



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

(21) BR 102018006326-0 A2



(22) Data do Depósito: 28/03/2018

(43) Data da Publicação: 30/10/2018

**(54) Título:** SOLDADORES A ARCO ELÉTRICO E MÉTODO PARA CONTROLAR O CALOR PRODUZIDO POR UM SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO

**(51) Int. Cl.:** B23K 9/09; B23K 9/095

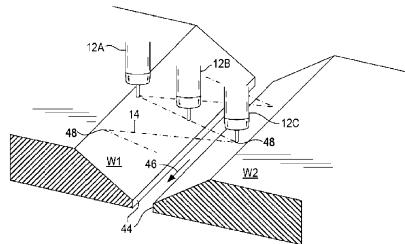
**(30) Prioridade Unionista:** 30/03/2017 US 15/474,411

**(73) Titular(es):** LINCOLN GLOBAL, INC.

**(72) Inventor(es):** STEVEN R. PETERS; JOHN BENJAMIN SCHAEFFER; DAVID A. FINK

**(85) Data do Início da Fase Nacional:**  
28/03/2018

**(57) Resumo:** Trata-se de um soldador a arco que produz um padrão de trança entre peças de trabalho. Cada cordão de solda compreende uma porção central que inclui uma região de junção entre a peças de trabalho e regiões de borda separadas da região de junção. O soldador inclui uma fonte de alimentação que fornece uma forma de onda de soldagem a um eletrodo de soldagem a fim de gerar um arco para obter o calor desejado para a soldagem, um maçarico de soldagem e um oscilador para oscilar o maçarico entre as regiões de borda de solda. Um controlador faz com que a fonte de alimentação opere em um primeiro modo que utiliza uma primeira forma de onda durante a soldagem dentro da região de junção, e em um segundo modo que usa uma segunda forma de onda que tem um componente positivo superior à primeira forma de onda, durante a soldagem dentro das regiões de borda. O controlador determina um valor de extensão de vareta de soldagem com base na primeira forma de onda, porém, não na segunda forma de onda, e realiza o rastreamento de costura com base na segunda forma de onda, porém, não na primeira forma de onda.



SOLDADORES A ARCO ELÉTRICO E MÉTODO PARA CONTROLAR  
O CALOR PRODUZIDO POR UM SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] O presente pedido se refere, de modo geral, a um método e aparelho para conduzir soldagem a arco elétrico e, mais particularmente, a um método inovador e a um soldador que controla o calor durante uma operação de soldagem para produzir um a padrão de trança com o uso de controle de calor posicional.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[0002] A soldagem a arco elétrico é usada em uma ampla variedade de aplicações de junção e acabamento de metais. Na maioria de aplicações de soldagem, o eletrodo é manipulado em relação à junta soldada, a fim de obter um perfil de filete de solda desejado. Por exemplo, a fim de espalhar o filete de solda, o eletrodo pode ser trançado de um lado para o outro ao longo da junta de solda à medida que o mesmo progride ao longo de comprimento da junta de solda para manipular o calor do arco em localizações diferentes. A fim de manipular o calor, um nível de entrada de calor máximo é frequentemente determinado e, então, a forma de onda e parâmetros de soldagem são selecionados para a solda. Nas localizações, tais como a extensão lateral mais externa da junta de solda em que a profundidade de peça de trabalho pode tolerar alto calor, o movimento de trançamento do eletrodo é interrompido

temporariamente a fim de expor essa porção da peça de trabalho a um alto calor que aumenta a penetração. Em outras localizações, tais como a costura entre duas peças de trabalho que são soldadas entre si, a profundidade do metal exige que o eletrodo permaneça em movimentação ao longo da trajetória de trançamento a fim de evitar queima através da peça de trabalho.

[0003] Em vez de selecionar um nível de entrada de calor fixo, a posição do eletrodo pode ser rastreada a fim de obter um controle de temperatura adequado com base na localização. No entanto, o rastreamento da posição do eletrodo em relação à costura tem sido convencionalmente muito ruidoso e não responsivo durante operações de soldagem a arco que envolvem formas de onda de CA e pulsadas. Como resultado, métodos e aparelhos convencionais de soldagem não têm tido a capacidade para determinar com precisão o momento de mudar os parâmetros de soldagem ou a entrada de calor durante em um processo de soldagem para lidar com diferentes lacunas de lacuna.

#### BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[0004] Consequentemente, há uma necessidade na técnica de um soldador e de um método para determinar com precisão uma corrente ou tensão de solda média durante trança soldagem com múltiplas formas de onda de CA para controle de calor, de modo que vários parâmetros de soldagem diferente possam ser determinados.

[0005] De acordo com um aspecto, o presente pedido envolve um soldador a arco elétrico para produzir um padrão de trança ao longo de uma costura de solda entre peças de trabalho alinhadas a uma sucessão de cordões de solda individual ao longo da costura de solda. Cada cordão compreende uma porção central que inclui uma região de junção entre as peças de trabalho alinhadas e regiões de borda de solda de cada uma dentre as peças de trabalho alinhadas separadas da região de junção. O soldador inclui uma fonte de alimentação que fornece uma forma de onda de soldagem a um eletrodo de soldagem a fim de gerar um arco para obter um calor desejado para a soldagem, um maçarico de soldagem e um oscilador configurado para oscilar o maçarico de soldagem a fim de gerar o padrão de trança ao longo da costura de solda e entre as regiões de borda de solda. Pelo menos um controlador faz com que a fonte de alimentação opere em pelo menos um primeiro modo que utiliza uma primeira forma de onda durante a soldagem dentro da região de junção e em um segundo modo que usa uma segunda forma de onda que tem um componente positivo superior à primeira forma de onda usada no primeiro modo, durante a soldagem dentro das regiões de borda de solda. O pelo menos um controlador determina um valor de extensão de vareta de soldagem com base na primeira forma de onda usada durante a soldagem na região de junção, porém, não na segunda forma de onda, e realiza rastreamento de costura da

costura de solda com base na segunda forma de onda usada durante a soldagem nas regiões de borda de solda, porém, não na primeira forma de onda.

[0006] De acordo com outro aspecto, o presente pedido envolve um método para controlar o calor produzido por um soldador a arco elétrico durante a produção de um padrão de trança ao longo de uma costura de solda entre peças de trabalho alinhadas a uma sucessão de cordões de solda individual ao longo da costura de solda. Cada cordão compreende uma porção central que inclui uma região de junção entre bordas espaçadas de maneira transversal das peças de trabalho alinhadas e regiões de borda de solda de cada uma dentre as peças de trabalho alinhadas separadas da região de junção. O método inclui oscilar um maçarico de soldagem do soldador a arco elétrico entre as regiões de borda de solda durante a soldagem a arco. Uma forma de onda de soldagem fornecida por uma fonte de alimentação a um eletrodo de soldagem do maçarico de soldagem é captada. O método inclui determinar que o maçarico de soldagem é adjacente à região de junção e fornecer uma primeira forma de onda de CA ao eletrodo de soldagem e determinar que o maçarico de soldagem é adjacente a uma região de borda de soldagem e fornecer uma segunda forma de onda de CA ao eletrodo de soldagem, em que a segunda forma de onda de CA tem um componente positivo superior à primeira forma de onda de CA usada durante soldagem na região de junção. Um

valor de extensão de vareta de soldagem é determinado com base na primeira forma de onda de CA usada durante soldagem na região de junção e exclusão da segunda forma de onda de CA. O rastreamento de costura da costura de solda é realizado com base na segunda forma de onda de CA usada durante a soldagem nas regiões de borda de solda e a exclusão da primeira forma de onda de CA.

[0007] De acordo com um aspecto, o presente pedido envolve um soldador a arco elétrico para produzir um padrão de trança ao longo de uma costura de solda entre peças de trabalho alinhadas a uma sucessão de cordões de solda individual ao longo da costura de solda, sendo que cada cordão compreende uma porção central que inclui uma região de junção entre as peças de trabalho alinhadas e regiões de borda de solda de cada uma dentre as peças de trabalho alinhadas separadas da região de junção. O soldador compreende uma fonte de alimentação que fornece uma forma de onda de soldagem a um eletrodo de soldagem a fim de gerar um arco para obter um calor desejado para a soldagem, um maçarico de soldagem e um oscilador configurado para oscilar o maçarico de soldagem a fim de gerar o padrão de trança ao longo da costura de solda e entre as regiões de borda de solda. Pelo menos um controlador faz com que a fonte de alimentação opere em pelo menos um primeiro modo que utiliza uma primeira forma de onda de CA durante a soldagem dentro da região de junção e em um segundo modo que usa uma segunda

forma de onda de CA que tem um componente positivo superior à primeira forma de onda de CA usada no primeiro modo, durante a soldagem dentro das regiões de borda de solda. O pelo menos um controlador determina um primeiro parâmetro de soldagem com base na primeira forma de onda de CA, usada durante a soldagem na região de junção, porém, não com base na segunda forma de onda de CA. O pelo menos um controlador determina um segundo parâmetro de soldagem com base na segunda forma de onda de CA, usada durante a soldagem nas regiões de borda de solda, porém, não com base na primeira forma de onda de CA.

