



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

(21) PI 1104137-4 A2



* B R P I 1 1 0 4 1 3 7 A 2 *

(22) Data de Depósito: 15/08/2011
(43) Data da Publicação: 06/08/2013
(RPI 2222)

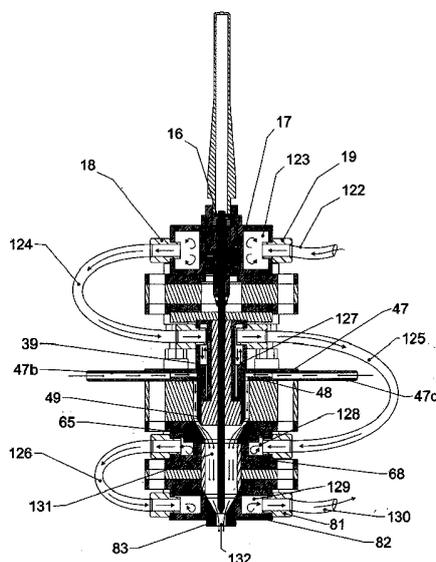
(51) Int.Cl.:
H05H 1/24
B23K 9/00

(54) Título: TOCHA HÍBRIDA GERADORA DE PLASMA PARA APLICAÇÃO EM PROCESSOS DE FABRICAÇÃO, E, PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TOCHA

(73) Titular(es): Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

(72) Inventor(es): Ivan Guerra Machado, Richard Thomas Lermen

(57) Resumo: TOCHA HÍBRIDA GERADORA DE PLASMA PARA APLICAÇÃO EM PROCESSOS DE FABRICAÇÃO, E, PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TOCHA. A presente invenção descreve uma tocha híbrida geradora de plasma para ser utilizada em processos de fabricação, tais como soldagem, corte, aspersão térmica, endurecimento superficial, ou demais processos que compreendem a utilização de jatos de plasma. Este dispositivo caracteriza-se pela formação simultânea de dois arcos elétricos em apenas um dispositivo, os quais geram um jato de plasma com elevada densidade de energia. Esta tocha é proveniente da união de dois processos geradores de plasma: Plasma Não-Transferido e Propulsor Magnetoplasmadinâmico.



Relatório Descritivo de Patente de Invenção

TOCHA HÍBRIDA GERADORA DE PLASMA PARA APLICAÇÃO EM PROCESSOS DE FABRICAÇÃO, E, PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TOCHA

5 Campo da Invenção

A presente invenção descreve um dispositivo, gerador de plasma, para ser utilizado em processos de fabricação, tais como: soldagem, corte térmico, aspersão térmica, endurecimento superficial, ou demais processos compreendendo a utilização de jatos de plasma. Este dispositivo gera um jato de plasma com elevada temperatura através de dois arcos elétricos não transferidos. Cada arco é formado por um anodo e um catodo. Esta tocha é dita híbrida por ser proveniente da união, em apenas um dispositivo, de dois processos geradores de plasma: plasma não transferido e propulsor magnetoplasmadinâmico. A presente invenção está situada no campo da engenharia, mais especialmente no campo da engenharia de manufatura.

Antecedentes da invenção

O emprego de plasmas térmicos gerados por meio de tochas específicas ("tochas de plasma") teve suas primeiras aplicações tecnológicas na década de 60. Nos últimos anos, essa tecnologia pode ser caracterizada como um dos processos eletrotérmicos industriais mais promissores, pois apresenta uma gama de aplicações e pode ser considerado um dos processos menos poluente.

Uma das características mais importantes da utilização de plasmas em processos industriais está relacionada às altas potência ou densidades de energias. Por exemplo, têm-se os arcos elétricos com corrente contínua ou as tochas de plasmas de RF indutiva, nos quais a potência pode atingir níveis na faixa de poucos kW até a faixa de dezenas de MW, onde a temperatura do plasma pode variar entre 5.000 e 30.000 K, dependendo das condições de operação e geometrias dos componentes das tochas de plasma (eletrodos, bocal constritor, câmara, etc.). Estes plasmas estão dentro ou próximo do equilíbrio termodinâmico ou térmico e são utilizados para processos térmicos à plasma, os quais são capazes de fundir ou até vaporizar a maior parte de

materiais, e são utilizado industrialmente para soldagem, corte, aspersão térmica, fornos a arco, e outras aplicações de processamento de materiais que exigem altas temperaturas.

5 As principais tochas de plasmas, também conhecidas como “*Plasmatrons*”, são equipamentos que transformam a energia elétrica, obtida através de uma descarga elétrica, em energia térmica – preferencialmente por efeito Joule, para aquecer rapidamente um fluxo de gás contínuo. Em casos onde campos magnéticos intensos são aplicados, parte da energia elétrica é usada para acelerar as partículas do plasma, e devido à estagnação esta
10 energia cinética pode ser convertida em energia térmica. A descarga elétrica ocorre entre o anodo e o catodo, o fluxo de gás que passa através desta seção transversal é aquecido e expande-se através de um pequeno orifício, ou bocal, com altas velocidades, formando o jato de plasma.

15 As tochas de plasmas são constituídas, basicamente, de eletrodos coaxiais, sendo o interno o catodo, normalmente construído de materiais refratários, tais como tungstênio e molibdênio, e o externo sendo o anodo, normalmente de cobre, isolados eletricamente e refrigerados com água. O gás de trabalho é admitido e aquecido pelo arco elétrico, formando um jato de plasma com elevada temperatura, o qual passa através de um bocal,
20 geralmente, com velocidades supersônicas. Uma camada externa de gás fluindo ao redor do arco elétrico permanece relativamente fria e forma um isolador térmico e elétrico entre o jato de plasma e o bocal, protegendo-o, desta forma, da erosão. A expansão do jato de plasma depende dos seguintes parâmetros: intensidade de corrente elétrica; dimensões geométricas e refrigeração dos eletrodos; e fluxo dos gases. Dependendo destes parâmetros
25 o jato de plasma pode ser mais ou menos estável e apresentar variações na tensão e na potência de descarga elétrica.

O dispositivo conhecido como propulsor magnetoplasmadinâmico (“Magnetoplasmadynamic Thruster – MPDT”) caracteriza-se por uma geometria
30 coaxial constituída por um catodo central e um anodo cilíndrico em forma de câmara, os quais são isolados eletricamente. Um gás é injetado através de orifícios gerando um fluxo na câmara, onde é ionizado através da passagem pela descarga elétrica entre os eletrodos (catodo e anodo), gerada por uma fonte de energia com dispositivo gerador de alta frequência. Através desse

plasma (gás ionizado) surge uma densidade de corrente radial, a qual atravessa o gás em direção ao catodo. Esta corrente no catodo gera um campo magnético circunferencial, o qual interage com a densidade de corrente aparecendo uma força eletromagnética, conhecida como “força de Lorentz”, a qual acelera as partículas e é também responsável pela expulsão do gás ionizado para fora da câmara. A diferença, deste dispositivo em relação às tochas de plasma de arco não transferido, é que a aceleração das partículas do plasma é realizada principalmente pelo efeito eletromagnético e não pelo efeito eletrotérmico característico das tochas de plasma térmico.

10 As tochas híbridas surgiram com o intuito de desenvolver processos mais produtivos e com características diferentes dos processos convencionais, tais como: processos de soldagem TIG, MIG/MAG, LASER, e outros. Estas tochas caracterizam-se pela utilização simultânea de dois ou mais processos em apenas um dispositivo. Por exemplo, tem-se a soldagem LASER com
15 MIG/MAG, soldagem PAW com MIG, LASER com TIG, etc. Estes modernos dispositivos apresentam as seguintes vantagens sob os dispositivos convencionais: aumento da velocidade de soldagem e, conseqüentemente, aumento da produtividade; estabilidade do arco elétrico e do jato de plasma, redução do desgaste da ferramenta para o processo LASER/FSW; redução do
20 desgaste de eletrodos por erosão; diminuição das zonas afetadas pelo calor (ZAC); diminuição das distorções residuais; entre outras.

A busca na literatura patentária apontou alguns documentos relevantes, que serão descritos a seguir.

O documento US 3,594,609 descreve um dispositivo gerador de jato de
25 plasma com entrada adicional de gás e campo magnético externo. O campo magnético externo é gerado por uma bobina eletromagnética com núcleo ferromagnético adicionado ao redor do bocal constritor. A entrada adicional de gás e o campo magnético externo são adicionados com o intuito de estabilizar o jato de plasma expulso para fora da câmara. Estes tipos de estabilização são
30 conhecidos como vórtice (entrada de gás) e magnética (campo magnético externo). Este dispositivo funciona com uma fonte de alimentação operando em corrente contínua ou alternada. O plasma é gerado através da passagem de gás por um arco elétrico transferido, o qual é formado entre o catodo e a peça de trabalho – anodo. A presente invenção difere deste documento no que tange

à formação do jato de plasma e o tipo de arco elétrico, isto é, neste documento o jato de plasma é formado por um arco elétrico apenas e o arco elétrico é do tipo direto ou transferido. Já na presente invenção, o jato é duplamente acelerado por dois arcos elétricos não transferidos, os quais são formados por diferentes eletrodos, proporcionando maior densidade de energia e estabilidade ao jato de plasma.

O documento US 4,125,754 refere-se a uma instalação para revestimento por soldagem à arco plasma, incluindo, em particular uma tocha de plasma e um dispositivo de fornecimento de energia para a formação de um arco transferido entre o eletrodo e a peça a ser revestida e um arco não transferido entre o eletrodo e o bocal constritor de saída do dispositivo. A tocha de plasma tem pelo menos duas câmaras de refrigeração conectadas a um dispositivo de distribuição que é controlado em função da temperatura da água de refrigeração e/ou do consumo de energia elétrica da tocha. A presente invenção difere deste documento por utilizar dois arcos elétricos não transferido internamente ao equipamento para formação do jato de plasma, o que não ocorre com este documento, no qual forma-se um arco não transferido e um transferido.

O documento 6,693,253 descreve uma tocha de plasma de indução compreendendo uma tocha com corpo tubular, uma válvula distribuidora de gás para o fornecimento de, pelo menos, uma substância gasosa para a câmara dentro do corpo da tocha, uma fonte de potência de alta frequência ligada a uma bobina de indução primária montada coaxialmente ao corpo da tocha tubular, uma segunda fonte de potência ligada a uma pluralidade de bobinas de indução secundárias. A bobina de indução primária fornece a energia indutiva necessária ao gás para formar um plasma. As bobinas de indução secundárias fornecem a energia de trabalho necessária para operar a tocha de plasma. A presente invenção difere deste documento por utilizar outro tipo de mecanismo para formação do jato de plasma, sendo que neste documento utiliza-se bobinas de indução e na presente invenção o jato de plasma é formados por arcos elétricos entre os eletrodos.

O documento US 3,735,591 refere-se a um propulsor do tipo arco magnetoplasma dinâmico em que um gás é ionizado por um arco formando um jato de plasma de escape. O dito propulsor compreende um ânodo cilíndrico

oco formando uma câmara com uma extremidade aberta da qual o dito jato de plasma é expelido. A presente invenção difere no estado da arte deste documento por empregar não somente o processo de formação de plasma por propulsão magnetoplasmadinâmica, mas também, o de plasma não transferido.

