



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

(21) **PI 1003092-1 A2**



(22) Data de Depósito: 30/08/2010
(43) Data da Publicação: 29/05/2012
(RPI 2160)

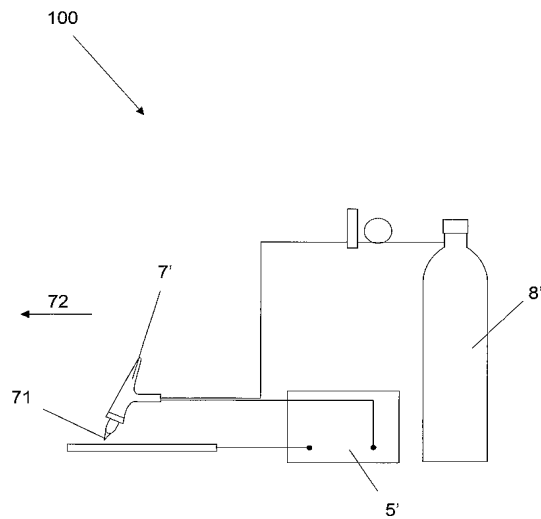
(51) *Int.Cl.:*
B23K 9/167

(54) **Título:** PROCESSO DE SOLDAGEM TIG/GTAW AUTÓGENO PARA UNIÃO DE METAIS E COMPRESSOR

(73) **Titular(es):** Whirlpool S.a.

(72) **Inventor(es):** Marcos Francisco Letka, Moises Alves de Oliveira, Tiago Vieira da Cunha

(57) **Resumo:** PROCESSO DE SOLDAGEM TIG/GTAW AUTÓGENO PARA UNIÃO DE METAIS E COMPRESSOR. Descreve-se um processo de soldagem TIG/GTAW para união de metais, utilizando um equipamento que compreende (a) uma fonte de soldagem (5'), (b) uma tocha (7') e (c) um gás de proteção (8'); a tocha (7') compreendendo um eletrodo (71) e recebendo energia da fonte de soldagem (5') e um fluxo do gás de proteção (8'); o processo alcançando velocidades de soldagem superiores a 1,0m/min.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO DE SOLDAGEM TIG/GTAW AUTÓGENO PARA UNIÃO DE METAIS E COMPRESSOR**".

A presente invenção refere-se a um processo de soldagem
5 TIG/GTAW autógeno para união de peças metálicas de compressores her-
méticos, que utiliza uma fonte de soldagem, um gás de proteção especial e
parâmetros de soldagem específicos.

Descrição do estado da técnica

Dentre os processos de fabricação, a soldagem ocupa um lugar
10 de destaque na indústria dada a sua versatilidade e gama aplicação, seja na
união de materiais similares ou não. No que diz respeito a processos de sol-
dagem, existe uma grande variedade bastante de opções, cada qual com
suas características peculiares que conferem resultados de acordo com o
objetivo em questão. Dentre os processos de soldagem mais usuais, pode-
15 se destacar a soldagem a arco, por atrito, a laser, por ultrassom, por resistên-
cia, entre outros.

Um desses processos é a soldagem a arco que se baseia no
uso do calor, gerado a partir de uma corrente elétrica conduzida por um gás
ionizado (o arco voltaico), com o intuito de promover a fusão das partes a
20 serem soldadas. No âmbito da soldagem a arco, existem diferentes proces-
sos, tais como, TIG, MIG, plasma, eletrodo revestido e os processos híbri-
dos que são uma junção de ambos. De modo geral os processos de solda-
gem a arco podem ser classificados em dois grupos: i) processos com ele-
trodos consumíveis e ii) processos com eletrodos permanentes, ou não con-
25 sumíveis.

A soldagem que utiliza eletrodo consumível engloba os proces-
sos de soldagem MIG/MAG (*MIG – Metal Inert Gas e MAG – Metal Active
Gas*) e os processos de eletrodo revestido. Já os processos que utilizam
eletrodo não consumível são conhecidos como soldagem TIG/GTAW (*TIG -
30 Tungsten Inert Gas e GTAW - Gas Tungsten Arc Welding*) e plasma.

Naturalmente que a escolha de um processo de soldagem de-
pende vários fatores, sendo que no âmbito da presente invenção serão tra-

tados, basicamente. quatro fatores são eles:

1. O projeto da junta (tipo, posição, dentre outros);
2. A espessura do material;
3. A natureza do material a ser soldado; e
- 5 4. O custo de fabricação (produtividade, qualidade da junta, durabilidade do produto, entre outros).

