

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

(21) **PI0615086-1 A2**

(22) Data de Depósito: 25/08/2006
(43) Data da Publicação: 03/05/2011
(RPI 2104)



(51) *Int.Cl.:*
H01J 1/00

(54) Título: **MODELO DE LÂMPADAS PULSADAS DE LUZ INTERMITENTE DE ALTA POTÊNCIA**

(30) Prioridade Unionista: 25/08/2005 US 60/710,866

(73) Titular(es): Lightstream Technologies

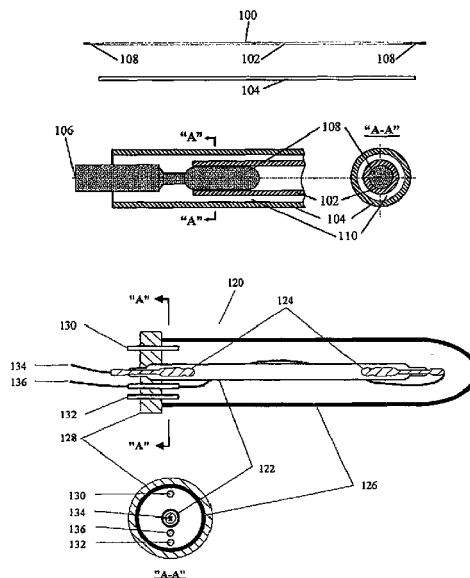
(72) Inventor(es): Boris Zlotin, Gafur Zainiev, Peter Ulan, Robert M. Lantis, Vladimir Proseanic

(74) Procurador(es): ORLANDO DE SOUZA

(86) Pedido Internacional: PCT US2006033355 de 25/08/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/025208 de 01/03/2007

(57) **Resumo:** MODELO DE LÂMPADAS PULSADAS DE LUZ INTERMITENTE DE ALTA POTÊNCIA. As lâmpadas pulsadas de luz intermitente de alta potência de saída de banda ampla são úteis em muitas aplicações, e quando especificamente otimizadas, podem se tornar uma excelente fonte de luz ultravioleta (UV), a qual é particularmente útil para aplicações de processamento de materiais foto-quimicamente induzidos. Múltiplos fatores envolvidos com a produção de pulsos de luz de alta potência podem em certos casos afetar adversamente a operação da lâmpada ultravioleta, desse modo resultando no desenvolvimento de micro-rachaduras nos invólucros de lâmpada e subsequente limitação na vida útil da lâmpada. Fatores similares podem ser responsáveis por uma absorção aumentada de radiação UV pelos componentes da lâmpada e degradação da eficiência da lâmpada. Essa invenção descreve novos modelos de lâmpadas de luz intermitente que permitem uma nova geração de alta potência e desempenho conforme exigido, por exemplo, por muitas aplicações de foto-processamento em grande escala. Essa invenção alivia singularmente, e vantajosamente, o desenvolvimento de micro-rachaduras e falha, e produz eficiência elétrica, estabilidade das características óticas da lâmpada, e vida útil em serviço, que são drasticamente aperfeiçoadas.



**MODELO DE LÂMPADAS PULSADAS DE LUZ INTERMITENTE DE ALTA
POTÊNCIA**

INVENTORES:

Robert M. Lantis, Boris Zlotin, Peter Ulan,
5 Vladimir Proseanic, e Gafur Zainiev

PEDIDO RELACIONADO:

Esse pedido de patente reivindica prioridade para
Pedido Provisório US 60/710.886 depositado em 25 de agosto
de 2005 o qual é aqui incorporado, integralmente, como
10 referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere aos modelos de
lâmpada pulsada de luz intermitente para produzir luz de
banda ampla pulsada de alto desempenho e de potência muito
15 elevada (pico e média), assim como lâmpadas para produzir
luz ultravioleta pulsada (PUV). Especificamente, a presente
invenção se refere aos modelos de lâmpada que reduzem a
degradação e quebra da lâmpada, e produzem esfriamento
aperfeiçoado da lâmpada, e eficiência de saída
20 elétrica/ótica da banda de emissão espectral desejada.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

É sabido que os modelos de sistema para lâmpadas
de luz intermitente de alta potência incluem tipicamente os
seguintes componentes: 1) Tubo de lâmpada ou invólucro de
25 lâmpada feito de material tubular com transparência
adequada para a banda(s) de emissão espectral desejada (por
exemplo, quartzo do tipo-UV para irradiação UV), e cheias
com gás ou gases tal como xenônio, criptônio, ou outro
gás(es) adequado; 2) Eletrodos localizados em extremidades
30 opostas do tubo, conectados a uma fonte de alta voltagem e

produzindo uma descarga elétrica no gás(es); 3) Camisa envolvente ou segundo tubo de material adequadamente transparente em torno da circunferência do invólucro da lâmpada, proporcionando um volume para circular de fluido de esfriamento (gás ou líquido) entre as superfícies exteriores da lâmpada e a superfície interna da camisa. Tal fluido de esfriamento proporcionando a remoção do calor excessivo desenvolvido durante operação da lâmpada.

Embora existam muitos estilos e métodos conhecidos para operar as lâmpadas intermitentes, é mais comum para operação da lâmpada de luz intermitente de alta potência abranger alguma versão de três modos típicos de operação: um modo de inflamação, um modo aquecimento lento, e um modo intermitente. O modo de inflamação provê ionização inicial do gás dentro do tubo por intermédio de um inflamador especial. O modo de aquecimento lento (de reserva) é provido por uma pequena corrente que suporta um baixo nível de ionização de gás, constante, dentro do tubo. O modo intermitente é produzido por uma descarga de alta voltagem e de energia máxima elevada, curta, dentro do tubo, a descarga tendo uma duração entre microssegundos e milissegundos, e desenvolvendo pulsos com energia máxima a partir de um a centenas de megawatts.

A demanda crescente por novas aplicações para energia de processamento UV aumentada tem, em muitos casos, exigido desempenho de lâmpada de luz intermitente muito aperfeiçoada em relação às capacidades da geração de lâmpadas PUV antes dessa invenção. Em comparação com os modelos de lâmpada de luz pulsada anteriores, essa nova geração de lâmpadas de luz pulsada de alta potência e

desempenho é fisicamente caracterizada por um espaçamento de anódio/catódio de comprimento muito mais longo (por exemplo, por um fator de três ou mais), com um aumento subsequente no comprimento, peso, e perfil de alongamento da lâmpada. Em comparação com os modelos anteriores de lâmpada de luz pulsada, essa nova geração de lâmpadas de luz pulsada de elevada potência e alto desempenho é caracterizada eletricamente por pulsos com correntes maiores (magnitude média e/ou máxima), comprimentos de arco mais longos (espaçamento de anódio/catódio), e voltagens de operação exigidas superiores. Para estender as capacidades tanto de energia como de desempenho além da geração pré-existente das assim chamadas lâmpadas de luz intermitente de média/alta potência, são exigidos novos métodos e modelos. Por exemplo, desinfecção e remediação de água em grande escala constituem apenas uma aplicação onde a geração mais antiga de lâmpadas PUV mostrou deficiência e, portanto, não sendo consideradas pela indústria como completamente adequadas para a tarefa. Uma nova geração de lâmpadas ultravioletas intermitentes de potência e desempenho superiores tanto é desejável como vantajosa. Uma luz UV pode efetivamente desinfetar através de uma ampla gama de patógenos visados. Em contraste acentuado com os desinfetantes químicos tais como cloro, a luz UV pode desinfetar sem afetar adversamente o gosto, odor ou segurança da água e é particularmente eficaz contra protozoários, tais como *Cryptosporidium Parvum*. Adicionalmente, os sistemas UV intermitentes, especificamente, podem fornecer vantajosamente uma eficiência de saída de luz UV consistente apesar de

quaisquer mudanças de temperatura ambiente e/ou da lâmpada, e realizações de ciclos de "ligar" e "desligar" energia UV momentâneas, níveis de saída de energia UV instantaneamente variáveis e precisas por toda a faixa de 0 a 100%.

5 Importaneamente, PUV também pode funcionar sem o mercúrio que representa um risco, nem o potencial explosivo criado pelas temperaturas e pressões elevadas do invólucro da lâmpada que caracterizam as lâmpadas UV de média pressão de onda contínua (CW) convencionais. Além disso, sabe-se que
10 as lâmpadas de mercúrio CW (entre outras) têm um problema inerente de degradação de desempenho devido a violações induzidas por gradiente térmico (atração de minerais) das camisas de esfriamento da lâmpada. Portanto, é vantajoso criar sistemas UV intermitentes com a capacidade de atender
15 às exigências de aplicações de processamento UV de grande escala.

É de conhecimento dos praticantes da técnica que a geração anterior de lâmpadas PUV, embora demonstrando vantagens potenciais muito atraentes e benefícios, nunca
20 foram empregadas e forma bem-sucedida em uma grande escala, e aparentemente foram relegadas ao trabalho de laboratório e/ou aplicações restritas de potência relativamente baixa. Problemas conhecidos incluem vida útil inaceitavelmente curta, eficiência de saída elétrica/ótica não-competitiva,
25 saída UV inconsistente, e saídas de energia e espectral UV que não combinam bem com a aplicação visada. Os registros mostram que a durabilidade da lâmpada era limitada por uma ou mais combinações de saída UV rapidamente em declínio, envelhecimento excessivo da lâmpada que degradava e então
30 prematuramente impedia a operação, e/ou falha catastrófica

do material de invólucro da lâmpada. Eficiências de saída elétrica/UV estavam dentro da faixa de 5% a 9%, que se compara desfavoravelmente com a faixa prática aproximada de 17% a 35% típica das lâmpadas UV de mercúrio CV. A saída UV da geração prévia de lâmpadas PUV se tornou progressivamente menos consistente (em termos de energia por pulso e características espectrais) com tentativas eventualmente mal-sucedidas de avançar em direção a potências de saída superiores.

10 A razão principal para esses problemas limitadores é que nem os modelos e lâmpada, nem os modelos de fornecimento de energia pulsada, são substancialmente diferentes da tecnologia de lâmpada de luz intermitente convencional que tem estado em uso por muitas décadas em sistemas de desempenho relativamente inferior. Uma pesquisa rigorosa da técnica anterior revela que não há derivações inovadoras a partir dos modelos padrão de lâmpada de luz intermitente, que permitam o escalonamento da tecnologia para níveis de potência e desempenho que atualmente sejam desejáveis para certas aplicações. Na realidade, os modelos dos sistemas de lâmpadas de luz intermitente que falham em atender os critérios de desempenho recentemente mais estendidos são, em essência, idênticos aos modelos tradicionalmente usados em sistemas menores, menos exigentes, e de desempenho inferior.

