

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

(21) **PI0610299-9 A2**



(22) Data de Depósito: 19/04/2006
(43) Data da Publicação: 08/06/2010
(RPI 2057)

(51) *Int.Cl.:*
H05H 1/34

(54) Título: **MAÇARICO DE ARCO DE PLASMA
PROVENDO INJEÇÃO ANGULAR DO FLUXO DE
ANTEPARO**

(30) Prioridade Unionista: 19/04/2005 US 60/672,777

(73) Titular(es): Hypertherm, Inc.

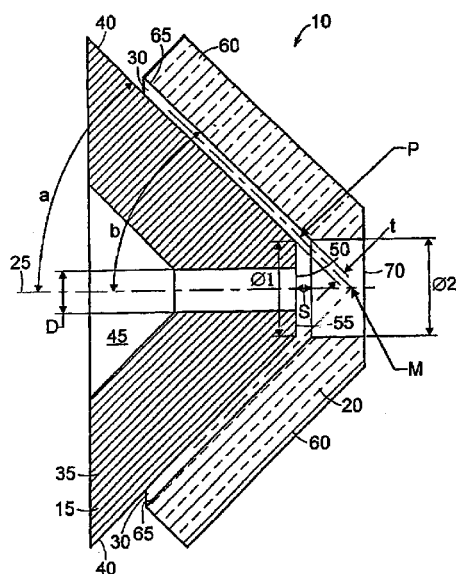
(72) Inventor(es): Aaron D. Brandt, Stephen M. Liebold, Zheng Duan

(74) Procurador(es): Montauray Pimenta, Machado & Lioce S/C Ltda

(86) Pedido Internacional: PCT US2006014603 de 19/04/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/113737 de 26/10/2006

(57) **Resumo:** Descrevem-se maçaricos a arco de plasma que incluem um bico de maçarico com um bocal aperfeiçoado que provê injeção de fluxo protetor angular. Em particular, o bocal provê colisão cônica/angular de um fluido (por exemplo, um gás protetor) em um gás de plasma ionizado fluindo através de um maçarico a arco de plasma. Alguns dos bicos de maçarico descritos aqui incluem um bocal com um formato externo cônico combinado com um protetor com geometria interna de complementação para formar o fluxo de fluido angular. Como resultado, um maçarico a arco de plasma incluindo o bocal aperfeiçoado tem os benefícios de um fluxo de gás de plasma ionizado, estabilizado juntamente com resfriamento de bocal intensificado e proteção contra escória em reflexão durante uso do maçarico.



MAÇARICO DE ARCO DE PLASMA PROVENDO INJEÇÃO ANGULAR DO FLUXO DE ANTEPARO

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A invenção refere-se genericamente a maçaricos de arco de plasma utilizados para cortar, perfurar e marcar metal, e mais particularmente, a maçaricos de arco de plasma que fornecem injeção de fluxo de proteção angular (por exemplo, cônica) a um arco de plasma.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 Maçaricos a arco de plasma são amplamente utilizados para processamento de peça de trabalho, por exemplo, o corte, perfuração e/ou marcação de materiais metálicos (isto é, metais elementares, ligas de metal, etc.). Um maçarico a arco de plasma inclui genericamente
15 um eletrodo montado dentro de um corpo do maçarico (isto é, um corpo de maçarico), um bocal tendo um orifício de saída também montado dentro do corpo de maçarico, conexões elétricas, passagens de fluido para fluidos de resfriamento, fluidos de proteção, e fluidos de controle de
20 arco, um anel de redemoinho para controlar padrões de fluxo de fluido em uma câmara de plasma formada entre o eletrodo e bocal, e um fornecimento de energia. O maçarico produz um arco de plasma, que é um jato ionizado contraído de um gás de plasma com temperatura elevada e momentum elevado
25 (isto é, uma corrente de fluxo de gás de plasma ionizado). Gases utilizados no maçarico a arco de plasma podem ser não oxidantes (por exemplo, argônio, nitrogênio) ou oxidantes (por exemplo, oxigênio, ar).

30 Em operação, um arco piloto é primeiramente gerado entre o eletrodo (isto é, catódio) e o bocal (isto é, anódio). A geração do arco piloto pode ser por intermédio de um sinal de frequência elevada, voltagem

elevada acoplado a um fornecimento de energia CC e o maçarico a arco de plasma, ou qualquer de uma variedade de métodos de partida de contato.

Em geral, o eletrodo, bocal e passagens de fluido são configurados em relação mútua para fornecer um arco de plasma para cortar, perfurar ou marcar materiais metálicos. Com referência à figura 1, em uma configuração conhecida, um maçarico a arco de plasma inclui um eletrodo 1 e um bocal 2 montados em relação espaçada com uma proteção 3 para formar uma ou mais passagens para fluidos (por exemplo, gás de proteção) para passar através de um espaço disposto entre a proteção e o bocal. Nessa configuração conhecida, fluxo de gás de plasma 4 passa através do maçarico ao longo do eixo geométrico longitudinal do maçarico (por exemplo, em torno do eletrodo, através do bocal, e para fora através do orifício de saída do bocal.) O gás de proteção 5 ou outro fluido passa através de uma ou mais passagens para resfriar o bocal e incidir o fluxo de gás de plasma ionizado em um ângulo de 90 graus à medida que o fluxo de gás de plasma passa através do orifício de saída de bocal. Como resultado da incidência, o fluxo de gás de plasma ionizado pode ser rompido (por exemplo, gerar instabilidades no fluxo de gás de plasma), que pode levar a desempenho degradado de corte, perfuração ou marcação.

Com referência à figura 2, em outra configuração conhecida, o bocal 2 e a proteção 3 podem ser montados para fornecer fluxo substancialmente colunar do gás de proteção 5 e gás de plasma ionizado 4. Isto é, em vez de incidir o fluxo de gás de plasma ionizado 4 à medida que sai do orifício de saída de bocal em um ângulo de 90 graus, o gás de proteção 5 é injetado para fora das passagens em uma direção paralela ao fluxo de gás de plasma (isto é, fluxo de coluna) como descrito na patente US no. 6.207.923

expedida para Lindsay. Maçaricos a arco de plasma tendo essa configuração experimentam estabilidade aperfeiçoada em relação a maçaricos que têm um fluxo de gás de proteção 5 que incide no fluxo de gás de plasma 4 em um ângulo de 90 graus. Além disso, maçaricos a arco de plasma que incluem 5 fluxo de coluna tendem a ter uma razão de comprimento de orifício de saída de bocal para diâmetro, grande (por exemplo, maior do que 2,4), L/D. Alguns pesquisadores verificaram que uma razão L/D grande levará à capacidade de 10 cortar peças de trabalho metálicas mais grossas e obter velocidades de corte mais rápidas. Entretanto, em geral, maçaricos a arco de plasma que têm fluxo substancialmente colunar do gás de proteção e gás de plasma têm dificuldade em resfriar o bico do bocal e fornecem menos proteção a 15 partir da escória em reflexão durante corte do que maçaricos a arco de plasma que utilizam injeção de fluxo de gás de proteção incidindo em 90 graus.

Desse modo, seria desejável fornecer um maçarico a arco de plasma que possa obter resfriamento eficaz do 20 bocal e fornecer proteção a partir da escória em reflexão que também forneça um fluxo estável de gás de plasma e uma razão L/D grande.

Sumário da invenção

A invenção, em uma modalidade, soluciona as 25 deficiências da técnica anterior pela provisão de um maçarico a arco de plasma que provê resfriamento eficaz do bocal do maçarico e proteção contra reflexão de escória enquanto também fornece fluxo de gás de plasma, estável. O maçarico a arco de plasma da presente invenção pode ser 30 utilizado para cortar, perfurar e/ou marcar materiais metálicos. O maçarico inclui um corpo de maçarico tendo um bocal montado em relação a um eletrodo no corpo para definir uma câmara de plasma. O maçarico também inclui uma

proteção fixada no corpo do maçarico. O bocal, eletrodo e proteção são partes consumíveis que se desgastam e exigem substituição periódica. Desse modo, essas partes são desprendíveis e, em algumas modalidades, fixáveis novamente de modo que essas partes podem se facilmente removidas, inspecionadas em relação a desgaste, e substituídas.

Em um aspecto, a invenção apresenta um bocal para um maçarico a arco de plasma. O bocal inclui um corpo de bocal incluindo uma porção interior substancialmente oca e exterior substancialmente cônica. A porção exterior substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal selecionado a partir de uma primeira faixa de aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus. O corpo de bocal define um orifício de saída, que é disposto em uma face extrema do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal ($\phi 1$), onde uma razão de L para D é maior ou igual a 2,4, e uma razão de $\phi 1$ para D está compreendida em uma segunda faixa de aproximadamente 1,9 a 2,5.

As modalidades desse aspecto da invenção podem incluir uma ou mais das seguintes características. Em algumas modalidades, a primeira faixa está entre aproximadamente 30 graus e aproximadamente 50 graus. Em certas modalidades, a primeira faixa está entre aproximadamente 34 graus e aproximadamente 44 graus, como, por exemplo, 42,5 graus. A razão L para D , em algumas modalidades, está entre aproximadamente 2,5 e aproximadamente 3,0, como por exemplo, 2,8. Em algumas modalidades, a razão de $\phi 1$ para D é aproximadamente 2,1. O corpo de bocal da presente invenção pode incluir ainda um mecanismo de fixação para fixar o corpo do bocal em um

corpo de maçarico de plasma. Os exemplos de mecanismos de fixação incluem anéis-o e roscas. Em certas modalidades, o corpo do bocal é formado a partir de um material eletricamente condutivo, como, por exemplo, cobre, alumínio, ou latão.

Em outro aspecto, a invenção apresenta um bico de maçarico para um maçarico a arco de plasma. O bico de maçarico tem um eixo geométrico longitudinal e inclui um bocal e uma proteção. O bocal do bico de maçarico inclui um corpo de bocal incluindo uma porção interior substancialmente oca e exterior substancialmente cônica. A porção exterior substancialmente cônica tem um ângulo de meio-cone de bocal selecionado de uma primeira faixa de aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus. O corpo de bocal define um orifício de saída disposto em uma face extrema do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal ($\phi 1$), onde uma razão de L para D é maior ou igual a 2,4. A proteção da ponta de maçarico inclui um corpo de proteção definindo um orifício de saída de proteção tendo um diâmetro de orifício de saída de proteção ($\phi 2$). O corpo de proteção inclui uma porção interior substancialmente cônica que tem um ângulo de meio-cone de proteção, que é substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal. A proteção sendo montada em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do bico do maçarico de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a porção interior substancialmente cônica da proteção e a porção exterior substancialmente cônica do bocal.

As modalidades desse aspecto podem incluir uma ou mais das seguintes características. Em algumas modalidades, a proteção é espaçada ao longo do eixo geométrico

longitudinal a partir do bocal em uma distância (s) e a passagem tem uma espessura definida por s multiplicado por seno do ângulo de meio-cone de bocal. Em certas modalidades um valor de s é selecionado para fornecer uma espessura da

5 passagem que resulta em uma velocidade de fluxo de saída de proteção de aproximadamente 50,8 metros por segundo a aproximadamente 152,4 metros por segundo. Em algumas modalidades, o valor de s é selecionado para fornecer uma espessura de aproximadamente 0,055 cm. O bocal pode ter uma

10 razão de $\phi 1$ para D compreendida em uma faixa de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 2,5, como por exemplo, 2,1. A primeira faixa (isto é, a faixa do ângulo de meio-cone de bocal), em algumas modalidades, pode estar entre aproximadamente 30 graus e aproximadamente 50 graus.

15 Em outras modalidades, a primeira faixa está entre aproximadamente 34 graus e aproximadamente 44 graus, como por exemplo, 42,5 graus. A razão de L para D pode estar entre aproximadamente 2,5 e aproximadamente 3,0 como, por exemplo, 2,8. O bico do maçarico pode incluir uma razão de

20 $\phi 2$ para $\phi 1$ compreendida em uma faixa de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,2. Em certas modalidades, a razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ é maior do que 1. Em algumas modalidades, a proteção inclui um ou mais furos de ventilação. Em certas modalidades, a proteção não inclui nenhum furo de

25 ventilação. A proteção bem como o bocal pode ser formado de um material eletricamente condutor. Em certas modalidades, o corpo de bocal inclui ainda um mecanismo de fixação para fixar o corpo de bocal em um corpo de maçarico de plasma.

Em outro aspecto, a invenção apresenta um

30 maçarico a arco de plasma. O maçarico a arco de plasma tem um eixo geométrico longitudinal e inclui um corpo de maçarico a arco de plasma, um bocal e uma proteção. O corpo

de maçarico a arco de plasma inclui uma trajetória de fluxo de plasma para orientar um gás de plasma para uma câmara de plasma na qual um arco de plasma é formado. O bocal inclui um corpo de bocal incluindo uma porção interior substancialmente oca e exterior substancialmente cônica. A porção exterior substancialmente cônica tem um ângulo de meio-cone de bocal selecionado de uma primeira faixa de aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus. O corpo de bocal define um orifício de saída disposto em uma face extrema do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal (ϕ_1), onde uma razão de L para D é maior ou igual a 2,4. A proteção inclui um corpo de proteção definindo um orifício de saída de proteção tendo um diâmetro de orifício de saída de proteção (ϕ_2). O corpo de proteção inclui uma porção interior substancialmente cônica que tem um ângulo de meio-cone de proteção, que é substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal. A proteção sendo montada em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do maçarico a arco de plasma de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a porção interior substancialmente cônica da proteção e a porção exterior substancialmente cônica do bocal.

As modalidades desse aspecto podem incluir uma ou mais das seguintes características. Em algumas modalidades, a proteção é espaçada ao longo do eixo geométrico longitudinal a partir do bocal em uma distância (s) e a passagem tem uma espessura definida por s multiplicado por seno do ângulo de meio-cone de bocal. Em certas modalidades, um valor de s é selecionado para fornecer uma espessura da passagem que resulta em uma velocidade de fluido de saída de proteção de aproximadamente 50,8 metros

por segundo a aproximadamente 152,4 metros por segundo. Em algumas modalidades, o valor de s é selecionado para fornecer uma espessura de aproximadamente 0,055 cm. O bocal pode ter uma razão de $\phi 1$ para D compreendido em uma faixa de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 2,5, como por exemplo, 2,1. A primeira faixa (isto é, a faixa do ângulo de meio-cone de bocal), em algumas modalidades, pode estar entre aproximadamente 30 graus e aproximadamente 50 graus. Em outras modalidades, a primeira faixa está entre aproximadamente 34 graus e aproximadamente 44 graus, como por exemplo, 42,5 graus. A razão de L para D pode estar entre aproximadamente 2,5 e aproximadamente 3,0, como, por exemplo, 2,8. O maçarico de arco de plasma pode incluir uma razão de $\phi 2$ a $\phi 1$ compreendida em uma faixa de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,2. Em certas modalidades, a razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ é maior do que 1. Em algumas modalidades, a proteção inclui um ou mais furos de ventilação. Em certas modalidades, a proteção não inclui nenhum furo de ventilação. A proteção bem como o bocal pode ser formado de um material eletricamente condutor. Em certas modalidades, o corpo de bocal inclui ainda um mecanismo de fixação para fixar o corpo de bocal em um corpo de maçarico de plasma.