O processo de soldagem MIG é também conhecido como GMAW (*Gas Metal Arc Welding*). Neste processo de soldagem o arco voltaico é estabelecido entre a peça a ser soldada e o eletrodo, consumível, em forma de arame, sendo este alimentado continuamente por um tracionador de arame.

Nos processos de soldagem MIG/MAG utiliza-se a corrente contínua constante(CC), contínua pulsada e, alternada sendo que geralmente o arame é utilizado no pólo positivo (polaridade reversa). A polaridade direta é raramente utilizada, pois proporciona uma menor taxa de transferência do metal fundido do arame de solda para a peça. As correntes empregadas situam-se, geralmente, entre 50 e 600 A (ampéres), com tensões de soldagem de 15 a 32 volts. Adicionalmente, os gases utilizados são geralmente argônio puro (MIG), ou este misturados a outros gases ativos como CO₂, O₂, etc.

Atualmente, o processo MIG/MAG é aplicável à soldagem da maioria dos metais utilizados na indústria tais como o aço, o alumínio, aços inoxidáveis, entre outros. Como vantagens, este processo apresenta facilidade de operação, alta produtividade e facilidade de automação. Por outro lado, o processo MIG/MAG tem como desvantagem a produção de respingos, fenômeno que geralmente compromete a qualidade do cordão de solda.

No campo da presente invenção, que trata da soldagem da carcaça de compressores (fechamento do corpo e tampa da carcaça), o processo de soldagem utilizado é o MIG/MAG, que geralmente faz uso de um gás de proteção que corresponde ao argônio misturado ao CO₂.

Uma das técnicas anteriores nesse ramo, é descrita no docu-

mento de patente norte-americano US 4,596,522 que revela um compressor hermético soldado através do processo MIG/MAG, dotado de espessura de parede da carcaça reduzida em alguns pontos, com vista a evitar a deformação da carcaça, bem como do cilindro do compressor. O documento descreve ainda que o método proposto alcança uma expressiva redução de temperatura, o que melhora consideravelmente a confiabilidade e as características operacionais do compressor.

Entretanto, esta técnica anterior norte-americana apresenta como principal desvantagem a utilização do processo MIG/MAG para soldagem da carcaça, pelo fato de:

- i) impossibilitar a sua utilização na presença de corrente de ar;
- ii) limitar a posição de soldagem;
- iii) gerar porosidade no cordão de solda;
- iv) gerar respingos na peça
- v) possuir manutenção do equipamento mais trabalhosa.

O documento US 4,596,522 revela, portanto, que o processo MIG/MAG apresenta uma série de problemas, não tendo no entanto sido ainda encontrada uma alternativa válida a esse processo.

Outra técnica anterior é descrita no documento WO 2008/056371. Esse documento descreve um método para aperfeiçoamento da penetração de um cordão de solda único em chapas de aço inoxidável, através de máquinas TIG/GTAW, utilizando um fluxo pastoso.

Adicionalmente, o documento revela que para as máquinas TIG/GTAW o processo é autógeno, ou seja, não utiliza eletrodo como material de adição. Deste modo o processo permite penetrações de 3 até 12 milímetros em um cordão de solda único, melhorando a produtividade na soldagem, em aços inoxidáveis austeníticos.

Ademais, o documento revela que para alcançar uma melhor produtividade na soldagem, além da utilização do fluxo, também se faz necessária uma corrente de solda entre 275 e 325 A (preferencialmente 300 A), uma voltagem entre 17 e 22 volts (preferencialmente 19 ou 20 volts), uma velocidade de soldagem entre 55 e 65 milímetros por minuto (preferi-

velmente 58 milímetros por minuto) e uma vazão de gás entre 8 e 12 litros por minuto (preferivelmente 10 litros por minuto).

O método descrito no documento acima apresenta como principal desvantagem a necessidade de utilização de um fluxo para melhorar a produtividade da solda TIG/GTAW, uma vez que a aplicação do fluxo deve ser feita em toda a região da junta soldada, o que aumenta consideravelmente o custo do processo e também o tempo de soldagem, tornando-o improdutivo.

O documento WO 2008/056371 tem especial interesse pois apesar de ter uma aplicação distinta daquela da presente invenção, evidencia a dificuldade em se conseguir uma maior produtividade, ou seja, uma maior velocidade de soldagem, situação essa que, embora improdutiva, foi solucionada com a adição de fluxo.

