



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

(11) PI 0302019-3 B1

(22) Data do Depósito: 02/06/2003

(45) Data de Concessão: 21/02/2017



(54) Título: MÉTODO PARA PRODUZIR UM GÁS DE RESSONADOR DE LASER DE DIÓXIDO DE CARBONO, E, MÉTODO PARA CORTAR, MODIFICAR SUPERFÍCIE, OU SOLDAR UM ARTIGO

(51) Int.Cl.: H01S 3/08

(30) Prioridade Unionista: 03/06/2002 US 60/385222

(73) Titular(es): PRAXAIR TECHNOLOGY, INC.

(72) Inventor(es): LARRY W. CHERNE; DAVID A. CHERNE

“MÉTODO PARA PRODUZIR UM GÁS DE RESSONADOR DE LASER DE DIÓXIDO DE CARBONO, E, MÉTODO PARA CORTAR, MODIFICAR SUPERFÍCIE, OU SOLDAR UM ARTIGO”

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[1] O laser de dióxido de carbono (CO_2) é amplamente usado, em parte, por causa de sua capacidade de oferecer alta eficiência e elevada potência. Há vários projetos de laser de dióxido de carbono incluindo, mas não se limitando a, lasers de tubo selado, lasers de guia de onda, lasers de fluxo axial, lasers de fluxo transversal, e lasers atmosféricos transversalmente excitados. Tipicamente, os lasers de dióxido de carbono operam em altos comprimentos de onda de cerca de 9 a 11 micrometros.

[2] Lasers tipicamente produzem luz através da excitação de um meio gasoso. O laser de dióxido de carbono usa uma mistura de dióxido de carbono, nitrogênio e, em geral, hélio como um meio gasoso. O dióxido de carbono é excitado para estados de energia mais elevados usando energia adicionada à mistura gasosa. O dióxido de carbono excitado ao retornar para estados de energia mais baixos produz a luz a laser. O nitrogênio ajuda a excitar o dióxido de carbono e aumenta a eficiência dos processos de geração de luz. O hélio, quando presente, atua como um gás de amortecimento para auxiliar a transferência de calor do meio gasoso e também ajuda o dióxido de carbono a cair dos níveis de energia menores para o estado de energia fundamental.

[3] Os gases de ressonador de laser de CO_2 são proporcionados em uma variedade de formas para agirem conforme as especificações dos fabricantes de laser e/ou os projetos de laser particulares. Por exemplo alguns gases de ressonador de laser de CO_2 são fornecidos em cilindros de gás separados e são misturados antes de sua entrada no ressonador de laser ou são misturados dentro do ressonador de laser. Outros gases de ressonador de laser são fornecidos pré-misturados e são diretamente fornecidos ao ressonador de

laser. O gás de ressonador de laser, em alguns casos, é proporcionado dentro de uma montagem de laser selada.

[4] Tipicamente, os gases comprimidos, armazenados, ou conduzidos dentro do sistema de laser incluem uma concentração significativa de halocarbonetos. A quantidade de halocarboneto varia, por exemplo, dependendo do projeto e/ou da condição do equipamento de geração de luz a laser, por exemplo, dos compressores de gás, encaixes, vasos de armazenagem, lubrificantes, selos, e anéis O.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[5] A presente invenção refere-se, em parte, a um gás de ressonador de laser de dióxido de carbono compreendendo dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio e possuindo uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão. Em outras modalidades, a concentração de halocarboneto total é menor do que cerca de 50 partes por trilhão.

[6] A invenção também inclui um método para produzir um gás de ressonador de laser de dióxido de carbono e o gás de ressonador de laser produzido por este método. Em uma modalidade, o método compreende as etapas de: (a) remover halocarbonetos de um ou mais gases selecionados do grupo consistindo de dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio; e (b) combinar os gases dióxido de carbono, hélio e nitrogênio, pelo menos um dos quais é produzido de acordo com a etapa (a), por meio do qual um gás de ressonador de laser de dióxido de carbono é formado que possui uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão.

[7] Também é incluído na presente invenção um sistema de laser de dióxido de carbono que compreende: (a) um ressonador de laser; e (b) meio para fornecer gases dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio ao ressonador de laser como um gás de ressonador de laser de dióxido de carbono o citado gás de ressonador de laser possuindo uma concentração de

halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão. Em uma modalidade, o meio para fornecer os gases dióxido de carbono, hélio e nitrogênio ao ressonador de laser inclui a misturação dos gases e depois o transporte do gás de ressonador de laser misturado para o ressonador de laser. Em outra modalidade, o meio para fornecer os gases dióxido de carbono, hélio e nitrogênio ao ressonador de laser inclui meio para comprimir um ou mais dos componentes do gás de ressonador de laser ou uma mistura de dois ou mais componentes do gás de ressonador de laser.

