



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

(11) PI 0914290-8 B1

(22) Data do Depósito: 05/06/2009

(45) Data de Concessão: 14/02/2018



(54) Título: PROCESSO DE SOLDAGEM POR ARCO SUBMERSO PARA SOLDAGEM DE UMA PEÇA E ARAME DE SOLDAGEM

(51) Int.Cl.: B23K 9/18; B23K 35/02; B23K 35/36

(30) Prioridade Unionista: 18/06/2008 US 12/141,654

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

(72) Inventor(es): BEN J. SCHAEFFER; BORIS KAHN

**"PROCESSO DE SOLDAGEM POR ARCO SUBMERSO PARA SOLDAGEM DE
UMA PEÇA E ARAME DE SOLDAGEM"**

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[001] Soldagem a arco de metal a gás

[002] A soldagem a arco de metal a gás (GMAW), às vezes chamada por seus subtipos soldagem a gás inerte de metal (MIG) ou soldagem a gás ativo de metal (MAG), é um processo de soldagem a arco automático ou semi-automático em que um eletrodo de arame consumível e contínuo ("arame de soldagem") e um gás protetor são alimentados através de uma pistola de soldar.

[003] As figuras 1 e 2 ilustram o projeto básico de um sistema GMAW industrial convencional. Conforme mostrado nessas figuras, o sistema GMAW 10 inclui uma fonte de energia elétrica 12, montagem de acionamento de arame 14, sistema de suprimento de gás protetor 16, e conjunto de cabos 18 para transportar a energia elétrica, o arame soldagem e o gás protetor até uma peça de trabalho 20 que será soldada. A montagem de acionamento de arame 14 inclui tipicamente um suporte de carretel 22 para transportar uma bobina 24 de um eletrodo de arame consumível contínuo bem como um mecanismo de acionamento 26 incluindo um ou mais rodas motrizes (não mostradas) para acionar o arame de soldagem da bobina 24 através do conjunto de cabos 18 até a peça de trabalho 20. Nesse ínterim, o sistema de suprimento de gás protetor 16 normalmente inclui uma fonte de gás protetor 28 e um conduto de suprimento de gás 30 em comunicação fluida com o conjunto de cabos 18.

[004] Conforme ilustrado especificamente na figura 2, um conjunto de cabos 18 tipicamente assume a forma de um cabo flexível alongado 32 fixado em uma extremidade à fonte de alimentação 12, montagem de acionamento de arame 14 e sistema de suprimento de gás 16 em sua outra extremidade à pistola de soldar 34. Conforme ilustrado na figura 3, que é

uma seção transversal radial do cabo flexível 32, esse cabo flexível inclui normalmente um cabo elétrico 34 para fornecer uma energia elétrica de soldagem à ponta de contato da pistola de soldar 40, um conduto de gás 36 para transportar o gás protetor, e um envoltório flexível 48 para alojar o arame de soldagem.

[005] Na prática, o cabo flexível 32 tem, normalmente, pelo menos 10 pés (~3m) de comprimento, mais tipicamente, pelo menos 15 pés (~4,6 m), pelo menos 20 pés (~6,1 m), pelo menos 25 pés (~7,6 m), ou mesmo pelo menos 30 pés (~9,1 m) de comprimento, de modo que a fonte de energia elétrica 12, a montagem de acionamento de arame 14 e o sistema de suprimento de gás protetor 16 possam permanecer essencialmente estacionários enquanto a pistola de soldar 34 é movida manualmente para vários locais diferentes. Além disso, o cabo flexível 32 é, normalmente, produzido flexível, conforme possível, visto que fornece o maior grau de flexibilidade em termos de mover e posicionar a pistola de soldar 34 em qualquer local desejado. Então, por exemplo, o cabo flexível 32 normalmente é produzido flexível o suficiente para que ele possa realizar curvaturas relativamente estreitas, como sendo enrolado em espiral formando múltiplas revoluções, conforme ilustrado na figura 2.

[006] A fim de evitar que o arame de soldagem foque preso no interior do cabo flexível 32, o arame de soldagem é rosqueado até o interior de um envoltório flexível 48. Normalmente, esse envoltório flexível é produzido a partir de um arame metálico enrolado firmemente em um espiral cujo diâmetro interno é apenas levemente maior que o diâmetro externo do arame de soldagem, visto que essa estrutura fornece um alto grau de flexibilidade no cabo flexível 32 enquanto impede simultaneamente o contato entre o arame de soldagem e outros componentes no interior do cabo flexível.

[007] Em razão do comprimento e da flexibilidade do cabo flexível alongado 32, ele frequentemente assume uma quantidade comparativamente grande de força para dirigir o arame de soldagem da bobina 24 através do conjunto de cabos 18 sobre a peça de trabalho 20. Portanto, é de prática comum na indústria revestir o arame de soldagem com um lubrificante sólido como o grafite, dissulfeto de molibdênio, etc.. para reduzir o coeficiente de atrito entre suas superfícies externas e as superfícies internas do envoltório flexível através das quais ele passa.

[008] Soldagem a arco submerso

[009] A soldagem a arco submerso (SAW) difere da GMAW pelo fato de que, na SAW, nenhum gás protetor externo é usado. Em vez disso, a solda fundida e a zona de arco são submersas sob um cobertor de um fluxo fusível granular o qual, quando fundido, fornece uma trajetória de corrente entre o eletrodo e a peça de trabalho sendo soldada, e fornece uma proteção para o conjunto soldado da atmosfera circundante. Consulte a figura 4 que ilustra, esquematicamente a SAW, a figura 4 mostrando um arame de soldagem 50 acionado pelos cilindros de acionamento 52 que formam uma solda 58 em uma peça de trabalho 56, a ponta do arame de soldagem que forma um arco 54 que é totalmente submerso em uma camada de fluxo 60.

[0010] Uma vantagem particular da SAW é a de que altas taxas de deposição são possíveis. Por exemplo, as taxas de deposições de mais de 100 libras de metal de solda aplicado por hora (45 kg/h) ou mais são possíveis com a SAW, em comparação com 5 a 10 libras por hora (~2-4 kg/hr) na GMAW. Uma desvantagem particular da SAW é a de que apenas superfícies horizontais podem ser soldadas, como uma matéria prática, visto que a gravidade normalmente irá fazer com que o fluxo granular saia de superfícies não horizontais. Em razão dessas restrições, a SAW é usada

normalmente em aplicações em que soldas com altas taxas de deposição são feitas em objetos grandes posicionados horizontalmente, por exemplo, na fabricação de tubulação.

[0011] A figura 5 ilustra esse sistema de SAW. Nesse sistema, o arame de soldagem 62 obtido a partir da bobina de suprimento 64 é alimentado através da montagem de suprimento 66 que inclui cilindros de acionamento (não mostrado) através da pistola de soldar 68 onde é formada uma solda em uma peça de trabalho (não mostrado) montada em uma posição estacionária sobre a mesa 70. Na modalidade particular mostrada, uma bobina de suprimento 64, uma montagem de suprimento 66 e uma pistola de soldar 68 são montada em posições fixas na estrutura 71, que é móvel ao longo do trilho 72, de modo que uma solda contínua possa ser formada ao longo de todo o comprimento da peça de trabalho. Em outras modalidades, a bobina de suprimento 64, a montagem de suprimento 66 e a pistola de soldar 68 são montadas em posições estacionárias, enquanto a peça de trabalho é móvel ao longo da mesa 70 para fornecer uma solda alongada contínua. Em cada caso, um sistema de suprimento de fluxo adequado (não mostrado) é fornecido normalmente para cobrir automaticamente o sítio a ser soldado com o fluxo.