O documento norte-americano US 2009/0065490 descreve um método de soldagem de duas chapas metálicas sobrepostas e de espessuras diferentes, onde anteriormente à soldagem, é aplicado um fluxo através de uma máquina de soldagem TIG/GTAW para permitir uma maior penetração da solda nas chapas

A principal desvantagem do método descrito neste documento norte-americano reside na utilização de um fluxo para aumentar a eficiência do processo, o que aumenta consideravelmente o custo do processo tornando-o improdutivo, tal como ocorre nas outras técnicas anteriores já descritas.

Como já visto, os processos conhecidos até ao momento têm os seus inconvenientes. Por um lado o processo MIG/MAG gera respingos na peça e possui uma manutenção mais trabalhosa devido ao uso de arame.

Por todo o acima exposto, observa-se que ainda não foi desenvolvido um processo de soldagem de carcaças de compressores capaz de garantir elevada qualidade de produção, alta produtividade e custo reduzido.

Nesse sentido, não foi ainda encontrada uma solução para união de uma tampa e corpo de uma carcaça de compressores herméticos que faça uso de um processo TIG/GTAW que, além de superar os problemas

acima mencionados, possibilite realizar a soldagem de peças metálicas sem a utilização de material de adição e com velocidades elevadas, acima de 1,0 metro por minuto.

Objetivos da invenção

5 A presente invenção tem por objetivo prover um processo de soldagem de uma carcaça de compressor capaz de garantir uma união isenta dos problemas dos estado da técnica e que possua uma velocidade de soldagem/produtividade elevada.

10 Nesse sentido, a presente invenção tem como objetivo prover um processo de união TIG/GTAW capaz de garantir alta qualidade do cordão de solda, i.e., isento de respingos, bem como uma elevada velocidade de soldagem/produtividade sem o uso de material de adição.

15 Os objetivos da presente invenção são ainda alcançados através da utilização de uma fonte de soldagem específica, de um gás de proteção adequado e de parâmetros de soldagem específicos, capazes de possibilitar a realização do ciclo de soldagem entre duas peças com velocidades acima de 1,0 metro por minuto e com excelente acabamento do cordão de solda,

Breve descrição da invenção

20 Os objetivos da presente invenção são alcançados por um processo de soldagem TIG/GTAW autógeno para união de metais, utilizando um equipamento que compreende:

(a) uma fonte de soldagem;

(b) uma tocha; e

25 (c) um gás de proteção;

a tocha compreendendo um eletrodo e recebendo energia da fonte de soldagem e um fluxo do gás de proteção;

o processo compreendendo etapas de:

30 (i) posicionar uma primeira peça e uma segunda peça a serem soldadas entre si formando uma região de borda;

(ii) regular uma corrente de solda na fonte de soldagem para uma corrente pulsada,

- (iii) regular uma tensão na fonte de soldagem;
- (iv) regular o fluxo do gás de proteção;
- (v) posicionar a tocha formando um ângulo em relação à tangente da borda compreendido entre 41 graus e 45 graus;
- 5 (iv) acionar a tocha abrindo um arco voltaico; e
- (vii) movimentar continuamente o cordão de solda na região de borda a uma velocidade acima de 1,0 m/min.

Os objetivos da presente invenção são também alcançados através da provisão de um compressor cuja união da tampa e do corpo é alcançada pelo processo acima descrito.

10

Descrição resumida das figuras

A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base em um exemplo de execução representado nas figuras, que mostram:

15

Figura 1A - uma vista lateral de um compressor hermético, soldado pelo processo de soldagem do estado da técnica;

Figura 1B - uma ilustração da região soldada pelo processo de soldagem do estado da técnica;

20

Figura 2 - uma ilustração do processo de soldagem MIG/MAG do estado da técnica;

Figura 3A - uma vista lateral de um compressor hermético, soldado pelo processo de soldagem da presente invenção;

Figura 3B - uma ilustração da região soldada pelo processo de soldagem da presente invenção;

25

Figura 4 - uma ilustração do processo de soldagem da presente invenção; e

Figura 5 - uma ilustração superior da posição de soldagem do processo da presente invenção.

Descrição detalhada das figuras

30

De acordo com o estado da técnica e como pode ser visto a partir da figura 1A, o compressor hermético 10 compreende uma carcaça dotada de um corpo 1 e de uma tampa 2, normalmente feitos de aço e soldados

pelo processo de soldagem MIG/MAG.