Em outro aspecto, a invenção apresenta um bocal para um maçarico a arco de plasma. O bocal inclui um corpo de bocal incluindo uma porção interior substancialmente oca e exterior substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal. O corpo de bocal define um orifício de saída disposto em uma face extrema do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal ($\phi 1$), em que o ângulo de meio-cone de bocal, uma razão de L

para D, e uma razão de $\phi 1$ para D são selecionados para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz do bocal, proteção contra reflexão de escória, e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

5 Em outro aspecto, a invenção apresenta um bico de maçarico para um maçarico a arco de plasma. O bico de maçarico tem um eixo geométrico longitudinal e inclui um bocal e uma proteção. O bocal inclui um corpo de bocal incluindo uma porção interior substancialmente oca e exterior substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal. O corpo de bocal define um orifício de saída disposto em uma face extrema do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal (15 $\phi 1$). A proteção inclui um corpo de proteção definindo um diâmetro de orifício de saída de proteção ($\phi 2$). O corpo de proteção inclui uma porção interior substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de proteção, que é substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal. A 20 proteção é montada em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a porção interior substancialmente cônica da proteção e a porção exterior substancialmente cônica do bocal. O ângulo de 25 meio-cone do bocal, uma razão de L para D, e uma razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ são selecionados para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz do bocal, proteção contra reflexão de escória, e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

30 Em outro aspecto, a invenção apresenta um maçarico a arco de plasma incluindo um eixo geométrico longitudinal. O maçarico a arco de plasma inclui um corpo

de maçarico a arco de plasma, um bocal e uma proteção. O corpo de maçarico a arco de plasma inclui uma trajetória de fluxo de plasma para orientar um gás de plasma até uma câmara de plasma na qual um arco de plasma é formado. O bocal é montado em relação a um eletrodo no corpo de maçarico de plasma para definir uma câmara de plasma. O bocal inclui um corpo de bocal incluindo uma porção interior substancialmente oca e exterior substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal. O corpo de bocal define um orifício de saída disposto em uma face extrema do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal ($\phi 1$). A proteção inclui um corpo de proteção definindo um diâmetro de orifício de saída de proteção ($\phi 2$). O corpo de proteção inclui uma porção interior substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de proteção, que é substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal. A proteção é montada em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a porção interior substancialmente cônica da proteção e a porção exterior substancialmente cônica do bocal. O ângulo de meio-cone de bocal, uma razão de L para D, e uma razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ são selecionados para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz do bocal, proteção contra reflexão de escória, e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

Em outro aspecto, a invenção apresenta um artigo consumível para um maçarico a arco de plasma. O artigo consumível inclui uma primeira passagem para um fluido de plasma ionizado e uma segunda passagem para um fluido de proteção. A primeira passagem é paralela a um eixo

geométrico longitudinal do artigo consumível. A primeira passagem inclui um primeiro orifício de saída para ejetar o fluido de plasma ionizado. A segunda passagem inclui um segundo orifício de saída e é disposto em um ângulo em relação à primeira passagem de tal modo que o fluido de proteção incida no fluido de plasma após ejeção em um ângulo selecionado para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz de uma porção do artigo consumível, proteção contra reflexão de escória e um fluxo estável de fluido de plasma ionizado.

Breve descrição dos desenhos

A figura 1 é uma vista em seção transversal de uma porção (isto é, bico de maçarico) de um maçarico a arco de plasma da técnica anterior utilizando uma injeção de fluxo de proteção de 90 graus convencional. Isto é, o fluxo de proteção incide no fluxo de gás de plasma em um ângulo de 90 graus.

A figura 2 é uma vista em seção transversal do bico do maçarico de outro maçarico a arco de plasma da técnica anterior utilizando uma injeção de fluxo de proteção colunar. Isto é, o fluxo de proteção é coaxial ao fluxo de gás de plasma.

A figura 3 é uma vista em seção transversal de um bico de maçarico de acordo com uma modalidade da invenção. Na figura 3, o bico de maçarico provê injeção de fluxo de proteção cônica ao fluxo de gás de plasma.

A figura 4A é uma vista esquemática de uma porção extrema de um bico de maçarico de acordo com uma modalidade da invenção. As figuras 4B-4D são vistas esquemáticas de uma porção extrema do bico de maçarico de acordo com modalidades adicionais da invenção.

As figuras 5A e 5B são vistas esquemáticas ampliadas de uma porção da figura 4.

A figura 6 é uma vista em seção transversal de um maçarico a arco de plasma incluindo o bico de maçarico da figura 3.

5 A figura 7 é uma vista em seção transversal de uma porção do bico de maçarico da figura 2 mostrando os resultados de análise térmica.

A figura 8 é uma vista em seção transversal de uma porção do bico de maçarico da figura 3 mostrando os resultados de análise térmica.

10 Descrição

A presente invenção utiliza uma porção exterior de bocal cônica combinada com uma porção interior de proteção cônica, correspondente, para formar uma colisão angular (por exemplo, cônica) de um fluxo de fluido de resfriamento (por exemplo, um gás de proteção) em um fluxo de gás de plasma ionizado. A colisão de fluxo de proteção angular pode ser matematicamente considerada como dois componentes (isto é, um componente colunar ou x e um componente perpendicular ou y). O componente colunar pode auxiliar em uma redução de instabilidades de gás de plasma ionizado, enquanto o componente perpendicular pode fornecer proteção contra escória em reflexão e capacidades eficazes de resfriamento de bocal. Pelo ajuste do ângulo do fluxo angular, a razão dos componentes colunar e perpendicular pode ser otimizada para fornecer um fluxo de gás de plasma ionizado altamente estável e proteção eficaz contra reflexão de escória e resfriamento de bocal.

15
20
25

Com referência à figura 3, um bico de bocal 10 inclui um bocal 15 e uma proteção 20, que são separados um do outro ao longo de um eixo geométrico longitudinal 25 do bico de maçarico 10. Tanto o bocal 15 como a proteção 20 é formada de materiais eletricamente condutivos. Em algumas modalidades, tanto o bocal como a proteção é formada do

30

mesmo material eletricamente condutivo e, em outras modalidades, o bocal e proteção são formados de materiais eletricamente condutivos diferentes. Os exemplos de materiais eletricamente condutivos apropriados para uso com a invenção incluem cobre, alumínio e latão.

Formada dentro do espaço entre o bocal 15 e a proteção 20 está uma passagem 30 para fluidos. Fluidos, como por exemplo, um gás de proteção, fluem através da passagem 30 para resfriar o bocal 15 durante uso. Fluidos fluindo através da passagem 30 incidem em uma corrente de gás de plasma ionizado que flui através do bocal 15. Como resultado, o fluxo de gás de plasma é dotado de injeção de fluxo de proteção cônica ou, em outras palavras, o gás de proteção tem um fluxo angular em comparação com o gás de plasma. O fluxo de gás de plasma e fluxo de gás de proteção são ilustrados na figura 3 como setas rotuladas 4 e 5, respectivamente. Isto é, o fluxo de gás de plasma é representado como a seta 4 e o fluxo de gás de proteção é representado como a seta 5.

Como mostrado na figura 3, a proteção 15 pode incluir um ou mais furos de ventilação 32 para fornecer resfriamento adicional (isto é, ventilação) para o bocal 15. Entretanto, em algumas modalidades, a proteção 15 não inclui nenhum furo de ventilação.

Com referência à figura 4A, que mostra uma vista esquemática de uma porção extrema do bico de maçarico 10, o bocal 15 inclui um corpo de maçarico 35 incluindo uma porção exterior substancialmente cônica 40 e uma porção interior substancialmente oca 45. Como mostrado na figura 4A, a porção exterior cônica 40 é definida por um ângulo de meio-cone de bocal (a), isto é, o ângulo formado entre o eixo geométrico longitudinal 25 e a porção exterior cônica 40 do bocal 15. Em geral, o ângulo de meio-cone de bocal

(a) pode ser variado de modo que a inclinação da porção exterior 40, e desse modo a passagem 30, também podem ser variadas. Em geral, quanto maior o ângulo de meio-cone de bocal selecionado, mais provável que instabilidades sejam introduzidas quando o fluido que se desloca através da
 5 passagem 30 incide no fluxo de gás de plasma ionizado. Desse modo, em algumas modalidades, prefere-se selecionar um ângulo de meio-cone de bocal em uma faixa de aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus de modo
 10 a limitar a probabilidade de gerar um fluxo instável de gás de plasma ionizado.

O bocal 15 também inclui um orifício de saída 50 localizado em uma face extrema 55 do bocal 15. O fluxo de gás de plasma ionizado gerado em uma câmara de plasma (isto
 15 é, dentro de um espaço definido entre um eletrodo e a porção interior substancialmente oca 45) flui através do orifício de saída 50 para fora, passa pela proteção 20 até uma peça de trabalho condutiva para fins de corte, marcação e/ou perfuração. O orifício de saída 50 é definido por um
 20 diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal (ϕ_1).

Com referência às figuras 4A, 4B, 4C e 4D o comprimento de orifício (L) é o comprimento total de uma perfuração (isto é, uma passagem) através do bocal 15. Isto
 25 é, L é igual ao comprimento da perfuração como definido a partir de uma entrada de perfuração 52 para uma extremidade da perfuração na face extrema 55 do bocal 15. O diâmetro do bocal (D), também conhecido como o diâmetro hidráulico, é definido como a área total da parede que circunda a
 30 perfuração dividida pelo produto do comprimento total (L) da perfuração e pi. Em certas modalidades, como a modalidade mostrada na figura 4A, o diâmetro da perfuração

permanece constante ao longo do comprimento inteiro L. Como resultado, D é definido pela seguinte equação:

$$D = (\pi D_1 L_1) / \pi L; \text{ onde } L_1 = L.$$

5 Entretanto, em outras modalidades, como a modalidade ilustrada na figura 4B, onde a perfuração tem uma seção cilíndrica (isto é, uma seção tendo um diâmetro constante D_1 sobre um comprimento L_1) e uma seção cônica (isto é, uma seção onde o diâmetro aumenta a partir de seu diâmetro menor D_1 para seu diâmetro maior D_2), D é definido
10 pela seguinte equação:

$$D = (\pi D_1 L_1 + \pi/2 (D_1 + D_2) \sqrt{1/4(D_2 - D_1)^2 + (L - L_1)^2}) / \pi L.$$

15 Na modalidade mostrada na figura 4C, a perfuração tem duas seções cilíndricas diferentes. A primeira seção cilíndrica estende-se ao longo do comprimento L_1 e a segunda seção cilíndrica estende-se ao longo de L_2 , onde $L_1 + L_2$ igual a L. Como resultado, D é definido pela seguinte equação:

20
$$D = (\pi D_1 L_1 + \pi D_2 (L - L_1)) / \pi L.$$

 A figura 4D ilustra uma modalidade na qual o diâmetro na entrada da perfuração 52 é maior do que o diâmetro na saída da perfuração ou face extrema 55 do bocal 15. Nessa modalidade, a geometria de perfuração inclui uma
25 primeira seção na qual o diâmetro é o maior, D_1 , na entrada da perfuração 52 e diminui sobre um comprimento L_1 até seu diâmetro menor D_2 . A perfuração também inclui uma segunda seção na qual o diâmetro é constante sobre o comprimento restante (isto é, $L - L_1$). Como resultado, D é definido pela
30 seguinte equação:

$$D = (\pi/2 (D_1 + D_2) \sqrt{1/4(D_2 - D_1)^2 + (L_1)^2} + \pi D_2 (L - L_1)) / \pi L.$$

Embora as figuras 4A-4D mostrem quatro geometrias de perfuração possíveis, outras geometrias também são possíveis.

Cada um dos valores de D , L e $\phi 1$ pode ser selecionado para fornecer corte, marcação e/ou perfuração ótimos de uma peça de trabalho condutiva por um maçarico a arco de plasma. Por exemplo, a velocidade de corte e espessura de peça de trabalho podem ser aumentadas pelo aumento de uma razão de L para D do bocal 15. Em geral, uma razão de L para D (L/D) igual a, maior do que 2,5 foi associada à provisão de benefícios de espessura de corte e velocidade de corte. Entretanto, em bocais convencionais, que utilizam colisão de gás de proteção perpendicular ou colunar, uma razão L/D maior ou igual a 2,4 era difícil de se obter devido a superaquecimento (isto é, desgaste excessivo) do bocal ou devido a problemas de estabilidade de gás de plasma ionizado. O uso de colisão angular de um fluido de resfriamento com um bocal ventilado ou não ventilado minimiza os problemas de bocais da técnica anterior, enquanto permite que a razão L/D seja aumentada para um valor de pelo menos aproximadamente 2,4. Em algumas modalidades, a razão L/D pode ser aumentada para um valor compreendido em uma faixa de aproximadamente 2,5 a aproximadamente 3,0, como por exemplo, 2,8.

Através de experimentação e análise, uma faixa ótima de razões foi determinada entre o diâmetro de face extrema de bocal $\phi 1$ e o diâmetro de orifício D . A razão $\phi 1/D$ é importante porque auxilia na determinação da localização de um ponto de fusão de fluxo de fluido (por exemplo, gás de proteção) com a corrente de gás de plasma ionizado. O ponto de fusão é localizado no ponto M na figura 4, e a distância do ponto M a partir do ponto de

saída de gás de proteção, P determinará a extensão de recirculação de fluidos próximo ao orifício de saída 50. À medida que a quantidade de recirculação aumenta, aumenta também a probabilidade de instabilidades de fluxo de gás de plasma ionizado. Desse modo, em algumas modalidades, corte, perfuração ou marcação ótima de uma peça de trabalho pode ser obtida pela variação das localizações de M e P. Por exemplo, à medida que a razão $\phi l/D$ se aproxima de um valor de 1 (e desse modo a distância entre M e P é diminuída), a face extrema do bocal fica demasiadamente quente e limita a vida do bocal, o que é indesejável. À medida que essa razão é aumentada, o bocal e a face extrema do bocal funcionarão mais frios, porém o fluxo de gás de proteção será negativamente afetado porque a distância entre M e P será aumentada, desse modo levando a um aumento em instabilidades de fluxo de gás de plasma ionizado. Em algumas modalidades, valores ótimos para a razão $\phi l/D$ foram determinados como estando compreendidos em uma faixa de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 2,5.

A proteção 20 tem um corpo de proteção 60 que é definida por uma porção interior substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de proteção, b. O ângulo de meio-cone de proteção, b é substancialmente igual a (por exemplo, ± 5 graus) ângulo de meio-cone de bocal, a, de modo que quando a proteção é montada em uma relação espaçada com bocal 15 ao longo do eixo geométrico longitudinal 25, a porção exterior substancialmente cônica 40 do bocal e a porção interior substancialmente cônica 65 da proteção formam paredes paralelas da passagem 30. Como resultado da geometria da passagem 30, fluidos (por exemplo, gás de proteção) fluindo através da passagem 30

fluem para fora para incidir angularmente no fluxo de gás de plasma ionizado.

O corpo de proteção 60 inclui um orifício de saída de proteção 70, que é disposto adjacente ao orifício de saída 50 do bocal 15 de modo que o fluxo de gás de plasma ionizado, juntamente com o fluxo de fluido de proteção, possa ser orientado em direção a uma peça de trabalho. O orifício de saída de proteção é definido por um diâmetro de orifício de saída de proteção ($\phi 2$). Em algumas modalidades, o orifício de saída de proteção pode ter um tamanho similar ao diâmetro de face extrema de bocal $\phi 1$ para formar um fluxo de fluido de proteção suave. Se a razão ($\phi 2/\phi 1$) for demasiadamente pequena (isto é, 0,5 ou menos), um aumento em recirculação de fluido pode ocorrer próximo ao orifício de saída 50 e como resultado, um aumento em instabilidades será observado. Se a razão de $\phi 2/\phi 1$ for demasiadamente grande (isto é, maior do que 1,5) a face extrema do bocal 55 pode ser exposta à escória em reflexão durante uso de maçarico devido a um orifício de saída de proteção excessivamente grande 70. Em certas modalidades, uma razão de $\phi 2/\phi 1$ pode estar compreendida em uma faixa de 0,8 a aproximadamente 1,2, para fornecer proteção eficaz contra escória em reflexão enquanto ainda fornece um fluxo de gás de plasma ionizado estável.

