

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

(21) PI 0712681-6 A2



(22) Data de Depósito: 06/06/2007  
(43) Data da Publicação: 26/06/2012  
(RPI 2164)

(51) Int.CI.:  
B29C 49/64  
B29C 49/78

**(54) Título:** MÉTODO E SISTEMA PARA TRATAMENTO DE IRRADIAÇÃO INFRAVERMELHA DE COMPRIMENTO DE ONDA ESPECÍFICO, BASEADO EM LASER

**(30) Prioridade Unionista:** 07/06/2006 US 11/448,630

**(73) Titular(es):** Pressco Technology Inc.

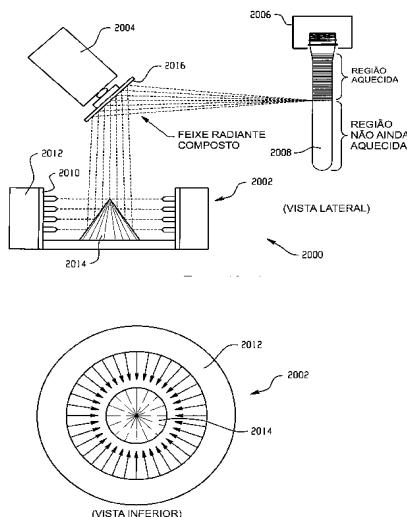
**(72) Inventor(es):** Denwood F. Ross, III, Don W. Cochran, Noel Edward Morgan, Jr., Steven D. Cech

**(74) Procurador(es):** Dannemann ,Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

**(86) Pedido Internacional:** PCT US2007013306 de 06/06/2007

**(87) Publicação Internacional:** WO 2007/149221 de 27/12/2007

**(57) Resumo:** MÉTODO E SISTEMA PARA TRATAMENTO DE IRRADIAÇÃO INFRAVERMELHA DE COMPRIMENTO DE ONDA ESPECÍFICO, BASEADO EM LASER. A presente invenção refere-se a um sistema baseado em diodo de laser para uma injeção direta de radiação ou energia de comprimento de onda infravermelho (IV) térmico selecionado em artigos para uma ampla gama de propósitos de processamento. Estes propósitos podem incluir aquecer, elevar ou manter a temperatura de artigos, ou estimular um item alvo em uma ampla gama de diferentes aplicações industriais, médicas, de consumidor ou comerciais. O sistema é especialmente aplicável a operações que requerem a ou beneficiam-se da capacidade de irradiar a comprimentos de onda especificamente selecionados ou pulsar ou injetar a radiação. O sistema é especificamente vantajoso quando funcionando a velocidades mais altas e em um ambiente sem contato com o alvo.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO E SISTEMA PARA TRATAMENTO DE IRRADIAÇÃO INFRAVERMELHA DE COMPRIMENTO DE ONDA ESPECÍFICO, BASEADO EM LASER**".

**ANTEDECENTES DA INVENÇÃO**

5 A presente invenção refere-se à injeção direta de radiação ou energia de comprimento de onda infravermelha térmica selecionada dentro de entidades objetivadas para uma ampla faixa de propósitos de aquecimento, processamento, ou tratamento. Como será abaixo descrito, estes propósitos podem incluir aquecer, elevar ou manter a temperatura de artigos, ou  
10 estimular um item alvo em uma gama de diferentes circunstâncias industriais, médicas, de consumidor, ou comerciais. Os métodos e sistema aqui descritos são especialmente aplicáveis a operações que requerem a ou beneficiam-se da capacidade de irradiar comprimentos de onda especificamente selecionados ou pulsar ou injetar a radiação. A invenção é especificamente vantajosa quando o alvo está movendo a velocidades mais altas e em um ambiente de não contato com o alvo. A invenção provê um sistema baseado em laser infravermelho de comprimentos de onda estreitos selecionados o qual é altamente programável para uma ampla faixa de aplicações finais. A invenção ensina um tipo novo e original sistema de irradiação infravermelha  
15 o qual está compreendido de um ou mais lasers mais adequadamente feitos de uma nova classe de dispositivos de emissão de radiação de estado sólido de comprimento de onda estreito (REDs), uma variante do qual será especificamente referenciado posteriormente neste documento.

20

Mais especificamente, esta invenção está direcionada a um modo original e eficiente de injetar um ou mais comprimentos de onda ótimos específicos de radiação infravermelha em um alvo para o propósito de, em algum modo, afetar a temperatura do alvo. Para citar uma pequena amostragem de exemplos, o "alvo" para a injeção de infravermelho pode ser de uma ampla variedade de itens que varia de componentes individuais em  
25 uma operação de fabricação, até uma região de tratamento sobre uma bobina contínua de material, a um alimento em um processo de cozimento, ou a pacientes humanos em um ambiente de tratamento médico.

Apesar da modalidade específica da invenção daqui em diante descrita ser um exemplo que refere-se especificamente a uma operação de reaquecimento de pré-formado de garrafa plástica, os conceitos contidos nesta também aplicam-se a muitos outros cenários notados. Este também

5 aplica-se a operações de sopro de garrafa plástica de estágio único em que a operação de moldagem por injeção é executada em série, logo antes da operação de moldagem por sopro. Neste desenvolvimento, por exemplo, os métodos e aparelhos assunto da invenção oferecem vantagens similares em relação à técnica conhecida, mas empregariam diferentes detecções e con-

10 troles para lidar com a variação em temperatura inicial na entrada para a seção de reaquecimento do processo.

Em geral, um sistema de aquecimento infravermelho ideal ottimamente aumenta a temperatura de um alvo com o menor consumo de energia. Tal sistema pode compreender um dispositivo que pode converter

15 diretamente a sua entrada de energia elétrica em uma saída de energia eletromagnética radiante, com os comprimentos de onda de banda única ou estreita escolhidos que são mirados em um alvo, de modo que a energia que compreende a irradiação é parcialmente ou totalmente absorvida pelo alvo e convertida em calor. Quanto mais eficientemente a entrada elétrica é conver-

20 tida em uma saída eletromagnética radiante, mais eficientemente o sistema pode operar. Quanto mais eficientemente as ondas eletromagnéticas radian-tes são miradas para expor somente as áreas desejadas sobre o alvo, mais eficientemente o sistema executará o seu trabalho. O dispositivo de emissão de radiação escolhido para utilização deve ter uma característica de "ligado"

25 instantaneamente e "desligado" instantaneamente de modo que quando o alvo não está sendo irradiado, nem a energia de entrada nem a de saída é desperdiçada. Quanto mais eficientemente o alvo exposto absorve a energia eletromagnética radiante para convertê-la diretamente em calor, mais eficientemente o sistema pode funcionar. Para um sistema ótimo, deve ser to-

30 mado cuidado para selecionar apropriadamente de modo que o conjunto de comprimentos de onda de saída de sistema coincida com a característica de absorção do alvo. Estes comprimentos de onda provavelmente serão esco-

lhidos diferentemente para as diferentes aplicações objetivadas da invenção para melhor adequar as diferentes características de absorção de diferentes materiais assim como adequar os diferentes resultados desejados.

Em contraste, é bem-conhecido na técnica e na indústria utilizar 5 uma gama de diferentes tipos de sistemas de aquecimento radiante para uma ampla gama de processos e de tratamentos. As tecnologias que têm estado disponíveis anteriormente para tais propósitos produzem um espectro de banda relativamente larga de energia eletromagnética radiante. Estes podem ser referidos como sistemas de aquecimento, tratamento, ou processamento infravermelhos enquanto que, em fato real, estes freqüentemente 10 produzem uma energia radiante bem fora do espectro infravermelho.

A porção infravermelha do espectro está geralmente dividida em três classificações de comprimento de onda. Estas são geralmente categorizadas como bandas de comprimentos de onda infravermelho próximo, infravermelho médio, e infravermelho longo. Apesar dos pontos de corte exatos 15 não serem claramente estabelecidos para estas regiões gerais, é geralmente aceito que a região infravermelha próxima abrange a faixa que inicia no limite superior de visibilidade humana (aproximadamente 780 nm) e 1,5 micrômetros. A região infravermelha média abrange a faixa de 1,5 a 5 micrômetros. A 20 região infravermelha longa é geralmente imaginada ser entre 5 e 14 micrômetros e além. É geralmente considerado que o verdadeiro infravermelho térmico é compreendido das bandas de comprimento de onda média, longa, e ultra-longa. A radiação infravermelha próxima por contraste, tende a comportar-se muito mais com as luzes não visíveis.

25 As fontes de infravermelho radiante que foram utilizadas nos equipamentos de tratamento ou processo de aquecimento industriais, comerciais, e médicos anteriormente produziam uma banda larga de comprimentos de onda os quais estão raramente limitados a uma seção do espectro infravermelho. Apesar de sua saída de banda larga poder ter um pico em uma 30 faixa específica do espectro infravermelho, estes tipicamente têm caudas de saída as quais estendem-se bem para dentro de regiões adjacentes.

Como um exemplo, as lâmpadas de aquecimento infravermelhas

de quartzo, as quais são bem-conhecidas na técnica e são utilizadas para várias operações de aquecimento de processo, freqüentemente produzirão uma saída de pico na faixa de 0,8 a 1 micrômetro. Apesar da saída poder ter um pico entre 0,8 a 1 micrômetro, estas lâmpadas têm uma saída substancial em um amplo conjunto contínuo de bandas de comprimento de onda do ultravioleta (UV) através da luz visível e fora aproximadamente 3,5 micrômetros no infravermelho médio. Claramente, apesar da saída de pico de uma lâmpada de quartzo estar na faixa de infravermelho próximo, existe uma saída substancial tanto na faixa visível quanto nas faixas de infravermelho médio. Não é possível, portanto, com as fontes de infravermelho de espectro amplo existentes ser seletivo quanto ao comprimento de onda ou comprimentos de onda preferidos que seriam os mais desejados para qualquer dada aplicação de aquecimento, processamento ou tratamento. Este é inerentemente um tratamento ou processo de espectro largo e tem sido amplamente utilizado porque não existiam alternativas práticas antes da presente invenção, outras que, por exemplo, os Pedidos Cependentes Números 11/003.679 (depositado em 3 de dezembro de 2004) e 011/351.030, depositado em 09 de fevereiro de 2006, ambos os quais estão incorporados aqui por referência. O aumento temperatura primário em muitos alvos é devido à absorção de energia de IV térmica em uma ou mais bandas estreitas de comprimentos de onda. Assim, uma grande parte da saída de energia de IV de banda larga é desperdiçada.

Apesar de tudo, as luzes infravermelhas de quartzo são amplamente utilizadas na indústria tanto para as indústrias de componentes discretos quanto de processamento de material contínuo. Uma variedade de metodologias seria típica e utilizada para ajudar a direcionar a emissão das lâmpadas de quartzo por sobre o alvo sob processo incluindo uma variedade de tipos refletor. Independentemente de como a energia é focalizada por sobre o alvo, as lâmpadas de quartzo são típica e continuamente energizadas. Isto é verdadeiro se o processo sob alvo é um artigo produzido continuamente ou componentes discretos. A razão para isto é primariamente devido ao tempo de resposta térmica relativamente lento de lâmpadas de quartzo o

qual tipicamente mede na ordem de segundos. As lâmpadas de quartzo são dispositivos "ligado lento" e "desligado lento" e não podem praticamente e produtivamente ligar e desligar rapidamente ou pulsar por curtas durações de tempo.

5           Uma área de necessidade específica para uma injeção de energia aperfeiçoada refere-se às operações de moldagem por sopro. Mais especificamente, os sistemas de moldagem por sopro de esticamento de garrafa plástica condicionam termicamente os pré-formados antes das operações de moldagem por sopro de esticamento. Um aspecto deste processo é conhecido na técnica com uma operação de reaquecimento. Em uma operação de reaquecimento, os pré-formados que foram formados por meio de um processo de moldagem por injeção térmica ou moldagem por compressão são permitidos resfriar termicamente e estabilizar em uma temperatura ambiente. Posteriormente, o que usualmente são dias ou semanas, os pré-15 formados são alimentados em um sistema de moldagem por sopro de esticamento, um estágio inicial do qual aquece os pré-formados para uma temperatura em que uma porção selecionada do material de pré-formado termoplástico está a uma temperatura otimizada para as operações de moldagem por sobre subseqüentes. Esta condição é atendida enquanto os pré-20 formados estão sendo transportados através de uma seção de aquecimento ou forno ao longo do percurso para a seção de moldagem por sopro da máquina. Na seção de moldagem por sopro, os pré-formados são primeiramente mecanicamente esticados e então soprados tipicamente com múltiplas etapas de ar em alta pressão, dentro de vasos ou contentores de maior volume. Um exemplo de tal contentor é uma garrafa de água ou de refrigerante 25 carbonatado de PET descartável.

Os custos de consumo de energia compõem uma percentagem substancial do custo de um artigo acabado que é fabricado utilizando as operações de moldagem por sopro e é tipicamente o mais alto custo de produção. Mais especificamente, a quantidade de energia requerida com a tecnologia do estado da técnica até o momento para aquecer ou condicionar termicamente os pré-formados de Tereftalato de Polietileno (PET) da tempe-30

ratura ambiente até 105 °C na seção de reaquecimento de uma máquina de moldagem por sopro de esticamento é bastante substancial. De todas as medidas de eficiência de fabricação, será claramente vantajoso do ponto de vista tanto econômico quanto ambiental reduzir a taxa de consumo de energia associada com a operação da seção de condicionamento térmico de sistemas de moldagem por sopro de esticamento.

Para explicar adicionalmente, a prática corrente é expor os contentores a uma energia radiante de uma multiplicidade de lâmpadas de quartzo infravermelhas W-VII, organizadas dentro de um túnel. A energia de cada lâmpada é crumente disponível, assim provendo uma medida de ajustabilidade muito pequena para a irradiação sobre os diferentes segmentos do contentor. Muita da energia das lâmpadas não é absorvida de modo nenhum pelo contentor, ou é absorvida no ar ambiente, e suportes mecânicos, assim diminuindo significativamente a eficiência total. Alguns esforços foram feitos para mitigar o aquecimento indesejável; ar é soprado ao redor do túnel em um esforço para 1) resfriar o revestimento externo do contentor (o que é desejável), e 2) acoplar mais energia nos contentores por convecção através do ar desnecessariamente aquecido.

As desvantagens do método corrente são o aquecimento desnecessário do ar e das estruturas adjacentes, uma má capacidade de sintonia da distribuição de irradiação sobre o contentor, especificações de grande espaço físico, a incapacidade de aquecer seletivamente pontos ou bandas específicas sobre os pré-formados, a capacidade reduzida de adaptar rapidamente a distribuição de aquecimento a novas especificações, tal como uma troca de lote para contentores de diferente tamanho, e problemas consequentes gerados pelos mesmos. Por exemplo, uma absorção incompleta da luz pelo pré-formado de contentor causa mais energia de serviço para o túnel, mais energia de serviço para remover o calor em excesso do ambiente dentro da fábrica, mais espaço para o túnel para permitir um aquecimento mais gradual e uniforme, intervalos de manutenção mais frequentes para bulbos queimados, e mais variabilidade no aquecimento de uma deterioração de bulbo não uniforme.

A Patente U.S. Número 5.322.652 descreve um aperfeiçoamento no método para tratar termicamente os pré-formados termoplásticos. Nesta patente, a prática convencional de utilizar um aquecimento de radiação infravermelha (IV) de banda larga para o tratamento térmico de pré-formados plásticos está descrita. Fazendo referência a um texto desta patente, "Em comparação com outros métodos de aquecimento ou de tratamento térmico tais como a convecção e a condução, e considerando a baixa condutividade térmica do material, o aquecimento utilizando a radiação infravermelha fornece um resultado vantajoso e permite taxas de produção aumentadas". Esta patente está descrevendo as fontes de infravermelho de banda larga que estão comumente em uso através de toda a indústria de PET atualmente.

O aperfeiçoamento específico no estado da técnica descrito nesta patente refere-se ao modo no qual a energia em excesso emitida durante o aquecimento de IV dos pré-formados é manipulada. Especificamente, a patente preocupa-se com a energia emitida durante o processo de aquecimento que finalmente (através de absorção em outros lugares do que os pré-formados, a condução, e então a convecção) resulta em um aumento na temperatura do ar dentro do volume de forno que circunda os pré-formados transportados. O aquecimento por convecção dos pré-formados causados pelo fluxo de ar quente provou resultar em um aquecimento não uniforme dos pré-formados e, assim, tem um efeito deletério sobre a operação de fabricação. A energia desperdiçada deve também ser lidada pelo sistema HVAC da fábrica o que então é outra despesa de energia substancial. A Patente U.S. Número 5.322.651 descreve um método para contrabalançar os efeitos do aquecimento não pretendido do fluxo de ar que circunda os pré-formados durante as operações de aquecimento de IV.

Como poderia ser esperado, a transferência de energia térmica dos elementos e sistemas de aquecimento de IV de banda larga do estado da técnica histórica para os pré-formados alvo não é um processo completamente eficiente. Idealmente, 100% da energia consumida para condicionar termicamente os pré-formados terminaria dentro do volume das porções selecionadas de pré-formados na forma de energia térmica. Apesar de não ter

sido especificamente mencionado na patente acima referenciada, os valores de eficiência de conversão típicos (energia dentro dos pré-formados transformados / energia consumida pelos elementos de aquecimento de IV) na faixa entre 5% e 10% são reivindicados pelas máquinas de moldagem por sopro do estado da técnica corrente. Apesar de difícil medir, na prática, é duvidoso se a eficiência de conversão sistêmica atual esteja mesmo neste nível. Qualquer aperfeiçoamento no método ou meios associados com o aquecimento infravermelho de pré-formados que aperfeiçoe os valores de eficiência de conversão seria muito vantajoso e representa uma redução substancial em custos de energia para o usuário das máquinas de formação por sopro de esticamento.

Existem muitos fatores que trabalham juntos para estabelecer o desempenho de eficiência de conversão de energia nos elementos e sistemas de aquecimento de IV utilizados nas máquinas de moldagem por sopro do estado da técnica corrente. Como notado, os pré-formados de termoplástico convencionais, tais como os pré-formados de PET, são aquecidos para uma temperatura de aproximadamente 105 °C. Isto é tipicamente executado nas máquinas de moldagem por sopro do estado da técnica que utilizam as lâmpadas de infravermelho de quartzo de banda larga comercialmente disponíveis. Nas máquinas de alta velocidade / alta produção estas freqüentemente tomam a forma de grandes bancos de bulbos de watts muito altos. Este consumo de energia composto de todos os bancos de lâmpadas de quartzo torna-se um enorme consumo de energia que chega a muitas centenas de quilowatts nas máquinas mais rápidas. Dois fatores associados com estes tipos de elementos de aquecimento de IV que tem um efeito sobre o desempenho de eficiência de conversão de energia total do sistema de aquecimento total são a temperatura de cor do filamento de lâmpada e as propriedades de transmissão ótica do bulbo de filamento.

Outro fator que tem um impacto significativo sobre o desempenho de conversão de energia total dos subsistemas de condicionamento térmico das máquinas de moldagem por sopro do estado da técnica corrente é o controle de fluxo ou medidas de lentes utilizadas para direcionar a radia-

ção IV emitida pelos elementos de aquecimento para dentro do volume dos pré-formados que estão sendo transportados através do sistema. Na maioria das máquinas de moldagem por sopro do estado da técnica, algumas medidas para direcionar o fluxo radiante de IV emitido por lâmpadas de quartzo para dentro do volume dos pré-formados estão sendo desenvolvidas. Especificamente, os refletores metalizados funcionam bem para reduzir a quantidade de radiação IV emitida que é desperdiçada nestes sistemas.

Ainda, outro fator que tem um impacto sobre o desempenho de eficiência de conversão de energia do subsistema de aquecimento de IV é o grau no qual a energia de entrada para os elementos de aquecimento de IV tipicamente estacionários é sincronizada com o movimento dos pré-formados que movem através do sistema de aquecimento. Mais especificamente, se uma quantidade fixa de energia de entrada for continuamente consumida por um elemento de aquecimento de IV estacionário, mesmo nos momentos quando não existem pré-formados na vizinhança imediata do aquecedor devido a um movimento de pré-formado contínuo através do sistema, o desempenho de eficiência de consumo de energia dos sistemas obviamente não está otimizado. Na prática, os lentos tempos de resposta física de lâmpadas de quartzo comerciais e as velocidades de transferência de pré-formado relativamente altas das máquinas de moldagem por sopro do estado da técnica impede qualquer tentativa de modular com sucesso a potência de entrada de lâmpada para sincronizá-la com o movimento de peças discretas e, assim, conseguir um aperfeiçoamento no desempenho de eficiência de conversão de energia total.

A Patente U.S. Número 5.925.710, a Patente U.S. Número 6.022.920 e a Patente U.S. Número 6.503.586 B1 todas descrevem métodos similares para aumentar a percentagem de energia emitida pelas lâmpadas de IV que é absorvida pelos pré-formados transportados utilizados em um processo de moldagem por sopro. Todas estas patentes descrevem, em quantidades variáveis de detalhes, a prática geral nas máquinas de moldagem por sopro de reaquecimento do estado da técnica para utilizar as lâmpadas de quartzo como os elementos de aquecimento de IV. Em um proces-

so de moldagem por sopro de reaquecimento, os pré-formados que foram anteriormente moldados por injeção e permitidos estabilizar na temperatura ambiente são reaquecidos para as temperaturas de sopro logo antes das operações de moldagem por sopro. Estas patentes acima referenciadas 5 descrevem como os polímeros em geral, e o PET especificamente, podem ser aquecidos mais eficientemente por absorção de IV do que é possível utilizando os meios de condução ou de convecção. Estes documentos de patente apresentam o coeficiente de absorção de PET medido como uma função de comprimento de onda. Numerosas bandas de absorção molecular 10 fortes ocorrem no PET, primariamente nas bandas de comprimento de onda de IV acima de 1,6 micrômetros. As lâmpadas de quartzo são conhecidas emitir uma radiação através de um espectro largo, o espectro de emissão exato sendo determinado pela temperatura de filamento como definido pela Lei de Planck.

15 Como utilizadas nas máquinas de moldagem por sopro do estado da técnica existentes, as lâmpadas de quartzo são operadas a uma temperatura de filamento de aproximadamente 3000 °K. Nesta temperatura, as lâmpadas tem uma emissão radiante de pico de aproximadamente 0,8 micrômetros. No entanto, como a emissão é uma emissão do tipo de corpo 20 negro, como é conhecido na técnica, o filamento de quartzo emite um espectro de energia contínuo de raios-X até IV muito longo. A 3000 °K, a emissão sobe através da região visível, tem um pico a 0,8 micrômetros, e então gradualmente diminui conforme esta começa a sobrepor as regiões de absorção de PET significativas que começam em aproximadamente 1,6 micrômetros.

25 O que não está descrito em nenhuma destas patentes é o efeito que a lâmpada de quartzo tem sobre o espectro emitido da lâmpada. O material de quartzo utilizado para fabricar o bulbo de lâmpadas de quartzo comerciais tem um limite de transmissão superior de aproximadamente 3,5 micrômetros. Além deste comprimento de onda, qualquer energia emitida 30 pelo filamento fechado é, na maior parte, absorvida pela camisa de vidro de quartzo que envolve o filamento e não está portanto diretamente disponível para o aquecimento de pré-formados.

Pelas razões acima esboçadas, nas máquinas de moldagem por sopro do estado da técnica existentes que utilizam as lâmpadas de quartzo para reaquecer os pré-formados de PET para as temperaturas de sopro, a faixa de aquecimento de absorção acontece entre 1 micrômetro e 3,5 micrômetros. O grupo de patentes acima referenciadas (5.925.710, 6.022.920, e 6503.586 B1) todas descrevem diferentes métodos e meios para mudar as propriedades de absorção naturais do pré-formado, assim aperfeiçoando o desempenho de eficiência de conversão de energia total do processo de reaquecimento. Em todas estas patentes, materiais estranhos são descritos como sendo adicionados à matéria prima de pré-formado de PET para o único propósito de aumentar o coeficiente de absorção da mistura. Estes métodos e meios descritos pretendem afetar as propriedades de absorção ótica dos materiais na faixa do IV próximo ao redor de 0,8 micrômetros até 3,5 micrômetros. Apesar de ser um meio viável de aumentar o desempenho de eficiência de conversão de energia total do processo de reaquecimento, a mudança na propriedade de absorção dos pré-formados que é tão benéfica na redução dos custos de fabricação do contentor também tem um efeito deletério sobre a aparência do contentor acabado. Uma redução na claridade ótica do contentor, algumas vezes referida como um embaçamento do contentor, atua para tornar esta proposta geral uma solução não ótima para este desafio de fabricação.

A Patente U.S. Número 5.206.039 descreve um sistema de moldagem por injeção / moldagem por sopro de um estágio que consiste em um meio aperfeiçoado para condicionar e transportar os pré-formados do estágio de injeção para o estágio de sopro do processo. Nesta patente, a operação independente de uma máquina de moldagem por injeção e uma máquina de moldagem por sopro, cada uma adicionando uma quantidade significativa de energia para o processo de condicionar termicamente o material termoplástico, é descrita como desperdiçante. Esta patente ensina que utilizando um processo de fabricação de estágio único reduz tanto as taxas de consumo de energia total quanto os custos de fabricação. Esta redução em consumo de energia vem primariamente do fato que a maior parte da energia

térmica requerida para permitir a operação de moldagem por sopro é retida pelo pré-formado após o estágio de moldagem por injeção. Mais especificamente, em um processo de um estágio como descrito na Patente '039, o pré-formado não é permitido estabilizar na temperatura ambiente após o processo de moldagem por injeção. Ao contrário, o pré-formado move diretamente do estágio de moldagem por injeção para uma seção de condicionamento térmico e então adiante para a seção de moldagem por sopro.

A seção de condicionamento térmico descrita na patente '039 tem as propriedades de ser capaz de adicionar menores quantidades de energia térmica assim como sujeitar os pré-formados a períodos de estabilização controlados. Isto difere das especificações de uma seção de condicionamento térmico no processo de 2 estágios de uma máquina de moldagem por sopro de reaquecimento em que grandes quantidades de energia são requeridas para aquecer os pré-formados para a temperatura de sopro. Apesar da operação de máquinas de moldagem por injeção / moldagem por sopro de estágio único ser conhecida na técnica, os problemas de qualidade do contentor acabado persistem para estas máquinas. Estes problemas de qualidade estão ligados a variações de temperatura de pré-formado para pré-formado conforme o fluxo de pré-formados entra no estágio de sopro.