[0012] Dependendo da aplicação, esse sistema de SAW pode ser estacionário, no sentido de que todo o sistema é montado permanentemente em um único local de uso. Em outras aplicações, esse sistema de SAW pode ser móvel, no sentido de que todo o sistema pode ser movido entre diferentes locais de uso, como por exemplo, na soldagem de jacentes de ponte.

[0013] Industrialmente, o arame de soldagem 62 é fornecido à pistola de soldar 68 também nas bobinas, conforme ilustrado na figura 5, ou em barris, hastes, ou carretéis. Em todos os casos, esse suprimento de arame é

montado normalmente em uma posição fixa com relação a, e normalmente, bem próximo da pistola de soldar 68. De maneira similar, a montagem de suprimento 66 também é montada normalmente em uma posição fixa com relação a, e normalmente bem próximo da pistola de soldar 68. Como um resultado dessas características, nenhum sistema de orientação como um envoltório flexível 48 no sistema de GMAW ilustrado nas figuras de 1 a 3 é necessário. Isto ocorre porque não há essencialmente um atrito no deslizamento entre o arame de soldagem 62 e os elementos estruturais que transportam esse arame de soldagem da bobina de suprimento 64 para a pistola de soldar 68. Portanto, o arame de soldagem para os sistemas de SAW são dotados dos lubrificantes sólidos usados tipicamente em sistemas de GMAW para a redução do atrito de deslizamento.

[0014] Conforme indicado acima, as taxas de deposição na SAW são tipicamente muito maiores que na GMAW. Isto é possível com o uso de um arame de soldagem mais espesso e com o uso de mais energia elétrica que na GMAW. Por exemplo, o arame de soldagem da SAW tem tipicamente 1/16 polegada (~1,6 mm) ou mais em diâmetro enquanto o arame de soldagem da GMAW tem um diâmetro de cerca de 1/16 polegada (~1,6 mm) ou menos. Em qualquer evento, em razão dessas condições substancialmente mais intensas na SAW, a vida útil da ponta de contato da pistola de soldar através da qual o arame de soldagem passa pode ser muito curta devido ao atrito e ao desgaste abrasivo. Por exemplo, a vida útil de uma ponta de contato de berílio-cobre comercial padrão, quando usada na soldagem SAW com um arame de soldagem SAW de aço padrão desencapado (isto é, não plaqueado) limpo (sem resíduo de sabonete de extração), pode ser tão curta quanto quatro horas ou menos.

[0015] Em razão desse problema, o arame de soldagem SAW comercial é quase sempre plaqueado com um plaqueamento de

cobre. Infelizmente, as porções desse plaqueamento de cobre são frequentemente arrancadas do arame de soldagem à medida que ele passa através dos cilindros de acionamento retorcido (por exemplo, cilindros de acionamento 52 na figura 4) e pelos retificadores de arame tipicamente encontrados em um sistema de alimentação de arame de SAW padrão. Ao longo do tempo, esse cobre removido pode se acumular no sistema de alimentação como flocos de cobre, e pode, ainda, contaminar a solda sendo formada. Essa contaminação por cobre, por sua vez, pode colocar em risco a integridade da solda em razão de um fenômeno chamado de "fissuração de cobre" que é um tipo de fragilização de metal líquido.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0016] O problema é resolvido por um arame de soldagem para uso na soldagem a arco submerso, em particular, um arame de soldagem SAW, com os recursos da reivindicação 11 bem como por um processo de acordo com a reivindicação 1 e 9. Várias modalidades exemplificadoras da presente invenção são definidas em sub-reivindicações e serão discutidas abaixo em detalhe. De acordo com essa invenção, verificou-se que os lubrificantes sólidos de arame de soldagem convencional trabalharão essencialmente também como um plaqueamento de cobre na redução do desgaste abrasivo da ponta de contato na soldagem a arco submerso. Portanto, é possível, de acordo com essa invenção, eliminar a perda de cobre e o problema de contaminação encontrado normalmente quando se usa o arame de soldagem SAW com plaqueamento de cobre na soldagem a arco submerso enquanto ainda se mantém a vida útil da ponta de contato aperfeiçoada que o plaqueamento de cobre possibilita.

[0017] Dessa forma, a presente invenção apresenta um novo arame de soldagem para uso na soldagem a arco submerso que compreende um substrato de arame de soldagem

a arco submergido e um lubrificante sólido particulado sobre as superfícies do substrato de arame de soldagem.

[0018] Além disso, a presente invenção também fornece um processo para a redução do desgaste abrasivo da ponta de contato na soldagem a arco submergido, sendo que o processo compreende usar, como o arame de soldagem, um substrato de arame de soldagem a arco submergido e um lubrificante sólido particulado nas superfícies do substrato de arame de soldagem. Além disso, a presente invenção apresenta um processo de soldagem a arco submergido para a soldagem de uma peça de trabalho na qual a ponta de um arame de soldagem SAW é submergida sob um cobertor de um fluxo fusível granular durante a soldagem, em que o arame de soldagem compreende um substrato de arame de soldagem e um lubrificante sólido sobre as superfícies do substrato do arame de soldagem.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0019] A presente invenção pode ser mais prontamente compreendida por referência aos desenhos a seguir em que as figuras 1 e 2 são vistas esquemática e perspectivamente ilustrando um sistema de soldagem GMAW convencional;

[0020] A figura 3 é uma seção transversal radial esquemática de um cabo flexível alongado típico usado no conjunto de cabos dos sistemas de GMAW das figuras 1 e 2;

[0021] A figura 4 é uma ilustração esquemática de um sistema de soldagem SAW convencional; e

[0022] A figura 5 é uma vista em perspectiva que ilustra um tipo de sistema de soldagem SAW convencional.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0023] De acordo com essa invenção, o plaqueamento de cobre aplicado normalmente às superfícies de um arame de soldagem a arco submergido para impedir o desgaste abrasivo da ponta de contato da pistola de soldar é substituído por um lubrificante sólido. Em uma modalidade preferencial, o

arame de soldagem para uso na soldagem a arco submergido, em particular, um arame de soldagem SAW, compreende um substrato de arame de soldagem a arco submergido e um lubrificante sólido sobre a superfície do substrato de arame de soldagem a arco submergido, sendo que o arame de soldagem tem um diâmetro maior que ~4mm. Sendo que, em um arame preferencial, o substrato de arame de soldagem a arco submergido é livre de plaqueamento de cobre, em particular, o lubrificante sólido compreende pelo menos um dentre MoS₂, WS₂, ZnO, grafite, PTFE, ou uma mistura que compreende pelo menos um deles. As alternativas preferenciais compreendem, como lubrificantes sólidos, pelo menos um dentre MoS₂, WS₂, grafite e PTFE, ou grafite. O tamanho de partícula do lubrificante sólido é de cerca de 0,5 a 15 µm. De acordo com essa invenção, ele é também um fio, sendo que o lubrificante sólido faz parte de uma composição de revestimento lubrificante sólido sobre a superfície do substrato de arame de soldagem, sendo que a composição de revestimento lubrificante sólido compreende, ainda, um aglutinante orgânico, e, em particular, a composição de revestimento lubrificante sólido compreende adicionalmente um condutor sólido. O aglutinante orgânico preferencial é álcool, óleo vegetal, óleo mineral, óleo sintético, cera de petróleo, ou uma mistura que compreende pelo menos um deles.

