

(11) Número de Publicação: **PT 1369968 E**

(51) Classificação Internacional:
H01S 3/223 (2006.01)

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2003.06.03	(73) Titular(es): PRAXAIR TECHNOLOGY, INC. 39 OLD RIDGEBURY ROAD DANBURY, CT 06810-5113 US
(30) Prioridade(s): 2002.06.03 US 385222 P	
(43) Data de publicação do pedido: 2003.12.10	
(45) Data e BPI da concessão: 2007.08.15 092/2007	(72) Inventor(es): LARRY W CHERNE US
	(74) Mandatário: MARIA SILVINA VIEIRA PEREIRA FERREIRA RUA CASTILHO, N.º 50, 5º - ANDAR 1269-163 LISBOA PT

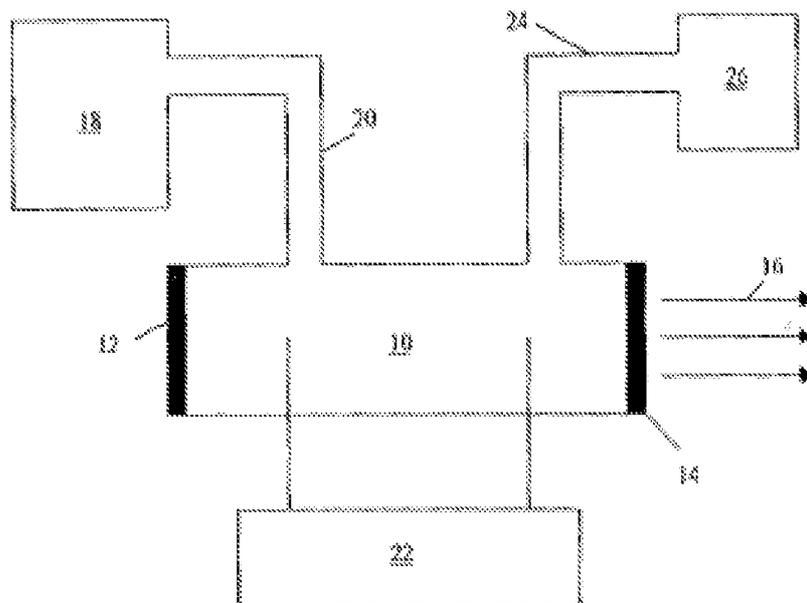
(54) Epígrafe: **COMPOSIÇÃO GASOSA PARA UM LASER DE DIÓXIDO DE CARBONO**

(57) Resumo:

RESUMO

"COMPOSIÇÃO GASOSA PARA UM LASER DE DIÓXIDO DE CARBONO"

A presente invenção é dirigida, em parte, para um gás de ressoador laser de dióxido de carbono, incluindo dióxido de carbono, hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados inferior a 100 partes por trilião. Numa concretização, a concentração total de hidrocarbonetos halogenados é inferior a cerca de 50 partes por trilião. Os gases do ressoador laser, sistemas laser e métodos da presente invenção proporcionam elevada eficiência e luz laser de elevada potência, enquanto se reduz o custo de manutenção e se melhora o desempenho de um sistema laser, limitando a concentração total de hidrocarbonetos halogenados.



DESCRIÇÃO

"COMPOSIÇÃO GASOSA PARA UM LASER DE DIÓXIDO DE CARBONO"

Antecedentes da invenção

O laser de dióxido de carbono (CO_2) é largamente usado em parte pela sua capacidade para proporcionar grande eficácia e grande potência. Existem vários modelos de laser de dióxido de carbono, incluindo, sem constituir limitação, lasers em tubo selado, lasers de guia de ondas, lasers de fluxo axial, lasers de fluxo transversal e lasers atmosféricos excitados transversalmente. Tipicamente, os lasers de dióxido de carbono operam a comprimento de onda de luz de cerca de 9 a 11 micrómetros.

Os lasers produzem tipicamente luz através da excitação de um meio gasoso. O laser de dióxido de carbono utiliza uma mistura de dióxido de carbono, azoto e geralmente hélio como meio gasoso. O dióxido de carbono é excitado até níveis de energia mais elevados, utilizando energia adicionada à mistura gasosa. O dióxido de carbono excitado, ao regressar a estados de energia inferiores, produz a luz laser. O azoto ajuda a excitar o dióxido de carbono e aumentar a eficiência dos processos de geração de luz. O hélio, quando presente, age como um gás tampão para ajudar a transferência térmica do meio gasoso e ajuda também o dióxido de carbono a baixar dos níveis de energia inferiores para o estado de energia básico.

Os gases CO_2 do ressoador laser são oferecidos numa variedade de formas para obedecer a estruturas particulares de laser e/ou especificações dos fabricantes de lasers. Por exemplo, alguns gases de CO_2 do ressoador do laser são

fornecidos em cilindros de gás separados e são misturados antes da sua entrada no ressoador do laser ou são misturados dentro do ressoador do laser. Outros gases do ressoador do laser são fornecidos previamente misturados e são fornecidos directamente ao ressoador do laser. O gás do ressoador do laser, nalguns casos, é fornecido dentro de um módulo laser selado.