5 O documento 4,626,648 refere-se a um sistema híbrido de arco não transferido, o qual compreende em uma tocha de plasma de arco transferido com um anodo externo em forma de câmara isolado eletricamente em relação ao catodo da tocha de plasma de arco transferido. A utilização do anodo externo à tocha de plasma de arco transferido permite a formação de um arco
10 elétrico não transferido. Este documento difere da presente invenção no que diz respeito à formação do jato de plasma, pois, neste documento, o jato de plasma é formado por um catodo e dois anodos, sendo que na presente invenção o jato de plasma é formado por dois catodos e dois anodos.

Do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados
15 documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

Sumário da Invenção

20 A proposta da presente invenção é adquirir, em relação aos jatos de plasma gerados por tochas convencionais, as seguintes vantagens:

- Produzir jatos de plasma com maior densidade de energia e, conseqüentemente, maior temperatura;
- Gerar economia no gasto de energia através da regulagem de potência
25 entre as duas fontes, isto é, obter, com menor potência, jatos de plasma com características semelhantes ou melhores que os jatos de plasma de tochas convencionais.
- Obter maior estabilidade e controle do jato de plasma. Por exemplo, gerar jatos de plasma laminares ou turbulentos variando somente a vazão do
30 gás, pois jatos laminares são, geralmente, utilizados para soldagem e endurecimento superficial, já os jatos turbulentos são utilizados para aspensão e corte térmico.

- Reduzir o desgaste dos eletrodos por oxidação, pois os mesmos localizam-se na parte interna do dispositivo evitando a contaminação pelo ambiente externo.

5 Utilizar o dispositivo para diferentes processos sem precisar a substituição de componentes do mesmo, isto é, apenas modificando os parâmetros de operação do dispositivo pode-se realizar soldagem, corte térmico e endurecimento superficial.

10 Utilizar o dispositivo para aspensão térmica através da simples substituição do anodo secundário por um anodo que permite a injeção do material a ser depositado, na forma de pó, dentro do bocal utilizando um fluxo de gás carregador.

- Possibilitar a soldagem de chapas finas com mínimas distorções e zonas afetadas pelo calor.

15 Obter endurecimento superficial de superfícies muito pequenas devido ao formato cônico da distribuição de energia no jato de plasma.

Dessa forma, a presente invenção descreve um dispositivo para aplicações em processos de fabricação, tais como: soldagem, aspensão térmica, corte térmico, endurecimento superficial, entre outros processos que utilizam jatos de plasma. Também, aplicações em propulsão espacial poderão ser realizadas. A tocha híbrida geradora de plasma caracteriza-se pela

20 formação simultânea de dois arcos plasmas em apenas um dispositivo, os quais geram um jato de plasma com elevada densidade de energia. Esta tocha é proveniente da união de dois processos geradores de plasma: plasma não transferido e propulsor magnetoplasmadinâmico.

25 É, portanto, um objeto da presente invenção uma tocha híbrida geradora de plasma para o processamento de materiais, compreendendo:

- a) Eletrodos formadores do jato de plasma;
- b) Meios para arrefecimento dos eletrodos;
- c) Meios para isolamento elétrico entre os eletrodos;
- 30 d) Meios para centralizar e fixar os eletrodos;
- e) Pelo menos um gás ionizável;
- f) Meios para admissão do dito gás;
- g) Meios para fornecer energia ao dispositivo;

- h) Pelo menos uma tocha de plasma;
- i) Meios para controlar o sistema.

5 Em uma realização preferencial, o número de eletrodos são quatro, sendo cada par (catodo e anodo) responsável pela formação de um arco elétrico.

10 Em uma realização preferencial, os meios para arrefecimento dos eletrodos compreendem em mangueiras para admissão e saída de água ou líquido refrigerante; quatro câmaras de refrigeração eletricamente isoladas, sendo uma para cada eletrodo; um reservatório e um sistema de bombeamento da água.

Em uma realização preferencial, há um sistema fechado ou aberto para refrigeração com água ou líquido refrigerante da tocha.

15 Em uma realização preferencial, os meios para admissão do gás são mangueiras para circulação do gás; pelo menos um cilindro contendo o gás ionizável sob pressão; fluxímetros para controle de vazão; e difusor para homogeneizar o fluxo de gás na câmara da tocha.

Em uma realização preferencial, os meios para fornecer energia ao dispositivo são duas fontes de potência, uma para cada par de eletrodos, sendo que uma das fontes deve conter um cofre de alta frequência.

20 Em uma realização preferencial, o meio para o controle do sistema compreende em, pelo menos, uma chave de liga/desliga.

Em uma realização preferencial, a dita tocha híbrida geradora de plasma é formada por dois processos distintos, plasma a arco não transferido e propulsor magnetoplasmadinâmico.

25 Em uma realização preferencial, os processos industriais nos quais o dispositivo pode ser empregado compreendem em soldagem, aspensão térmica, corte, endurecimento superficial e outros que utilizam jatos de plasma.

Em uma realização preferencial, o dispositivo pode ser aplicado em propulsão espacial.

30 É um objeto adicional da presente invenção o processo de produção da tocha híbrida geradora de plasma, compreendendo nas seguintes etapas:

- a) Montagem da câmara de refrigeração e de fixação do catodo secundário;

- b) Montagem da câmara de refrigeração e de fixação do catodo primário;
- c) Montagem da câmara de refrigeração e de fixação do anodo primário;
- 5 d) Montagem da câmara de refrigeração e de fixação do anodo secundário;
- e) Conexões dos engates rápidos nas câmaras de refrigeração para admissão de água ou líquido refrigerante;
- f) União das peças pré-montadas formando um só dispositivo.

10 Em uma realização preferencial, a montagem da câmara de refrigeração e de fixação do catodo secundário consiste em fixar o flange com conector elétrico, o flange isolante e o catodo secundário à câmara de refrigeração. O flange com conector elétrico é fixado através de pequenos pontos de solda. O catodo secundário é centralizado e fixado através de um difusor, uma pinça e
15 uma capa longa, onde estes são conectados a câmara de refrigeração através de um corpo fixador.

Em uma realização preferencial, a montagem da câmara de refrigeração do catodo primário compreende em unir a câmara de refrigeração, o catodo primário e o flange que contem um conector elétrico, uma câmara de gás, duas
20 entradas de gás e um difusor. Todos são conectados através de roscas.

Em uma realização preferencial, a montagem da câmara de refrigeração e de fixação do anodo primário consiste em conectar a câmara de refrigeração e o anodo primário através de flanges fixadores.

Em uma realização preferencial, a montagem da câmara de refrigeração e de fixação do anodo secundário compreende em unir a câmara de refrigeração a um flange de fixação e conectar o anodo secundário à câmara através de
25 uma rosca.

Em uma realização preferencial, dois engates rápidos são conectados em cada câmara de refrigeração para entrada e saída do líquido refrigerante.

30 Em uma realização preferencial, a junção das peças pré-montadas, formando um só dispositivo, é realizada através da utilização de isolantes térmicos e elétricos, conectores elétricos e elementos fixadores, tais como: flanges, porcas, buchas isolantes e parafusos fixadores.

Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

5 **Breve Descrição das Figuras**

A invenção ficará mais clara a partir da descrição detalhada que segue, feita com referência aos desenhos em anexo, fornecidos a título de exemplo não limitativos, os quais ilustram formas preferidas de realização, e nos quais:

- 10 • A Figura 1 mostra a vista explodida da tocha híbrida geradora de plasma com seus respectivos componentes.
- A Figura 2 apresenta a vista isométrica do corpo da tocha híbrida geradora de plasma.
- A Figura 3, Figura 4, Figura 5 e Figura 6 mostram os conjuntos de peças montados de acordo com as, respectivas, sequências I, II, III e IV de
15 montagem da tocha.
- A Figura 7 mostra o desenho esquemático dos equipamentos e conexões entre os mesmos necessários para o funcionamento e aplicação da tocha híbrida geradora de plasma.
- A Figura 8 mostra a secção transversal da tocha híbrida geradora de
20 plasma com a representação esquemática dos fluxos de gás e líquido refrigerante.
- A Figura 9 apresenta um desenho esquemático do funcionamento da tocha híbrida geradora de plasma.
- A Figura 10 mostra o gráfico da tensão em função do tempo adquirido
25 durante o funcionamento da tocha.
- A Figura 11 mostra o gráfico da intensidade de corrente elétrica em função do tempo adquirido durante o funcionamento da tocha.
- A Figura 12 apresenta o gráfico da força propulsora média em função da intensidade de corrente elétrica para diferentes vazões de gás.
- 30 • A Figura 13 apresenta algumas imagens dos jatos de plasma resultantes da tocha híbrida geradora de plasma para diferentes vazões de gás.

- A Figura 14 mostra o gráfico do comprimento médio do jato de plasma em função da vazão de gás para diferentes intensidades de corrente elétrica.
- 5 • A Figura 15 mostra os perfis de temperatura dos jatos de plasma expulsos para fora da câmara da tocha híbrida, quando a mesma opera com apenas um arco elétrico (arco elétrico secundário).
- A Figura 16 mostra os perfis de temperatura dos jatos de plasma expulsos para fora da câmara da tocha, quando a mesma funciona com os dois arcos elétricos (primário e secundário).
- 10 • Figura 17 apresenta a vista superior de chapas submetidas à soldagem com a tocha híbrida geradora de plasma.
- A Figura 18 mostra o corte de uma chapa de aço realizado com a tocha híbrida geradora de plasma.
- 15 • A Figura 19 apresenta a macrografia e o gráfico de microdureza em função da distância para um corpo de prova submetido ao processo de endurecimento superficial com a tocha híbrida geradora de plasma.

Descrição detalhada

20 Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo, sem limitar o escopo da mesma.

A Figura 1 apresenta a vista explodida da tocha híbrida geradora de plasma, onde os componentes constituintes da tocha são compreendidos em:

- 25 a) Parafusos (1) (2) (3) (4) (5) (6) e porcas (31) (32) (33) (34) (35) (36) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (90) (91) (92) (93) (94) (95) utilizadas para unir os conjuntos de peças da tocha. Estes parafusos e porcas podem ser de material metálico, polímeros, e outros. Os parafusos e porcas quando constituídos de material isolante (por exemplo, teflon) dispensam a utilização de buchas isolantes, porém a rigidez do corpo da tocha pode ser comprometida.
- 30 b) Buchas isolantes (9) (10) (11) (12) (13) (14) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (84) (85) (86) (87) (88) (89), onde, para cada uma, a parte

interna (12a) é inserida junto ao parafuso (1) e a parte externa (12b) é inserida no orifício (20a) do flange fixador. Sendo os parafusos e as porcas condutores elétricos, as buchas isolantes tem a função de isolar eletricamente os mesmos em relação ao corpo da tocha, pois sem o uso das buchas pode ocorrer curto circuito entre as partes. Os materiais utilizados para a confecção das buchas devem ser de característica isolante elétrico, tais como: teflon, nylon, cerâmica, entre outros materiais correlatos.