[0024] O objetivo da presente invenção é um processo para reduzir o desgaste abrasivo na ponta de contato de uma pistola de soldar usada na soldagem a arco submergido, sendo que o processo compreende usar, como o arame de soldagem, um substrato de arame de soldagem que tem um lubrificante sólido em sua superfície. Em particular, um processo em que o arame de soldagem tem um diâmetro maior que 1/16 polegada (~1,6mm). Da máxima preferência é um

processo que faz uso de um arame de soldagem de acordo com qualquer uma das reivindicações de 11 a 15.

[0025] Um objetivo adicional da presente invenção é um processo de soldagem a arco submerso para a soldagem de uma peça de trabalho em que a ponta de um arame de soldagem de SAW é submersa sob um cobertor de um fluxo fusível granular durante a soldagem, sendo que o arame de soldagem compreende um substrato de arame de soldagem e um lubrificante sólido sobre as superfícies do substrato de arame de soldagem, sendo que, em particular, o arame de soldagem tem um diâmetro de pelo menos cerca de 3 mm. Da máxima preferência é um processo que usa, como um arame de soldagem, um arame de acordo com qualquer uma das reivindicações de 11 a 15, por exemplo, um processo em que o substrato de arame de soldagem a arco submerso é isento de plaqueamento de cobre.

[0026] Em seguida, o arame de soldagem da presente invenção e seu uso em uma soldagem a arco submerso são descritos mais detalhadamente.

[0027] Arame de soldagem SAW

[0028] Essa invenção é aplicável a qualquer tipo de arame de soldagem anteriormente usado, ou que possa ser usado no futuro, na soldagem a arco submerso. O arame de SAW, mais comumente, será um arame metálico com núcleo sólido, isto é, um arame metálico sólido. Esses arames são produzidos mais comumente a partir de aço (maleável) de carbono, embora eles também possam ser produzidos a partir de uma variedade de outros metais e ligas metálicas como aços inoxidáveis incluindo aços inoxidáveis austeníticos, martensíticos, ferríticos e duplex, ligas de baixo CTE como Invar e Kovar, e superligas à base de níquel como inconel, etc.

[0029] Normalmente, o arame de soldagem para a SAW tem um diâmetro de cerca de 1/16 polegada (~1,6 milímetro) ou

mais enquanto o arame de soldagem para a GMAW tem um diâmetro de cerca de 1/16 polegada (~1,6 mm) ou menos. O arame de soldagem SAW com diâmetros de 2 mm ou mais são mais interessantes, embora o arame de soldagem SAW com diâmetros de 3 mm ou mais, ou mesmo 4 mm ou mais sejam especificamente interessantes.

[0030] Quando essa invenção é usada em arames de soldagem com núcleo de metal ou núcleo de fluxo, qualquer tipo de metal ou fluxo de soldagem pode ser incluído no núcleo do fio.

[0031] De maneira similar, embora essa invenção seja usada normalmente em um arame de soldagem (não plaqueado) desencapado, ela também pode ser usada em um arame de soldagem de plaqueamento que suporta qualquer tipo de revestimento de metal, incluindo cobre. O plaqueamento de cobre é, de preferência, evitado.

[0032] Lubrificante sólido

[0033] Conforme indicado anteriormente, os lubrificantes de arame de soldagem sólidos são usados comumente em sistemas de soldagem GMAW para reduzir o atrito gerado entre um arame de soldagem e o sistema de liberação usado para transferir o arame de uma bobina de suprimento ou de outra fonte para a peça de trabalho que estiver sendo soldada. De acordo com essa invenção, esses mesmos materiais são usados para substituir o plaqueamento de cobre aplicado normalmente às superfícies de um arame de soldagem a arco submerso para evitar o desgaste da ponta de contato da pistola de soldar. Todos os lubrificantes de arame de soldagem sólidos que foram anteriormente usados na GMAW, ou que podem ser usados no futuro, para esse propósito podem ser usados como o lubrificante sólido dessa invenção. Os lubrificantes sólidos à base de, produzidos a partir de, ou que, de outro modo, liberam cobre metálico são, de preferência, evitados.

[0034] Os lubrificantes sólidos típicos usados comumente para a lubrificação de arame na indústria de soldagem incluem MoS₂, WS₂, ZnO (normalmente junto com WS₂), grafite e/ou PTFE (Teflon). Misturas desses materiais podem, também, ser usadas. Normalmente, esses materiais são usados sob a forma de particulado. Em caso afirmativo, qualquer tamanho de partícula que tenha sido usado anteriormente ou que possa ser usado no futuro para esse propósito é útil nessa invenção. Os tamanhos de partícula da ordem de cerca de 0,5 a 15µm ou mesmo de cerca de 1 a 10µm, são mais interessantes. Os tamanhos de partícula da ordem de cerca de 1 a 2µm são especificamente interessantes, particularmente quando o arame de soldagem que está sendo revestido tinha uma superfície razoavelmente áspera.

[0035] Em adição a esses materiais, a literatura de patentes indica que muitos outros materiais sólidos também são úteis como lubrificantes de arame na indústria de soldagem. Por exemplo, o pedido de patente japonesa não examinado publicado Kokai 2005-074438 indica que os agentes de pressão extrema à base de enxofre podem ser usados para esse propósito, enquanto o documento Kokai 2005-095972 indica que vários sabões como sódio e estearato de potássio podem ser usados para este propósito. Nesse ínterim, o documento Kokai 10-193175 indica que o pó de fumo gerado durante o refino de ferro e aço e que é composto primariamente de óxido de ferro pode ser usado para esse propósito, Embora o documento Kokai 2004-202572 indique que o pó de cobre pode ser usado para esse propósito. De maneira similar, o documento Kokai 09-141489 indica que os compostos de potássio inorgânicos como o borato de potássio podem ser usados para esse propósito, embora o documento Kokai 08-157858 indique que os ésteres de ácido fosforoso podem ser usados para esse propósito. Além disso, o documento Kokai 2003-305587 indica que filmes de ferro,

manganês e fosfato de zinco podem se usados para esse propósito.