Tipicamente, os gases comprimidos, guardados ou conduzidos dentro do sistema laser incluem uma concentração significativa de hidrocarbonetos halogenados. A quantidade de hidrocarbonetos halogenados varia, por exemplo, conforme a estrutura e/ou estado do equipamento de geração de luz laser, p.ex. compressores a gás, peças de ligação, recipientes de armazenagem, lubrificantes, selos e juntas circulares.

A US-A-4 610 014 revela que o gás útil de um laser a gás exige um condicionamento contínuo devido às alterações químicas que ocorrem na secção de descarga, o que produz impurezas e conduz, conseqüentemente a alterações nas características do laser e à redução na eficiência. No caso de um laser de CO₂, que emprega um gás útil que é constituído predominantemente por hélio, com menos proporções de dióxido de carbono e azoto, ocorre a formação de, em particular, monóxido de carbono, oxigénio e óxidos de azoto. Além disso, é necessário eliminar substâncias estranhas que podem ser arrastadas da atmosfera envolvente em resultado de fugas no sistema, em particular vapor de água.

A US-A-6 074 459 apresenta um aparelho de purificação de corrente gasosa que permite remover clorocarbonetos e

fluorocarbonetos para níveis inferiores a 100 partes por trilhão.

RESUMO DA INVENÇÃO

A presente invenção é dirigida em parte para um gás para o ressoador de um laser de dióxido de carbono, incluindo dióxido de carbono, hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarboneto halogenado inferior a 100 partes por trilhão, uma concentração de humidade inferior a 0,5 partes por milhão, um teor total de hidrocarboneto inferior a 0,1 partes por milhão e uma concentração de oxigénio gasoso inferior a 2 partes por milhão. Noutras concretizações, a concentração total de hidrocarboneto halogenado é inferior a cerca de 50 partes por trilhão.

A presente invenção inclui também um método de produção de um gás para o ressoador de laser de dióxido de carbono. O método incluindo as etapas: (a) remoção dos hidrocarbonetos halogenados de um ou vários gases seleccionados do grupo constituído por dióxido de carbono, hélio e azoto e (b) combinação gases de dióxido de carbono, hélio e azoto, sendo pelo menos um destes produzido de acordo com a etapa (a), em que é formado um gás para ressoador de laser de dióxido de carbono, com uma concentração total de hidrocarboneto halogenado inferior a 100 partes por trilhão, uma concentração de humidade inferior a 0,5 partes por milhão, um teor total de hidrocarboneto inferior a 0,1 partes por milhão e uma concentração de oxigénio gasoso inferior a 2 partes por milhão.

É também apresentado um método de produção de luz laser. A presente invenção é dirigida em parte para um gás para o ressoador de um laser de dióxido de carbono, incluindo dióxido de carbono, hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarboneto halogenado inferior a 100 partes por trilião, uma concentração de humidade inferior a 0,5 partes por milhão, um teor total de hidrocarboneto inferior a 0,1 partes por milhão e uma concentração de oxigénio gasoso inferior a 2 partes por milhão através de uma alimentação de energia. A presente invenção inclui um método de corte, modificação superficial ou soldagem de um artigo compreendendo (a) a excitação de uma mistura gasosa incluindo dióxido de carbono, hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarboneto halogenado inferior a 100 partes por trilião, uma concentração de humidade inferior a 0,5 partes por milhão, um teor total de hidrocarboneto inferior a 0,1 partes por milhão e uma concentração de oxigénio gasoso inferior a 2 partes por milhão para produzir um feixe de luz coerente; e (b) apontar o feixe de luz coerente para o artigo.

Os gases do ressoador do laser de dióxido de carbono, contendo hidrocarbonetos halogenados, sofrem tipicamente uma redução da eficácia e/ou durabilidade dos componentes do sistema laser. Quando o composto de hidrocarboneto halogenado está presente num gás do ressoador, a uma concentração maior que 100 partes por trilião (ppt), o composto de hidrocarboneto halogenado pode provocar disrupções que surgem como relâmpagos brancos na luz, normalmente entre o rosa e o púrpura, que emana do ressoador laser. Para além disso, os gases do ressoador laser de dióxido de carbono, contendo uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados inferior a cerca de

100 ppt, pode produzir luz laser com níveis de alimentação de energia reduzidos, em comparação com o funcionamento de lasers utilizando gases do ressoador laser de dióxido de carbono contendo uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados em excesso de cerca de 100 ppt para um dado débito de energia laser. As disrupções anteriormente mencionadas na luz laser e requisitos de maior alimentação de energia indicam uma redução na eficiência do laser. Sem aderir a qualquer teoria em particular, pensa-se que as disrupções são provocadas pela dissociação de cadeias químicas de composto de hidrocarboneto halogenado longas no campo da elevada energia produzido no ressoador laser. As cadeias químicas dissociadas recombinaem em compostos contaminantes agressivos tais como, por exemplo ácido clorídrico (HCl), ácido fluorídrico (HF) e outras cadeias químicas disruptivas. Os compostos contaminantes diminuem a eficácia dos componentes ópticos no equipamento laser que reflectem e permitem a passagem da luz laser. Em resultado, a durabilidade destes componentes ópticos diminui muito.