[8] Um método para produzir luz a laser também é proporcionado. O método compreende a operação de um laser de dióxido de carbono pela excitação de uma mistura gasosa compreendendo dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio e tendo uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão via uma entrada de energia. Por exemplo, a invenção inclui um método para cortar um artigo compreendendo as etapas de: (a) excitar uma mistura gasosa, compreendendo dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio e possuindo uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão, para produzir um feixe de luz coerente; e (b) direcionar o feixe de luz coerente sobre o artigo.

[9] Os gases de ressonador de laser de dióxido de carbono contendo halocarbonetos tipicamente experimentam uma redução da efetividade e/ou da durabilidade dos componentes do sistema de laser. Quando o composto de halocarboneto está presente em um gás de ressonador de laser em uma concentração maior do que cerca de 100 partes por trilhão (ppt), o composto de halocarboneto pode causar disrupções que parecem como flashes brancos na luz normalmente rosa a púrpura que emana do ressonador de laser. Em adição, os gases de ressonador de laser de dióxido de carbono contendo uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 ppt podem produzir luz a laser em níveis de energia de entrada reduzidos em comparação com os lasers operando usando gases de ressonador

de laser de dióxido de carbono contendo uma concentração de halocarboneto total maior do que cerca de 100 ppt para uma dada saída de potência de laser. As disrupções acima mencionadas na luz a laser e os requerimentos de potência de entrada aumentada indicam uma redução na eficiência de potência do laser. Sem se basear em qualquer teoria particular, é considerado que as disrupções são causadas pela dissociação das cadeias químicas longas do composto de halocarboneto no campo de alta energia produzido no ressonador de laser. As cadeias químicas dissociadas se recombinaem em compostos contaminantes agressivos e indesejados tais como, por exemplo, cloreto de hidrogênio (HCl), fluoreto de hidrogênio (HF) e outras cadeias químicas disruptivas. Os compostos contaminantes diminuem a efetividade dos componentes ópticos no equipamento de laser que reflete e permite que a luz passe através do mesmo. Como um resultado, a durabilidade destes componentes ópticos é enormemente reduzida.

[10] Em adição, por causa do acúmulo concomitante de componentes sobre os componentes ópticos de laser, com freqüência é necessária interrupção da operação do laser, por exemplo, cerca de a cada 600 a 1.200 horas, para limpar ou substituir os componentes ópticos no ressonador. Em geral, os fabricantes de laser sugerem a limpeza ou a substituição dos componentes ópticos após cerca de 2.000 horas de uso. Outros fatores determinantes da freqüência de limpeza ou de substituição dos componentes ópticos incluem a pureza do gás, a integridade do sistema de fornecimento de gás, a potência na qual o gerador é operado, a qualidade dos componentes ópticos, e o ciclo de trabalho do laser.

[11] Devido ao fato de o laser ser um maior investimento para o operador de laser, sempre que a operação com laser é interrompida, o operador incorre em custo significativo do tempo de operação perdida. Em adição, embora o custo possa ser reduzido pela limpeza dos componentes ópticos em vez da substituição dos componentes ópticos cada vez que o

ressonador estiver em manutenção, o custo de manutenção ou de limpeza do laser ainda é significativo visto que este custo pode ser repetido várias vezes por ano.

[12] A invenção proporciona uma mistura de gás de ressonador de laser vantajosa e mais limpa possuindo uma concentração de halocarbonetos baixa, por exemplo, menor do que 100 ppt de halocarbonetos, para garantir limpeza no sistema, para prevenir paradas do laser, e para reduzir os requerimentos de potência de entrada.

BREVE DESCRIÇÃO DO DESENHO

[13] A Figura é um diagrama esquemático ilustrando uma modalidade da presente invenção, um sistema de laser de dióxido de carbono.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[14] A presente invenção refere-se, em parte, a um gás de ressonador de laser de dióxido de carbono compreendendo dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio e possuindo uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão. Em uma modalidade, a concentração de halocarboneto total é menor do que cerca de 50 partes por trilhão. Os gases de ressonador de laser, sistemas de laser, e métodos da presente invenção proporcionam luz a laser de alta eficiência e elevada potência enquanto reduzem o custo de manutenção e melhoram o desempenho de um sistema de laser pela limitação da concentração de halocarboneto total.