A velocidade do fluido que se desloca entre a proteção 20 e o bocal 14, tem também um impacto sobre os resultados de corte, marcação e perfuração de peça de trabalho. Por exemplo, se a velocidade do gás de proteção for demasiadamente baixa, a capacidade do bico de maçarico 10 de proteger o bocal 15 contra escória em reflexão é diminuída. Se a velocidade for demasiadamente elevada, instabilidades serão introduzidas na corrente de gás de

plasma ionizado. Desse modo, em algumas modalidades, prefere-se ter a velocidade do fluido dentro da passagem 30 se deslocando entre aproximadamente 50,8 metros por segundo a aproximadamente 152,4 metros por segundo. A velocidade desse fluido é determinada, em parte, por uma espessura (t) da passagem 30. A espessura da passagem 30 por sua vez é determinada pela distância (s) ao longo do eixo geométrico longitudinal 25 o bocal 15 e proteção são espaçados. Com referência às figuras 5A e 5B, a espessura (t) da passagem 30 é igual a $s * \sin(a)$, onde $b = a$. A velocidade do fluido (por exemplo, gás de proteção) no ponto P é igual a uma taxa de fluxo eficaz do fluido dividido pela área no ponto de saída P. A área no ponto P é igual a $\pi * t * (\phi_1 + t * \cos(a))$. Desse modo, a distância (s) e finalmente, a espessura da passagem (t) determinarão a velocidade do fluido que se desloca através da passagem 30.

Com referência à figura 6, o bico do maçarico 10 pode ser fixado em um maçarico a arco de plasma 100 incluindo um corpo de maçarico 105, um eletrodo 110, e uma passagem de gás de plasma 115. O bocal 15 do bico de maçarico 10 pode ser fixado diretamente no corpo de maçarico 105 através de um mecanismo de fixação 120, como, por exemplo, um par de anéis-o deformáveis ou roscas moldadas em uma superfície 130 do bocal. Em algumas modalidades, a proteção 20 pode ser fixada no maçarico a arco de plasma 100 através de um mecanismo de fixação, como, por exemplo, através do uso de uma tampa de retenção 150.

Os exemplos a seguir são fornecidos para ilustrar adicionalmente e facilitar a compreensão da invenção. Esses exemplos específicos pretendem ser ilustrativos da invenção e não pretendem ser limitadores.

Exemplo 1

Um bico de maçarico tendo uma porção de bocal exterior substancialmente cônica e uma porção de bocal interior substancialmente cônica foi utilizado para cortar aço brando de 1,90 cm em uma velocidade livre de escória de até 100 ipm. Esse mesmo bico de maçarico foi utilizado em combinação com um maçarico a arco de plasma para perfurar aço brando de 0,95 cm, 1,27 cm, 2,54 cm, e 3,175 cm. Tanto a porção de bocal exterior substancialmente cônica como a porção de proteção interior substancialmente cônica tinham um ângulo de meio-cone de 42,5 graus. Cada um da proteção e bocal foram usinados de cobre e incluíram anéis-o para fixar o bico de maçarico no maçarico a arco de plasma. A proteção tinha doze furos de ventilação dispostos na mesma para fornecer resfriamento adicional.

A proteção e o bocal foram montados em relação mútua ao longo do eixo geométrico longitudinal em uma distância de 0,082 cm para formar uma passagem tendo uma espessura de 0,022. A velocidade do gás de proteção (ar) à medida que saiu da passagem no ponto P era de 104,14 metros por segundo. O orifício de saída do bocal tinha um comprimento L de 0,59 cm, um diâmetro D de 0,205 cm, e um diâmetro de face extrema de bocal $\phi 1$ de 0,45 cm. Como resultado, o bocal tinha um L/D de 2,8 e $\phi 1/D$ de 2,1. A proteção tinha um diâmetro de orifício de saída de proteção de $\phi 2$ de 0,46 cm. Desse modo, a razão de $\phi 2/\phi 1$ do bico do maçarico era de 1,03.

O bico de maçarico descrito nesse exemplo foi utilizado com um maçarico a arco de plasma HPR disponível junto à Hypertherm, Inc. de Hanover, New Hampshire. Os resultados de vários testes em espessura diferente de aço brando mostraram que os bicos de maçarico que fornecem colisão angular tiveram desempenho melhor do que os bicos

de maçarico que fornecem colisão colunar. Na realidade, os bicos de maçarico que forneceram colisão colunar eram difíceis de resfriar e foram danificados ao perfurar peças de trabalho tendo espessura de 2,54 cm ou maior.

5 Exemplo 2

Um bico de maçarico tendo uma porção de bocal exterior substancialmente cônica e uma porção de proteção interior substancialmente cônica foi modelado utilizando análise térmica e os resultados foram comparados com um modelo de um bico de maçarico convencional que forneceu
10 fluxo colunar. Com referência às figuras 7 e 8, a figura 7 mostra os resultados de análise térmica para o bico de maçarico que forneceram fluxo coluna e a figura 8 mostra os resultados de análise térmica para o bico de maçarico que
15 fornece fluxo angular de 42,5 graus. Tanto o bico de maçarico da técnica anterior como o bico de maçarico de acordo com a invenção tinha um L/D de 2,6, um $\phi 1/D$ de 2,1, e um $\phi 2/\phi 1$ de 1,03.

Como mostrado na figura 7, o bico de maçarico tendo fluxo colunar experimenta uma temperatura máxima de
20 996 graus C, ao passo que o bico de maçarico que fornece fluxo angular (figura 8) experimenta uma temperatura operacional máxima de 696 graus C sob carga igual de calor. Como resultado, o bico de maçarico da presente invenção
25 provê melhor condução de calor para longe do bocal durante uso. Desse modo, o bocal, da presente invenção experimentará menos desgaste em uso, desse modo diminuindo a frequência de manutenção necessária.

Exemplo 3

30 Um bico de maçarico tendo uma porção de bocal exterior substancialmente cônica e uma porção de proteção interior substancialmente cônica pode ser utilizado para cortar aço brando de 1,905 cm e uma velocidade livre de

escória de até 100 ipm. Tanto a porção de bocal exterior substancialmente cônica como a porção de proteção interior substancialmente cônica tinha um ângulo de meio-cone de 30 graus. Cada um da proteção e bocal são usinados a partir de cobre e incluem anéis-o para fixar o bico de maçarico no maçarico a arco de plasma. A proteção tem doze furos de ventilação dispostos na mesma para fornecer resfriamento adicional.

A proteção e o bocal são montados em relação mútua ao longo do eixo geométrico longitudinal em uma distância de 0,101 cm para formar uma passagem tendo uma espessura de 0,020. A velocidade do gás de proteção (ar) à medida que saiu da passagem no ponto P é de 63,50 cm por segundo. O orifício de saída do bocal tem um comprimento L de 0,59 cm, um diâmetro D de 0,220 cm, e um diâmetro de face extrema de bocal ϕ_1 de 0,45 cm. Como resultado, o bocal tem um L/D de 2,7 e um ϕ_1/D de 2,07. A proteção tem um diâmetro de orifício de saída de proteção de ϕ_2 de 0,411 cm. Desse modo, a razão de ϕ_2/ϕ_1 do bico de maçarico é de 0,9.

Exemplo 4

Um bico de maçarico tendo uma porção de bocal exterior substancialmente cônica e uma porção de proteção interior substancialmente cônica pode ser utilizado para cortar aço brando de 1,905 cm em uma velocidade livre de escória de até 100 ipm. Tanto a porção de bocal exterior substancialmente cônica como a porção de proteção interior substancialmente cônica tinha um ângulo de meio-cone de 47 graus. Cada um da proteção e bocal são usinados a partir de cobre e incluem anéis-o para fixar o bico de maçarico no maçarico a arco de plasma. A proteção tem doze furos de

ventilação dispostos na mesma para fornecer resfriamento adicional.

A proteção e o bocal são montados em relação mútua ao longo do eixo geométrico longitudinal em uma distância de 0,07 cm para formar uma passagem tendo uma espessura de 0,022. A velocidade do gás de proteção (ar) à medida que saiu da passagem no ponto P é de 127 metros por segundo. O orifício de saída do bocal tem um comprimento L de 0,59 cm, um diâmetro D de 0,220 cm, e um diâmetro de face extrema de bocal ϕ_1 de 0,52 cm. Como resultado, o bocal tem um L/D de 2,7 e um ϕ_1/D de 2,4. A proteção tem um diâmetro de orifício de saída de proteção de ϕ_2 de 0,58 cm. Desse modo, a razão de ϕ_2/ϕ_1 do bico de maçarico é de 1,1.

Embora um número de modalidades exemplares tenha sido discutido, outras modalidades são também possíveis. Por exemplo, embora o bocal 15 e a proteção 20 tenham sido descritos como partes separadas, em algumas modalidades, o bocal 15 e proteção 20 podem ser formados como uma parte única, substituível. Como resultado, durante manutenção de um maçarico a arco de plasma de acordo com a presente invenção, o bico de maçarico inteiro 10, pode ser substituído como uma parte única. Em outras modalidades, a proteção 20 e bocal 15 são partes separadas e podem ser substituídas separadamente ou em momentos diferentes de acordo com seu desgaste. Como outro exemplo de possíveis modalidades, o bico de maçarico 10 pode ser conectado a um maçarico a arco de plasma 100 através de um número de meios diferentes. Por exemplo, tanto o bocal 15 como a proteção pode incluir rosqueamento para casar com roscas moldadas no corpo de maçarico ou invólucro circundante. Em outras modalidades, elementos deformáveis, como anéis-o podem ser utilizados para fixar a proteção e bocal no maçarico a arco

de plasma. Além disso, o bocal 15 e proteção 20 podem utilizar meios diferentes para fixar no maçarico a arco de plasma 100.

5 Várias modificações, e outras implementações o que é descrito aqui ocorrerão para aqueles com conhecimentos comuns na técnica sem se afastar do espírito e escopo da invenção. Por conseguinte, a invenção não deve ser limitada somente às descrições ilustrativas anteriores.

REIVINDICAÇÕES

1. Bocal para um maçarico a arco de plasma, o bocal compreendendo:

5 um corpo de bocal incluindo uma porção interior
substancialmente oca e exterior substancialmente cônica, a
porção exterior substancialmente cônica tendo um ângulo de
meio-cone de bocal selecionado de uma primeira faixa de
aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus, o
corpo de bocal definindo um orifício de saída disposto em
10 uma face extrema do bocal, o orifício de saída sendo
definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de
orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal ($\phi 1$),
em que uma razão de L para D é maior ou igual a 2,4, e uma
razão de $\phi 1$ para D está compreendida em uma segunda faixa
15 de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 2,5.

2. Bocal, de acordo com a reivindicação 1, em que
a primeira faixa está entre aproximadamente 30 graus e
aproximadamente 50 graus.

3. Bocal, de acordo com a reivindicação 1, em que
20 a primeira faixa está entre aproximadamente 34 graus e
aproximadamente 44 graus.

4. Bocal, de acordo com a reivindicação 1, em que
o ângulo de meio-cone de bocal é de aproximadamente 42,5
graus.

5. Bocal, de acordo com a reivindicação 1, em que
25 a razão de L para D está entre aproximadamente 2,5 e
aproximadamente 3,0.

6. Bocal, de acordo com a reivindicação 5, em que
a razão de L para D é de aproximadamente 2,8.

7. Bocal, de acordo com a reivindicação 1, em que
30 a razão de $\phi 1$ para D é de aproximadamente 2,1.

8. Bocal, de acordo com a reivindicação 1, em que o corpo de bocal inclui ainda um mecanismo de fixação para fixar o corpo de bocal em um corpo de maçarico de plasma.

5 9. Bocal, de acordo com a reivindicação 1, em que o corpo de bocal é formado de um material eletricamente condutivo.

10. Bico de maçarico para um maçarico a arco de plasma, o bico de maçarico tendo um eixo geométrico longitudinal e compreendendo:

10 um bocal compreendendo um corpo de bocal incluindo uma porção interior substancialmente oca e exterior substancialmente cônica, a porção exterior substancialmente cônica tem um ângulo de meio-cone de bocal selecionado de uma primeira faixa de aproximadamente 20
15 graus a aproximadamente 60 graus, o corpo de bocal definindo um orifício de saída disposto em uma face extrema do bocal, o orifício de saída sendo definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal ($\phi 1$), onde uma razão
20 de L para D é maior ou igual a 2,4; e

uma proteção compreendendo um corpo de proteção definindo um orifício de saída de proteção tendo um diâmetro de orifício de saída de proteção ($\phi 2$), o corpo de proteção incluindo uma porção interior substancialmente
25 cônica que tem um ângulo de meio-cone de proteção, o ângulo de meio-cone de proteção sendo substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal, a proteção sendo montada em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do bico do maçarico de tal modo
30 que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a porção interior substancialmente cônica da proteção e a porção exterior substancialmente cônica do bocal.

11. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que a proteção é espaçada ao longo do eixo geométrico longitudinal a partir do bocal em uma distância (s) e a passagem tem uma espessura definida por s multiplicado por seno do ângulo de meio-cone de bocal.

12. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 11, em que um valor de s é selecionado para fornecer uma espessura da passagem que resulta em uma velocidade de fluido de saída de proteção de aproximadamente 50,8 metros por segundo a aproximadamente 152,4 metros por segundo.

13. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 11, em que um valor de s é selecionado para fornecer uma espessura de aproximadamente 0,055 cm.

14. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que o bocal tem uma razão de $\phi 1$ para D compreendida em uma faixa de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 2,5.

15. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 14, em que a razão de $\phi 1$ para D é de aproximadamente 2,1.

16. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que a primeira faixa está entre aproximadamente 30 graus e aproximadamente 50 graus.

17. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que a primeira faixa está entre aproximadamente 34 graus e aproximadamente 44 graus.

18. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que o ângulo de meio-cone de bocal é de aproximadamente 42,5 graus.

19. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que a razão de L para D está entre aproximadamente 2,5 e aproximadamente 3,0.

20. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que a razão de L para D é de aproximadamente 2,8.

5 21. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que o bico de maçarico compreende ainda uma razão de $\phi 2$ a $\phi 1$ compreendida em uma faixa de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,2.

10 22. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 21, em que a razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ é maior do que 1.

23. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que o corpo de proteção inclui ainda um ou mais furos de ventilação.

15 24. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que o corpo de bocal inclui ainda um mecanismo de fixação para fixar o corpo de bocal em um corpo de maçarico de plasma.

20 25. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que o corpo de bocal é formado de um material eletricamente condutivo.

26. Bico de maçarico, de acordo com a reivindicação 10, em que o corpo de proteção é formado de um material eletricamente condutivo.

25 27. Maçarico a arco de plasma tendo um eixo geométrico longitudinal, o maçarico a arco de plasma compreendendo:

30 um corpo de maçarico a arco de plasma incluindo uma trajetória de fluxo de plasma para orientar um gás de plasma para uma câmara de plasma na qual um arco de plasma é formado;

um bocal montado em relação a um eletrodo no corpo de maçarico de plasma para definir a câmara de plasma, o bocal compreendendo um corpo de bocal incluindo

uma porção interior substancialmente oca e exterior substancialmente cônica, a porção exterior substancialmente cônica tem um ângulo de meio-cone de bocal selecionado de uma primeira faixa de aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus, o corpo de bocal definindo um orifício de saída disposto em uma face extrema do bocal, o orifício de saída sendo definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal (ϕ_1), onde uma razão de L para D é maior ou igual a 2,4; e

uma proteção compreendendo um corpo de proteção definindo um orifício de saída de proteção tendo um diâmetro de orifício de saída de proteção (ϕ_2), o corpo de proteção incluindo uma porção interior substancialmente cônica que tem um ângulo de meio-cone de proteção, o ângulo de meio-cone de proteção sendo substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal, a proteção sendo montada em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do bico do maçarico de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a porção interior substancialmente cônica da proteção e a porção exterior substancialmente cônica do bocal.

28. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que a proteção é espaçada ao longo do eixo geométrico longitudinal a partir do bocal em uma distância (s) e a passagem tem uma espessura definida por s multiplicado por seno do ângulo de meio-cone de bocal.

29. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 28, em que um valor de s é selecionado para fornecer uma espessura da passagem que resulta em uma velocidade de fluido de saída de proteção de aproximadamente 50,8 metros por segundo a aproximadamente 152,4 metros por segundo.

30. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 28, em que um valor de s é selecionado para fornecer uma espessura de aproximadamente 0,055 cm.

5 31. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que o bocal tem uma razão de $\phi 1$ para D compreendida em uma faixa de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 2,5.

10 32. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 31, em que a razão de $\phi 1$ para D é de aproximadamente 2,1.

33. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que a primeira faixa está entre aproximadamente 30 graus e aproximadamente 50 graus.

15 34. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que a primeira faixa está entre aproximadamente 34 graus e aproximadamente 44 graus.

35. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que o ângulo de meio-cone de bocal é de aproximadamente 42,5 graus.

20 36. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que a razão de L para D está entre aproximadamente 2,5 e aproximadamente 3,0.

25 37. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que a razão de L para D é de aproximadamente 2,8.

38. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que o bico de maçarico compreende ainda uma razão de $\phi 2$ a $\phi 1$ compreendida em uma faixa de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,2.

30 39. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 38, em que a razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ é maior do que 1.

40. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que o corpo de proteção inclui ainda um ou mais furos de ventilação.

5 41. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que o corpo de bocal inclui ainda um mecanismo de fixação para fixar o corpo de bocal em um corpo de maçarico de plasma.

10 42. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que o corpo de bocal é formado de um material eletricamente condutivo.

43. Maçarico a arco de plasma, de acordo com a reivindicação 27, em que o corpo de proteção é formado de um material eletricamente condutivo.

15 44. Bocal para um maçarico a arco de plasma, o bocal compreendendo:

um corpo de bocal incluindo uma porção interior substancialmente oca e exterior substancialmente cônica, a porção exterior substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal, o corpo de bocal definindo um orifício de saída disposto em uma face extrema do bocal, o orifício de saída sendo definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal ($\phi 1$), em que o ângulo de meio-cone de bocal, uma razão de L para D, e uma razão de $\phi 1$ para D são selecionados para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz do bocal, proteção contra reflexão de escória, e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

20 25

30 45. Bico de maçarico para um maçarico a arco de plasma, o bico de maçarico tendo um eixo geométrico longitudinal e compreendendo:

um bocal compreendendo um corpo de bocal incluindo uma porção interior substancialmente oca e exterior substancialmente cônica, a porção exterior

substancialmente cônica tem um ângulo de meio-cone de bocal, o corpo de bocal definindo um orifício de saída disposto em uma face extrema do bocal, o orifício de saída sendo definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal ($\phi 1$); e

uma proteção compreendendo um corpo de proteção definindo um orifício de saída de proteção tendo um diâmetro de orifício de saída de proteção ($\phi 2$), o corpo de proteção incluindo uma porção interior substancialmente cônica que tem um ângulo de meio-cone de proteção, o ângulo de meio-cone de proteção sendo substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal, a proteção sendo montada em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do bico do maçarico de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a porção interior substancialmente cônica da proteção e a porção exterior substancialmente cônica do bocal,

em que o ângulo de meio-cone de bocal, uma razão de L para D, e uma de $\phi 2$ para $\phi 1$ são selecionados para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz do bocal, proteção contra reflexão de escória e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

46. Maçarico a arco de plasma tendo um eixo geométrico longitudinal, o maçarico a arco de plasma compreendendo:

um corpo de maçarico a arco de plasma incluindo uma trajetória de fluxo de plasma para orientar um gás de plasma para uma câmara de plasma na qual um arco de plasma é formado;

um bocal montado em relação a um eletrodo no corpo de maçarico de plasma para definir a câmara de

plasma, o bocal compreendendo um corpo de bocal incluindo uma porção interior substancialmente oca e exterior substancialmente cônica, a porção exterior substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal, o corpo de bocal definindo um orifício de saída disposto em uma face extrema do bocal, o orifício de saída sendo definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face extrema de bocal ($\phi 1$), e

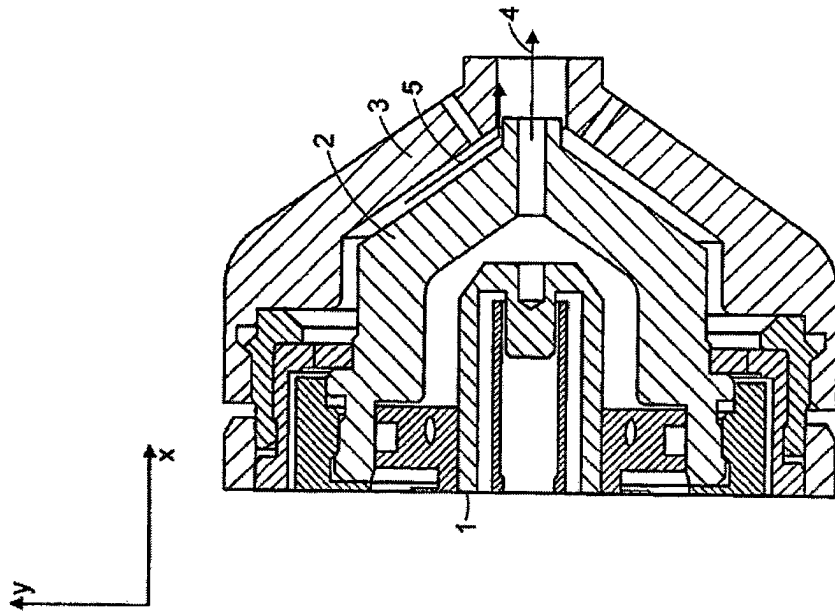
uma proteção compreendendo um corpo de proteção definindo um orifício de saída de proteção tendo um diâmetro de orifício de saída de proteção ($\phi 2$), o corpo de proteção incluindo uma porção interior substancialmente cônica que tem um ângulo de meio-cone de proteção, o ângulo de meio-cone de proteção sendo substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal, a proteção sendo montada em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do maçarico de plasma de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a porção interior substancialmente cônica da proteção e a porção exterior substancialmente cônica do bocal,

em que o ângulo de meio-cone de bocal, uma razão de L para D, e uma de $\phi 2$ para $\phi 1$ são selecionados para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz do bocal, proteção contra reflexão de escória e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

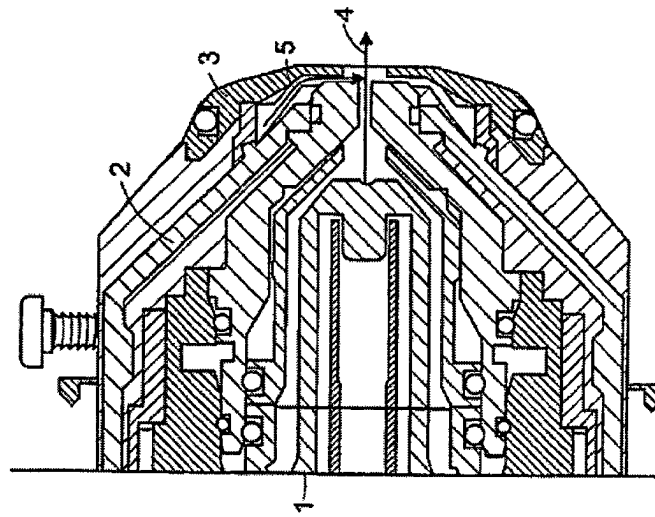
47. Artigo consumível para um maçarico a arco de plasma, o artigo consumível compreendendo:

uma primeira passagem para um fluido de plasma ionizado, a primeira passagem sendo paralela a um eixo geométrico longitudinal do artigo consumível, a primeira passagem incluindo um primeiro orifício de saída para ejetar o fluido de plasma ionizado; e

5 a segunda passagem para um fluido de proteção, a segunda passagem incluindo um segundo orifício de saída, a segunda passagem sendo disposta em um ângulo em relação à primeira passagem de tal modo que o fluido de proteção incida no fluido de plasma após ejeção em um ângulo selecionado para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz de uma porção do artigo consumível, proteção contra reflexão de escória e um fluxo estável de fluido de plasma ionizado