Além disso, devido à acumulação de contaminantes nos componentes ópticos do laser, é frequentemente necessário parar o funcionamento do laser, por exemplo, a cada 600 a 1200 horas, para limpeza ou substituição dos elementos ópticos no ressoador. Em geral, os fabricantes de lasers sugerem a limpeza ou substituição dos elementos ópticos após cerca de 2.000 horas de utilização. Outros factores que determinam a frequência da limpeza ou substituição dos elementos ópticos incluem a pureza do gás, integridade do sistema de distribuição do gás, nível de energia a que o ressoador funciona, qualidade dos elementos ópticos e ciclo de funcionamento do laser.

Uma vez que o laser é um grande investimento para o operador do laser, cada vez que o funcionamento do laser é parado, o operador tem um prejuízo significativo devido ao tempo de funcionamento perdido. Para além disso, apesar de o custo poder ser reduzido por meio da limpeza dos elementos ópticos em vez de substituir os elementos ópticos de cada vez que o ressoador é sujeito a manutenção, o custo da manutenção ou limpeza do laser é ainda muito significativo uma vez que este encargo pode ter de se repetir várias vezes por ano.

A presente invenção proporciona uma mistura de gás para o ressoador laser mais vantajosa, com uma baixa concentração de hidrocarbonetos halogenados, p.ex. menos de 100 ppt hidrocarbonetos halogenados, para garantir a limpeza do sistema, para prevenir paragens do laser e para reduzir o nível de alimentação de energia necessária.

BREVE DESCRIÇÃO DA FIGURA

A figura é um diagrama esquemático que ilustra uma concretização da presente invenção, um sistema laser de dióxido de carbono.

DESCRIÇÃO PORMENORIZADA DA PRESENTE INVENÇÃO

A presente invenção é dirigida, em parte, para um gás do ressoador laser de dióxido de carbono, incluindo dióxido de carbono, hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarboneto halogenado inferior a 100 partes por trilião. Numa concretização, a concentração total de hidrocarboneto halogenado é inferior a cerca de 50 partes por trilião. Os gases do ressoador laser, sistemas laser e métodos da presente invenção para proporcionar elevado rendimento e luz laser de elevada potência, enquanto se

reduz o custo de manutenção e se melhora o desempenho de um sistema laser, limitando a concentração total de hidrocarbonetos halogenados.

Os compostos hidrocarbonetos halogenados são compostos que incluem carbono e pelo menos um halogénio, tal como bromo, cloro, flúor ou iodo. Duas subclasses de hidrocarbonetos halogenados são os clorocarbonetos e os fluorocarbonetos. Os clorocarbonetos incluem carbono e cloro, enquanto que os fluorocarbonetos incluem carbono e flúor. Tipicamente, os compostos de hidrocarbonetos halogenados, tal como, tais como clorotrifluoroetileno (CTFE) e perfluoropoliéter (PFPE) são utilizados em lubrificantes, p.ex. lubrificantes para compressor de gás; vedações e juntas circulares para o equipamento de geração de luz laser. Ocasionalmente, os fluorocarbonetos e os clorocarbonetos são misturados para se obter as características de funcionamento desejadas.

A presente invenção proporciona uma mistura gasosa para o ressoador laser que inclui um teor de humidade inferior a 0,5 partes por milhão (ppm), um teor total de hidrocarbonetos inferior a 0,1 ppm e um teor de hidrocarbonetos halogenados inferior a cerca de 100 partes por trilião (ppt). O gás do ressoador laser pode ainda incluir oxigénio numa quantidade inferior a cerca de 2 ppm.

Os gases do ressoador laser de dióxido de carbono da presente invenção incluem em geral dióxido de carbono numa 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, azoto a 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 equilíbrio, hélio, por exemplo a uma concentração de cerca de 5 a cerca de 89% ou cerca de 15 a cerca de 79% em volume. Numa concretização, o gás do ressoador laser da presente invenção é formado por meio da mistura de gases componentes. Por exemplo, hélio comercial (p.ex. Praxair Part N° HE 5.5TG pureza analítica vestigial ou HE 5.5LS pureza laser), azoto (p.ex., Praxair Part N° NI 5.5TG pureza analítica vestigial NI 5.5LS pureza laser) e dióxido de carbono (p.ex., Praxair Part N° CD 4.8SE ou CD 5.5LS pureza laser). Em alternativa, um ou vários gases componentes são produzidos de forma que ao misturar a concentração total de hidrocarbonetos halogenados é inferior a cerca de 100 partes por trilião.

