao longo da linha 3-3 na Figura 2;

a Figura 5 é uma vista do corte transversal de outra incorporação alternativa, como seria visto ao longo da linha 3-3 na Figura 2;

25 a Figura 6 é uma vista lateral do corte transversal parcial de uma clarabóia tubular alternativa da presente invenção;

a Figura 7 é uma vista lateral do corte transversal parcial de mais uma clarabóia tubular alternativa da presente invenção;

as Figuras 8 e 9 são cortes transversais das respectivas incorporações, conforme vistos ao longo do círculo 8-8 na Figura 7;

30 a Figura 10 é uma vista lateral do corte transversal parcial de uma outra clarabóia tubular alternativa da presente invenção; e

a Figura 11 é um corte transversal do substrato do tubo da Figura 10.

#### Descrição Detalhada da Incorporação Preferencial

Inicialmente com referência à Figura 1, mostra-se uma clarabóia tubular

feita de acordo com a presente invenção, genericamente designada pelo número 10, para iluminar com luz solar natural um cômodo 12, que tem um teto do tipo "dry wall" 14 em um edifício, genericamente designado pelo número 16. A Figura 1 mostra que o edifício 16 tem um telhado 18 e uma ou mais travessas 20 que sustentam o telhado 18 e o teto tipo "dry wall" 14.

Como mostra a Figura 1, a clarabóia 10 inclui uma cobertura de plástico duro rígido ou vidro 21, montada no telhado. A cobertura 21 é ópticamente transmissiva e é, preferivelmente, transparente. Em uma incorporação, a cobertura 21 pode ser a cobertura descrita na Patente '712 mencionada acima. Alternativamente, a cobertura 21 pode ser uma outra cobertura adequada, tal como as coberturas comercializadas pelo presente cessionário sob o nome comercial "Solatube".

A cobertura 21 pode ser montada sobre o telhado por meio de uma placa de metal semelhante a um anel 22 que é presa ao telhado 18 por meios bastante conhecidos na arte. A placa de metal 22 pode ser angulada conforme necessário para que o canto do telhado 18 prenda e segure a cobertura 21 na posição vertical, voltada para cima, como mostra a Figura 1.

Como mostra ainda a Figura 1, um conjunto de poço cavo refletor, genericamente designado pelo número 24, é conectado à placa de metal 22. O corte transversal do conjunto 24 pode ser cilíndrico, retangular, triangular, etc., Conseqüentemente, embora a palavra "tubo" possa ser usada no presente algumas vezes, fica entendido que os princípios da presente invenção não se limitam a um cilindro propriamente dito, a menos que se especifique em contrário.

O conjunto do poço 24 se prolonga até o teto 14 do cômodo interno 12. De acordo com a presente invenção, o conjunto do poço 24 dirige a luz que entra no conjunto do poço 24 para baixo, até um conjunto difusor de luz, genericamente designado pelo número 26, que é disposto no cômodo 12 e que é montado no teto 14, ou em uma trave 20 conforme descrição na patente '593 mencionada acima. Em algumas implementações de "poços de luz" o difusor 26 é geralmente omitido.

O conjunto do poço 24 pode ser feito de um metal, tal como uma liga de alumínio ou aço, ou o conjunto do poço pode ser feito de plástico ou outro material apropriado de acordo com a descrição abaixo. O interior do conjunto

do poço 24 é conforme descrição abaixo.

Como se reconhece no presente, existem filmes poliméricos de múltiplas camadas refletores que podem ser configurados para refletir ou transmitir luz, dependendo do comprimento de onda. Os referidos filmes podem ser  
5 considerados espectralmente seletivos. Especificamente, a presente invenção reconhece que filmes poliméricos de múltiplas camadas refletores podem ser configurados para refletir a luz visível conforme mostram as linhas 30, ao mesmo tempo em que transmitem infravermelho para dentro do substrato do tubo (na incorporação mostrada na Figura 1, o calor é transmitido através do  
10 substrato do tubo para o exterior da clarabóia, como mostram as linhas 32, ao passo que em outras incorporações descritas abaixo o calor pode se propagar para cima ao longo do substrato). Um exemplo do referido filme, sem limitação, é o "*Daylighting Film- DF2000MA*", fabricado pela Minnesota Mining and Manufacturing.