[0008] O sumário acima apresenta um sumário simplificado a fim de fornecer um entendimento básico dos sistemas e/ou métodos discutidos no presente documento. Este sumário não é uma visão geral extensiva dos sistemas e/ou métodos discutidos no presente documento. O mesmo está destinado a identificar elementos-chave/cruciais ou a delinear o escopo de tais sistemas e/ou métodos. O único propósito do sumário é apresentar alguns conceitos de maneira simplificada como um prelúdio à descrição mais detalhada que é apresentada posteriormente.

#### BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0009] A invenção pode assumir uma forma física em determinadas partes e disposições de partes cujas modalidades serão descritas detalhadamente no presente relatório descritivo e ilustradas nos desenhos anexos que formam uma parte do mesmo e em que:

[0010] A Figura 1 mostra uma disposição ilustrativa de um maçarico de um soldador a arco elétrico em uso para soldar uma junta de raiz aberta;

[0011] A Figura 2 mostra uma vista lateral de um maçarico fornecido a um soldador a arco elétrico e, uso para soldar uma junta de raiz aberta;

[0012] A Figura 3 é uma representação esquemática de uma modalidade de um soldador a arco em conformidade com a presente revelação;

[0013] A Figura 4 é um diagrama de fluxo que ilustra esquematicamente um método para controlar calor produzido por um soldador a arco elétrico durante dois processos de solda diferentes para produzir um padrão de trança;

[0014] A Figura 5 é uma modalidade ilustrativa de uma forma de onda de corrente conduzida através de um eletrodo durante dois processos de soldagem SAW com CA diferentes; e

[0015] A Figura 6 é uma modalidade ilustrativa de uma forma de onda de corrente conduzida através de um eletrodo durante dois processos de soldagem GMAW com CA diferentes.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0016] Uma determinada terminologia é usada no presente documento apenas a título de conveniência e não deve ser considerada como uma limitação da presente invenção. A linguagem relativa usada no presente documento é mais bem entendida com referência aos desenhos nos quais

numerais semelhantes são usados para identificar termos semelhantes ou semelhantes. Além disso, nos desenhos, determinados recursos podem ser mostrados em uma forma esquemática de alguma maneira.

[0017] A Figura 1 mostra uma modalidade ilustrativa de um maçarico 12 de um soldador a arco elétrico 10 (Figura 3) em uso para soldar uma junta de raiz aberta (por exemplo, uma abertura de raiz estreita que carece de revestimento). O maçarico 12 é indicado especificamente em 12A, 12B, 12C em localizações diferentes ao longo do padrão de trança, representado pela linha rompida 14 na Figura 1, porém, é denominado de modo geral no presente documento de maçarico 12. A fim de mover o maçarico 12 de maneira transversal por toda a junta de solda e ao longo do comprimento da junta de solda a fim de estabelecer o padrão de trança, o maçarico 12 pode ser sustentado por um oscilador 29, conforme mostrado na Figura 3. O oscilador 29 pode ser motorizado para percorrer ao longo de uma pista 37 nas direções das setas 42 que definem a direção e a extensão de ajuste, ajustáveis ao longo da pista por um atuador hidráulico ou pneumático, motor elétrico ou qualquer outro dispositivo de ajuste adequado. Em determinadas modalidades, o oscilador 29 é um braço robótico que retém o maçarico 12 a fim de realizar a soldagem robótica. O soldador a arco 10 da Figura 3 também inclui uma fonte de alimentação 16 que fornece uma corrente

de soldagem elétrica a ser usada para gerar um arco 18 com calor o suficiente para soldar as peças de trabalho W1, W2 (Figura 1) entre si. A fonte de alimentação 16 pode ser de qualquer tipo conhecida que tenha capacidade para gerar diferentes perfis de forma de onda de soldagem e que tenha capacidade para soldagem em um estado quanto de CC+ quanto de CC-. Além disso, as modalidades exemplificativas da fonte de alimentação 16 são tipos de fontes de alimentação com capacidade para gerar formas de onda de soldagem do tipo com pulso, arco curto e/ou transferência de tensão de superfície (STT). Os exemplos específicos de tais fontes de alimentação incluem, porém, sem limitação, Power Wave®, fabricada pela The Lincoln Electric Company de Cleveland, Ohio. Evidentemente, as modalidades da presente invenção não se limitam a esse exemplo, que deve servir a título de ilustração. Conforme mostrado, um primeiro terminal (-) da fonte de alimentação 16 é acoplado à peça de trabalho W na Figura 3 por meio de um cabo 20, e um segundo terminal (+) é acoplado por meio de um cabo 26 a um maçarico 12, o que fornece a forma de onda de soldagem a um eletrodo de soldagem 24 por meio de uma ponte de contato 28. As polaridades dos terminais (-) e (+) podem ser conforme mostrado nos desenhos ou revertidas opcionalmente desde que as polaridades opostas sejam estabelecidas para a peça de trabalho W e para o eletrodo 24. O eletrodo 24 pode ser fornecido a um alimentador de fio 22 por um enrolamento em

bobina 30 com um filamento contínuo do eletrodo 24. Uma modalidade exemplificativa do alimentador de fio 22 é um tipo que pode mudar rapidamente a velocidade de alimentação de fio do eletrodo 24 em resposta a sinais de comando do controlador 34, conforme descrito no presente documento.

[0018] Um controlador 34, energizado pela fonte de alimentação 16, ou por uma alimentação de circuito de controle de potência relativamente baixa separada, é acoplado ao alimentador de fio 22 para controlar a entrega do eletrodo 24 durante processos de soldagem, conforme descrito no presente documento por meio de um enlace de controle 32 (que pode ser com ou sem fio). Desse modo, as modalidades do controlador 34 podem incluir um processador de computador 36 conectado de maneira operacional a uma memória de computador não transitória 38 (por exemplo, dispositivo de armazenamento em estado sólido, unidade de disco rígido etc.) que armazena instruções executáveis por computador que são executáveis pelo processador de computador 36. O controlador 34 pode ser integrado opcionalmente como parte da fonte de alimentação 16, como um componente autônomo separado ou fornecido, de outro modo, ao soldador a arco 10. Evidentemente, as modalidades alternativas do controlador 34 podem utilizar componentes de circuito analógico e/ou digital, tais como circuitos integrados de aplicação específica, arranjos de porta em campo e semelhantes sem haver afastamento do escopo da

presente revelação. Um sensor de corrente 35 é fornecido à fonte de alimentação 16 na Figura 3 para captar a corrente consumida durante a operação de soldagem e transmitir um sinal indicativo da corrente captada ao controlador 34. No entanto, de acordo com modalidades alternativas, o sensor de corrente 35 pode formar opcionalmente uma porção de montagem do controlador 34, pode ser formado como um dispositivo autônomo distinto ou, de outro modo, fornecido ao soldador a arco 10 para captar a corrente consumida durante soldagem. De modo semelhante, um sensor de tensão 39 capta a tensão de soldagem entre o eletrodo 24 e a peça de trabalho W e fornece um sinal de tensão ao controlador 34.

[0019] Referindo-se à Figura 2, um comprimento não fundido do eletrodo 24 se estende em uma distância controlada, denominada no presente documento de "extensão de vareta de soldagem 40", da extremidade da ponte de contato 28. O arco 18 que gera o calor para soldar as peças de trabalho W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> entre si é estabelecido entre a ponta distal do eletrodo 24 e a peça de trabalho a fim de formar uma poça de fusão incluindo material de metal e eletrodo fundido. A quantidade de extensão de vareta de soldagem 40 afeta a amperagem consumida pelo eletrodo 24 e, consequentemente, os aspectos da solda resultante, tal como penetração. A extensão de vareta de soldagem 40 pode ser determinada com base na corrente que é conduzida através do

eletrodo 24 durante soldagem em diferentes regiões das peças de trabalho W1, W2, visto que a corrente variará como uma função das dimensões das peças de trabalho W1, W2 que são soldadas. No entanto, a fim de determinar com precisão a extensão de vareta de soldagem 40, as porções diferentes da forma de onda de corrente são analisadas durante soldagem nas regiões diferentes, conforme explicado detalhadamente abaixo. Além disso, a posição do maçarico 12 em relação às peças de trabalho W1, W2 dentro do padrão de trança pode ser monitorada com o propósito de rastreamento de costura com o uso de porções da forma de onda de corrente a título de precisão.