A figura 1B mostra um detalhe da região soldada 4 do compressor 10, onde os membros da carcaça, corpo 1 e tampa 2, são fabricados em aço com baixo teor de carbono (0,06 a 0,15%) e com espessuras que variam entre 2,65 a 3,5 milímetros, fazendo uso de um material de adição 3. Neste processo é utilizado como material de adição 3 um arame cobreado consumível de 1,2 milímetros, que após soldado agrega 0,030 Kg em aço no peso total do compressor.

Um equipamento para soldagem MIG/MAG 50 é mostrado na figura 2 e compreende basicamente o material de adição 3, uma fonte de energia 5 (que em alguns casos também pode ser alternada), um alimentador 6 para o material de adição consumível 3, uma tocha 7 e um gás de proteção 8. O gás de proteção 8 pode ser inerte para a soldagem MIG ou ativo para soldagem MAG.

O processo MIG/MAG utilizado para soldagem do compressor 10, do estado da técnica, é um processo que, tal como já enunciado, gera alguns problemas. Entre esses defeito ocorrem os respingos, fazendo com que a cada 5 ciclos de solda seja necessário limpar o bocal de solda. Ademais, a escória acaba se depositando nos arredores da estação de soldagem, deixando todo o ambiente sujo, e comprometendo conseqüentemente a manutenção do equipamento.

A fim de superar os problemas encontrados no estado da técnica, o objeto da presente invenção se propõe a utilizar o processo TIG/GTAW, já conhecido pelo versados na técnica.

O processo TIG/GTAW será é previsto sem utilização de material de adição, solução que foi encontrada através da determinação de novos parâmetros de soldagem, de nova mistura de gás de proteção, de uma bitola específica de eletrodo, além de uma posição de soldagem específica, de modo propiciar velocidades de soldagem acima de 1,0 metro por minuto, garantindo a qualidade da junta soldada.

O processo de soldagem da presente invenção poderá ser melhor entendido a partir da figura 3A que ilustra um compressor 10' dotado de

uma carcaça que compreende uma primeira peça ou corpo 1' e uma segunda peça ou tampa 2', soldados de modo a formar uma região de junta ou borda 4'.

5 A figura 3B evidencia o detalhe da região de junta ou borda 4' do compressor 10', onde foi feita a soldagem do corpo 1' e da tampa 2' sem a utilização de material de adição, através do processo TIG/GTAW autógeno, formando a junta soldada 3'.

10 Por sua vez, a figura 4 ilustra o equipamento 100 de soldagem TIG/GTAW, utilizado para o processo da presente invenção que compreende basicamente uma fonte de energia 5' (que também pode ser alternada), uma tocha 7' dotada de um eletrodo não consumível 71 e um gás de proteção 8'.

15 Conforme anteriormente mencionado, para se alcançar uma soldagem autógena de qualidade utilizando o processo TIG/GTAW, é necessário a determinação de alguns parâmetros descritos a seguir:

- Corrente de solda pulsada gerada pela fonte 5' deve estar compreendida entre 260 e 630 A, com uma frequência entre 17 e 20 hertz;
- Tensão deve estar compreendida entre 16 e 21 volts;
- Ângulo da tocha 7' em relação à tangente da borda 4' do compressor 10' deve estar compreendido entre 37 e 45 graus;
- Eletrodo não consumível de tungstênio 71 deverá possuir diâmetro de substancialmente 6,35 milímetros;
- Gás de proteção 8' deverá ser composto de uma mistura de argônio de 85% a 95% e de hidrogênio de 5% a 15%, sendo dotado de uma vazão compreendida entre 10 e 15 litros por minuto; e
- Velocidade de soldagem superior a 1,0 metro por minuto.

25 Uma concretização preferencial do processo autógeno de soldagem TIG/GTAW da presente invenção utiliza uma corrente média de solda de substancialmente 560 A, uma tensão de substancialmente 18,7 volts, 30 um ângulo de tocha de substancialmente 43 graus, um eletrodo de tungstênio de substancialmente 6,35 milímetros, um gás de proteção composto de substancialmente 85% de argônio e substancialmente 15% de hidrogênio

com uma vazão de substancialmente 12 litros por minuto e uma velocidade média de soldagem de substancialmente 1,2 metro por segundo. Adicionalmente, vale salientar que para todas as concretizações, o processo de soldagem utilizado no fechamento do compressor da presente invenção é isento de qualquer fluxo de soldagem.