Os praticantes da técnica estão cientes do conhecimento há muito estabelecido relacionado às várias técnicas padrão para projetar e acionar lâmpadas de luz pulsada. Embora essas técnicas apresentem uma tendência de bom funcionamento dentro da base de aplicações

estabelecidas, amplas, para quais esses modelos foram incorporados, sabe-se que a extensão simples desses modelos e métodos padrão para a classe mais exigente de lâmpadas PUV de potência muito elevada é considerada ineficiente para a tarefa.

Para obter as potenciais vantagens das lâmpadas UV de luz intermitente de potência muito elevada, é necessário criar modelos de lâmpada inovadores e singulares através dos quais essa tecnologia seja possibilitada, desse modo inventando uma nova geração integral de lâmpadas de luz intermitente de capacidade e desempenho superiores. Os métodos de projeto para a geração mais antiga de lâmpadas de luz intermitente de desempenho e potência inferior são inadequados para a tarefa; essa invenção proporciona as soluções necessárias.

Existem múltiplas causas para a tensão potencialmente deletéria a qual essa nova geração de lâmpadas de luz intermitente de alto desempenho pode estar sujeita, tal como esforço induzido por compressão e tensão, esforço induzido por expansão e contração térmica, esforço de tração resultante das deformações induzidas, aquecimento assimétrico e deformação do invólucro resultando em uma flexão do invólucro da lâmpada, e oscilações de ressonância.

Por exemplo, uma característica típica das lâmpadas de luz intermitente é que, começando com o princípio do pulso de corrente principal, a descarga consiste em um revestimento de cátódio fino ("incandescência" de cátódio, incandescência negativa, e os assim chamados "espaços escuros") e uma coluna positiva que

preenche a maior parte do espaço de anódio/catódio. Nas pressões de lâmpada superiores, esse revestimento de catódio é inferior a um micron de espessura, mas tem uma pressão, voltagem aplicada, e queda de voltagem independente de corrente de aproximadamente 150 volts. Embora a energia dissipada do invólucro seja pequena devido à pouca profundidade do invólucro, a energia dissipada por unidade de volume é muito alta, resultando em temperaturas e pressões instantaneamente elevadas, e a subsequente formação de uma forte onda de choque. Essa onda de choque forte inicial é atenuada dentro de poucos milímetros, dependendo muito de sua energia na região envolvendo o eletrodo, incluindo o invólucro da lâmpada. A energia do pulso principal que é subsequente depositada na coluna principal entre o anódio e o catódio rapidamente aquece o plasma ao longo do comprimento do furo, desse modo criando uma onda de choque cilíndrica que se desloca para a parede de invólucro, refletindo e oscilando várias vezes em frequências acústicas muito elevadas (≈ 100 kHz).

De acordo com cálculos teóricos de, e dados empíricos a partir de operação de lâmpada de luz intermitente, pulsos de potência muito elevada podem produzir elevadas forças que criam esforços de compressão e tensão nos materiais da lâmpada. Especificamente, os pulsos de alta potência produzem aquecimento do gás e aumento da pressão, forças axiais e radiais, e ondas de choque através das paredes do tubo e gás. Como resultado: 1) ondas axiais se propagam através do gás e invólucro, completamente ou parcialmente refletidas a partir das extremidades de tubo e podem produzir um conjunto de múltiplas ondas refletidas

que interferem e criam pontos de tensão e ondas permanentes nas paredes de invólucro; e 2) ondas radiais se propagam através do gás, paredes de invólucro, fluido de esfriamento e camisa de esfriamento, se deslocando através de limites
5 com propriedades diferentes de material, completamente ou parcialmente refletidas de volta e criam diversos pontos de tensão e ondas permanentes nas paredes de invólucro.

Expansão térmica e tensão induzida por contração são criadas devido ao rápido aquecimento de gás de pulsos
10 que produzem carga térmica transitória sobre a camada interna do invólucro da lâmpada. A camada externa de invólucro é esfriada pelo fluxo de refrigerante externo, que resulta em um gradiente de temperatura através das paredes do tubo e esforço de tensão de pulso adicional na
15 camada externa do invólucro.

Deformações no material de invólucro podem resultar das altas pressões internas máximas, combinadas com aquecimento e amolecimento da camada interna de invólucro. Esfriamento rápido do quartzo ou vidro
20 termicamente condutor produz endurecimento do material deformado e criação de tensão de compressão nas camadas internas junto com esforço de tração nas camadas externas do invólucro. Esse efeito é similar ao método de tratamento conhecido dos canos de canhão de artilharia (autofrettage)
25 quando alta pressão hidráulica interna aperfeiçoa a resistência do cano durante disparo. Mudanças muito pequenas durante cada pulso curto podem se acumular e produzir esforço de tração suficiente na camada externa do tubo, alongamento e flexão do tubo, que poderia se tornar
30 uma fonte adicional de esforço de tração no lado com

abaulamento.

Emanando a partir do plasma e de fios de lâmpada externos, e em alguns modelos também afetado pelo leiaute dos componentes circundantes, campos eletromagnéticos induzidos por elevada corrente podem produzir deslocamentos assimétricos do filamento de plasma se afastando do eixo da lâmpada e em direção a um lado da parede do invólucro. Isso pode resultar em aquecimento assimétrico e deformação do invólucro. Acúmulo de deformações e tensão após múltiplos pulsos pode resultar em eventual flexão do invólucro da lâmpada.

Por fim, seqüência de múltiplos pulsos de alta potência com freqüências de repetição de pulso constantemente mudando a partir de um a milhares por segundo (dependendo do modelo de sistema e das condições de operação) pode criar um efeito de ressonância nas lâmpadas com freqüências naturais na mesma faixa. O movimento em direção ao uso de lâmpadas de comprimento drasticamente mais longo agrava essa situação. Oscilações de ressonância em uma lâmpada podem produzir tensão de pulsação prejudicial e esforços de compressão nos componentes da lâmpada. Esses e outros mecanismos de desenvolvimento de tensão podem se acumular no material(ais) de invólucro da lâmpada e funcionar em combinação. Também é sabido que os materiais no formato de tubo (quartzo ou vidro) se comportam de forma muito parecida com outras substâncias duras e quebradiças; elas funcionam muito bem sob compressão, porém são muito sensíveis ao esforço de tração. Múltiplos ciclos de tensão excedente um nível crítico de tensão podem ser responsáveis por um desenvolvimento

gradual e surgimento de micro-rachaduras no material, levando a uma quebra catastrófica da lâmpada. Outro efeito do acúmulo de tensão e micro-rachaduras é a degradação da transparência do tubo (absorção de irradiação aumentada pelas paredes do invólucro), e subsequente redução da eficiência de saída elétrica/ótica da lâmpada.

Portanto, existe a necessidade de um modelo e método de fabricação de sistema e lâmpada confiável e eficaz em termos de custo que possa prevenir quebra 10 degradação prematura da lâmpada e/ou degradação prematura da saída de irradiação desejada.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Conseqüentemente, é um objetivo principal da presente invenção provê um modelo de lâmpada confiável e 15 eficaz em termos de custo e método de fabricação, desse modo prevenindo quebra da lâmpada devido às forças criadas pelos pulsos elétricos de alta potência.

Um objetivo adicional dessa invenção é o de prover modelos de lâmpada e métodos de fabricação que 20 melhorem a estabilidade da lâmpada em termos de degradação do material de invólucro e redução de suas características óticas.

Esses e outros objetivos são alcançados na presente invenção.

25 A presente invenção supera o dilema causado pelo acúmulo de pequenas deformações nos materiais compreendendo os componentes de lâmpada de luz intermitente, eventualmente resultando no desenvolvimento e surgimento de micro-rachaduras, degradação das propriedades óticas do 30 invólucro e eficiência da lâmpada, e em alguns casos

levando à quebra da lâmpada.

Acúmulo de pequenas deformações nos componentes do invólucro da lâmpada é o resultado da tensão produzida por múltiplos pulsos de alta potência da descarga de alta
5 voltagem dentro do tubo da lâmpada.

Esses pulsos são responsáveis por: aumento de pressão dentro do tubo; aquecimento das paredes internas do tubo; expansão térmica dos componentes da lâmpada; geração de ondas de choque através do gás de funcionamento do tubo;
10 propagação de ondas de choque axiais e radiais através dos componentes da lâmpada; oscilação de ressonância dos componentes da lâmpada; e alongamento e flexão do tubo da lâmpada.

A lâmpada de luz intermitente da presente
15 invenção trata dos problemas de degradação de resistência e transparência dos componentes da lâmpada mediante provisão de, por exemplo: melhor distribuição de material e seção transversal, do formato de invólucro da lâmpada, desse modo resultando em maior resistência do invólucro à combinação
20 de forças produzidas pela carga de alta potência de múltiplos pulsos; pontos de conexão entre o tubo e invólucro que melhoram a rigidez e resistência da lâmpada; conexões seletivas de tubo/invólucro e distribuição de material que se concentra na prevenção de oscilações
25 perigosas de ressonância do tubo; meios especiais para reduzir a carga de tensão nas paredes do tubo (fluido de resfriamento pressurizado, pré-carga axial e radial, etc.); métodos para limitar as forças de compressão axial do tubo para prevenir abaulamento (suportes de tubo
30 deslizantes, etc.); vários métodos de absorção de ondas de

choque, supressão e redirecionamento para criar ou reduzir cargas de pulso máximas elevadas prejudiciais sobre os componentes de lâmpada relevantes, e várias combinações das técnicas anteriormente mencionadas para utilizar de forma bem-sucedida as qualidades desejáveis de certos materiais de invólucro de lâmpada (tubo) em situações onde as características de tensão desses mesmos materiais seriam, de outro modo, inaceitáveis para a nova geração de lâmpadas de luz intermitente, de alta potência e elevado desempenho.

A combinação de características da presente invenção proporciona um modelo de lâmpada confiável e eficaz em termos de custo e método de fabricação, prevenindo a quebra da lâmpada por forças dos pulsos elétricos de alta potência, e melhorando a transparência e estabilidade ótica dos materiais da lâmpada.

Desse modo, foram delineadas, mais propriamente de forma ampla, as características mais importantes da invenção para que a sua descrição detalhada a seguir possa ser mais bem-entendida, e para que a presente contribuição para a técnica possa ser mais bem considerada. Existem, evidentemente, características adicionais da invenção que serão descritas adicionalmente em seguida.

A esse respeito, antes de explicar pelo menos uma modalidade da invenção em detalhe, deve se entendido que a invenção não é limitada em sua aplicação aos detalhes de construção e aos arranjos dos componentes apresentados na descrição a seguir ou ilustrados nos desenhos. A invenção é capaz de outras modalidades e de ser praticada e realizada de diversas formas. Além disso, deve ser entendido que a fraseologia e terminologia aqui empregadas têm o propósito

de descrição e não devem ser consideradas como limitadoras.

Como tal, aqueles versados na técnica considerarão que a concepção na qual se baseia essa revelação pode ser utilizada prontamente como uma base para o projeto de outras estruturas, métodos e sistemas para realização de vários propósitos da presente invenção. É importante, portanto, que as construções equivalentes desde que não se afastem do espírito e escopo da presente invenção, sejam incluídas na presente invenção.