[0020] Conforme será discutido abaixo, devido à espessura variável das peças de trabalho W1, W2 entre as bordas da trança de maçarico, diferentes formas de onda de soldagem são usadas nas bordas da trança e não no centro devido ao fato de que as peças de trabalho são finas no centro. As formas de onda de CA que têm um componente de tensão/corrente positiva superior à negativa são usadas nas bordas da trança para fornecer entrada de calor e penetração de solda maiores. As formas de onda de CA que têm um componente de tensão/corrente negativa superior à positiva são usadas no centro da trança para fornecer uma deposição de metal superior e menos entrada de calor. Visto que as formas de onda de CA nas bordas da trança têm um componente de tensão/corrente positiva superior à negativa,

a porção positiva de tensão e/ou corrente de soldagem monitorada é usada, de preferência, para rastreamento de costura e não a porção negativa. À medida que o maçarico é oscilado para frente e para trás, o controlador ou oscilador sabe quando o maçarico está localizado no centro da trança, e as formas de onda de CA que têm um componente de tensão/corrente negativa superior e não positiva podem ser aplicadas correspondentemente. A extensão de vareta de soldagem pode ser calculada no centro da trança. Visto que as formas de onda de CA no centro da trança têm um componente de tensão/corrente negativa superior à positiva, a porção negativa de tensão e/ou corrente de soldagem monitorada é usada, de preferência, para calcular extensão de vareta de soldagem no centro da trança e não a porção positiva. Desse modo, diferentes formas de onda de soldagem podem ser fornecidas nas bordas e no centro da trança, e parâmetros de soldagem diferentes determinados ou monitorados nas regiões diferentes com o uso das porções preferenciais diferentes das formas de onda de soldagem. O uso das porções preferenciais diferentes das formas de onda de soldagem, conforme descrito, ajuda a maximizar as informações fornecidas pelas formas de onda, a fim de aprimorar a precisão dos parâmetros de soldagem determinados a partir das formas de onda.

[0021] A profundidade D das peças de trabalho W1, W2 afeta a corrente consumida, na dimensão mostrada na

Figura 2, no ponto da solda em que o arco é estabelecido. À medida que o maçarico 12 é movido de um lado para o outro nas direções indicadas de modo geral pelas setas 42, a profundidade D da peça de trabalho respectiva sobre a qual o eletrodo 24 está situado durante soldagem varia. Para a junta exemplificativa na forma de uma junta de raiz aberta entre as peças de trabalho W1, W2 mostradas nas Figuras 1 e 2, superfícies planas opostas 44 são colocadas muito próximas entre si, opcionalmente uma em contiguidade com a outra. No entanto, deve-se entender que a presente revelação se limita a isso. Em vez disso, a presente revelação abrange qualquer junta a ser soldada na qual a distância entre o eletrodo e as peças de trabalho varia durante o movimento do maçarico de soldagem (por exemplo, uma junta em T). A título de brevidade para descrever claramente a presente tecnologia, a disposição ilustrativa das peças de trabalho W1, W2 mostrada nos desenhos será descrita detalhadamente abaixo.

[0022] Para a modalidade ilustrada nas Figuras 1 e 2, o maçarico 12 prossegue para frente na direção indicada de modo geral pela seta 46 a fim de gerar a costura de solda. À medida que o maçarico 12 se move para frente, o mesmo se move repetidamente pelo oscilador 29 por toda uma região de junção JR (Figura 2), que inclui a interface entre as superfícies planas opostas 44, em que a profundidade D das peças de trabalho W1, W2 é relativamente

rasa em comparação à profundidade D das peças de trabalho W1, W2 em uma ou mais regiões internas IR, que são separadas lateralmente de um eixo geométrico longitudinal da região de junção JR. A região interna IR de cada peça de trabalho W1, W2 tem uma delimitação distal adjacente ao ápice 48 do padrão de trança 14, em que o maçarico 12 muda a direção para mover novamente rumo à peça de trabalho oposta, e uma delimitação próxima entre o ápice 48 e as respectivas superfícies planas 44 das peças de trabalho W1, W2. A fim de criar o padrão de trança 14, o maçarico 12 é movido pelo oscilador 29 da localização de maçarico 12A no ápice 48 acima da peça de trabalho W1 na Figura 1, em direção à região de junção JR, conforme representado pela localização de maçarico 12B, antes de cruzar a interface ou lacuna entre as superfícies planas 44 e da aproximação ao ápice 48 do padrão de trança 14, representado pela localização de maçarico 12C. Evidentemente, qualquer padrão diferente de uma trança que cobrirá as profundidades e disposições variáveis de peça de trabalho em que uma pluralidade de diferentes níveis de calor desejado também é abrangida pelo escopo da presente revelação.

[0023] Durante soldagem, o sistema exemplificativo mostrado na Figura 3 tem capacidade para mudar entre dois ou mais processos de soldagem diferentes que envolvem diferentes formas de onda de corrente com base na posição do maçarico 12 ao longo da trança. Por exemplo,

o presente soldador a arco 10 pode mudar opcionalmente de um processo de entrada de calor soldagem relativamente alto realizado dentro da uma ou mais regiões internas IR (denominado intercambiavelmente de "regiões de borda" em que a borda da solda ocorre antes de o maçarico 12 ser alternado na direção lateral oposta), em que a profundidade D é relativamente profunda, até uma operação de soldagem de baixo calor dentro da região de junção JR, em que a profundidade D é relativamente rasa em comparação à profundidade D da regiões internas IR. A localização do maçarico 12 e do eletrodo 24 em relação à peça de trabalho W e ao longo da costura de solda pode ser rastreada captando-se qualquer parâmetro adequado com um valor que varia para coincidir com a localização. Por exemplo, o sensor de corrente 35 pode monitorar a corrente consumida a fim de estabelecer o arco 18. A corrente captada mudará em uma taxa distintiva na lacuna entre as superfícies planas 44, o que indica que o eletrodo 24 está localizado na interface entre as peças de trabalho W1, W2. De modo semelhante, o consumo de corrente aumentará além de um valor-limite à medida que o eletrodo se move da região de junção JR para uma região interna IR. Desse modo, o movimento do eletrodo 24 entre regiões nas quais o calor alto é desejável para obter uma penetração desejada nos pés da solda e regiões nas quais o baixo calor é desejável para evitar a queima através da junta pode ser rastreado com

base, pelo menos em parte, no consumo de corrente captado. Embora a captação do consumo de corrente seja descrita nas modalidades ilustrativas no presente documento, outras modalidades podem captar ou, de outro modo, monitorar qualquer parâmetro que seja indicativo de uma condição que garante a mudança entre operações de soldagem de alto e baixo calor e iniciar uma transição entre essas operações de soldagem em resposta à mesma. Além disso, à medida que o maçarico é oscilado para frente e para trás, o controlador ou oscilador pode saber quando o maçarico está localizado no centro da trança e quando o maçarico está localizado em direção às bordas da trança sem se referir a um parâmetro captado, tal como a corrente.