Apesar dos avanços descritos na patente '039, utilizando os meios e métodos de aquecimento de IV e de detecção de temperatura do estado da técnica até o momento, o processo de condicionar termicamente os pré-formados logo após estes terem sido removidos de um processo de moldagem por injeção ainda resulta em pré-formados de conteúdo térmico variável entrando no estágio de sopro. As variações em conteúdo térmico dos pré-formados que entram resultam em contentores acabados de propriedades e de qualidade variáveis. As ineficiências na capacidade de sintonizar especialmente o processo de aquecimento de IV em uma base de pré-formado para pré-formado resulta nos fabricantes optando pela utilização de um método de moldagem por sopro de reaquecimento para conseguir os níveis de qualidade requeridos. Por esta razão, para as aplicações de produção mais alta, a confiança da indústria nos métodos de reaquecimento persiste. Também,

como os pré-formados são freqüentemente fabricados por um conversor comercial e vendidos para um usuário final que soprará e encherá os contentores, o processo de reaquecimento continua a ser popular.

A perspectiva de aperfeiçoar genericamente a eficiência e/ou a funcionalidade da seção de aquecimento de IV de máquinas de moldagem por sopro é claramente vantajosa da perspectiva tanto de custo de operação quanto de qualidade de produto. Apesar de diversas tentativas terem sido feitas para apresentar aperfeiçoamentos nos subsistemas de aquecimento de IV do estado da técnica, claras deficiências ainda persistem. Através da introdução de conceitos e métodos de aquecimento de IV originais, é a intenção da presente invenção superar estas deficiências.

Na esfera de eletrônica de estado sólido, os emissores de estado sólido ou diodos de laser coerentes são bem-conhecidos na técnica. Os emissores de fótons ou de fluxo deste tipo são conhecidos serem comercialmente disponíveis e operarem em vários comprimentos de onda do ultravioleta (UV) através do infravermelho próximo. Os LEDs são construídos de um material de semicondutor dopado em N e P. A um volume de material de semicondutor adequadamente processado para conter uma região dopada em P colocada em contato direto com uma região dopada em N do mesmo material é dado o nome genérico de diodo. Os diodos tem muitas propriedades elétricas e fotoelétricas importantes como é bem-conhecido na técnica. Por exemplo, é bem-conhecido na técnica que, na interface física entre uma região dopada em N e uma região dopada em N e uma região dopada em P de um diodo de semicondutor formado, um intervalo de banda característico existe no material. Este intervalo de banda refere-se à diferença em nível de energia de um elétron localizado na banda de condução na região N para o nível de energia de um elétron em uma órbita de região P mais baixa disponível. Quando os elétrons são induzidos fluir através da junção PN, as transições de nível de energia de elétron de órbitas de condução de região N para as órbitas de região P mais baixas começam a acontecer, resultando na emissão de um fóton para cada tal transição de elétron. O nível de energia exato ou, alternativamente, o comprimento de onda do fóton emitido corres-

ponde à queda em energia do elétron conduzido.

Em resumo, os diodos de laser operam como emissores de corrente para fóton diretos. Ao contrário do filamento ou de outros emissores do tipo de corpo negro, não há necessidade de transferir a energia de entrada para a forma de calor intermediária antes de ser capaz de extrair um fóton de saída. Devido a este comportamento de corrente para fóton direto, os diodos de laser tem a propriedade de serem de atuação extremamente rápida. Os diodos de laser tem sido utilizados em numerosas aplicações que requerem a geração de luz UV, visível, e/ou IV próximo de taxa de pulso extremamente alta.

Ao contrário das fontes baseadas em filamento, os diodos de laser emitem sobre uma faixa de comprimento de onda relativamente limitada que corresponde ao intervalo de banda específico do material de semicondutor que está sendo utilizado.

## 15 **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

A invenção em questão provê a implementação de pequenas ou substanciais quantidades de dispositivos de radiação infravermelha que são altamente selecionáveis em comprimento de onda e podem facilitar a utilização de radiação infravermelha para classes de aplicações e técnicas totalmente novas que não estão disponíveis historicamente.

Um aspecto desta invenção é prover uma moldagem ou processo de tratamento com um sistema de aquecimento de IV térmico que possui um desempenho de eficiência de conversão de energia de IV aperfeiçoado.

Outro aspecto da invenção é prover um sistema de aquecimento de IV que tem um desempenho de profundidade de penetração de IV sintonizado com o material específico que está sendo processado ou objetivado.

Outro aspecto desta invenção é prover um sistema de radiação IV o qual pode incorporar uma mistura projetada de REDs (tal como os REDs baseados em laser) os quais produzem uma radiação IV em tais bandas de comprimento de onda estreito selecionadas como podem ser ótimas para as classes de aplicações.

Outro aspecto desta invenção é prover um sistema de aqueci-

mento de IV capaz de ser acionado em um modo pulsado; o dito modo pulsado sendo especificamente adequado para prover calor de IV a peças discretamente fabricadas conforme estas são transportadas durante o processo de fabricação ou para facilitar o rastreamento síncrono de alvos da irradiação.

5

Outro aspecto desta invenção é prover um sistema de aquecimento de IV que seja precisamente direcionável ou mirável para onde a energia de calor radiante é melhor aplicada.

Outro aspecto desta invenção é prover um sistema de aquecimento de IV capaz de trabalhar em conjunto com um sistema de medição de temperatura de pré-formado para prover uma capacidade de aquecimento de IV específica de pré-formado.

Outro aspecto desta invenção é prover elementos de aquecimento de laser IV que são fabricados como redes de emissores de laser de estado sólido de IV de corrente para fóton direto ou diodos de emissão de radiação de laser (REDs).

Ainda outra vantagem desta invenção é prover um sistema de irradiação de infravermelho de saída radiante substancial em bandas de comprimento de onda únicas ou múltiplas selecionadas, altamente específicas.

20

Ainda outra vantagem desta invenção é a funcionalidade de produzir uma radiação infravermelha térmica, potente, e ser altamente programável para pelo menos uma posição, intensidade, comprimento de onda, duração de contato de irradiação, taxas de ligamento / desligamento, direcionalidade, frequência de pulso e rastreamento de produto.

Ainda outra vantagem da invenção é facilitação de uma metodologia mais eficiente em entrada de energia para injetar energia térmica em um componente-alvo comparada com as fontes de banda larga correntes.

Ainda outra vantagem da invenção no aquecimento de pré-formados de garrafa está na retenção da capacidade de aquecer eficientemente sem requerer aditivos nos componentes-alvos os quais reduzem as qualidades visuais e adicionam custo.

30

Ainda outro aspecto desta invenção é prover um sistema de aquecimento radiante geral para uma ampla gama de aplicações às quais este pode ser adaptado para prover a funcionalidade aumentada de radiação infravermelha seletiva de comprimento de onda em combinação com a programabilidade e a capacidade de pulsar.

Ainda outra vantagem da invenção é que esta facilita o calor não radiante ser facilmente conduzido para fora para outra localização onde este é necessário ou pode ser conduzido para fora do ambiente de utilização para reduzir o aquecimento ambiente ou não alvo.

Ainda outra vantagem da invenção é a funcionalidade de produzir uma radiação infravermelha de comprimento de onda selecionado e ser altamente programável para pelo menos uma posição, intensidade, comprimento de onda, padrão de escaneamento, sobreposição de escaneamento, taxas de liga / desliga, direcionalidade, frequência de pulsação, e rastreamento de alvo de irradiação de laser.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

figura 1 é uma vista em corte transversal de uma porção de um dispositivo de semicondutor exemplar implementado em uma modalidade da presente invenção.

figura 2 é uma vista em corte transversal de uma camada de compensação de um dispositivo de semicondutor exemplar implementado em uma modalidade da presente invenção.

figura 3 é uma vista em corte transversal de uma camada de pontos quânticos de um dispositivo de semicondutor exemplar implementado em uma modalidade da presente invenção.

figura 4 é uma vista em corte transversal de um diodo de emissão de radiação que inclui uma camada de pontos quânticos implementado em uma modalidade da presente invenção.

figura 5 é uma vista em corte transversal de um diodo de emissão de radiação que inclui uma camada de pontos quânticos implementado em uma modalidade da presente invenção.

figura 6 é uma vista em corte transversal de um diodo de emis-

são de radiação que inclui uma camada de pontos quânticos implementado em uma modalidade da presente invenção.

figura 7 é uma vista em corte transversal de um diodo de emissão de radiação que inclui uma camada de pontos quânticos implementado 5 em uma modalidade da presente invenção.

figura 8 mostra uma representação gráfica de um único dispositivo de semicondutor RED.

figuras 9 e 10 mostram a percentagem relativa de energia infravermelha transmitida através de uma seção de 254 micrômetros (10 mils) de 10 PET como uma função de comprimento de onda.

figuras 11a, 11b, e 11c mostram um conjunto típico de emissores RED individuais empacotados juntos em um elemento de aquecedor de RED.

figuras 12a e 12b mostram o desenvolvimento preferido de 15 elementos de aquecedor de RED dentro de um moldador por sopro.

figuras 13a e 13b mostram uma modalidade adicional da presente invenção que mostra a implementação de diodos de laser baseados em RED.

figura 14 mostra um método preferido para o tratamento térmico 20 de pré-formados como descrito por esta invenção.

figuras 15-17 mostram métodos alternativos para o tratamento térmico de pré-formados termoplásticos de acordo com esta invenção.

figura 18 mostra elementos de aquecedor de RED sendo vantajosamente aplicado a uma peça dinamicamente transportada.

## 25 **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

A invenção em questão está diretamente relacionada com uma proposta nova e original para ser capaz de emitir diretamente quantidades substanciais de radiação de laser infravermelha a comprimentos de onda selecionados para o propósito de substituir tais fontes de aquecimento radiante do tipo de banda larga. Muitos tipos de lasers seriam úteis para praticar esta invenção mas os lasers de gás e químicos, apesar de capazes de produzir grandes quantidades de potência ótica, são muito mais difíceis de con-

trolar e não estão disponíveis em muitos dos comprimentos de onda necessários. Tanto na sua saída de comprimento de onda nativo quanto quando especialmente adaptados para comprimentos de onda selecionados, estes podem ser bastante dispendiosos. Apesar de outros lasers serem suficientes para praticar as modalidades presentemente descritas, os lasers de estado sólido são tipicamente mais práticos de montar integrados, e controlar e mais econômicos. Os dispositivos identificados para a modalidade preferida são os primeiros de uma nova classe de dispositivos que estão começando a tornar-se disponíveis e são conversores quânticos mais eficientes de energia de entrada. Estes também podem ser fabricados em uma gama de comprimentos de onda selecionados substancialmente ampla os quais podem ser requeridos para alguns materiais ou aplicações.

Os avanços recentes na tecnologia de processamento de semicondutores resultaram na disponibilidade de emissores de estado sólido de elétron para fóton diretos que operam na faixa de infravermelho médio geral acima de 1 micrômetro (1.000 nanômetros). Estes diodos de laser de estado sólido estão baseados em dispositivos que operam análogos aos diodos de emissão de luz (LEDs) comuns, somente que estes não emitem luz visível mas emitem uma energia de IV térmica verdadeira nos comprimentos de onda de infravermelho médio mais longas. Estes são uma categoria inteiramente nova de dispositivos de semicondutor os quais utilizam a tecnologia de ponto quântico que romperam as barreiras as quais tem impedido que dispositivos de estado sólido econômicos e suficientemente potentes sejam produzidos os quais poderiam funcionar como conversores de elétron para fóton diretos cuja saída é pseudo-monocromática e na banda de comprimento de onda de infravermelho médio. É previsto que as gerações avançadas desta categoria ou de outros dispositivos de estado sólido possam ser disponíveis no futuro para as faixas de infravermelho térmico de comprimento de onda médio ou longo. Estes poderiam ser utilizados para praticar esta invenção ou como as fontes de radiação primárias ou misturados com outros lasers.

Para distinguir esta nova classe de dispositivos dos dispositivos

de comprimento de onda mais curto (LEDs) convencionais, estes dispositivos são mais apropriadamente descritos como diodos de emissão de radiação ou de radiação (REDs). Os dispositivos tem a propriedade de emitir uma energia eletromagnética radiante em uma faixa de comprimento de onda estreitamente limitada. Mais ainda, através de operações de processamento de semicondutor apropriadas, os REDs podem ser sintonizados para emitir em comprimentos de onda específicos que são mais vantajosos para uma aplicação de tratamento radiante específico. Estes REDs sintonizados para os pré-formados com diodos de laser podem ser referidos como L-REDs, ou diodos de emissão de radiação de laser.

Assim, as inovações na tecnologia de RED relativas à formação de uma região plana dopada em contato com uma região opositamente dopada formada como uma rede aleatoriamente distribuída de pequenas áreas de material ou pontos quânticos para gerar os fótons na faixa de IV objetivada e potencialmente além foram desenvolvidas. Esta técnica de fabricação, ou outras tais como o desenvolvimento de compostos de semicondutor originais, adequadamente aplicada gera os emissores de diodo de laser infravermelho médio de estado sólido para a invenção em questão. Tecnologias de semicondutor alternativas podem também tornar-se disponíveis tanto no infravermelho médio quanto no infravermelho de comprimento de onda longo os quais seriam adequados para construir os blocos dentro dos quais praticar esta invenção.

As conversões de elétron (ou corrente elétrica) para fóton diretas como contemplado dentro destas modalidades descritas ocorre dentro de uma faixa de comprimento de onda estreita freqüentemente referida como pseudo-monocromática, consistente com o intervalo de penda intrínseco e a geometria de ponto quântico deste emissor de diodo fabricado. É previsto que as larguras de banda de meia potência de emissores de diodo de laser candidatos que cairão em algum ponto dentro da faixa de 20-500 nanômetros. A largura estreita de emissores de infravermelho deste tipo deve suportar uma variedade de aplicações de irradiação de comprimento de onda específico como identificado dentro do conteúdo desta descrição completa.

Uma família de dispositivos RED e a tecnologia com a qual fazê-los estão sujeitas a um pedido de patente separado, o Pedido de Patente U.S. Número de Série 60/628.330, depositado em 16 de Novembro de 2004, intitulado "Dispositivo de Semicondutor de Ponto Quântico" e nomeando Samar Sinha-  
5 roy e Dave Wilt como inventores (Protocolo de Procuração Número E-  
RI.P.US0002; Express Mail Label Número EL 726091609 US) (também de-  
positado como Pedido U.S. Número de Série 11/280.509 em 16 de Novem-  
bro de 2005), cujo pedido está aqui incorporado por referência.

De acordo com esta aplicação de "Dispositivo de Semicondutor de Ponto Quântico", os dispositivos de semicondutor são conhecidos na téc-  
10 nica. Estes são empregados em células fotovoltaicas que convertem a radia-  
ção eletromagnética em eletricidade. Estes dispositivos podem também ser  
empregados como diodos de emissão de luz (LEDs), os quais convertem a  
energia elétrica em radiação eletromagnética (por exemplo, luz). Para a mai-  
15 oria das aplicações de semicondutor, um intervalo de banda desejado (elé-  
tron volts) de um comprimento de onda desejado (mícrons) é objetivado, e o  
semicondutor é preparado em um modo tal que este possa atender aquela  
faixa de intervalo de banda ou faixa de comprimento de onda desejada.

A capacidade de atingir um comprimento de onda específico de  
20 emissão ou elétron volt de energia não é trivial. Realmente, o semicondutor  
está limitado pela seleção de materiais específicos, o seu intervalo de ener-  
gia, a sua constante de treliça, e sua capacidade de emissão inerente. Uma  
técnica que tem sido empregada para modelar o dispositivo de semicondutor  
é empregar os compostos binários ou terciários. Pela variação das caracte-  
25 rísticas de composição do dispositivo, dispositivos tecnologicamente úteis  
tem sido projetados.

O projeto do dispositivo de semicondutor pode também ser ma-  
nipulado para modelar o comportamento do dispositivo. Em um exemplo,  
pontos quânticos podem ser incluídos dentro do dispositivo de semicondutor.  
30 Acredita-se que estes pontos confinam em quântico as portadoras e por  
meio disto alteram a energia de emissão de fôtons comparada com uma  
amostra bruta do mesmo semicondutor. Por exemplo, a Patente U.S. Núme-

ro 6.507.042 ensina dispositivos de semicondutor que incluem uma camada de pontos quânticos. Especificamente, esta ensina pontos quânticos de arseneto de índio (InAs) que são depositados sobre uma camada de arseneto de índio gálio ( $In_xGa_{1-x}As$ ). Esta patente descreve que o comprimento de onda de emissão dos fótons associado com os pontos quânticos pode ser controlado pelo controle da quantidade de descasamento de treliça entre os pontos quânticos (isto é, InAs) e a camada por sobre a qual os pontos são depositados (isto é,  $In_xGa_{1-x}As$ ). Esta patente também descreve o fato que o descasamento de treliça entre um substrato de  $In_xGa_{1-x}As$  e um ponto quântico de InAs pode ser controlado alterando o nível de índio dentro do substrato de  $In_xGa_{1-x}As$ . Conforme a quantidade de índio dentro do substrato de  $In_xGa_{1-x}As$  é aumentada, o grau de descasamento é diminuído, e o comprimento de onda associado com a emissão de fótons é aumentado (isto é, o intervalo de energia é diminuído). Realmente, esta patente descreve que um aumento na quantidade de índio dentro do substrato de aproximadamente 10% a aproximadamente 20% pode aumentar o comprimento de onda do fóton associado de aproximadamente 1,1  $\mu m$  a aproximadamente 1,3  $\mu m$ .

Apesar da tecnologia descrita na Patente U.S. Número 6.507.042 pode mostrar-se útil em prover dispositivos que podem emitir ou absorver os fótons que tem um comprimento de onda aproximadamente 1,3  $\mu m$ , a capacidade de aumentar a quantidade de índio dentro de um substrato de  $In_xGa_{1-x}As$  é limitada. Em outras palavras, conforme o nível de índio é aumentado acima de 20%, 30% ou mesmo 40%, o grau de imperfeições ou defeitos dentro da estrutura cristalina torna-se limitante. Isto é especialmente verdadeiro onde o substrato de  $In_xGa_{1-x}As$  é depositado sobre um substrato ou pastilha de arseneto de gálio (GaAs). Conseqüentemente, os dispositivos que emitem ou absorvem fótons de comprimento de onda mais longo (menor intervalo de energia) não podem ser conseguidos pelo emprego da tecnologia na descrita na Patente U.S. Número 6.507.042.

Conseqüentemente, considerando que seria desejável ter-se dispositivos de semicondutor que emitem ou absorvem fótons de comprimento de onda mais longo do que 1,3  $\mu m$ , permanece uma necessidade pa-

ra um dispositivo de semicondutor desta natureza.

Em geral, um RED provê um dispositivo de semicondutor que compreende uma camada de  $In_xGa_{1-x}As$ , onde  $x$  é uma fração molar de aproximadamente 0,64 a aproximadamente 0,72 por cento por peso de índio, 5 e pontos quânticos localizados sobre a dita camada de  $In_xGa_{1-x}As$ , onde os pontos quânticos compreendem  $InAs$  ou  $Al_zIn_{1-z}As$ , onde  $z$  é uma fração molar de menos do que aproximadamente 5 por cento por peso de alumínio.

A presente invenção também inclui um dispositivo de semicondutor que compreende um ponto quântico que compreende  $InAs$  ou  $Al_zIn_{1-z}As$ , onde  $z$  é uma fração molar de menos do que aproximadamente 5 por cento por peso de alumínio, e uma camada revestida que contacta pelo menos uma porção do ponto quântico, onde a constante de treliça do ponto quântico e a dita camada revestida são descasadas por pelo menos 1,8% e por menos do que 2,4 por cento.

15 Os dispositivos de semicondutor incluem uma camada de pontos quânticos que inclui pontos quânticos de arseneto de índio ( $InAs$ ) ou de arseneto de alumínio índio ( $Al_zIn_{1-z}As$  onde  $z$  é igual a ou menor do que 0,05) sobre uma camada de arseneto de índio gálio ( $In_xGa_{1-x}As$ ), a qual pode ser referida como um revestimento de matriz de  $In_xGa_{1-x}As$ . A constante de treliça dos pontos e da camada de matriz de  $In_xGa_{1-x}As$  são descasadas. O descasamento de treliça pode ser de pelo menos 1,8%, em outras modalidades pelo menos 1,9%, em outras modalidades pelo menos 2,0%, e em outras modalidades pelo menos 2,05%. Vantajosamente, o descasamento pode ser menor do que 3,2, em outras modalidades menor do que 3,0%, em outras 20 modalidades menor do que 2,5%, e em outras modalidades menor do que 2,2%. Em uma ou mais modalidades, a constante de treliça no revestimento de matriz de  $In_xGa_{1-x}As$  é menor do que a constante de treliças dos pontos.

30 Nestas modalidades onde os pontos estão localizados sobre uma matriz de revestimento de  $In_xGa_{1-x}As$ , a concentração molar de índio (isto é,  $x$ ) dentro desta camada de matriz de revestimento pode ser de aproximadamente 0,55 a aproximadamente 0,80, opcionalmente de aproximadamente 0,65 a aproximadamente 0,75, opcionalmente de aproximadamente

0,66 a aproximadamente 0,72, e opcionalmente de aproximadamente 0,67 a aproximadamente 0,70.

Em uma ou mais modalidades, a matriz de revestimento de  $In_xGa_{1-x}As$  está localizada sobre uma camada de arseneto de índio fósforo (InP<sub>1-y</sub>As<sub>y</sub>) que é coincidida em treliça com a camada de revestimento de  $In_xGa_{1-x}As$ . Em uma ou mais modalidades a camada de InP<sub>1-y</sub>As<sub>y</sub> por sobre a qual o revestimento de  $In_xGa_{1-x}As$  é depositado é uma de uma pluralidade de camadas de InP<sub>1-y</sub>As<sub>y</sub> graduadas (contínuas ou discretas) que existem entre o revestimento de  $In_xGa_{1-x}As$  e o substrato por sobre o qual o semicondutor é suportado. Em ou mais modalidades, o substrato compreende uma pastilha de fosfeto de índio (InP). O semicondutor pode também incluir uma ou mais outras camadas, tais como camadas de  $In_xGa_{1-x}As$ , posicionadas entre o revestimento de  $In_xGa_{1-x}As$  e o substrato.

Uma modalidade está mostrada na figura 1. A figura 1, assim como as outras figuras, são representações esquemáticas e não são desenhadas em escala com relação à espessura de cada camada ou componente, ou em relação à espessura ou dimensão relativa entre cada camada comparativamente.

O dispositivo 1000 inclui um substrato 1020, uma camada de condução opcional 1025, uma estrutura de compensação 1030, uma camada de revestimento 1040, e uma camada de pontos 1050. Como aqueles versados na técnica apreciam, alguns dispositivos de semicondutor operam convertendo uma corrente elétrica em radiação eletromagnética ou uma radiação eletromagnética em corrente elétrica. A capacidade de controlar a radiação eletromagnética ou a corrente elétrica dentro destes dispositivos é conhecida na técnica. Esta descrição não necessariamente altera estes projetos convencionais, muitos dos quais são conhecidos na técnica de fabricação ou de projeto de dispositivos de semicondutor.

Em uma modalidade, o substrato 1020 compreende o fosfeto de índio (InP). A espessura do substrato de InP 1020 pode ser maior do que 250 mícrons, em outras modalidades maior do que 300 mícrons, e em outras modalidades maior do que 350 mícrons. Vantajosamente, a espessura pode

ser menor do que 700 mícrons, em outras modalidades menor do que 600 mícrons, e em outras modalidades menor do que 500 mícrons.

Em outras modalidades, os dispositivos de semicondutor previstos podem opcionalmente incluir uma camada epitaxialmente crescida de 5 fosfeto de índio (InP). A espessura desta camada de fosfeto de índio epitaxialmente crescida pode ser de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 1 mícron.

Em uma modalidade, a camada de condução opcional 1025 10 compreende o arseneto de índio gálio ( $In_xGa_{1-x}As$ ). A concentração molar de índio (isto é, x) dentro desta camada pode ser de aproximadamente 0,51 a aproximadamente 0,55, opcionalmente de aproximadamente 0,52 a aproximadamente 0,54, e opcionalmente de aproximadamente 0,53 a aproximadamente 0,535. Em uma ou mais modalidades a camada de condução 1025 é coincidida em treliça com o substrato de InP.

15 A camada de condução 1025 pode ser dopada para um dado valor e de uma espessura apropriada de modo a prover uma condutividade elétrica suficiente para um dado dispositivo. Em uma ou mais modalidades, a espessura pode ser de aproximadamente 0,05 mícrons a aproximadamente 2 mícrons, opcionalmente de aproximadamente 0,1 mícrons a aproximadamente 1 mícron.

Em uma ou mais modalidades, a camada de compensação 1030 20 compreende o arseneto de índio fósforo ( $InP_{1-y}As_y$ ). Em certas modalidades, a camada de compensação 1030 compreende duas, opcionalmente pelo menos três, opcionalmente pelo menos quatro, e opcionalmente pelo menos 25 cinco camadas de  $InP_{1-y}As_y$ , com a constante de treliça de cada camada aumentando conforme as camadas são posicionadas mais distantes do substrato 1020. Por exemplo, e como mostrado na figura 2, a estrutura de compensação 1030 inclui uma primeira camada de compensação 1032, uma segunda camada de compensação 1034, e uma terceira camada de compensação 1036. A superfície de camada inferior 1031 da estrutura de compensação 1030 está adjacente ao substrato 1020, e a superfície plana superior 1039 da estrutura de compensação 1030 está adjacente à camada de

barreira 1040. A constante de treliça da segunda camada 1034 é maior do que da primeira camada 1032, e a constante de treliça da terceira camada 1036 é maior do que da segunda camada 1034.

Como aqueles versados na técnica apreciarão, a constante de treliça das camadas individuais da estrutura de compensação 1030 pode ser aumentada alterando a composição das camadas sucessivas. Em uma ou mais modalidades, a concentração de arsênico nas camadas de compensação de  $\text{InP}_{1-y}\text{As}_y$  é aumentada em cada camada sucessiva. Por exemplo, a primeira camada de compensação 1032 pode incluir aproximadamente 0,10 a aproximadamente 0,18 de fração molar de arsênico (isto é,  $y$ ), a segunda camada de compensação 1034 pode incluir de aproximadamente 0,22 a aproximadamente 0,34 de fração molar de arsênico, e a terceira camada de compensação 1036 pode incluir de aproximadamente 0,34 a aproximadamente 0,40 de fração molar de arsênico.