5

10

15

20

25

30

c) Flanges isolantes (22) (50) (78) são utilizados para isolar eletricamente os conjuntos de peças contendo os eletrodos. Estes flanges podem ser confeccionados com materiais cerâmicos, fibras cerâmicas, vidros, entre outros materiais pertinentes. O isolamento entre os conjuntos de peças contendo os eletrodos não se limita ao uso de flanges isolantes, pois podem ser utilizados outros tipos de isolantes elétricos entre os eletrodos.

d) Flanges fixadores (20) (23) (47) (51) (77) (79) contendo haste para conexão elétrica (20b) (47a) (51a) (79a), tubos para entrada de gás (47b) (47c), câmara de gás (47d), ou simplesmente flanges de fixação. Alguns flanges possuem pequenos rebaixos (23a) em seu corpo para encaixe de outros componentes. Na presente invenção, o material utilizado na construção dos flanges fixadores foi o cobre, mas não se limita a este tipo de material, podendo ser utilizado latão, aço inoxidável, entre outros materiais. Os flanges com hastes para conexões elétricas (20) (47) (51) (79) devem ser constituídos de um material condutor elétrico, mas não se limitam a este tipo de material, pois, se os eletrodos forem alimentados eletricamente por outros meios, o material para construção destes flanges pode ser não condutor.

e) Câmaras de refrigeração (17) (39) (68) (82), sendo uma para cada eletrodo. Cada câmara possui, no mínimo, uma entrada e uma saída para algum tipo de líquido refrigerante, nas quais são conectados engates rápidos para mangueiras. Estas câmaras são confeccionadas em cobre, porém não se limita a este tipo de material, podendo ser utilizado outro material com boa condutividade térmica e elétrica. Cada câmara possui meios específicos para conexão dos eletrodos.

- 5 f) Catodo secundário (16) caracterizado por ser um eletrodo coaxial de tungstênio (AWS E WTh-2) com 150 mm de comprimento e 3,2 mm de diâmetro e com extremidade cônica (16a) de 60°. Este eletrodo pode ser com diferentes formas geométricas. O material do eletrodo não se limita ao tungstênio e tório, podendo ser de molibdênio, cobre, entre outros materiais correlatos.
- g) Componentes fixadores do catodo secundário, tais como: capa longa (7), corpo fixador (8), pinça (15) e difusor (21).
- 10 h) Catodo primário (49) caracterizado por ser um eletrodo cilíndrico em forma de câmara com chanfro cônico (49a) de 60° em uma de suas extremidades. Este eletrodo é conectado à câmara de refrigeração através de uma rosca (49b) no seu interior. O material utilizado para a fabricação deste eletrodo foi o cobre, porém, outros materiais condutores elétricos podem ser utilizados, tais como: tungstênio, molibdênio, e outros.
- 15 i) Isolante cerâmico entre os catodos (46) em forma de bucha, o qual tem a função de evitar arcos elétricos entre o catodo primário (49) e o catodo secundário (16) dentro da câmara de refrigeração (39a). Este isolante é constituído de fibra cerâmica, mas não se limita a este tipo de material, podendo ser utilizado cimento cerâmico, quartzo, ou outro material isolante elétrico e térmico.
- 20 j) Difusor (48) capaz de tornar o fluxo de gás laminar dentro da câmara de ionização. Em uma de suas extremidades, este difusor (48) possui orifícios circulares (48a) que tornam o fluxo de gás laminar; na outra extremidade forma-se uma câmara de gás quando o difusor (48) é unido ao flange fixador (47) com rebaixo em forma de câmara (47d). O difusor é constituído de cobre, mas pode ser construído com outros materiais metálicos ou não metálicos, tais como: latão, aço inoxidável, cerâmica, quartzo, entre outros.
- 25 k) Anodo primário (65) caracterizado por ser um corpo cilíndrico em forma de anel com alguns relevos (65b) em sua estrutura para ser encaixado entre a câmara de refrigeração (68) e o flange fixador (51). Este eletrodo possui, em uma de suas extremidades, um chanfro interno (65a) de 60°. O material utilizado na construção deste eletrodo foi o cobre, mas
- 30

podem ser utilizados outros tipos de material, tais como: tungstênio, molibdênio, háfnio, entre outros. Também, outras formas geométricas podem ser atribuídas para este eletrodo.

5 l) Bocal cerâmico (76) em forma de câmara com a função de conduzir o gás ionizado pelos eletrodos primários até os eletrodos secundários e de evitar que o arco elétrico primário se expanda até o anodo secundário. O material para a construção deste bocal deve ser um bom isolante térmico e elétrico, neste caso, deve ser constituído de materiais cerâmicos ou outros materiais correlatos.

10 m) Anodo Secundário (83) caracterizado por ser um corpo coaxial em forma de câmara. Este eletrodo possui uma rosca externa (83a) para ser fixado à câmara de refrigeração (82). Este eletrodo pode ser confeccionado em cobre, tungstênio, molibdênio, ou outros materiais correlatos. Também, outras formas geométricas podem ser assumidas por este eletrodo, tais como: eletrodo com diferentes diâmetros e ângulos no seu interior; eletrodo com entradas para alimentação de pó, quando o dispositivo for utilizado para o processo de aspersão térmica; entre outros.

A Figura 2 apresenta a tocha híbrida geradora de plasma (96) montada.

A montagem da tocha segue, mas não se limita às seguintes sequências:

20 I. O flange fixador (20) é anexado à câmara de refrigeração (17) através de pontos de solda, formando um corpo único. Um corpo fixador (8) é unido por uma rosca (8a) à câmara de refrigeração (17). O difusor (21) é preso ao corpo fixador (8) e, sequencialmente, o catodo secundário (16) é introduzido no interior da pinça (15), que por sua vez, é introduzida dentro do difusor (21). A capa longa (7) é inserida através de uma rosca (7a) ao corpo fixador (8), onde a mesma (7) pressiona a pinça (15) contra o difusor (21) prendendo o catodo secundário (16). As buchas isolantes (9) (10) (11) (12) (13) (14) são introduzidas nos orifícios do flange fixador (20), onde, posteriormente, são introduzidos os parafusos (1) (2) (3) (4) (5) (6). O flange isolante (22) e o flange fixador (23) são unidos ao corpo formado anteriormente e presos pelas buchas (25) (26) (27) (28) (29) (30) e porcas (31) (32) (33) (34) (35) (36). A bolacha isolante (24) é encaixada junto ao flange fixador (23). Com isto e

conforme indicado pela Figura 3, o primeiro conjunto de peças (97) da tocha é constituído.

- 5 II. A câmara de refrigeração (39), o flange fixador (47), o difusor (48) e o catodo primário (49) são unidos através de roscas (39b) (47e) (48b) (49b) formando um único corpo. As buchas isolantes (40) (41) (42) (43) (44) (45) são adicionadas ao flange fixador (47). Por fim, o isolante cerâmico (46) é introduzindo sob pressão no interior (39a) da câmara de refrigeração (39). A Figura 4 mostra a o conjunto de peças (98) formado por esta sequência de montagem.
- 10 III. O anodo primário (65) é encaixado, sob pressão, entre a câmara de refrigeração (68) e o flange fixador (51). O bocal cerâmico (76) em forma de câmara é unido à câmara de refrigeração (68) através uma peça fixadora (75). As buchas isolantes (52) (53) (54) (55) (56) (57) são adicionadas aos orifícios do flange fixador (51), no qual o flange isolante (50) é fixado também. O conjunto de peças (99) formado nesta sequência de montagem pode ser visto através da Figura 5.
- 15 IV. A Figura 6 apresenta o último conjunto de peças (100) da montagem da tocha híbrida geradora de plasma, onde a câmara de refrigeração (82) é fixada aos flanges de fixação (77) (79) e ao flange isolante (78). Por fim, o anodo secundário (83) é unido à câmara de refrigeração (82) e as buchas isolantes (84) (85) (86) (87) (88) (89) são inseridas aos orifícios do flange fixador (79).
- 20 V. Os engates rápidos (18) (19) (37) (38) (66) (67) (80) (81) são adicionados às câmaras de refrigeração (17) (39) (68) (82).
- 25 VI. Finalmente, os conjuntos de peças, montados anteriormente pelas sequências I, II, III, IV e V, são unidos e fixados por porcas e parafusos formando a tocha híbrida geradora de plasma (96)

A Figura 7 apresenta o sistema esquemático utilizado no funcionamento da tocha híbrida geradora de plasma. Para o funcionamento da tocha híbrida é necessário um sistema compreendido em:

30

Meios para fornecimento de energia à tocha

Os meios de fornecer energia a presente invenção compreendem, mas não se limitam a, fontes de potência com característica de corrente contínua,

corrente alternada, ou demais formas para fornecimento de energia. Em especial, na presente invenção, os meios para fornecimento de potência à tocha híbrida geradora de plasma são formados por duas fontes de potência, fonte de potência primária (101) e secundária (102), ambas com característica

5 "tombante" – corrente constante. A fonte de potência primária possui um gerador de alta frequência para facilitar a abertura do arco elétrico primário. As fontes de potência são conectadas à tocha através de cabos elétricos (112) (113) (114) (115) (116).

10 Meios para controle dos parâmetros da tocha

Os meios para controle dos parâmetros da tocha da presente invenção compreendem, mas não se limitam a, painéis de controle contendo chaves de liga/desliga, indicadores de corrente e tensão para cada fonte, sistema de aquisição de dados, e outros comando necessários para o controle da tocha.

15 Em especial, na presente invenção, o sistema de controle é constituído de um painel de controle (103) contendo duas chaves de liga/desliga (103a), sendo uma para cada fonte, e dispositivos indicadores de tensão e corrente (103b) para cada fonte.

20 Meios para alimentação de gás

Os meios para alimentação de gás na presente invenção compreendem, mas não se limitam a, reservatórios de gases, fluxímetros, misturadores de gás, mangueiras, tubos de PVC, conduítes metálicos ou demais meios para transporte e controle dos gases. Em especial, na presente invenção foi utilizado

25 cilindro de gás sob pressão (105), fluxímetros (106) (107) e mangueiras (117) para transporte dos gases.

Tipo de gás

Os gases utilizados para serem transformados em plasma na presente

30 invenção compreendem, mas não se limitam a, argônio, hélio, hidrogênio, nitrogênio, misturas dos mesmos ou demais gases adequados para tal finalidade. Em especial, na presente invenção o gás empregado foi o argônio.

Meios para admissão do líquido de refrigeração

Os meios para admissão do líquido de refrigeração na presente invenção compreendem, mas não se limitam a, reservatórios de líquidos refrigerantes, bombas hidráulicas, mangueiras, conectores para mangueiras e outros dispositivos. O circuito de alimentação do líquido refrigerante pode ser aberto ou fechado. Em especial, na presente invenção, uma unidade de refrigeração (104), a qual é constituída por um reservatório de água, uma bomba hidráulica, mangueiras (118) e engates rápidos para mangueiras.