TÉCNICA ANTERIOR
FIG. 2



TÉCNICA ANTERIOR
FIG. 1

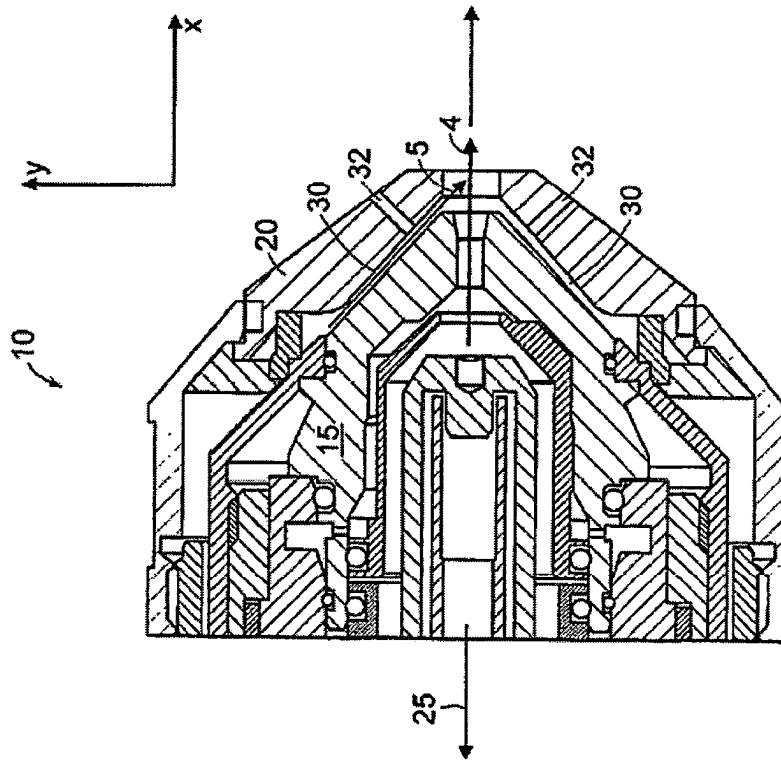


FIG. 3

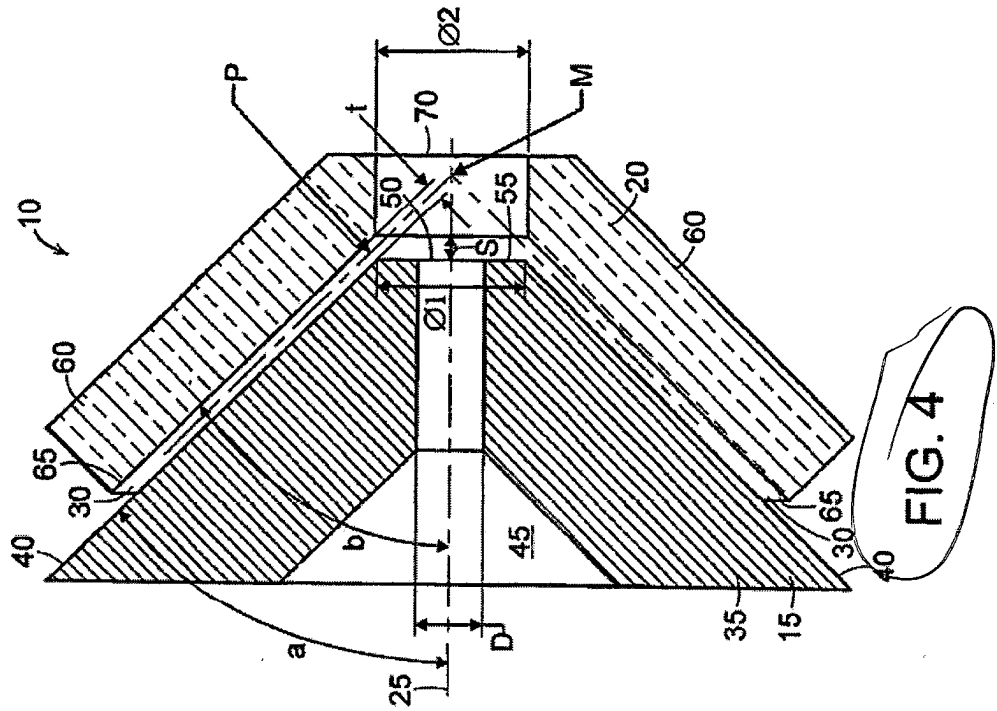


FIG. 4

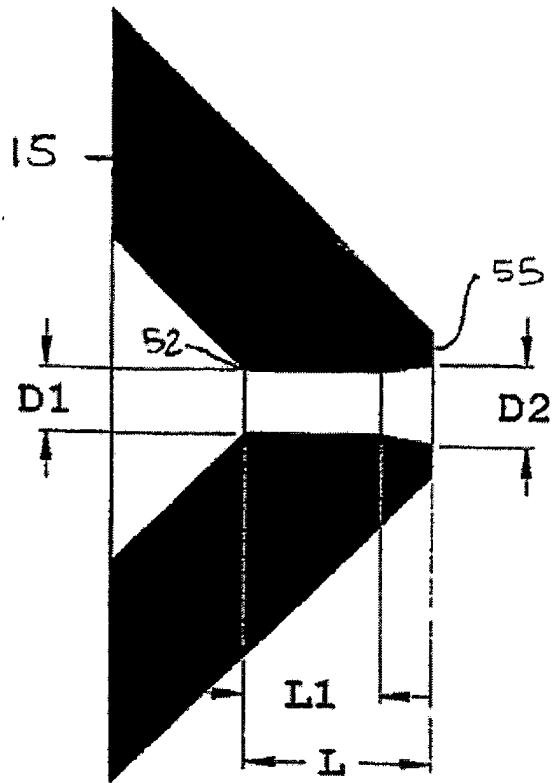


FIG. 4B

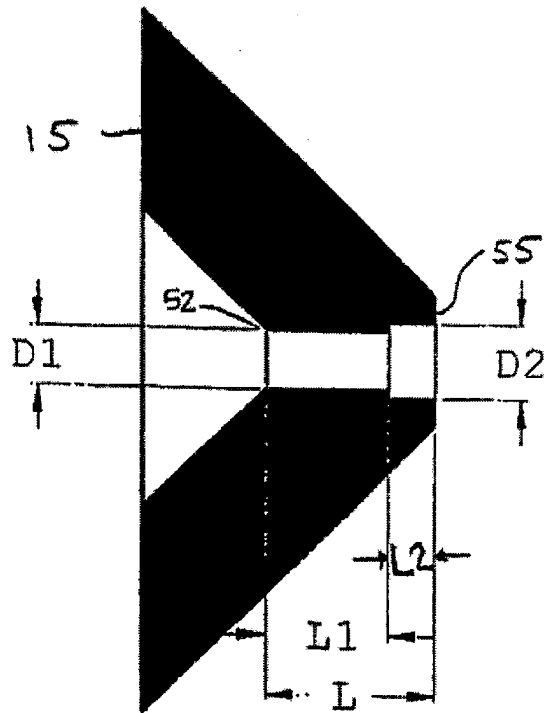


FIG. 4C

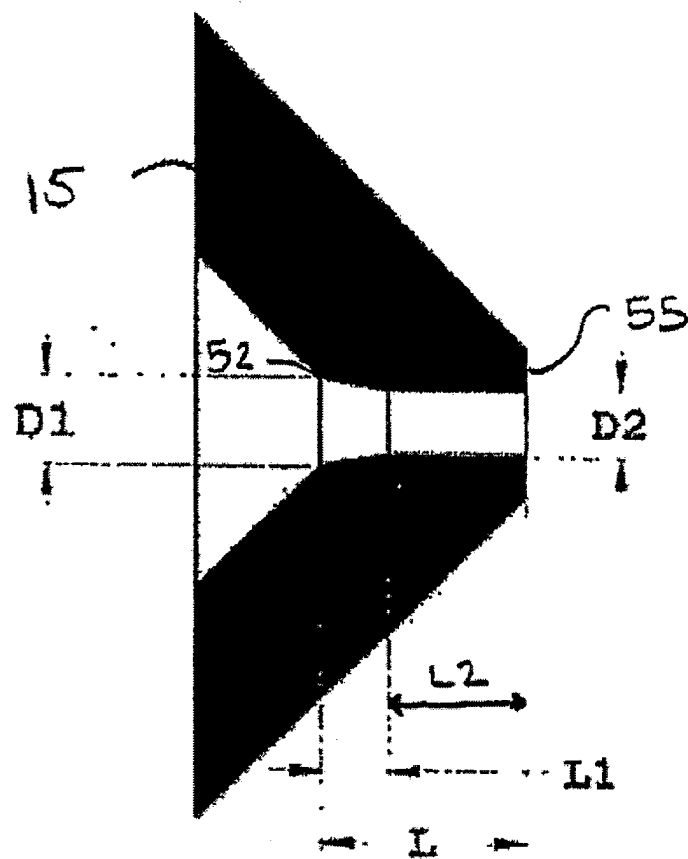


FIG. 4D

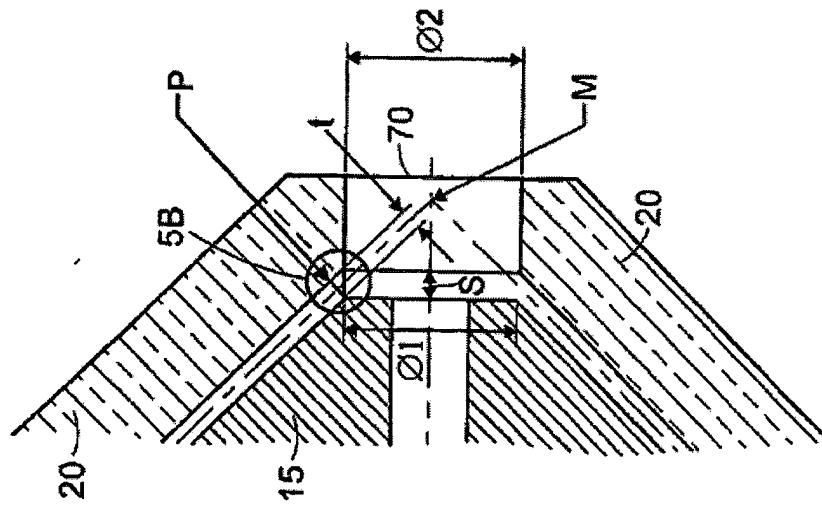


FIG. 5A

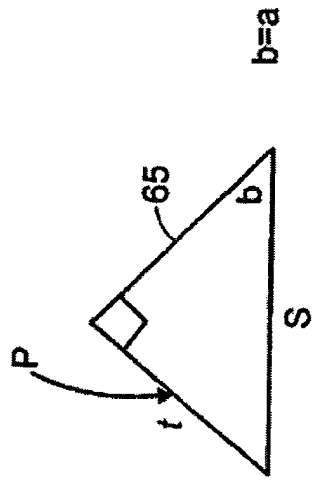


FIG. 5B

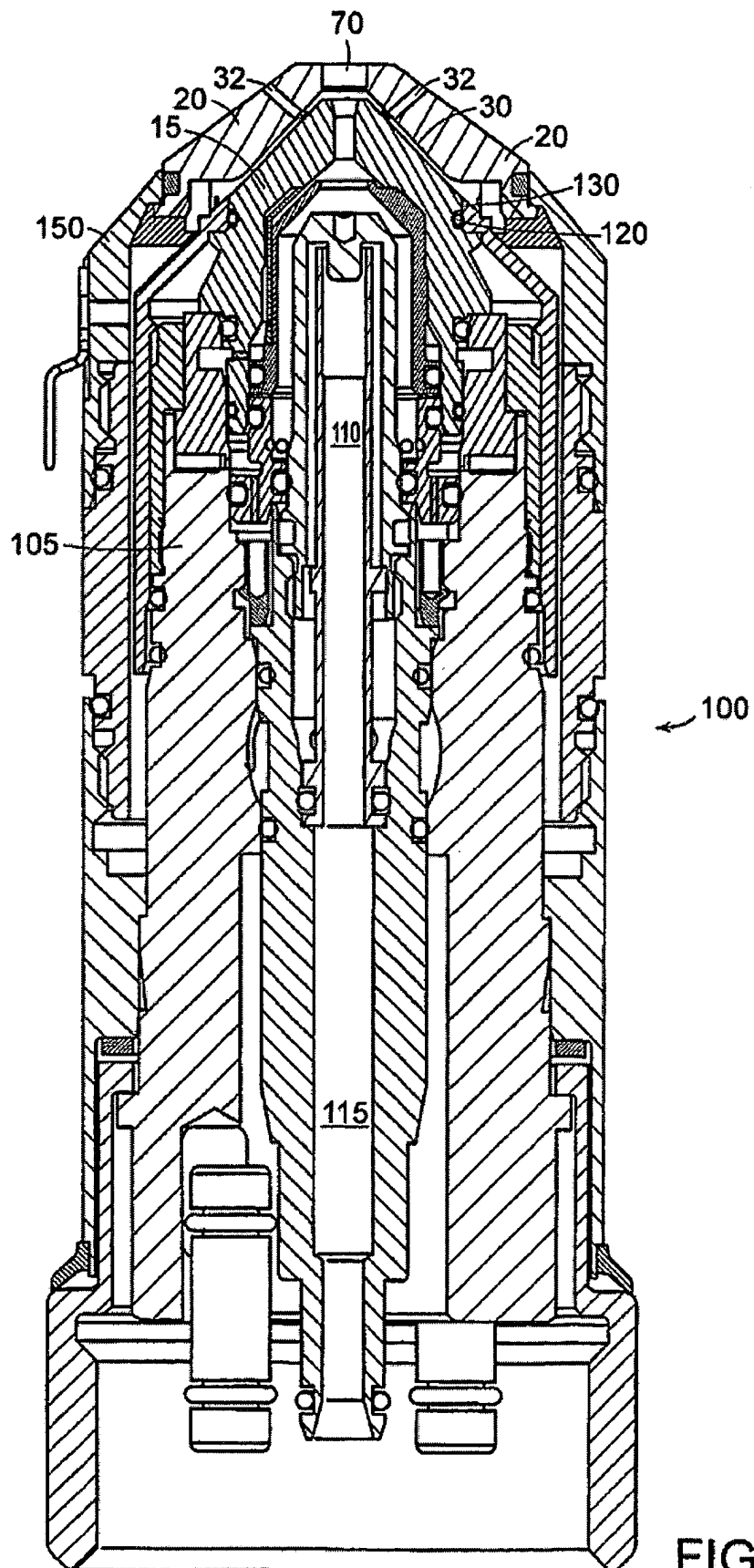


FIG. 6

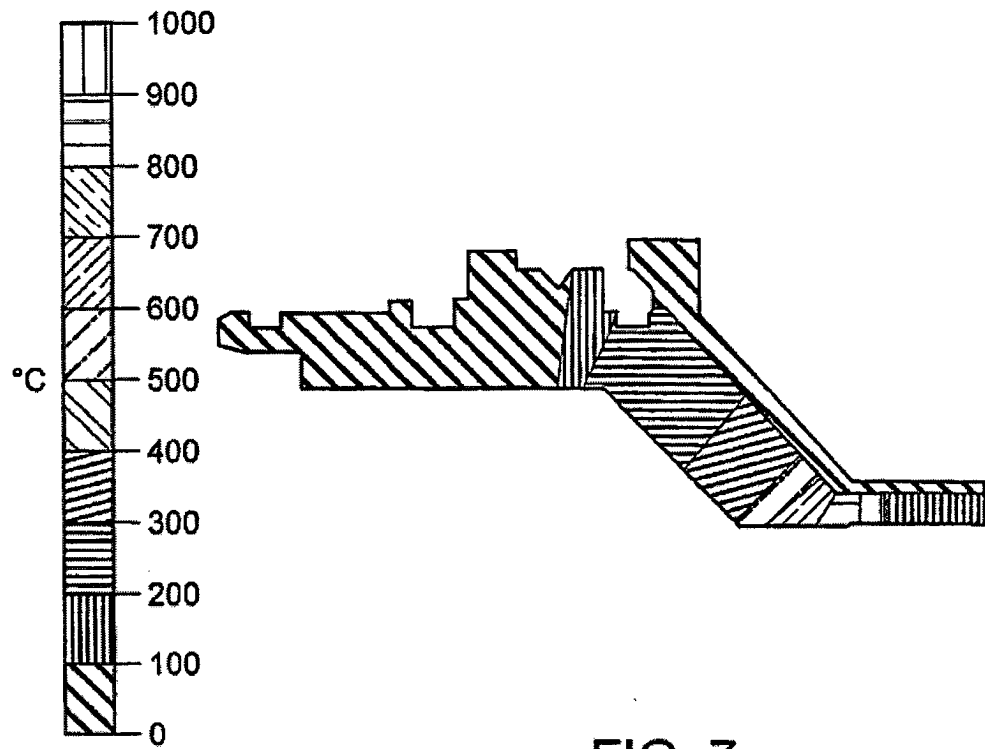


FIG. 7

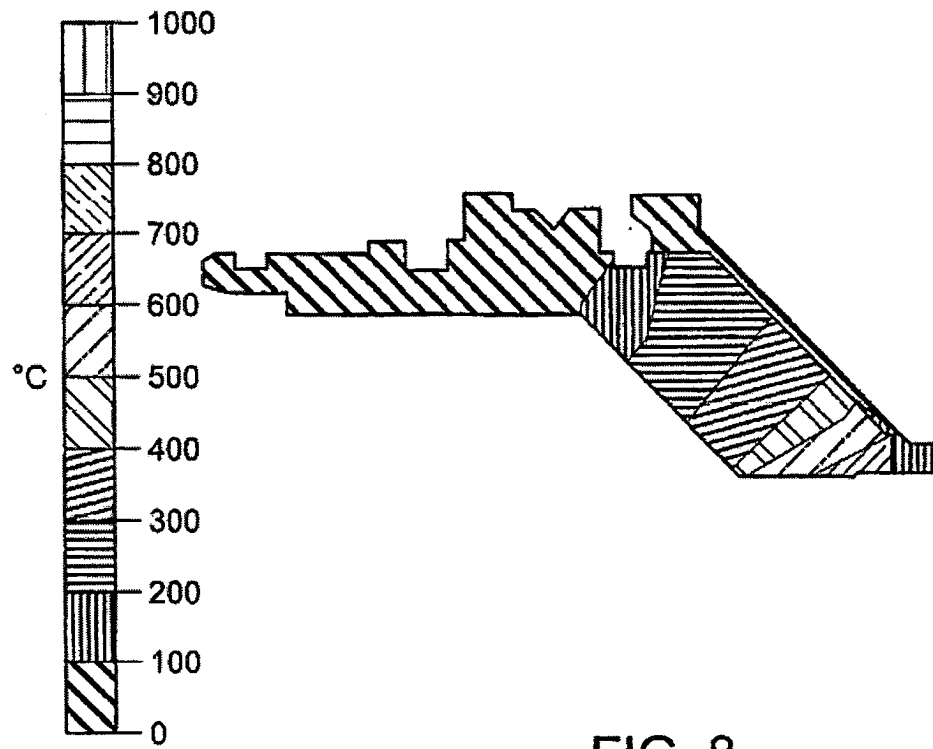


FIG. 8

RESUMO

MAÇARICO DE ARCO DE PLASMA PROVENDO INJEÇÃO ANGULAR DO FLUXO DE ANTEPARO

Maçaricos a arco de plasma, descritos aqui
5 incluem um bico de maçarico com um bocal aperfeiçoado que
provê injeção de fluxo de proteção angular. Em particular,
o bocal provê colisão cônica/angular de um fluido (por
exemplo, um gás de proteção) em um gás de plasma ionizado
fluindo através de um maçarico a arco de plasma. Alguns dos
10 bicos de maçarico descritos aqui incluem um bocal com um
formato externo cônico combinado com uma proteção com
geometria interna de complementação para formar o fluxo de
fluido angular. Como resultado, um maçarico a arco de
plasma incluindo o bocal aperfeiçoado tem os benefícios de
15 um fluxo de gás de plasma ionizado, estabilizado juntamente
com resfriamento de bocal intensificado e proteção contra
escória em reflexão durante uso do maçarico.

"MAÇARICO DE ARCO DE PLASMA PROVENDO INJEÇÃO ANGULAR DO FLUXO DE ANTEPARO"

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A invenção refere-se genericamente a maçaricos de arco de plasma utilizados para cortar, perfurar e marcar metal e, mais particularmente, a maçaricos de arco de plasma que fornecem injeção de fluxo protetor angular (por exemplo, cônica) a um arco de plasma.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

10 Maçaricos a arco de plasma são amplamente utilizados para processamento de peça de trabalho, por exemplo, corte, perfuração e/ou marcação de materiais metálicos (isto é, metais elementares, ligas de metal, etc.). Um maçarico a arco de plasma inclui genericamente um
15 eletrodo montado dentro de um corpo do maçarico (isto é, um corpo de maçarico), um bocal tendo um orifício de saída também montado dentro do corpo de maçarico, conexões elétricas, passagens de fluido para fluidos de resfriamento, fluidos de proteção e fluidos de controle de
20 arco, um anel de redemoinho para controlar padrões de fluxo de fluido em uma câmara de plasma formada entre o eletrodo e bocal, e um fornecimento de energia. O maçarico produz um arco de plasma, que é um jato ionizado contraído de um gás de plasma com temperatura elevada e momentum elevado (isto
25 é, uma corrente de fluxo de gás de plasma ionizado). Gases utilizados no maçarico a arco de plasma podem ser não oxidantes (por exemplo, argônio, nitrogênio) ou oxidantes (por exemplo, oxigênio, ar).

30 Em operação, um arco piloto é primeiramente gerado entre o eletrodo (isto é, catódio) e o bocal (isto é, anódio). A geração do arco piloto pode ser por intermédio de um sinal de frequência elevada, voltagem

elevada acoplado a um fornecimento de energia CC e o maçarico a arco de plasma, ou qualquer de uma variedade de métodos de partida de contato.