[0024] Um método ilustrativo para controlar o calor produzido por um soldador a arco elétrico 10 durante produção de um padrão de trança 14 ao longo uma costura de solda entre peças de trabalho alinhadas W1, W2 é retratado graficamente no diagrama de fluxo da Figura 4. Os exemplos ilustrativos das formas de onda com as quais o eletrodo 24 foi alimentado durante soldagem nas várias regiões diferentes para soldagem a arco submerso com CA ("SAW") e CA soldagem a arco gás-metal ("GMAW") são mostrados nas Figuras 5 e 6, respectivamente. Na Etapa S100, a fonte de alimentação 16 alimenta o eletrodo 24 com uma corrente elétrica para estabelecer o arco 18 entre o eletrodo 24, por exemplo, na posição de eletrodo 12A na Figura 1. A

posição do maçarico dentro do padrão de trança (por exemplo, região interna IR ou região de junção JR) é determinada na Etapa S110. A posição do maçarico pode ser determinada pelo oscilador ou pelo controlador diretamente, à medida que os movimentos do maçarico são controlados ou determinado a partir de um parâmetro monitorado, tal como corrente ou tensão. Com base na posição do maçarico dentro do padrão de trança, determina-se na Etapa S120 a possibilidade de um processo de solda de alto calor ou de baixo calor ser apropriado para a corrente localização do eletrodo 24. Para o presente exemplo, determina-se na Etapa S120 que a soldagem na localização de maçarico 12A (Figura 1) dentro de uma região interna IR da peça de trabalho W1 que exige o eletrodo 24 seja alimentado com uma forma de onda de corrente de alto calor na Etapa S130. Um exemplo de uma forma de onda de corrente de alto calor 50 para soldagem SAW com CA dentro da região interna IR é mostrado na Figura 5. A forma de onda de corrente de alto calor 50 é entregue durante um processo de solda conduzido dentro da região interna IR durante movimento da posição de maçarico 12A em direção à posição de maçarico 12B. Durante soldagem na região interna IR, uma porção, porém, menor que toda a forma de onda de corrente de alto calor 50, é selecionada na Etapa S150 para ser monitorada, amostrada ou considerada de modo geral e fatorada em uma determinação da corrente, tensão, potência média ou instantânea etc. alimentada

durante o processo de soldagem de alto calor na região interna IR, a fim de determinar um parâmetro, tal como a localização do maçarico durante rastreamento de costura, a extensão de vareta de soldagem 40 e semelhantes. Por exemplo, uma porção da forma de onda de corrente de alto calor pode ser ponderada com mais peso ou, de outro modo, considerada de maneira mais proeminente no cálculo do que uma ou mais outras porções dependendo da região (por exemplo, região interna IR ou região de junção JR) na qual a soldagem é realizada. De modo opcional, a ponderação pode incluir excluir por completo (por exemplo, atribuir um fator de ponderação igual a zero (0,0) a) uma porção da forma de onda de corrente de alto calor. Para o exemplo específico mostrado na Figura 5, a borda ascendente 52 e/ou a borda descendente 54 de pulsos de onda quadrada e/ou outros parâmetros, tais como a magnitude positiva do pulso, podem ser detectadas durante o ciclo positivo da forma de onda 50 a fim de avaliar a largura de pulso ou, de outro modo, calcular a média ou outra medida da corrente com a qual o eletrodo 24 foi alimentado durante soldagem na região interna IR. Para modalidades que envolvem detectar bordas tanto ascendente quanto descendente no pico ou em outro local dentro da porção positiva da forma de onda ou detectar a amplitude positiva máxima do pulso, a porção negativa 56 da forma de onda (por exemplo, aquela porção verticalmente abaixo do eixo geométrico horizontal na

Figura 5) pode ser excluída da consideração completamente ou considerada pelo menos até um ponto menor que a porção positiva da forma de onda de corrente de alto calor 50. A porção primária de qualquer forma de onda a ser fatorada no cálculo da corrente/tensão de soldagem para determinar a posição de maçarico durante o rastreamento de costura ou a extensão de vareta de soldagem 40 durante soldagem na região associada é denominada doravante de Porção Selecionada. Durante cada um dos processos de soldagem descritos no presente documento, o eletrodo 24 é alimentado pelo alimentador de fio 22 em uma velocidade de alimentação de fio que corresponde à operação de soldagem em andamento.

[0025] A menos que o processo de solda seja interrompido ou concluído, o método retorna para a etapa S110 para determinar a posição de maçarico com base na localização dentro do padrão de trança. À medida que o maçarico 12 é movido em direção à posição de maçarico 12B, o mesmo cruza a delimitação que separa a região interna IR da região de junção JR da peça de trabalho W1 e, ao final, a interface ou lacuna entre as duas peças de trabalho W1, W2. Com base na posição do maçarico 12 estabelecida pelo oscilador 29 dentro da região de junção JR, na Etapa S120, o controlador 34 determina um processo de solda de entrada de baixo calor a ser realizado e controla a entrega de corrente elétrica da fonte de alimentação 16 para iniciar tal processo de solda na Etapa S140. A porção negativa da

forma de onda também é estabelecida pelo controlador 34 como a porção de forma de onda a ser considerada primariamente a fim de determinar a corrente média na Etapa S160. Em outras palavras, a porção negativa da forma de onda é incluída na Porção Selecionada durante a soldagem na região de junção JR. A extensão de vareta de soldagem pode ser calculada durante a soldagem na região de junção JR com base na Porção Selecionada da forma de onda usada durante o processo de solda de entrada de baixo calor.

[0026] A Figura 5 também fornece um exemplo ilustrativo de uma forma de onda de corrente de baixo calor 60 alimentada durante o processo de solda para soldagem SAW com CA de baixo calor dentro da região de junção JR. A forma de onda de corrente de baixo calor 60 tem menos de um componente positivo do que a forma de onda de corrente de alto calor 50. Em outras palavras, pelo menos uma dentre a largura de pulso, uma magnitude de pulso positivo, área positiva (por exemplo, acima do eixo geométrico horizontal) sob a forma de onda e qualquer outra medida para a forma de onda de corrente de baixo calor 60 é menor que um valor correspondente da forma de onda de corrente de alto calor 50, então, as peças de trabalho durante soldagem são alimentadas com menos calor na região de junção JR (por exemplo, a fim de evitar queimadura). Semelhante ao processo de solda de alto calor, uma porção, porém, menor que toda a forma de onda de corrente de baixo calor 60, é

considerada primariamente para calcular a corrente média (ou tensão) com a qual o eletrodo 24 é alimentado. No entanto, diferentemente durante o processo de solda de alto calor, as porções negativas 62 da forma de onda de corrente de baixo calor 60 são consideradas primariamente, e opcionalmente, a única consideração para a exclusão das porções positivas, a fim de determinar a corrente (ou tensão) com a qual o eletrodo 24 é alimentado para determinar extensão de vareta de soldagem 40 dentro da região de junção JR. Por meio consideração primária ou, de outro modo, da fatoração na determinação da corrente média, pelo menos uma porção negativa da forma de onda de corrente de baixo calor 60 pode ser ponderada com mais peso e considerada de maneira mais proeminente no cálculo de uma ou mais outras porções dependendo da região (por exemplo, região interna IR ou região de junção JR) na qual a soldagem é realizada. De modo opcional, a ponderação pode envolver excluir por completo (por exemplo, atribuir um fator de ponderação igual a zero (0,0) a) uma porção da forma de onda de corrente de baixo calor 60. Para o exemplo específico mostrado na Figura 5, a borda descendente 64 e/ou a borda ascendente 66 de pulsos de onda quadrada podem ser detectadas durante o ciclo negativo desses pulsos para avaliar fatores, tais como na magnitude do pulso, a fim de avaliar a largura de pulso ou, de outro modo, calcular a corrente média com a qual o eletrodo 24 foi alimentado

durante soldagem na região interna IR. Para modalidades que envolvem detectar as bordas tanto descendente quanto ascendentes 64, 66 no pico ou em outro local dentro da porção negativa 62 da forma de onda 60 ou detectar a amplitude positiva máxima do pulso, a porção positiva 68 da forma de onda 60 (por exemplo, aquela porção verticalmente acima do eixo geométrico horizontal na Figura 5) pode ser excluída da consideração completamente ou considerada pelo menos até um ponto menor que a porção negativa 62 da forma de onda 60.

[0027] Conforme mostrado na Figura 5, o controlador 34 continua o processo de solda de alto calor após o maçarico 12 se mover de volta para a região interna IR oposta após sair da região de junção JR durante a formação do padrão de trança. A trajetória percorrida pelo maçarico 12 para criar o padrão de trança pode ser uma trajetória predeterminada ou, inserida, de outro modo no oscilador 29 ou no controlador 34, e o controlador 34 pode considerar primária ou unicamente a Porção Selecionada da forma de onda nas regiões respectivas para determinar a extensão de vareta de soldagem 40 ou realizar o rastreamento de costura dentro de diferentes regiões de soldagem. Durante o rastreamento de costura, o controlador 34 ou o oscilador 29 podem confirmar a localização em que o maçarico 12 deve mudar de direção nas posições laterais mais externas e novamente percorrer em direção à região de

junção JR a fim de criar a padrão de trança. Desse modo, caso a trajetória de costura de solda ao longo da qual o maçarico 12 percorre começa a se deslocar ou, de outro modo, desviar de uma trajetória destinada do padrão de trança, o maçarico pode continuar a seguir a costura de solda desviado.