A Figura 8 apresenta uma secção transversal da tocha híbrida geradora de plasma, na qual são indicados os fluxos do líquido refrigerante e do gás. O líquido refrigerante entra na câmara de refrigeração (17) do catodo secundário (16) através de uma mangueira (122) conectada por um engate rápido (19) e sai por uma mangueira (130) conectada a um engate rápido (81) da câmara de refrigeração (82) do anodo secundário (83). A passagem de líquido refrigerante da câmara de refrigeração (17) às outras câmaras de refrigeração (39) (68) (82) é realizada por meios de mangueiras (124) (125) (126), isto é, uma mangueira (124) liga a câmara de refrigeração (17) do catodo secundário (16) à câmara de refrigeração (39) do catodo primário (49), outra mangueira (125) liga à câmara de refrigeração (39) do catodo primário (49) à câmara de refrigeração (68) do anodo primário (65), e outra mangueira (126) liga a câmara de refrigeração (68) do anodo primário (65) à câmara de refrigeração (82) do anodo secundário (83). O líquido refrigerante circula dentro das câmaras (123) (127) (128) (129) retirando o calor proveniente da condução térmica entre os eletrodos (16) (49) (65) (83) e as câmaras de refrigeração (19) (39) (68) (82). O gás é admitido na tocha por duas entradas (47b) (47c) em forma de tubo localizadas no flange fixador (47). Este gás passa por um difusor (48), o qual torna o fluxo de gás laminar dentro da câmara de ionização (131), e sai pelo orifício (132) do anodo secundário (83).

O funcionamento da tocha híbrida geradora de plasma pode ser descrito através da Figura 9 que apresenta o desenho esquemático da tocha híbrida (133), onde são representadas as linhas de campo magnético (134) no catodo primário (143), as linhas de campo magnético (135) no catodo secundário (146), as linhas de densidade de corrente elétrica (136) entre os eletrodos primários (143) (144), as linhas de densidade de corrente (137) entre os

eletrodos secundários (146) (147) e os vetores de força eletromagnética (138) (139). Inicialmente, um gás é injetado na câmara por duas entradas (47b) (47c). O gás injetado é ionizado ao passar pela descarga elétrica (arco plasma primário) entre os eletrodos primários (143) (144). Esse arco plasma é formado por uma fonte de potência – primária (145) de característica corrente constante (“tombante”) que contém um gerador de alta frequência. Com isto, forma-se uma câmara com plasma (140) e, sendo o plasma um condutor elétrico, um arco plasma secundário é imediatamente formado entre os eletrodos secundários (146) (147). Este segundo arco plasma é gerado por outra fonte de potência – secundária (148), que também possui característica corrente constante. A aceleração e expulsão do jato de plasma (142) da tocha são provenientes de forças eletromagnéticas, chamadas de “forças de Lorentz” ($\vec{j} \times \vec{B}$), as quais são determinadas pelo produto vetorial entre as densidades de corrente elétrica e os campos magnético induzidos, principalmente, nos catodos (primário e secundário). Então, neste sistema o gás ionizado (141) é, praticamente, acelerado duas vezes, isto é, inicialmente é acelerado pelo arco plasma primário e força eletromagnética proveniente das interações elétricas entre os eletrodos primários (143) (144); e posteriormente pelo arco plasma secundário e força eletromagnética gerada pela interação elétrica entre os eletrodos secundários (146) (147).

As aplicações da tocha híbrida geradora de plasma compreendem, mas não se limitam a, soldagem, corte, endurecimento superficial, aspersão térmica, reciclagem de dejetos, e outros processos industriais que envolvam a utilização de jatos de plasma. Na presente invenção, a tocha híbrida foi, inicialmente, utilizada em soldagem, corte e endurecimento superficial. Para a realização destes processos a tocha (111) foi fixada em um sistema (Figura 7) contendo um dispositivo de deslocamento (110). O dispositivo de deslocamento possui uma haste fixadora (109), um distribuidor de cabos e mangueiras (108), controlador de velocidade e direção (110a). Também faz parte deste sistema, um trilho (119) para deslocamento, uma mesa (120) e um suporte (121) para chapas ou corpos de prova.

Exemplo 1. Realização preferencial

Os experimentos realizados com a tocha híbrida geradora de plasma são divididos em duas etapas. A primeira etapa consiste em caracterizar a tocha através das seguintes metodologias: determinação das curvas características de tensão e intensidade de corrente elétrica; determinação da força propulsora; determinação do comprimento do jato de plasma e tipo de jato; e determinação do perfil de temperatura do jato de plasma expulso para fora da câmara. A segunda etapa de experimentos consiste na aplicação do dispositivo em soldagem, corte e endurecimento superficial.

Alguns resultados experimentais com a tocha híbrida geradora de plasma são apresentados através da Figura 10 até a Figura 19.

A Figura 10 apresenta as curvas características de tensão entre os eletrodos (primários e secundários) em função do tempo. Estas curvas foram simultaneamente adquiridas com os seguintes parâmetros: intensidade de corrente da fonte primária de 30 A, intensidade de corrente elétrica da fonte secundária de 150 A e vazão do gás de 20 l/min. A curva de tensão da fonte secundária apresenta uma periodicidade, enquanto que a curva de tensão da fonte primária não é periódica. Com isso, pode-se concluir que o arco elétrico secundário é mais estável que o arco elétrico primário. A Figura 11 apresenta as curvas de intensidade de corrente elétrica em função do tempo para os mesmos parâmetros das curvas de tensão descritas anteriormente.

Segundo uma análise de variância em relação à força propulsora, pode-se dizer que os três parâmetros reguláveis da tocha (intensidade de corrente elétrica da fonte primária, intensidade de corrente elétrica da fonte secundária e vazão do gás) possuem influência significativa com confiabilidade de 95%. O fator mais influente é a intensidade de corrente elétrica da fonte secundária, seguido pela vazão de gás e o menos influente é a intensidade de corrente elétrica da fonte primária. A Figura 12 apresenta o gráfico da força propulsora em função da intensidade de corrente elétrica secundária para diferentes vazões do gás. De acordo com o gráfico, pode-se afirmar que força propulsora aumenta com o aumento da intensidade de corrente elétrica secundária e da vazão do gás.

A Figura 13 mostra algumas imagens utilizadas para determinar o comprimento do jato de plasma expulso para fora da câmara da tocha, onde a

Figura 13a apresenta uma foto com padrão de distância. A Figura 13b até a Figura 13e apresentam os jatos de plasma gerados com intensidade de corrente elétrica primária de 30 A, intensidade de corrente elétrica secundária de 200 A, e vazões do gás de, 7 l/min, 14 l/min, 20 l/min e 25 l/min, respectivamente. Através da análise das imagens, observa-se que ao aumentar a vazão do gás, de 7 l/min para 25 l/min, o fluxo do jato de plasma passa de laminar para turbulento. Uma análise de variância também foi realizada para determinar a influência dos parâmetros de funcionamento da tocha híbrida sobre o comprimento do jato de plasma, onde foi constatado que os três fatores (intensidade de corrente elétrica da fonte primária, intensidade de corrente elétrica da fonte secundária e vazão do gás) influenciam significativamente, com confiabilidade de 95%, o comprimento do jato de plasma. A Figura 14 mostra o gráfico do comprimento médio do jato de plasma em função da vazão do gás para diferentes intensidades de corrente elétrica da fonte secundária. Neste caso, o comprimento do jato de plasma diminui com o aumento da vazão do gás, isso acontece devido à transformação de um fluxo laminar para um fluxo turbulento do jato de plasma. Para uma vazão do gás de 7 l/min, o comprimento do jato de plasma aumenta com o aumento da intensidade de corrente elétrica da fonte secundária.

Os perfis de temperatura dos jatos de plasmas expulsos para fora da câmara do dispositivo são obtidos através de uma técnica envolvendo a emissão de radiação. A Figura 15 mostra os perfis de temperatura dos jatos de plasma expulsos para fora da câmara da tocha híbrida, quando a mesma opera com apenas um arco elétrico (arco elétrico secundário). A Figura 16 mostra os perfis de temperatura dos jatos de plasma expulsos para fora da câmara da tocha, quando a mesma funciona com os dois arcos elétricos (primário e secundário). Na Figura 16, os números indicados nas imagens significam, respectivamente, a intensidade de corrente elétrica secundária, intensidade de corrente elétrica primária e vazão do gás, e na Figura 15, os números significam a intensidade de corrente elétrica secundária e a vazão do gás. Analisando os perfis de temperatura apresentados pelas Figuras 15 e 16 observa-se que os jatos de plasma, os quais são gerados pela tocha operando com os dois arcos elétricos simultaneamente, apresentam temperaturas mais

elevadas do que os jatos de plasma gerados por um arco elétrico apenas, chegando a valores de, aproximadamente, 8.000 °C.

Os testes de soldagem foram realizados com parâmetros e materiais apresentados na Tabela 1. A Figura 17 mostra a vista superior das chapas submetidas a soldagem com a tocha híbrida geradora de plasma, onde os números indicados nas fotografias correspondem aos números dos experimentos apresentados na Tabela 1. O dispositivo mostrou-se capaz de realizar soldagem de chapas finas com baixa vazão de gás. Os experimentos 2 e 5 apresentam cordões de solda com muitas irregularidades, isso porque o jato de plasma utilizado tinha fluxo turbulento. O experimento 3 apresenta algumas falhas de fusão devido a elevada velocidade de soldagem empregada para esta tocha.

Tabela 1. Parâmetros experimentais utilizados em testes de soldagem.

Parâmetros	Experimentos				
	1	2	3	4	5
Intensidade de Corrente (Fonte Primária) – A	60	60	60	60	60
Intensidade de Corrente (Fonte Secundária) – A	200	200	200	200	250
Vazão do Gás – l/min	7	14	7	7	25
Velocidade de Soldagem – mm/s	1,7	1,7	3,4	1,7	1,7
Distância (tocha x peça) – mm	5	5	5	5	5
Tipo de Aço	AISI 304	AISI 304	AISI 304	AISI 304	SAE 1020
Dimensões das Chapas – mm	100x50x1,5	100x50x1,5	100x50x1,5	100x50x0,7	200x50x6,35

15

A Figura 18 mostra uma secção de uma chapa de aço AISI 304 com espessura de 1,5 mm cortada com a tocha híbrida geradora de plasma. O corte foi realizado com os seguintes parâmetros: intensidade de corrente elétrica primária de 60 A e secundária de 250 A; vazão do gás de 25 l/min; velocidade de corte de 8,4 mm/s; e distância do bocal à peça de 5 mm.

20

Um resultado da aplicação do dispositivo em processos de endurecimento superficial poder ser visto através da Figura 19, onde é apresentado um gráfico da microdureza em função da distância e uma macrografia da secção transversal da região tratada termicamente. O corpo de prova utilizado para este experimento é constituído de um aço SAE 52100 com 70x70x15 mm de dimensões. Neste experimento foram utilizados os seguintes parâmetros: intensidade de corrente elétrica primária de 60 A e secundária de 250 A; vazão do gás de 7 l/min; velocidade de deslocamento da tocha de 1,7 mm/s; distância do bocal à peça de 5 mm. A região alterada termicamente atingiu uma penetração e uma área de, aproximadamente, 0,74 mm e 2,06 mm², respectivamente, isso sem haver fusão. A comprovação do endurecimento superficial pode ser visto através da microdureza que, no metal base, foi obtido um valor médio de, aproximadamente, 250 Vickers, e, na região tratada termicamente, foi obtido um valor médio de, aproximadamente, 700 Vickers.