[15] Os compostos de halocarboneto são compostos compreendendo carbono e pelo menos um halogênio tal como bromo, cloro, flúor ou iodo. Duas subclasses de halocarbonetos são clorocarbonetos e fluorocarbonetos. Os clorocarbonetos compreendem carbono e cloro, enquanto que os fluorocarbonetos compreendem carbono e flúor. Tipicamente, os compostos de halocarboneto tais como, por exemplo, cloro-trifluoro-etileno (CTFE) e perfluoro-poliéter (PFPE) são usados em lubrificantes, por exemplo, lubrificantes de compressor de gás; selos; e anéis

O para equipamento de geração de luz a laser. Ocasionalmente, os fluorocarbonetos e os clorocarbonetos são misturados juntos para se obterem as características de operação desejadas.

[16] Em uma modalidade, a invenção proporciona uma mistura gasosa de ressonador de laser que inclui um teor de umidade menor do que 0,5 parte por milhão (ppm), um teor de hidrocarboneto total menor do que 0,1 ppm, e um teor de halocarboneto menor do que cerca de 100 partes por trilhão (ppt). O gás de ressonador de laser pode incluir adicionalmente oxigênio em uma quantidade menor do que cerca de 2 ppm.

[17] Os gases de ressonador de laser de dióxido de carbono da presente invenção em geral compreendem dióxido de carbono em uma concentração de cerca de 1 a cerca de 20% em volume, por exemplo, cerca de 1 a cerca de 15% ou cerca de 1 a cerca de 10% em volume; nitrogênio em uma concentração de cerca de 10 a cerca de 85% em volume, por exemplo, cerca de 15 a cerca de 80% ou cerca de 20 a cerca de 75% em volume, e o balanço, hélio, por exemplo, em uma concentração de cerca de 5 a cerca de 89% ou cerca de 15 a cerca de 79% em volume. Em uma modalidade, o gás de ressonador de laser da presente invenção é formado pela misturação de gases componentes. Por exemplo, hélio comercialmente disponível (por exemplo, Praxair Part Nos. HE 5.5TG trace analytical grade ou HE 5.5LS laser grade), nitrogênio comercialmente disponível (por exemplo, Praxair Part Nos. NI 5.5TG trace analytical grade ou NI 5.5LS laser grade) e dióxido de carbono comercialmente disponível (por exemplo Praxair Part No. CD 4.8SE ou CD 5.5LS laser grade) (todos os gases componentes obtidos da Praxair, Inc., Danbury CT) são combinados para formarem o gás de ressonador de laser. Alternativamente, um ou mais gases componentes são produzidos de tal modo que com a misturação a concentração de halocarboneto total é menor do que cerca de 100 partes por trilhão.

[18] A invenção proporciona uma única mistura gasosa de

ressonador de laser que reduz significativamente a formação de contaminantes indesejados sobre os componentes ópticos do laser. Como um resultado, a mistura gasosa de ressonador de laser da invenção reduz a frequência de limpeza e substituição dos componentes ópticos, reduzindo significativamente os custos de manutenção do equipamento de laser. Em uma modalidade, o laser é operado por um período de tempo mais longo antes da realização da etapa de limpeza periódica dos componentes ópticos em comparação com um método alternativo para produzir luz a laser compreendendo a excitação de um gás de ressonador de laser compreendendo dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio e possuindo uma concentração de halocarboneto total maior do que cerca de 100 partes por trilhão. Em um aspecto, o tempo de vida dos componentes ópticos é maior em comparação com o método alternativo para produzir luz a laser compreendendo a excitação de um gás de ressonador de laser compreendendo dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio e possuindo uma concentração de halocarboneto total maior do que cerca de 100 partes por trilhão.

[19] O gás de ressonador de laser da presente invenção contribui para o desempenho melhorado total do sistema de laser. Lasers empregando o gás de ressonador de laser da invenção proporcionam eficiência de energia sobre os lasers de dióxido de carbono empregando os gases de ressonador de laser compreendendo concentrações de halocarboneto totais que são maiores do que cerca de 100 ppt.