5 Em geral, o eletrodo, bocal e passagens de fluido
são configurados em relação mútua para fornecer um arco de
plasma para cortar, perfurar ou marcar materiais metálicos.
Com referência à figura 1, em uma configuração conhecida,
um maçarico a arco de plasma inclui um eletrodo 1 e um
bocal 2 montados em relação espaçada com um protetor 3 para
10 formar uma ou mais passagens para fluidos (por exemplo, gás
de proteção) para passar através de um espaço disposto
entre o protetor e o bocal. Nessa configuração conhecida,
fluxo de gás de plasma 4 passa através do maçarico ao longo
do eixo geométrico longitudinal do maçarico (por exemplo,
15 em torno do eletrodo, através do bocal, e para fora através
do orifício de saída do bocal). O gás protetor 5 ou outro
fluido passa através de uma ou mais passagens para resfriar
o bocal e incidir o fluxo de gás de plasma ionizado em um
ângulo de 90 graus à medida que o fluxo de gás de plasma
20 passa através do orifício de saída de bocal. Como resultado
da incidência, o fluxo de gás de plasma ionizado pode ser
rompido (por exemplo, gerar instabilidades no fluxo de gás
de plasma), que pode levar a desempenho degradado de corte,
perfuração ou marcação.

25 Com referência à figura 2, em outra configuração
conhecida, o bocal 2 e o protetor 3 podem ser montados para
fornecer fluxo substancialmente colunar do gás protetor 5 e
gás de plasma ionizado 4. Isto é, em vez de incidir o fluxo
de gás de plasma ionizado 4 à medida que sai do orifício de
saída de bocal em um ângulo de 90 graus, o gás protetor 5 é
30 injetado para fora das passagens em uma direção paralela ao
fluxo de gás de plasma (isto é, fluxo de coluna) como
descrito na patente US no. 6.207.923, concedida a Lindsay.

Maçaricos a arco de plasma tendo essa configuração experimentam estabilidade aperfeiçoada em relação a maçaricos que têm um fluxo de gás protetor 5 que incide no fluxo de gás de plasma 4 em um ângulo de 90 graus. Além disso, maçaricos a arco de plasma que incluem fluxo de coluna tendem a ter uma razão de comprimento de orifício de saída de bocal para diâmetro, grande (por exemplo, maior do que 2,4), L/D. Alguns pesquisadores verificaram que uma razão L/D grande levará à capacidade de cortar peças de trabalho metálicas mais grossas e obter velocidades de corte mais rápidas. Entretanto, em geral, maçaricos a arco de plasma que têm fluxo substancialmente colunar do gás protetor e gás de plasma têm dificuldade em resfriar o bico do bocal e fornecem menos proteção a partir da escória em reflexão durante corte do que maçaricos a arco de plasma que utilizam injeção de fluxo de gás protetor incidindo em 90 graus.

Desse modo, seria desejável fornecer um maçarico a arco de plasma que possa obter resfriamento eficaz do bocal e fornecer proteção a partir da escória em reflexão que também forneça um fluxo estável de gás de plasma e uma razão L/D grande.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A invenção, em uma modalidade, soluciona as deficiências da técnica anterior pela provisão de um maçarico a arco de plasma que provê resfriamento eficaz do bocal do maçarico e proteção contra reflexão de escória enquanto também fornece fluxo de gás de plasma, estável. O maçarico a arco de plasma da presente invenção pode ser utilizado para cortar, perfurar e/ou marcar materiais metálicos. O maçarico inclui um corpo de maçarico tendo um bocal montado em relação a um eletrodo no corpo para definir uma câmara de plasma. O maçarico também inclui um

protetor fixado no corpo do maçarico. O bocal, eletrodo e o protetor são partes consumíveis que se desgastam e exigem substituição periódica. Desse modo, essas partes são desprendíveis e, em algumas modalidades, fixáveis novamente de modo que essas partes podem se facilmente removidas, inspecionadas em relação a desgaste, e substituídas.

Em um aspecto, a invenção apresenta um bocal para um maçarico a arco de plasma. O bocal inclui um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e externa substancialmente cônica. A parte externa substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal selecionado a partir de uma primeira faixa de aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus. O corpo de bocal define um orifício de saída, que é disposto em uma face de extremidade do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal ($\phi 1$), onde uma razão de L para D é maior ou igual a 2,4, e uma razão de $\phi 1$ para D está compreendida em uma segunda faixa de aproximadamente 1,9 a 2,5.

As modalidades desse aspecto da invenção podem incluir uma ou mais das seguintes características. Em algumas modalidades, a primeira faixa está entre aproximadamente 30 graus e aproximadamente 50 graus. Em certas modalidades, a primeira faixa está entre aproximadamente 34 graus e aproximadamente 44 graus, como, por exemplo, 42,5 graus. A razão L para D, em algumas modalidades, está entre aproximadamente 2,5 e aproximadamente 3,0, como por exemplo, 2,8. Em algumas modalidades, a razão de $\phi 1$ para D é aproximadamente 2,1. O corpo de bocal da presente invenção pode incluir ainda um mecanismo de fixação para fixar o corpo do bocal em um

corpo de maçarico de plasma. Os exemplos de mecanismos de fixação incluem anéis-o e roscas. Em certas modalidades, o corpo do bocal é formado a partir de um material eletricamente condutivo, como, por exemplo, cobre, alumínio, ou latão.

Em outro aspecto, a invenção apresenta um bico de maçarico para um maçarico a arco de plasma. O bico de maçarico tem um eixo geométrico longitudinal e inclui um bocal e uma proteção. O bocal do bico de maçarico inclui um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e externa substancialmente cônica. A parte externa substancialmente cônica tem um ângulo de meio-cone de bocal selecionado de uma primeira faixa de aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus. O corpo de bocal define um orifício de saída disposto em uma face de extremidade do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal ($\phi 1$), onde uma razão de L para D é maior ou igual a 2,4. O protetor da ponta de maçarico inclui um corpo de protetor definindo um orifício de saída de protetor tendo um diâmetro de orifício de saída de protetor ($\phi 2$). O corpo de protetor inclui uma parte interna substancialmente cônica que tem um ângulo de meio-cone de protetor, que é substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal. O protetor sendo montado em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do bico do maçarico de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a parte interna substancialmente cônica do protetor e a parte externa substancialmente cônica do bocal.

As modalidades desse aspecto podem incluir uma ou mais das seguintes características. Em algumas modalidades, o protetor é espaçado ao longo do eixo geométrico

longitudinal a partir do bocal em uma distância (s) e a passagem tem uma espessura definida por s multiplicado por seno do ângulo de meio-cone de bocal. Em certas modalidades um valor de s é selecionado para fornecer uma espessura da

5 passagem que resulta em uma velocidade de fluxo de saída de protetor de aproximadamente 50,8 metros por segundo (2000 polegadas por segundo) a aproximadamente 152,4 metros por segundo (6000 polegadas por segundo). Em algumas modalidades, o valor de s é selecionado para fornecer uma

10 espessura de aproximadamente 0,055 cm (0,022 polegadas). O bocal pode ter uma razão de $\phi 1$ para D compreendida em uma faixa de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 2,5, como por exemplo, 2,1. A primeira faixa (isto é, a faixa do ângulo de meio-cone de bocal), em algumas modalidades, pode

15 estar entre aproximadamente 30 graus e aproximadamente 50 graus. Em outras modalidades, a primeira faixa está entre aproximadamente 34 graus e aproximadamente 44 graus, como por exemplo, 42,5 graus. A razão de L para D pode estar entre aproximadamente 2,5 e aproximadamente 3,0 como, por

20 exemplo, 2,8. O bico do maçarico pode incluir uma razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ compreendida em uma faixa de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,2. Em certas modalidades, a razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ é maior do que 1. Em algumas modalidades, o protetor inclui um ou mais furos de ventilação. Em certas

25 modalidades, o protetor não inclui nenhum furo de ventilação. O protetor bem como o bocal podem ser formados de um material eletricamente condutor. Em certas modalidades, o corpo de bocal inclui ainda um mecanismo de fixação para fixar o corpo de bocal em um corpo de maçarico

30 de plasma.

Em outro aspecto, a invenção apresenta um maçarico a arco de plasma. O maçarico a arco de plasma tem

um eixo geométrico longitudinal e inclui um corpo de maçarico a arco de plasma, um bocal e uma proteção. O corpo de maçarico a arco de plasma inclui uma trajetória de fluxo de plasma para orientar um gás de plasma para uma câmara de plasma na qual um arco de plasma é formado. O bocal inclui um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e externa substancialmente cônica. A parte externa substancialmente cônica tem um ângulo de meio-cone de bocal selecionado de uma primeira faixa de aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus. O corpo de bocal define um orifício de saída disposto em uma face de extremidade do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal ($\phi 1$), onde uma razão de L para D é maior ou igual a 2,4. O protetor inclui um corpo de protetor definindo um orifício de saída de protetor tendo um diâmetro de orifício de saída de protetor ($\phi 2$). O corpo de protetor inclui uma parte interna substancialmente cônica que tem um ângulo de meio-cone de protetor, que é substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal. O protetor sendo montado em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do maçarico a arco de plasma de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a parte interna substancialmente cônica da protetor e a parte externa substancialmente cônica do bocal.

As modalidades desse aspecto podem incluir uma ou mais das seguintes características. Em algumas modalidades, o protetor é espaçado ao longo do eixo geométrico longitudinal a partir do bocal em uma distância (s) e a passagem tem uma espessura definida por s multiplicado por seno do ângulo de meio-cone de bocal. Em certas modalidades, um valor de s é selecionado para fornecer uma

espessura da passagem que resulta em uma velocidade de fluido de saída de protetor de aproximadamente 50,8 metros por segundo (2000 polegadas por segundo) a aproximadamente 152,4 metros por segundo (6000 polegadas por segundo). Em algumas modalidades, o valor de s é selecionado para fornecer uma espessura de aproximadamente 0,055 cm (0,022 polegadas). O bocal pode ter uma razão de $\phi 1$ para D compreendido em uma faixa de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 2,5, como por exemplo, 2,1. A primeira faixa (isto é, a faixa do ângulo de meio-cone de bocal), em algumas modalidades, pode estar entre aproximadamente 30 graus e aproximadamente 50 graus. Em outras modalidades, a primeira faixa está entre aproximadamente 34 graus e aproximadamente 44 graus, como por exemplo, 42,5 graus. A razão de L para D pode estar entre aproximadamente 2,5 e aproximadamente 3,0, como, por exemplo, 2,8. O maçarico de arco de plasma pode incluir uma razão de $\phi 2$ a $\phi 1$ compreendida em uma faixa de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,2. Em certas modalidades, a razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ é maior do que 1. Em algumas modalidades, o protetor inclui um ou mais furos de ventilação. Em certas modalidades, o protetor não inclui nenhum furo de ventilação. O protetor bem como o bocal podem ser formados de um material eletricamente condutor. Em certas modalidades, o corpo de bocal inclui ainda um mecanismo de fixação para fixar o corpo de bocal em um corpo de maçarico de plasma.

Em outro aspecto, a invenção apresenta um bocal para um maçarico a arco de plasma. O bocal inclui um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e externa substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal. O corpo de bocal define um orifício de saída

disposto em uma face de extremidade do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal (ϕ_1), em que o ângulo de meio-cone de bocal, uma razão de L para D , e uma razão de ϕ_1 para D são selecionados para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz do bocal, proteção contra reflexão de escória, e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

Em outro aspecto, a invenção apresenta um bico de maçarico para um maçarico a arco de plasma. O bico de maçarico tem um eixo geométrico longitudinal e inclui um bocal e uma proteção. O bocal inclui um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e externa substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal. O corpo de bocal define um orifício de saída disposto em uma face de extremidade do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal (ϕ_1). O protetor inclui um corpo de protetor definindo um diâmetro de orifício de saída de protetor (ϕ_2). O corpo de protetor inclui uma parte interna substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de proteção, que é substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal. O protetor é montado em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a parte interna substancialmente cônica do protetor e a parte externa substancialmente cônica do bocal. O ângulo de meio-cone do bocal, uma razão de L para D , e uma razão de ϕ_2 para ϕ_1 são selecionados para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz do bocal, proteção

contra reflexão de escória, e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

Em outro aspecto, a invenção apresenta um maçarico a arco de plasma incluindo um eixo geométrico longitudinal. O maçarico a arco de plasma inclui um corpo de maçarico a arco de plasma, um bocal e uma proteção. O corpo de maçarico a arco de plasma inclui uma trajetória de fluxo de plasma para orientar um gás de plasma até uma câmara de plasma na qual um arco de plasma é formado. O bocal é montado em relação a um eletrodo no corpo de maçarico de plasma para definir uma câmara de plasma. O bocal inclui um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e externa substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal. O corpo de bocal define um orifício de saída disposto em uma face de extremidade do bocal. O orifício de saída é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal ($\phi 1$). O protetor inclui um corpo de protetor definindo um diâmetro de orifício de saída de protetor ($\phi 2$). O corpo de protetor inclui uma parte interna substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de protetor, que é substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal. O protetor é montado em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a parte interna substancialmente cônica do protetor e a parte externa substancialmente cônica do bocal. O ângulo de meio-cone de bocal, uma razão de L para D , e uma razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ são selecionados para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz do bocal, proteção contra reflexão de escória, e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

Em outro aspecto, a invenção apresenta um artigo consumível para um maçarico a arco de plasma. O artigo consumível inclui uma primeira passagem para um fluido de plasma ionizado e uma segunda passagem para um fluido de proteção. A primeira passagem é paralela a um eixo geométrico longitudinal do artigo consumível. A primeira passagem inclui um primeiro orifício de saída para ejetar o fluido de plasma ionizado. A segunda passagem inclui um segundo orifício de saída e é disposto em um ângulo em relação à primeira passagem de tal modo que o fluido protetor incida no fluido de plasma após ejeção em um ângulo selecionado para fornecer ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz de uma parte do artigo consumível, proteção contra reflexão de escória e um fluxo estável de fluido de plasma ionizado.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista em seção transversal de uma parte (isto é, bico de maçarico) de um maçarico a arco de plasma da técnica anterior utilizando uma injeção de fluxo protetor de 90 graus convencional. Isto é, o fluxo protetor incide no fluxo de gás de plasma em um ângulo de 90 graus.

A figura 2 é uma vista em seção transversal do bico do maçarico de outro maçarico a arco de plasma da técnica anterior utilizando uma injeção de fluxo protetor colunar. Isto é, o fluxo protetor é coaxial ao fluxo de gás de plasma.

A figura 3 é uma vista em seção transversal de um bico de maçarico de acordo com uma modalidade da invenção. Na figura 3, o bico de maçarico provê injeção de fluxo protetor cônica ao fluxo de gás de plasma.

A figura 4A é uma vista esquemática de uma parte de extremidade de um bico de maçarico de acordo com uma

modalidade da invenção. As figuras 4B-4D são vistas esquemáticas de uma parte de extremidade do bico de maçarico de acordo com modalidades adicionais da invenção.

5 As figuras 5A e 5B são vistas esquemáticas ampliadas de uma parte da figura 4.

A figura 6 é uma vista em seção transversal de um maçarico a arco de plasma incluindo o bico de maçarico da figura 3.

10 A figura 7 é uma vista em seção transversal de uma parte do bico de maçarico da figura 2 mostrando os resultados de análise térmica.

A figura 8 é uma vista em seção transversal de uma parte do bico de maçarico da figura 3 mostrando os resultados de análise térmica.

15 DESCRIÇÃO

A presente invenção utiliza uma parte externa de bocal cônica combinada com uma parte interna de protetor cônica, correspondente, para formar uma colisão angular (por exemplo, cônica) de um fluxo de fluido de resfriamento (por exemplo, um gás protetor) em um fluxo de gás de plasma ionizado. A colisão de fluxo protetor angular pode ser matematicamente considerada como dois componentes (isto é, um componente colunar ou x e um componente perpendicular ou y). O componente colunar pode auxiliar em uma redução de instabilidades de gás de plasma ionizado, enquanto o componente perpendicular pode fornecer proteção contra escória em reflexão e capacidades eficazes de resfriamento de bocal. Pelo ajuste do ângulo do fluxo angular, a razão dos componentes colunar e perpendicular pode ser otimizada para fornecer um fluxo de gás de plasma ionizado altamente estável e proteção eficaz contra reflexão de escória e resfriamento de bocal.