20

25

Reivindicações**TOCHA HÍBRIDA GERADORA DE PLASMA PARA APLICAÇÃO EM PROCESSOS DE FABRICAÇÃO, E, PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TOCHA**

- 5 1. Tocha híbrida geradora de plasma para aplicação em processos de fabricação caracterizada por compreender:
- a) Eletrodos formadores do jato de plasma;
 - b) Meios para arrefecimento dos eletrodos;
 - c) Meios para isolamento elétrico entre os eletrodos;
 - 10 d) Meios para centralizar e fixar os eletrodos;
 - e) Pelo menos um gás ionizável;
 - f) Meios para admissão do dito gás;
 - g) Meios para fornecer energia ao dispositivo;
 - h) Pelo menos uma tocha de plasma;
 - 15 i) Meios para controlar o sistema.
2. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos eletrodos formadores do jato de plasma serem constituídos por dois catodos (primário e secundário) e dois anodos (primário e secundário).
3. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada por cada par (catodo e anodo) ser responsável pela formação de um arco elétrico.
- 20 4. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo catodo primário ser um eletrodo cilíndrico em forma de câmara com chanfro cônico em uma de suas
- 25 extremidades.
5. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo eletrodo ser conectado à câmara de refrigeração através de uma rosca no seu interior.
6. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo material utilizado para a fabricação do eletrodo ser qualquer
- 30 material condutor elétrico.
7. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo material utilizado para a fabricação do eletrodo ser cobre.

8. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo catodo secundário ser um eletrodo coaxial com extremidade cônica ou não.

5 9. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo material utilizado para a fabricação do eletrodo compreender material condutor elétrico.

10 10. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo material utilizado para a fabricação do eletrodo ser tungstênio.

10 11. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo anodo primário ser um corpo cilíndrico em forma de anel com alguns relevos em sua estrutura para ser encaixado entre a câmara de refrigeração e o flange fixador.

15 12. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo eletrodo possuir um chanfro interno em uma de suas extremidades.

13. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo material utilizado para a fabricação do eletrodo compreender material condutor elétrico.

20 14. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo material utilizado para a fabricação do eletrodo ser cobre.

25 15. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo anodo secundário ser um corpo coaxial em forma de câmara.

16. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 15, caracterizada pelo eletrodo possuir uma rosca externa para ser fixado à câmara de refrigeração.

30 17. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos meios para arrefecimento dos eletrodos serem constituídos de mangueiras para admissão e saída de água ou líquido refrigerante; quatro câmaras eletricamente isoladas, sendo uma para cada eletrodo; um reservatório e um sistema de bombeamento da água.

18. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 17, caracterizada por cada câmara de refrigeração possuir pelo menos uma entrada e uma saída para algum tipo de líquido refrigerante, nas quais são conectados engates rápidos para mangueiras.

5 19. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 18, caracterizada pelas câmaras serem confeccionadas com materiais com boa condutividade térmica e elétrica.

20. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 18, caracterizada pelas câmaras serem confeccionadas em cobre.

10 21. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos por compreender meios para isolamento elétrico constituídos de buchas isolantes e/ou flanges isolantes e/ou câmara isolante.

15 22. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos meios de fixar e centralizar os eletrodos constituídos de flanges fixadores e/ou parafusos e/ou porcas.

23. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 21, caracterizada pelos flanges serem constituídos de hastes para conexões elétricas e/ou tubos para entrada de gás e câmara de gás.

20 24. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 22, caracterizada pelos parafusos e porcas, quando constituídos de material isolante, dispensarem a utilização de buchas isolantes.

25 25. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos gases ionizáveis serem escolhidos do grupo que compreende argônio, hélio, hidrogênio, nitrogênio, e/ou misturas dos mesmos.

26 26. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos meios de alimentação do gás compreenderem reservatórios de gases, fluxímetros, misturadores de gás, mangueiras, tubos de PVC, conduítes metálicos e/ou demais meios para transporte e controle de gases.

30 27. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 26, caracterizada pelos meios de alimentação do gás compreenderem cilindro de gás sob pressão, fluxímetros e mangueiras para transporte dos gases.

28. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos meios para fornecimento de potência à tocha híbrida

geradora de plasma compreenderem duas fontes de potência, fonte de potência primária e secundária.

29. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 28, caracterizada pelas fontes de potência possuírem corrente constante.

5 30. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 28, caracterizada pela fonte de potência primária possuir um gerador de alta frequência para facilitar a abertura do arco elétrico primário.

10 31. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 28, caracterizada pelas fontes de potência serem conectadas à tocha através de cabos elétricos.

15 32. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos meios para controlar os parâmetros da tocha compreenderem, painéis de controle contendo chaves de liga/desliga, indicadores de corrente e tensão para cada fonte, sistema de aquisição de dados, e outros comandos necessários para o controle da tocha.

20 33. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com a reivindicação 32, caracterizada pelo sistema de controle ser constituído de um painel de controle contendo duas chaves de liga/desliga, sendo uma para cada fonte e dispositivos indicadores de tensão e corrente para cada fonte.

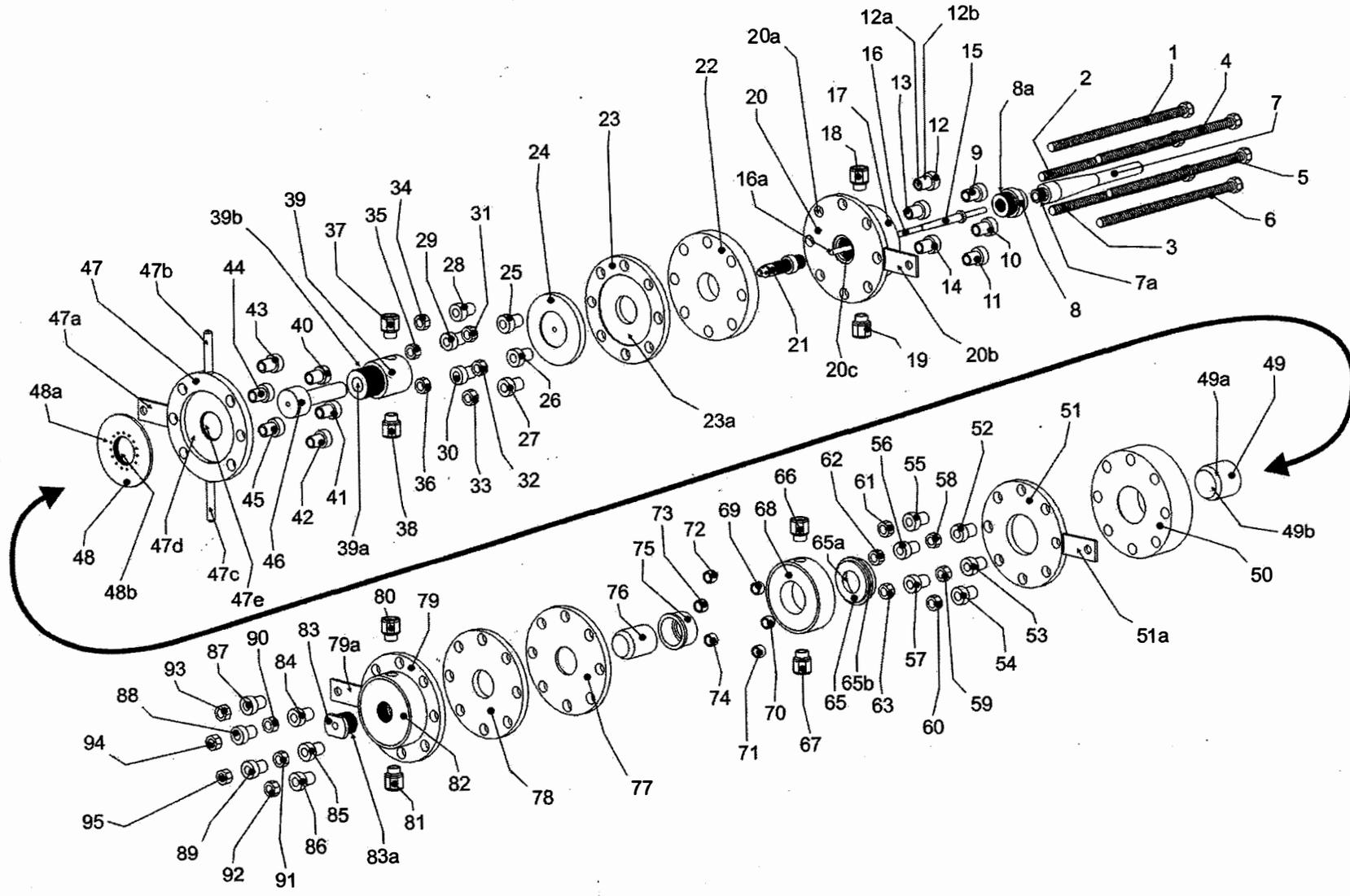
20 34. Tocha híbrida geradora de plasma, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 33, caracterizada pelos processos industriais onde a referida tocha será aplicada compreenderem soldagem, corte térmico, endurecimento superficial, aspersão térmica, e outros processos que utilizam jatos de plasma.

25 35. Processo de produção da tocha híbrida geradora de plasma caracterizado por compreender as seguintes etapas:

- a) Montagem da câmara de refrigeração e de fixação do catodo secundário;
- b) Montagem da câmara de refrigeração e de fixação do catodo primário;
- 30 c) Montagem da câmara de refrigeração e de fixação do anodo primário;
- d) Montagem da câmara de refrigeração e de fixação do anodo secundário;

- e) Conexões dos engates rápidos nas câmaras de refrigeração para admissão de água ou líquido refrigerante;
- f) União das peças pré-montadas formando um só dispositivo.