[0036] Em adição a essas descrições, a literatura de patentes também indica que os lubrificantes sólidos "comuns" acima, isto é, MoS₂, WS₂, ZnO (normalmente junto com WS₂), grafite e/ou PTFE (Teflon), podem ser combinados com uma ampla variedade de materiais adicionais, especificamente sólidos particulados, para a produção eficaz de lubrificantes de arame de soldagem. Então, por exemplo, os documentos Kokai 2006-095579 e Kokai 09-206987 indicam que o carbonato de cálcio e o nitreto de boro são análogos de dissulfeto de molibdênio, pelo menos quando combinados com um mineral como mica, sericita ou talco. Nesse ínterim, o documento Kokai 09-323191 indica que o dióxido de titânio, quando combinado com MoS₂ ou WS₂, é um lubrificante de arame de soldagem eficaz, embora o documento Kokai 08- 057650 indique que o pó de aço inoxidável, quando combinado com WS₂, é um lubrificante de arame de soldagem eficaz. De maneira similar, o documento Kokai 08-151548 indica que o silicato de potássio pode ser usado em combinação com PTFE como um lubrificante de arame de soldagem eficaz, enquanto o documento Kokai 06- 285677 indica que o cálcio e/ou carbonato de sódio, fluoreto ou silicato de cálcio ou sódio, bem como vidro de ácido de sílica, vidro de soda, vidro de potassa e vidro de cal soldada, quando combinados com PTFE ou MoS₂, produzem um lubrificante de arame de soldagem eficaz. Da mesma maneira, o documento Kokai 2006-095551 bem como muitos outros Kokai japoneses indicam que o fos-fatídeo (um fosfolipídeo) pode ser combinado com MoS₂ para este propósito. Esses materiais adicionais podem, também, ser usados junto com os lubrificantes de arame de soldagem sólidos "comuns" descritos acima, de acordo com as descrições acima.

[0037] Comercialmente, os lubrificantes de arame de soldagem sólidos podem ser usados puros, isto é, sem qualquer ingrediente adicional. Normalmente, entretanto, eles também são combinados com um aglutinante orgânico para formar uma composição de revestimento lubrificante sólido, visto que esses aglutinantes orgânicos podem melhorar a lubricidade e a capacidade de alimentação. Exemplos de aglutinantes orgânicos comuns incluem óleos viscosos como óleo vegetal, óleo mineral, e vários óleos sintéticos bem como vários sólidos orgânicos como cera de petróleo e similares. Os carreadores líquidos como água e/ou vários alcoóis, por exemplo, isopropanol, podem, também, ser incluídos para uma facilidade de aplicação, especificamente quando os aglutinantes orgânicos sólidos forem usados. Como no caso dos lubrificantes sólidos, qualquer aglutinante orgânico e qualquer carreador líquido que tenham sido usados anteriormente, ou que possam ser usados no futuro para promover a adesão entre esses lubrificantes sólidos e as superfícies de arame de soldagem às quais eles se aderem pode ser usado nessa invenção. Consulte os vários documentos de patente doméstica e estrangeira citados nessa descrição para uma descrição extensiva acerca dos diferentes tipos de lubrificantes sólidos e aglutinantes usados tipicamente na produção de lubrificantes de alimentação convencionais.

[0038] A quantidade de composição de lubrificante sólido que pode ser usada em aplicações em particular dessa invenção varia amplamente, e essencialmente qualquer quantidade que forneça um aprimoramento na vida útil da ponta de contato pode ser usada. De um modo geral, a quantidade de composição de lubrificante sólido usada pode ser até 10 gms/m² da área superficial de arame até apenas 0,001 gms/m² da área superficial de fio, com base no peso do próprio lubrificante sólido, isto é, excluindo o peso de

qualquer carreador, aglutinante ou outro adjuvante que possa estar presente. As cargas de lubrificante sólido da ordem de 0,01 a 1 gm/m², ou mesmo de 0,05 a 0,5 gm/m² de área superficial de fio, com base no peso do próprio lubrificante sólido, são especificamente interessantes. Outros ingredientes

[0039] Outros ingredientes ativos comumente incluídos nos lubrificantes de arame de soldagem podem, também, estar incluídos nos lubrificantes de arame sólidos dessa invenção. Por exemplo, os intensificadores/estabilizantes de arco, que são, tipicamente, sabões ou detergentes contendo sódio ou potássio, etc., podem ser usados. Consulte, por exemplo, (o pedido não examinado publicado japonês) Kokai 2004-034131, Kokai 08-257788, Kokai 2002-219595, Kokai 2002-239779, U.S. 6.337.144 e Kokai 2003-039191, estando as descrições dos mesmos aqui incorporadas, a título de referência.

[0040] Condutores sólidos

[0041] De acordo com outro recurso dessa invenção, um condutor sólido pode ser incluído na composição de lubrificante sólido dessa invenção para reduzir a resistência elétrica entre o arame de soldagem SAW e a ponta de contato da pistola de soldar.

[0042] Nessa conexão, um pedido cedido à mesma requerente nº 12/141.621, com a data de depósito US PTO 06/18/2008 (Súmula do advogado 22976/04027), estando a descrição do mesmo aqui incorporada, por referência, descreve uma técnica para reduzir a resistência elétrica entre um arame de soldagem e a ponta de contato da pistola de soldar através da qual o arame passa fornecendo um condutor sólido sobre as superfícies do arame de soldagem. Acredita-se que o resultado será que a estabilidade do arco será aprimorada e a vida útil da ponta de contato será aumentada. Esta mesma tecnologia pode ser usada nessa

invenção mediante a inclusão de um condutor sólido nas composições de revestimento sólido de lubrificante também dessa invenção.

[0043] Os condutores sólidos usados neste aspecto da invenção compreendem um sólido eletricamente condutivo termicamente estável, sob a forma de particulado fino. Nesse contexto, "eletricamente condutivo" significa que o condutor sólido tem uma condutividade elétrica, σ , de pelo menos 10 S/cm (Siemens por centímetro) a 800°C, conforme determinado pelo método ASTM B193-02. Além disso, "termicamente estável" nesse contexto significa que o condutor sólido permanece sólido (por exemplo, não se funde) e, além disso, é essencialmente não reativo no ar a 1.200°C, conforme determinado pela TGA (análise termogravimétrica) de acordo com o método ASTM E2550-07. Nessa conexão, note que o grafite não é um condutor sólido, visto que ele sofre oxidação em temperaturas de soldagem e, portanto, não é "termicamente estável". Consulte, por exemplo, Shimizu et al., Wear Mechanism in Contact Tube, Science and Technology of Welding and Joining, volume 11, nº 1, 2006, páginas 94 a 105.

[0044] Os condutores sólidos que são termicamente estáveis em 1.350°C, 1.500°C, e ainda em 1.600°C são mais interessantes. De maneira similar, os condutores sólidos com condutividades elétricas a 800°C de pelo menos cerca de 50 S/cm, pelo menos cerca de 75 S/cm e pelo menos cerca de 90 S/cm são mais interessantes. Os condutores sólidos com condutividades elétricas a 800°C de pelo menos cerca de 200 S/cm, pelo menos cerca de 300 S/cm, pelo menos cerca de 400 S/cm, pelo menos cerca de 500 S/cm, e ainda de pelo menos cerca de 1000 S/cm são contemplados.