20

25

30

Com referência à figura 3, um bico de bocal 10 inclui um bocal 15 e um protetor 20, que são separados um do outro ao longo de um eixo geométrico longitudinal 25 do bico de maçarico 10. Tanto o bocal 15 como o protetor 20 é formada de materiais eletricamente condutivos. Em algumas modalidades, tanto o bocal como o protetor é formado do mesmo material eletricamente condutivo e, em outras modalidades, o bocal e o protetor são formados de materiais eletricamente condutivos diferentes. Os exemplos de materiais eletricamente condutivos apropriados para uso com a invenção incluem cobre, alumínio e latão.

Formada dentro do espaço entre o bocal 15 e o protetor 20 está uma passagem 30 para fluidos. Fluidos, como por exemplo, um gás protetor, fluem através da passagem 30 para resfriar o bocal 15 durante uso. Fluidos fluindo através da passagem 30 incidem em uma corrente de gás de plasma ionizado que flui através do bocal 15. Como resultado, o fluxo de gás de plasma é dotado de injeção de fluxo protetor cônica ou, em outras palavras, o gás protetor tem um fluxo angular em comparação com o gás de plasma. O fluxo de gás de plasma e fluxo de gás protetor são ilustrados na figura 3 como setas rotuladas 4 e 5, respectivamente. Isto é, o fluxo de gás de plasma é representado como a seta 4 e o fluxo de gás protetor é representado como a seta 5.

Como mostrado na figura 3, o protetor 15 pode incluir um ou mais furos de ventilação 32 para fornecer resfriamento adicional (isto é, ventilação) para o bocal 15. Entretanto, em algumas modalidades, o protetor 15 não inclui nenhum furo de ventilação.

Com referência à figura 4A, que mostra uma vista esquemática de uma parte de extremidade do bico de maçarico 10, o bocal 15 inclui um corpo de maçarico 35 incluindo uma

parte externa substancialmente cônica 40 e uma parte interna substancialmente oca 45. Como mostrado na figura 4A, a parte externa cônica 40 é definida por um ângulo de meio-cone de bocal (a), isto é, o ângulo formado entre o eixo geométrico longitudinal 25 e a parte externa cônica 40 do bocal 15. Em geral, o ângulo de meio-cone de bocal (a) pode ser variado de modo que a inclinação da parte externa 40, e desse modo a passagem 30, também podem ser variadas. Em geral, quanto maior o ângulo de meio-cone de bocal selecionado, mais provável que instabilidades sejam introduzidas quando o fluido que se desloca através da passagem 30 incide no fluxo de gás de plasma ionizado. Desse modo, em algumas modalidades, prefere-se selecionar um ângulo de meio-cone de bocal em uma faixa de aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus de modo a limitar a probabilidade de gerar um fluxo instável de gás de plasma ionizado.

O bocal 15 também inclui um orifício de saída 50 localizado em uma face de extremidade 55 do bocal 15. O fluxo de gás de plasma ionizado gerado em uma câmara de plasma (isto é, dentro de um espaço definido entre um eletrodo e a parte interna substancialmente oca 45) flui através do orifício de saída 50 para fora, passa pelo protetor 20 até uma peça de trabalho condutiva para fins de corte, marcação e/ou perfuração. O orifício de saída 50 é definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal ($\phi 1$).

Com referência às figuras 4A, 4B, 4C e 4D o comprimento de orifício (L) é o comprimento total de uma perfuração (isto é, uma passagem) através do bocal 15. Isto é, L é igual ao comprimento da perfuração como definido a partir de uma entrada de perfuração 52 para uma extremidade

da perfuração na face de extremidade 55 do bocal 15. O diâmetro do bocal (D), também conhecido como o diâmetro hidráulico, é definido como a área total da parede que circunda a perfuração dividida pelo produto do comprimento total (L) da perfuração e pi. Em certas modalidades, como a

5 modalidade mostrada na figura 4A, o diâmetro da perfuração permanece constante ao longo do comprimento inteiro L. Como resultado, D é definido pela seguinte equação:

$$D = (\pi D_1 L_1) / \pi L, \quad \text{onde} \quad L_1 = L.$$

Entretanto, em outras modalidades, como a

10 modalidade ilustrada na figura 4B, onde a perfuração tem uma seção cilíndrica (isto é, uma seção tendo um diâmetro constante D_1 sobre um comprimento L_1) e uma seção cônica (isto é, uma seção onde o diâmetro aumenta a partir de seu diâmetro menor D_1 para seu diâmetro maior D_2), D é definido

15 pela seguinte equação:

$$D = (\pi D_1 L_1 + \pi / 2 (D_1 + D_2)^2 (1/4 (D_2 - D_1)^2 + (L - L_1)^2)) / \pi L.$$

Na modalidade mostrada na figura 4C, a perfuração tem duas seções cilíndricas diferentes. A primeira seção cilíndrica estende-se ao longo do comprimento L_1 e a

20 segunda seção cilíndrica estende-se ao longo de L_2 , onde $L_1 + L_2$ igual a L. Como resultado, D é definido pela seguinte equação:

$$D = (\pi D_1 L_1 + \pi D_2 (L - L_1)) / \pi L.$$

o diâmetro na entrada da perfuração 52 é maior do

25 que o diâmetro na saída da perfuração ou face de extremidade 55 do bocal 15. Nessa modalidade, a geometria de perfuração inclui uma primeira seção na qual o diâmetro é o maior, D_1 , na entrada da perfuração 52 e diminui sobre um comprimento L_1 até seu diâmetro menor D_2 . A perfuração

30 também inclui uma segunda seção na qual o diâmetro é

constante sobre o comprimento restante (isto é, $L-L_1$). Como resultado, D é definido pela seguinte equação:

$$D = (\pi/2(D_1 + D_2)^2(1/4(D_2 - D_1)^2 + (L_1)^2) + \pi D_2(L - L_1) / \pi L.$$

Embora as figuras 4A-4D mostrem quatro geometrias de perfuração possíveis, outras geometrias também são possíveis.

Cada um dos valores de D , L e $\phi 1$ pode ser selecionado para fornecer corte, marcação e/ou perfuração ótimos de uma peça de trabalho condutiva por um maçarico a arco de plasma. Por exemplo, a velocidade de corte e espessura de peça de trabalho podem ser aumentadas pelo aumento de uma razão de L para D do bocal 15. Em geral, uma razão de L para D (L/D) igual a, maior do que 2,5 foi associada à provisão de benefícios de espessura de corte e velocidade de corte. Entretanto, em bocais convencionais, que utilizam colisão de gás protetor perpendicular ou colunar, uma razão L/D maior ou igual a 2,4 era difícil de se obter devido a superaquecimento (isto é, desgaste excessivo) do bocal ou devido a problemas de estabilidade de gás de plasma ionizado. O uso de colisão angular de um fluido de resfriamento com um bocal ventilado ou não ventilado minimiza os problemas de bocais da técnica anterior, enquanto permite que a razão L/D seja aumentada para um valor de pelo menos aproximadamente 2,4. Em algumas modalidades, a razão L/D pode ser aumentada para um valor compreendido em uma faixa de aproximadamente 2,5 a aproximadamente 3,0, como por exemplo, 2,8.

Através de experimentação e análise, uma faixa ótima de razões foi determinada entre o diâmetro de face de extremidade de bocal $\phi 1$ e o diâmetro de orifício D . A razão $\phi 1/D$ é importante porque auxilia na determinação da localização de um ponto de fusão de fluxo de fluido (por

exemplo, gás de proteção) com a corrente de gás de plasma ionizado. O ponto de fusão é localizado no ponto M na figura 4, e a distância do ponto M a partir do ponto de saída de gás de proteção, P determinará a extensão de recirculação de fluidos próximo ao orifício de saída 50. À medida que a quantidade de recirculação aumenta, aumenta também a probabilidade de instabilidades de fluxo de gás de plasma ionizado. Desse modo, em algumas modalidades, corte, perfuração ou marcação ótima de uma peça de trabalho pode ser obtida pela variação das localizações de M e P. Por exemplo, à medida que a razão $\phi l/D$ se aproxima de um valor de 1 (e desse modo a distância entre M e P é diminuída), a face de extremidade do bocal fica demasiadamente quente e limita a vida do bocal, o que é indesejável. À medida que essa razão é aumentada, o bocal e a face de extremidade do bocal funcionarão mais frios, porém o fluxo de gás protetor será negativamente afetado porque a distância entre M e P será aumentada, desse modo levando a um aumento em instabilidades de fluxo de gás de plasma ionizado. Em algumas modalidades, valores ótimos para a razão $\phi l/D$ foram determinados como estando compreendidos em uma faixa de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 2,5.

O protetor 20 tem um corpo protetor 60 que é definida por uma parte interna substancialmente cônica 65 tendo um ângulo de meio-cone de proteção, b. O ângulo de meio-cone de proteção, b é substancialmente igual a (por exemplo, ± 5 graus) ângulo de meio-cone de bocal, a, de modo que quando o protetor é montado em uma relação espaçada com bocal 15 ao longo do eixo geométrico longitudinal 25, a parte externa substancialmente cônica 40 do bocal e a parte interna substancialmente cônica 65 do protetor formam paredes paralelas da passagem 30. Como

resultado da geometria da passagem 30, fluidos (por exemplo, gás de proteção) fluindo através da passagem 30 fluem para fora para incidir angularmente no fluxo de gás de plasma ionizado.

5 O corpo de protetor 60 inclui um orifício de saída de protetor 70, que é disposto adjacente ao orifício de saída 50 do bocal 15 de modo que o fluxo de gás de plasma ionizado, juntamente com o fluxo de fluido de proteção, possa ser orientado em direção a uma peça de trabalho. O orifício de saída de protetor é definido por um
10 diâmetro de orifício de saída de protetor ($\phi 2$). Em algumas modalidades, o orifício de saída de protetor pode ter um tamanho similar ao diâmetro de face de extremidade de bocal $\phi 1$ para formar um fluxo de fluido protetor suave. Se a
15 razão ($\phi 2/\phi 1$) for demasiadamente pequena (isto é, 0,5 ou menos), um aumento em recirculação de fluido pode ocorrer próximo ao orifício de saída 50 e como resultado, um aumento em instabilidades será observado. Se a razão de $\phi 2/\phi 1$ for demasiadamente grande (isto é, maior do que 1,5)
20 a face de extremidade do bocal 55 pode ser exposta à escória em reflexão durante uso de maçarico devido a um orifício de saída de protetor excessivamente grande 70. Em certas modalidades, uma razão de $\phi 2/\phi 1$ pode estar compreendida em uma faixa de 0,8 a aproximadamente 1,2,
25 para fornecer proteção eficaz contra escória em reflexão enquanto ainda fornece um fluxo de gás de plasma ionizado estável.

 A velocidade do fluido que se desloca entre o protetor 20 e o bocal 14, tem também um impacto sobre os
30 resultados de corte, marcação e perfuração de peça de trabalho. Por exemplo, se a velocidade do gás protetor for demasiadamente baixa, a capacidade do bico de maçarico 10

de proteger o bocal 15 contra escória em reflexão é diminuída. Se a velocidade for demasiadamente elevada, instabilidades serão introduzidas na corrente de gás de plasma ionizado. Desse modo, em algumas modalidades, 5
prefere-se ter a velocidade do fluido dentro da passagem 30 se deslocando entre aproximadamente 50,8 metros por segundo a aproximadamente 152,4 metros por segundo. A velocidade desse fluido é determinada, em parte, por uma espessura (t) da passagem 30. A espessura da passagem 30 por sua vez é 10
determinada pela distância (s) ao longo do eixo geométrico longitudinal 25 o bocal 15 e o protetor são espaçados. Com referência às figuras 5A e 5B, a espessura (t) da passagem 30 é igual a $s \cdot \sin(a)$, onde $b = a$. A velocidade do fluido (por exemplo, gás de proteção) no ponto P é igual a uma 15
taxa de fluxo eficaz do fluido dividido pela área no ponto de saída P. A área no ponto P é igual a $\pi \cdot t \cdot (\phi_1 + t \cdot \cos(a))$. Desse modo, a distância (s) e finalmente, a espessura da passagem (t) determinarão a velocidade do fluido que se desloca através da passagem 30.

20 Com referência à figura 6, o bico do maçarico 10 pode ser fixado em um maçarico a arco de plasma 100 incluindo um corpo de maçarico 105, um eletrodo 110, e uma passagem de gás de plasma 115. O bocal 15 do bico de maçarico 10 pode ser fixado diretamente no corpo de 25
maçarico 105 através de um mecanismo de fixação 120, como, por exemplo, um par de anéis O deformáveis ou roscas moldadas em uma superfície 130 do bocal. Em algumas modalidades, o protetor 20 pode ser fixado no maçarico a arco de plasma 100 através de um mecanismo de fixação, 30
como, por exemplo, através do uso de uma tampa de retenção 150.

Os exemplos a seguir são fornecidos para ilustrar adicionalmente e facilitar a compreensão da invenção. Esses

exemplos específicos pretendem ser ilustrativos da invenção e não pretendem ser limitadores.

Exemplo 1

Um bico de maçarico tendo uma parte de bocal externa substancialmente cônica e uma parte de bocal interna substancialmente cônica foi utilizado para cortar aço brando de 1,90 cm em uma velocidade livre de escória de até 100 ipm. Esse mesmo bico de maçarico foi utilizado em combinação com um maçarico a arco de plasma para perfurar aço brando de 0,95 cm, 1,27 cm, 2,54 cm, e 3,175 cm. Tanto a parte de bocal externa substancialmente cônica como a parte de protetor interna substancialmente cônica tinham um ângulo de meio-cone de 42,5 graus. Cada um dentre o protetor e bocal foram usinados de cobre e incluíram anéis-o para fixar o bico de maçarico no maçarico a arco de plasma. O protetor tinha doze furos de ventilação dispostos na mesma para fornecer resfriamento adicional.

O protetor e o bocal foram montados em relação mútua ao longo do eixo geométrico longitudinal em uma distância de 0,082 cm para formar uma passagem tendo uma espessura de 0,022. A velocidade do gás protetor (ar) à medida que saiu da passagem no ponto P era de 104,14 metros por segundo. O orifício de saída do bocal tinha um comprimento L de 0,59 cm, um diâmetro D de 0,205 cm, e um diâmetro de face de extremidade de bocal $\phi 1$ de 0,45 cm. Como resultado, o bocal tinha um L/D de 2,8 e $\phi 1/D$ de 2,1. O protetor tinha um diâmetro de orifício de saída de protetor de $\phi 2$ de 0,46 cm. Desse modo, a razão de $\phi 2/\phi 1$ do bico do maçarico era de 1,03.

O bico de maçarico descrito nesse exemplo foi utilizado com um maçarico a arco de plasma HPR disponível junto à Hypertherm, Inc. de Hanover, New Hampshire. Os

resultados de vários testes em espessura diferente de aço
brando mostraram que os bicos de maçarico que fornecem
colisão angular tiveram desempenho melhor do que os bicos
de maçarico que fornecem colisão colunar. Na realidade, os
5 bicos de maçarico que forneceram colisão colunar eram
difíceis de resfriar e foram danificados ao perfurar peças
de trabalho tendo espessura de 2,54 cm ou maior.