Figura 1



Figuras

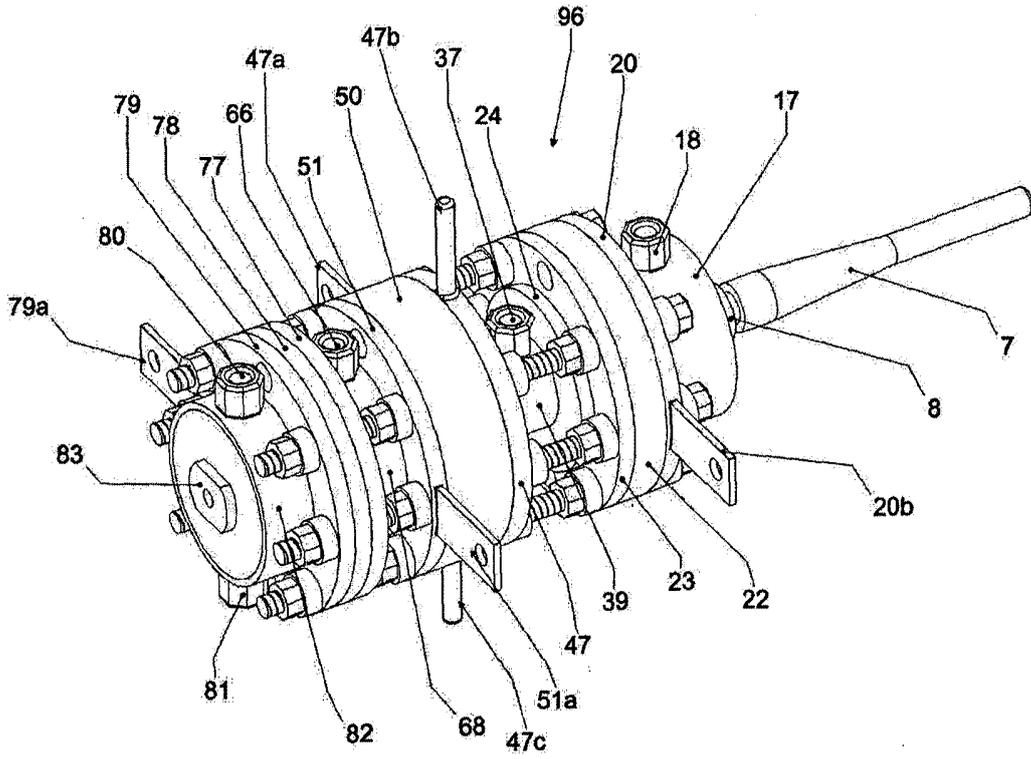


Figura 2

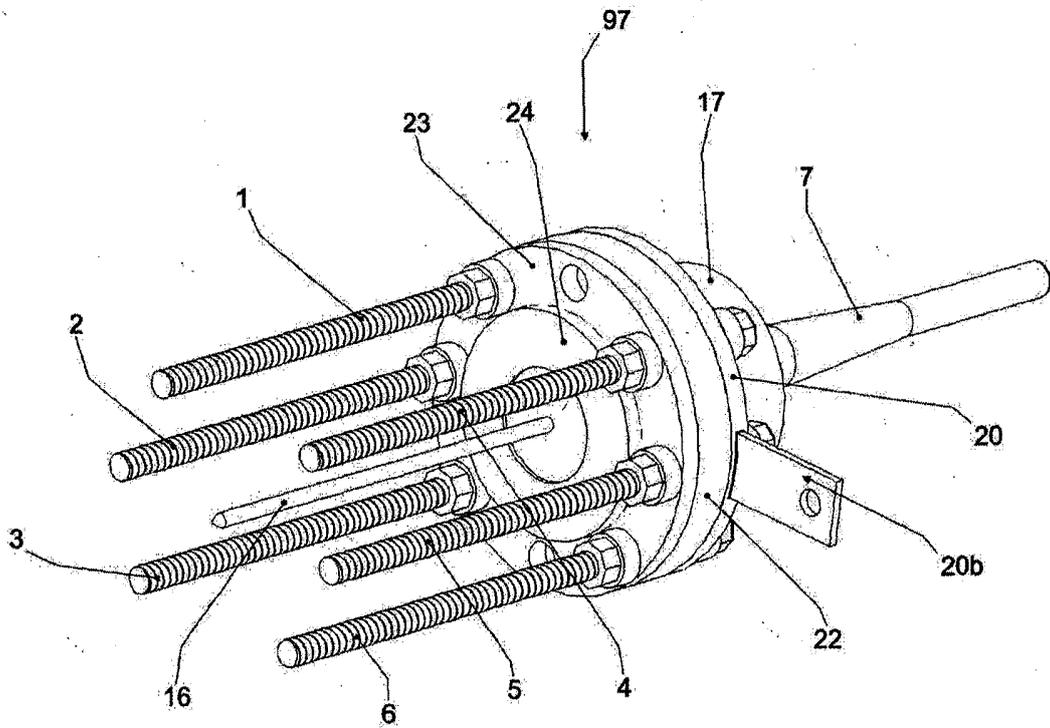


Figura 3

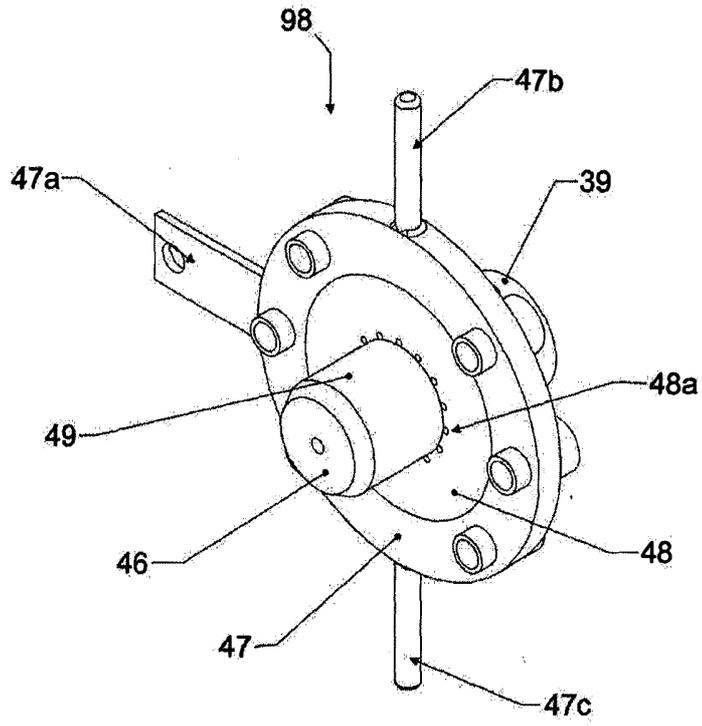


Figura 4

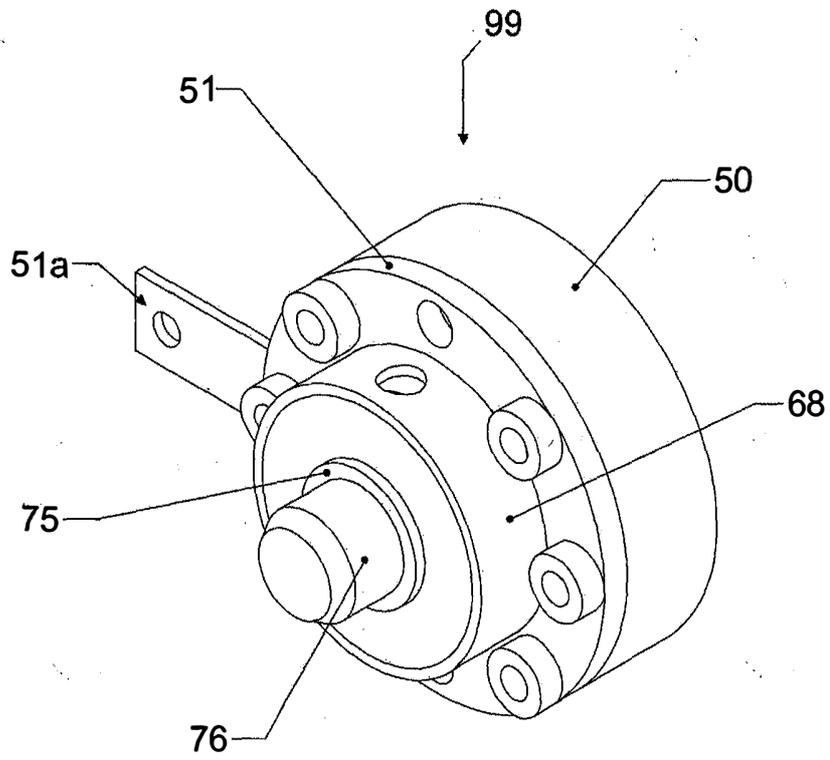


Figura 5

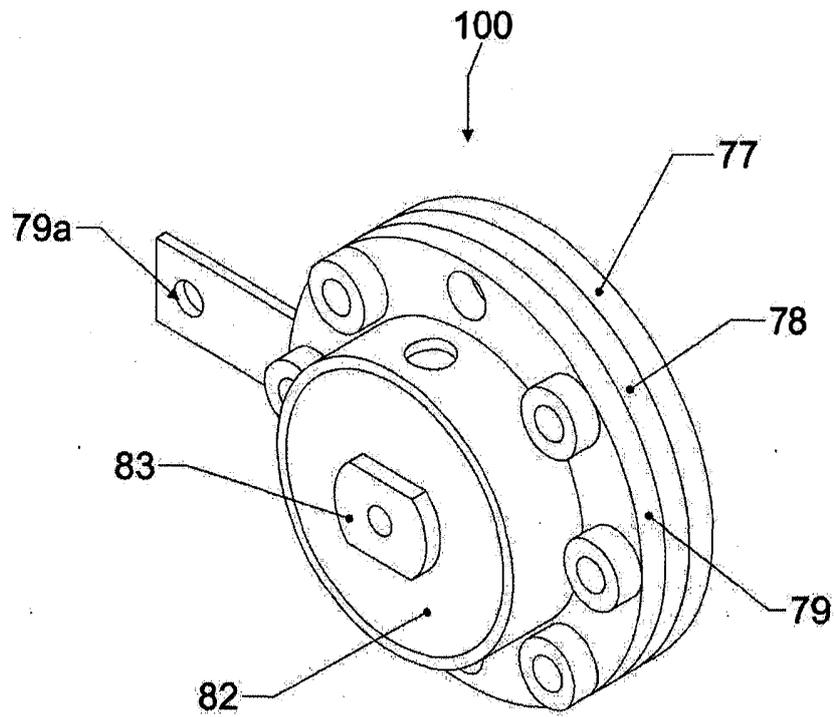


Figura 6

5

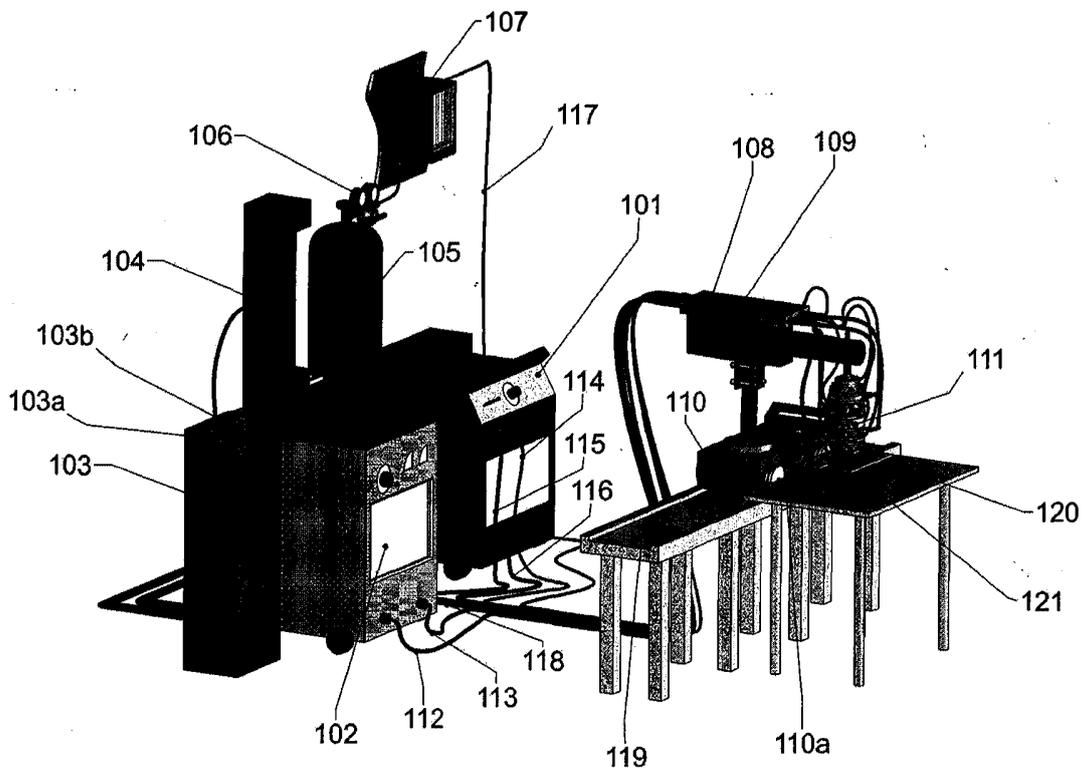


Figura 7

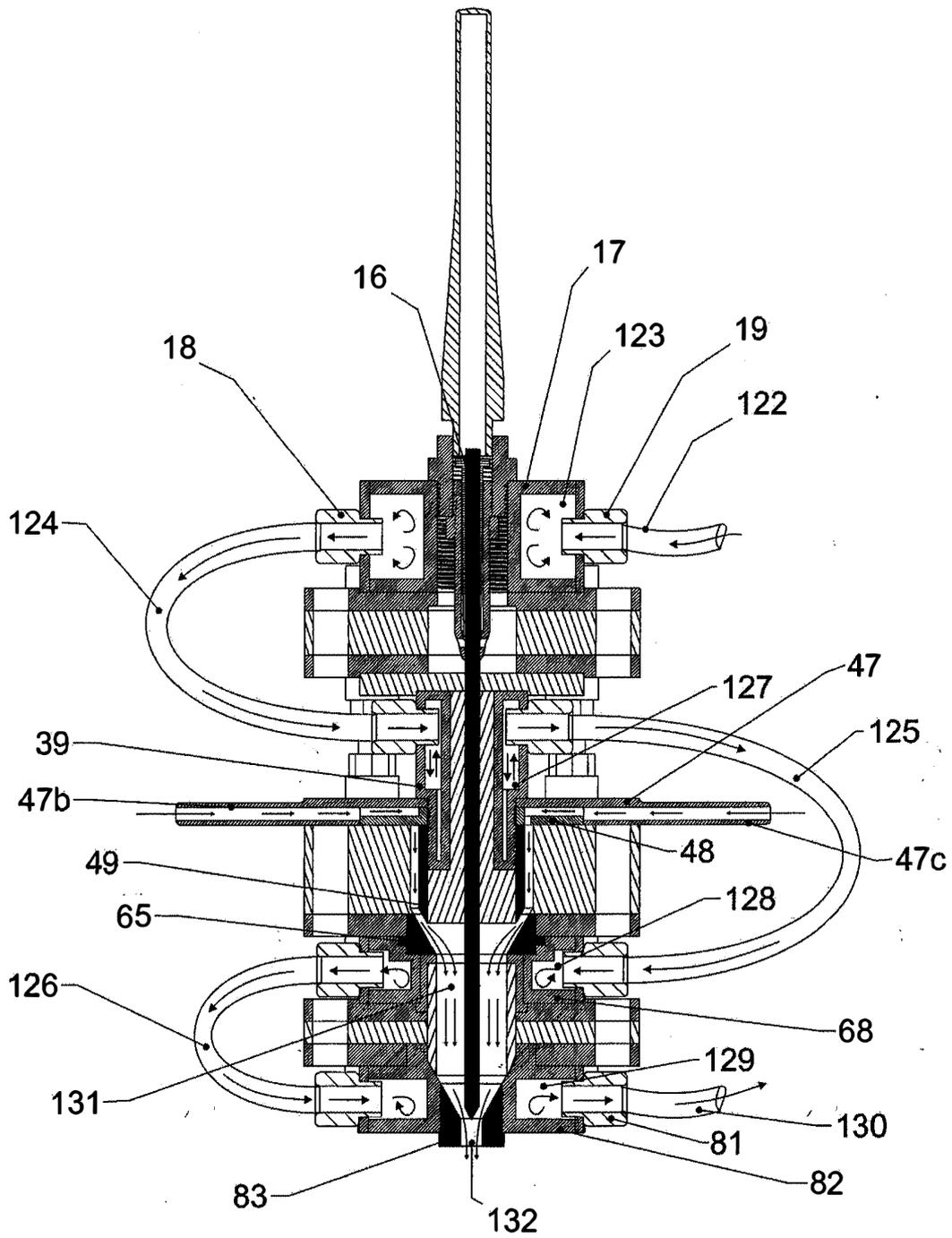


Figura 8

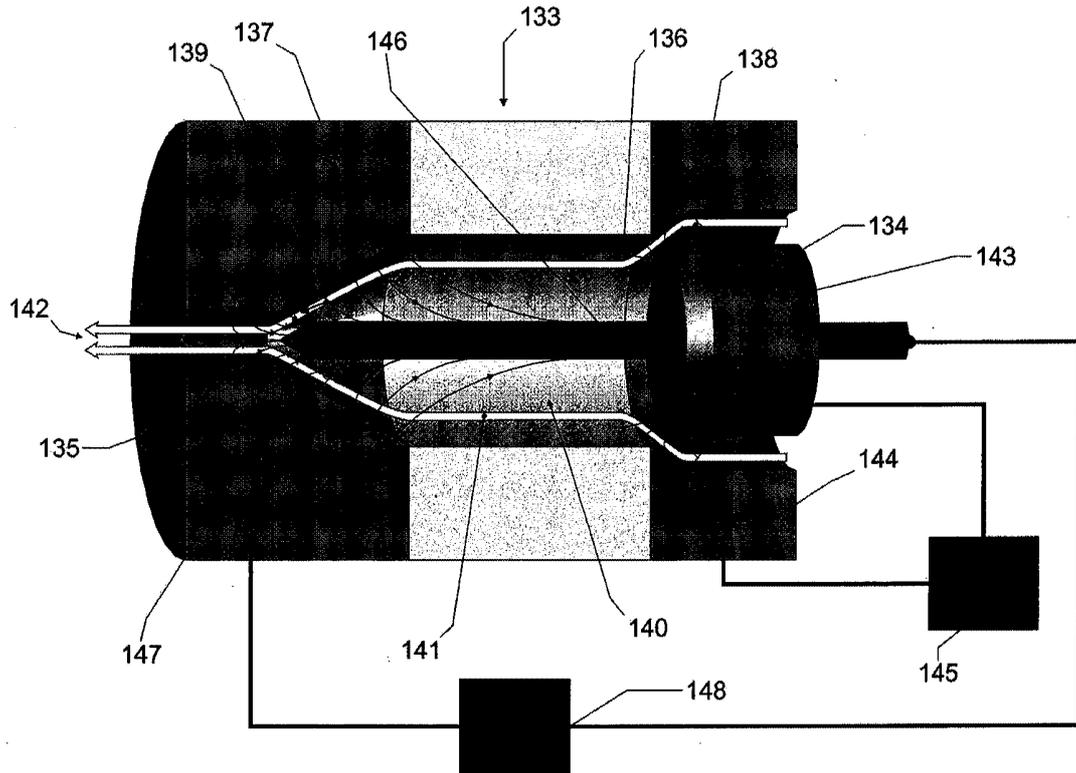


Figura 9

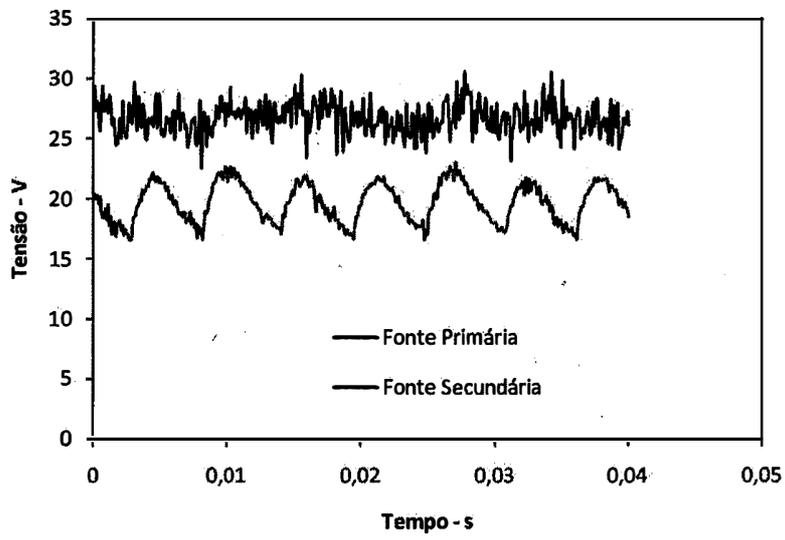


Figura 10

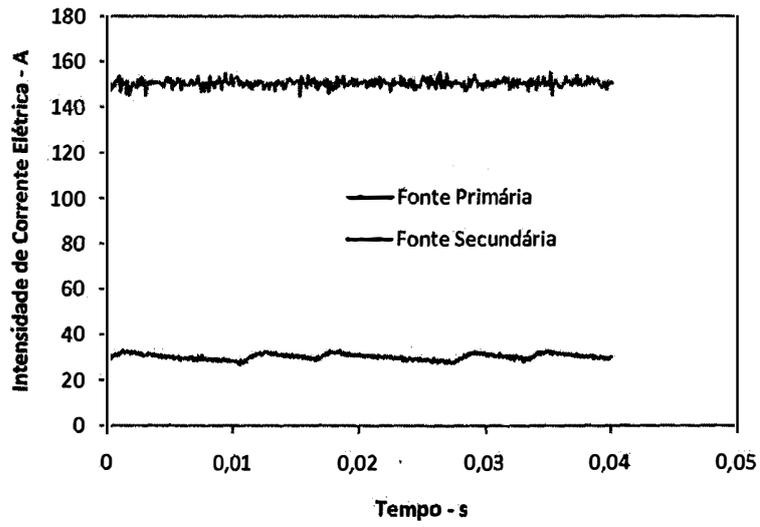


Figura 11