Em uma ou mais modalidades, o aumento em arsênico entre as camadas de compensação adjacentes (por exemplo, entre a camada 1032 e a camada 1034) é menor do que 0,17 de fração molar. Acredita-se que quaisquer defeitos formados entre as camadas de compensação sucessivas, os quais podem resultar devido à mudança em constante de treliça que resulta no aumento no conteúdo de arsênico, não serão prejudiciais para o semicondutor. As técnicas para utilizar uma graduação de composição crítica neste modo são conhecidas como descrita na Patente U.S. Número 6.482.672, a qual está aqui incorporada por referência.

Em uma ou mais modalidades, a espessura da primeira camada de compensação 1032 pode ser de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 1 mícron. Em uma ou mais modalidades, a camada de compensação superior é geralmente mais espessa para assegurar um relaxamento completo da estrutura de treliça.

Em uma ou mais modalidades, a camada de compensação individual no ou próximo do topo 1039 da estrutura de compensação 1030 (por exemplo, a camada de compensação 1036) está projetada para ter uma constante de treliça que é de aproximadamente 5,869 Å a aproximadamente

5,960 Å, opcionalmente de aproximadamente 5,870 Å a aproximadamente 5,932 Å.

Em uma ou mais modalidades, a camada de compensação individual no ou próximo do fundo 1031 da estrutura de compensação 1030 (por exemplo, a camada de compensação 1032) está de preferência projetada dentro dos confins da técnica de graduação de composição crítica. Em outras palavras, considerando que uma primeira camada de compensação (por exemplo, a camada de compensação 1032) é depositada sobre uma pastilha de InP, a quantidade de arsênico presente dentro da primeira camada de compensação (por exemplo, a camada 1032) é menor do que 17 fração de mola.

A camada de revestimento 1040 compreende o  $In_xGa_{1-x}As$ . Em uma ou mais modalidades, esta camada está de preferência coincida em treliça com a constante de treliça no plano da camada de compensação superior ou próximo do topo 1039 da estrutura de compensação 1030. O termo coincidida em treliça refere-se a sucessivas camadas que são caracterizadas por um constante de treliça que está dentro de 500 partes por milhão (isto é, 0,005%) uma da outra.

Em uma ou mais modalidades, a camada de revestimento 1040 pode ter uma espessura que é de aproximadamente 10 angstroms a aproximadamente 5 mícrons, opcionalmente de aproximadamente 50 nm a aproximadamente 1 mícron e opcionalmente de aproximadamente 100 nm a aproximadamente 0,5 mícrons.

Em uma ou mais modalidades, a camada de pontos quânticos 1050 compreende o arseneto de índio (InAs). A camada 1050 de preferência uma camada molhada 1051 e pontos quânticos 1052. A espessura da camada molhada 1051 pode ser de uma ou duas monocamadas. Em uma modalidade, a espessura de pontos 1052, medida do fundo 1053 da camada 1050 e o pico do ponto 1055 pode ser de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 200 nm, opcionalmente de aproximadamente 20 nm a aproximadamente 100 nm, e opcionalmente de aproximadamente 23 nm a aproximadamente 150 nm. Também, em uma modalidade, o diâmetro médio dos pontos

1052 pode ser maior do que 10 nm, opcionalmente maior do que 40 nm, e opcionalmente maior do que 70 nm.

Em uma ou mais modalidades, a camada quântica 1050 inclui múltiplas camadas de pontos. Por exemplo, como mostrado na figura 3, o 5 ponto quântico 1050 pode incluir uma primeira camada de pontos 1052, uma segunda camada de pontos 1054, uma terceira camada de pontos 1056, e uma quarta camada de pontos 1058. Cada camada compreende o arseneto de índio InAs, e inclui as camadas molhadas 1053, 1055, 1057, e 1059, respectivamente. Cada camada de pontos do mesmo modo inclui os pontos 10 1055. As características de cada camada de pontos, que inclui a camada de molhada e os pontos, são substancialmente similares apesar destas não precisarem ser idênticas.

Dispostas entre cada uma das camadas de pontos 1052, 1054, 1056, e 1058, estão as camadas de revestimento 1062, 1064, 1066, e 1068, 15 respectivamente. Estas camadas de revestimento intermediárias compreendem o  $In_xGa_{1-x}As$ . Em uma ou mais modalidades, as camadas de revestimento intermediárias de  $In_xGa_{1-x}As$  são substancialmente similares ou idênticas à camada de revestimento 1040. Em outras palavras, as camadas de revestimento intermediárias são de preferência coincididas em treliça com a 20 camada de barreira 1040, a qual é de preferência coincidida com a camada de compensação superior 1036. Em uma ou mais modalidades, a espessura das camadas intermediárias 1062, 1064, 1066, e 1068 pode se de aproximadamente 3 nm a aproximadamente 50 nm, opcionalmente de aproximadamente 5 nm a aproximadamente 30 nm, e opcionalmente de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 20 nm.

Como acima notado, as várias camadas que circundam a camada de pontos quânticos podem ser positivamente ou negativamente dopadas para manipular o fluxo de corrente. As técnicas para manipular o fluxo de corrente dentro dos dispositivos de semicondutor é conhecida na técnica 30 como descrito, por exemplo, nas Patentes U.S. Números 6.573.527, 6.482.672, e 6.507.042, as quais estão aqui incorporadas por referência. Por exemplo, em uma ou mais modalidades, regiões ou camadas podem ser

dopadas "tipo p" pelo emprego de zinco, carbono, cádmio, berílio, ou magnésio. Por outro lado, as regiões ou camadas podem ser dopadas "tipo n" pelo emprego de silício, enxofre, telúrio, selênio, germânio, ou estanho.

Os dispositivos de semicondutor previstos podem ser preparados pelo emprego de técnicas que são conhecidas na técnica. Por exemplo, em uma ou mais modalidades, as várias camadas de semicondutor podem ser preparadas pelo emprego de epitaxia de fase de vapor organo-metálico (OMVPE). Em uma ou mais modalidades, a camada de pontos é preparada pelo emprego de uma técnica de auto-formação tal como o modo Stranski-Krastanov (modo S-K). Esta técnica está descrita na Patente U.S. Número 6.507.042, a qual está aqui incorporada por referência.

Uma modalidade de um diodo de emissão de radiação (RED) que inclui uma camada de pontos quânticos está mostrada na figura 4. O RED 1100 inclui um contato de base 1105, um refletor infravermelho 1110, um substrato de semicondutor semi-isolante 1115, uma camada de condução lateral do tipo n (LCL) 1120, uma camada de compensação do tipo n 1125, uma camada de revestimento 1130, uma camada de pontos quânticos 1135, uma camada de revestimento 1140, uma camada do tipo p 1145, uma camada do tipo p 1150, e um contato de emissor 1155. O contato de base 1105, o refletor infravermelho 1110, o substrato de semicondutor semi-isolante 1115, a camada de condução lateral do tipo n (LCL) 1120, a camada de compensação do tipo n 1125, a camada de revestimento 1130, a camada de pontos quânticos 1135, e a camada de revestimento 1140 são análogas àquelas camadas de semicondutor acima descritas.

O contato de base 1105 pode incluir numerosos materiais altamente condutores. Os materiais exemplares incluem o ouro, as ligas de ouro-zinco (especialmente quando adjacentes às regiões p), a liga de ouro-germânio, ou as ligas de ouro-níquel, ou ouro-cromo (especialmente quando adjacentes às regiões n). A espessura de base 1105 pode ser de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2,0 micrões. Uma fina camada de titânio ou de cromo pode ser utilizada para aumentar a adesão entre o ouro e o material dielétrico.

O refletor infravermelho 1110 compreende um material refletivo e opcionalmente um material dielétrico. Por exemplo, um óxido de silício pode ser empregado como o material dielétrico e o ouro pode ser depositado sobre o mesmo como um material refletivo infravermelho. A espessura do refletor 1110 pode ser de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2,0 mícrons.

O substrato 1115 compreende o InP. A espessura do substrato 1115 pode ser de aproximadamente 300 a aproximadamente 600 mícrons.

A camada de condução lateral 1120 compreende o  $In_xGa_{1-x}As$  que é coincidido em treliça (isto é, dentro de 500 ppm) com o substrato de InP 1115. Também, em uma ou mais modalidades, a camada 1120 é dopada em n. O dopante preferido é o silício, e o grau de concentração de dopagem preferido pode ser de aproximadamente 1 a aproximadamente  $3 \text{ E}19/\text{cm}^3$ . A espessura da camada de condução lateral 1120 pode ser de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2,0 mícrons.

A camada de compensação 1125 compreende três camadas graduadas de  $InP_{1-y}As_y$  em um modo consistente com aquele acima descrito. A camada 1125 é de preferência dopada em n. O dopante preferido é o silício, e a densidade de dopagem pode ser de aproximadamente 0,1 a aproximadamente  $3 \text{ E}9/\text{cm}^3$ .

A camada de revestimento 1130 compreende o  $In_xGa_{1-x}As$  que é coincidido em treliça com a constante de treliça no plano (isto é, dentro de 500 ppm) do topo da camada de compensação 1125 (isto é, a sua terceira graduação ou subcamada). Em uma ou mais modalidades, a camada de revestimento de  $In_xGa_{1-x}As$  1130 compreende de aproximadamente 0,60 a aproximadamente 0,70 por cento de fração de mole de índio. A espessura da camada de revestimento 1130 é de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 2 mícrons.

A camada de pontos quânticos 1135 compreende pontos de InAs como acima descrito com relação aos ensinamentos desta invenção. Como com as modalidades anteriores, as camadas intermediárias entre cada camada de pontos inclui um revestimento de  $In_xGa_{1-x}As$  similar à camada de revestimento 1130 (isto é, coincidida em treliça). Em uma ou mais modalida-

des, a quantidade de índio em uma ou mais camadas de revestimento intermediárias sucessivas pode incluir menos índio do que a camada de revestimento 1130 ou uma camada intermediária anterior ou inferior.

5 A camada de revestimento 1140 compreende o  $In_xGa_{1-x}As$  que é coincidido em treliça (isto é, dentro de 500 ppm) com o topo da camada de compensação 1125 (isto é, a sua terceira graduação ou subcamada).

10 A camada de confinamento 1145 compreende o  $InP_{1-y}As_y$  que é coincidido em treliça com a camada de  $In_xGa_{1-x}As$  1140. Também, em uma ou mais modalidades, a camada 1145 é dopada em p. O dopante preferido é o zinco, e a concentração de dopagem pode ser de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 4 E19/cm<sup>3</sup>. A espessura da camada de confinamento 1145 pode ser de aproximadamente 20 nm a aproximadamente 200 nm.

15 A camada de contato 1150 compreende o  $In_xGa_{1-x}As$  que é coincidido em treliça com a camada de confinamento 1145. A camada de contato 1150 é de preferência dopada em p (por exemplo, dopada com zinco). A concentração de dopagem pode ser de aproximadamente 1 a aproximadamente 4 E19/cm<sup>3</sup>. A espessura da camada de contato 1150 é de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2 mícrons. A camada de contato 1150 pode ser removida da superfície inteira exceto sob a camada 1155.

20 O contato de emissor 1155 pode incluir qualquer material altamente condutor. Em uma ou mais modalidades, o material condutor inclui uma liga de ouro/zinco.

25 Outra modalidade está mostrada na figura 5. O dispositivo de semicondutor 1200 está configurado como um diodo de emissão de radiação com uma junção de túnel dentro da região p. Este projeto vantajosamente provê contatos de resistência mais baixa e distribuição de corrente de resistência mais baixa. Muitos aspectos do semicondutor 1200 são análogos ao semicondutor 1100 mostrado na figura 4. Por exemplo, o contato 1025 pode ser análogo ao contato 1105, o refletor 1210 pode ser análogo ao refletor 1110, o substrato 1215 pode ser análogo ao substrato 1115, a camada de condução lateral 1220 pode ser análoga à camada de condução 1120, a camada de compensação 1225 pode ser análoga à camada de compensação

1125, a camada de revestimento 1230 pode ser análoga à camada de revestimento 1130, a camada de pontos 1235 pode ser análoga à camada de pontos 1135, a camada de revestimento 1240 pode ser análoga à camada de revestimento 1140, e a camada de confinamento 1245 pode ser análoga à 5 camada de confinamento 1145.

A camada de junção de túnel 1247 compreende o  $In_xGa_{1-x}As$  que é coincidido em treliça com a camada de confinamento 1245. A espessura de camada de junção de túnel 1247 é de aproximadamente 20 a aproximadamente 50 nm. A camada de junção de túnel 1247 é de preferência dopada 10 em p (por exemplo, com zinco), e a concentração de dopagem pode ser de aproximadamente 1 a aproximadamente 4 E19/cm<sup>3</sup>. A camada de junção de túnel 1250 compreende o  $In_xGa_{1-x}As$  que é coincidido em treliça com a junção de túnel 1247. A espessura da camada de junção de túnel 1250 é de aproximadamente 20 a aproximadamente 50.000 nm. A camada de junção 15 de túnel 1250 é de preferência dopada em n (por exemplo, com silício), e a concentração de dopagem é de aproximadamente 1 a aproximadamente 4 E19/cm<sup>3</sup>.

O contato de emissor 1255 pode incluir uma variedade de materiais condutores, mas de preferência compreende aqueles materiais que são 20 preferidos para as regiões n tais como o cromo-ouro, as ligas de ouro-germânio, ou as ligas de ouro-níquel.

Outra modalidade de um RED está mostrada na figura 6. O dispositivo de semicondutor 1300 está configurado como um diodo de emissão de radiação em um modo similar ao RED mostrado na figura 5, exceto que a 25 radiação eletromagnética pode ser emitida através do substrato do dispositivo de semicondutor devido, pelo menos em parte à ausência do refletor de base (por exemplo, a ausência de um refletor tal como 1201 mostrado na figura 5). Também, o dispositivo de semicondutor 1300 mostrado na figura 6 inclui um emissor de contato / refletor infravermelho 1355, o qual é um "contato total" que cobre a superfície inteira (ou substancialmente toda a superfície) do dispositivo.

Em todos os outros aspectos, o dispositivo 1300 é similar ao

dispositivo 1200. Por exemplo, o contato 1305 pode ser análogo ao contato 1205, o substrato 1315 pode ser análogo ao substrato 1215, a camada de condução lateral 1320 pode ser análoga à camada de condução 1220, a camada de compensação 1325 pode ser análoga à camada de compensação 1225, a camada de revestimento 1330 pode ser análoga à camada de revestimento 1230, a camada de pontos 1335 pode ser análoga à camada de pontos 1235, a camada de revestimento 1340 pode ser análoga à camada de revestimento 1240, e a camada de confinamento 1345 pode ser análoga à camada de confinamento 1245, a camada de junção de túnel 1347 é análoga à camada de junção de túnel 1247, a camada de junção de túnel 1350 é análoga à camada de junção de túnel 1250.

A tecnologia de semicondutor prevista pode também ser empregada na fabricação de diodos de laser. Um laser exemplar está mostrado na figura 7. O laser 1600 inclui um contato 1605, o qual pode compreender qualquer material condutor tal como as ligas de ouro-cromo. A espessura da camada de contato 1605 é de aproximadamente 0,5 mícrons a aproximadamente 2,0 mícrons.

O substrato 1610 compreende o fosfeto de índio que é de preferência dopado em n a uma concentração de aproximadamente 5 a aproximadamente 10 E18/cm<sup>3</sup>. A espessura do substrato 1610 é aproximadamente 250 a aproximadamente 600 mícrons.

A camada de fosfeto de índio epitaxial opcional 1615 é de preferência dopada em n a uma concentração de aproximadamente 0,24 E19/cm<sup>3</sup> a aproximadamente 10 E19/cm<sup>3</sup>. A espessura da camada epitaxial 615 é de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 500 nm.

A camada de InP<sub>1-y</sub>As<sub>y</sub> graduada 1620 é análoga à compensação de InP<sub>1-y</sub>As<sub>y</sub> graduada mostrada na figura 2. A compensação 1620 é de preferência dopada em n a uma concentração de aproximadamente 1 a aproximadamente 9 E18/cm<sup>3</sup>.

As camadas 1625 e 1630 formam um guia de onda 1627. A camada 1625 compreende o fosfeto de arseneto de índio gálio (In<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As<sub>z</sub>P<sub>1-z</sub>). A camada 1630 do mesmo modo compreende o In<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As<sub>z</sub>P<sub>1-z</sub>. Ambas

as camadas 1625 e 1630 são coincididas em treliça com o topo da camada 1620. Em outras palavras, as camadas 1625 e 1630 compreendem aproximadamente 0 a aproximadamente 0,3 fração molar de gálio e de 0 a aproximadamente 0,8 fração molar de arsênico. A camada 1625 tem aproximadamente 5 0,5 a aproximadamente 2 mícrons de espessura, e é dopada em n a uma concentração de aproximadamente 1-9 E18/cm<sup>3</sup>. A camada 1630 é de aproximadamente 500 a aproximadamente 1.500 nm, e é dopada em n a uma concentração de aproximadamente 0,5 a 1 E18/cm<sup>3</sup>.

A camada de confinamento 1635, a camada de pontos 1640, e a 10 camada de confinamento 1645 são similares ás camadas de pontos e de confinamento acima descritas com referência às outras modalidades. Por exemplo, a camada de confinamento 1635 é análoga à camada de confinamento 1040 e a camada de pontos 1640 é análoga à camada de pontos 1050 mostrada na figura 3. Em uma ou mais modalidades, o número de camadas de pontos empregadas dentro da região de pontos do dispositivo de 15 laser está além de 5 camadas de pontos, opcionalmente além 7 camadas de pontos, e opcionalmente além de 9 camadas de pontos (por exemplo, ciclos). As camadas de confinamento 1635 e 1645 tem uma espessura de aproximadamente 125 a aproximadamente 500 nm e são coincididas em treliça com o guia de onda. As camadas 1635, 1640, e 1645 são de preferência 20 não dopadas (isto é, estas são intrínsecas).

As camadas 1650 e 1655 formam o guia de onda 1653. Em um modo similar ás camadas 1625 e 1630, as camadas 1650 e 1655 compreendem o  $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}_z\text{P}_{1-z}$  que é coincidido em treliça com o topo da compensação 25 1620. A camada 1650 é de aproximadamente 500 a aproximadamente 1500 nm dopada em p a uma concentração de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1 E18/cm<sup>3</sup>. A camada 1655 tem aproximadamente 1 a aproximadamente 2 mícrons de espessura e é dopada em p a uma concentração de aproximadamente 1 a aproximadamente 9 E18/cm<sup>3</sup>.

30 Em uma modalidade a camada 1660 é uma camada de compensação que é análoga à camada de compensação 1620. Isto é, a fração molar de arsênico diminui conforme cada graduação está mais distante dos

pontos quânticos. A camada 1660 é de preferência dopada em p a uma concentração de  $1\text{-}9 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ .

A camada 1665 compreende o fosfeto de índio (InP). A espessura da camada 1665 é de aproximadamente 200 a aproximadamente 500 nm de espessura e é de preferência dopada em p a uma concentração de aproximadamente 1 a aproximadamente  $4 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ .

A camada 1670 é uma camada de contato análoga a outras camadas de contato descritas em modalidades anteriores.

Em outras modalidades, as camadas 1660, 1665, e 1670 podem ser análogas a outras configurações descritas com relação a outras modalidades. Por exemplo, estas camadas podem ser análogas às camadas 1145, 1150, e 1155 mostradas na figura 4. Alternativamente, as camadas análogas às camadas 1245, 1247, 1250, e 1255 mostradas na figura 5 podem ser substituídas pelas camadas 1660, 1665, e 1670.

Várias modificações e alterações que não se afastam do escopo e do espírito destas modalidades de dispositivo ficarão aparentes para aqueles versados na técnica.

É claro, deve ser apreciado que, em uma forma, a invenção aqui incorpora os elementos RED como descrito. No entanto, deve ser compreendido que várias outras tecnologias de dispositivos podem ser empregadas em conexão com os mesmos. Por exemplo, os diodos de laser baseados em RED podem ser implementados em uma variedade de modos, um exemplo dos quais será descrito em conexão com a figura 13. Além disso, vários lasers de semicondutor e outros diodos de laser podem ser empregados com modificações adequadas. É claro, outras tecnologias habilitantes podem ser desenvolvidas para produzir eficientemente uma irradiação de largura de banda limitada em comprimentos de onda vantajosos.

De modo a praticar a invenção para uma aplicação específica, usualmente será requerido desenvolver múltiplos dispositivos para produzir uma saída de energia de calor radiante suficiente de modo a ter uma amplitude adequada de irradiação. Novamente, em uma forma, estes dispositivos serão os diodos de laser baseados em RED (também referidos como L-

REDs). Na maioria das aplicações de calor da invenção, tais dispositivos serão tipicamente desenvolvidos em algum tipo de rede de x por y de alta densidade ou em múltiplas redes de x por y, algumas das quais podem tomar a forma de uma disposição especializada de dispositivos RED individuais (novamente, em uma forma, L-REDs). As redes podem variar de dispositivos únicos para mais tipicamente centenas, milhares, ou um número ilimitado de redes de dispositivo dependendo dos tipos e dos tamanhos de dispositivos utilizados, a saída requerida, e os comprimentos de onda necessários para uma implementação específica da invenção. Os dispositivos RED 5 serão usualmente montados sobre placas de circuito as quais tem pelo menos uma capacidade de dissipação de calor, se não acomodações de remoção de calor especiais. Freqüentemente, os dispositivos RED serão montados sobre tais placas de circuito em um desenvolvimento de densidade / proximidade estreita muito alta. É possível aproveitar-se de inovações recentes em montagem de matriz e construção de placa de circuito para maximizar a densidade onde desejável para as aplicações de alta potência. Por exemplo, tais técnicas como utilizadas com os flip chips são vantajosas para tais propósitos. Apesar da eficiência dos dispositivos RED ser boa para esta classe única de dispositivo de diodo, a maior parte da energia elétrica inserida 10 é convertida diretamente em calor localizado. Este calor desperdiçado deve ser conduzido para fora da junção de semicondutor para impedir o superaquecimento e a queima dos dispositivos individuais. Para as redes de densidade mais alta, estes podem provavelmente utilizar a tecnologia de flip chip e de empacotamento de chip em placa com um resfriamento ativo e/ou 15 passivo. Múltiplas placas de circuito serão freqüentemente utilizadas para praticidade e flexibilidade de posicionamento. As redes de x por y podem também compreender uma mistura de dispositivos RED os quais representam pelo menos dois comprimentos de onda selecionados diferentes de radiação infravermelha em um a faixa de, por exemplo, 1 micrômetro a 5 micrômetros. 20

Para a maioria das aplicações, os dispositivos RED serão desenvolvidos vantajosamente em redes variadamente dimensionadas, algu- 25

30

Para a maioria das aplicações, os dispositivos RED serão desenvolvidos vantajosamente em redes variadamente dimensionadas, algu-

mas das quais podem ser tridimensionais ou não planas por natureza para uma melhor irradiação de certos tipos de alvo. Isto é verdadeiro para pelo menos as seguintes razões:

1. Prover uma potência de saída suficiente pela combinação da
- 5 saída dos múltiplos dispositivos.
2. Prover uma 'dispersão' suficiente de saída sobre uma superfície maior do que um único dispositivo poderia irradiar apropriadamente.
3. Prover a funcionalidade de que a programabilidade de uma rede de dispositivos RED pode trazer para uma aplicação.
- 10 4. Permitir uma mistura nos dispositivos de rede que são sintonizados para diferentes comprimentos de onda especificados por muitas razões funcionais descritas neste documento.
5. Para facilitar o casamento da 'geometria' da saída para a especificação de aplicação específica.
- 15 6. Facilitar o casamento da localização de montagem de dispositivos, ângulos de radiação e economia para as especificações de aplicação.
7. Facilitar a sincronização da saída para um alvo móvel ou para outro 'movimento de saída'.
8. Acomodar o acionamento de grupos de dispositivos com um
- 20 circuito de controle comum.
9. Acomodar as técnicas de aquecimento de múltiplos estágios.

Devido às utilizações finais típicas dos diodos, estes foram fabricados em um modo que minimiza o custo reduzindo o tamanho da junção. Isto portanto requer menos área de pastilha de semicondutor a qual está diretamente correlacionada com o custo. A utilização final de dispositivos RED freqüentemente requererá uma saída de energia radiada substancial na forma de mais fótons. Foi teorizado que os REDs poderiam ser fabricados com modos criativos de formar uma grande área de junção de área de cobertura de produção de fótons. Fazendo isto, seria possível produzir dispositivos

25 RED capazes de sustentar uma saída radiante, de infravermelho médio, dramaticamente mais alta. Se tais dispositivos fossem disponíveis, então o número absoluto de dispositivos RED necessários para praticar esta inven-

ção poderia ser reduzido. Não seria necessariamente desejável ou prático, no entanto, dadas as saídas de alta potência associadas com as muitas aplicações desta invenção, que o número de dispositivos fosse reduzido para um único dispositivo. A invenção pode ser praticada com um único dispositivo para as aplicações de potência mais baixa, as aplicações de comprimento de onda único, ou, se os dispositivos RED puderem ser fabricados com uma capacidade de saída suficiente.

Similarmente, é possível fabricar as redes de dispositivos RED como circuitos integrados. Em tal implementação os REDs seriam dispostos dentro dos confins de uma única peça de silício, arseneto de gálio, fosfeto de índio, ou outro substrato adequado mas com múltiplas junções ou áreas de intervalo de banda aumentadas que funcionam como os locais de produção de fôtons sobre o chip. Estes poderiam ser similares a outros pacotes de circuitos integrados os quais utilizam redes de grade de esfera para a conectividade elétrica. Tais pacotes de dispositivos poderia então ser utilizados como a rede, facilitando a conectividade elétrica desejada para conexão no e controle pelo sistema de controle. Novamente, um parâmetro de projeto importante é o controle da temperatura de junção ou de intervalo de banda a qual não deve ser permitida atingir aproximadamente 100° a 105 °C, com a química corrente, antes que danos começem a ocorrer. Para uma melhor eficiência, é desejável manter a área de intervalo de banda tão fria quanto possível, como menos do que 30 graus C, de modo que uma corrente elétrica máxima possa ser tolerada e convertida para fôtons radiantes. Assim, o projeto para montar cada matriz de RED na placa de circuito, deve considerar a importância de remover o calor do dispositivo tão eficientemente quanto possível. Por exemplo, o calor pode ser removido por condução através dos ressaltos de espiga que também estão destinados para a condução elétrica para o anodo e o catodo respectivamente, do dispositivo. A placa de circuito sobre a qual os dispositivos estão montados deve ser escolhida para uma boa condução de calor assim como que o calor possa ser carregado para fora dos dispositivos os quais em muitas aplicações empregarão dissipadores de calor ou uma camisa de resfriamento como necessário para manter a

placa de circuito fria. É previsto que os futuros compostos químicos possam ter uma tolerância ao calor aumentada mas o calor deve sempre ser mantido abaixo da faixa de danos críticos do dispositivo empregado. Estes poderiam adicionalmente ser desenvolvidos ou em placas de circuito individualmente 5 ou em múltiplos ou estes poderiam ser dispostos como uma rede de dispositivos de nível mais alto como ditado pela aplicação e a economia.