A presente invenção proporciona uma mistura única gasosa para o ressoador laser que reduz significativamente a formação de contaminantes indesejados nos componentes ópticos laser. Em resultado, a mistura gasosa para ressoador laser da presente invenção reduz a frequência de limpeza e substituição dos componentes ópticos, reduzindo significativamente os custos de manutenção do equipamento laser. Numa concretização, o laser funciona durante um espaço de tempo mais longo antes de se executar a etapa de limpeza periódica dos componentes ópticos, em comparação com um método alternativo de fabrico de luz laser que inclui a excitação de um gás de ressoador laser, que inclui dióxido de carbono, hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados maior que cerca de 100 partes por trilião. Num aspecto, o tempo de vida útil dos componentes ópticos é maior, em comparação com o método alternativo de geração de luz laser que inclui a excitação de um gás de ressoador laser, contendo dióxido de carbono,

hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados maior que cerca de 100 partes por trilião.

O gás de ressoador laser da presente invenção contribui para um desempenho geral melhorado do sistema laser. Os lasers que empregam o gás do ressoador laser da presente invenção proporcionam maior eficácia energética em comparação com os lasers de dióxido de carbono que empregam gases de ressoador laser com concentrações totais de hidrocarbonetos halogenados que excedem cerca de 100 ppt.

Em geral, à medida que o débito laser se tornou mais poderoso, os requisitos de pureza para gases do ressoados laser tornaram-se mais rígidos. É típico para os lasers de CO₂ produzir cerca de 2,5 a 6 kW de potência de débito, enquanto que os primeiros lasers de dióxido de carbono, empregando gases de ressoador menos puros, produziam cerca de 1 a 1,5 kW de energia de débito. A pureza de um gás comprimido é definida da seguinte forma:

Pureza	Grau 9	Total de impurezas
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

Os limites dos contaminantes prejudiciais e/ou indesejáveis que podem afectar o desempenho do equipamento laser, p.ex. humidade ou teor total de hidrocarbonetos (THC) são tipicamente especificados para além de um requisito de um número específico de nove de pureza ou "pureza 9" como revelado anteriormente. Por exemplo, a

indústria laser de CO₂ tem um requisito de pureza mínima de gás de:

Gás	Pureza	Grau 9	Humidade	THC
hélio	99.997%	4.7	<5 ppm	<1 ppm
Azoto	99.999%	5.0	<5 ppm	<1 ppm
Dióxido de carbono	99.995%	4.5	<5 ppm	<1 ppm

O gás de ressoado laser padrão utilizado na indústria pode ter entre cerca de 35 a cerca de 50 ppm de contaminantes no total. Os níveis de teor de humidade e hidrocarbonetos totais acima destes limites provocam frequentemente problemas com os ressoadores laser de CO₂. Enquanto que a concentração de hidrocarbonetos halogenados não é tipicamente medida ou controlada, a concentração de hidrocarbonetos halogenados de gases no gás padrão da indústria laser de uma instalação fonte oscila entre cerca de 1 ppm até cerca de 500 ppb, conforme a condição do equipamento da instalação de gás. O nível de hidrocarbonetos halogenados não é limitado a uma única especificação de hidrocarbonetos halogenados.

Numa concretização, a presente invenção inclui um gás do ressoador laser de dióxido de carbono com uma concentração de hidrocarbonetos halogenados suficientemente baixa para promover a limpeza no sistema laser e prevenir a paragem mais frequente do laser. A concentração de hidrocarbonetos halogenados do gás ressoador laser é menor que cerca de 100 ppt, menos que cerca de 75 ppt ou menos que cerca de 50 ppt, por exemplo menos de cerca de 25 ppt ou menos de cerca de 10 ppt.

As impurezas humidade, hidrocarbonetos e oxigénio contidos nos gases de ressoador laser de CO₂ são limitados para melhorar ainda mais o desempenho do laser e a durabilidade dos componentes ópticos. Em particular, o gás de ressoador laser inclui um teor de humidade inferior a cerca de 0,5 partes por milhão (ppm), p.ex. menos de cerca de 0,3, 0,2 ou menos de cerca de 0,1 ppm e um teor total de hidrocarbonetos inferior a 0,1 ppm, p.ex. menos de cerca de 0,05 ou menos de cerca de 0,01 ppm. A concentração de oxigénio no gás de ressoador laser de dióxido de carbono é inferior a 2 ppm ou inferior a cerca de 1 ppm. Por exemplo, o gás de ressoador laser tem uma concentração de impurezas total inferior a cerca de 10 partes por milhão, por exemplo inferior a cerca de 5 ppm. Numa concretização, a concentração total de impurezas é constituída por compostos diferentes de dióxido de carbono, hélio e azoto. Noutra concretização, a concentração total de impurezas é constituída por compostos diferentes de dióxido de carbono, hélio, azoto e monóxido de carbono. Nalgumas concretizações, uma ou várias das concentrações anteriormente mencionadas de espécies, p.ex. total de impurezas, humidade, hidrocarbonetos e/ou oxigénio são também aplicadas nos gases componentes do gás de ressoador laser CO₂, N₂ e He.