[20] Em geral, à medida que a saída de laser se torna mais potente, os requerimentos para os gases de ressonador de laser têm se tornado mais rigorosos. É típica para os lasers de CO₂ a produção de potência de saída de cerca de 2,5 a 6 kW, enquanto que os lasers de dióxido de carbono iniciais, empregando gases de ressonador de laser menos puros, produziam potência de saída de cerca de 1 a 1,5 kW. A pureza de um gás comprimido é definida como segue:

Pureza	Grau 9	Impurezas totais
99,9999%	6,0	1 ppm
99,9995%	5,5	5 ppm
99,999%	5,0	10 ppm
99,995%	4,5	50 ppm
99,99%	4,0	100 ppm

[21] Os limites de contaminantes indesejáveis e/ou prejudiciais que podem afetar o desempenho do equipamento de laser, por exemplo, umidade ou teor de hidrocarboneto total (THC), são tipicamente especificados em adição a um requerimento para um número específico de nove de pureza ou “Grau 9” como mostrado acima. Por exemplo, a indústria de laser de CO₂ em geral possui um requerimento de pureza de gás mínima de:

Gás	Pureza	Grau 9	Umidade	THC
Hélio	99,997%	4,7	<5 ppm	<1 ppm
Nitrogênio	99,999%	5,0	<5 ppm	< 1 ppm
Dióxido de carbono	99,995%	4,5	<5 ppm	<1 ppm

[22] O gás de ressonador de laser padrão usado na indústria pode possuir de cerca de 35 a cerca de 50 ppm de contaminantes totais. Os níveis de teor de umidade e de hidrocarboneto total acima destes limites com frequência causam problemas com os ressonadores de laser de CO₂. Embora a concentração de halocarboneto tipicamente não seja medida ou controlada, a concentração de halocarboneto dos gases no gás padrão da indústria de laser de uma fábrica fonte varia de cerca de 1 ppm a cerca de 500 ppb, dependendo da condição do equipamento da fábrica de gás. O nível de halocarboneto nestes gases não é limitado a uma simples especificação de halocarboneto.

[23] Em uma modalidade, a invenção inclui um gás de ressonador de laser de dióxido de carbono possuindo uma concentração de halocarboneto baixa o suficiente para promover limpeza no sistema de laser e para prevenir interrupção mais freqüente do laser. Por exemplo, a concentração de

halocarboneto do gás de ressonador de laser é menor do que 10 partes por bilhão (ppb) ou menor do que 1 ppb. Em outras modalidades, a concentração de halocarboneto do gás de ressonador de laser é menor do que cerca de 800 partes por trilhão (ppt), menor do que cerca de 500 ppt, menor do que cerca de 300 ppt, menor do que cerca de 200 ppt, menor do que cerca de 100 ppt, menor do que cerca de 75 ppt, ou menor do que cerca de 50 ppt, por exemplo, menor do que cerca de 25 ppt, ou menor do que cerca de 10 ppt.

[24] Em algumas modalidades, as impurezas umidade, hidrocarboneto, e oxigênio contidas nos gases de ressonador de laser de CO₂ são limitadas para adicionalmente melhorar o desempenho do laser e a durabilidade dos componentes ópticos. Em particular, o gás de ressonador de laser inclui um teor de umidade menor do que 0,5 parte por milhão (ppm), por exemplo, menor do que cerca de 0,3, 0,2 ou menor do que cerca de 0,1 ppm, e um teor de hidrocarboneto total menor do que 0,1 ppm, por exemplo, menor do que cerca de 0,05 ou menor do que cerca de 0,01 ppm. Em uma modalidade, a concentração de oxigênio no gás de ressonador de laser de dióxido de carbono é menor do que cerca de 5 ppm, por exemplo, menor do que cerca de 4, 2, ou menor do que cerca de 1 ppm. Por exemplo, o gás de ressonador de laser possui uma concentração de impureza total menor do que cerca de 10 partes por milhão, por exemplo, menor do que cerca de 5 ppm. Em uma modalidade, a concentração de impureza total é compreendida de compostos diferentes de dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio. Em outra modalidade, a concentração de impureza total é compreendida de compostos diferentes de dióxido de carbono, hélio, nitrogênio, e monóxido de carbono. Em algumas modalidades, uma ou mais destas concentrações de espécies acima enunciadas, por exemplo, de impurezas totais, de umidade, de hidrocarboneto, e/ou de oxigênio, são também aplicadas aos gases componentes do gás de ressonador de laser CO₂, N₂ e He.