No projeto da melhor configuração para desenvolver os dispositivos RED em redes de irradiação, independentemente do fator de forma dos dispositivos, o projetista deve considerar toda a gama de variáveis. Algumas 10 das variáveis a serem consideradas em vista da aplicação objetivada incluem o empacotamento, a facilidade de desenvolvimento, os custos, a conectividade eletrônica, o controle para as considerações de programabilidade, o resfriamento, o ambiente de desenvolvimento, o roteamento de potência, a fonte de alimentação, a voltagem de cadeia, a geometria de cadeia, as especificações de irradiação, a segurança e muitas outras que alguém versado 15 nas técnicas apropriadas compreenderá.

Todos os materiais brutos utilizados para fabricar os produtos tem associados com estes características de absorção e de transmissão específicas em vários comprimentos de onda dentro do espectro eletromagnético. Cada material também tem propriedades de reflexão e de emissão infravermelha características mas não despendemos nenhum tempo discutindo estes porque a prática desta invenção está mais dirigida pelas propriedades de absorção / transmissão. O percentual de absorção a qualquer dado comprimento de onda pode ser medido e mapeado para qualquer material 20 específico. Este pode então ser mostrado graficamente sobre uma ampla faixa de comprimentos de onda como será explicado e exemplificado em mais detalhes posteriormente neste documento. Como cada tipo de material tem propriedades de absorção ou de transmissão características a diferentes comprimentos de onda, para uma melhor otimização de processo térmico é 25 muito valioso conhecer estas propriedades de materiais. Deve ser reconhecido que se um certo material for altamente transmissivo em uma certa faixa de comprimentos de onda, então seria muito ineficiente tentar aquecer este 30

material naquela faixa de comprimento de onda. Ao contrário, se o material for muito absoror a um certo comprimento de onda, então a aplicação de calor radiante resultará no aquecimento de superfície do material. Para os materiais que são condutores de calor ineficientes, este não é usualmente 5 um meio ótimo para aquecer uniformemente através do material.

O fato de que vários materiais tem características de absorção ou de transmissão específicas em vários comprimentos de onda tem sido bem-conhecido na técnica por muitos anos. Como, no entanto, as fontes de infravermelho de alta potência não eram disponíveis que poderiam ser especificadas a comprimentos de onda específicos, ou combinações de comprimentos de onda, não tem sido historicamente possível otimizar totalmente muitas das operações de aquecimento ou de processamento existentes. Como não era prático fornecer comprimentos de onda específicos de radiação infravermelha para um produto, muitos fabricantes não estão cientes dos 10 comprimentos de onda nos quais o seu produto específico é mais desejavelmente aquecido ou processado.

Isto está ilustrado com um exemplo na indústria de plásticos. Referindo às figuras 9 e 10, examinando a curva de transmissão do tereftalato de polietileno (material de resina PET, como é conhecido na indústria), do 20 qual os contentores de bebida plásticos são moldados por sopro de esticamento, pode ser observado que o material de PET é altamente absoror na região de comprimento de onda longo e é altamente transmissivo nas regiões de comprimento de onda visível e infravermelho próximo. A sua transmissão varia dramaticamente entre 1 micrômetro e 5 micrômetros. A sua 25 transmissão não somente varia dramaticamente naquela faixa mas varia freqüentemente e abruptamente e freqüentemente muito substancialmente algumas vezes dentro de 0,1 micrômetros.

Por exemplo, a 2,9 micrômetros, o PET tem uma absorção muito forte. Isto significa que se uma radiação infravermelha fosse introduzida no 30 PET a 2,9 micrômetros, esta seria praticamente toda absorvida logo na superfície ou na camada externa do material. Se fosse desejável aquecer somente a superfície externa do material, então este comprimento de onda

poderia ser utilizado. Como o PET é um condutor de calor muito ruim (tem um baixo coeficiente de condutividade térmica) e como é mais desejável nas operações de moldagem por sobre de esticamento aquecer o material de PET profundamente por dentro e uniformemente através de todo o seu volume, esta é, na prática, um mau comprimento de onda no qual aquecer o PET apropriadamente.

Observando outra condição, a 1,0 micrômetro (1000 nanômetros) o material de PET é altamente transmissivo. Isto significa que uma alto percentagem da radiação neste comprimento de onda que impacta a superfície do PET, será transmitida através do PET e sairá sem impor nenhum aquecimento preferencial, com isto sendo grandemente desperdiçada. É importante notar que a transmissão de energia eletromagnética diminui exponencialmente como uma função de espessura para todos os materiais dielétricos, de modo que a espessura de material tem um impacto substancial sobre a escolha do comprimento de onda ótimo para um dado material.

Deve ser compreendido que apesar do material termoplástico de PET ter sido aqui utilizado como um exemplo, os princípios são verdadeiros para uma ampla variedade de diferentes tipos de materiais utilizados em diferentes indústrias e para diferentes tipos de processos. Por exemplo, o PEN ou o PLA são materiais para os quais estes princípios podem se aplicar. Como um exemplo muito diferente, um sistema de lamação de cola ou de adesivo é ilustrativo. Neste exemplo, suponha que o material-pai que deve ser colado é muito transmissivo a um comprimento de onda de infravermelho escolhido. A cola curada por calor que deve ser empregada pode ser muito absorvedora naquele mesmo comprimento de onda. Pela irradiação do sanduíche de cola / laminado neste comprimento de onda vantajoso específico, o processo é adicionalmente otimizado porque a cola, e não o material-pai adjacente, é aquecida. Escolhendo seletivamente esta reciprocidade, pontos ótimos são encontrados dentro de vários tipos de processamento ou aplicações de aquecimento amplamente diversos dentro da indústria.

Historicamente, a capacidade de produzir densidades de radiação infravermelha relativamente altas a comprimentos de onda específicos

não tem estado simplesmente disponível para a indústria. Portanto, como este tipo de otimização de aquecimento ou de processamento não tem estado disponível, ente não tem sido contemplado pela maioria dos fabricantes. 5 é previsto que a disponibilidade de tal potência radiante infravermelha de comprimento de onda específico abrirá novas metodologias e processos inteiramente novos. A invenção em questão tornará tais processos práticos e proverá uma tecnologia de implementação que tem uma flexibilidade de alcance maior para uma ampla gama de aplicações. Apesar de ser previsto que as primeiras utilizações da invenção em questão serão na indústria, é 10 também reconhecido que existirão muitas aplicações em área comercial, médica, de consumidor, e outras áreas também.

É previsto que a invenção será muito útil como uma alternativa aos bulbos de aquecimento infravermelho de quartzo de banda larga, ou outros dispositivos de aquecimento convencionais, que estão correntemente 15 em ampla utilização. Tais bulbos de quartzo são utilizados para uma gama de coisas que incluem aquecer as folhas de material plástico na preparação para as operações de termoformagem. Não somente pode a invenção em questão ser utilizada como uma alternativa à funcionalidade existente de lâmpadas infravermelhas de quartzo ou outros dispositivos de aquecimento 20 convencionais, mas pode ser previsto adicionar uma funcionalidade adicional substancial.

A presente invenção, em contraste, pode ou gerar uma energia radiante em um modo continuamente energizado ou alternativamente pulsado. Como os dispositivos RED básicos da invenção em questão tem um 25 tempo de resposta extremamente rápido o qual mede em microssegundos, estes podem ser mais eficientes em energia para ligar a energia quando esta é necessária ou quando um componente-alvo está dentro da área-alvo e então desligá-la quando o componente não está mais dentro da área-alvo.

A funcionalidade adicionada de ser capaz de energizar em pulsos a fonte de infravermelho pode levar a um aperfeiçoamento considerável 30 na eficiência de energia total de muitas aplicações de aquecimento radiante. Por exemplo, modulando adequadamente o tempo energizado ou os indivi-

duais ou as redes dos dispositivos de emissão de radiação infravermelha (REDs), é possível rastrear os alvos individuais conforme estes movem passando pela grande fonte de rede infravermelha. Em outras palavras, os dispositivos de emissão infravermelha que estão mais próximos do dispositivo-alvo seriam aqueles que seriam energizados. Conforme o componente ou região-alvo move adiante, a "onda de energização" poderia ser passada pela rede abaixo.

No caso de aquecer um material que será termoformado, poderia ser desejável aplicar mais entrada de calor em áreas as quais serão mais severamente formadas se comparadas com as áreas as quais serão mais modestamente formadas ou não de todo formadas. É possível, projetando corretamente a configuração de redes de emissores de infravermelho, não somente ter todos os dispositivos energizados simultaneamente mas é possível energizá-los muito estrategicamente para corresponder à forma da área a ser aquecida. Para as linhas de produção continuamente móveis, por exemplo, poderia ser o mais desejável programar uma área especialmente formada de perfil de calor desejado que pode ser programavelmente movida em movimento síncrono com a região-alvo a ser aquecida. Considere uma área em forma de moldura de quadro que requer aquecimento como mostrado na figura 18. Neste caso, seria possível ter uma rede de dispositivos (402) em forma de moldura de quadro similar na intensidade radiante desejada que moveria programavelmente pela rede abaixo, sincronizada com o movimento da folha de termoformagem alvo (401). Pela utilização de um codificador para rastrear o movimento de um produto tal como a folha de termoformagem (401), técnicas de sincronização eletrônicas bem-conhecidas podem ser utilizadas para ligar os dispositivos certos na intensidade desejada de acordo com um controlador programável ou as instruções do computador. Os dispositivos dentro das redes poderiam ser ligados pelo sistema de controle para a sua intensidade de saída desejada ou em um modo "contínuo" ou um modo "pulsado". Qualquer modo poderia modular a intensidade como uma função de tempo para a condição de saída mais desejável. Este controle pode ser de grupos de dispositivos ou até de dispositi-

vos RED individuais. Para uma aplicação específica, pode não haver uma necessidade, de ter um controle granular até os dispositivos RED individuais. Nestes casos, os dispositivos RED podem ser ligados em cadeias de geometria mais desejada. Estas cadeias ou grupos de cadeias podem então ser 5 programavelmente controladas conforme as especificações de aplicação ditem. A praticidade algumas vezes ditará que os dispositivos RED sejam acionados em grupos ou cadeias para facilitar as voltagens que são as mais convenientes e para reduzir o custo de controle de dispositivo individual.

As cadeias ou redes de REDs podem ser controladas simplesmente suprindo uma corrente em uma configuração de ciclo aberto ou um controle mais sofisticado pode ser empregado. A avaliação intensiva de fato de qualquer aplicação específica ditará a quantidade e o nível de controle radiante infravermelho que é apropriado. Para o grau em que um controle complexo ou preciso é ditado, o circuito de controle poderia monitorar e modular continuamente a corrente de entrada, a voltagem, ou outra saída específica. O monitoramento para a saída ou resultado radiante mais desejável poderia ser implementado medindo diretamente a saída da rede infravermelha ou, alternativamente, algum parâmetro associado com o objeto-alvo da radiação infravermelha. Isto poderia ser executado por uma continuidade de 15 diferentes tecnologias, da incorporação de simples termopares ou pirômetros até as tecnologias muito mais sofisticadas que poderiam tomar a forma de, por exemplo, câmeras infravermelhas. Alguém versado na técnica seria capaz de recomendar uma técnica de monitoramento de ciclo fechado específica que seja economicamente sensível e justificável para uma aplicação específica da invenção.

Tanto os métodos diretos e indiretos de monitoramento podem ser incorporados. Por exemplo, se um material específico estiver sendo aquecido para o propósito de atingir uma faixa de temperatura formável, pode ser desejável medir a força necessária para formar o material e utilizar estes 30 dados como pelo menos uma porção do retorno para modulação das redes de radiação infravermelha. Muitos outros meios de retorno diretos ou indiretos são possíveis para facilitar a otimização e o controle da saída da inven-

ção em questão.

Deve ser claramente compreendido que as formas, as intensidades, e o tempo de energização da fonte de calor radiante da presente invenção, como aqui descrito, são altamente programáveis e presta-se a um nível muito alto de personalização programável. Freqüentemente na indústria, formas ou configurações personalizadas de fontes de calor são projetadas e construídas para um componente específico para direcionar o aquecimento para as localizações corretas sobre o componente. Com a programabilidade flexível da invenção em questão é possível que um único painel de aquecimento programável sirva como uma substituição flexível para um número quase infinito de painéis construídos personalizados. A indústria está repleta com uma ampla variedade de fornos infravermelhos e sistemas de processamento. Tais fornos são utilizados para curar tintas, revestimentos, pastas de várias espécies e tipos, e muitos outros propósitos. Estes também podem ser utilizados em uma ampla variedade de diferentes linhas de laminação para fundir por calor os materiais juntos ou para curar colas, adesivos, tratamentos de superfície, revestimentos, ou várias camadas que poderiam ser adicionadas ao 'sanduíche' de laminação.

Outros fornos podem ser utilizados para uma ampla variedade de aplicações de secagem. Por exemplo, na indústria de latas de bebida de duas peças, é comum pulverizar um revestimento no interior da lata de bebida e então transportá-las continuamente por transportador "em massa" através de um forno de cura. O revestimento interno não curado tem a aparência de tinta branca quando da aplicação, mas após a cura torna-se quase transparente. Nestas várias aplicações de secagem e de cura com a corrente invenção, seria possível escolher um comprimento de onda ou uma combinação de comprimentos de onda que sejam as mais prontamente e apropriadamente absorvidas pelo material que precisa ser secado, tratado, ou curado. Em algumas aplicações, os comprimentos de onda que não estão presentes podem ser mais importantes para um processo aperfeiçoado do que aqueles que estão presentes. Os comprimentos de onda indesejáveis podem afetar adversamente os materiais secando, aquecendo, mudando a estrutura

de grãos ou muitos outros resultados deletérios os quais em um processo mais ótimo poderiam ser evitados com a invenção em questão.

Freqüentemente é desejável aumentar a temperatura de um material-alvo a ser curado ou secado sem afetar substancialmente o substrato 5 ou material-pai. Pode bem ser que o material-pai seja danificado por tal processamento. É mais desejável não induzir calor no mesmo enquanto ainda conduzindo o calor no material-alvo. A invenção em questão facilita este tipo de aquecimento seletivo.

Para revisar outra área de aplicação para a invenção, a indústria 10 médica tem feito experiências com uma ampla variedade de tratamentos radiantes de luz visível e infravermelho próximo. Foi teorizado que certos comprimentos de onda de energia eletromagnética estimulam e promovem cura. Também tem sido postulado que a irradiação com certos comprimentos de onda pode estimular a produção de enzimas, hormônios, anticorpos, e outros 15 produtos químicos dentro do corpo assim como estimular a atividade em órgãos preguiçosos. Está além do escopo desta patente examinar qualquer dos detalhes específicos ou metodologias de tratamento ou o mérito de tais postulações. A invenção em questão, no entanto, pode prover uma fonte de irradiação de infravermelho médio de estado sólido, de comprimento de onda 20 selecionável, e programável que pode facilitar uma ampla gama de tais modalidades de tratamento médico.

É historicamente verdadeiro, no entanto, que a indústria médica 25 não teve uma metodologia prática para produzir uma radiação de comprimento de onda específico, de alta potência nas bandas de comprimento de onda de IV médio. A presente invenção permitiria tal radiação infravermelha de comprimento de onda específico de banda estreita e o poderia fazer em um fator de forma fino, leve, seguro e conveniente que seria facilmente utilizado para as aplicações médicas.

Para o tratamento médico existem algumas vantagens muito 30 importantes de ser capaz de selecionar um comprimento de onda específico ou uma combinação de comprimentos de onda que são utilizados para irradiação. Exatamente como os materiais de fabricação industrial, os materiais

orgânicos também tem curvas espectrais de transmissão / absorção específicas. O tecido animal, vegetal, ou humano exibe janelas de absorção / transmissivas específicas as quais podem ser exploradas com grande vantagem.

5           Uma percentagem muito alta do corpo humano é composta elementarmente de água, portanto é provável que as curvas de transmissão / absorção para a água sejam um bom ponto de partida para uma aproximação bruta para muitos tecidos humanos. Através de uma pesquisa extensiva é possível desenvolver curvas precisas para todos os tipos de tecido em  
10           humanos, animais, e plantas. É também possível desenvolver a relação entre vários tipos de cura ou de estimulação que podem ser procurados de órgãos ou tecidos e relacionar isto às curvas de transmissão / absorção. Selecionando cuidadosamente o comprimento de onda ou a combinação de comprimentos de onda, seria possível desenvolver regimes de tratamento os  
15           quais poderiam ter um efeito positivo com uma ampla gama de doenças e indisposições.

Alguns tecidos ou órgãos que seriam desejáveis tratar estão muito próximos da superfície enquanto que outros encontram-se profundos dentro do corpo. Devido às características de absorção do tecido humano,  
20           poderia não ser possível atingir tais áreas profundas com técnicas não invasivas. Pode ser necessário utilizar alguma forma de técnica invasiva de modo a colocar as fontes de irradiação próxima do tecido-alvo. É possível projetar as redes de irradiação da presente invenção de modo que estas sejam do tamanho e/ou forma apropriados para serem utilizadas em uma ampla  
25           gama de tratamentos invasivos ou não invasivos. Apesar das técnicas, modalidades e configurações de tratamento estarem além do escopo desta discussão, a invenção é a primeira de seu tipo disponível para tornar a irradiação de estado sólido, de comprimento de onda seletivo disponível nas bandas de comprimento de onda de infravermelho médio. Esta pode ser configurada para uma ampla gama de modalidades e tipos de tratamento. Devido ao seu fator de forma altamente flexível e à natureza programável, esta é capaz de ser configurada para um tamanho e peso de corpo específicos pa-

ra produzir os ângulos, as intensidades, e os comprimentos de onda apropriados para um tratamento personalizado.

A irradiação infravermelha está sendo utilizada para um número crescente de aplicações médicas de tratamentos para hemorróidas até a 5 dermatologia. Um exemplo de tratamento infravermelho que é correntemente executado com as fontes de infravermelho de banda larga é denominado tratamento de coagulação infravermelho. Além disso, a neuropatia periférica diabética é algumas vezes tratada com tratamento de lâmpada infravermelha. O cotovelo de tenista e outras indisposições similares são freqüentemente 10 correntemente tratadas com as lâmpadas infravermelhas de banda larga também. A incorporação da capacidade da presente invenção de gerar comprimentos de onda de radiação específicos assim como a capacidade de gerar uma irradiação pulsada pode prover um aperfeiçoamento substancial nestes tratamentos. Esta também pode prover uma melhor tolerância e 15 conforto para o paciente. A invenção também facilita a fabricação de um dispositivo médico que poderia ser alimentado com voltagens inherentemente seguras.

A pulsação da energia de irradiação pode prover ser um aspecto-chave associado com muitas aplicações de tratamento médico. Uma irradiação contínua pode causar um superaquecimento de tecido enquanto que 20 uma irradiação pulsada pode provar prover uma estimulação suficiente sem o efeito deletério de superaquecimento, desconforto, ou danos de tecido. Apenas o fato que os dispositivos / redes podem ser pulsados a taxas extremamente altas com os tempos de ligação medidos em microssegundos 25 ou mais rápido provê outra propriedade útil. é previsto que pulsos de radiação de intensidade muito alta podem ser tolerados sem danos às redes se estas forem ativadas por ciclos ativos muito curtos, já que o superaquecimento de junção de semicondutor não teria tempo de ocorrer com tais tempos de pulso curtos. Isto permitiria uma maior intensidade instantânea somada o que poderia facilitar a penetração através de mais tecido.

A frequência na qual a pulsação ocorre pode também provar ser importante. É conhecido na literatura que certas frequências de irradiação

para os humanos podem ter efeitos de cura ou, alternativamente, deletérios. Por exemplo, certas frequências ou combinações de frequências de modulação de amplitude de luz visível podem fazer com que os humanos tornem-se nauseados e no entanto outras frequências ou combinações de frequências de modulação de amplitude podem causar ataques epiléticos. Conforme uma pesquisa médica adicional é feita está pode na realidade determinar que a frequência de pulsação, a forma de onda, ou uma combinação de frequências juntamente com o comprimento de onda ou a combinação de comprimentos de onda selecionados tem um efeito muito substancial sobre o sucesso de vários tratamentos de radiação. É muito provável que muitas das modalidades de tratamento as quais utilizam esta invenção não são ainda compreendidas nem realizadas já que a invenção em questão ainda não está disponível para os pesquisadores ou os profissionais.

Outra aplicação para a invenção em questão é na preparação, processamento, ou acabamento de alimentos. Certamente uma gama muito ampla de diferentes tipos de fornos e sistemas de aquecimento tem sido utilizada na preparação de alimentos através de toda a história humana. Como a maioria destes são bem-conhecidos, está além do escopo deste pedido de patente descrever a gama total de tais fornos e sistemas de aquecimento. Com a notável exceção de cozimento de microondas o qual utiliza uma tecnologia de cozimento de fonte não infravermelha / não térmica, virtualmente todas as outras tecnologias de cozimento utilizam as fontes de aquecimento de banda larga de vários tipos. As fontes e os elementos de aquecimento infravermelhos que são utilizados em tais fornos são fontes de banda larga. Estas não tem a capacidade de produzir comprimentos de onda específicos de energia infravermelha que poderiam ser mais vantajosos para a situação de cozimento específica ou o produto que está sendo cozido.

Como foi anteriormente discutido com outros materiais, os produtos vegetais e animais tem curvas espectrais de absorção específicas. Estas curvas de absorção específicas referem-se a quão absoror ou transmissor um produto alimentício específico é a comprimentos de onda específicos. Pela seleção de um comprimento de onda específico ou uns poucos

comprimentos de onda cuidadosamente selecionados nos quais irradiar o alimento em questão é possível modificar ou otimizar as características de cozimento desejadas. A utilização mais eficiente de energia radiada pode reduzir o custo de aquecimento ou de cozimento.

5 Por exemplo, se for mais desejado aquecer ou tostar a superfície externa de um produto alimentício específico, a invenção em questão permitiria a seleção de um comprimento de onda no qual o produto alimentício específico é altamente absoror. O resultado seria que quando irradiado no comprimento de onda escolhido a energia infravermelha seria toda absorvida  
 10 muito próximo da superfície, assim fazendo com que a ação de aquecimento e/ou tostamento desejada aconteça logo na superfície. Ao contrário, se for desejado não superaquecer a superfície mas ao invés cozinar o alimento muito profundamente dentro do mesmo, então é possível escolher um comprimento de onda ou uma combinação de comprimentos de onda selecionados nos quais o alimento específico é muito mais transmissivo de modo que o resultado de cozimento desejado possa ser conseguido. Assim a energia radiante será absorvida progressivamente conforme esta penetra na profundidade desejada.

É importante notar que para as ondas eletromagnéticas que deslocam-se através de um material não metálico, a intensidade de sua onda  $I(t)$  diminui como uma função da distância de deslocamento  $t$  como descrito pela seguinte equação:

$$I(t) = I_0(e^{-\alpha t})$$

Nesta equação,  $I_0$  é a intensidade inicial do feixe e  $\alpha$  é o coeficiente de absorção específico para o material. Conforme o tempo  $t$  aumenta, a intensidade do feixe sofre uma queda exponencial a qual é causada por energia radiante dentro do feixe original sendo absorvida pelo material hospedeiro. Por esta razão, a utilização de aquecimento de radiação infravermelha para conseguir resultados de cozimento ótimos gera uma interação complexa entre a espessura dos itens de alimento, a intensidade radiante infravermelha aplicada, o comprimento de onda de irradiação, e o(s) coeficiente(s) de absorção do material.

Pela mistura de elementos RED que irradiam a diferentes comprimentos de onda, é possível otimizar adicionalmente um resultado de cozimento. Dentro de tal rede de múltiplos comprimentos de onda, um tipo de elemento seria escolhido a um comprimento de onda em que a absorção de energia radiante é baixa, assim permitindo que uma penetração de aquecimento profundo ocorra. Um segundo tipo de elemento seria escolhido em que a absorção de energia radiante é alta assim facilitando que o aquecimento de superfície ocorra. Completando a rede, um terceiro tipo de elemento RED poderia ser concebido ser escolhido a um comprimento de onda intermediário a estes dois extremos em absorção. Controlando o nível de saída radiante relativo dos 3 tipos de emissores RED contidos em tal rede, seria possível otimizar as propriedades importantes de itens de alimentos preparados.

Conectando sensores de cor, de temperatura, e potencialmente visuais ao sistema de controle é possível fechar o ciclo e adicionalmente otimizar os resultados de cozimento desejados. Sob tais circunstâncias, pode ser possível verificar o parâmetro exato o qual poderia estar em questão e permitir que o sistema de controle responda enviando uma irradiação no comprimento de onda, na intensidade, e na direção apropriados que seria mais desejável. Utilizando e integrando um sensor de visão, seria possível realmente ver as localizações e os tamanhos dos produtos alimentícios que devem ser cozidos e então otimizar a saída do forno consequentemente como foi acima descrito. Quando utilizado em combinação com um sensor de umidade, seria possível responder com a combinação que manteria o conteúdo de umidade desejado. É, portanto, possível compreender como a invenção em questão, em combinação com os sensores apropriados, e a "inteligência" de controlador pode realmente facilitar o forno inteligente do futuro. É, obviamente, possível combinar a presente invenção com as tecnologias de cozimento convencionais, incluindo os fornos de convecção e a capacidade de forno de microondas para conseguir a melhor mistura de cada uma destas ofertas de tecnologia. O sistema de controle inteligente poderia ser projetado para melhor otimizar a tecnologia da presente invenção em combi-

nação com as tecnologias de cozimento convencionais.