15 Consequentemente, como mostra a Figura 2, um filme ou revestimento transmissor multicamadas seletivo 40, que reflete os comprimentos de onda visíveis e transmite os comprimentos de onda infravermelha, podem ser ligados ao substrato do tubo 42, ficando entendido que o substrato do tubo 42 pode ser usado para qualquer um dos tubos e/ou segmentos de tubo descritos acima. A  
20 luz nos comprimentos de onda visíveis é refletida pelo filme 40, ao passo que a luz no espectro infravermelho é transmitida através do filme para o tubo 42.

Como mostra a Figura 2, o filme multicamadas 40 é aderido à superfície interna 44 do tubo 42. A Figura 3 mostra mais claramente que o filme 40 (que pode ser um revestimento conforme indica a Figura) é ligado ao tubo 42  
25 usando-se um adesivo transparente 46. O tubo 42 pode ser feito de alumínio e, principalmente quando se usa um adesivo transparente, a superfície interna 44 pode ser pintada de preto acetinado ou tratada de outra maneira para absorver calor forte. Em contraste, a superfície externa 48 do substrato 42 é, preferivelmente, anodizada ou pintada, ou tratada ainda de outra maneira, de  
30 modo a apresentar alta condutividade para transferir calor da superfície interna 44 para a superfície externa 48. Assim, a superfície externa 48 tem alta emitância para irradiar calor proveniente do tubo, ao passo que a superfície interna 44 pode apresentar características de alta absorção de infravermelho e baixa refletância para infravermelho.

Alternativamente, em vez de tornar a superfície interna 44 absorvente, um adesivo opaco 50 (que absorve o infravermelho) pode ser empregado entre o filme ou revestimento multicamadas 40 e o substrato do tubo 42, conforme mostra a Figura 4. O adesivo 50 pode ser uma mistura de um adesivo  
5 transparente e negro de carbono, ou outras partículas de uma substância que absorva infravermelho, de modo que o adesivo opaco apresente características de alta absorção de infravermelho e baixa refletância para infravermelho.

Como uma outra alternativa, a Figura 5 mostra que um revestimento multicamadas 52 espectralmente seletivo, isto é, que reflete a luz visível ao  
10 mesmo tempo em que transmite infravermelho, pode ser depositado diretamente sobre uma superfície interna infravermelho-absorvente 54 de um substrato 56 com uma superfície externa de alta emitância 58, sem haver necessidade de um adesivo. O substrato 56 mostrado na Figura 5 é, em todos os outros aspectos essenciais, idêntico aos mostrados nas Figuras 3 e 4.

A Figura 6 mostra um conjunto de clarabóia alternativo 100 com um substrato do tubo 102 que é idêntico, em todos os aspectos materiais, ao conjunto 10 mostrado na Figura 1, com as seguintes exceções. Para transmitir infravermelho desde o tubo, uma capa externa oca 104 pode ser disposta completamente ao redor do substrato do tubo 102, com um espaço 106 entre a  
20 capa e o tubo ao longo do qual a irradiação de infravermelho pode subir e se propagar, como mostram as linhas de calor 108. O calor pode se propagar para fora pelo topo aberto da capa 104 e, se o topo estiver fechado, pelos orifícios 110 formados em uma placa de metal ou outra estrutura do conjunto de clarabóia 100. Alternativamente, pode-se prover uma cúpula de plástico transparente altamente emissiva (para infravermelho) 114, de modo que o calor suba através da cúpula e para fora do conjunto 100.  
25