Para um melhor entendimento da invenção, de suas vantagens de operação e dos objetivos específicos alcançados pelos seus usos, se deve fazer referência aos desenhos anexos e matéria descritiva que ilustram modalidades preferidas da invenção.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS E DAS FIGURAS

A Figura 1 ilustra uma lâmpada de luz intermitente ultravioleta de alta potência e desempenho e uma lâmpada de luz intermitente convencional.

A Figura 2 ilustra um meio para rigidez aumentada do invólucro de lâmpada.

A Figura 3 ilustra exemplos de formatos de tubo de lâmpada não-arredondado.

A Figura 4 ilustra tubos de lâmpada de luz intermitente tendo cavidades de parede, longitudinais em espiral.

A Figura 5 ilustra um meio para troca de calor aumentada.

A Figura 6 ilustra um tubo de lâmpada de camada dupla.

A Figura 7 ilustra um meio para maior rigidez do

tubo de lâmpada.

A Figura 8 ilustra o uso de componentes em espiral para suporte do tubo de lâmpada.

A Figura 9 ilustra uma lâmpada pré-tensionada.

5 A Figura 10 ilustra a pré-carga axial das paredes do tubo de lâmpada.

A Figura 11 ilustra um meio para supressão das ondas de choque.

10 A Figura 12 ilustra um suporte de lâmpada com tubo deslizando.

A Figura 13 ilustra um meio para supressão de ondas ressonantes.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A Figura 1 ilustra um exemplo da nova geração de lâmpada de luz intermitente ultravioleta (PUV) de alta potência e desempenho 100, junto com um exemplo da geração anterior de lâmpada de luz intermitente de capacidade de desempenho inferior 120. A lâmpada de luz intermitente da próxima geração 100 compreende um tubo ou invólucro central 102 de material transparente à irradiação UV. Tais materiais são conhecidos daqueles de conhecimento comum na técnica. Em uma modalidade preferida, o quartzo do tipo-UV compreende invólucro central. O volume do tubo é preenchido com um gás de funcionamento tal como conhecido por aqueles de conhecimento comum na técnica e incluindo, mas não limitado ao xenônio ou criptônio.

25 Eletrodo(s) 108 é inserido hermeticamente nas extremidades do tubo de lâmpada 102, e eletricamente ligado por intermédio de conectores de lâmpada 106 a uma fonte de energia elétrica, preferivelmente uma fonte de energia 30

pulsada de alta voltagem, desse modo permitindo a produção de uma descarga elétrica no gás de funcionamento. A distância de anódio/catódio de eletrodo, ou o comprimento de arco, de talvez 100 cm ou mais, é singularmente mais
5 longo do que aquele da lâmpada de luz intermitente da geração anterior 120, para uma determinada energia de pulso, esse comprimento vantajosamente reduz por um fator de aproximadamente 3 ou mais a carga térmica por comprimento em centímetro do tubo de lâmpadas 102 em
10 comparação com aquela da lâmpada pulsada de geração mais antiga 120.

A camisa de esfriamento, ou segundo tubo 104, compreendendo material adequadamente transparente, está localizada em torno da circunferência da lâmpada conforme
15 mostrado pela seção transversal detalhada A-A, criando um canal anular 110 entre a lâmpada e as paredes da camisa de resfriamento 104. O fluido de esfriamento é bombeado ao longo do tubo de lâmpada 102 através do canal 110 e remove o calor em excesso desenvolvido durante operação da lâmpada
20 100.

A geração anterior de lâmpada de luz intermitente de capacidade de desempenho inferior 120 é caracterizada por uma distância de anódio/catódio de eletrodo, mais curta, ou comprimento de arco, tipicamente da ordem de 25
25 cm a 35 cm. Para uma determinada energia de pulso, essa distância mais curta entre os eletrodos 124 cria um fator de aproximadamente 3 ou carregamento térmico superior ou comprimento em centímetro do tubo de lâmpada 122 do que aquele da lâmpada da nova geração 100. Configurações comuns
30 incluem entrada de fluido de esfriamento 130 através de uma

chapa ou flange de alimentação direta 128, um volume de circulação de fluido de esfriamento envolvendo o tubo de lâmpada 122 e encerrado pela camisa de esfriamento 126, saída do fluido de esfriamento 132 através da chapa ou flange de alimentação direta 128, conexão de alimentação direta de fonte de energia pulsada 134 para o eletrodo de lâmpada 124, e conexão de retorno de corrente de aterramento 136 a partir do eletrodo de lâmpada opostamente situado 124.

10 Pulsos de alta potência durante operação da lâmpada são responsáveis pelo aumento da pressão do gás e pelo aquecimento e desenvolvimento de forças axiais e radiais no material de tubo, e ondas de choque através do gás e paredes do tubo. Como resultado, o acúmulo de tensões máximas elevadas no material de invólucro (quartzo ou vidro) poderia levar à degradação do formato de invólucro, resistência, e desenvolvimento de micro-rachaduras, e falha prematura.

20 As Figuras 2, 3, 4 e 5 ilustram uma modalidade da presente invenção, em que a lâmpada é reforçada mediante introdução de um modelo de tubo/invólucro aperfeiçoado, desse modo proporcionando melhor resistência ao esforço de tração e flexão no material de invólucro e transferência térmica e controle, aperfeiçoados, do fluxo de fluido de esfriamento.

25 A Figura 2 ilustra exemplos de modelos de invólucro de lâmpada (ou tubo). Para comparação, o tubo da geração anterior convencional (potência e desempenho inferiores) 202 é mostrado. Modelos de invólucro de lâmpada únicos e vantajosos incluem tubos com nervuras localizadas

em suas superfícies externa e/ou interna, tubos com depressões localizadas em suas superfícies externa e/ou interna, e tubos não-arredondados. Tubos com nervuras de reforço e/ou depressões podem ser formados no formato de
5 anel anular ou elementos em espiral, conforme ilustrado pelo tubo radial 204. Tubos com nervuras de reforço e/ou depressões também podem ser formados longitudinalmente ao longo da linha central de tubo, conforme ilustrado pelo tubo longitudinal 206. Similarmente, nervuras longitudinais
10 e radiais feitas pela deformação das paredes de tubo de quartzo ou vidro também podem prover um aperfeiçoamento adicional na resistência física do invólucro e uma redução nos problemas relacionados à flexão, concentração de tensão, e supressão de ondas de choque. Adicionalmente,
15 tais nervuras e/ou depressões podem ser descontínuas. Em modalidades alternativas o tubo pode, em vez disso, ser compreendido de construções similares que são formadas como protuberâncias externas em vez de entalhes internos.

A Figura 3 ilustra adicionalmente modelos de
20 invólucro/tubo aperfeiçoados, em que a lâmpada de luz intermitente é feita com seção transversal de invólucro compreendida de um formato não-arredondado. Seções transversais de tubo, não-arredondadas, incluem, mas não são limitadas ao formato elíptico ou oval 302, triangular
25 304, retangular 306, poliédrico, poliédrico com cantos arredondados, losango, e outros formatos. Seções transversais de tubo não-arredondadas normalmente têm módulo de inércia superior e podem prover melhor resistência à flexão na direção específica. Volume não-
30 uniforme do tubo em diferentes direções cria algum espaço

de tubo adicional, desse modo ajudando a dispersar a vibração e reduzir os efeitos prejudiciais das ondas de choque.

A aplicação de componentes torcidos 308 e
5 semelhantes à onda 310 aos tubos de lâmpada pode melhorar as características de fadiga por tensão induzida por tração da lâmpada. Invólucros com lados de reflexão acústica que mudam constantemente proporcionam um meio adequado para supressão e redirecionamento das ondas de choque propagadas
10 através do gás de funcionamento ao longo do comprimento do tubo.

A Figura 4 ilustra os tubos de lâmpada de luz intermitente tendo cavidades de parede longitudinais em espiral. Esse aperfeiçoamento pode prover simultaneamente
15 várias oportunidades para melhor desempenho e durabilidade. Por exemplo, o volume de gás extraordinário que é criado entre as cavidades do tubo podem servir como câmaras de absorção de pressão que reduzem e redirecionam as ondas de choque geradas pelas descargas de pulso de alta potência
20 máxima no gás de lâmpada. Ao mesmo tempo, o efeito de proximidade elétrica das cavidades pode vantajosamente ser utilizado para otimizar a densidade de elétrons (e, portanto, a temperatura) do canal de plasma. O formato do campo elétrico é influenciado pelo tamanho, distância, e
25 formato do material de invólucro altamente dielétrico que envolve o plasma. As cavidades, portanto, também podem proporcionar melhor controle de posição axial do filamento de plasma, pelo que a depressão interna tenderá a concentrar o filamento de plasma em direção à linha central
30 da lâmpada, auxiliando a localizar o mesmo dentro do centro

do invólucro.

Vistas em seção transversal na Figura 4 também ilustram a adição de barras de corrente de retorno de aterramento 402. Preferivelmente tais barras de retorno de corrente de aterramento 402 são um conjunto assimétrico de condutores metálicos externos, em direção de corrente reversa e coaxial em relação ao canal de plasma 406 contido dentro do invólucro de lâmpada (ou tubo) 404. O campo eletromagnético produzido pela adição de barras de retorno de corrente de aterramento apropriadamente localizadas (conduzindo correntes de aterramento de direção reversa) atuará para estabilizar o plasma de lâmpada 406 na posição de eixo central desejada do tubo 404. Por intermédio dessa invenção, o arranjo de retorno de corrente de aterramento de múltiplos condutores paralelos pode prover as vantagens de uma única linha de retorno coaxial sólida (baixa indutância e blindagem EMI), mas sem a desvantagem de perdas produzidas por uma única linha de retorno coaxial única quando utilizada com campos eletromagnéticos de potência média e máxima elevada. Esse arranjo interrompe o circuito completo e retorno de corrente circunferencial normalmente amplo (tangente a plasma), pelo que as perdas elétricas do circuito completo de retorno de corrente circunferencial se tornam prejudiciais na presença de campos elétricos de elevada corrente. Desse modo tais condutores de retorno são construídos como um arranjo radial substancialmente livre de circuito completo de corrente de condutores paralelos localizados coaxialmente em torno do plasma. Além disso, o arranjo de condutores posicionados radialmente pode ser colocado cuidadosamente e vantajosamente em locais onde a

interação do campo elétrico dos mesmos com os componentes dielétricos ambientes e com o plasma ajudará o formato do plasma. A localização espacial, formato em seção transversal, tamanho, proximidade das superfícies, e densidades de corrente de elétron do plasma podem todos ser vantajosamente otimizados para uma determinada aplicação. Por exemplo, condutores de retorno de corrente de aterramento podem estar localizados a uma distância específica a partir do plasma para localizar otimamente o plasma ao longo do eixo central do furo da lâmpada. Adicionalmente, condutores de retorno de corrente de aterramento podem estar localizados a uma distância específica a partir do plasma para obter otimamente uma densidade de corrente de plasma e/ou temperatura de plasma desejada. Como outro exemplo, os condutores de retorno de corrente de aterramento podem estar localizados com relação aos materiais dielétricos intermediários e suas características de moldagem de campo elétrico associadas para obter otimamente um formato, tamanho e/ou densidade de elétrons de seção transversal de corrente de plasma desejável. A otimização incluindo, mas não limitada aos exemplos citados acima pode ser facilmente determinada à luz da presente revelação por aqueles de conhecimento comum na técnica. Portanto, várias combinações de barras de retorno de aterramento, coaxiais paralelas radiais também podem influenciar a temperatura do plasma e subsequente saída espectral da lâmpada. Modalidades alternativas substituem outros formatos em vez das barras condutoras, tais como hastes ou folhas, com os resultados desejáveis adicionais anteriormente mencionados possibilitados pelos

efeitos de interação do plasma e campos eletromagnéticos de correntes de retorno em combinação com o formato e a proximidade do material condutor e o formato e proximidade do material dielétrico (tubo de quartzo).