[25] Em uma modalidade, o gás de ressonador de laser da presente

invenção possui uma acurácia de mistura gasosa de $\pm 5\%$, $\pm 4\%$, $\pm 3\%$, ou preferivelmente, de cerca de $\pm 2\%$, cerca de $\pm 1\%$, ou cerca de $\pm 0,1\%$ ou menor em volume. O gás de ressonador de laser ou os componentes do gás de ressonador de laser pode(m) ser proporcionado(s) em um ou mais dispositivos de armazenagem de gás tais como cilindros de gás, por exemplo cilindros de alumínio, opcionalmente, com válvulas retentoras de pressão. As válvulas retentoras de pressão mantêm o interior dos cilindros limpo entre usos e mantêm fora os contaminantes estranhos. Outras válvulas, por exemplo, válvulas não retentoras de pressão, também podem ser utilizada.

[26] O nível de pureza de outros possíveis componentes gasosos menores, incluindo mas não se limitando a CO, O₂, Xe, e H₂, pode ser menor do que 99,9995%. É importante proporcionar estes componentes gasosos menores em comensurada pureza razoável para uma mistura desta qualidade com atenção especial para um controle do teor de halocarboneto.

[27] Os gases de ressonador de laser aqui descritos são adequados para emprego em uma variedade de sistemas de laser de dióxido de carbono incluindo, mas não se limitando a, lasers de tubo selado, lasers de guia de onda, lasers de fluxo axial, lasers de fluxo transversal, e lasers atmosféricos transversalmente excitados.

[28] Um exemplo de um sistema de laser de dióxido de carbono é mostrado na Figura. O sistema de laser de dióxido de carbono ilustrado compreende ressonador de laser 10 que inclui componente óptico traseiro 12 e componente óptico de saída 14. O Componente óptico traseiro 12 tipicamente compreende um refletor, por exemplo, um refletor total, por meio do qual a luz é refletida de volta para dentro do ressonador de laser 10. O componente óptico de saída 14 tipicamente compreende uma superfície parcialmente refletiva por meio da qual uma porção da luz é refletida de volta para dentro do ressonador de laser 10 e uma porção é emitida do ressonador de laser como uma luz a laser coerente 16. O meio de excitação, por exemplo, gás de

ressonador de laser tal como uma mistura de gases dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio possuindo uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão, é proporcionado pelo meio de fornecimento de gás 18. Em uma modalidade, o meio de fornecimento de gás 18 compreende um ou mais dispositivos de armazenagem de gás, por exemplo, cilindros de gás, bem como quaisquer válvulas, conduto, misturadores e/ou compressores necessários. Em outra modalidade, o meio de fornecimento de gás 18 inclui um ou mais dispositivos de geração de gás. Os dispositivos de geração de gás incluem equipamento tal como, por exemplo, compressores de gás, misturadores, válvulas, conduto de gás, dispositivos de armazenagem de gás, e aparelhagem de purificação de gás, por exemplo, carvão ativado, filtros, trapas, e membranas seletivas.

[29] O equipamento de meio de fornecimento de gás 18 é construído de tal modo que o contacto entre o meio de excitação, por exemplo, gases componentes e/ou gás de ressonador de laser, e qualquer material contendo halocarboneto é minimizado por meio do qual o gás de ressonador de laser, uma mistura de gases dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio, possui uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão. Por exemplo, os dispositivos de armazenagem de gás e/ou o conduto incluem válvulas retentoras de pressão para prevenir contaminação estranha do gás. Em uma modalidade, roscas de tubo retilíneo são usadas para conexões de conduto para reduzir a chance de extração gasosa de halocarbonetos de qualquer fita de politetrafluoroetileno (PTFE) usada sobre as roscas. Em outras modalidades, a fita de politetrafluoroetileno não é empregada ou é utilizada em uma maneira que previne a extração gasosa de halocarbonetos para dentro do(s) gás(es). Em uma modalidade preferida, encaixes de compressão são usados em vez de encaixes rosqueados. Por exemplo, conexões adequadas são feitas usando encaixes VCR® (Cajon Co., Macedônia, OH). Em uma modalidade, anéis O, selos, e lubrificantes

contendo halocarbonetos, por exemplo, lubrificantes, selos, e anéis O contendo CTFE e PFPE, não são usados em aplicações que podem resultar em contaminação do(s) gás(es) componente(s) com halocarbonetos de tal modo que o gás de ressonador de laser, uma mistura de gases dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio, possua uma concentração de halocarboneto total menor do que 100 partes por trilhão. Em uma modalidade, meio de fornecimento de gás 18 compreende uma aparelhagem de purificação de gás, por exemplo, carvão ativado, filtros, trapas, e membranas seletivas, para remover halocarbonetos do gás de ressonador de laser ou dos gases componentes de gás de ressonador de laser.