As Figuras de 7 a 9 mostram um conjunto de clarabóia alternativo adicional 200 que é igual, em todos os aspectos materiais, ao conjunto 10 mostrado na Figura 1, com as seguintes exceções. Em ambas as  
30 implementações mostradas nas Figuras 8 e 9, a superfície externa 201 do substrato do tubo 202 não precisa ser altamente emissiva para infravermelho. A área da superfície interna, como no caso das incorporações precedentes é, preferivelmente, absorvente para infravermelho e refletiva para a luz visível e, assim sendo, como mostra a Figura 8, pode-se aplicar um filme multicamadas

204 sobre a superfície interna do substrato 202 usando-se um adesivo absorvente para infravermelho 206, ou o elemento 204 pode ser um revestimento multicamadas que é depositado sobre o substrato 202. Nesse caso, o elemento 206 pode ser a própria superfície interna, tornada ainda mais absorvente sendo, por exemplo, pintada com negro de carbono ou outra substância que absorva infravermelho. Essa última implementação é mostrada com mais detalhes na Figura 9.

Em qualquer caso, com referência à Figura 7, o calor absorvido pelo substrato 202, por causa da superfície externa de baixa emissividade 201, propaga-se na maior parte para cima do conjunto 200 através das aberturas ou orifícios 210 que podem ser formados na cúpula da clarabóia 212 ou entre a cúpula 212 e uma placa de metal 214 sobre a qual a cúpula 212 é montada. Alternativamente, não é preciso haver qualquer orifício, em cujo caso a cúpula 212 é, preferivelmente, altamente emissiva para infravermelho, de modo que o calor possa se propagar para cima através da cúpula e para fora do conjunto de clarabóia 200.

As Figuras 10 e 11 mostram mais um conjunto de clarabóia alternativo 300 que é, em todos os aspectos materiais, idêntico ao conjunto 10 mostrado na Figura 1, com as seguintes exceções. O conjunto 300 ilustrado nas Figuras 10 e 11 tem um substrato de plástico transparente 302, cuja superfície interna é coberta por um filme ou revestimento multicamadas 304 que é espectralmente seletivo, no sentido de que ele reflete a luz visível ao mesmo tempo em que transmite infravermelho. O filme ou revestimento 304 pode ser aderido ao substrato por um adesivo transparente 306, se desejado. Com essa combinação de estrutura, a luz visível é refletida para baixo, dentro do tubo, como mostram as linhas 308 na Figura 10, ao passo que o infravermelho é transmitido através do tubo para o exterior, como mostram as linhas 310.

Embora um Tubo de Clarabóia com Transferência de Calor Infravermelho específico tenha sido mostrado e descrito com detalhes no presente documento, a presente invenção não tem qualquer limitação, exceto aquelas determinadas pelas reivindicações anexas.

### Reivindicações

1. Um CONJUNTO DE CLARABÓIA, caracterizado por consistir de:  
uma cúpula transparente (21, 114, 212):  
no mínimo um substrato do poço da clarabóia (42, 102, 202, 302) que se  
5 prolonga desde a cúpula (21, 114, 212) para transmitir a luz que entra na  
cúpula (21, 114, 212) através do substrato do poço (42), e  
um filme ou revestimento espectralmente seletivo (40, 52, 204, 304) para  
refletir substancialmente a luz visível e para transmitir substancialmente a luz  
infravermelha.
- 10 2. O CONJUNTO DE CLARABÓIA de acordo com a reivindicação 1,  
caracterizado por: consistir adicionalmente de meios associados ao substrato  
(42, 102, 202, 302) para transmitir calor desde uma superfície interna para uma  
superfície externa do substrato (42, 102, 202, 302).
- 15 3. O CONJUNTO DE CLARABÓIA de acordo com a reivindicação 2,  
caracterizado por: os meios para transmissão de calor incluírem um adesivo  
(50, 206) disposto entre um filme espectralmente seletivo (52, 204) e o  
substrato (42, 202) e portando negro de carbono e/ou partículas de uma outra  
substância que absorva infravermelho.
- 20 4. O CONJUNTO DE CLARABÓIA de acordo com a reivindicação 2,  
caracterizado por: os meios para transmissão de calor incluírem uma superfície  
interna (44) do substrato (42, 102, 202) preta acetinada e/ou outra superfície  
interna (44) que absorva infravermelho.
- 25 5. O CONJUNTO DE CLARABÓIA de acordo com a reivindicação 4,  
caracterizado por: os meios para transmissão de calor incluírem uma superfície  
externa (48) do substrato (42, 102) anodizada, ou outra superfície externa (48)  
de alta emissividade.
- 30 6. O CONJUNTO DE CLARABÓIA de acordo com a reivindicação 2,  
caracterizado por: os meios para transmissão de calor incluírem um  
revestimento espectralmente seletivo (52, 204, 304) depositado sobre o  
substrato (42).
7. O CONJUNTO DE CLARABÓIA de acordo com a reivindicação 1,  
caracterizado por: o substrato (202) ter uma superfície externa (201) com  
emissividade para infravermelho relativamente fraca, e o calor se propagar  
para cima através do substrato (202) e interior do tubo.