[0028] Embora as formas de onda exemplificativas que aparecem na Figura 5 sejam para soldagem SAW com CA, o presente pedido não deve se limitar a isso. Ao aparelho e método descritos no presente documento são úteis para qualquer soldador a arco e método de soldagem em que a comutação entre processos de solda de alto e baixo calor em termo real com base na geometria e/ou outras características físicas da peça de trabalho é apropriada. Como outro exemplo, a Figura 6 mostra formas de onda de corrente CA com as quais um eletrodo 24 deve ser alimentado para soldagem GMAW com CA. A forma de onda de corrente de alto calor mostrada na Figura 6 carece de um componente negativo, então, as porções de pico 72 podem ser consideradas primariamente e usadas para calcular a corrente média, e a metade inferior, ou mínimo local, ou outras porções "inferiores" da forma de onda 70 pode ser excluída opcionalmente do cálculo da corrente média ou recebeu um peso menor, ou foi atribuído à mesma, que as porções de pico 72, que são as Porções Selecionadas, no presente exemplo.

[0029] Semelhantemente à descrição acima, a forma de onda de corrente de alto calor 70 é entregue durante um processo de solda de alto calor conduzido dentro da região interna IR durante movimento da posição de maçarico 12A em direção à posição de maçarico 12B. Durante a soldagem na região interna IR, a Porção Selecionada, porém menos que toda a forma de onda de corrente de alto calor 70, é selecionada na Etapa S150 para ser monitorada, amostrada ou considerada de modo geral e fatorada em uma determinação da corrente média alimentada durante o processo de soldagem de alto calor na região interna IR. A Porção Selecionada forma de onda de corrente de alto calor pode ser ponderada com mais peso ou considerada de maneira mais proeminente no cálculo do que uma ou mais outras porções dependendo da região (por exemplo, região interna IR ou região de junção JR) na qual a soldagem é realizada semelhante à descrição acima. No entanto, visto que a forma de onda 70 carece de um componente negativo, a metade inferior, ou o mínimo local, ou as outras porções "inferiores" da forma de onda 70 pode ser excluída opcionalmente do cálculo da corrente média ou receber um peso menor que porções de pico 72, que são as Porções Selecionadas, no presente cálculo.

[0030] A Figura 6 também fornece um exemplo ilustrativo de uma forma de onda de corrente de baixo calor 80 alimentada durante o processo de solda para soldagem

GSAW com CA de baixo calor dentro da região de junção JR. A forma de onda de corrente de baixo calor 80 tem aproximadamente o mesmo componente positivo 84 que a forma de onda de corrente de alto calor 70, porém, o controlador 34 adicionou o componente negativo 82 que está ausente da forma de onda de corrente de alto calor 70. Novamente, uma porção, porém, menor que toda a forma de onda de corrente de baixo calor 80 é considerada primariamente como a Porção Selecionada no cálculo da corrente média com a qual o eletrodo 24 foi alimentado. Essa Porção Selecionada pode incluir um componente negativo 82 da forma de onda de corrente de baixo calor 80 e pode excluir outras porções 84 do cálculo da corrente média.

[0031] Independentemente das porções de uma forma de onda monitorada que são consideradas para calcular a corrente ou tensão média, a média ou tensão corrente pode ser usada par estimar a extensão de vareta de soldagem 40 em várias localizações ao longo da costura de solda e para auxiliar adicionalmente o rastreamento da solda ou pode ser usada para determinar outros parâmetros de soldagem. Conforme discutido acima, diferentes formas de onda de soldagem podem ser fornecidas nas bordas e no centro da trança, e parâmetros de soldagem diferentes (por exemplo, extensão de vareta de soldagem, localização de maçarico ou detecção de borda de trança etc.) determinados ou monitorados nas regiões diferentes com o uso das porções

preferenciais diferentes das formas de onda de soldagem.

[0032] As modalidades ilustrativas foram descritas acima. Ficará evidente na técnica que os dispositivos e métodos acima podem incorporar mudanças e modificações sem haver afastamento do escopo geral da presente invenção. A inclusão de todas tais modificações e alterações estão destinadas a serem abrangidas pelo escopo da presente invenção. Além disso, até o ponto em que o termo "incluir" for usado tanto na descrição detalhada como nas reivindicações, tal termo estará destinado a ser inclusivo semelhantemente ao termo "compreender", uma vez que "compreender" é interpretado quando empregado como uma palavra transicional em uma reivindicação.

### REIVINDICAÇÕES

1. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, para produzir um padrão de trança ao longo de uma costura de solda entre peças de trabalho alinhadas a uma sucessão de cordões de solda individual por toda a costura de solda, sendo que cada cordão comprehende uma porção central que inclui uma região de junção entre as peças de trabalho alinhadas e regiões de borda de solda de cada uma dentre as peças de trabalho alinhadas separadas da região de junção, caracterizado por compreender:

uma fonte de alimentação que fornece uma forma de onda de soldagem a um eletrodo de soldagem para gerar um arco a fim de obter um calor desejado para soldagem;

um maçarico de soldagem;

um oscilador configurado para oscilar o maçarico de soldagem a fim de gerar o padrão de trança ao longo da costura de solda e entre as regiões de borda de solda; e

pelo menos um controlador que faz com que a fonte de alimentação opere em pelo menos um primeiro modo que utiliza uma primeira forma de onda durante a soldagem dentro da região de junção e em um segundo modo que usa uma segunda forma de onda que tem um componente positivo superior à primeira forma de onda usada no primeiro modo, durante a soldagem dentro das regiões de borda de solda,

em que o pelo menos um controlador determina um valor de extensão de vareta de soldagem com base na primeira forma de onda usada durante a soldagem na região de junção,

porém, não na segunda forma de onda, e realiza rastreamento de costura da costura de solda com base na segunda forma de onda usada durante a soldagem nas regiões de borda de solda, porém, não na primeira forma de onda.

2. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por pelo menos um controlador ser configurado para realizar rastreamento de costura durante soldagem no segundo modo proporcionando-se um peso superior a uma porção positiva da segunda forma de onda em relação a um peso proporcionado a uma porção negativa da segunda forma de onda.

3. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por pelo menos um controlador ser configurado para excluir a porção negativa da segunda forma de onda durante a determinação de bordas do padrão de trança durante o rastreamento de costura durante soldagem no segundo modo e fatorar apenas a porção positiva da segunda forma de onda durante a determinação de bordas do padrão de trança.

4. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por pelo menos um controlador ser configurado para determinar o valor de extensão de vareta de soldagem durante soldagem no primeiro modo proporcionando-se um peso superior a uma porção negativa da primeira forma de onda em relação a uma porção positiva da primeira forma de onda.

5. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por pelo menos um controlador ser configurado para excluir a porção positiva da primeira forma de onda da determinação de valor de extensão de vareta de soldagem durante soldagem no primeiro modo e fatorar apenas a porção negativa da primeira forma de onda na determinação do valor de extensão de vareta de soldagem.

6. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo controlador ser configurado para determinar, durante soldagem no primeiro modo, o valor de extensão de vareta de soldagem proporcionando-se um peso superior a uma porção negativa da primeira forma de onda durante soldagem na região de junção em relação a uma porção positiva da primeira forma de onda.

7. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo controlador ser configurado para excluir a porção positiva da primeira forma de onda da determinação de valor de extensão de vareta de soldagem durante soldagem no primeiro modo e considerar apenas a porção negativa da primeira forma de onda a fim de determinar o valor de extensão de vareta de soldagem.

8. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por uma corrente média de uma porção positiva da segunda forma de onda fornecida pela fonte de alimentação durante soldagem no segundo modo ser maior que a corrente média da porção positiva da primeira forma de onda

fornecida pela fonte de alimentação durante soldagem no primeiro modo.