Numa concretização, o gás de ressoador laser da presente invenção tem uma exactidão da mistura gasosa de cerca de +/- 5%, +/- 4%, +/- 3%, ou de preferência cerca de +/- 2%, cerca de +/- 1% ou cerca de +/- 0,1%. O gás de ressoador laser ou os componentes do gás de ressoador laser podem ser fornecidos num ou vários dispositivos de armazenamento de gás, tal como cilindros de gás, p.ex. cilindro de alumínio, opcionalmente com válvulas de

retenção da pressão. As válvulas de retenção da pressão mantêm o interior dos cilindros limpos entre as utilizações e impedem a entrada de contaminantes estranhos. Outras válvulas, p.ex. válvulas de retenção sem pressão, podem também ser utilizadas.

O nível de pureza de outros componentes gasosos menores possíveis, incluindo, sem constituir limitação, CO_2 , O_2 , Xe e H_2 , pode ser inferior a 99.9995%. É importante proporcionar estes componentes gasosos secundários com uma pureza razoável, proporcionados a uma mistura desta qualidade com especial atenção para o controlo do teor de hidrocarbonetos halogenados.

Os gases de ressoador laser descritos são adequados para utilização em vários sistemas laser de dióxido de carbono, incluindo, sem constituir limitação, lasers de tubo selado, lasers de guia de ondas, lasers de fluxo axial, lasers de fluxo transversal (também conhecidos por lasers "cross-flow" e lasers atmosféricos excitados transversalmente.

Um exemplo de um sistema laser de dióxido de carbono é apresentado na figura. O sistema laser de dióxido de carbono ilustrado inclui um ressoador laser 10 que inclui elementos ópticos traseiros 12 e elementos ópticos de saída 14. Os elementos ópticos traseiros 12 incluem tipicamente um reflector, p.ex. um reflector total, o qual reflecte a luz de volta para o ressoador laser 10. Os elementos ópticos 14 incluem tipicamente uma superfície parcialmente reflectora, na qual é reflectida uma porção de luz de volta para o ressoador laser 10 e uma porção é emitida do ressoador laser como luz laser coerente 16. O meio de

excitação, p.ex. o gás de ressoador laser, tal como uma mistura de gases de dióxido de carbono, hélio e azoto com uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados inferior a cerca de 100 partes por trilião, é fornecido por meios de alimentação com gás 18. Numa concretização, os meios de alimentação de gás 18 inclui um ou mais dispositivos de armazenamento de gás, p.ex. cilindros de gás, bem como quaisquer válvulas necessárias, condutas, misturadoras e/ou compressores. Noutra concretização, os meios de alimentação de gás 18 incluem um ou mais dispositivos geradores de gás. Os dispositivos geradores de gás incluem equipamentos tal como, por exemplo, compressores de gás, misturadoras, válvulas, condutas de gás, dispositivos de armazenamento de gás e aparelhos de purificação de gás, p.ex. carbono activado, filtros, válvulas automáticas e membranas selectivas.

O equipamento dos meios de alimentação de gás 18 é construído de forma que o contacto entre o meio de excitação, p.ex. gases componentes e/ou gás de ressoador laser, e qualquer material contendo hidrocarbonetos halogenados é minimizado, em resultado do que o gás de ressoador laser, uma mistura de gases de dióxido de carbono, hélio e azoto tem uma concentração de hidrocarbonetos halogenados total inferior a cerca de 100 partes por trilião. Por exemplo, os dispositivos de armazenamento e/ou condutas de gás incluem válvulas de retenção da pressão para prevenir a entrada de contaminantes estranhos. Numa concretização, roscas de tubagens rectas são utilizadas nas conexões das condutas para reduzir a hipótese de fugas de gases hidrocarbonetos halogenados de qualquer fita de politetrafluoroetileno (PTFE) utilizada nas roscas. Noutras concretizações a fita

de politetrafluoroetileno não é utilizada ou é utilizada de forma a prevenir fugas de gás hidrocarbonetos halogenados para o(s) gas(es). Numa concretização preferida, os anéis de compressão são utilizados em vez de conexões roscadas. Por exemplo, as conexões das condutas são feitas com vedações VCR® ((Cajon Co., Macedonia, OH). Numa concretização, os lubrificantes, selos e juntas circulares que contêm hidrocarbonetos halogenados, por exemplo lubrificantes, selos e juntas anelares contendo CTFE e PFPE, não são utilizado nas aplicações que podem resultar em contaminação do(s) gas(es) componente(s) com hidrocarbonetos halogenados, de forma que o gás de ressoador laser, uma mistura de gases de dióxido de carbono, hélio e azoto, tem uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados inferior a 100 partes por trilião. Numa concretização, os meios de alimentação de gás 18 incluem um aparelho de purificação de gás, p.ex. carbono activado, filtros, válvulas automáticas e membranas selectivas para a remoção de hidrocarbonetos halogenados do gás de ressoador laser ou gases componentes do gás de ressoador laser.