8. O CONJUNTO DE CLARABÓIA de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por: o substrato do poço da clarabóia (302) ser transparente.
9. Um CONJUNTO DE CLARABÓIA, caracterizado por consistir de:  
um substrato de poço cavo (42, 102, 202, 302) que define uma  
5 superfície interna e uma superfície externa; e  
uma substância (40, 52, 204, 304) associada à superfície interna que reflete substancialmente a luz visível incidente sobre a substância e que não reflete substancialmente a luz infravermelha incidente sobre a substância.
10. O CONJUNTO DE CLARABÓIA de acordo com a reivindicação 9,  
10 caracterizado por: consistir adicionalmente de um adesivo (50, 206) disposto entre a substância e o substrato (42), portando negro de Carbono e/ou partículas de uma outra substância que absorva infravermelho.

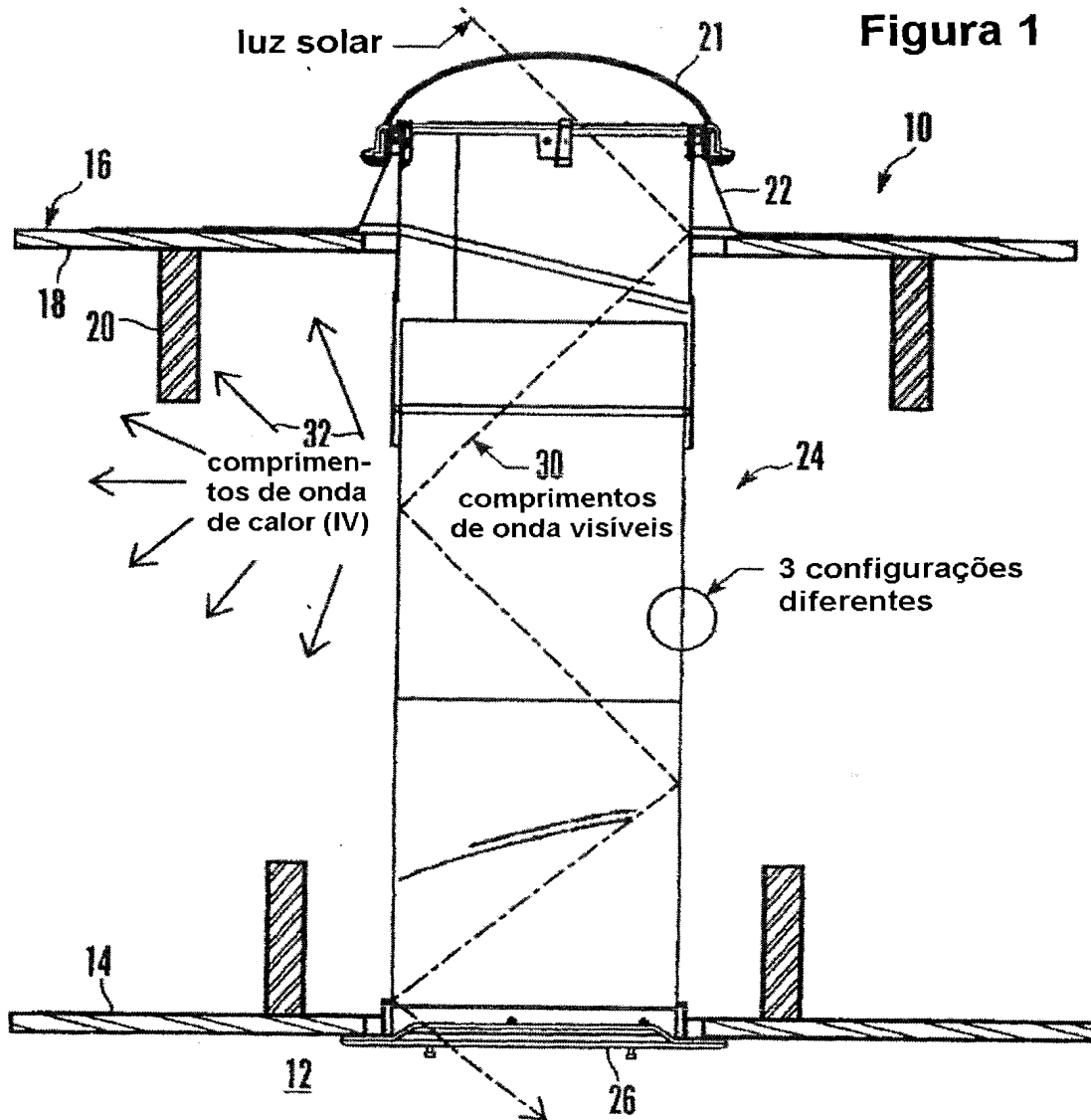


Figura 1

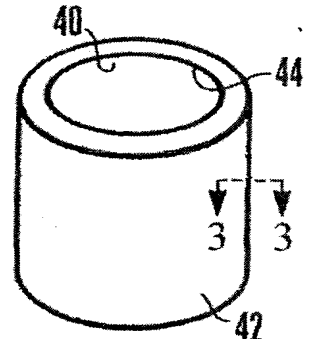


Figura 2

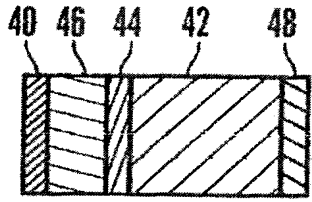