[30] O meio de excitação, por exemplo, gás de ressonador de laser, é direcionado para o ressonador de laser 10 via o meio de conduto de gás 20. O meio de conduto de gás 20 compreende conduto de gás, válvulas, e/ou encaixes para transportar gases do meio de fornecimento de gás 18 para o ressonador de laser 10. O equipamento do meio de conduto de gás 20 preferivelmente é construído de tal modo que o contacto entre os gases componentes e/ou o gás de ressonador de laser e qualquer material contendo halocarboneto é minimizado por meio do qual o gás de ressonador de laser, uma mistura de gases dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio, possua uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão. Técnicas para minimizar o contacto entre os gases componentes e/ou o gás de ressonador de laser e os materiais contendo halocarboneto são descritas acima.

[31] Mecanismo de excitação 22 é usado para fornecer energia de entrada ao gás de laser de dióxido de carbono contido dentro do ressonador de laser 10. O mecanismo de excitação 22 inclui, por exemplo, uma fonte de tensão elétrica e/ou de radiofrequência, por exemplo, de corrente direta (DC), corrente alternada (AC), radiofrequência (RF), pulsos repetitivos ou qualquer combinação dos mesmos, para aplicação de energia no gás de ressonador de

laser de dióxido de carbono.

[32] O meio de excitação, por exemplo, gás de ressonador de laser, é transportado do ressonador de laser via o meio de conduto de gás 24. O meio de conduto de gás 24 compreende conduto de gás, válvulas, e/ou encaixes para transportar gases do ressonador de laser 10 para o meio de disposição de gás 26. O equipamento de meio de conduto de gás 24 preferivelmente é construído de tal modo que o contacto entre os gases componentes e/ou o gás de ressonador de laser e qualquer material contendo halocarboneto é minimizado por meio do qual o gás de ressonador de laser, uma mistura de gases dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio, possua uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão. Contudo, no caso no qual o meio de disposição de gás 26 é uma aparelhagem de disposição de gás residual, por exemplo, um escape atmosférico, o equipamento de meio de conduto de gás 24 não necessariamente previne ou reduz a contaminação de halocarboneto.

[33] Em uma modalidade, o meio de disposição de gás 26 compreende aparelhagem para disposição de resíduo. Em outras modalidades, o meio de disposição de gás 26 compreende meio de regeneração de gás por meio do qual o gás é purificado, por exemplo, por carvão ativado, filtros, e/ou membranas seletivas, tratado e/ou reciclado para o ressonador de laser 10, meio de fornecimento de gás 18, ou meio de conduto de gás 20. Nestas modalidades, o equipamento de meio de disposição de gás 26 preferivelmente é construído de tal modo que o contacto entre o gás de ressonador de laser e qualquer material contendo halocarboneto é minimizado por meio do qual o gás de laser entrando no ressonador de laser 10 possua uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão. Exemplos de tipos de sistemas de fluxo de gás de laser adequados para a presente invenção incluem, mas não se limitam a, sistemas de laser de fluxo axial, sistemas de laser de fluxo transversal, e sistemas de laser de tubo selado.

Técnicas para minimizar o contacto entre os gases componentes e/ou o gás de ressonador de laser e os materiais contendo halocarboneto são descritas acima.

[34] A presente invenção também refere-se a um método para produzir luz a laser e a um método para aplicar aquela luz a laser. Os métodos incluem a operação de um laser de dióxido de carbono pela excitação de uma mistura gasosa compreendendo dióxido de carbono, hélio e nitrogênio e possuindo uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão via uma entrada de energia. Por exemplo, a invenção inclui um método para cortar, modificar a superfície, ou soldar um artigo compreendendo as etapas de: (a) excitar uma mistura gasosa, compreendendo dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio e possuindo uma concentração de halocarboneto total menor do que 100 partes por trilhão, para produzir um feixe de luz coerente; e (b) direccionar o feixe de luz coerente sobre o artigo. Artigos adequados para corte ou modificação de superfície usando luz a laser gerada de acordo com a invenção aqui descrita incluem, mas não se limitam aos, artigos compreendendo madeira, metal, rocha, cerâmica, plástico, e material têxtil. Artigos apropriados para solda usando a luz a laser gerada de acordo com a invenção aqui descrita incluem, mas não se limitam aos, artigos compreendendo metal, por exemplo, aço, aço inoxidável, alumínio, titânio, níquel, cobre; cerâmica; e plástico.