É também possível, pela seleção de comprimentos de onda que seriam absorvidos por um alimento e não tão altamente absorvidos por um segundo alimento, ser altamente seletivo quanto à quantidade de aquecimento que acontece em um prato de alimentos misturados. Assim pode ser compreendido que pela mudança das combinações e permutações e intensidades de vários comprimentos de onda que são selecionáveis pode-se conseguir uma ampla gama de resultados de cozimento especificamente projetados.

Com qualquer uma das aplicações da invenção em questão, é possível utilizar vários dispositivos de lentes ou de guia de feixe para conseguir a direcionalidade desejada da energia de irradiação. Os dispositivos de guia de feixe escolhidos devem ser escolhidos apropriadamente para funcionar no comprimento de onda de radiação que está sendo guiado ou direcionado. Pela utilização de técnicas bem compreendidas de difração, refração, e reflexão, é possível direcionar a energia de diferentes porções de uma rede de dispositivos RED em direções desejadas. Controlando programavelmente os dispositivos específicos que são ligados, e modulando as suas intensidades, é possível conseguir uma ampla gama de seletividade de irradiação. Escolhendo um modo de estado estável ou de pulsação e adicionadamente programando quais dispositivos são pulsados em qual tempo, é possível aumentar a funcionalidade ainda mais.

Apesar desta descrição discutir a aplicação de energia radiante primariamente dentro da faixa de 1,0 a 3,5 micrômetros, deve ser óbvio para qualquer um versado na técnica que efeitos de aquecimento de material similares podem ser conseguidos em outros comprimentos de onda operacionais, incluindo os comprimentos de onda mais longos no infravermelho ou os comprimentos de onda mais curtos abaixo através da região visível. O espírito da invenção descrita inclui a aplicação de emissores de estado sólido de elétron para fóton diretos para os propósitos de aquecimento radiante em que os emissores são conceitualmente operacionais da luz visível até o infravermelho distante. Pode ser desejável, para certos tipos de aplicações,

combinar outros dispositivos de comprimento de onda selecionável na invenção os quais irradiam em outros comprimentos de onda fora da faixa de infravermelho médio.

A figura 8 fornece uma indicação gráfica de um único componente RED 10. O RED 10 compreende uma pilha 20. A pilha 20 pode tomar uma variedade de configurações, tal como as pilhas de camadas de semicondutor e similares ilustradas em conexão com as figuras 1-7. Pelo menos em uma forma, o contato 40 (que corresponde, por exemplo, aos contatos 1105, 1205 e 1305) do RED 10 é feito para a pilha 20 através do fio 80. Quando uma corrente 60 é feita fluir através do fio de ligação 80 e da pilha 20, os fôtons 70 são emitidos que possuem uma energia ou um comprimento de onda característicos consistentes com a configuração da pilha 20.

Como muitas das lições de semicondutor aprendidas na fabricação de LEDs podem aplicar-se a REDs, é útil mencionar um paralelo que 15 pode ajudar a evolução dos novos dispositivos RED. Aperfeiçoamentos drásticos na eficiência de conversão de energia (saída de energia ótica / entrada de energia elétrica) de LEDs ocorreram ao longo dos anos que datam à sua introdução no mercado em geral. Eficiências de conversão de energia acima de 10% foram conseguidas em LEDs comercialmente disponíveis que operam na luz visível e na porção de IV próximo do espectro. Esta invenção 20 contempla a utilização dos novos REDs que operam em algum lugar dentro da faixa de 1 micrômetro a 3,5 micrômetros como os elementos de aquecimento infravermelhos primários dentro de vários sistemas de aquecimento. Esta aplicação descreve uma implementação específica em sistema de mola- 25 dagem por sopro.

As figuras 9 e 10 mostram a percentagem relativa de energia IV transmitida dentro de uma seção de 254 micrômetros (10 mils) de PET como uma função de comprimento de onda. Dentro da faixa de transmissão de quartzo (até 3,5 micrômetros), a presença de bandas de forte absorção 30 (bandas de comprimento de onda de pouca ou nenhuma transmissão) é evidente em diversos comprimentos de onda que incluem 2,3 micrômetros, 2,8 micrômetros, e 3,4 micrômetros. O conceito básico associado com a inven-

ção em questão é a utilização de elementos RED projetados e escolhidos para operar a comprimento(s) de onda(s) selecionado(s) dentro da faixa de 1 micrômetro a 3,5 micrômetros como os elementos de aquecimento fundamentais dentro da seção de condicionamento térmico de máquinas de molagem por sopro.

As figuras 11a, 11b, e 11c mostram um exemplo de conjunto de emissores RED 10 individuais empacotados juntos em um elemento de aquecedor de RED 100 adequado. Nesta modalidade da invenção, os REDs 10 estão fisicamente montados de modo que as regiões dopadas em n estão diretamente presas a uma barra condutora de catodo 120. A barra condutora de catodo 120 é idealmente fabricada de um material tal como cobre, ou ouro, os quais são ambos bons condutores de eletricidade assim como de calor. As regiões correspondentes dos REDs 10 estão conectadas através de fios de ligação 80 na barra condutora de anodo 110. Idealmente, a barra condutora de anodo teria as mesmas propriedades térmicas e elétricas que a barra condutora de catodo. A voltagem de entrada é externamente gerada através das 2 barras condutoras fazendo com que uma corrente (I) flua dentro dos REDs 10 resultando na emissão de fôtons de IV ou energia radiante, tal como aquela mostrada em 170. Um refletor 130 é utilizado na modalidade preferida para direcionar a energia radiante em uma direção preferida afastando do elemento de aquecedor de RED 100. A pequena extensão física dos REDs 10 torna possível direcionar mais facilmente a energia radiante 170 que é emitida em uma direção preferida. Este demonstrativo sendo comparativamente aplicado ao caso de um filamento bobinado muito maior; tal relação entre o tamanho físico de um emissor e a capacidade de direcionar o fluxo radiante resultante utilizando meios de lentes tradicionais sendo bem-conhecida na técnica.

Um dissipador de calor 140 é utilizado para conduzir o desperdício de calor gerado no processo de criar a energia radiante de IV 170 afastando do elemento de aquecedor de RED 100. O dissipador de calor 140 poderia ser implementado utilizando vários meios conhecidos na indústria. Estes meios incluem a dissipação de calor passiva, a dissipação de calor

ativa que utiliza o resfriamento de ar por convecção, e a dissipação de calor ativa que utiliza o resfriamento de água ou outro líquido. O resfriamento de líquido através de, por exemplo, uma camisa de líquido tem a vantagem de ser capaz de conduzir para fora a quantidade substancial de calor que é gerada da quantidade de energia elétrica que não foi convertida para fótons radiantes. Através do meio líquido, este calor pode ser conduzido para uma localização externa ou para outra área onde o calor é necessário. Se o calor for conduzido para fora da fábrica ou para outra localização então a energia de condicionamento de ar / resfriamento poderia ser substancialmente reduzida.

Além disso, um bulbo 150 é otimamente utilizado nesta modalidade da invenção. A função primária do bulbo 150 como aqui aplicado é de proteger os REDs 10 e os fios de ligação 80 de serem danificados. O bulbo 150 está de preferência construído de quartzo devido à sua faixa de transmissão que estende-se da luz visível até 3,5 micrômetros. No entanto, outros materiais óticos incluindo o vidro que tem uma faixa de transmissão que estende-se além do comprimento de onda de operação dos REDs 10 poderiam também ser utilizados.

Um desenvolvimento do elemento de aquecedor de RED 100, dentro de um moldador por sopro, está apresentado nas figuras 12a e 12b. Neste sistema, os pré-formados 240 entram em um sistema de monitoramento e condicionamento térmico 210 através de um sistema de transferência 220. Os pré-formados 240 poderiam entrar no sistema de monitoramento e condicionamento térmico 210 na temperatura ambiente, tendo sido previamente moldados por injeção em algum momento anterior. Ou, alternativamente, os pré-formados 240 poderiam vir diretamente de um processo de moldagem por injeção como é feito nos sistemas de moldagem por injeção / moldagem por sopro de estágio único. Alternativamente, os pré-formados poderiam ser feitos por um de diversos outros processos. Qualquer que seja a forma e o tempo de fabricação de pré-formado, entrando deste modo, os pré-formados 240 teriam quantidades variáveis de calor latente contidos nos mesmos.

Uma vez apresentados pelo sistema de transferência 220, os pré-formados 240 são transportados através do sistema de monitoramento e condicionamento térmico 210 através de um transportador 250, tais transportadores sendo bem-conhecidos na indústria. Conforme os pré-formados 240

5 deslocam-se através do sistema de monitoramento e condicionamento térmico 210, estes são sujeitos a uma energia de IV radiante 170 emitida por uma série de elementos de aquecedor de RED 100. Estes elementos de aquecedor de RED podem vantajosamente tomar a forma de elementos RED baseados em laser (L-REDs), os quais serão descritos abaixo em detalhes

10 adicionais. A energia IV 170 emitida por estes elementos de aquecedor de RED 100 é diretamente absorvida pelos pré-formados 240 em preparação para entrar no sistema de sopro 230. Deve ser apreciado que a energia pode ser contínua ou pulsada, como uma função da corrente de suprimento ou acionamento e/ou outros objetivos de projeto. O sistema de controle, tal como o sistema de controle 280, em uma forma, controla esta funcionalidade.

15 Como uma opção, o sistema de controle é operativo para pulsar o sistema a níveis de corrente elétrica que são substancialmente maiores do que os níveis de corrente de estado estável recomendado para conseguir uma intensidade emitida momentânea mais alta em operação pulsada e responder a

20 um sinal de entrada da capacidade de um sensor associado para determinar um tempo da operação pulsada.

Na modalidade preferida de um moldador por sopro que opera utilizando o método e os meios descritos por esta invenção, um sistema de resfriamento por convecção 260 está também de preferência apresentado.

25 Este sistema remove o calor desperdiçado do ar e da mecânica que estão na proximidade dos pré-formados 240 sob processo. Um dispositivo de resfriamento por condução pode também ser empregado para fazer isto. O aquecimento de pré-formados por convecção e/ou condução é conhecido na técnica como sendo deletério para o processo de condicionamento térmico

30 total. Isto é porque o PET é um condutor térmico muito ruim e o aquecimento da periferia externa do pré-formado resulta em um aquecimento interno desigual, com um centro muito frio e uma camada externa muito quente.

Também contidos na modalidade de sistema preferida estão os sensores de temperatura 270 (os quais podem tomar a forma de um sensor inteligente ou uma câmera que é capaz de monitorar um alvo em pelo menos um aspecto além do qual um sensor de medição de temperatura de ponto único é capaz) e um sistema de controle de temperatura 280. Estes aspectos do projeto de moldador por sopro preferido são especificamente aplicáveis aos atributos de um sistema de moldagem por sopro de um estágio. Em um sistema de moldagem por sopro de um estágio, os pré-formados 240 entram no sistema de monitoramento e condicionamento térmico 210 que contém uma energia de calor latente obtida durante o estágio de moldagem por injeção. Pelo monitoramento da temperatura e assim do conteúdo de calor dos pré-formados 240 que entram (ou a subseções específicas de tais pré-formados), é possível que um sistema de monitoramento e controle de temperatura 280 gere as especificações de aquecimento específicas de pré-formado (ou específicas de subseção) e então comunique estas especificações na forma de sinais de acionamento para os elementos de aquecedor de RED 100 individuais. A natureza de estado sólido e os tempos de resposta rápidos associados dos emissores RED 10 os tornam especificamente adequados para permitir que a corrente de suprimento elétrico ou em tempo seja modulada como uma função de tempo ou de movimento de pré-formado. Também, as subseções da rede de RED podem ser controladas, como será apreciado.

O sistema de controle de temperatura 280 utilizado para executar tal controle de saída poderia ser implementado como um PC industrial como uma lógica incorporada especial ou como um controlador lógico programável industrial (PLC), a natureza e a operação de todos os três são bem-conhecidos na indústria. O sistema de controle, tal como aquele mostrado como 280, pode ser configurado em uma variedade de modos para atender os objetivos aqui. No entanto, como alguns exemplos, o sistema pode controlar o estado de liga / desliga, o fluxo de corrente elétrica e as localizações de dispositivos ativados para cada comprimento de onda em uma rede de REDs.

Em ainda outra técnica implementada de acordo com a presente invenção, um método para aquecer o contentor utilizando radiação de laser está provido. A luz de laser ilumina o contentor, normalmente no seu estágio de “pré-formado”, de modo a amaciá-lo através da absorção de luz. O contentor é subseqüentemente formado por sopro. O método de fornecer a energia, e a escolha do(s) comprimento(s) de onda podem ser variados, de acordo com as necessidades da aplicação. Em uma forma, a faixa de comprimento de onda estreita selecionada pode ser especificamente sintonizada peás especificações de aquecimento do material do qual o componente-alvo específico é fabricado. Apesar de ser possível fabricar os dispositivos de diodo para uma especificidade de comprimento de onda quase monocromático, não é usualmente necessário ser tão estreita. Freqüentemente, se o comprimento de onda estiver centrado na banda de absorção corretamente, mais ou menos 20 ou mesmo 50 nanômetros seria bom. Outras aplicações, devido à estreiteza ou proximidade das bandas de absorção, podem precisar ter uma tolerância de comprimento de onda muito estreita. Os comprimentos de onda selecionados escolhidos para utilização podem estar em qualquer lugar na faixa de 1,0 a 5,0 mícrons, ou podem, mais praticamente, ser selecionados da faixa mais estreita de 1,5 a 3,5 mícrons. As características de taxa de absorção do material nos diferentes comprimentos de onda é um fator. Se mais do que um absoror estiver envolvido, uma avaliação de “porta e janela” pode ser apropriada se, por exemplo, um material deve ser aquecido mas não o outro. Será preciso determinar se os comprimentos de onda podem ser escolhidos de modo que um material seja um mau absoror enquanto que, no mesmo comprimento de onda, o outro é um forte absoror. Estas reciprocidades são um aspecto valioso da presente invenção. Prestando muita atenção às absorções e/ou reciprocidades, uma otimização de sistema pode ser conseguida. A banda de absorção para um material específico pode ser selecionada com base em, ou para otimizar, uma profundidade de aquecimento, localização de aquecimento, velocidade de aquecimento, ou espessura a ser aquecida desejadas. Além disso, os diodos de laser (ou outros dispositivos) aqui contemplados podem ser utilizados para bom-

bear outros elementos oscilantes para conseguir os comprimentos de onda desejados.

O método proposto resolve rapidamente a maioria dos problemas acima, e torna irrelevantes os restantes. A especificação principal para 5 qualquer método de transferência de calor radiativo é casar a absorção espectral do material com a saída espectral da fonte de radiação. Os lasers padrão tem muitos comprimentos de onda dos quais escolher para satisfazer esta especificação. A eficiência de tomada de parede para a maioria dos lasers está entre 10 e 20%, a qual, quando casada apropriadamente com a 10 absorção do alvo resulta em uma eficiência de transferência de calor de 8-15%, comparada com somente diversos % para o método existente. A coerência espacial de luz de laser permite que esta seja colocada exatamente onda é necessária. Isto contrasta favoravelmente com a prática padrão, onde a luz é emitida em todas as direções do filamento de bulbo, e deve ser 15 coletada e apontada na direção correta. A física de fontes estendidas torna isto muito ineficiente. A coerência da luz de laser não é relevante para este método, mas a luminosidade, ou a "diretividade" é crítica. Os lasers são inherentemente brilhantes, e a luz de laser dos comprimentos de onda apropriados propaga através do espaço livre com pouca perda, com isto o aquecimento 20 externo não é mais um problema. Os lasers são tipicamente resfriados a água, e o excesso de calor vai para a camisa de água, não o ambiente, tornando o gerenciamento de calor muito mais direto. Muitos lasers são também instantaneamente ajustáveis, sobre uma ampla faixa de intensidades, e em algumas aplicações, a sua intensidade espacial é rapidamente 25 ajustável também.

Existem duas propostas principais para a deposição de energia de laser sobre um alvo: um feixe formado estacionário, e um feixe de escaneamento ajustável. Estes serão separadamente descritos.

Em uma primeira proposta que utiliza um feixe estacionário, a luz 30 de laser é formada refrativamente ou difrativamente, para o perfil espacial e de intensidade desejado, antes deste atingir o componente-alvo de plástico ou um pré-formado de contentor. Para um pré-formado típico, o qual é nomi-

nalmente cilíndrico, uma combinação de lentes é utilizada para expandir e colimar o feixe, então uma lente cilíndrica simples é adequada para produzir um perfil retangular. O perfil de intensidade Gaussiana nominal da saída de laser TEM<sub>00</sub> típico pode ser modificado assim como com diversos métodos, 5 dependendo do perfil de intensidade final desejado. Para uma irradiação uniforme, um perfil de “boné”, ou de topo plano é desejável, e pode ser produzido por diversos métodos bem-conhecidos, tais como os integradores de feixe facetado, os elementos holográficos (HOE), e redes de microlentes. As distribuições não uniformes são usualmente mais apropriadas, já que diferentes segmentos do contentor tipicamente requerem mais calor. Estas podem ser melhor executadas com os HOEs, apesar de que estas também 10 podem ser geradas com apodizers. No entanto, os apodizers funcionam absorvendo seletivamente porções do feixe, e levam a uma ineficiência aumentada.

15 O sistema ideal começaria com a escolha de comprimento de onda de laser. Isto é dirigido pelo material e espessura do contentor. Para um pré-formado de PET com paredes de 4 mm, então um comprimento de onda de aproximadamente 2  $\mu\text{m}$  proveria por aproximadamente 90% de absorção através da espessura inteira de ambas as paredes do pré-formado.

20 Isto é determinado pela utilização da lei de Beer e o coeficiente de absorção para o PET (alfa). Existem diversos lasers entre os quais escolher que emitem aproximadamente 2 microns; Raman shifted YAG, Ho:YAG, e Tm:YAG. Estes são todos lasers de estado sólido de variante YAG, e são muito confiáveis. A perfilagem espacial e de irradiação do feixe é melhor executada por 25 uma combinação de elementos difrativos e refrativos. Por exemplo, o feixe é expandido, colimado, e homogeneizado por um expansor Galileano, seguido por um integrador de feixe facetado. O feixe quadrado, de intensidade uniforme resultante atinge um HOE, o qual foi projetado para mudar a entrada para uma forma retangular com um perfil de intensidade o qual é mais alto 30 no topo e é reduzido para aproximadamente  $1/2$  máx. no fundo. A forma exata é dependente do contentor, mas a maioria requer mais aquecimento no topo. Os HOEs são dispositivos muito eficientes, e são relativamente econômicos

de fabricar. No entanto, alguns materiais podem requerer os lasers de comprimento de onda mais longo, requerendo um material exótico para os HO-Es.

O restante do sistema requer um meio para disparar o laser para expor o pré-formado de contentor no momento que este está no centro do padrão de irradiação. Não é necessário, e pode ser vantajoso, que o perfil espacial seja menor do que o próprio contentor, e que a duração de pulso seja longa o suficiente para o pré-formado de contentor passar através do perfil. Algum meio para prover múltipas exposições é requerido também, porque cada pré-formado de contentor necessitará múltiplas exposições ou uma extensão de tempo de exposição prescrita. Isto pode ser executado por diversos modos, o mais direto dos quais é ter um espelho disposto para seguir um contentor por uma distância especificada, assim permitindo que o perfil de intensidade seja mantido sobre o mesmo por um tempo mais longo. Freqüentemente, será desejável que o alvo gire enquanto este está atravessando a área de exposição de modo que todos os lados possam ser expostos à energia radiante.

Outra proposta é através da utilização de um feixe de escaneamento. A diferença primária entre as propostas de feixe estacionário e escaneado está na substituição de todo o aparelho de formação de feixe por dois dispositivos; um scanner mecânico, com servo, ou acústico-ótico, e algum meio para uma atenuação variável. O princípio operativo é de depositar a energia de um feixe de laser bruto no componente-alvo escaneando rapidamente o feixe através de sua superfície. Se a taxa de escaneamento do laser for muito rápida em relação ao movimento do componente-alvo e a taxa de aquecimento desejada, então não existe diferença entre os dois métodos, da perspectiva do alvo. Todas as outras considerações aplicam-se mas evitar uma ótica extra pode ser vantajoso. A proposta escaneada não requer que os HOEs sejam projetados e fabricados com antecedência. Perfis especiais são implementados mudando os limites de escaneamento, e mudanças de intensidade podem ser implementadas ou desacelerando o scanner onde mais calor é desejado, ou re-escaneando algumas áreas, ou oscilando o es-

caneamento de matriz. É também possível implementar um atenuador ativo, ou no próprio laser, ou uma placa lambda/2, para uma atenuação baseada em polarização. Qualquer método o qual faça com que o laser emita menos potência ótica para a mesma potência de entrada afetará adversamente a eficiência. Mudar o escaneamento é preferível.

5 Esta proposta tem outro benefício, pelo fato de que acompanhar o alvo enquanto este prossegue através do túnel está incorporado nesta proposta, enquanto que alguma forma desta deve ser adaptada para a proposta de feixe "estacionário" para levar em conta o componente-alvo movendo rapidamente para dentro e para fora do perfil rapidamente demais para absorver energia suficiente com apenas uma passada.

10 Com referência à figura 13, um sistema 2000 está ilustrado. Deve ser compreendido que o sistema poderia ser adotado para ser um sistema de escaneamento ou um sistema estacionário. A seleção de um destes sistemas é uma função sobre se certos componentes (como será descrito) 15 são tornados móveis. Além disso, como mostrado, o sistema utiliza os diodos de laser (por exemplo, REDs) e poderia ser utilizado como uma substituição para os elementos de aquecedor 100 e de outro modo integrado no sistema das figuras 12a e b. Menores modificações do sistema, incluindo o sistema 20 de monitoramento e condicionamento térmico 210 podem ser desejadas acomodar a substituição; no entanto, quaisquer tais mudanças ficarão 25 aparentes para aqueles versados na técnica. Por exemplo, o controle do sistema através da utilização do subsistema de controle 280 pode ser adaptado para também incluir o controle do dispositivo de scanner (a ser descrito) do sistema para conseguir uma temporização no sistema de modo que a energia de saída de diodo de laser seja sincronizada com o transporte. Do mesmo modo, o modo de operação pulsante e contínuo seria controlado no sistema pelo subsistema de controle 280 e outros componentes do sistema.

30 O sistema 2000 inclui uma implementação de uma rede de diodos de laser baseados em RED para gerar aqueles comprimentos de onda de energia apropriados contemplados pelas modalidades em questão. Como mostrado, o sistema 2000 inclui uma rede de laser baseada em RED de es-

tado sólido 2002, um meio de scanner 2004 e um sistema de transporte 2006 para os componentes-alvo exemplares ou pré-formados 2008 para fornecer os componentes para uma região de tratamento térmico do sistema. A rede 2002 inclui uma placa de circuito que suporta os dispositivos de diodo de laser baseados em RED 2010 suportados dentro de uma camisa de resfriamento 2012. Em uma forma, a rede é operativa para emitir um ou mais comprimentos de onda selecionados de energia radiante infravermelha dentro da faixa de comprimento de onda de 1,0 a 5,0 microns através de um processo de conversão de corrente elétrica para fóton direta. Os L-REDs 5 estão dispostos na rede em uma disposição a qual facilita emitir uma porção substancial de energia para os componentes-alvo. A rede 2002 também utiliza um espelho cônico 2014. O meio de scanner pode ser um scanner X-Y ou simplesmente um scanner Y que suporta um espelho 2016.

Para tornar o sistema como escaneamento, pelo menos um da rede 2002, do meio de scanner 2004, e/ou do meio de transporte 2006 é colocado em movimento durante a geração de feixes de laser. Aqueles versados na técnica terão uma compreensão das várias maneiras nas quais tal movimento pode ser gerado. No entanto, como um exemplo, o meio de scanner 2004 pode tomar a forma de um galvanômetro que é capaz de mover um espelho nas direções X e Y. Este movimento X e Y seria tipicamente controlado programável para repetir o movimento que é o padrão de radiação desejado. Isto permitiria que áreas dos componentes-alvo fossem radiadas pelos feixes de laser.

Como outro exemplo, o sistema pode ser preparado para aproveitar-se do fato de que os componentes-alvo podem estar em movimento em uma direção (por exemplo, a direção X) conforme estes são transportados pelo sistema de transporte 2006. Neste caso, o meio de scanner precisa somente ser operável para mover os feixes, por exemplo, na direção Y para conseguir a irradiação de áreas selecionadas dos componentes-alvo.

Se o objetivo é conseguir um feixe estacionário, os componentes do sistema poderiam ser tornados estacionários, e pontos selecionados sobre os componentes-alvo que estão sendo transportados pelo meio de

transporte poderiam ser irradiados. Em pelo menos uma forma, com referência de volta à figura 2, cada diodo de laser de uma rede de diodos de laser poderia ser focalizado sobre pontos específicos, por exemplo. Pode ser desejado utilizar uma lente expansora de feixe de modo a assegurar que a rede de lasers projetados tenha a área de cobertura desejada e as sobreposições de feixe as quais seriam apropriadas para a aplicação. Neste caso, um ou ambos do meio de scanner ou do espelho cônico, podem até não ser necessários.