[0045] Mediante a redução da resistência elétrica entre um arame de soldagem e a ponta de contato através da qual ele passa, de acordo com esse aspecto da invenção,

acredita-se que o aquecimento Joule da ponta de contato é reduzido de modo correspondente. Isto deveria levar a uma diminuição adicionalmente significativa no desgaste da ponta de contato em razão do aquecimento excessivo e, portanto, a um aumento adicional da vida útil da ponta de contato.

[0046] Qualquer material sólido que seja termicamente estável e eletricamente condutivo, e que possa, também, ser fornecido sob a forma de particulado fino pode ser usado como o condutor sólido nesse aspecto da invenção. O tamanho de partícula do condutor sólido não é de importância crítica, e essencialmente qualquer tamanho de partícula pode ser usado. De modo geral, o tamanho de partícula do condutor sólido deveria ser pequeno o suficiente para que ele seja aderido à superfície do substrato de arame com o aglutinante particular selecionado e grande o suficiente para que o custo de obtenção do condutor sólido não se torne caro de forma proibitiva. Em termos práticos, isto significa que o tamanho médio de partícula do condutor sólido será normalmente de cerca de 40 micra ou menos. Os tamanhos médios de partícula da ordem de cerca 20 micra ou menos, cerca de 10 micra ou menos, cerca de 5 micra ou menos, ou mesmo 2 micra ou menos são mais interessantes.

[0047] Além disso, visto que qualquer sólido termicamente estável que tenha uma condutividade elétrica, σ , de pelo menos cerca de 10 S/cm (Siemens por centímetro) a 800°C pode ser usado como o condutor sólido dessa invenção, aqueles que exibem condutividades elétricas, σ , de pelo menos cerca de 25 S/cm a 800°C são mais interessantes, visto que aqueles que exibem condutividades elétricas, σ , de pelo menos cerca de 50 S/cm, pelo menos cerca de 75 S/cm, ou mesmo pelo menos cerca 100 S/cm, a 800°C são ainda mais interessantes. Os sólidos termicamente estáveis com condutividades elétricas ainda maiores, como

ao menos cerca de 200 S/cm, pelo menos cerca de 300 S/cm, pelo menos cerca de 400 S/cm, pelo menos cerca de 500 S/cm, pelo menos cerca de 700 S/cm, ou mesmo pelo menos cerca de 1 ,000 S/cm, a 800°C são contemplados.

[0048] Uma classe de materiais sólidos que podem ser usados para esse propósito são as perovsquitas eletricamente condutivas. "Perovskita" refere-se a um grupo geral de óxidos metálicos mesclados cristalinos cujas fórmulas químicas básicas seguem o padrão ABO_3 . Os cátions A comuns em perovsquitas são os cátions de terras raras, alcalinos terrosos, álcalis e outros cátions grandes como Pb^{+2} e Bi^{+3} com os cátions a seguir sendo mais comuns: Na^+ , K^+ , Rb^+ , Ag^+ , Ca^{+2} , Sr^{+2} , Ba^{+2} , Pb^{+2} , La^{+3} , Pr^{+3} , Nd^{+3} , Bi^{+3} , Ce^{+4} e Th^{+4} . Os cátions B comuns em perovsquitas incluem: Li^+ , Cu^{+2} , Mg^{+2} , Ti^{+3} , V^{+3} , Cr^{+3} , Mn^{+3} , Fe^{+3} , Co^{+3} , Ni^{+3} , Rh^{+3} , Ti^{+4} , Mn^{+4} , Ru^{+4} , Pt^{+4} , Nb^{+5} , Ta^{+5} , Mo^{+6} e W^{+6} .

[0049] As estruturas de perovsquita complexas podem conter dois ou mais cátions A diferentes, dois ou mais cátions B diferentes, ou ambos. Isto normalmente resulta em variantes ordenadas e desordenadas. Esse cristal de perovsquitas complexas também pode exibir um excesso estequiométrico ou deficiência de átomos de oxigênio, especificamente quando o cristal contiver múltiplos cátions A (ou cátions B) tendo estados de valência diferentes um do outro. Dessa forma, as perovsquitas complexas podem, também, ser vistas como correspondentes à fórmula $A_1-xA'B_1-yB'O_z$, em que z pode variar acima e abaixo de 3 de modo a satisfazer os estados de valência dos outros elementos presentes. Note, também, que às vezes, as perovsquitas complexas são descritas com fórmulas como $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ em que o subscrito do oxigênio varia em torno de 6, ao invés de 3 como no caso do ABO_3 . Entretanto, esta

é uma questão meramente semântica, visto que Y1Ba2Cu3O6 é equivalente a Y0,5Ba1Cu1,5O3 .

[0050] Uma classe especialmente interessante de perovsquitas para este fim é descrita como correspondente à fórmula ABO_x , em que A é ao menos um dentre La, Ce, Pr, Sm, Nd, Gd e Y; B é ao menos um dentre Ga, Mg, Mn, Fe, Cr, Co, Cu, Zn e Ni; e x é 2,5-3,2; em que A pode, opcionalmente, ser parcialmente substituído por um ou mais dentre Sr, Ba e Ca. Nesse contexto, "parcialmente substituído" significa que até 50% de atomicidade dos átomos A podem ser substituídos pelos substitutos indicados, contanto que a razão da quantidade total dos átomos A mais os substituintes com relação à quantidade total de átomos B seja preservada. As perovsquitas desse tipo, em que A é substituído por ao menos 5% de atomicidade, ao menos 10% de atomicidade, ou mesmo ao menos 15% de atomicidade, dos substituintes indicados são de interesse.

[0051] A quantidade de condutor sólido sobre as superfícies do substrato de arame pode variar amplamente, e essencialmente, qualquer quantidade pode ser usada. Em geral, um condutor sólido suficiente deve ser usado para proporcionar uma diminuição considerável na resistência elétrica entre o arame de soldagem e a ponta de contato da pistola de soldar através da qual ele passa durante a soldagem, mas não tanto que o manuseio do arame de soldagem se torne difícil. Dessa forma, as cargas de condutor sólido da ordem de 0,001 a 10 gms/m² de área de superfície de cabo, ou 0,01 a 1 gm/m², ou mesmo 0,05 a 0,5 gm/m² podem ser usados.

[0052] O condutor sólido desse aspecto da invenção pode estar presente em uma razão de peso inferior a 1:10 até superior a 10:1, com base no peso do lubrificante sólido. As razões de peso de 5:1 a 1:5, 2:1 a 1:2, 1,5:1 a 1:1,5 e ainda de cerca de 1:1 são possíveis.

[0053] EXEMPLOS

[0054] A fim de descrever mais a fundo essa invenção, os exemplos de trabalho a seguir foram conduzidos.

[0055] Em cada exemplo, um arame de soldagem de aço maleável sólido com um diâmetro de 5/32 polegada (~4 mm) foi soldado na posição plana (1F) sobre um tubo de aço maleável giratório (diâmetro de 30 polegadas, espessura de parede de 1,5 polegadas). O tubo foi girado a aproximadamente 0,8 rpm, resultando em uma velocidade de desenvolvimento de soldagem de aproximadamente 75 polegadas por minuto. Antes da soldagem, a superfície do tubo e a extremidade da ponta de contato foram separadas por uma distância fixa de 1,5 polegadas. Durante a soldagem, o arame de soldagem foi alimentado a aproximadamente 120 polegadas por minuto, resultando em uma corrente de soldagem de aproximadamente 1150 Amps. A voltagem de soldagem foi mantida constante a 39 Volts. O fluxo de SAW Lincolnweld 761 foi usado em todos os testes de soldagem.