O meio de excitação, p.ex. gás de ressoador laser, é dirigido para o ressoador laser 10 através de meios de conduta de gás 20. Os meios de condução do gás 20 inclui condutas de gás, válvulas e/ou vedações para transportar os gases desde os meios de alimentação de gás 18 para o ressoador laser 10. O equipamento dos meios de transporte de gás 20 é construído preferencialmente de forma que o contacto entre os gases componentes e/ou gás de ressoador laser e qualquer material contendo hidrocarbonetos halogenados é minimizado, em resultado do que o gás de ressoador laser, uma mistura de gases de dióxido de

carbono, hélio e azoto tem uma concentração de hidrocarbonetos halogenados total inferior a cerca de 100 partes por trilião. As técnicas de minimização do contacto entre os gases componentes e/ou gás de ressoador laser e materiais contendo hidrocarbonetos halogenados são descritas anteriormente.

O mecanismo de excitação 22 é utilizado para fornecer entrada de energia ao gás laser de dióxido de carbono contido no ressoador 10. O mecanismo de excitação 22 inclui, por exemplo, uma fonte de tensão e/ou radiofrequência, p.ex. corrente contínua (CC), corrente alterna (CA), radiofrequência (RF), impulsos repetidos ou qualquer combinação dos mesmos, para aplicação de energia ao gás de ressoador laser de dióxido de carbono.

O meio de excitação, p.ex. gás de ressoador laser, é transportado desde o ressoador laser através de meios de transporte de gás 24. Os meios de transporte do gás 24 incluem condutas de gás, válvulas e/ou vedações para transportar os gases desde o ressoador laser 10 para os meios de eliminação de gás 26. O equipamento dos meios de transporte de gás 24 é construído de forma que o contacto entre os gases componentes e/ou gás de ressoador laser e qualquer material contendo hidrocarbonetos halogenados é minimizado, em resultado do que o gás de ressoador laser, uma mistura de gases de dióxido de carbono, hélio e azoto tem uma concentração de hidrocarbonetos halogenados total inferior a cerca de 100 partes por trilião. No entanto, no caso de os meios de eliminação de gás 26 serem um aparelhos de eliminação de gás residual, p.ex. um respiradouro atmosférico, o equipamento de meios de transporte de gás 24

não previne ou reduz necessariamente a contaminação por hidrocarbonetos halogenados.

Numa concretização, os meios de eliminação de gás 26 incluem aparelhos de eliminação de resíduos. Noutras concretizações, os meios de eliminação de gás 26 incluem meios de regeneração de gás, em resultado dos quais o gás é purificado, p.ex. por meio de carbono activado, filtros e/ou membranas selectivas, tratado e/ou reciclado para o ressoador laser 10, meios de alimentação de gás 18 ou meios de transporte de gás 20. Nestas concretizações, o equipamento dos meios de eliminação de gás 26 é preferencialmente construído de forma que o contacto entre o gás de ressoador laser e qualquer material que contenha hidrocarbonetos halogenados é minimizado, em resultado do que o gás que entre no ressoador laser 10 tem uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados inferior a cerca de 100 partes por trilião. Exemplos de tipos de sistemas de sistemas de fluxo de gás adequados para a presente invenção incluem, sem constituir limitação, sistemas laser de fluxo axial, sistemas laser de fluxo cruzado e sistemas laser de tubo selado. As técnicas de minimização do contacto entre os gases componentes e/ou gás de laser e materiais contendo hidrocarbonetos halogenados são descritas anteriormente.

A presente invenção é também dirigida a um método de produção de luz laser e um método de aplicação dessa luz laser. Os métodos incluem fazer funcionar um laser de dióxido de carbono por meio da excitação de uma mistura gasosa que inclui dióxido de carbono, hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados inferior a cerca de 100 partes por trilião via uma

aplicação de energia. Por exemplo, a presente invenção inclui um método de corte, modificação superficial ou soldagem de um artigo compreendendo (a) a excitação de uma mistura gasosa incluindo dióxido de carbono, hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarboneto halogenado inferior a 100 partes por trilião para produzir um feixe de luz coerente; e (b) apontar o feixe de luz coerente para o artigo. Os artigos adequados para o corte ou modificação superficial, utilizando luz laser gerada de acordo com a presente invenção aqui descrita, incluem, sem constituir limitação a artigos incluindo madeira, metal, rocha, cerâmica, plástico e têxteis. Os artigos adequados para a soldagem utilizando luz laser gerada de acordo com a presente invenção aqui descrita, incluem, sem constituir limitação a artigos incluindo metal, p.ex. aço inoxidável, alumínio, titânio, níquel, cobre, cerâmica e prata.

A presente invenção é ilustrada pelos seguintes exemplos, que não pretendem constituir limitações.

EXEMPLOS

Materiais

Os gases de ressoador laser nos exemplos 1 a 3 são produzidos com os seguintes gases, cada um comercialmente disponível junto da Praxair, Inc. (Danbury, CT):

Hélio: Praxair Part N° HE 5.5TG pureza analítica vestigial com menos de 50 ppt de hidrocarbonetos halogenados

Azoto: Praxair Part N° HE 5.5TG pureza analítica vestigial com menos de 50 ppt de hidrocarbonetos halogenados

Dióxido de carbono: Praxair Part n°. CD 4 8SE, com menos de 100 ppb de hidrocarbonetos halogenados ou Praxair Part N° CD 5.5LS, com menos de 100 ppt de hidrocarbonetos halogenados
Monóxido de carbono: Praxair Part n° CO 3.0UH

Exemplo 1

Este exemplo descreve a utilização de um gás de ressoador laser da presente invenção em lasers de 4 kW e 6 kW Tanaka CO₂ (modelos n° LMX-225 e LMX325 respectivamente) utilizando ressoadores laser Fanuc (modelos TF-3500A e TF-6000B respectivamente).