Deve ser adicionalmente apreciado que os L-REDs individuais podem ou não utilizar quaisquer técnicas de colimação ou de focalização, dependendo da aplicação específica. Podem existir aplicações onde uma energia divergente dos diodos podem prover uma melhor cobertura ou uma sobreposição benéfica por meio do campo de visão mais largo do que um feixe de laser colimado, mais convencional. Se dispostos em uma rede, os padrões de saída de tais dispositivos podem sobrepor para cobrir adequadamente e mais desejavelmente a superfície de um alvo. Também, as combinações de L-REDs com alguns tendo feixes colimados ou focalizados e outros L-REDs tendo feixes de irradiação divergentes podem ser implementadas. Apesar de tudo, como mostrado nas figuras 13a e 13b, em operação, o sistema 2000 é capaz de gerar feixes de laser da rede de diodos 2002. A rede pode tomar uma variedade de configurações para adequar a aplicação. Por exemplo, a rede pode conter dispositivos que geram um único comprimento de onda ou múltiplos comprimentos de onda. Em uma forma, os dispositivos que geram um primeiro comprimento de onda de energia podem ser estrategicamente misturados com os dispositivos que geram um segundo comprimento de onda de energia para conseguir um resultado desejado. Em uma forma, como mostrado, a rede de diodos x por y está formada em pelo menos uma porção de uma configuração cilíndrica para facilitar o fornecimento de energia final da fonte de laser para o componente-alvo. Como mostrado, estes feixes são direcionados para um espelho não plano, por exemplo, geralmente cônico 2014 o qual reflete os raios na direção do dispositivo ou meio de scanner 2004. Deve ser apreciado que qualquer espelho

não plano adequado pode ser implementado, qualquer tal espelho sendo formado para facilitar um fornecimento aperfeiçoado de energia radiante infravermelha térmica dos diodos de laser para o componente-alvo, ou porções do componente-alvo. O dispositivo de scanner 2004 então focaliza os 5 raios por sobre regiões selecionadas do componente-alvo 2008, por exemplo, um pré-formado como mostrado. Deve ser compreendido que uma ampla variedade de formas de um dispositivo de scanner 2004 pode ser implementada. Por exemplo, múltiplos scanners podem ser implementados, o número exato dos quais depende da velocidade de processamento, do número 10 de componentes-alvo, etc. Em uma forma, como mostrado na figura 13b, múltiplos scanners 2004 estão mostrados como estando posicionados para injetar calor adequadamente em uma pluralidade de componentes-alvo em, por exemplo, um ambiente de moldagem por sopro. É claro, no ambiente de um processo mais lento, ou um ambiente de scanners que tem uma 15 velocidade de operação aperfeiçoada, menos scanners podem executar a aplicação. Em algumas aplicações, um único scanner pode ser suficiente.

Referindo de volta agora à figura 13(b), múltiplos dispositivos de scanner 2004 estão mostrados no sistema 2000. Os espelhos cônicos 2002 opcionais estão representativamente mostrados em associação com cada 20 dispositivo de scanner 2004. Um dispositivo de transporte, tal como em 2006, e locais de carregador de produto 2007 estão também mostrados. Um arco de rastreamento 2005 para o laser 6 (um dos dispositivos de scanner 2004) e feixes de irradiação 2003 exemplares estão também ilustrados. Um gráfico de atribuições está mostrado para ilustrar a operação do sistema. 25 Como mostrado, o laser 1 irradia o primeiro, o sétimo, o décimo terceiro, ..., etc., componente-alvo conforme este passa pelo laser 1. Os outros dispositivos de scanner de laser irradiam os respectivos componentes como mostrado no gráfico. Um arco de rastreamento similar ou programado àquele do arco 2005 é possuído por cada dispositivo de scanner. Deste modo, cada 30 componente é irradiado por uma quantidade de tempo suficiente e pode ser irradiado especificamente às suas necessidades. É claro, o número de scanners, os arcos de rastreamento, e o número de componentes tratados

por cada dispositivo de scanner variará como uma função do projeto e dos objetivos de um sistema específico.

Ainda, o dispositivo de scanner 2004 pode ter um espelho 2016 associado com o dispositivo de scanner, o espelho 2016 sendo operativo para direcionar a energia radiante para dentro dos pontos selecionados dos componentes-alvo. O dispositivo pode também ser capaz de redirecionar a energia radiante dentro de uma região de escaneamento plana, bidimensional, por meio de que uma terceira dimensão de movimento é provida por um meio de transporte o qual move o alvo através da região de irradiação. O dispositivo pode também ser capaz de redirecionar a energia radiante dentro de uma região de escaneamento tridimensional. Em pelo menos uma forma, o dispositivo de escaneamento é programável de modo que a pelo menos uma da quantidade de tempo, quantidade de irradiação, ou a colocação da irradiação pode ser controlada através de sinais determinados pelo sistema de controle. Em uma forma, a entrada para o sistema de controle é suprida por sensores ou câmeras de temperatura (por exemplo, câmeras infravermelhas) as quais, em conjunto com rotinas adequadas, pode determinar a quantidade e o tempo de irradiação requeridos. Esta configuração provê um retorno adequado para fechar os ciclos no sistema.

Deve também ser apreciado que, apesar de uma rede de diodos de laser ou L-REDs ser descrita em conexão com as figuras 12a, e b e 13a e b, um único sistema de laser apropriadamente alimentado pode ser utilizado para gerar a irradiação desejada. Tal sistema requereria mudanças nos sistemas das figuras 12a e b e 13a e b para acomodar a arquitetura de um único laser mais potente, no entanto. Quaisquer tais mudanças ficarão aparentes para aqueles versados na técnica. Deve também ser compreendido que varias combinações de lasers de estado sólido, diodos de laser, L-REDs, e sistemas de laser tradicionais (assim como REDs) podem ser implementada para conseguir os objetivos de potência e de comprimento(s) de onda da invenção. Além disso, outras tecnologias podem ser combinadas com as várias combinações aqui contempladas para melhorar a implementação. Por exemplo, a tecnologia de fibra ótica pode ser utilizada para acumular energia

na fonte de laser e fornecê-la para a área-alvo contemplada. A utilização de configurações de fibra ótica pode substituir outros tipos de óticas que podem ser utilizadas para colimar ou focalizar a energia transmitida.

As figuras 14-17 ilustram métodos de acordo com a presente invenção. Deve ser apreciado que estes métodos podem ser implementados utilizando combinações e técnicas de software e de hardware adequadas. Por exemplo, os elementos de hardware notados podem ser controlados por rotinas de software armazenadas e executadas com o sistema de controle de temperatura 280.

Referindo agora à figura 14, um método 300 preferido para o tratamento térmico de pré-formados termoplásticos está mostrado delineando as etapas básicas de operação. Os pré-formados 240 são transportados através de um transportador 250 através de um sistema de monitoramento e controle térmico 210 (Etapa 305). É claro, deve ser compreendido que, com todas as modalidades que mostram transporte, um simples meio para localizar os artigos para exposição, com ou sem transporte, pode ser empregado. Os pré-formados 240 são irradiados utilizando lasers infravermelhos térmicos de escaneamento (por exemplo, uma rede 2002 de REDs baseados em laser ou diodos de laser) contidos no sistema de monitoramento e controle térmico 210 (Etapa 310). Um sistema de resfriamento por convecção 260 é utilizado para remover o calor desperdiçado do ar e de componentes mecânicos dentro do sistema de monitoramento e controle térmico 210 (Etapa 315).

Outro método 301 para o tratamento de pré-formados termoplásticos está delineado na figura 15. No método 301, (Etapa 310), o processo de irradiar os pré-formados 240 utilizando os lasers infravermelhos de escaneamento (por exemplo, REDs baseados em laser ou diodos de laser) é substituído pela Etapa 320. Durante a etapa 320 do método 301, os pré-formados 240 são irradiados sincronamente com o seu movimento através do sistema de monitoramento e condicionamento térmico 210. Esta irradiação síncrona, pulsada provê uma eficiência de energia adicional substancial porque os dispositivos de L-RED que estão correntemente apontados para o

pré-formado são os únicos que estão ligados a qualquer dado instante. Em uma forma, a saída máxima da energia pulsada é sincronizada temporizada com o transporte de alvos individuais.

Ainda outro método 302 para o tratamento de pré-formados termoplásticos está delineado na figura 16. Neste método 302, a temperatura de pré-formados 240 que entram é medida utilizando os sensores de temperatura 270. Isto é feito para medir a energia de calor latente dos pré-formados 240 conforme estes entram no sistema (Etapa 325) e portanto, quanto calor (ou tempo de exposição) deve ser adicionado para trazê-lo para a temperatura desejada para um soprimento apropriado. Os pré-formados 240 são então transportados através de um transportador 250 através de um sistema de monitoramento e controle térmico 210 (Etapa 305). Um sistema de controle de temperatura 280 que utiliza as informações de temperatura supridas pelos sensores de temperatura 270 para gerar um sinal de controle preferido a ser aplicado no subsistema de laser infravermelho de escaneamento (por exemplo, uma rede de REDs baseados em laser ou diodos de laser) (Etapa 330). O sinal de controle preferido é então comunicado do sistema de controle de temperatura 280 para o subsistema de laser infravermelho de escaneamento (Etapa 335). Os pré-formados 240 são então irradiados utilizando os lasers contidos nos sistemas de monitoramento e controle térmico 210 (Etapa 310). Um sistema de resfriamento por convecção 260 é então utilizado para remover o calor desperdiçado do ar e de componentes mecânicos dentro do sistema de monitoramento e controle térmico 210 (Etapa 315).

Ainda outro método 303 para o tratamento de pré-formados termoplásticos está delineado na figura 17. No método 303, Etapa 310, o processo de irradiar os pré-formados 240 utilizando um subsistema de laser infravermelho de escaneamento (por exemplo, que tem uma rede de REDs baseados em laser ou diodos de laser), é substituído pela Etapa 320. Durante a Etapa 320 do método 303, os pré-formados 240 são irradiados por pulso sincronizada com o seu movimento através do sistema de monitoramento e condicionamento térmico 210.

A descrição acima meramente provê uma descrição de modalidades específicas da invenção e não está destinado ao propósito de limitar a mesma a esta. Como tal, a invenção não está limitada a somente as aplicações ou modalidades acima descritas. Esta descrição tratou de muitas aplicações da invenção amplamente e uma modalidade de aplicação especificamente. É reconhecido que alguém versado na técnica poderia conceber aplicações alternativas e modalidades específicas que caiam dentro do escopo da invenção.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para tratamento térmico sem contato de componentes-alvo plásticos antes das operações de moldagem ou de processamento, que compreende:

5            um meio operativo para localizar os componentes-alvo plásticos em um modo que facilite a aplicação de calor radiante; e

              uma seção de monitoramento e controle térmico dentro da qual os componentes plásticos estão localizados para exposição, a seção de monitoramento e controle térmico compreendendo um ou mais diodos de laser

10          baseados em RED de estado sólido operativos para emitir energia radiante infravermelha na faixa de comprimento de onda de 1,1 a 5,0 mícrons através de um processo de conversão de corrente elétrica para fóton direto e em que os diodos de laser estão dispostos em uma rede de modo que uma porção substancial da energia radiante emitida da rede é incidente em porções dos

15          componentes-alvo.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo um espelho não plano especialmente formado para facilitar um fornecimento aperfeiçoado de energia radiante infravermelha térmica de múltiplos diodos de laser para o componente-alvo.

20          3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, em que a rede de diodos de laser é compreendida de pelo menos alguns dispositivos os quais tem feixes de irradiação divergentes de modo que pelo menos alguns dos padrões de saída de irradiação do pelo menos um dos dispositivos sobreponham uns aos outros sobre a superfície do alvo.

25          4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo um dispositivo de escaneamento operativo para redirecionar a energia radiante infravermelha térmica emitida pela rede em porções selecionadas de componentes-alvo.

30          5. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, ainda compreendendo um espelho associado com o dispositivo de escaneamento, o espelho sendo operativo para direcionar a energia radiante para as porções selecionadas dos componentes-alvo.

6. Sistema de acordo com a reivindicação 4, em que o dispositivo de escaneamento é capaz de redirecionar a energia radiante dentro de uma região de escaneamento plana bidimensional e por meio de que uma terceira dimensão de movimento é provida por um meio de transporte o qual move o alvo através da região de irradiação.

5 7. Sistema de acordo com a reivindicação 4, em que o dispositivo de escaneamento é capaz de redirecionar a energia radiante dentro de uma região de escaneamento tridimensional.

10 8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, em que o dispositivo de escaneamento é programável de modo que pelo menos uma da quantidade de tempo, da quantidade de irradiação, ou da colocação da irradiação pode ser controlada através de sinais determinados pelo sistema de controle.

15 9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo múltiplos dispositivos de escaneamento de laser operativos para redirecionar a energia radiante infravermelha térmica emitida pela rede em porções selecionadas de componentes-alvo.

20 10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, em que o meio operativo para localizar é um meio de transporte operativo para transportar repetitivamente os componentes-alvo plásticos para dentro e para fora de uma região de tratamento térmico.

25 11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, em que um meio de controle está disposto para determinar quando uma corrente elétrica é suprida para os diodos de laser baseados em RED selecionados de modo que o tempo de sua saída de energia radiante possa ser sincronizado com o meio de transporte para irradiar o alvo conforme desejado.

30 12. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, em que os diodos de laser baseados em RED são operativos para emitir energia radiante em um modo pulsado, com o tempo de saída pulsada sincronizadamente temporizado com o transporte de componentes-alvo moldados individuais através da seção de monitoramento e controle térmico.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo

dendo pelo menos um de um dispositivo de resfriamento por convecção ou um dispositivo de resfriamento por condução configurado para remover o calor desperdiçado do ar e dos componentes mecânicos dentro da seção de monitoramento e controle térmico.

5           14. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, em que o dispositivo de resfriamento por condução é um subsistema para resfriar continuamente os diodos de laser baseados em RED por meio de um elemento de condução de calor resfriado por líquido acoplado termicamente proximamente no meio de montagem das redes de diodos de laser para conduzir continuamente o calor para fora dos dispositivos para manter as temperaturas dentro de uma faixa desejada.

10           15. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo um sensor de temperatura configurado para medir a temperatura de componentes-alvo antes de entrar na seção de monitoramento e controle térmico por meio de que o conteúdo de calor latente pode ser determinado.

15           16. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, em que um sistema de controle de temperatura é utilizado para gerar sinais de controle para aplicar nos diodos de laser baseados em RED com base em uma temperatura de componente-alvo.

20           17. Sistema, de acordo com a reivindicação 16, em que a temperatura de subseções do componente-alvo é medida e os dados utilizados para gerar os sinais de controle para aplicar o aquecimento de laser baseado em RED a subseções de um componente-alvo para aquecê-lo a uma temperatura pré-especificada para um processamento adicional do componente-alvo.

25           18. Sistema, de acordo com a reivindicação 17, em que as temperaturas de subseções do componente-alvo são medidas por meio de um sensor infravermelho de alta velocidade capaz de medir a temperatura de cada componente-alvo individual e fechar o ciclo com o sistema de controle para irradiar unicamente cada componente-alvo individual conforme necessário para produzir o perfil de temperatura selecionado para um subsequente processamento.

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 17, em que as temperaturas de subseções do componente-alvo são medidas por meio de um subsistema de câmera infravermelha de alta velocidade a qual é capaz de medir a temperatura de cada componente-alvo individual e fechar o ciclo 5 com o sistema de controle para irradiar unicamente cada componente-alvo individual conforme necessário para produzir o perfil de temperatura selecionado para um subsequente processamento.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, em que a rede de diodos de laser baseados em RED é operativa para emitir uma energia radiante dentro de um faixa de comprimento de onda de 1,5 a 3,5 micrômetros. 10

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, em que os diodos de laser baseados em RED são operativos para emitir energia radiante dentro de pelo menos uma faixa de comprimento de onda estreito especificamente sintonizado com as especificações de aquecimento do material do 15 qual o componente-alvo específico foi fabricado.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, em que pelo menos dois comprimentos de onda são escolhidos para a irradiação do alvo devido às taxas de absorção características de cada comprimento de onda em pelo menos parte da composição de material do componente-alvo. 20

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, em que o comprimento de onda escolhido para a irradiação do alvo é escolhido de acordo com as bandas de absorção fundamentais da composição de material do alvo e é escolhido para otimizar pelo menos uma profundidade de aquecimento, localização de aquecimento, velocidade de aquecimento, ou espessura a ser tratada desejadas. 25

24. Método para aquecer pré-formados termoplásticos antes das operações de moldagem por sopro de esticamento, o método compreendendo as etapas de:

transportar repetidamente uma série de pré-formados através de 30 uma seção de monitoramento e controle térmico de uma máquina de moldagem por sopro;

elevar a temperatura dos pré-formados na direção de uma tem-

peratura de processamento desejada pela irradiação dos pré-formados utilizando os diodos de laser configurados para emitir pelo menos um comprimento de onda selecionado de energia radiante infravermelha térmica que é incidente sobre as porções selecionadas dos pré-formados; e

5                   remover o calor desperdiçado de componentes da seção de monitoramento e controle térmico da máquina de moldagem por sopro utilizando um sistema de resfriamento.

25. Método, de acordo com a reivindicação 24, em que o comprimento de onda escolhido para a irradiação dos pré-formados é escolhido 10 conhecendo as características de absorção do material termoplástico para otimizar pelo menos da profundidade de penetração de calor, da velocidade de aquecimento, da localização de aquecimento, ou espessura a ser aquecida.

26. Método, de acordo com a reivindicação 24, ainda compreendendo as etapas de:

medir a temperatura de pré-formados que entram para medir o conteúdo de calor latente antes de entrar na seção de monitoramento e controle térmico;

20                   gerar os sinais de controle para aplicar nos diodos de laser com base nas temperaturas de pré-formados que entram;

                          comunicar estes sinais de controle para os diodos de laser;

                          utilizar os sinais de controle para aplicar uma corrente elétrica apropriadamente temporizada nos diodos de laser selecionados de modo que a sua saída fique sincronizada com o meio de transporte.

25                   27. Método, de acordo com a reivindicação 26, em que a saída de irradiação dos diodos de laser é redirecionada para ser incidente em porções selecionadas do pré-formado por um dispositivo de scanner o qual é operado síncrono com o transporte de pré-formados individuais.

30                   28. Método, de acordo com a reivindicação 24, ainda compreendendo medir a temperatura de subseções de um componente-alvo e gerar os sinais de controle para aplicar o aquecimento de diodo de laser nas subseções.

29. Método, de acordo com a reivindicação 27, em que o dispositivo de scanner é programavelmente controlável de modo que este possa mudar o tempo que a irradiação fica incidente sobre as porções selecionadas do pré-formado.

5 30. Método, de acordo com a reivindicação 27, em que os diodos de laser são diodos de laser baseados em RED, os quais são configurados em múltiplas redes de dispositivos.

10 31. Sistema como definido na reivindicação 24, em que a irradiação de diodo de laser é aumentada também utilizando uma irradiação de lâmpadas de quartzo para aquecer os pré-formados.

32. Sistema para injetar seletivamente um calor radiante infravermelho térmico em um alvo, o sistema compreendendo:

pelo menos um diodo de laser de emissão de radiação de estado sólido, o pelo menos um diodo de laser sendo um de um comprimento de onda selecionado de energia radiante infravermelha térmica emitida para uma aplicação associada com o alvo;

um meio para posicionar os alvos de modo que estes possam ser aquecidos pela irradiação do sistema baseado em diodo de laser;

20 uma disposição de montagem para posicionar o pelo menos um diodo de laser em uma rede de modo que a sua irradiação seja direcionada para porções selecionadas do alvo; e

25 um meio para controlar o tempo e a quantidade de corrente elétrica para o pelo menos um diodo de laser por meio de que um processo de conversão de radiação de corrente elétrica para fóton direto ocorre para gerar a energia radiante térmica.

33. Sistema, de acordo com a reivindicação 32, em que o pelo menos um diodo de laser toma a forma de uma rede de x por y de dispositivos de diodo de laser individuais e pelo menos uma porção da rede está em uma forma geralmente cilíndrica para facilitar a mira geral da energia radiante no alvo.

34. Sistema, de acordo com a reivindicação 32, em que o pelo menos um diodo de laser toma a forma de uma disposição personalizada de

dispositivos individuais, tal disposição para facilitar o direcionamento geralmente quântico de energia radiante necessário para o alvo.

35. Sistema, de acordo com a reivindicação 33, em que as redes estão na forma de pelo menos um de uma rede de montagem de chip na placa ou grade de esfera de dispositivos individuais para facilitar direcionar a irradiação para o alvo.

36. Sistema, de acordo com a reivindicação 33, em que as placas de circuito sobre as quais dispositivos de diodo de laser estão montados são configurações de placa de circuito escolhidas para serem operativas para conduzir o calor para fora dos dispositivos de diodo de laser.

37. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, em que as placas de circuito sobre as quais dispositivos de diodo de laser estão montados tem dispositivos de dissipação de calor associados com as mesmas para conduzir o calor para fora dos dispositivos de diodo de laser e da placa de circuito.

38. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, em que o meio para conduzir o calor para fora inclui uma camisa de troca de calor de líquido operativa para mover o calor para uma distância substancial do sistema.

39. Sistema, de acordo com a reivindicação 38, em que o meio de líquido aquecido para o meio de troca de calor de líquido está conectado onde este pode ser utilizado para outras necessidades de ganho de calor.

40. Sistema, de acordo com a reivindicação 33, em que a rede x por y de dispositivos de diodo de laser individuais compreende pelo menos um dispositivo de diodo de laser o qual produz energia radiante a pelo menos um comprimento de onda selecionado adicional de radiação infravermelha uma faixa de 1,1 micrômetros a 5 micrômetros.

41. Sistema, de acordo com a reivindicação 33, em que a rede x por y compreende uma mistura de dispositivos baseados em L-RED que representa pelo menos dois comprimentos de onda selecionados diferentes de radiação infravermelha térmica em uma faixa de 1,1 micrômetros a 5 micrômetros.

42. Sistema, de acordo com a reivindicação 33, ainda compre-

endendo um sistema de controle configurado para controlar separadamente pelo menos um de status de liga/desliga, fluxo de corrente elétrica, e localizações de dispositivos ativados para cada comprimento de onda representado na rede.

5 43. Sistema, de acordo com a reivindicação 33, ainda compreendendo um sistema de controle configurado para ter um controle separado de subseções da rede para pelo menos uma de uma posição dentro da rede e uma intensidade de saída.

10 44. Sistema, de acordo com a reivindicação 32, ainda compreendendo um sistema de controle configurado para suprir a corrente de acionamento elétrica para facilitar um modo pulsado de operação.

15 45. Sistema, de acordo com a reivindicação 44, em que o sistema de controle é operativo para pulsar o sistema em níveis de corrente elétrica que são substancialmente maiores do que os níveis de corrente de estado estável recomendados para conseguir uma intensidade emitida momentaneamente mais alta em operação pulsada, tal sistema respondendo a um sinal de entrada para determinar um tempo da operação pulsada.

20 46. Sistema, de acordo com a reivindicação 45, em que o sistema de controle ainda compreende a capacidade de sincronizar a intensidade da operação de pulsação com os alvos móveis.

47. Sistema, de acordo com a reivindicação 32, em que o pelo menos um elemento de diodo de laser compreende uma rede de múltiplos dispositivos de diodo de laser configurados em uma disposição em uma configuração substancialmente não plana.

25 48. Sistema, de acordo com a reivindicação 47, em que os dispositivos de L-RED estão desenvolvidos sobre múltiplas placas de circuito configuradas em uma disposição tridimensional por meio de que uma melhor irradiação de um certo de tipo de alvo resulta.

30 49. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, em que a rede ainda compreende pelo menos alguns dos dispositivos de L-RED operativos para produzir comprimentos de onda em uma faixa fora da faixa de 1,1 a 5 micrômetros.

50. Sistema, de acordo com a reivindicação 32, em que o meio para prover a corrente elétrica é um sistema de controle programável operativo para controlar pelo menos um aspecto de saída de irradiação de sistema.

5 51. Sistema, de acordo com a reivindicação 50, em que o sistema de controle programável compreende pelo menos uma entrada de um sensor de temperatura que é operativo para mudar pelo menos um parâmetro de saída de acordo com a pelo menos uma entrada de sensor de temperatura.

10 52. Sistema, de acordo com a reivindicação 51, em que o sistema de controle programável ainda compreende pelo menos uma entrada de sensor inteligente para monitorar outros parâmetros sobre o alvo para prover os dados utilizados em modificação de pelo menos um aspecto da saída de irradiação de sistema.

15 53. Sistema, de acordo com a reivindicação 52, em que a pelo menos uma entrada de sensor inteligente inclui um sistema de câmera.

20 54. Sistema, de acordo com a reivindicação 51, em que o sensor de temperatura compreende uma câmera infravermelha térmica operativa para monitorar o alvo em pelo menos um aspecto além do que pode ser monitorado por um sensor de medição de temperatura de ponto único.

55. Sistema, de acordo com a reivindicação 32, ainda compreendendo pelo menos um espelho aproximadamente cônico operativo para facilitar uma diretrividade aperfeiçoada da energia radiante de pelo menos uma rede de diodos de laser para o alvo.

25 56. Sistema, de acordo com a reivindicação 32, ainda compreendendo um dispositivo de escaneamento operativo para redirecionar a energia radiante emitida de pelo menos um diodo de laser para os alvos.

30 57. Sistema, de acordo com a reivindicação 32, ainda compreendendo múltiplos dispositivos de escaneamento operativos para redirecionar a energia radiante emitida de pelo menos um diodo de laser para os alvos, cada dispositivo de escaneamento tendo uma atribuição única.

58. Sistema, de acordo com a reivindicação 56, ainda compre-

endendo um espelho associado com o dispositivo de escaneamento, o espelho sendo operativo para redirecionar a energia radiante para as porções selecionadas dos componentes-alvo.

5 59. Sistema, de acordo com a reivindicação 56, em que o dispositivo de escaneamento é capaz de redirecionar a energia radiante dentro de um espaço plano, bidimensional.

60. Sistema, de acordo com a reivindicação 56, em que o dispositivo de escaneamento é capaz de redirecionar a energia radiante dentro de um espaço tridimensional.

10 61. Sistema, de acordo com a reivindicação 56, em que o dispositivo de escaneamento é capaz de ser programavelmente controlado de modo que o sistema possa ser programado para direcionar quânticos de energia radiante selecionados para regiões específicas de um alvo móvel através do meio de dispositivo de escaneamento.

15 62. Sistema de acordo com a reivindicação 1, em que os componentes-alvo plásticos compreendem pelo menos um de pré-formados de PET ou garrafas de PET durante o processo de fabricação de garrafas.

20 63. Sistema, de acordo com a reivindicação 62, em que o sistema também incorpora pelo menos uma instalação de montagem para uma lâmpada de quartzo próximo do percurso de transporte através da área de monitoramento e tratamento térmico de modo que exista um aumento da irradiação de diodos com a irradiação de lâmpadas de quartzo.

64. Método de injeção de calor aplicado a um alvo, o método compreendendo:

25 localizar o alvo para exposição a pelo menos um diodo de laser de emissão de radiação térmica;

dispor o pelo menos um diodo de laser para direcionar a sua irradiação para o alvo;

30 suprir seletivamente uma corrente elétrica para o pelo menos um diodo de laser de emissão radiação; e

escolher o pelo menos um diodo de laser o qual emite pelo menos um comprimento de onda específico de irradiação o qual corresponde às

características de absorção do alvo;

selecionar adicionalmente o pelo menos um diodo de laser de modo que a emissão de energia radiante esteja na faixa de 1,1 a 5,0 mícrons;

5           injetar seletivamente calor no pelo menos um comprimento de onda específico no alvo com uma irradiação do diodo de laser de emissão térmica.