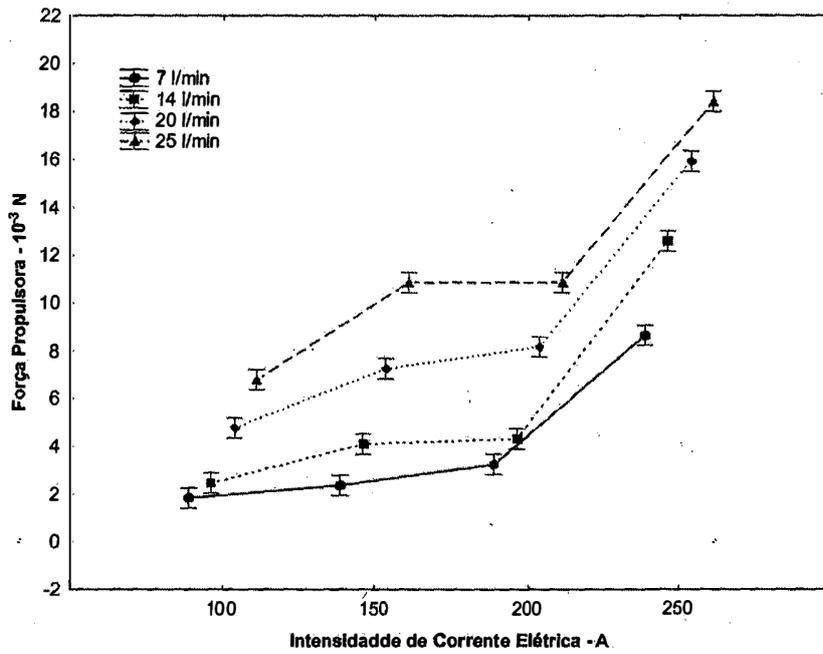


Figura 12

5

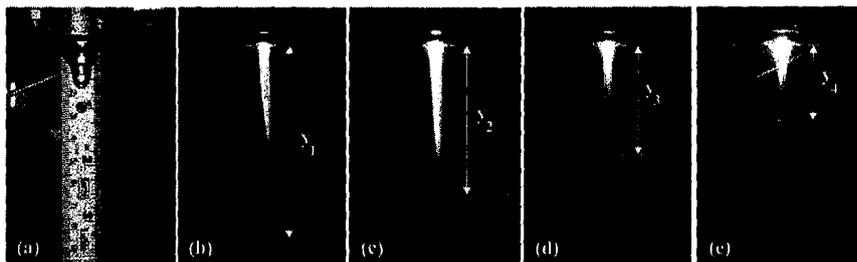


Figura 13

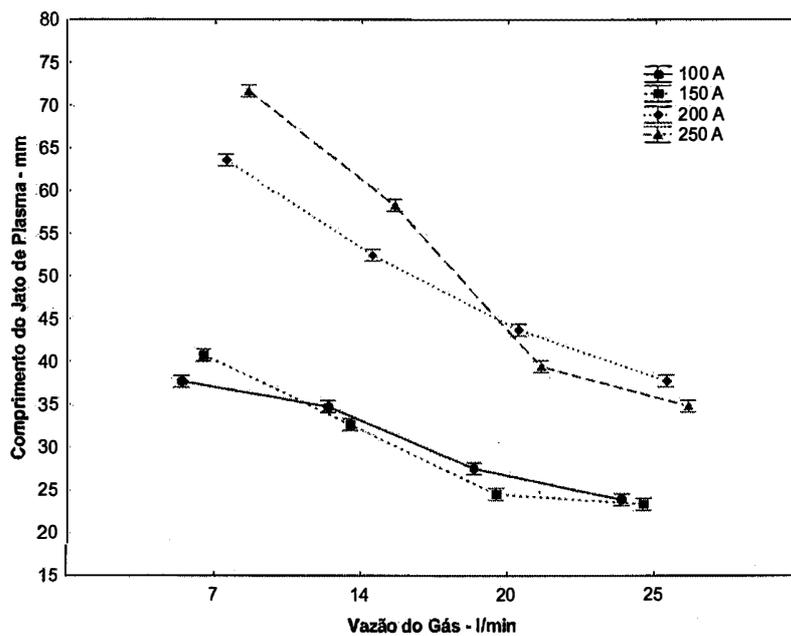


Figura 14

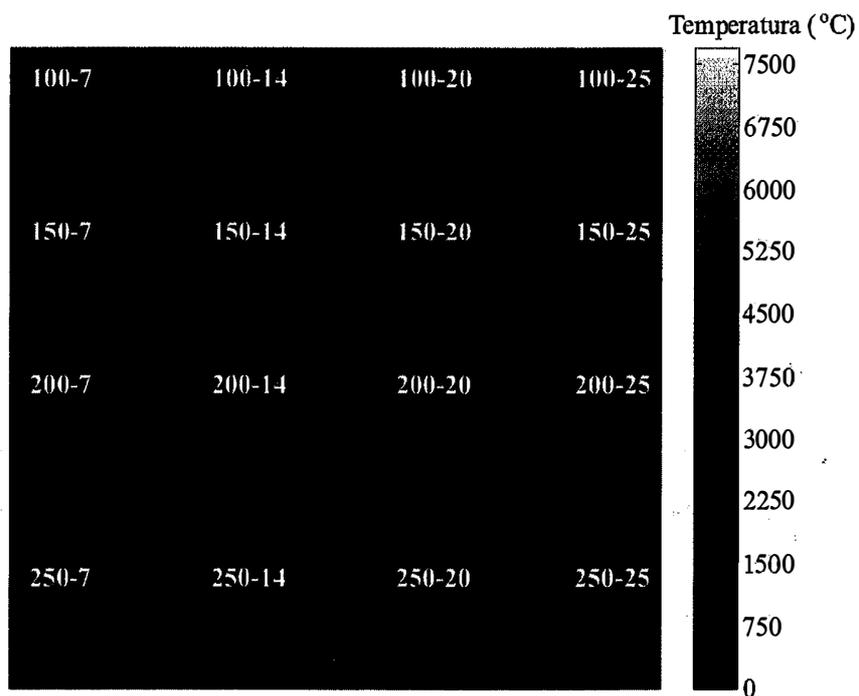


Figura 15

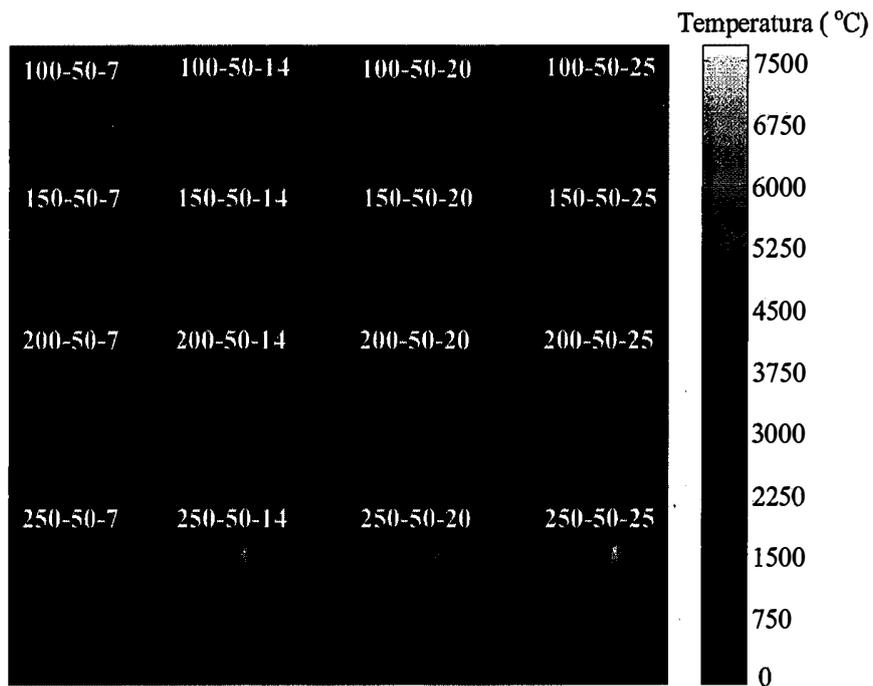
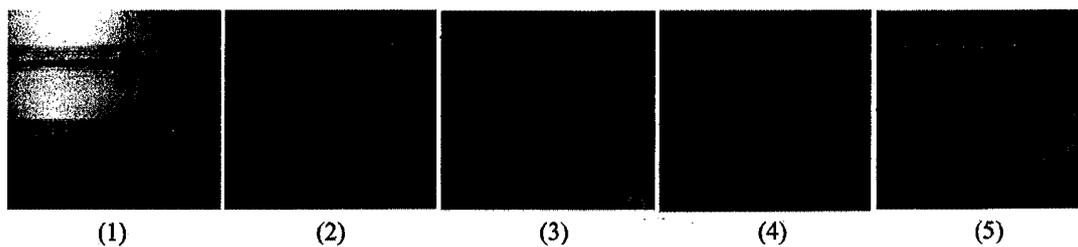


Figura 16



5

Figura 17

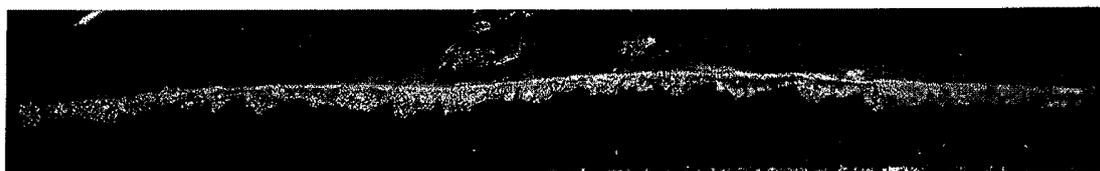


Figura 18

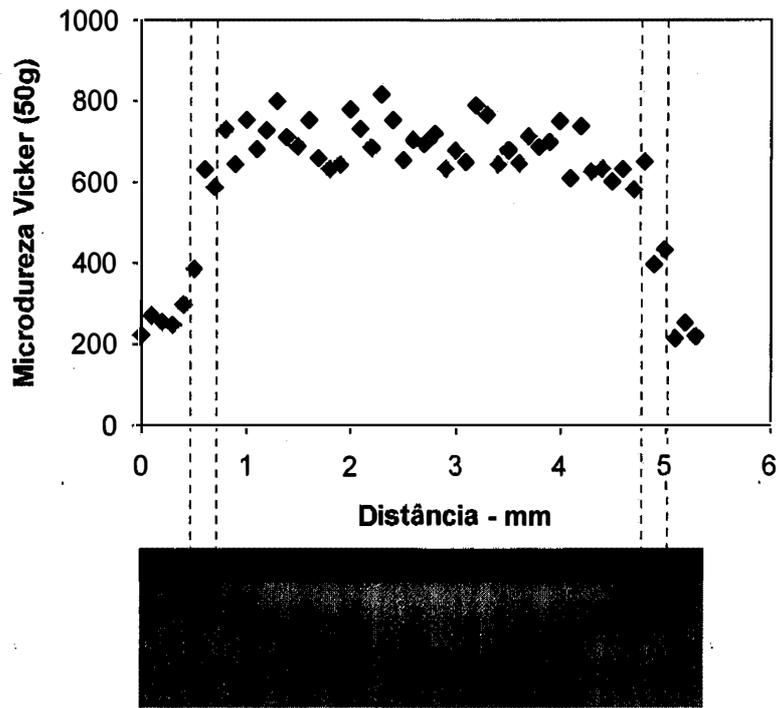


Figura 19

Resumo**TOCHA HÍBRIDA GERADORA DE PLASMA PARA APLICAÇÃO EM PROCESSOS DE FABRICAÇÃO, E, PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TOCHA**

5 A presente invenção descreve uma tocha híbrida geradora de plasma para ser utilizada em processos de fabricação, tais como soldagem, corte, aspersão térmica, endurecimento superficial, ou demais processos que compreendem a utilização de jatos de plasma. Este dispositivo caracteriza-se pela formação simultânea de dois arcos elétricos em apenas um dispositivo, os

10 quais geram um jato de plasma com elevada densidade de energia. Esta tocha é proveniente da união de dois processos geradores de plasma: Plasma Não-Transferido e Propulsor Magnetoplasmadinâmico.