5 A Figura 5 ilustra o uso de modificações estruturais no invólucro de lâmpada 502 de uma maneira que provê controle aperfeiçoado do fluxo de fluido de esfriamento, desse modo resultando em transferência de calor aperfeiçoada a partir da lâmpada. É mostrada uma
10 vista em seção transversal tangencial de uma extremidade de uma lâmpada de luz intermitente, mostrando invólucro ou tubo de lâmpada 502, eletrodo(s) 504, e região de descarga de plasma 506. Até o presente, os invólucros de lâmpada de paredes lisas maximizam desvantajosamente o fluxo laminar
15 de fluidos de esfriamento ao longo da superfície externa da lâmpada, de modo que a camada limite de fluido é aumentada, a turbulência diminui, e a eficiência de transferência de calor é reduzida. Essa invenção elimina esse problema através do uso de formatos irregulares de superfície que
20 não afetam adversamente a transmissão da saída ótica, ainda assim aumenta simultaneamente a turbulência do fluxo de esfriamento ao longo das superfícies críticas de contato térmico. Mediante esse aumento da eficiência e taxa de troca térmica, as temperaturas, média e máxima, do
25 invólucro da lâmpada podem ser diminuídas, desse modo aumentando as capacidades de potência e performance da lâmpada de luz intermitente. Escolha criteriosa do local de tais elementos no invólucro de lâmpada pode ser usada para aperfeiçoamento da transferência de calor através das
30 paredes do tubo e para controle do fluxo de fluido de

esfriamento através do canal entre o invólucro de lâmpada e a camisa de esfriamento, incluindo a criação de zonas de turbulência superior nas áreas mais quentes da lâmpada. Para melhorar a turbulência do refrigerante, as superfícies do invólucro de lâmpada e/ou nervuras de tubo podem ser feitas na forma de elementos descontínuos e/ou estrutura de superfície semelhante à onda, e podem estar localizadas apenas onde forem exigidas para obter nessas localizações as condições térmicas necessárias para qualquer modelo de lâmpada de alto desempenho específico.

Entende-se que múltiplas combinações de elementos de reforço de invólucro de lâmpada podem ser usadas com diferentes modificações de superfície da lâmpada em cada uma das várias aplicações específicas.

A Figura 6 ilustra modalidade, em que o tubo de lâmpada UV 602 é reforçado pela introdução de um modelo de invólucro com luva de reforço secundária 604 sobre e/ou dentro do invólucro original. Um ajuste apertado adequado entre o tubo 602 e a luva de reforço 604 pode reduzir o nível de tensão no material de tubo e prover um efeito benéfico em relação à durabilidade da lâmpada de luz intermitente.

Tubo(s) de múltiplas paredes, de pelo menos duas camadas de material de invólucro, montadas com pré-carregamento, permitem o controle da direção e nível de tensão (por exemplo, tensão reduzida na camada interna do tubo). Adicionalmente, proporcionar área(s) de contato do pelo menos dois compostos adjacentes de parede pode proporcionar uma atenuação das ondas radiais de choque, redirecionando as mesmas de volta para dentro do tubo, e

reduzindo o nível de tensão no exterior do tubo. Dessa maneira, certas áreas exigindo suporte adicional, por exemplo, a região envolvendo o eletrodo(s) 606, pode ser vantajosamente reforçada sem impor o que poderia ser um
5 efeito prejudicial sobre outros locais menos submetidos à tensão. Várias combinações desse método podem aperfeiçoar a durabilidade do invólucro de lâmpada.

Tubos de múltiplas paredes podem ser usados parcialmente nas áreas afetadas com uma carga térmica ou
10 mecânica superior, tal como zonas de eletrodos quentes ou área central de invólucro de elevada tensão. Desse modo, tais tubos de múltiplas paredes podem ser descontínuos. Por exemplo, em um exemplo, os tubos de múltiplas paredes são usados próximos ao eletrodo(s) 606 e/ou ao longo do tubo de
15 lâmpada 602. O uso de tais tubos de múltiplas paredes resulta em uma durabilidade aumentada do invólucro com menos modificações e um número menor de problemas futuros.

A Figura 7 ilustra outra modalidade da presente invenção relacionada às interações mecânicas entre o tubo
20 de lâmpada 702 e a camisa de esfriamento envolvente 704. Criar pontos de conexão entre o tubo de lâmpada 702 e a camisa de resfriamento 704 permite converter uma lâmpada de outro modo sustentada de forma solta (isto é, apenas em cada extremidade, além do eletrodo(s) 706) em um modelo
25 melhor sustentado que proporciona uma dimensão adicional da estrutura mecânica junto com suporte nas regiões centrais da lâmpada.

Esse modelo de suporte de lâmpada rígido e estável se baseia em múltiplas variações e na combinação
30 dos componentes de lâmpada de luz intermitente e inclui

diferentes modalidades de camisa de resfriamento 704 com nervuras longitudinais ou semelhantes a anel 708 contatando e sustentando a superfície externa do tubo de lâmpada 702, o uso de nervuras exteriores contínuas ou não-contínuas 710
5 sobre ou integrais ao tubo de lâmpada 702, e a introdução de espaçadores intermediários independentes 712 entre o tubo de lâmpada 702 e a camisa de esfriamento 704.

A Figura 8 ilustra várias modalidades dos componentes de lâmpada de luz intermitente com base na
10 incorporação seja do tubo de lâmpada 802, ou da camisa de esfriamento ou segundo tubo 804 fabricado com nervuras em espiral que proporcionam estabilidade mecânica ao tubo de lâmpada. Um conjunto de lâmpada integral, portanto, pode ser compreendido de uma lâmpada com nervuras localizadas
15 dentro do diâmetro interno liso de uma camisa de esfriamento, ou então uma lâmpada lisa (não-dotada de nervuras) 806 exterior localizada dentro da camisa de esfriamento com nervuras 804.

Mostrado em apenas uma das duas extremidades de
20 lâmpada está o tubo de lâmpada 806 e o eletrodo 810. Em uma modalidade alternativa, ambos, o tubo de lâmpada e a camisa de esfriamento podem ser fabricados com nervuras em espiral. Além disso, a fabricação de vários tipos de lâmpadas pode ser simplificada vantajosamente mediante
25 montagem em temperatura ambiente da lâmpada e componentes de camisa como um "ajuste de deslizamento" que, quando a lâmpada atinge a temperatura normal elevada de operação, cria então um ou mais pontos de contato de "ajuste de interferência" 812 que proporciona suporte mecânico para a
30 lâmpada. O uso de componentes com superfícies torcidas e/ou

segmentadas, seja em orientação longitudinal ou radial, criando contato entre o tubo e a camisa, pode ajudar com absorção, reflexão, e redirecionamento das ondas de choque, desse modo reduzindo o nível de tensão nos elementos da lâmpada. Várias combinações de padrão de superfície podem ser utilizadas para aumentar a turbulência do fluido de esfriamento, desse modo também aumentando a eficiência da transferência de calor.

A Figura 9 ilustra uma modalidade proporcionando suporte mecânico, em que o reforço do tubo de lâmpada 902, mostrado aqui com o eletrodo(s) 904, é realizado com um conjunto de camisa de esfriamento e lâmpada integral mediante inserção do espaçador(es) de múltiplas seções 906 conectando as paredes do tubo de lâmpada 902 e camisa de esfriamento 908, desse modo criando uma estrutura mecânica tridimensionalmente suportada de resistência e rigidez superiores. Os pontos de localização das conexões são escolhidos de tal modo que áreas de reforço são capazes de limitar as oscilações naturais do tubo e a ressonância, e também de uma maneira que proporciona a possibilidade de pré-carregamento axial e radial do material de tubo da lâmpada. Isso vantajosamente permite a eliminação ou redução de esforço de tração no invólucro da lâmpada (tubo) 902 e limita a extensão de abaulamento do tubo sob a carga axial.

Elementos de conexão pré-tensionados e/ou flexíveis (tais como espaçadores) entre o tubo 902 e a camisa 908 podem proporcionar controle de esforço mecânico e absorção de vibrações causadas pelas ondas de choque. Em um exemplo tal elemento(s) de conexão flexível 906 é

compreendido de qualquer um dos vários materiais adequados que são mecanicamente elásticos.

A Figura 10 ilustra uma modalidade adicional da presente invenção, compreendendo redução adicional de
5 esforço de tração prejudicial no material de invólucro de lâmpada por intermédio de uma pré-carga longitudinal das paredes de tubo de lâmpada 1002 durante a montagem da lâmpada. Força de compressão adicional 1004 sobre as
paredes de tubo 1002 podem impedir o desenvolvimento de
10 esforço de elevada tração durante múltiplos pulsos de descarga da lâmpada e desse modo substancialmente reduzir as chances de desenvolvimento de micro-rachaduras no material de invólucro da lâmpada. Tal compressão pode ser compressão longitudinal 1004, ao longo do comprimento do
15 tubo de lâmpada 1002 e conforme ilustrado nesse exemplo, assim como compressão radial, como previamente mencionado. Nesse exemplo, compressão longitudinal 1004 atua para neutralizar a expansão longitudinal do tubo de lâmpada 1006 que resulta da força das ondas de choque e carregamento de
20 pressão de gás, pós-pulso termicamente induzido, transitório nas extremidades respectivas da lâmpada, em ou próximo ao eletrodo(s) 1008. Alternativamente, forças de compressão podem ser transferidas a partir da camisa de esfriamento 1010 para a parede do tubo de lâmpada 1002. Por
25 exemplo, a conexão(ões) mecânica entre a camisa de esfriamento 1010 e o tubo 1002 pode mediar a compressão axial nas paredes de tubo.