[0056] Todos os arames foram soldados por ao menos uma hora. O desgaste da ponta de contato associado a cada arame foi quantificado através da medição do percentual do aumento da área do orifício da ponta de contato através do qual o arame de soldagem foi alimentado. Fotografias dos orifícios da ponta de contato foram tiradas com um microscópio (ampliação de 20x); todas as fotografias foram calibradas à distância. O software (Able Image Analyzer v3.6) foi usado para medir a área do orifício das pontas de contato com base nas distâncias calibradas de cada fotografia. O diâmetro de orifício nominal e a área de uma ponta de contato de SAW com 5/32 polegadas padrão (antes da soldagem) foi de aproximadamente 0,168 polegadas (4,26 mm) e 0,0221 pol² (14,2 mm²), respectivamente. A composição da ponta de contato em particular usada se deu da seguinte maneira:

Composição (UNS-C17510):

Berílio -> 0,2 a 0,6%

Níquel -> 1,40 a 2,30%

Cobalto -> 0,30% Máximo

Cobalto, Ferro, e Níquel -> 2,6% Máximo

Cobre -> Equilíbrio

[0057] Exceto se indicado em contrário, cada teste de soldagem teve uma duração total de 1 hora e foi composto de dois segmentos de soldagem contínuos de 30 minutos.

[0058] Dois arames de SAW de aço desencapados diferentes com 5/32 polegada (~4 mm) de diâmetro foram usados nesses testes, sendo que um deles tem uma superfície áspera e o outro tem uma superfície lisa. Cinco testes diferentes foram conduzidos. Em dois dos testes, exemplos comparativos A e B, arames de soldagem (não revestidos) desencapados foram usados. Em três dos testes, Exemplos de 1 a 3, os arames de soldagem tiveram a superfície revestida de acordo com essa invenção com um lubrificante de alimentação de grafite comercialmente disponível contendo de 1 a 2 µm de partículas de grafite em álcool. Em um sexto teste, Exemplo comparativo C, um arame de SAW revestido com cobre convencional tendo uma superfície lisa foi testado.

[0059] Além disso, para demonstrar a capacidade de repetição desses testes, o Exemplo comparativo A foi repetido duas vezes como os Exemplos comparativos D e E em dois dias diferentes. Finalmente, para mostrar que o efeito proporcionado pela presente invenção não se dá apenas em razão da lubricidade aumentada do lubrificante sólido, o Exemplo 1 foi repetido como o Exemplo comparativo F com o uso de um lubrificante de alimentação de líquido convencional (Óleo Mobil Velocite nº 10 disponível junto à Exxon Mobile Corporation de Fairfax, Virginia, que é um produto não aquoso o qual acredita-se que seja rigorosamente um óleo de base refinado contendo aditivos de

melhoria de estabilidade) em lugar do lubrificante sólido desse exemplo.

[0060] Ao final de cada teste, o desgaste da ponta de contato foi determinado da maneira indicada acima.

[0061] Foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 1

<u>Exemplo</u>	<u>Superfície</u>	<u>Lubrificante</u> <u>sólido</u>	<u>Tempo, hr</u>	<u>% de</u> <u>desgaste</u>
A	Áspera	Não	1	29
1	Áspera	Sim	1	7
B	Lisa	Não	1	14
2	Lisa	Sim	1	10
3	Áspera	Sim	4	11
C	Lisa	Cobre revestido	4	3
D	Áspera	Não	1	28
E	Áspera	Não	1	25
F	Áspera	Não	1	32

[0062] Esses resultados mostram que o desgaste da ponta de contato foi reduzido significativamente na SAW mediante o revestimento de um arame de SAW desencapado com um lubrificante de alimentação sólido de acordo com essa invenção. Isto, por sua vez, sugere que a vida útil de uma ponta de contato à base de cobre usada na SAW pode ser substancialmente estendida sem o uso do plaqueamento de cobre requerido anteriormente para este fim. Em adição, esses resultados mostram, ainda, que os resultados comparáveis são não alcançados quando um lubrificante de alimentação líquido convencional é usado no lugar do lubrificante sólido dessa invenção.

[0063] Embora apenas algumas modalidades dessa invenção tenham sido descritas acima, deve-se verificar que muitas modificações podem ser feitas sem que se afaste do espírito e escopo da invenção. Todas essas modificações se destinam

a serem incluídas no escopo da presente invenção, que deve ser limitada apenas pelas reivindicações a seguir:

[0064] Números de referência:

- 10 sistema
- 12 fonte de energia
- 14 montagem de acionamento
- 16 sistema de suprimento
- 18 conjunto de cabos
- 20 peça de trabalho
- 22 suporte de carretel
- 24 bobina
- 26 mecanismo de acionamento
- 28 fonte de gás
- 30 conduto de suprimento
- 32 cabo flexível
- 34 pistola de soldar
- 36 conduto de gás
- 40 pistola de soldar
- 48 envoltório flexível
- 50 arame de soldagem
- 52 cilindros de acionamento
- 56 peça de trabalho
- 58 solda
- 60 fluxo
- 62 arame de soldagem
- 64 bobina de suprimento
- 66 montagem de suprimento
- 68 pistola de soldar
- 70 mesa
- 71 estrutura
- 72 trilho

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de soldagem por arco submerso para soldagem de uma peça (56), na qual um arame de soldagem SAW (50) é alimentado à peça (56) para ser soldada através da ponta de contato de uma pistola de soldagem (34) de tal forma que a ponta (54) do arame de soldagem (50) é submerso sob uma cobertura de um fluxo fusível granular (60) durante a soldagem, **caracterizado por** o arame de soldagem (50) alimentado à peça (56) compreender um substrato de arame de soldagem (50) e o resíduo obtido quando um lubrificante de alimentação de grafite consistindo essencialmente de partículas de grafite e um líquido compreendendo um óleo viscoso, um álcool, água ou misturas destes é aplicado à superfície do arame de soldagem (50), a quantidade de lubrificante de alimentação de grafite aplicada sendo suficiente para reduzir o desgaste abrasivo da ponta de contato que é provocada pela passagem do arame de soldagem (50) através da ponta de contato.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o arame de soldagem (50) ter um diâmetro de pelo menos 3 mm.

3. Processo de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado por** o substrato de arame de soldagem por arco submerso (50) ser livre de revestimento de cobre.

4. Arame de soldagem para uso em soldagem por arco submerso no qual o arame de soldagem (50) é alimentado à peça (56) a ser soldada através da ponta de contato de uma pistola de soldagem (34) compreendendo um substrato de arame de soldagem por arco submerso (50) e o resíduo obtido quando um lubrificante de alimentação de grafite consistindo essencialmente de partículas de grafite e um líquido compreendendo um óleo viscoso, um álcool, água ou misturas destes é aplicado à superfície

do arame de soldagem (50) e seco, a quantidade de lubrificante de alimentação de grafite aplicada sendo suficiente para reduzir o desgaste abrasivo da ponta de contato que é provocada pela passagem do arame de soldagem (50) através da ponta de contato, **caracterizado por** o arame de soldagem (50) ter um diâmetro superior a 3 mm.