Em ressoadores laser de 4 kW e 6 kW, o gás padrão da indústria laser é substituído pelo gás de ressoador laser da presente invenção. O gás de ressoador laser de substituição contém cerca de 5% de dióxido de carbono (Praxair Part n° CD 5.5LS), cerca de 40% de hélio (Praxair Part n° HE 5.5LS pureza laser) e cerca de 55% de azoto (Praxair Part n° NI 5.5LS pureza laser) (percentagens em volume). Os teores de humidade, THC e oxigénio são limitados e a exactidão thc da mistura gasosa de ressoador laser é controlada para limitar a concentração de hidrocarbonetos halogenados em menos de 100 ppt. O componente gasoso de dióxido de carbono contém menos de 0,5 ppm de água, 10 ppb de THC e 2 ppm de oxigénio. O componente gasoso de hélio contém menos de 1 ppm de água, 0,1 ppm de THC e 1 ppm de oxigénio. O componente gasoso de dióxido de carbono contém menos de 1 ppm de água, 0,1 ppm de THC e 1 ppm de oxigénio. O gás de ressoador laser resultante tem menos de 5 ppm de contaminantes no total.

Depois destas modificações, espera-se uma redução na frequência da manutenção necessária dos elementos ópticos em comparação com a frequência de manutenção necessária com a utilização do gás padrão da indústria laser.

Exemplo 2

Este exemplo descreve a utilização de um gás de ressoador laser da presente invenção num laser CO₂ de 3,5 kW Mitsubishi (modelo n° 3015LVP-35CF).

Utilizando gás de ressoador laser convencional, o laser de CO₂ está avaliado para uma energia de entrada de 161 amperes a 480 voltes. Quando a energia de entrada atinge os 161 amperes a 480 voltes, a amperagem de funcionamento máxima do ressoador laser, o laser é tipicamente desligado para manutenção. O laser funciona de início a cerca de 150 amperes a 480 de energia de entrada a seguir à manutenção de rotina.

O gás de ressoador laser convencional é então substituído por um gás de ressoador laser com cerca de 4% de monóxido de carbono (Praxair Part N° CO 3.0UH), cerca de 8% de dióxido de carbono (Praxair Part N° CD 5 5LS), cerca de 28% de hélio (Praxair Part N° HE 5.5TG pureza analítica vestigial) e cerca de 60% de azoto (Praxair Part N° NI 5.5TG pureza analítica vestigial) (percentagens em volume). Utilizando este gás de ressoador laser, a energia de entrada inicial necessária cai para 144 amperes a 480 voltes para produzir 33 kW. Esta redução de 6 amperes de corrente primária representa uma redução de cerca de 2,88 kW em consumo de electricidade, o que significa, partindo de um custo da electricidade de 0,06 dólares americanos/kWh produz uma redução de 0,17 dólares americanos/hora em custo

da electricidade para o funcionamento do laser. Assim, ao limitar a concentração de hidrocarbonetos halogenados no gás de ressoador laser para menos de 100 ppt, melhora a eficiência energética do laser.

Exemplo 3

Este exemplo descreve a utilização de um gás de ressoador laser da presente invenção num laser CO₂ de 2 kW Bystronic (modelo n° 3015). Este laser utiliza gases componentes que são misturados numa câmara de mistura incluída no sistema laser.

O ressoador laser é operado inicialmente com um gás de ressoador laser formado a partir de cerca de 60% de hélio (Praxair Part N° HE 4.7LS), cerca de 35% de azoto (Praxair Part N° NI 5.0LS) e cerca de 5% de dióxido de carbono (Praxair Part N° CD 4.5LS) (percentagens em volume). Estes gases componentes estão também comercialmente disponíveis junto da Praxair, Inc. (Danbury CT). O laser não atinge a energia de saída indicada quando se utiliza esta mistura gasosa. Os componentes gasosos são então substituídos por hélio com menos de 50 ppt de hidrocarbonetos halogenados (HE 5.5TG pureza analítica vestigial), azoto com menos de 50 ppt de hidrocarbonetos halogenados (NI 5.5TG pureza analítica vestigial) e dióxido de carbono com menos de 100 ppt de hidrocarbonetos halogenados (Praxair Part N° CD 4.5LS) nas mesmas proporções. O laser funciona então à energia de saída indicada sem incidentes. Este gás de ressoador laser, de acordo com a presente invenção, contém menos de cerca de 100 ppt de hidrocarbonetos halogenados.