65. Método de injeção de calor, de acordo com a reivindicação 64, em que o método para localizar o alvo para exposição envolve um meio 10 de transporte para mover repetitivamente os alvos para dentro e para fora da área de exposição.

66. Método de injeção de calor, de acordo com a reivindicação 64, em que o pelo menos um comprimento de onda específico é definido como diodos que produzem dois ou mais comprimentos de onda diferentes 15 que são utilizados de modo que a combinação irradia o alvo para o fim desejado pela combinação das características da absorção de cada comprimento de onda.

67. Método, de acordo com a reivindicação 64, em que o pelo menos um dispositivo de emissão de radiação é operacional em um modo 20 de pulso.

68. Método, de acordo com a reivindicação 64, ainda compreendendo medir pelo menos uma temperatura de uma porção do alvo e controlar o suprimento seletivo de corrente elétrica com base na temperatura.

69. Método, de acordo com a reivindicação 68, ainda compreendendo medir pelo menos uma temperatura de cada alvo individual e fechar o ciclo por meio do envio de sinais de controle necessários de modo a irradiar cada alvo conforme necessário para atingir a temperatura especificada.

70. Sistema, de acordo com a reivindicação 32, em que o meio para posicionar é compreendido de um meio de transporte por meio de que 30 o alvo é movido através da região de irradiação de aquecimento repetitivamente, incluindo um percurso de deslocamento para dentro e um percurso de deslocamento para fora.

71. Sistema, de acordo com a reivindicação 70, em que a irradiação de diodo de laser é aumentada pelo posicionamento de lâmpadas de quartzo ao longo do percurso de deslocamento do meio de transporte e irradiado tanto com as lâmpadas quartzo e um sistema de diodo de laser enquanto os alvos deslocam-se através da combinação de sistema de tratamento térmico.
- 5

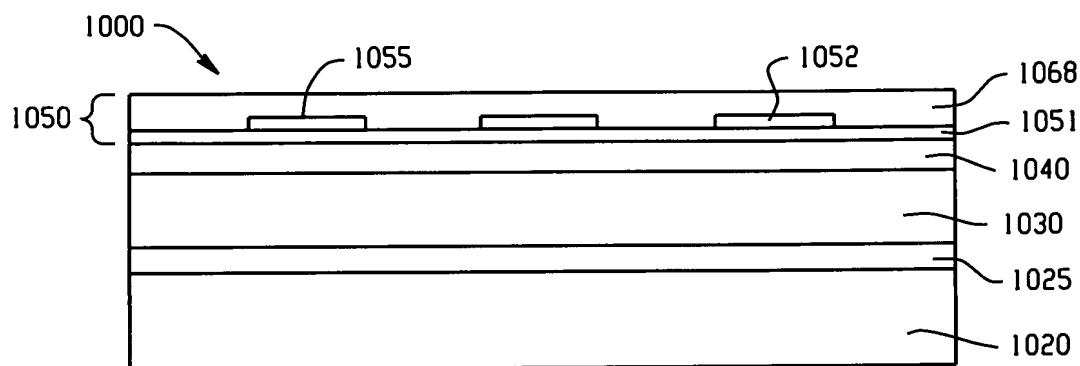


Fig. 1

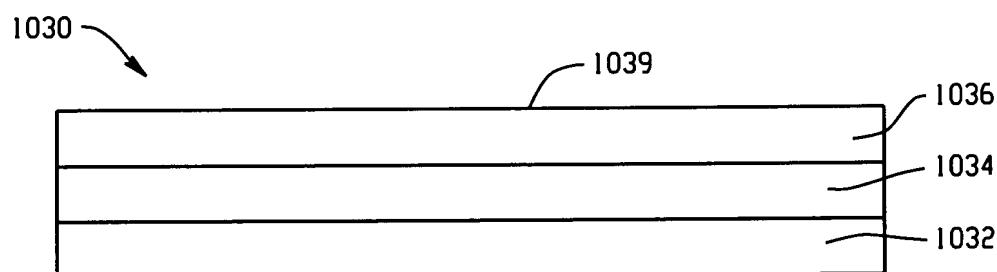


Fig. 2

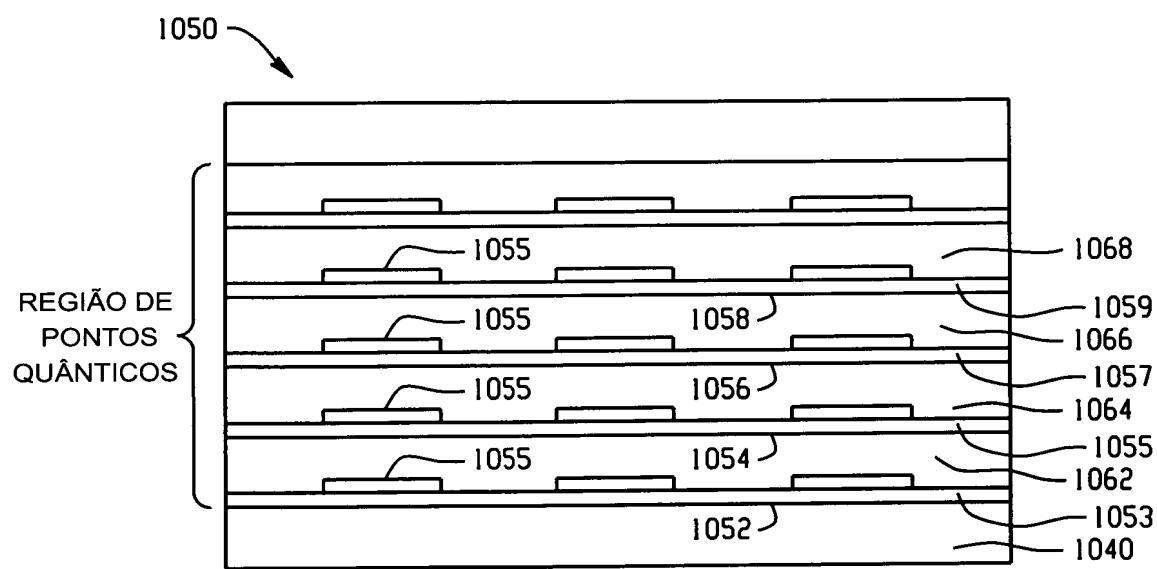


Fig. 3

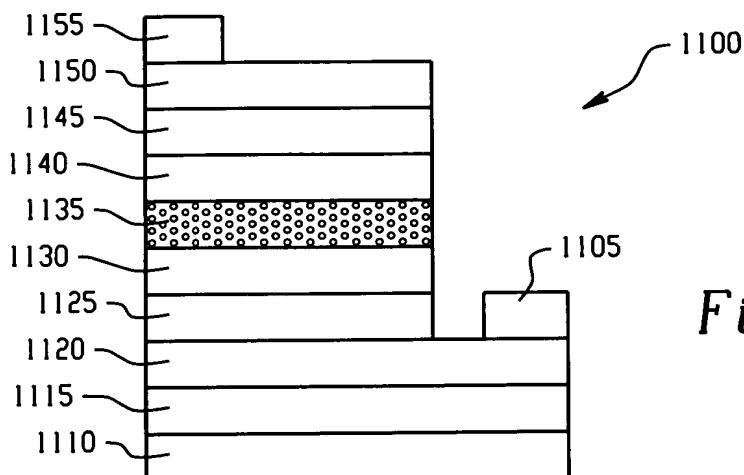


Fig. 4

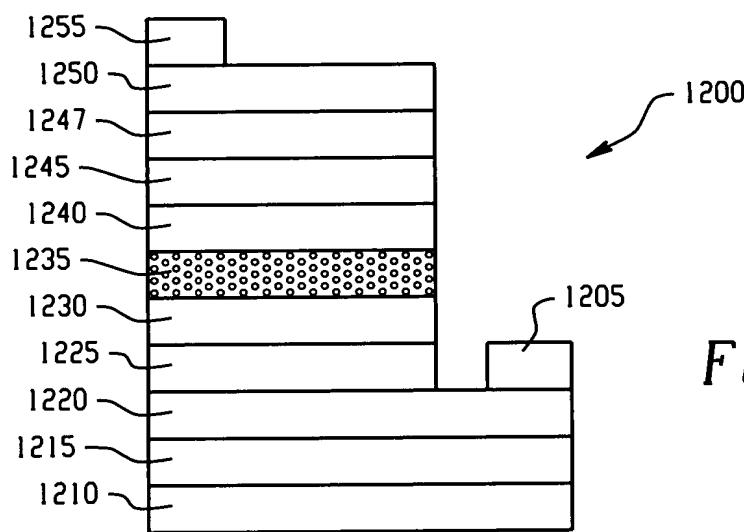


Fig. 5

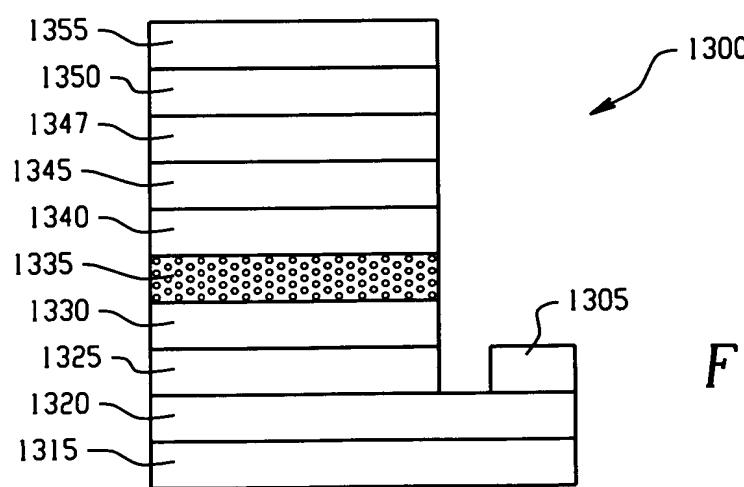


Fig. 6

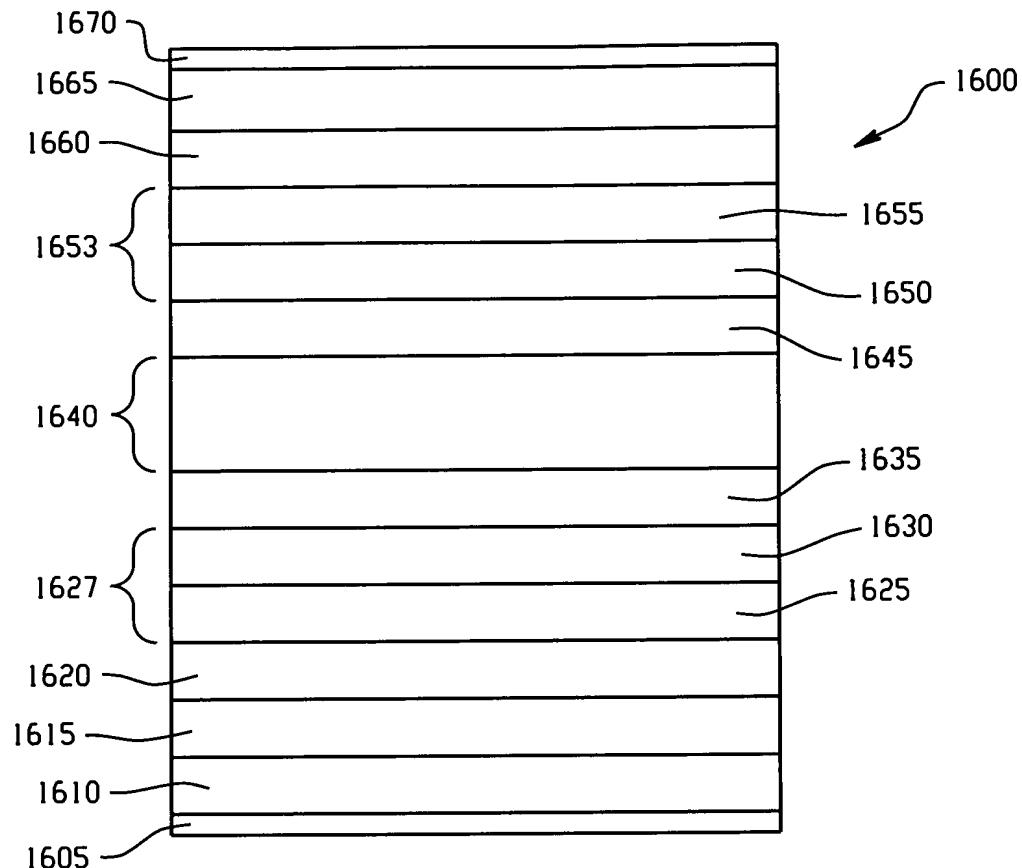


Fig. 7

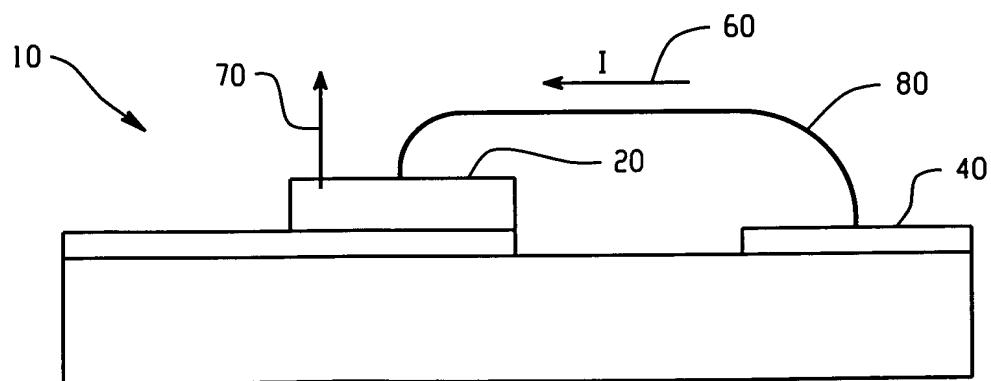


Fig. 8

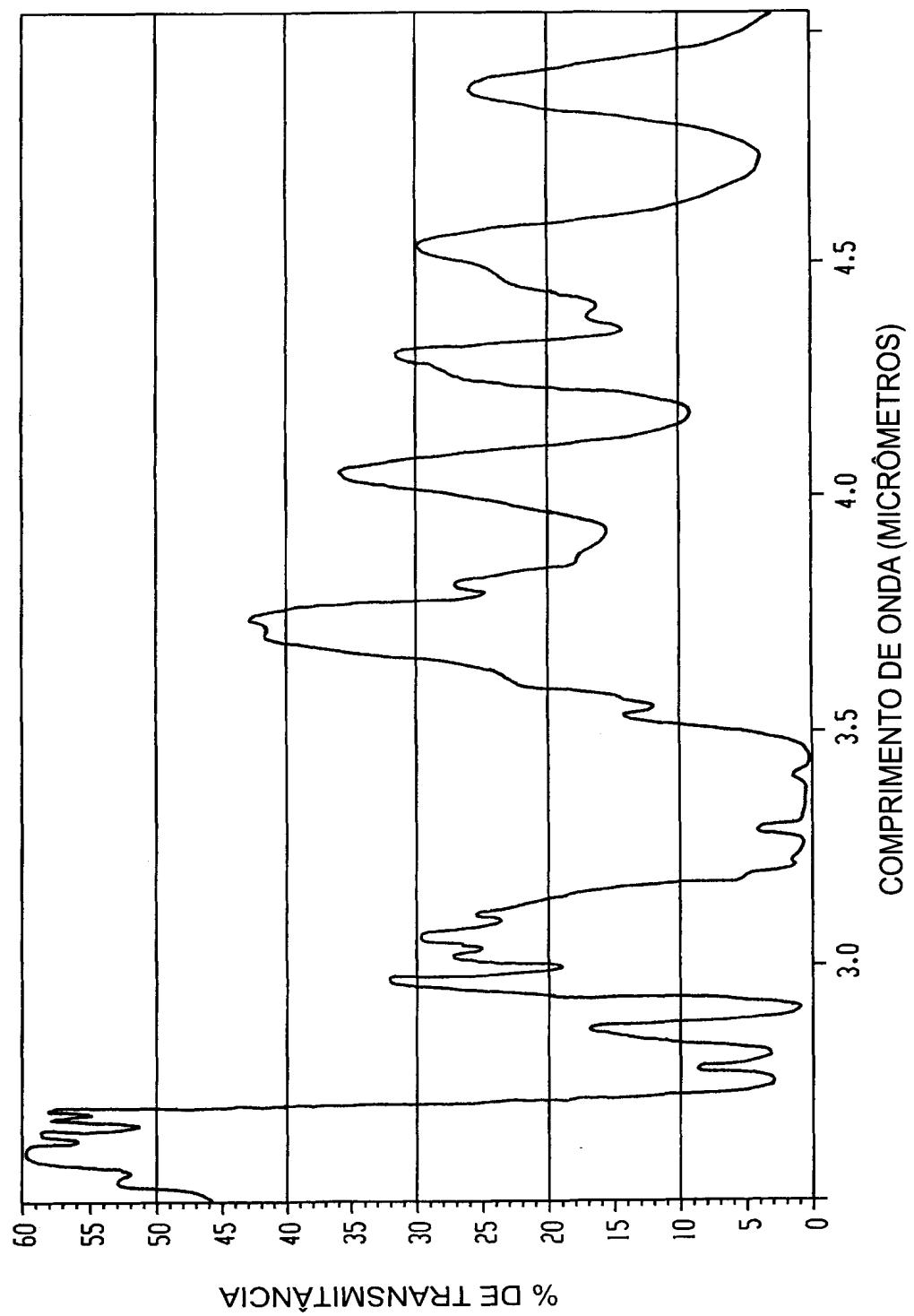


Fig. 9

COMPRIMENTO DE ONDA (MICRÔMETROS)