5. Arame de soldagem de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado por** o substrato do arame de soldagem por arco submerso (50) ser livre de revestimento de cobre.

6. Processo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o arame de soldagem (50) SAW ser abastecido à pistola de soldagem (34) a partir de um suprimento de fio (66) montado em relação fixa com relação à pistola de soldagem (34).

7. Processo de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado por** o suprimento de fio (66) ser pelo menos um de bobina, barril, haste ou carretel.

8. Processo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o arame de soldagem (50) SAW ser abastecido na pistola de soldagem (34) a partir de um suprimento de fio (66) sem a passagem através de um envoltório flexível (48).

9. Processo de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado por** o líquido compreender um álcool.

10. Processo de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado por** o líquido compreender água.

11. Processo de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado por** o líquido compreender um óleo viscoso.

12. Processo de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado por** o fio de soldagem SAW (50) ser alimentado na pistola de soldagem (34) por uma montagem de suprimento (66) incluindo cilindros de acionamento

(52), a montagem de suprimento (66) sendo montada em relação fixa com relação à pistola de soldagem (34).

13. Processo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** as partículas de grafite terem um tamanho de partícula de 0,5 a 15 μm .

14. Processo de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado por** as partículas de grafite terem um tamanho de partícula de 1 a 10 μm .

15. Processo de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado por** as partículas de grafite terem um tamanho de partícula de 1 a 2 μm .

16. Processo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o carreador líquido compreender um álcool.

17. Processo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o carreador líquido compreender água.

18. Processo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o carreador líquido compreender um óleo viscoso.

19. Arame de soldagem de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado por** as partículas de grafite terem um tamanho de partícula de 0,5 a 15 μm .

20. Arame de soldagem de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado por** as partículas de grafite terem um tamanho de partícula de 1 a 10 μm .

21. Arame de soldagem de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado por** as partículas de grafite terem um tamanho de partícula de 1 a 2 μm .

22. Arame de soldagem de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado por** o arame de soldagem (50) ter um diâmetro de pelo menos 4 mm.