O gás componente de hélio, com menos de 50 ppt de hidrocarbonetos halogenados (HE 5.5TG pureza analítical

vestigial) é substituído por um nível de pureza de investigação superior 6,0 gás de hélio (99.9999% puro) (Praxair Part N° HE 6.0RS, Praxair, Danbury CT). O hélio 6,0 de grau de pureza analítico é testado para detecção de 9 contaminantes diferentes (O₂, H₂O, CO₂, CO, N₂, Ar, Ne, H₂ e teor total de hidrocarbonetos (THC) a níveis muito baixos. Apesar de não se testar o hélio 6,0 de grau de pureza analítico quanto ao teor de hidrocarbonetos halogenados, acredita-se que a concentração de hidrocarbonetos halogenados é significativamente superior ao menos de 100 ppt de concentração de hidrocarbonetos halogenados do gás de ressoador laser da presente invenção. O laser não mantém a energia de saída indicada quando se utiliza mistura gasosa resultante.

A utilização do componente de hélio de pureza superior provoca um número significativamente maior de interrupções e reduz assim a eficiência energética do laser de CO₂ em comparação com o gás de ressoador laser da presente invenção.

EQUIVALENTES

Enquanto que a presente invenção tem sido particularmente demonstrada e descrita com referências às suas concretizações preferidas, fica subentendido pelos especialistas na técnica que podem ser introduzidas várias modificações na forma e detalhes sem afastar do âmbito da presente invenção englobado pelas reivindicações anexas.

Lisboa, 19 de Setembro de 2007

REIVINDICAÇÕES

1. Gás de ressoador laser de dióxido de carbono, incluindo dióxido de carbono, hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados inferior a 100 partes por trilião, uma concentração de humidade inferior a 0,5 partes por milhão, um teor total de hidrocarbonetos inferior a 0,1 partes por milhão e uma concentração de oxigénio gasoso inferior a 2 partes por milhão.
2. Gás de ressoador laser da reivindicação 1 contendo 1 a 10 % em volume de dióxido de carbono e 20 a 75 % em volume de azoto.
3. Gás de ressoador laser da reivindicação 1 em que a concentração total de hidrocarbonetos halogenados é inferior a 50 partes por trilião.
4. Gás de ressoador laser da reivindicação 1 incluindo ainda um gás seleccionado do grupo constituído por monóxido de carbono, hidrogénio e xenon.
5. Gás de ressoador laser da reivindicação 1 com uma concentração total de impurezas inferior a 10 partes por milhão, em que a concentração total de impurezas é constituída por compostos diferentes de dióxido de carbono, hélio e azoto.
6. Gás de ressoador laser da reivindicação 1, em que a concentração total de hidrocarbonetos halogenados inclui um hidrocarboneto halogenado seleccionado do grupo constituído por clorotrifluoroetileno e perfluoropoliéter.

7. Método para a produção de gás de ressoador laser de dióxido de carbono incluindo as etapas:

- (a) remoção de hidrocarbonetos halogenados de um ou mais gases seleccionados do grupo constituído por dióxido de carbono, hélio e azoto e
- (b) combinação gases de dióxido de carbono, hélio e azoto, sendo pelo menos um destes produzido de acordo com a etapa (a), em que é formado um gás para ressoador de laser de dióxido de carbono, com uma concentração total de hidrocarboneto halogenado inferior a 100 partes por trilião, uma concentração de humidade inferior a 0,5 partes por milhão, um teor total de hidrocarboneto inferior a 0,1 partes por milhão e uma concentração de oxigénio gasoso inferior a 2 partes por milhão.

8. Método para a produção de luz laser (16) incluindo as etapas de funcionamento de um laser de dióxido de carbono (10) por meio da excitação de uma mistura gaseosa de dióxido de carbono, hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarboneto halogenado inferior a 100 partes por trilião, uma concentração de humidade inferior a 0,5 partes por milhão, um teor total de hidrocarbonetos inferior a 0,1 partes por milhão e uma concentração de oxigénio gasoso inferior a 2 partes por milhão através de uma alimentação de energia (22).

9. Método da reivindicação 8, em que a mistura gasosa tem concentração total de hidrocarbonetos halogenados inferior a 50 partes por trilião.

10. Método da reivindicação 8 que inclui ainda a etapa de fornecimento de gases de dióxido de carbono, hélio e azoto, tendo cada gás uma concentração de hidrocarbonetos halogenados tal que, quando combinados, a mistura gasosa resultante tenha uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados inferior a 100 partes pro trilião.

11. Método da reivindicação 10 que inclui ainda a etapa de remoção de hidrocarbonetos halogenados de um ou vários dos gases de dióxido de carbono, hélio e azoto.

12. Método de corte, modificação superficial e soldagem de um artigo incluindo:

- (a) excitação de uma mistura gasosa, incluindo dióxido de carbono, hélio e azoto e com uma concentração total de hidrocarbonetos halogenados inferior a 100 partes por trilião, uma concentração de humidade inferior a 0,5 partes por milhão, um teor total de hidrocarbonetos inferior a 0,1 partes por milhão e uma concentração de oxigénio gasoso inferior a 2 partes por milhão para produzir um feixe de luz coerente e
- (b) orientação do feixe de luz coerente para o artigo.

Lisboa, 19 de Setembro de 2007