[35] A invenção é ilustrada pelos seguintes exemplos, que não são intencionados de nenhum modo para serem limitantes.

EXEMPLIFICAÇÃO

Materiais

[36] Gases de ressonador de laser nos Exemplos 1-3 são produzidos usando os seguintes gases, cada um comercialmente disponível na Praxair, Inc. (Danbury, CT):

Hélio	Praxair Part No. HE 5.5TG trace analytical grade, possuindo menos do que 50 ppt de
-------	--

	halocarboneto
Nitrogênio	Praxair Part No. NI 5.5TG trace analytical grade, possuindo menos do que 50 ppt de halocarboneto
Dióxido de carbono	Praxair Part No. CD 4.8SE, possuindo menos do que 100 ppb de halocarboneto, ou Praxair Part No. CD 5.5LS, possuindo menos do que 100 ppt de halocarboneto
Monóxido de carbono	Praxair Part No. CO 3.0UH

Exemplo 1

[37] Este exemplo descreve o uso de um gás de ressonador de laser da presente invenção em lasers de CO₂ Tanaka de 4 kW e de 6 kW (Model Nos. LMX-225 e LMX-325, respectivamente) usando ressonadores de laser Fanuc (Model Nos. TF-3500A e TF-6000B, respectivamente).

[38] Nos ressonadores de laser de 4 kW e de 6 kW, o gás padrão da indústria de laser é substituído por gás de ressonador de laser da invenção. O gás de ressonador de laser substituto contém cerca de 5% de dióxido de carbono (Praxair Part No. CD 5.5LS), cerca de 40% de hélio (Praxair Part No. HE 5.5TG), e cerca de 55% de nitrogênio (Praxair Part No. NI 5.5LS laser grade) (percentagens em volume). Os níveis de teor de umidade, THC, e de oxigênio são limitados e a acurácia da mistura de gás de ressonador de laser é controlada para limitar a concentração de halocarboneto para menor do que 100 ppt. O gás componente dióxido de carbono contém não mais do que 0,5 ppm de água, 10 ppb de THC, e 2 ppm de oxigênio. O gás componente hélio contém não mais do que 1 ppm de água, 0,1 ppm de THC, e 1 ppm de oxigênio. O gás componente dióxido de carbono contém não mais do que 1 ppm de água, 0,1 ppm de THC, e 1 ppm de oxigênio. O gás de ressonador de laser resultante possui menos do que 5 ppm de contaminantes totais.

[39] Após estas modificações é esperada uma redução na

freqüência de manutenção requerida dos componentes ópticos em comparação com a freqüência de manutenção requerida quando se usa o gás padrão da indústria de laser.

Exemplo 2

[40] Este exemplo descreve o uso de um gás de ressonador de laser da presente invenção em um laser de CO₂ Mitsubishi de 3,5 kW (Model No. 3015LVP-35CF).

[41] Usando-se um gás de ressonador de laser convencional, o laser de CO₂ é avaliado para uma potência de entrada de 161 ampères a 480 volts. Quando a potência de entrada alcança 161 ampères a 480 volts, a amperagem de operação máxima do ressonador de laser, o laser é tipicamente desligado para manutenção. O laser é operado começando em potência de entrada a cerca de 150 ampères a 480 volts após a manutenção rotineira.

[42] O gás de ressonador de laser convencional é então substituído por um gás de ressonador de laser possuindo cerca de 4% de monóxido de carbono (Praxair Part No. CO 3.0UH), cerca de 8% de dióxido de carbono (Praxair Part No. CD 5.5LS), cerca de 28% de hélio (Praxair Part No. HE 5.5TG trace analytical grade), e cerca de 60% de nitrogênio (Praxair Part No. NI 5.5TG trace analytical grade) (percentagens em volume). Usando-se este gás de ressonador de laser, o requerimento de potência de entrada inicial cai para 144 ampères a 480 volts para produzir 3,5 kW. Esta redução de 6 ampères de corrente primária representa uma redução de cerca de 2,88 kW nos requerimentos de eletricidade, que assumindo custos de eletricidade de US\$ 0,06/kWh, produz redução de cerca de US\$ 0,17/hora nos custos de eletricidade para a operação de laser. Assim, pela limitação da concentração de halocarboneto no gás de ressonador de laser para menos do que cerca de 100 ppt, a eficiência de potência do laser é melhorada.