Figura 3

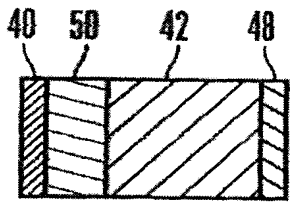


Figura 4

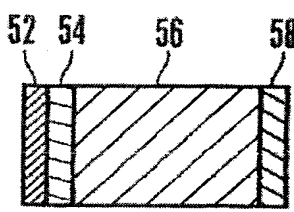


Figura 5

## RESUMO

TUBO DE CLARABÓIA COM TRANSFERÊNCIA DE CALOR INFRAVERMELHO – Um substrato de poço de clarabóia (42, 102, 202, 302) tem um filme ou revestimento (40, 52, 204, 304) sobre sua superfície interna que reflete a luz visível ao mesmo tempo em que transmite infravermelho para o substrato do tubo, o qual pode ter um interior preto acetinado e/ou outro interior que absorva infravermelho e um exterior anodizado ou outro exterior de alta emissividade para transmitir calor através do tubo, de modo que a luz seja transmitida para baixo ao longo do tubo, mas que a transmissão de calor seja dirigida através do tubo para minimizar o aquecimento do espaço iluminado. Alternativamente, o calor pode propagar-se para cima através do tubo e sair através de uma cúpula de plástico transparente (21, 114, 212) que cobre o tubo.