9. MÉTODO PARA CONTROLAR O CALOR PRODUZIDO POR UM SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, durante a produção de um padrão de trança ao longo de uma costura de solda entre peças de trabalho alinhadas a uma sucessão de cordões de solda individual por toda a costura de solda, sendo que cada cordão compreende uma porção central que inclui uma região de junção entre bordas espaçadas de maneira transversal das peças de trabalho alinhadas e regiões de borda de solda de cada uma das peças de trabalho alinhadas separadas da região de junção, caracterizado por compreender:

oscilar um maçarico de soldagem do soldador a arco elétrico entre as regiões de borda de solda durante a soldagem a arco;

captar uma forma de onda fornecida por uma fonte de alimentação a um eletrodo de soldagem do maçarico de soldagem;

determinar que o maçarico de soldagem é adjacente à região de junção e fornecer uma primeira forma de onda de CA ao eletrodo de soldagem;

determinar que o maçarico de soldagem é adjacente a uma região de borda de soldagem e fornecer uma segunda forma de onda de CA ao eletrodo de soldagem, em que a segunda forma de onda de CA tem um componente positivo superior à primeira forma de onda de CA usada durante a soldagem na região de

junção;

determinar um valor de extensão de vareta de soldagem com base na primeira forma de onda de CA usada durante a soldagem na região de junção e excluir a segunda forma de onda de CA; e

realizar rastreamento de costura da costura de solda com base na segunda forma de onda de CA usada durante a soldagem nas regiões de borda de solda e excluir a primeira forma de onda de CA.

10. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pela dita determinação do valor de extensão de vareta de soldagem excluir uma porção positiva da primeira forma de onda de CA durante a determinação do valor de extensão de vareta de soldagem de modo que o valor de extensão de vareta de soldagem seja determinado apenas a partir de uma porção negativa da primeira forma de onda de CA.

11. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pela dita determinação do valor de extensão de vareta de soldagem ponderar uma porção negativa da primeira forma de onda de CA superior a uma porção positiva da primeira forma de onda de CA.

12. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pela dita realização do rastreamento de costura determinar bordas do padrão de trança e excluir porções negativas da segunda forma de onda de CA de modo que as

bordas do padrão de trança sejam determinadas apenas a partir de porções positivas da segunda forma de onda de CA.

13. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pela dita realização do rastreamento de costura determinar bordas do padrão de trança e ponderar porções positivas da segunda forma de onda de CA superior às porções negativas da segunda forma de onda de CA.

14. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, para produzir um padrão de trança ao longo de uma costura de solda entre peças de trabalho alinhadas a uma sucessão de cordões de solda individual por toda a costura de solda, sendo que cada cordão comprehende uma porção central que inclui uma região de junção entre as peças de trabalho alinhadas e regiões de borda de solda de cada uma dentre as peças de trabalho alinhadas separadas da região de junção, caracterizado por compreender:

uma fonte de alimentação que fornece uma forma de onda de soldagem a um eletrodo de soldagem para gerar um arco a fim de obter um calor desejado para soldagem;

um maçarico de soldagem;

um oscilador configurado para oscilar o maçarico de soldagem a fim de gerar o padrão de trança ao longo da costura de solda e entre as regiões de borda de solda; e

pelo menos um controlador que faz com que a fonte de alimentação opere em pelo menos um primeiro modo que utiliza uma primeira forma de onda de CA durante a soldagem dentro da região de junção, e em um segundo modo que usa uma

segunda forma de onda de CA que tem um componente positivo superior à primeira forma de onda de CA usada no primeiro modo, durante a soldagem dentro das regiões de borda de solda,

em que o pelo menos um controlador determina um primeiro parâmetro de soldagem com base na primeira forma de onda de CA, usada durante a soldagem na região de junção, porém, não com base na segunda forma de onda de CA, e

em que o pelo menos um controlador determina um segundo parâmetro de soldagem com base na segunda forma de onda de CA, usada durante a soldagem nas regiões de borda de solda, porém, não com base na primeira forma de onda de CA.

15. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo segundo parâmetro de soldagem ser localização de maçarico para rastreamento de costura da costura de solda.

16. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por pelo menos um controlador ser configurado para realizar rastreamento de costura proporcionando-se um peso superior a uma porção positiva da segunda forma de onda de CA em relação a um peso proporcionado a uma porção negativa da segunda forma de onda de CA.

17. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por pelo menos um controlador ser configurado para excluir a porção negativa da segunda

forma de onda de CA durante a determinação de bordas do padrão de trança durante o rastreamento de costura durante soldagem no segundo modo e para fatorar apenas a porção positiva da segunda forma de onda de CA durante a determinação de bordas do padrão de trança.

18. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo primeiro parâmetro de soldagem ser um valor de extensão de vareta de soldagem de eletrodo.

19. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo controlador ser configurado para determinar o valor de extensão de vareta de soldagem de eletrodo proporcionando-se um peso superior a uma porção negativa da primeira forma de onda de CA durante soldagem na região de junção em relação a uma porção positiva da primeira forma de onda de CA.

20. SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo controlador ser configurado para excluir a porção positiva da primeira forma de onda de CA a partir da determinação de valor de extensão de vareta de soldagem durante soldagem no primeiro modo e para considerar apenas a porção negativa da primeira forma de onda de CA a fim de determinar o valor de extensão de vareta de soldagem.