Exemplo 3

[43] Este exemplo descreve o uso de um gás de ressonador de laser

da presente invenção em um laser de CO₂ Bystronic de 2 kW (Model No. 3015). Este laser usa gases componentes que são misturados em uma câmara de mistura contida dentro do sistema de laser.

[44] O ressonador de laser é inicialmente operado com um gás de ressonador de laser formado de cerca de 60% de hélio (Praxair Part No. HE 4.7LS), cerca de 35% de nitrogênio (Praxair Part No. NI 5.0LS), e cerca de 5% de dióxido de carbono (Praxair Part No. CD 4.5LS) (percentagens em volume). Estes gases componentes também estão comercialmente disponíveis na Praxair, Inc. (Danbury, CT). O laser não alcança potência de saída avaliada quando esta mistura gasosa é usada. Os componentes gasosos são então substituídos por hélio possuindo menos do que 50 ppt de halocarboneto (HE 5.5TG trace analytical grade), nitrogênio possuindo menos do que 50 ppt de halocarboneto (NI 5.5TG trace analytical grade), e dióxido de carbono possuindo menos do que 100 ppt de halocarboneto (Praxair Part No. CD 4.5LS) nas mesmas proporções. O laser é então operado na potência de saída avaliada sem incidente. Este gás de ressonador de laser, de acordo com a presente invenção, contém menos do que 100 ppt de halocarboneto.

[45] O gás componente hélio, possuindo menos do que 50 ppt de halocarboneto (HE 5.5TG trace analytical grade), é substituído por um gás hélio de pesquisa de maior pureza de grau 6.0 (pureza de 99,9999%) (Praxair Part No. HE 6.0RS, Praxair, Inc., Danbury CT). O hélio de pesquisa de grau 6.0 é testado para 9 contaminantes diferentes (O₂, H₂O, CO₂, CO, N₂, Ar, Ne, H₂, e teor de hidrocarboneto total (THC)) em níveis muito baixos. Embora o hélio de pesquisa de grau 6.0 não seja testado para o teor de halocarboneto, acredita-se que a concentração de halocarboneto é significativamente maior do que a concentração de halocarboneto menor do que 100 ppt do gás de ressonador de laser da presente invenção. O laser não contém a potência de saída avaliada quando a mistura gasosa resultante é usada. O uso de componente hélio de pureza maior causa um número de interrupções

significativamente mais elevado, e deste modo reduz a eficiência de potência do laser de CO₂ comparado com o gás de ressonador de laser da presente invenção.

EQUIVALENTES

[46] Embora esta invenção tenha sido particularmente mostrada e descrita com referência às suas modalidades, será entendido por aquelas pessoas experientes na técnica que várias mudanças na forma e nos detalhes podem ser feitas na mesma sem se desviarem do escopo da invenção englobado pelas reivindicações apendidas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para produzir um gás de ressonador de laser de dióxido de carbono, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

(a) remover halocarbonetos de um ou mais gases selecionados dentre dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio; e

(b) combinar os gases dióxido de carbono, hélio e nitrogênio, pelo menos um dos quais é produzido de acordo com a etapa (a), por meio do qual um gás de ressonador de laser de dióxido de carbono é formado o qual possui uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão, um teor de umidade menor do que 0,5 parte por milhão, um teor de hidrocarboneto total menor do que 0,1 partes por milhão, e uma concentração de oxigênio menor do que cerca de 2 partes por milhão.

2. Método para cortar, modificar superfície, ou soldar um artigo, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

(a) excitar uma mistura gasosa, compreendendo dióxido de carbono, hélio, e nitrogênio e possuindo uma concentração de halocarboneto total menor do que cerca de 100 partes por trilhão, um teor de umidade menor do que 0,5 parte por milhão, um teor de hidrocarboneto total menor do que 0,1 partes por milhão, e uma concentração de oxigênio menor do que cerca de 2 partes por milhão para produzir um feixe de luz coerente; e

(b) direcionar o feixe de luz coerente sobre o artigo.