Um modelo de lâmpada integrado, pré-tensionado pode ser obtido mediante uso de um ou mais anéis de pressão
30 1014 em cada extremidade ou próximo de cada extremidade do

tubo de lâmpada 1002 como elementos de carregamento de força de compressão 1004 longitudinais do tubo de lâmpada. É possível, através desse modelo, modificar o processo de montagem da lâmpada de uma maneira que redistribuirá as
5 forças axiais dentro dos componentes do tubo de lâmpada 1002 e converterá algumas dessas forças em esforço de tração longitudinal e/ou radial dentro da camisa de esfriamento 1010, desse modo equilibrando e reduzindo o esforço de compressão axial nas paredes do tubo de lâmpada
10 1002.

Preferivelmente, o tubo 1002 é centrado na camisa de esfriamento 1010, por exemplo, utilizando um formato de braços radiais ou semelhante à estrela como anel de pressão 1014 (vide, por exemplo, os formatos ilustrados nas Figuras
15 7 e 9) permite a circulação de fluido de esfriamento na abertura anular 1012 envolvendo o tubo de lâmpada 1002 e dentro da camisa de esfriamento 1010. Meios de centragem alternativos incluem, mas não são limitados aos exemplos anteriormente mencionados tal como um anel anular interno
20 contatando o tubo de lâmpada, com braços radiais se estendendo até, e contatando, a parede de camisa; um anel anular externo e contato com a parede de camisa, com os braços radiais se estendendo no sentido para dentro e contatando a parede de tubo da lâmpada; um anel anular
25 central, localizado a meio caminho entre as paredes do tubo de lâmpada e camisa, com os braços radiais se estendendo em ambas as direções e contatando as paredes respectivas.

Ainda outra modalidade da presente invenção compreende reduzir o risco de desenvolvimento de esforço de
30 tração excessivo nas paredes do tubo mediante aplicação de

pressão hidráulica igualmente distribuída ao longo do tubo de lâmpada. Sabe-se que as lâmpadas de luz intermitente de potência superior têm, tipicamente, o canal 1012 entre o tubo de lâmpada 1002 e a camisa de esfriamento 1010 pelo
5 que o fluido de esfriamento é bombeado através do canal 1012, removendo o calor a partir do tubo de lâmpada 1002. Por intermédio dessa invenção um aumento de pressão substancial intencional no fluido de esfriamento pode resultar em compressão radial uniforme das paredes e tubo
10 1002, desse modo reduzindo as chances de desenvolver esforço de tração excessivo no material usado para o tubo de lâmpada de luz intermitente de alto desempenho. Em uma modalidade preferida, a faixa de 200 kPa a 700 kPa é benéfica enquanto permanecendo obtenível e segura em termos
15 de implementação.

A Figura 11 ilustra uma modalidade adicional, compreendendo um meio para limitar o efeito prejudicial das ondas de choque excessivas no gás de funcionamento da lâmpada e material compreendendo as paredes do tubo de
20 lâmpada. Preferivelmente, uma câmara oca 1124 é criada nas proximidades da cabeça(s) de eletrodo 1104. Por exemplo, em uma modalidade áreas viradas para baixo em ambos os eletrodos 1104 junto com a superfície de parede interna do tubo de lâmpada 1102 criam pequenas câmaras ocas
25 cilíndricas 1124 atrás da cabeça(s) de eletrodo 1104. Essas câmaras são conectadas com o volume de gás de tubo principal 1106 mediante pequenas folgas entre a cabeça(s) de eletrodo 1104 e a superfície interna de tubo, e podem funcionar como uma retenção para as ondas de choque axiais
30 1110 propagadas através do gás dentro do tubo. Deve ser

mencionado que os tubos semelhantes à onda e torcidos previamente descritos e as camisas também são capazes de prover partes ocas irregulares funcionando como múltiplas retenções para as ondas de choque dentro do gás.

5 Modificações adicionais da estrutura de suporte e eletrodo, por exemplo, mudando o formato da cabeça a partir de plano para esférico e introduzindo ranhuras especiais na parte posterior da cabeça, pode promover reflexão e dissipação adicionais das ondas de pressão no gás da
10 lâmpada. Alternativamente, espaço(s) de dispersão de energia adicional pode ser provido através de modificações o tubo circundante.

A Figura 11 ilustra ainda modelos e componentes da lâmpada de luz intermitente responsáveis por atenuar,
15 redirecionar, e difundir as ondas de choque de elevada energia (e seus meios harmônicos) que se propagam através dos materiais sólidos e gases da lâmpada. É mostrada uma representação de uma extremidade de uma lâmpada de luz intermitente que inclui invólucro de lâmpada (ou tubo)
20 1102, conjunto de eletrodo 1104, volume de gás de tubo principal 1106, onda de choque de alta energia primária 1108, pequenas setas representando os componentes de energia de onda de choque dispersos secundários 1110 dentro da cavidade cheia de gás 1106, energia de onda de choque
25 acoplada ao tubo de lâmpada 1112 dentro do material sólido do tubo de lâmpada 1102, e pequenas setas representando a energia de onda de choque dispersa 1114 em ou próximo às extremidades do tubo de lâmpada 1102.

Em uma modalidade alternativa as cavidades
30 resultantes, por exemplo, cavidade ou câmara 1124, ou

incluem ou compreendem material tendo propriedades elásticas apropriadas (isto é, similares a alguns compostos de silicone), mas não precisando ser limitados apenas aos polímeros; outras famílias de material também podem prover

5 características compatíveis. Por exemplo, existem materiais apresentando uma estrutura compressível abrangendo espaços vazios (similar a uma esponja) que também são compatíveis com as condições ambientes de: alta temperatura, elevado esforço elétrico, elevado fluxo de fótons, e elevada pureza

10 de gás.

Seções chanfradas para fora (inclinadas para fora) 1116 e/ou seções chanfradas para dentro (chanfradas em ângulos para dentro) 1118 nas extremidades do tubo de lâmpada 1002 são capazes de redirecionar e/ou dissipar as

15 ondas de choque 1112 propagadas através do material do tubo de lâmpada 1002. Em outra modalidade, enchimento 1120 localizado nas extremidades inferiores de tubo 1122 do tubo de lâmpada 1002, e feito de material de compensação de choque com uma densidade que está entre aquela do material

20 de invólucro de lâmpada (preferivelmente vidro ou quartzo) e o meio de esfriamento (tipicamente água) podem prover absorção e atenuação adicionais da onda de choque 1112 do tubo de lâmpada 1002 quando ele é acoplado ao enchimento 1120.

25 Vários materiais de absorção de choque e estruturas localizadas dentro do tubo (atrás das cabeças de eletrodo) e fora das extremidades inferiores de tubo são modalidades adicionais que podem melhorar a durabilidade e a performance da lâmpada de luz intermitente.

30 Adicionalmente, um aumento no diâmetro interno do

tubo de lâmpada 1102 aumentará a quantidade de gás enquanto diminuindo simultaneamente a temperatura do tubo e o efeito das ondas de choque. Importantemente, os efeitos adicionais e possivelmente negativos que tal mudança poderia impor na
5 formação e na densidade do plasma podem ser completamente aliviados por uma ou por alguma combinação de outros ensinamentos e reivindicações dessa invenção. Por exemplo, o esquema de retorno de corrente de aterramento anteriormente mencionado ilustrado na Figura 4 é tal meio
10 pelo qual a coluna de plasma pode ser vantajosamente moldada para se obter as condições desejadas.

Todas as sugestões relacionadas ao esfriamento mais eficiente dos eletrodos de lâmpada poderiam funcionar em combinação com as modalidades aqui apresentadas que se
15 concentram na redução do efeito das ondas de choque e/ou elementos de reforço de invólucro.

A Figura 12 ilustra uma modalidade adicional compreendendo a redução do esforço longitudinal e axial excessivo no material de tubo como um resultado dos pulsos
20 de alta energia, repetitivos e expansão térmica do tubo de lâmpada. Nessa modalidade o suporte de tubo de lâmpada 1202 localizado além da cabeça de eletrodo 1212 em cada extremidade do tubo de lâmpada 1204 pode ser construído com vedações de refrigerante flexíveis adequadas para prover a
25 oportunidade do tubo de lâmpada 1204 deslizar na direção longitudinal 1206, desse modo reduzindo possível carga longitudinal e axial excessiva sobre as paredes do tubo de lâmpada 1204 e invólucro de esfriamento 1214. Desse modo, nessa modalidade, suportes de tubo de lâmpada 1202 permitem
30 que o tubo de lâmpada 1204 deslize em resposta à expansão

térmica e/ou pulsos de elevada energia, enquanto também proporcionando um meio através do qual o fluido de refrigerante pode ser bombeado para dentro, por todo, e para fora, dos canais de refrigerante de lâmpada 1208.

5 Espaçadores de sustentação de braços radiais 1210 localizados nos canais de refrigerante 1208 são construídos de modo a prover ambos, suporte axial para, e deslizamento longitudinal para o tubo de lâmpada 1204, além de passagens permitindo o fluxo de fluido de esfriamento adequado.

10 A Figura 13 ilustra o uso do espaçador(es) de sustentação anteriormente mencionado 1310 localizado na área(s) do anti-nodo 1312 de onda ressonante do tubo de lâmpada 1302 (amplitudes máximas) para limitar as oscilações naturais do tubo de lâmpada 1302, desse modo
15 impedindo tensão induzida por ressonância excessiva. Os espaçadores de sustentação 1310 são colocados em torno da circunferência do tubo de lâmpada 1302, se estendendo em uma direção radial para a parede interna de uma camisa de esfriamento, e são posicionados como exigido em
20 posição(ões) anti-nodo apropriadas 1312 ao longo do comprimento do tubo de lâmpada 1302, desse modo reforçando mecanicamente a lâmpada. O primeiro modo de onda de ressonância de vibração 1304, segundo modo de onda de ressonância de vibração 1306, e terceiro modo de onda de
25 ressonância de vibração 1308 são ilustrados, como também são suas posições anti-nodo respectivas 1312. Em certas aplicações mais exigentes, evitar a ressonância e possível deflexão excessiva dos componentes de tubo pode ser vantajoso e instrumental na redução do desenvolvimento de
30 micro-rachaduras no tubo de lâmpada, desse modo prevenindo

falha prematura e/ou vida útil inaceitável da lâmpada de luz intermitente.

Com o propósito de prover seja condutância térmica ou a transferência de forças mecânicas entre o tubo de lâmpada e a camisa de esfriamento, a utilização de material(ais) de anel de compressão e/ou conexão com coeficiente de expansão térmica intencionalmente não-combinado pode ser vantajoso. Esse método faz uso das temperaturas diferenciais entre a superfície externa do tubo de lâmpada e a superfície interna da camisa de esfriamento, e desse modo cria um "ajuste por encolhimento" térmico com um contato de superfície físico íntimo subsequente entre os componentes (tubo de lâmpada, anéis, e camisa de esfriamento). A quantidade de força de compressão sobre cada um deles pode ser dosada exatamente pela seleção dos materiais e pelos parâmetros de operação de esfriamento da lâmpada. Adicionalmente, uma condição de "ajuste de deslizamento" durante fabricação pode se tornar vantajosamente um ajuste comprimido na temperatura mais elevada exigida durante a operação do sistema de lâmpada.