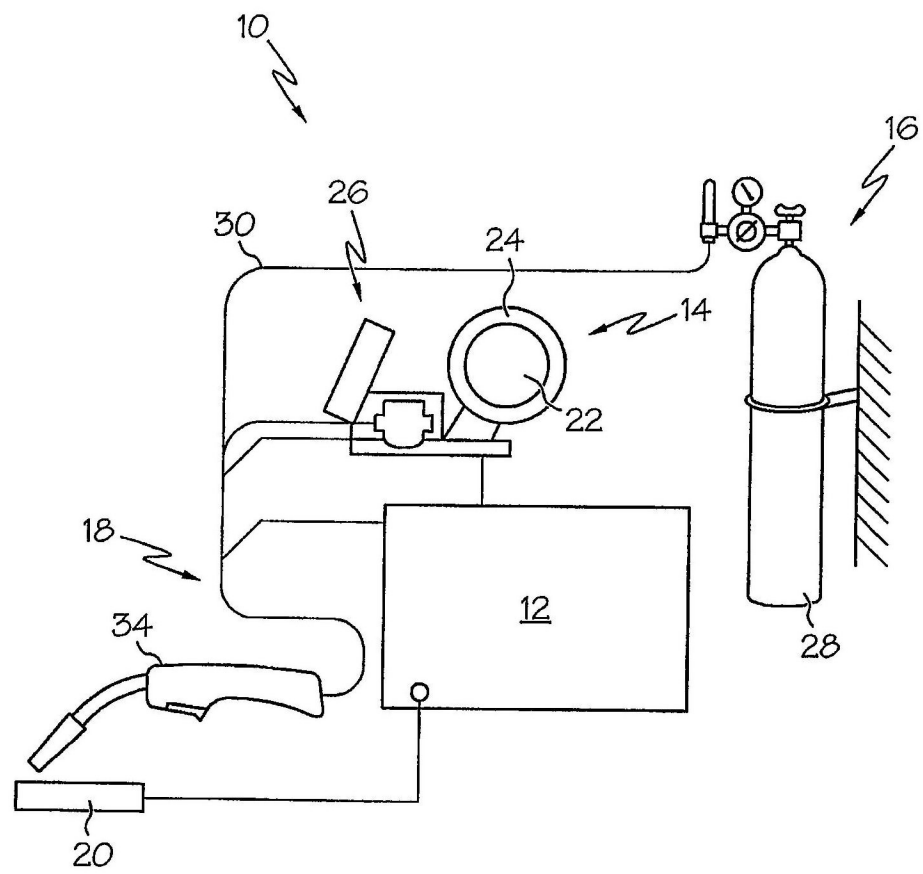


FIG. 1

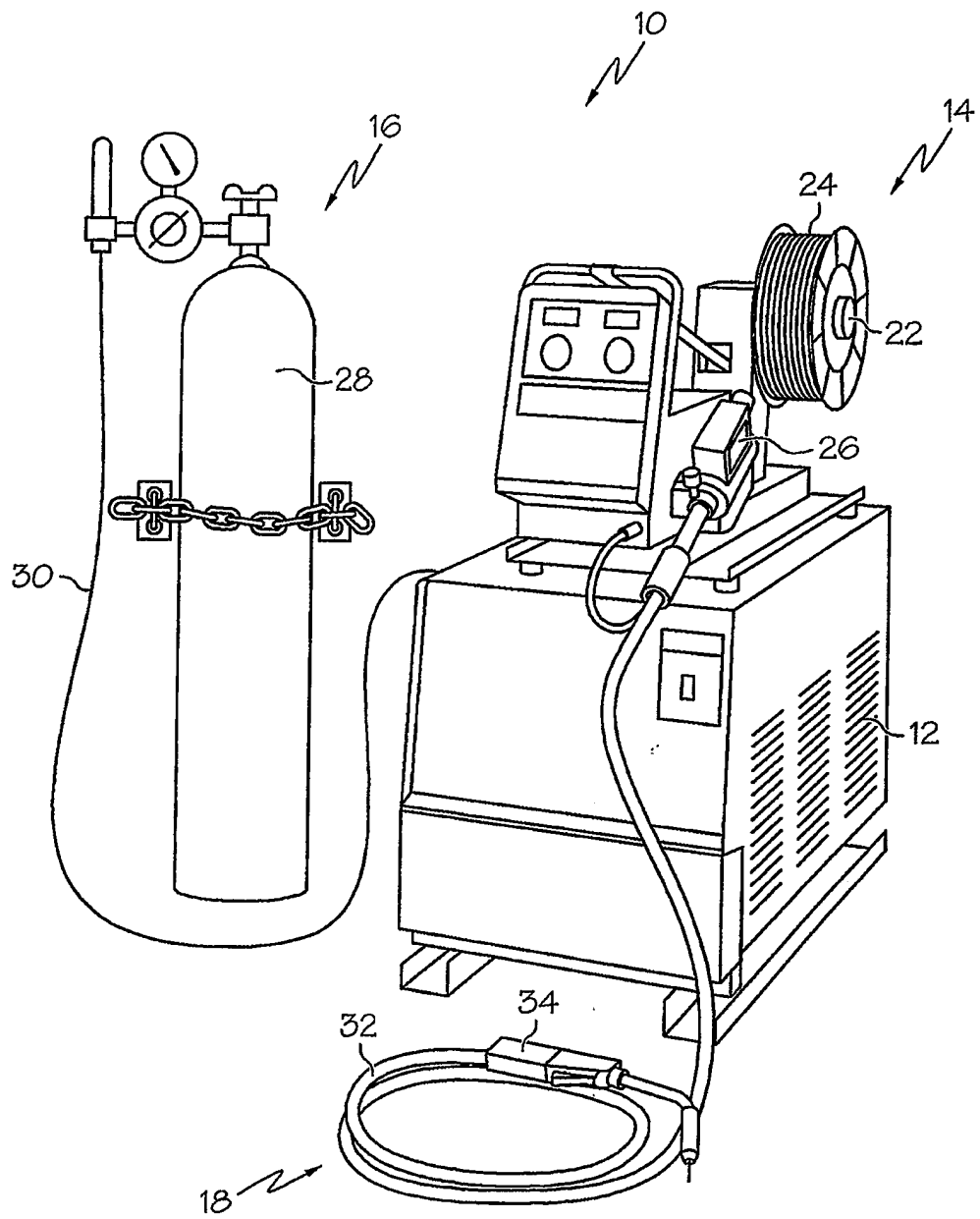


FIG. 2

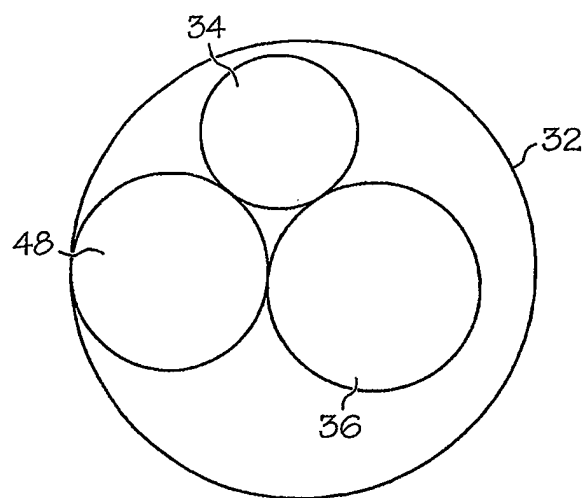


FIG. 3

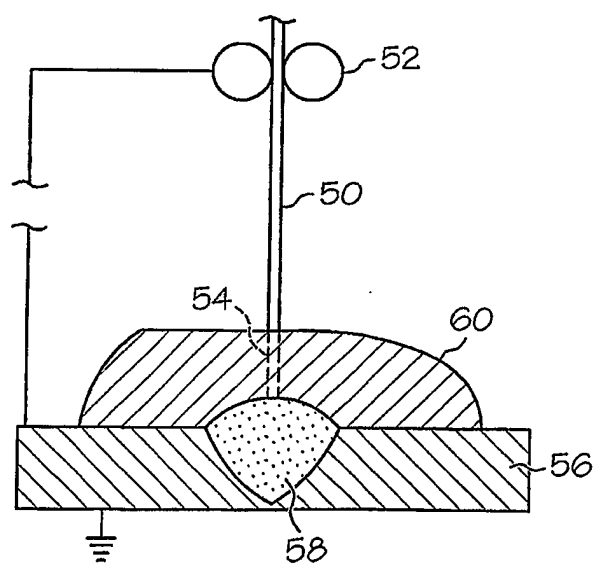


FIG. 4

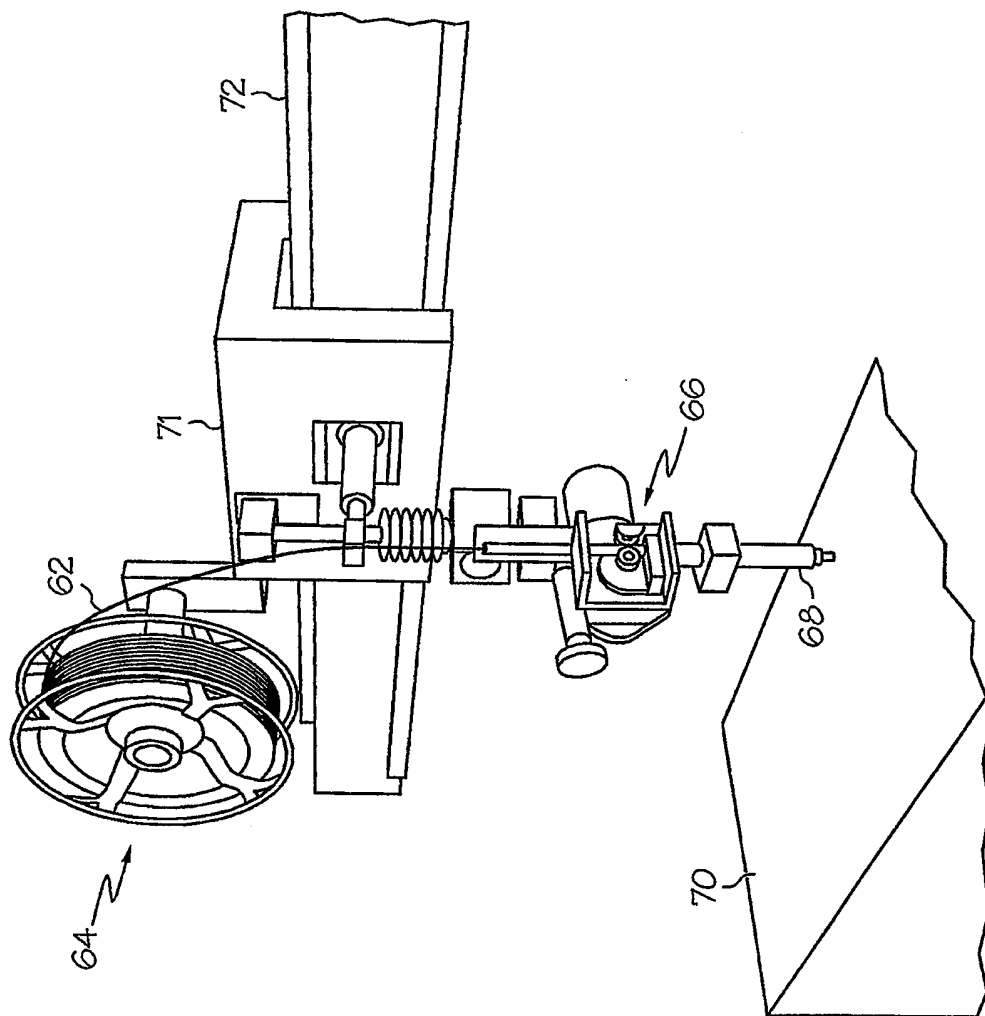


FIG. 5