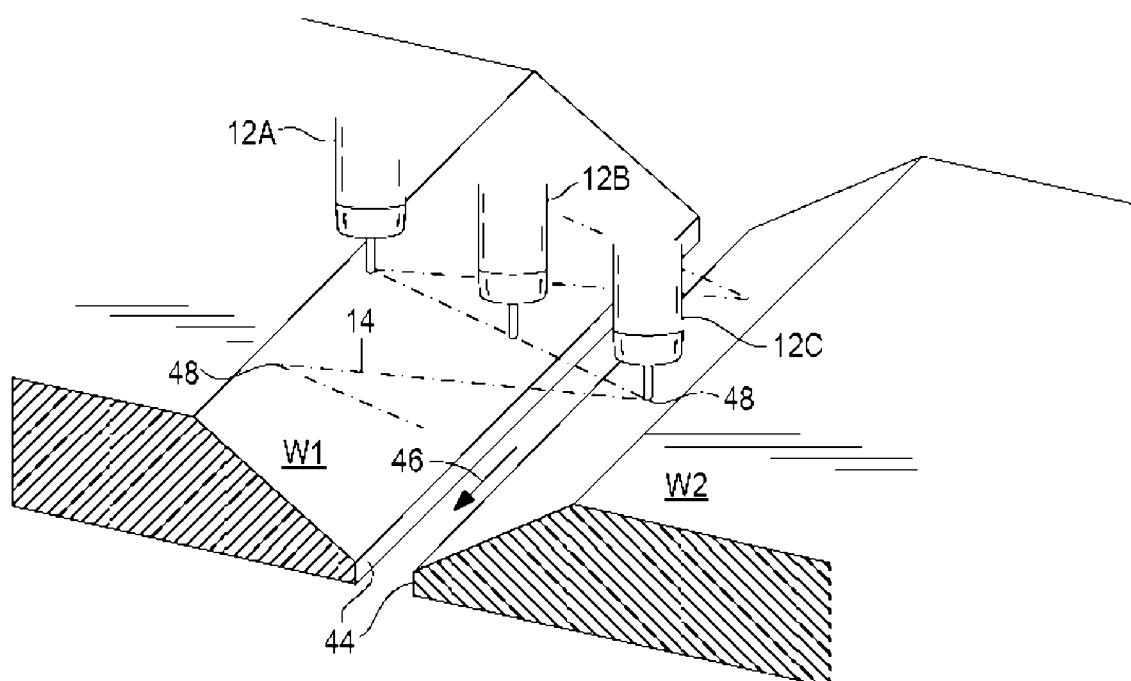


FIG. 1

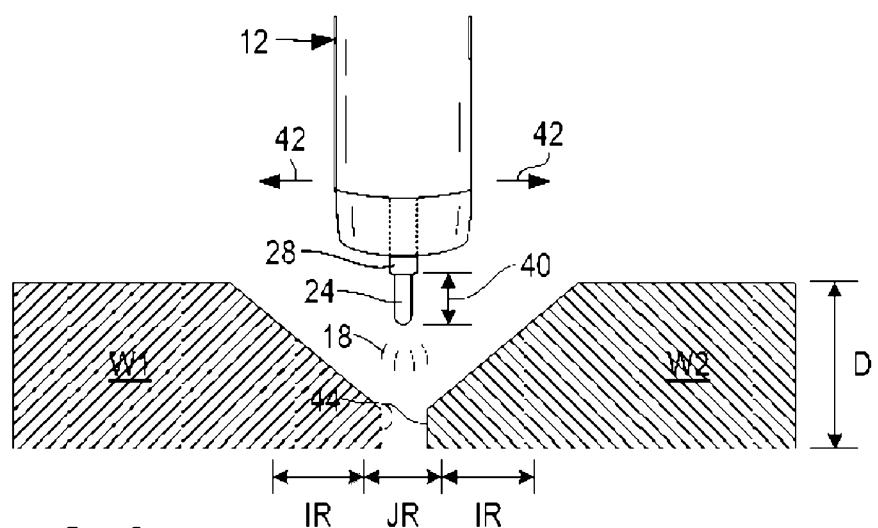
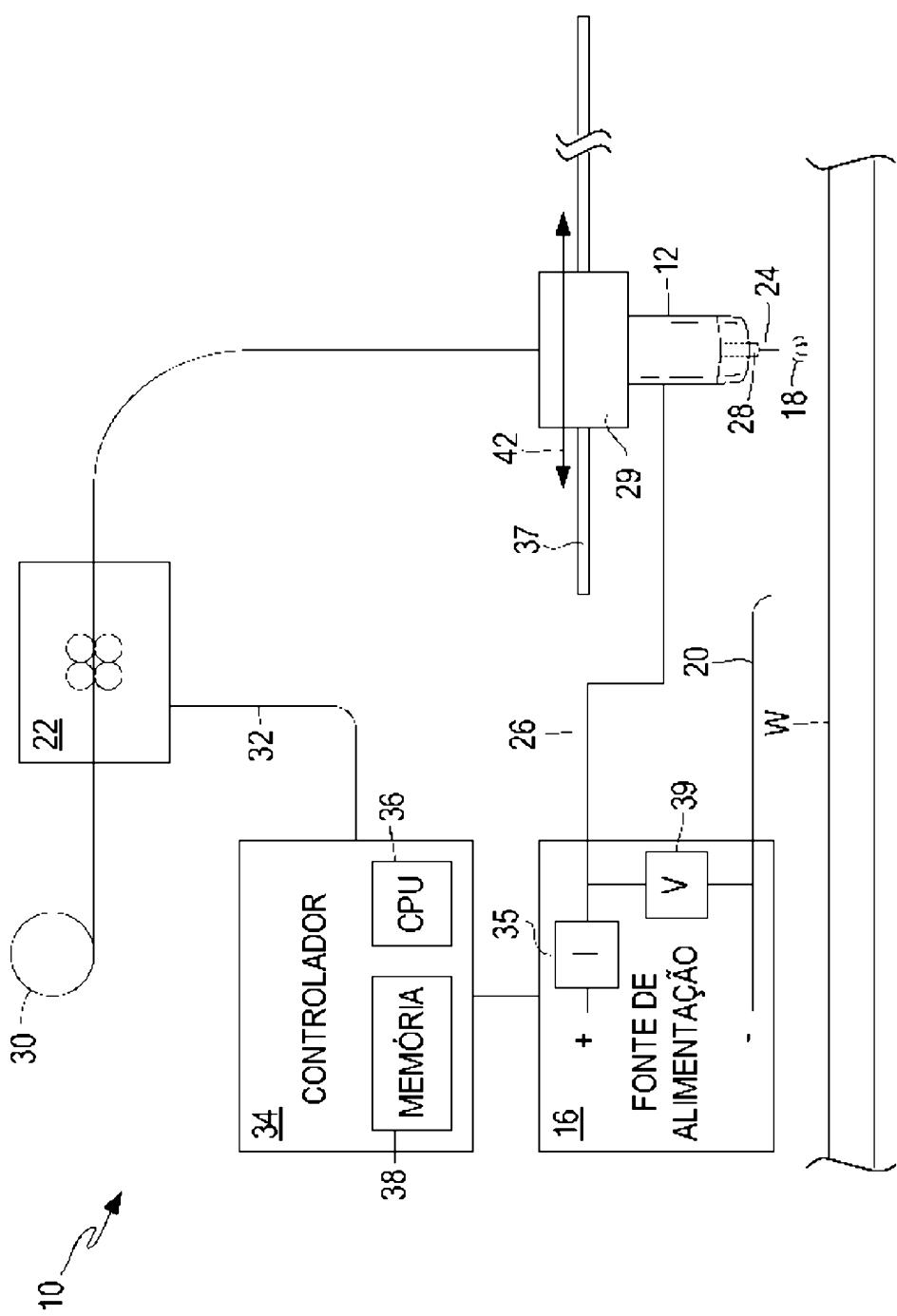