Tendo descrito agora umas poucas modalidades da invenção, deve ser evidente para aqueles versados na técnica que os argumentos anteriores são apenas ilustrativos e não-limitadores, tendo sido apresentados apenas como exemplo. Várias modificações e outras modalidades estão dentro do escopo de conhecimento daqueles de experiência comum na técnica e são considerados como abrangidos pelo escopo da invenção e quaisquer equivalentes do mesmo. Pode ser considerado que variações na presente invenção seriam facilmente evidentes para aqueles versados

na técnica e se pretende que a presente invenção inclua essas alternativas. Adicionalmente, como várias modificações ocorrerão prontamente àqueles versados na técnica, não se pretende limitar a invenção à construção e
5 operação exatas ilustradas e descritas e, conseqüentemente, se pode recorrer a todas as modificações e equivalentes adequados, abrangidos pelo escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV) caracterizada por compreender:

um tubo de lâmpada, o tubo de lâmpada
5 compreendendo um material transparente à irradiação, uma superfície de tubo de lâmpada interna, uma superfície de tubo de lâmpada externa, uma primeira extremidade de tubo de lâmpada e uma segunda extremidade de tubo de lâmpada;

um gás, o gás residindo dentro do tubo de
10 lâmpada; e

pelo menos um eletrodo(s), o eletrodo(s) residindo pelo menos parcialmente dentro do tubo de lâmpada, a partir do qual o eletrodo(s) emana uma descarga elétrica no gás, a descarga tendo uma direção e a descarga
15 criando um canal de plasma; a lâmpada compreendendo ainda pelo menos um de:

um meio para prover resistência às forças devido à carga de energia;

um meio para melhorar a rigidez e resistência da
20 lâmpada;

um meio para prevenir oscilações ressonantes de tubo;

um meio para reduzir carga de tensão no tubo de lâmpada;

25 um meio para limitar as forças de compressão axial no tubo de lâmpada; ou

um meio para absorver, suprimir e/ou redirecionar as ondas de choque.

2. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou
30 ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 1,

caracterizada pelo fato de que o tubo de lâmpada compreende adicionalmente um modelo de tubo de lâmpada alternativo, o modelo de tubo de lâmpada alternativo compreendendo pelo menos um de:

5 a superfície interna ou a superfície externa compreendendo ainda nervura(s) pelo menos uma da nervura(s) selecionada do grupo de tipos de nervura consistindo em nervuras longitudinais, nervuras anulares, nervuras em espiral, nervuras de superfície externa, nervuras de anel
10 anulares, e nervura(s) descontínua;

 a superfície interna ou a superfície externa compreendendo ainda protuberância(s);

 a superfície interna ou a superfície externa compreendendo ainda depressão(ões), pelo menos uma das
15 depressões selecionadas do grupo de tipos de depressão consistindo em depressão(ões) longitudinal, depressão(ões) anulares, depressão(ões) em espiral, depressão(ões) de superfície externa, depressão(ões) de anel anulares, e depressão(ões) descontínua;

20 o tubo de lâmpada compreendendo ainda uma seção transversal selecionada do grupo de seções transversais consistindo em arredondadas, não-arredondadas, elípticas, ovais, triangulares, retangulares, poliédricas, poliédricas com cantos arredondados, e losango;

25 o tubo de lâmpada é torcido em uma direção longitudinal; ou

 o tubo de lâmpada tem superfícies semelhantes à onda.

 3. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou
30 ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 1,

caracterizada por compreender ainda:

pelo menos um segundo tubo, em que o tubo de lâmpada está dentro de pelo menos parte do segundo tubo ou em que o segundo tubo está sobre pelo menos parte do tubo de lâmpada, e o segundo tubo compreendendo uma segunda superfície de tubo interna e uma segunda superfície de tubo externa; e

um canal entre o tubo de lâmpada e o segundo tubo.

10 4. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que o segundo tubo abrange pelo menos uma porção do pelo menos um eletrodo(s).

15 5. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que a segunda superfície de tubo interna compreende nervura(s), em que a nervura(s) está próxima de, ou contata a superfície de tubo de lâmpada externa em pelo menos um local.

20 6. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que a superfície externa de tubo de lâmpada compreende nervura(s) em que a nervura(s) está próxima ou contata a segunda superfície interna de tubo em
25 pelo menos um local.

 7. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que a segunda superfície interna de tubo compreende pelo menos uma nervura(s) longitudinal,
30 nervura(s) anular, nervura(s) em espiral, nervura(s) de

superfície externa, nervura(s) de anel anular, nervura(s) descontínua, depressão(ões) longitudinal, depressão(ões) anular, depressão(ões) em espiral, depressão(ões) de superfície externa, depressão(ões) de anel anular,
5 depressão(ões) descontínua ou protuberância(s).

8. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que o tubo de lâmpada e o segundo tubo compreendendo individualmente nervuras em
10 espiral, em que as nervuras em espiral do tubo de lâmpada e as nervuras em espiral do segundo tubo com cada espiral na mesma direção ou cada espiral em direções diferentes.

9. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 3,
15 caracterizada pelo fato de que o tubo de lâmpada ou o segundo tubo compreende ainda nervuras, as nervuras proporcionando pelo menos contato parcial entre o tubo de lâmpada e o segundo tubo.

10. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou
20 ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 3, caracterizada por compreender:

espaçador(es), em que o tubo de lâmpada e o segundo tubo estão conectados pelo menos intermitentemente pelo espaçador(es) e em que o espaçador(es) media pelo
25 menos uma de, compressão radial em pelo menos um ponto do tubo de lâmpada, ou compressão axial em pelo menos um ponto do tubo de lâmpada.

11. Lâmpada de banda ampla intermitente e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 10,
30 caracterizada pelo fato de que o espaçador(es) compreende

elástico.

12. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de que o espaçador(es) é pelo menos
5 um de, pré-tensionado ou flexível.

13. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 3, caracterizada por compreender o elemento(s), em que o elemento(s) transfere compressão a partir do segundo tubo
10 para o tubo de lâmpada.

14. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo fato de que o elemento(s) compreende ainda um meio de centragem para centrar o tubo de lâmpada
15 no segundo tubo.

15. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que o canal compreende ainda um agente de esfriamento, em que o agente de esfriamento é
20 pressurizado.

16. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 15, caracterizada pelo fato de que o agente de esfriamento é pressurizado até pelo menos 200 kPa.

25 17. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por compreender ainda:

meio de absorção de choque, em que o meio de absorção de choque reside dentro do tubo de lâmpada.

30 18. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou

ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o eletrodo(s) compreende ainda:

uma cabeça;

5 uma seção média; e

uma parte posterior, a cabeça sendo conectável ou conectada à seção média e a seção média sendo conectável ou conectada à parte posterior; em que o eletrodo(s) é centrado dentro do tubo de lâmpada; em que a seção média do
10 eletrodo(s) tem uma circunferência menor do que a cabeça do eletrodo(s), resultando em um espaço anular maior entre a seção média e o tubo de lâmpada do que entre a cabeça e o tubo de lâmpada, e em que o gás reside dentro do espaço anular.

15 19. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 18, caracterizada pelo fato de que pelo menos uma porção do espaço anular compreende um meio de absorção de choque.

20 20. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que pelo menos uma da primeira extremidade de tubo de lâmpada ou a segunda extremidade de tubo de lâmpada é chanfrada no sentido para fora ou chanfrada no sentido para dentro tendo uma inclinação na
25 direção radial, axial ou em ambas as direções.

21. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 20, caracterizada por compreender meio de dissipação e redirecionamento de onda de choque, em que o meio de
30 dissipação e redirecionamento de onda de choque contata

pelo menos uma da primeira extremidade de tubo de lâmpada ou segunda extremidade de tubo de lâmpada e compreende um material de densidade intermediária entre o quartzo ou vidro e o meio de esfriamento.

5 22. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por compreender ainda:

 suporte(s) de extremidade de lâmpada, em que o suporte(s) permite que a lâmpada deslize sob a ação de
10 pulsos de elevada energia e/ou expansão térmica.

 23. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por compreender adicionalmente:

 meio de retorno de corrente de aterramento, em
15 que o meio de retorno de corrente de aterramento reverte a direção de corrente para e coaxial ao canal de plasma e em que o meio de retorno de corrente de aterramento está localizada a uma distância predefinida, em que a distância predefinida é otimizada para pelo menos um fator
20 selecionado do grupo de fatores consistindo em localização espacial de plasma, formato de seção transversal de corrente de plasma, proximidade de plasma com a superfície interna, tamanho de corrente de plasma, temperatura de plasma, densidade de elétrons de corrente de plasma, e
25 saída espectral.

 24. Lâmpada pulsada de banda ampla e/ou ultravioleta (PUV), de acordo com a reivindicação 23, caracterizada pelo fato de que o meio de retorno de corrente de aterramento é um arranjo simétrico de
30 condutores metálicos externos ou um arranjo radial de

condutores paralelos.

25. Lâmpada de luz intermitente caracterizada por compreender:

um tubo de lâmpada, o tubo de lâmpada
5 compreendendo material transparente à irradiação tendo uma superfície interna de tubo de lâmpada, uma superfície externa de tubo de lâmpada, uma primeira extremidade de tubo de lâmpada e uma segunda extremidade de tubo de lâmpada;

10 um gás, o gás residindo dentro do tubo de lâmpada;

pelo menos dois eletrodos, os eletrodos residindo pelo menos parcialmente dentro do tubo de lâmpada, em que corrente elétrica entre o pelo menos dois eletrodos produz
15 uma descarga elétrica no gás, a descarga tendo uma direção;

pelo menos um segundo tubo, em que o tubo de lâmpada está dentro de pelo menos parte do segundo tubo ou em que o segundo tubo está sobre pelo menos parte do tubo de lâmpada, e o segundo tubo compreendendo uma segunda
20 superfície interna de tubo e uma segunda superfície externa de tubo; e

um canal entre o tubo de lâmpada e o segundo tubo; a lâmpada de luz intermitente compreendendo ainda pelo menos um de:

25 um meio para prover resistência às forças devido ao carregamento de energia de múltiplos pulsos;

um meio para melhorar a resistência e rigidez da lâmpada;

um meio para prevenir oscilações ressonantes do
30 tubo;

um meio para reduzir carga de tensão no tubo de lâmpada;

um meio para limitar as forças de compressão axial sobre o tubo de lâmpada; ou

5 um meio para absorver, suprimir e/ou redirecionar as ondas de choque.