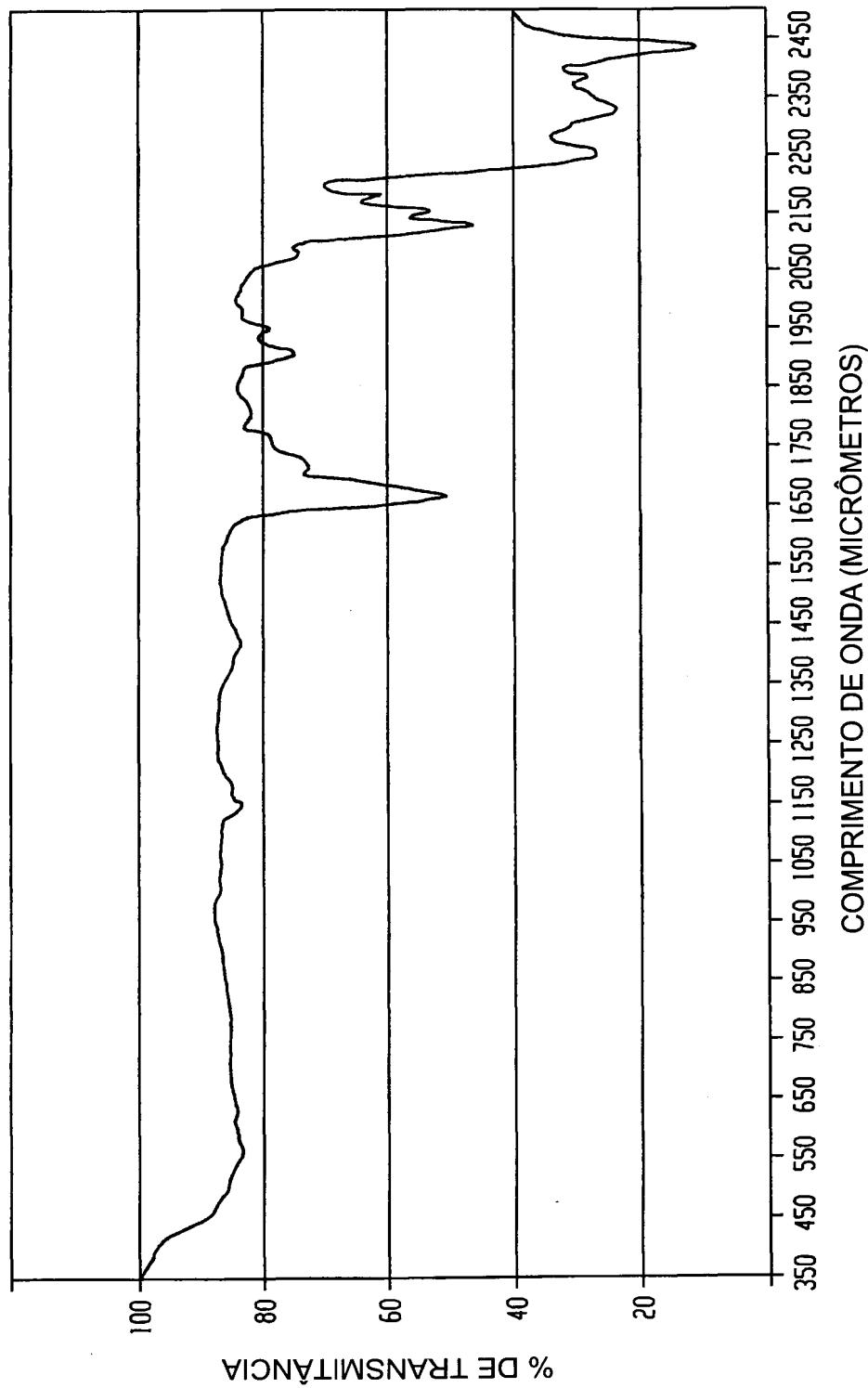


Fig. 10

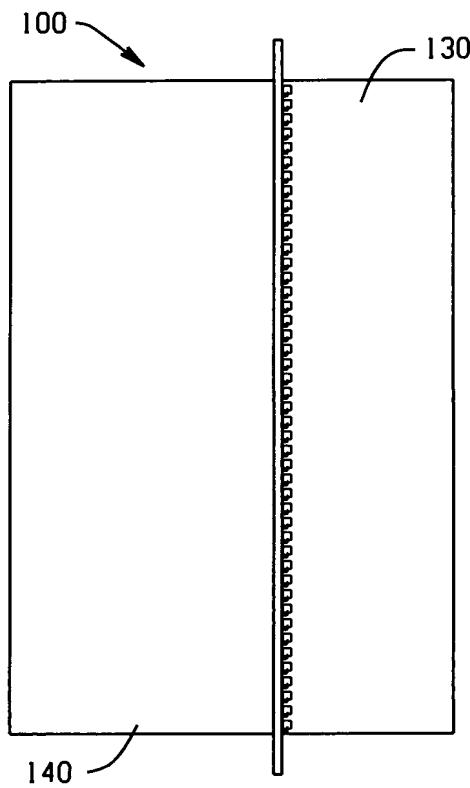


Fig. 11a

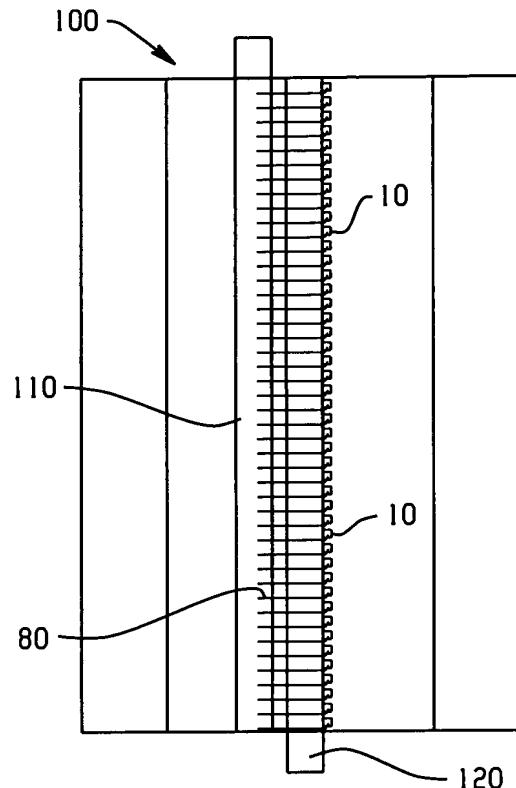


Fig. 11b

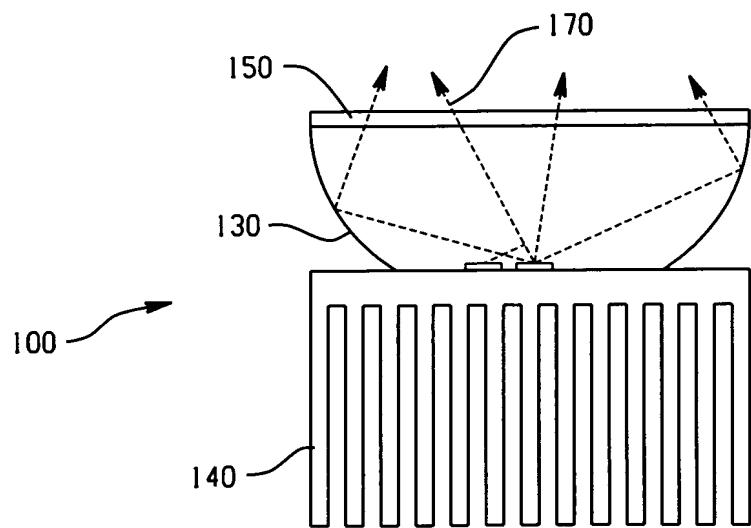


Fig. 11c

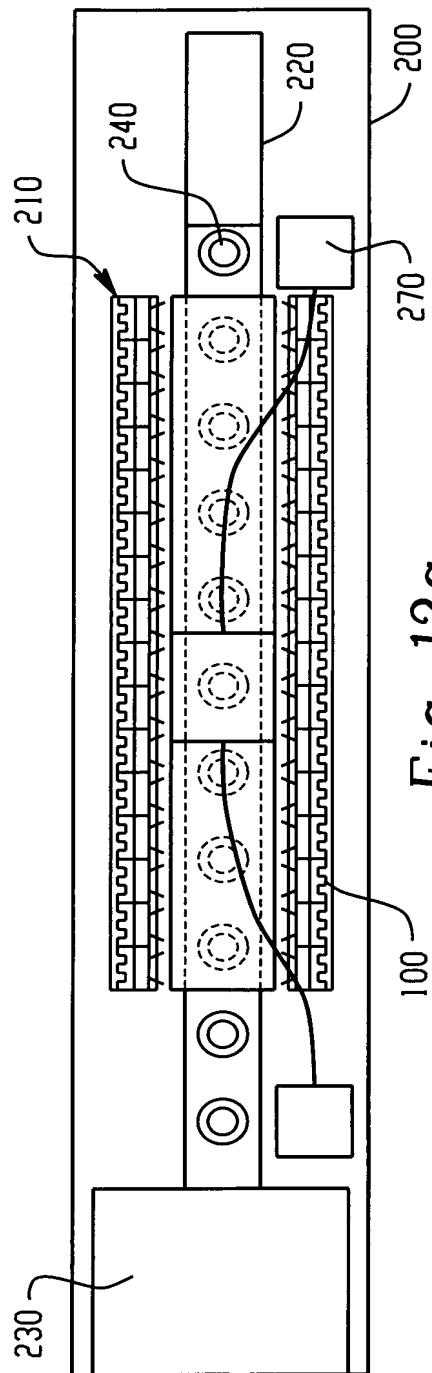


Fig. 12a

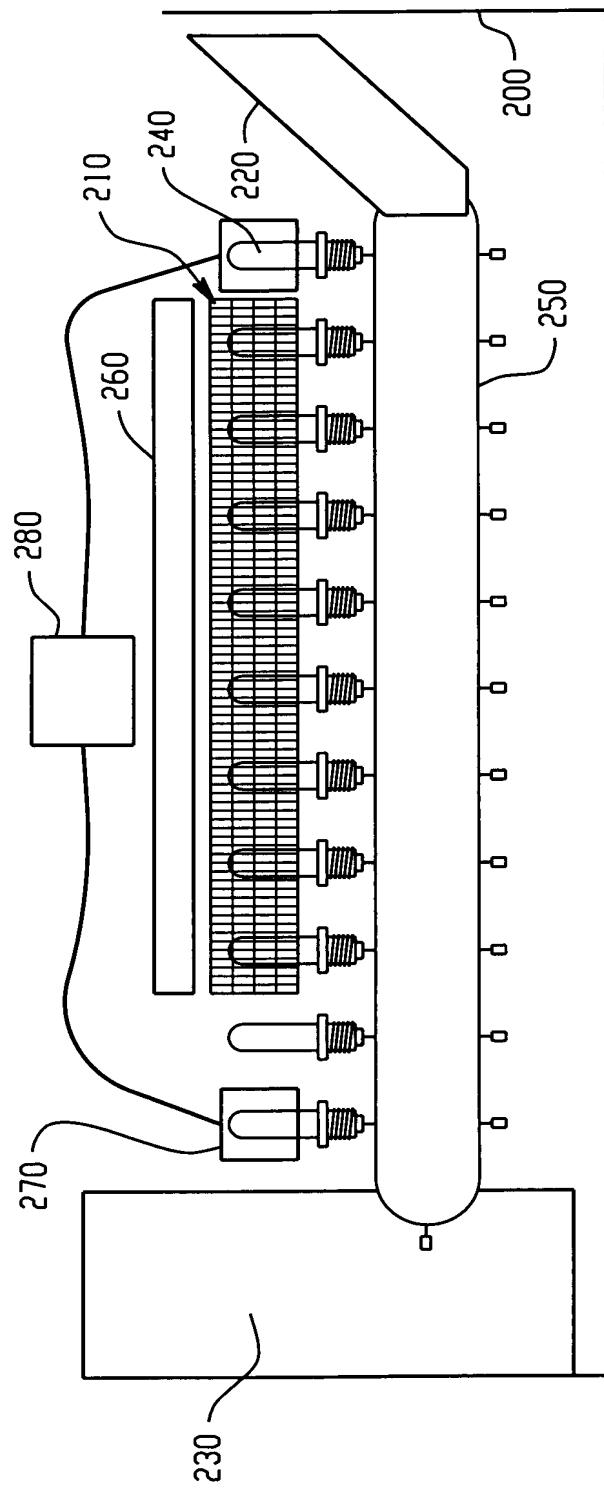


Fig. 126

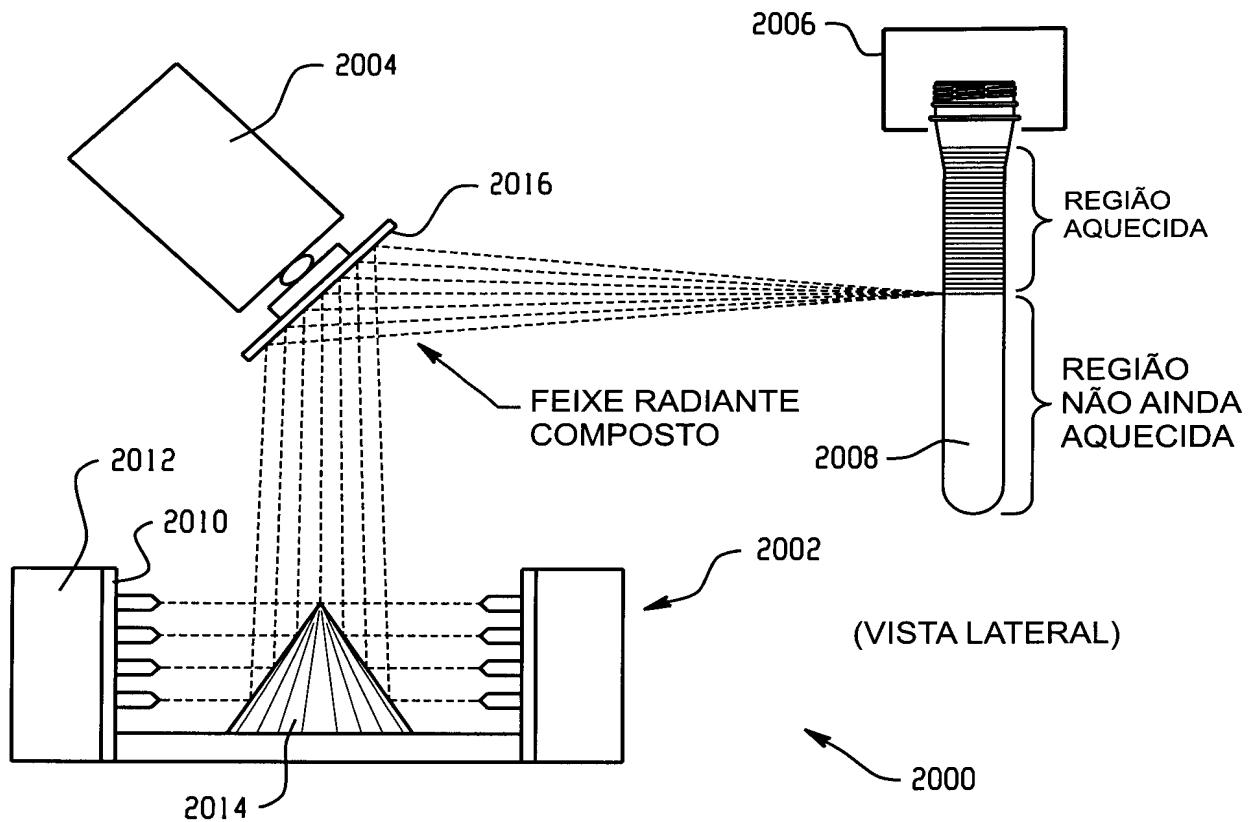
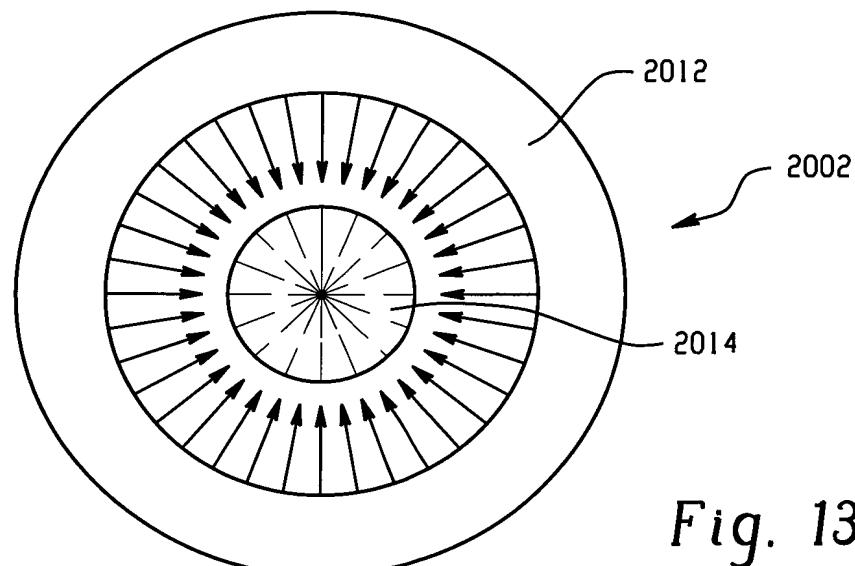


Fig. 13a1

(VISTA INFERIOR)



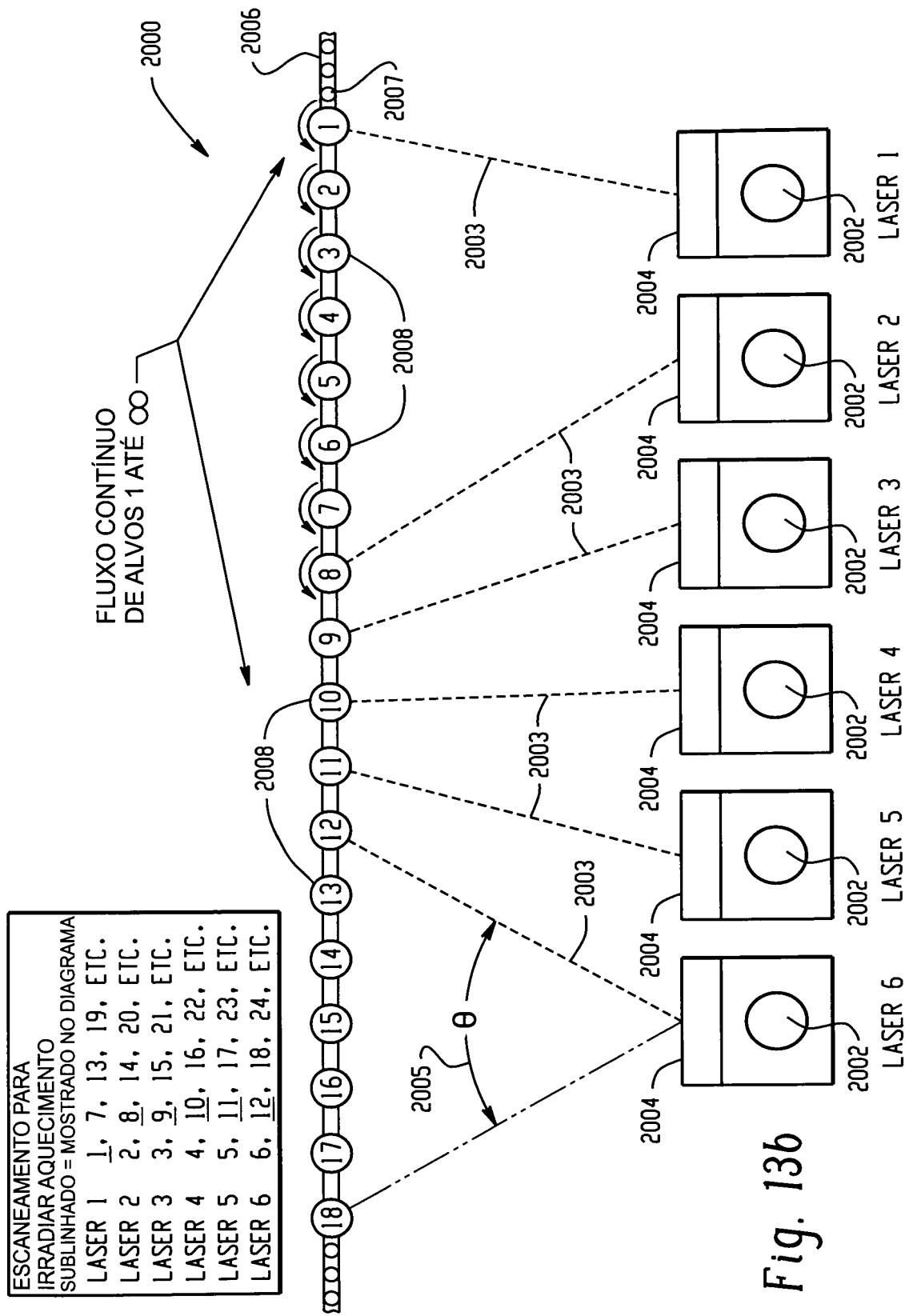


Fig. 136

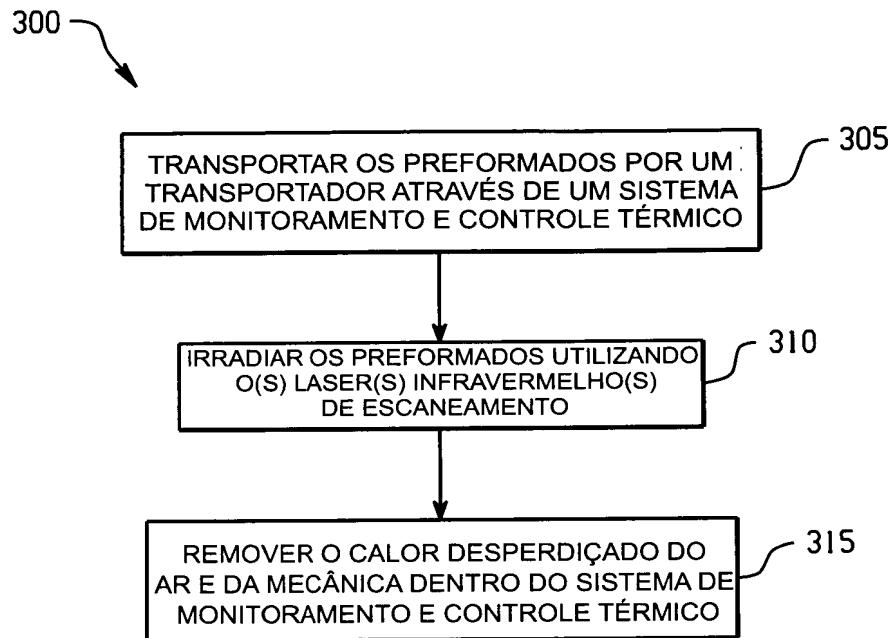


Fig. 14

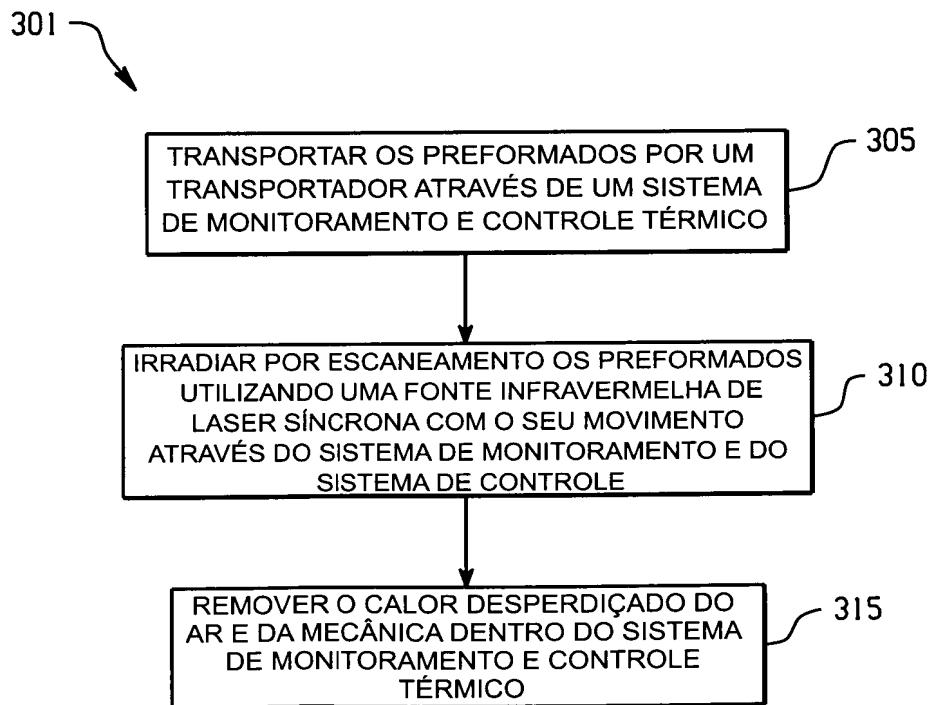


Fig. 15

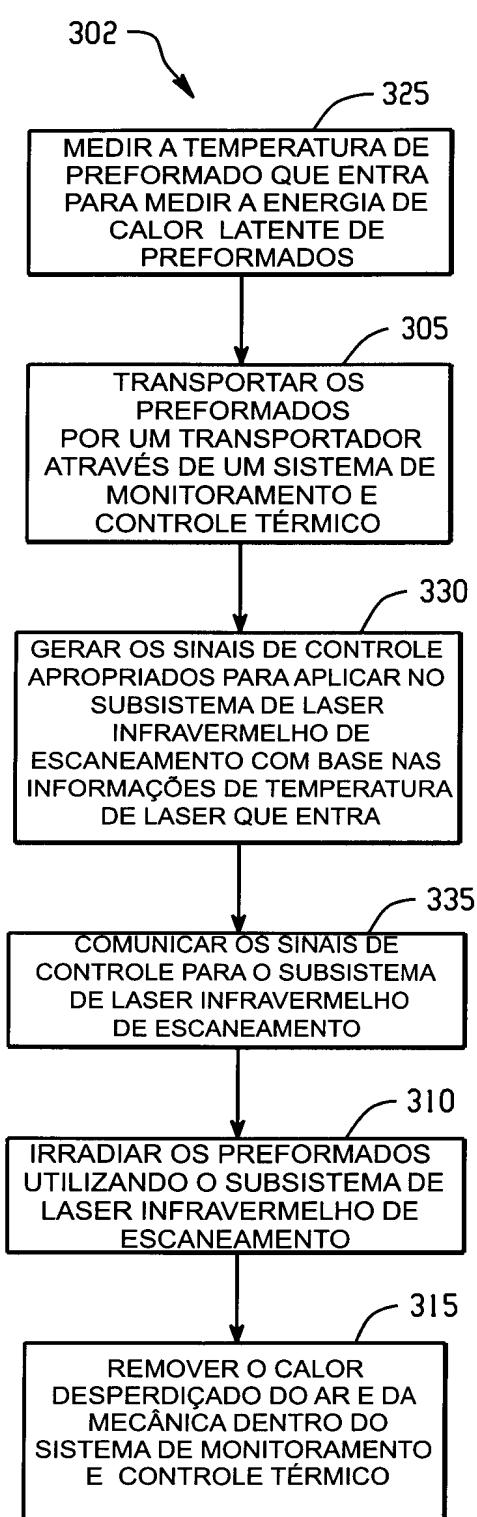


Fig. 16

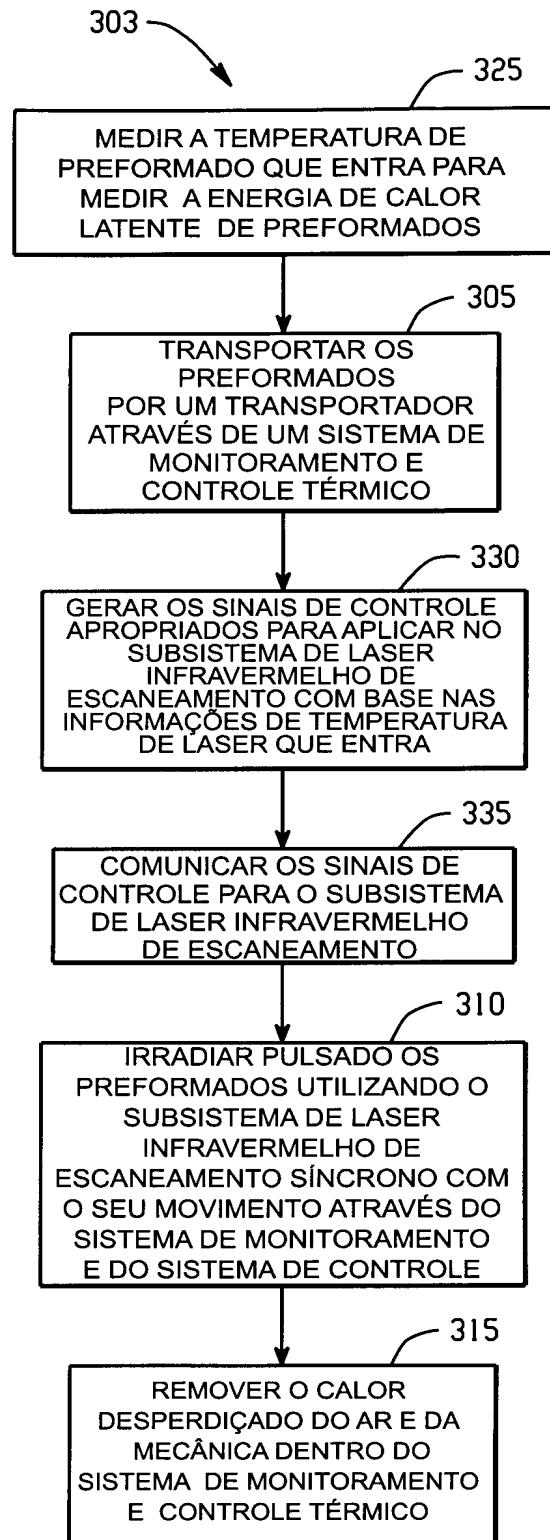


Fig. 17

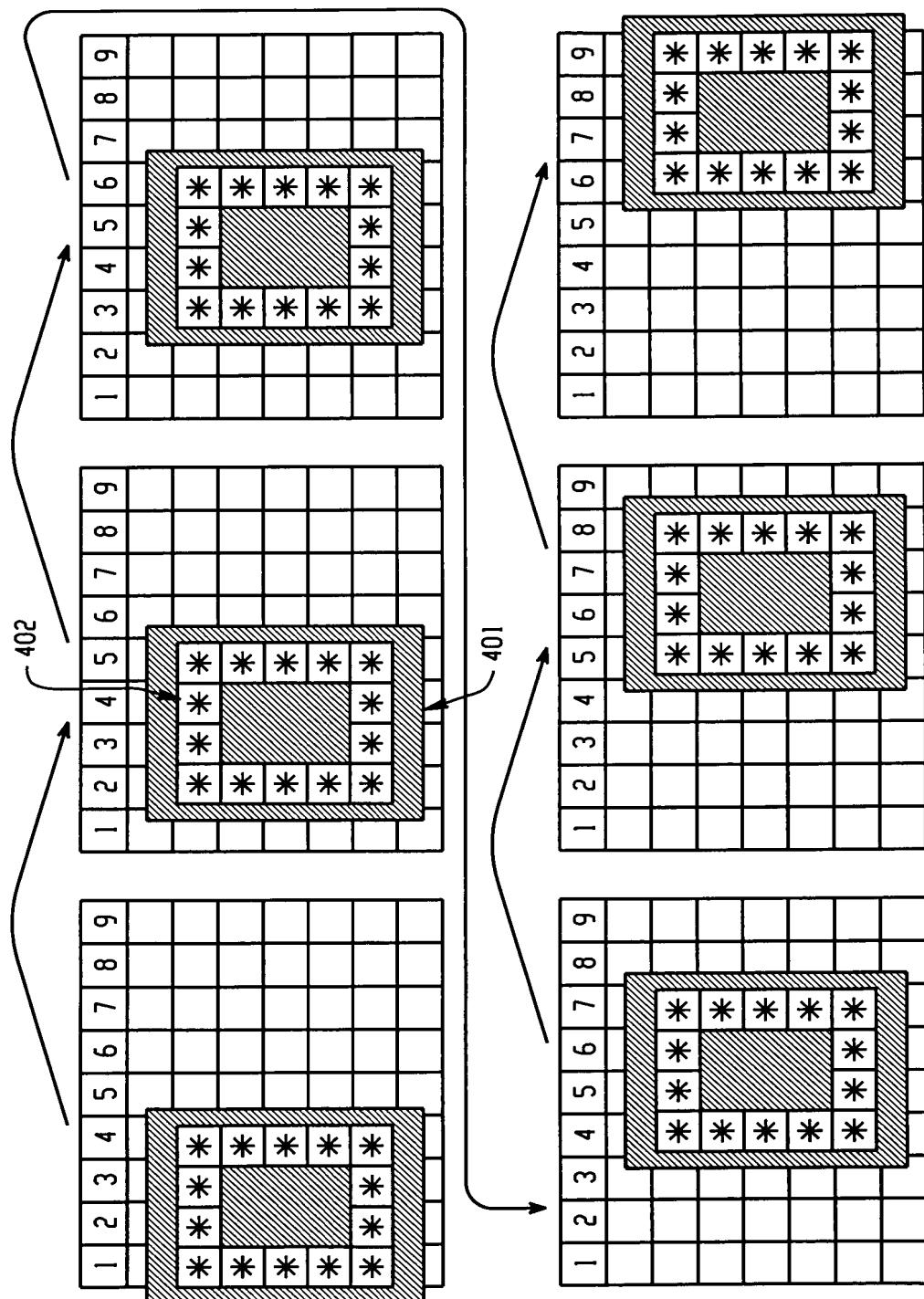


Fig. 18

## RESUMO

Patente de Invenção: "**MÉTODO E SISTEMA PARA TRATAMENTO DE IR-RADIAÇÃO INFRAVERMELHA DE COMPRIMENTO DE ONDA ESPECÍFICO, BASEADO EM LASER**".

5           A presente invenção refere-se a um sistema baseado em diodo de laser para uma injeção direta de radiação ou energia de comprimento de onda infravermelho (IV) térmico selecionado em artigos para uma ampla gama de propósitos de processamento. Estes propósitos podem incluir aquecer, elevar ou manter a temperatura de artigos, ou estimular um item alvo  
10          em uma ampla gama de diferentes aplicações industriais, médicas, de consumidor ou comerciais. O sistema é especialmente aplicável a operações que requerem a ou beneficiam-se da capacidade de irradiar a comprimentos de onda especificamente selecionados ou pulsar ou injetar a radiação. O sistema é especificamente vantajoso quando funcionando a velocidades  
15          mais altas e em um ambiente sem contato com o alvo.