FIG. 2



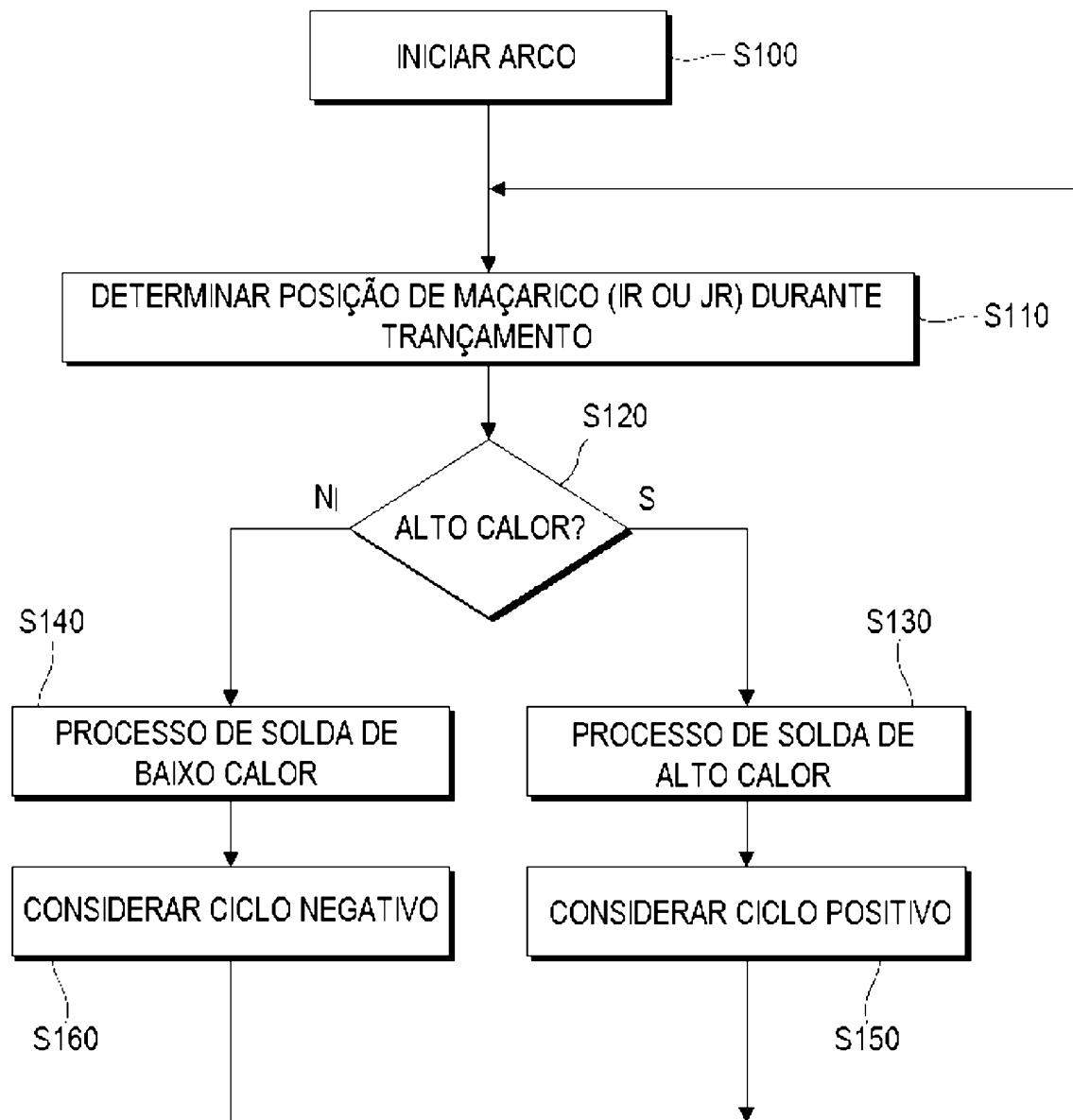


FIG. 4

4 / 5

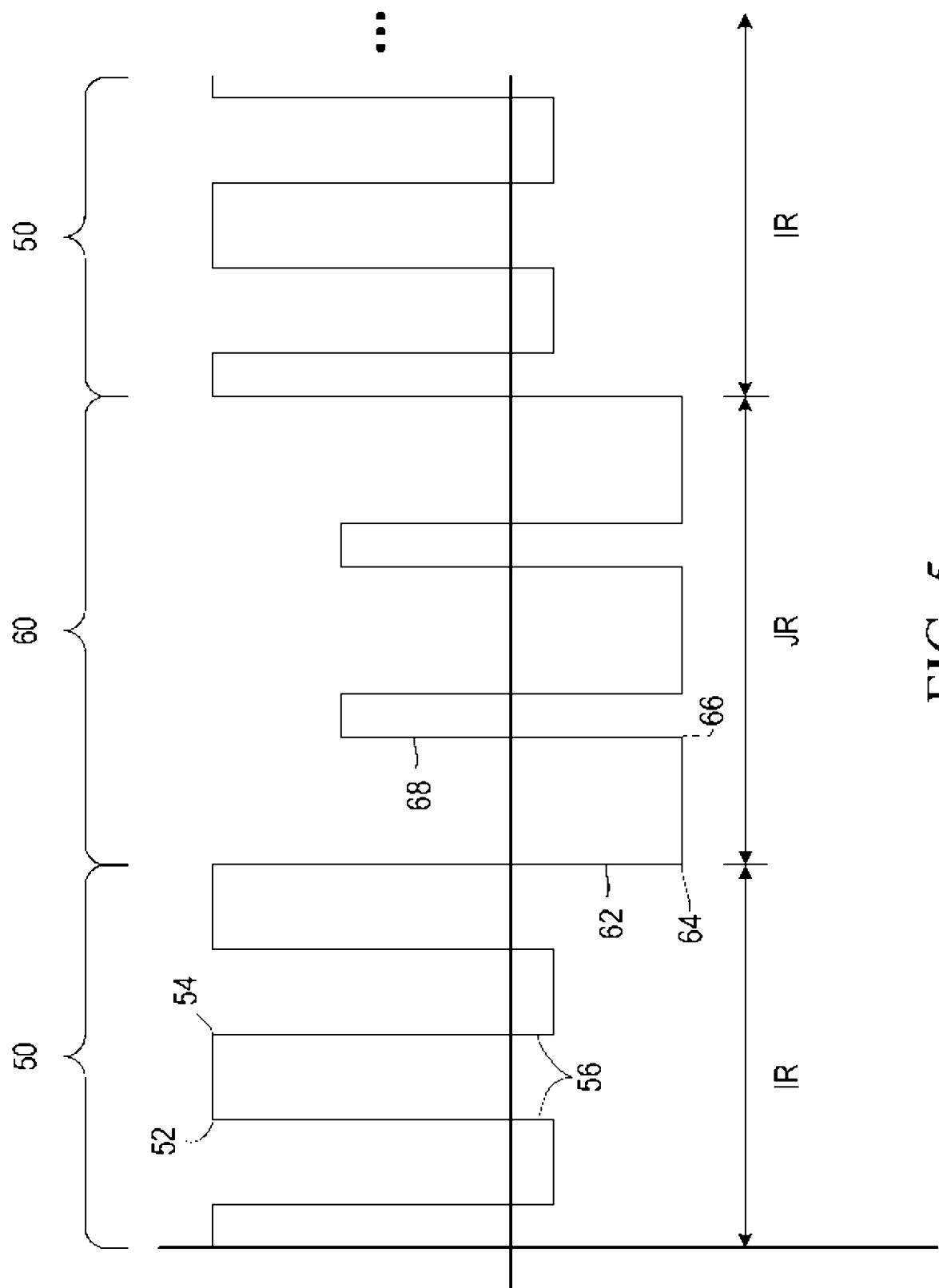


FIG. 5

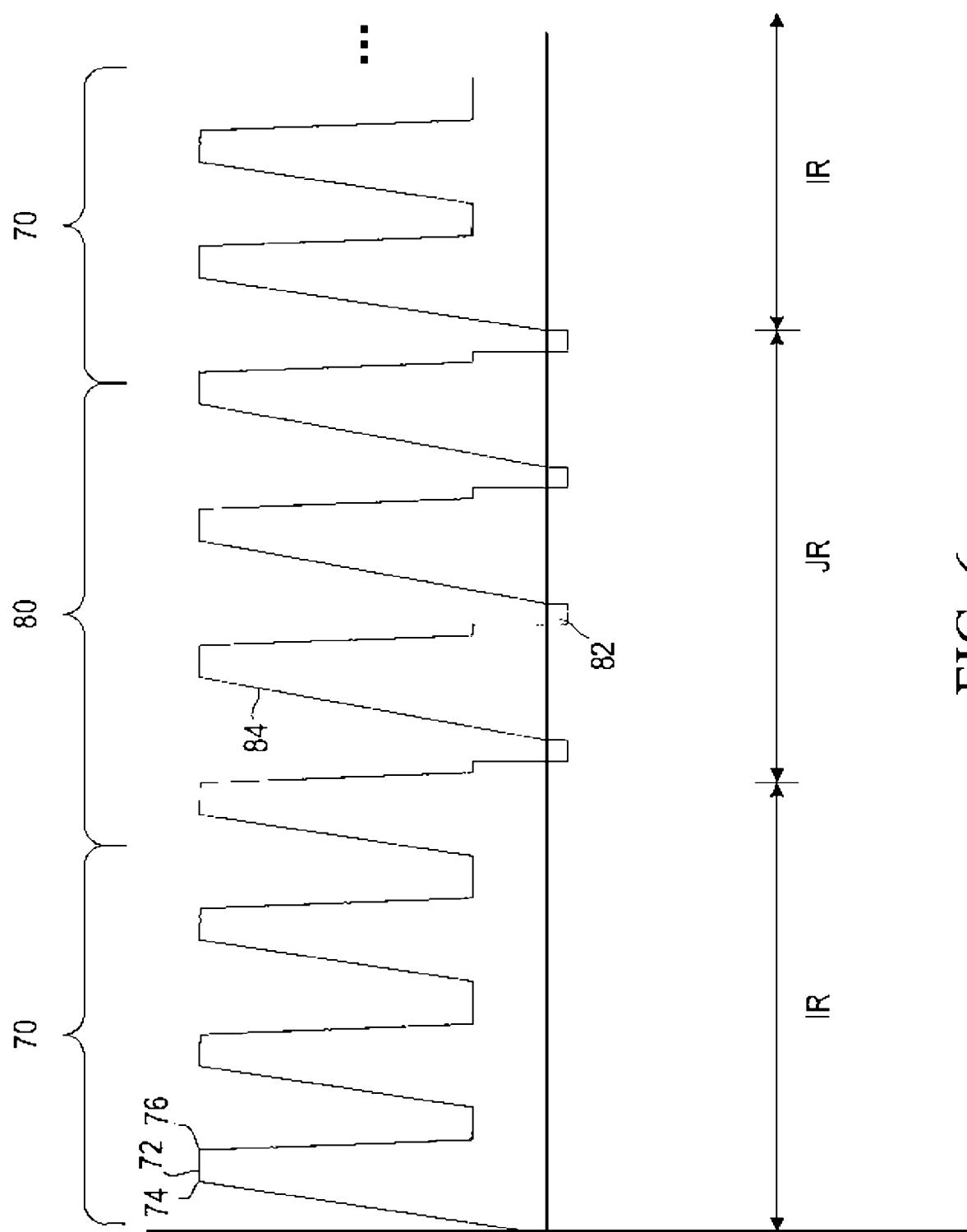


FIG. 6

RESUMOSOLDADORES A ARCO ELÉTRICO E MÉTODO PARA CONTROLAR  
O CALOR PRODUZIDO POR UM SOLDADOR A ARCO ELÉTRICO

Trata-se de um soldador a arco que produz um padrão de trança entre peças de trabalho. Cada cordão de solda compreende uma porção central que inclui uma região de junção entre a peças de trabalho e regiões de borda separadas da região de junção. O soldador inclui uma fonte de alimentação que fornece uma forma de onda de soldagem a um eletrodo de soldagem a fim de gerar um arco para obter o calor desejado para a soldagem, um maçarico de soldagem e um oscilador para oscilar o maçarico entre as regiões de borda de solda. Um controlador faz com que a fonte de alimentação opere em um primeiro modo que utiliza uma primeira forma de onda durante a soldagem dentro da região de junção, e em um segundo modo que usa uma segunda forma de onda que tem um componente positivo superior à primeira forma de onda, durante a soldagem dentro das regiões de borda. O controlador determina um valor de extensão de vareta de soldagem com base na primeira forma de onda, porém, não na segunda forma de onda, e realiza o rastreamento de costura com base na segunda forma de onda, porém, não na primeira forma de onda.