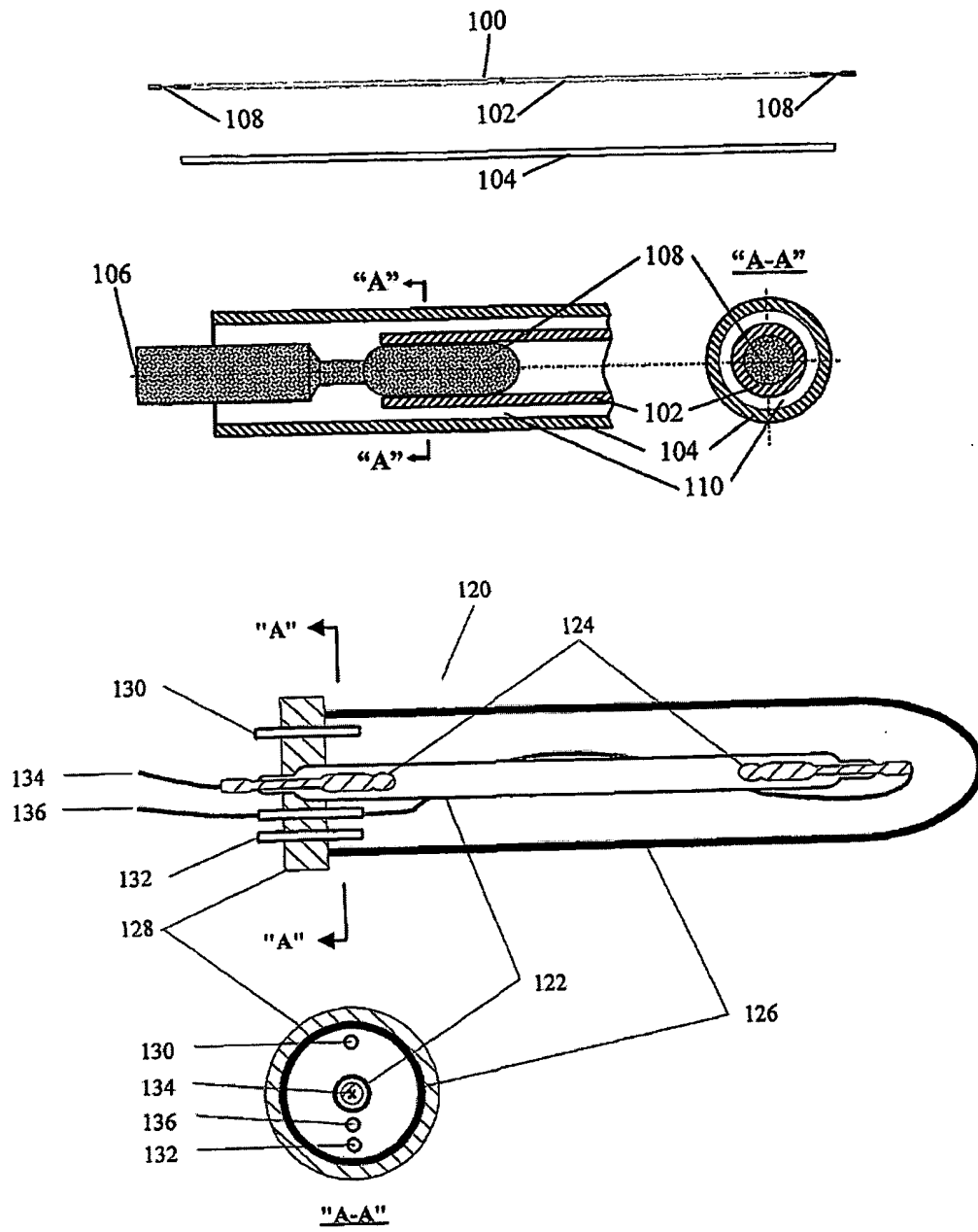


Fig. 1

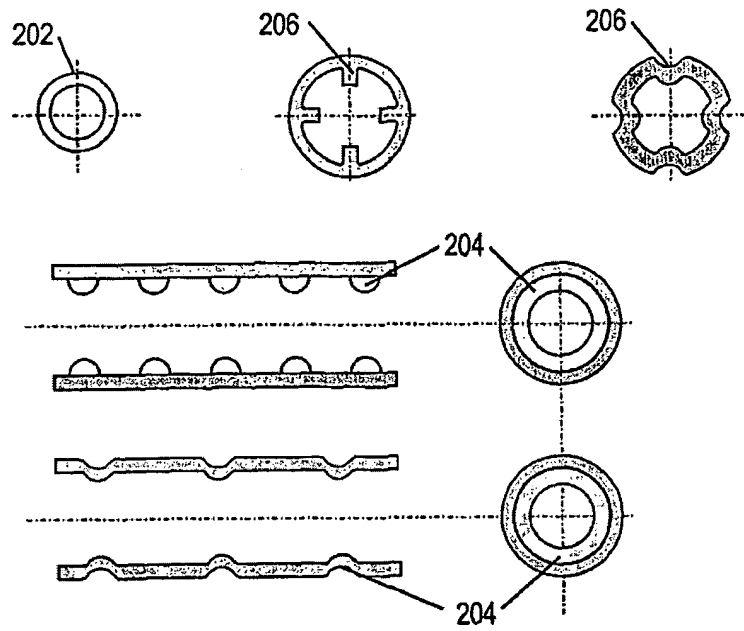


Fig. 2

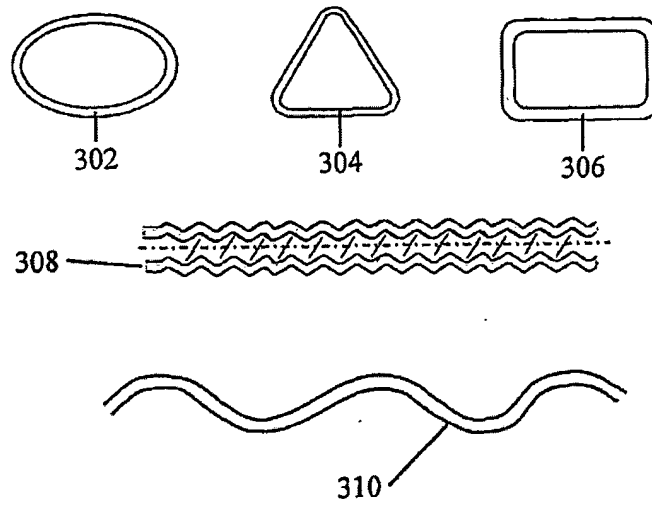


Fig. 3

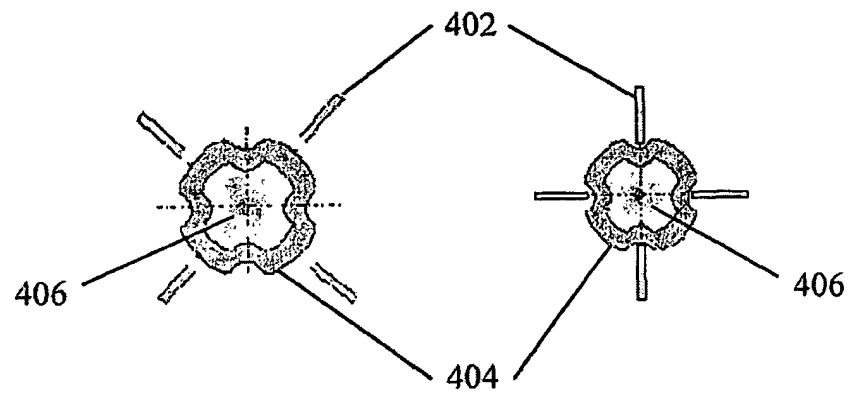


Fig. 4

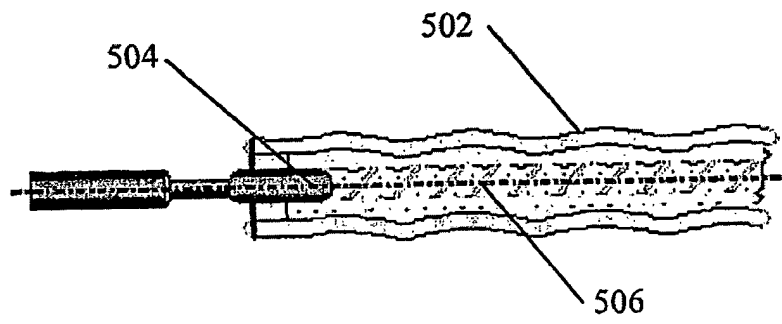


Fig. 5

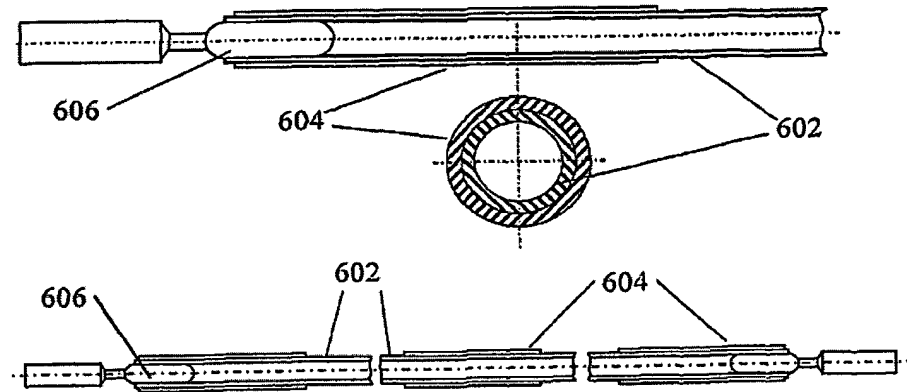


Fig. 6

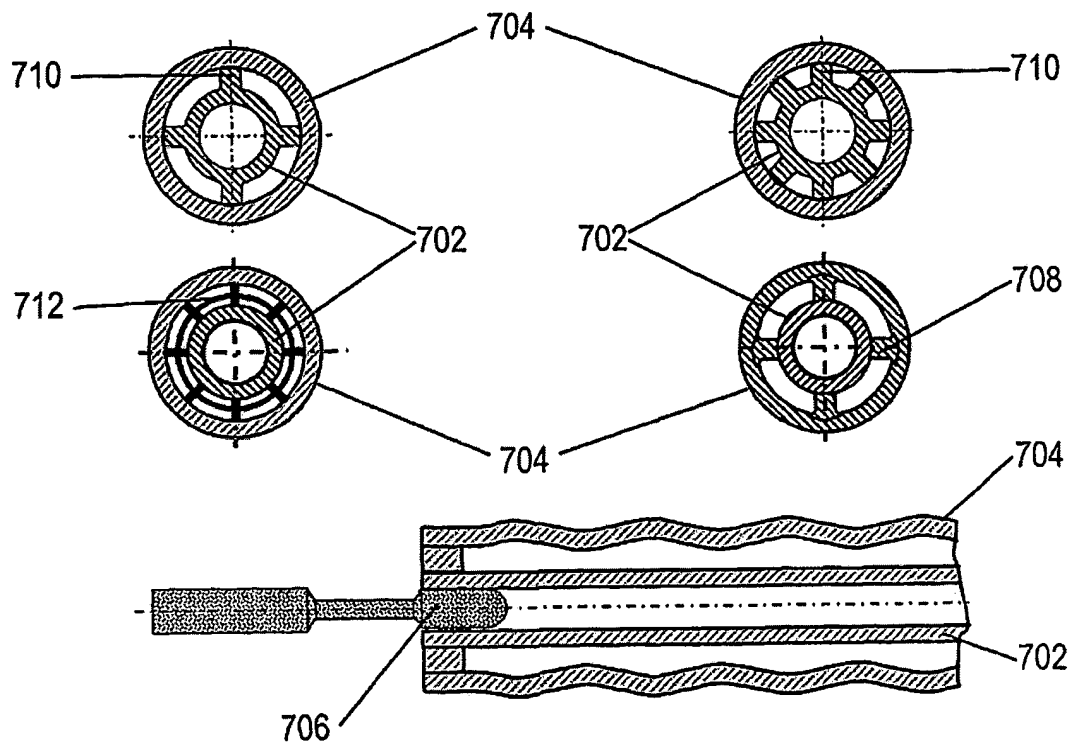


Fig. 7

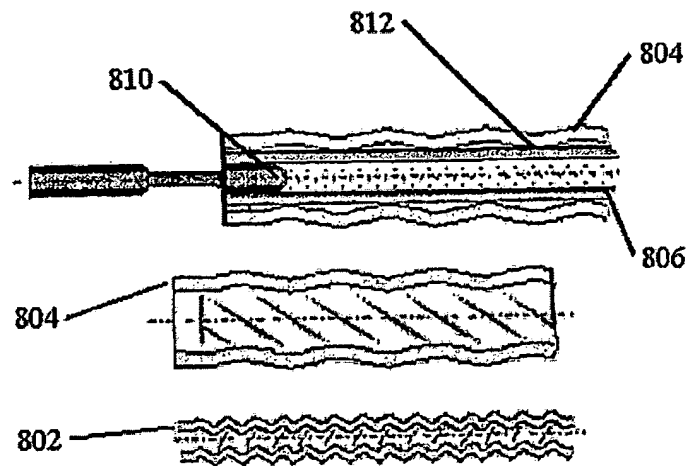


Fig. 8

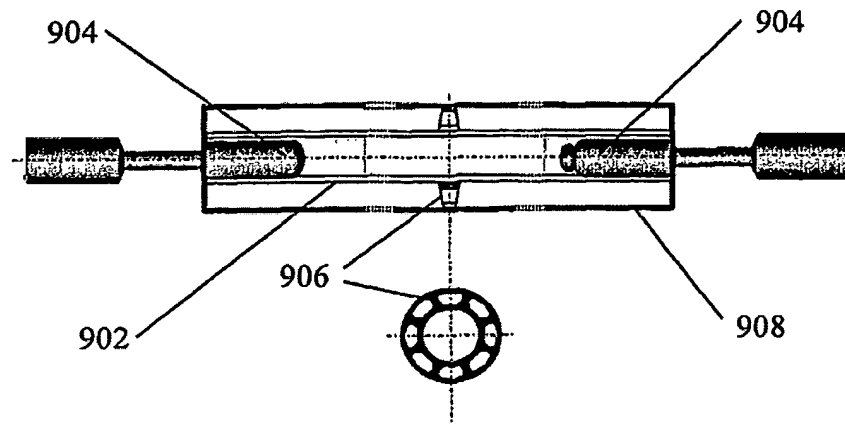


Fig. 9

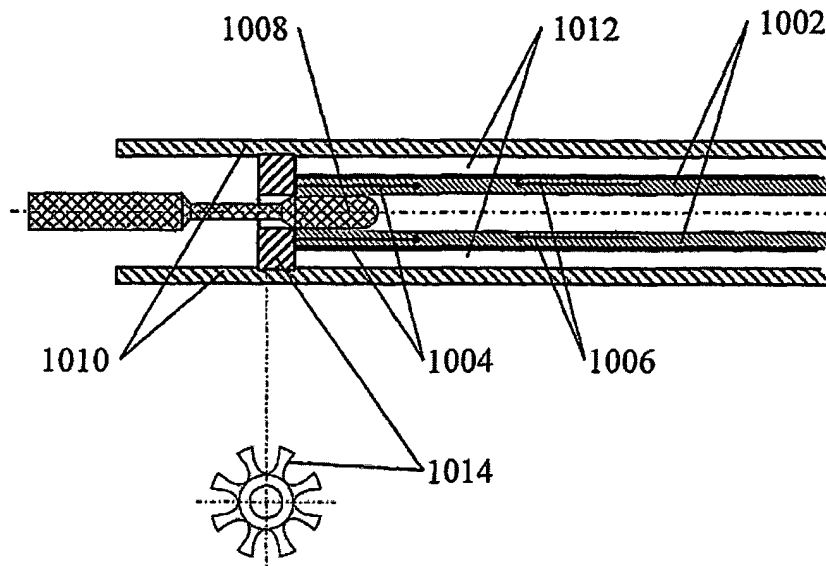


Fig. 10

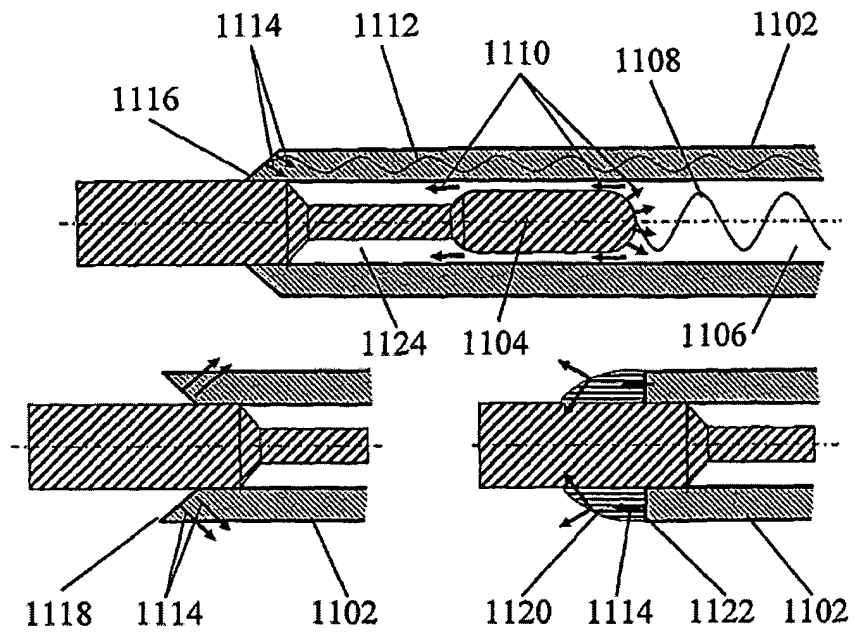


Fig. 11

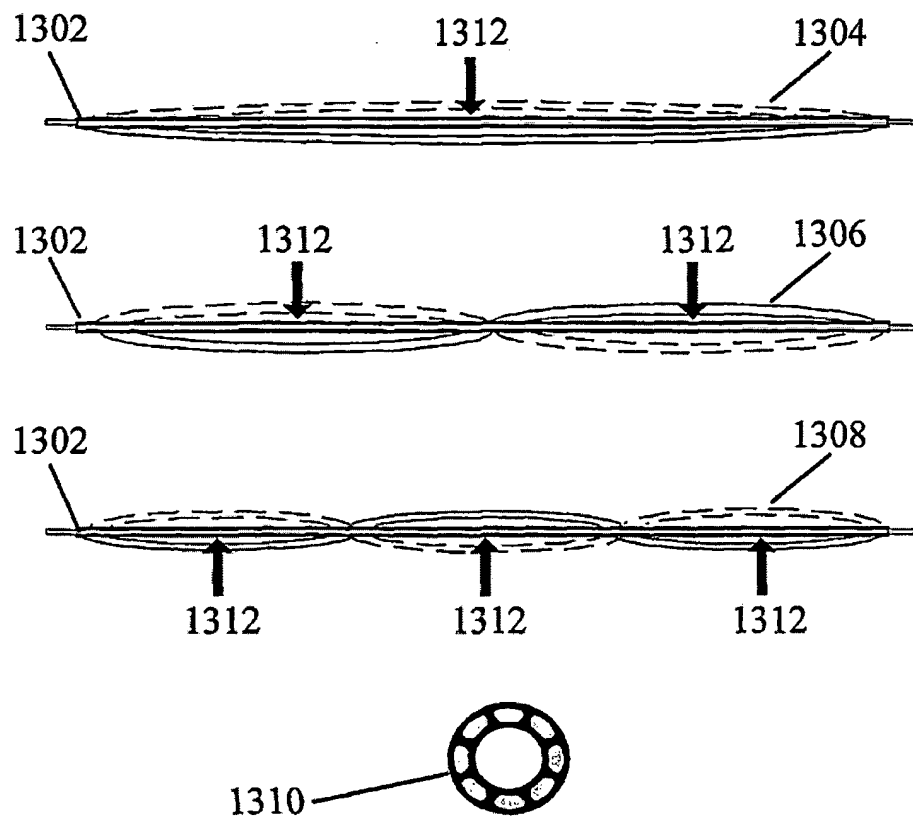


Fig. 13

**MODELO DE LÂMPADAS PULSADAS DE LUZ INTERMITENTE DE ALTA
POTÊNCIA**

As lâmpadas pulsadas de luz intermitente de alta potência de saída de banda ampla são úteis em muitas aplicações, e quando especificamente otimizadas, podem se tornar uma excelente fonte de luz ultravioleta (UV), a qual é particularmente útil para aplicações de processamento de materiais foto-quimicamente induzidos. Múltiplos fatores envolvidos com a produção de pulsos de luz de alta potência podem em certos casos afetar adversamente a operação da lâmpada ultravioleta, desse modo resultando no desenvolvimento de micro-rachaduras nos invólucros de lâmpada e subsequente limitação na vida útil da lâmpada. Fatores similares podem ser responsáveis por uma absorção aumentada de radiação UV pelos componentes da lâmpada e degradação da eficiência da lâmpada. Essa invenção descreve novos modelos de lâmpadas de luz intermitente que permitem uma nova geração de alta potência e desempenho conforme exigido, por exemplo, por muitas aplicações de foto-processamento em grande escala. Essa invenção alivia singularmente, e vantajosamente, o desenvolvimento de micro-rachaduras e falha, e produz eficiência elétrica, estabilidade das características óticas da lâmpada, e vida útil em serviço, que são drasticamente aperfeiçoadas.