Exemplo 2

Um bico de maçarico tendo uma parte de bocal
10 externa substancialmente cônica e uma parte de protetor
interna substancialmente cônica foi modelado utilizando
análise térmica e os resultados foram comparados com um
modelo de um bico de maçarico convencional que forneceu
fluxo colunar. Com referência às figuras 7 e 8, a figura 7
15 mostra os resultados de análise térmica para o bico de
maçarico que forneceram fluxo coluna e a figura 8 mostra os
resultados de análise térmica para o bico de maçarico que
fornece fluxo angular de 42,5 graus. Tanto o bico de
maçarico da técnica anterior como o bico de maçarico de
20 acordo com a invenção tinha um L/D de 2,6, um $\phi 1/D$ de 2,1,
e um $\phi 2/\phi 1$ de 1,03.

Como mostrado na figura 7, o bico de maçarico
tendo fluxo colunar experimenta uma temperatura máxima de
996 graus C, ao passo que o bico de maçarico que fornece
25 fluxo angular (figura 8) experimenta uma temperatura
operacional máxima de 696 graus C sob carga igual de calor.
Como resultado, o bico de maçarico da presente invenção
provê melhor condução de calor para longe do bocal durante
uso. Desse modo, o bocal, da presente invenção
30 experimentará menos desgaste em uso, desse modo diminuindo
a freqüência de manutenção necessária.

Exemplo 3

Um bico de maçarico tendo uma parte de bocal externa substancialmente cônica e uma parte de protetor interna substancialmente cônica pode ser utilizado para cortar aço brando de 1,905 cm e uma velocidade livre de escória de até 100 ipm. Tanto a parte de bocal externa substancialmente cônica como a parte de protetor interna substancialmente cônica tinha um ângulo de meio-cone de 30 graus. Cada um dentre o protetor e bocal são usinados a partir de cobre e incluem anéis O para fixar o bico de maçarico no maçarico a arco de plasma. O protetor tem doze furos de ventilação dispostos na mesma para fornecer resfriamento adicional.

O protetor e o bocal são montados em relação mútua ao longo do eixo geométrico longitudinal em uma distância de 0,101 cm para formar uma passagem tendo uma espessura de 0,020. A velocidade do gás protetor (ar) à medida que saiu da passagem no ponto P é de 63,50 cm por segundo. O orifício de saída do bocal tem um comprimento L de 0,59 cm, um diâmetro D de 0,220 cm, e um diâmetro de face de extremidade de bocal $\phi 1$ de 0,45 cm. Como resultado, o bocal tem um L/D de 2,7 e um $\phi 1/D$ de 2,07. O protetor tem um diâmetro de orifício de saída de protetor de $\phi 2$ de 0,411 cm. Desse modo, a razão de $\phi 2/\phi 1$ do bico de maçarico é de 0,9.

Exemplo 4

Um bico de maçarico tendo uma parte de bocal externa substancialmente cônica e uma parte de protetor interna substancialmente cônica pode ser utilizado para cortar aço brando de 1,905 cm em uma velocidade livre de escória de até 100 ipm. Tanto a parte de bocal externa substancialmente cônica como a parte de protetor interna substancialmente cônica tinha um ângulo de meio-cone de 47

5 graus. Cada um dentre o protetor e bocal são usinados a partir de cobre e incluem anéis O para fixar o bico de maçarico no maçarico a arco de plasma. O protetor tem doze furos de ventilação dispostos na mesma para fornecer resfriamento adicional.

10 O protetor e o bocal são montados em relação mútua ao longo do eixo geométrico longitudinal em uma distância de 0,07 cm para formar uma passagem tendo uma espessura de 0,022. A velocidade do gás protetor (ar) à medida que saiu da passagem no ponto P é de 127 metros por segundo. O orifício de saída do bocal tem um comprimento L de 0,59 cm, um diâmetro D de 0,220 cm, e um diâmetro de face de extremidade de bocal $\phi 1$ de 0,52 cm. Como resultado, o bocal tem um L/D de 2,7 e um $\phi 1/D$ de 2,4. O protetor tem 15 um diâmetro de orifício de saída de protetor de $\phi 2$ de 0,58 cm. Desse modo, a razão de $\phi 2/\phi 1$ do bico de maçarico é de 1,1.

20 Embora um número de modalidades exemplares tenha sido discutido, outras modalidades são também possíveis. Por exemplo, embora o bocal 15 e o protetor 20 tenham sido descritos como partes separadas, em algumas modalidades, o bocal 15 e o protetor 20 podem ser formados como uma parte única, substituível. Como resultado, durante manutenção de um maçarico a arco de plasma de acordo com a presente 25 invenção, o bico de maçarico inteiro 10, pode ser substituído como uma parte única. Em outras modalidades, o protetor 20 e bocal 15 são partes separadas e podem ser substituídas separadamente ou em momentos diferentes de acordo com seu desgaste. Como outro exemplo de possíveis 30 modalidades, o bico de maçarico 10 pode ser conectado a um maçarico a arco de plasma 100 através de um número de meios diferentes. Por exemplo, tanto o bocal 15 como o protetor

pode incluir rosqueamento para casar com roscas moldadas no corpo de maçarico ou invólucro circundante. Em outras modalidades, elementos deformáveis, como anéis 0 podem ser utilizados para fixar o protetor e bocal no maçarico a arco de plasma. Além disso, o bocal 15 e o protetor 20 podem utilizar meios diferentes para fixar no maçarico a arco de plasma 100.

Várias modificações, e outras implementações o que é descrito aqui ocorrerão para aqueles com conhecimentos comuns na técnica sem se afastar do espírito e escopo da invenção. Por conseguinte, a invenção não deve ser limitada somente às descrições ilustrativas anteriores.

REIVINDICAÇÕES

1. Bocal para um maçarico a arco de plasma, o bocal sendo caracterizado por compreender:

5 um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e uma externa substancialmente cônica, a parte externa substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal selecionado a partir de uma primeira faixa de aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus, o corpo de bocal definindo um orifício de saída
10 disposto em uma face de extremidade do bocal, o orifício de saída sendo definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal ($\phi 1$), em que uma razão de L para D é maior ou igual a 2,4, e uma razão de $\phi 1$ para D está
15 compreendida em uma segunda faixa de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 2,5.

2. Bico de maçarico para um maçarico a arco de plasma, o bico de maçarico tendo um eixo geométrico longitudinal e sendo caracterizado por compreender:

20 um bocal compreendendo um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e uma externa substancialmente cônica, a parte externa substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal selecionado a partir de uma primeira faixa de
25 aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus, o corpo de bocal definindo um orifício de saída disposto em uma face de extremidade do bocal, o orifício de saída sendo definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal
30 ($\phi 1$), onde uma razão de L para D é maior ou igual a 2,4; e

 um protetor compreendendo um corpo de protetor definindo um orifício de saída de protetor tendo um

diâmetro de orifício de saída de protetor ($\phi 2$), o corpo de protetor incluindo uma parte interna substancialmente cônica que tem um ângulo de meio-cone de protetor, o ângulo de meio-cone de protetor sendo substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal, o protetor sendo montado em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do bico do maçarico de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a parte interna substancialmente cônica do protetor e a parte externa substancialmente cônica do bocal.

3. Maçarico a arco de plasma tendo um eixo geométrico longitudinal, o maçarico a arco de plasma sendo caracterizado por compreender:

um corpo de maçarico a arco de plasma incluindo uma trajetória de fluxo de plasma para direcionar um gás de plasma para uma câmara de plasma na qual um arco de plasma é formado;

um bocal montado em relação a um eletrodo no corpo de maçarico de plasma para definir a câmara de plasma, o bocal compreendendo um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e uma externa substancialmente cônica, a parte externa substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal selecionado a partir de uma primeira faixa de aproximadamente 20 graus a aproximadamente 60 graus, o corpo de bocal definindo um orifício de saída disposto em uma face de extremidade do bocal, o orifício de saída sendo definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal ($\phi 1$), onde uma razão de L para D é maior ou igual a 2,4; e

um protetor compreendendo um corpo de protetor definindo um orifício de saída de protetor tendo um

diâmetro de orifício de saída de protetor ($\phi 2$), o corpo de protetor incluindo uma parte interna substancialmente cônica que tem um ângulo de meio-cone de protetor, o ângulo de meio-cone de protetor sendo substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal, o protetor sendo montado em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do bico do maçarico de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a parte interna substancialmente cônica do protetor e a parte externa substancialmente cônica do bocal.

4. Bico de maçarico e maçarico, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o protetor é espaçado ao longo do eixo geométrico longitudinal a partir do bocal em uma distância (s) e a passagem tem uma espessura definida por s multiplicado pelo seno do ângulo de meio-cone de bocal.

5. Bico de maçarico e maçarico, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que um valor de s é selecionado para prover uma espessura que resulta em uma velocidade de fluido de saída de protetor de aproximadamente 50,8 metros por segundo (2000 polegadas por segundo) a aproximadamente 152,4 metros por segundo (6000 polegadas por segundo).

6. Bico de maçarico e maçarico, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que um valor de s é selecionado para prover uma espessura de aproximadamente 0,055 cm (0,022 polegadas).

7. Bico de maçarico e maçarico, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o bocal tem uma razão de $\phi 1$ para D dentro de uma segunda faixa de aproximadamente 1,9 a aproximadamente 2,5.

8. Bico de maçarico, maçarico e bocal, de acordo com a reivindicação 1 ou 7, caracterizado pelo fato de que a razão de $\phi 1$ para D é de aproximadamente 2,1.

5 9. Bico de maçarico, maçarico e bocal, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a primeira faixa está entre aproximadamente 30 graus e aproximadamente 50 graus.

10 10. Bico de maçarico, maçarico e bocal, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a primeira faixa está entre aproximadamente 34 graus e aproximadamente 44 graus.

15 11. Bico de maçarico, maçarico e bocal, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o ângulo de meio-cone de bocal é de aproximadamente 42,5 graus.

12. Bico de maçarico, maçarico e bocal, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a razão de L para D está entre aproximadamente 2,5 e aproximadamente 3,0.

20 13. Bico de maçarico, maçarico e bocal, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a razão de L para D é de aproximadamente 2,8.

25 14. Bico de maçarico e maçarico, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ se situa entre aproximadamente 0,8 e aproximadamente 1,2.

15. Bico de maçarico e maçarico, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a razão de $\phi 2$ para $\phi 1$ é maior do que 1.

30 16. Bico de maçarico e maçarico, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o

corpo de protetor inclui adicionalmente um ou mais furos de ventilação.

17. Bico de maçarico, maçarico e bocal, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o corpo de bocal inclui adicionalmente um mecanismo de fixação para fixar o corpo de bocal em um corpo de maçarico de plasma.

18. Bico de maçarico, maçarico e bocal, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o corpo de bocal é formado a partir de um material eletricamente condutivo.

19. Bico de maçarico e maçarico, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o corpo de protetor é formado de um material eletricamente condutivo.

20. Bocal para um maçarico a arco de plasma, o bocal sendo caracterizado por compreender:

um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e uma externa substancialmente cônica, a parte externa substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal, o corpo de bocal definindo um orifício de saída disposto em uma face de extremidade do bocal, o orifício de saída sendo definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal ($\phi 1$), em que o ângulo de meio-cone de bocal, uma razão de L para D, e uma razão de $\phi 1$ para D são selecionados para prover ao maçarico a arco de plasma resfriamento eficaz do bocal, proteção contra reflexão de escória, e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

21. Bico de maçarico para um maçarico a arco de plasma, o bico de maçarico tendo um eixo geométrico longitudinal e sendo caracterizado por compreender:

um bocal compreendendo um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e uma externa substancialmente cônica, a parte externa substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal, o corpo de bocal definindo um orifício de saída disposto em uma face de extremidade do bocal, o orifício de saída sendo definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal ($\phi 1$); e

um protetor compreendendo um corpo de protetor definindo um orifício de saída de protetor tendo um diâmetro de orifício de saída de protetor ($\phi 2$), o corpo de protetor incluindo uma parte interna substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de protetor, o ângulo de meio-cone de protetor sendo substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal, o protetor sendo montado em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do bico do maçarico de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a parte interna substancialmente cônica do protetor e a parte externa substancialmente cônica do bocal,

em que o ângulo de meio-cone de bocal, uma razão de L para D, e uma de $\phi 2$ para $\phi 1$ são selecionados para prover ao maçarico a arco de plasma com resfriamento eficaz do bocal, proteção contra reflexão de escória e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

22. Maçarico a arco de plasma tendo um eixo geométrico longitudinal, o maçarico a arco de plasma sendo caracterizado por compreender:

um corpo de maçarico a arco de plasma incluindo uma trajetória de fluxo de plasma para direcionar um gás de

plasma para uma câmara de plasma na qual um arco de plasma é formado;

5 um bocal montado em relação a um eletrodo no corpo de maçarico de plasma para definir a câmara de plasma, o bocal compreendendo um corpo de bocal incluindo uma parte interna substancialmente oca e uma externa substancialmente cônica, a parte externa substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de bocal, o corpo de bocal definindo um orifício de saída disposto em uma face de extremidade do bocal, o orifício de saída sendo definido por um diâmetro de orifício (D), um comprimento de orifício (L), e um diâmetro de face de extremidade de bocal ($\phi 1$), e

10 um protetor compreendendo um corpo de protetor definindo um orifício de saída de protetor tendo um diâmetro de orifício de saída de protetor ($\phi 2$), o corpo de protetor incluindo uma parte interna substancialmente cônica tendo um ângulo de meio-cone de protetor, o ângulo de meio-cone de protetor sendo substancialmente igual ao ângulo de meio-cone de bocal, o protetor sendo montado em uma relação espaçada com o bocal em relação ao eixo geométrico longitudinal do maçarico de plasma de tal modo que uma passagem de fluido é formada em um espaço entre a parte interna substancialmente cônica do protetor e a parte externa substancialmente cônica do bocal,

20 em que o ângulo de meio-cone de bocal, uma razão de L para D, e uma de $\phi 2$ para $\phi 1$ são selecionados para fornecer ao maçarico a arco de plasma com resfriamento eficaz do bocal, proteção contra reflexão de escória e um fluxo estável de gás de plasma ionizado.

25 23. Artigo consumível para um maçarico a arco de plasma, o artigo consumível sendo caracterizado por compreender:

uma primeira passagem para um fluido de plasma ionizado, a primeira passagem sendo paralela a um eixo geométrico longitudinal do artigo consumível, a primeira passagem incluindo um primeiro orifício de saída para ejetar o fluido de plasma ionizado; e

a segunda passagem para um fluido de proteção, a segunda passagem incluindo um segundo orifício de saída, a segunda passagem sendo disposta em um ângulo em relação à primeira passagem de tal modo que o fluido protetor incida no fluido de plasma após ejeção em um ângulo selecionado para prover ao maçarico a arco de plasma com resfriamento eficaz de uma parte do artigo consumível, proteção contra reflexão de escória e um fluxo estável de fluido de plasma ionizado

RESUMO

**"MAÇARICO DE ARCO DE PLASMA PROVENDO INJEÇÃO ANGULAR DO
FLUXO DE ANTEPARO"**

5 Descrevem-se maçaricos a arco de plasma que
incluem um bico de maçarico com um bocal aperfeiçoado que
provê injeção de fluxo protetor angular. Em particular, o
bocal provê colisão cônica/angular de um fluido (por
exemplo, um gás protetor) em um gás de plasma ionizado
fluindo através de um maçarico a arco de plasma. Alguns dos
10 bicos de maçarico descritos aqui incluem um bocal com um
formato externo cônico combinado com um protetor com
geometria interna de complementação para formar o fluxo de
fluido angular. Como resultado, um maçarico a arco de
plasma incluindo o bocal aperfeiçoado tem os benefícios de
15 um fluxo de gás de plasma ionizado, estabilizado juntamente
com resfriamento de bocal intensificado e proteção contra
escória em reflexão durante uso do maçarico.