Por intermédio da figura 5 é possível verificar a tampa 2' do compressor 10' e a região de junta 4', dispostos sobre uma base de soldagem 9'. A tocha 7' estando posicionada de modo a formar um ângulo compreendido entre 37 e 45 graus (preferencialmente 43 graus) em relação à tangente da borda 4' da tampa 2' do compressor 10' movimentando-se no sentido contrário ao movimento de rotação da carcaça 72.

O processo de soldagem do compressor 10' pode ainda apresentar o conjunto corpo 1' e tampa 2' fixos e a tocha 7' sendo movimentada à velocidade acima de 1,0 metro por minuto, ou, alternativamente, o conjunto corpo 1' e tampa 2' podem se movimentar sobre uma mesa giratória automatizada a uma velocidade acima de 1,0 metro por minuto, ficando a tocha 7' fixa em relação ao conjunto.

As características de soldagem de carcaça de compressor acima descritas para o processo TIG/GTAW autógeno possibilitam um processo de alta produtividade, alcançando praticamente as mesmas velocidades de soldagem dos processos MIG/MAG. Note-se que, por via de regra, as velocidades de soldagem alcançadas pelos processos MIG/MAG encontram-se na ordem de 1,6m/min, razão pela qual têm preferência nos processos de união revelados pelo estado da técnica.

Por outro lado, o processo TIG/GTAW da presente invenção conseguiu alcançar resultados surpreendentes no respeitante à velocidade de soldagem, com velocidades superiores a 1,0m/min. Muito embora a velocidade do processo MIG seja cerca de 30% superior à do processo TIG, o processo da presente invenção consegue alcançar superior qualidade das soldas e do acabamento do cordão pelo fato de evitar os inconvenientes dos processos MIG/MAG além de fazer uso de um processo TIG/GTAW que não necessita de um fluxo. Adicionalmente, cumpre notar que o processo TIG

não tem adição de arame, não necessitando de um tracionador para o mesmo, portanto, pode-se considerar que a máquina tem manutenção menos trabalhosa

5 A presente invenção alcançou, portanto, um processo de união mais simples, capaz de gerar elevada produtividade aliada à alta qualidade da soldagem e menor manutenção, o que naturalmente se traduzirá em ganhos de economia de escala.

10 Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações apensas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de soldagem TIG/GTAW autógeno para união de metais, utilizando um equipamento que compreende:
- 5 (a) uma fonte de soldagem (5');
(b) uma tocha (7');
(c) um gás de proteção (8');
a tocha compreendendo um eletrodo (71) e recebendo energia da fonte de soldagem (5') e um fluxo do gás de proteção (8');
o processo sendo caracterizado pelo fato de que compreende as
- 10 etapas de:
- (i) posicionar uma primeira peça (1') e uma segunda peça (2') a serem soldadas entre si formando uma região de borda (4');
(ii) regular uma corrente de solda na fonte de soldagem (5') para uma corrente pulsada;
- 15 (iii) regular uma tensão na fonte de soldagem (5');
(iv) regular o fluxo do gás de proteção (8');
(v) posicionar a tocha (7') formando um ângulo em relação à tangente da borda (4') compreendido entre 41 graus e 45 graus;
- (iv) acionar a tocha (7') abrindo um arco voltaico; e
- 20 (vii) movimentar continuamente o cordão de solda na região de borda (4') a uma velocidade acima de 1,0 m/min.
2. Processo de soldagem, de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que a corrente pulsada esta compreendida entre 330 e 530 A.
- 25 3. Processo de soldagem, de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que a tensão na fonte de soldagem (5') é regulada para uma faixa entre 13 e 15 volts.
4. Processo de soldagem, de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que a vazão do gás de proteção (8') é regulada para
- 30 uma faixa entre 10 e 12 litros por minuto.
5. Processo de soldagem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que antes da etapa de regulagem da fonte de sol-

dagem (5'), um eletrodo (71) de tungstênio com diâmetro de substancialmente 6,35mm é posicionado na tocha (7').

5 6. Processo de soldagem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o gás de proteção (8') é composto por uma mistura compreendida de 85% a 95% de argônio e 5% a 15% de hidrogênio.

7. Processo de soldagem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o gás de proteção (8') é composto por 90% de argônio e 10% de hidrogênio.

10 8. Processo de soldagem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fonte de soldagem (5') é regulada para uma corrente pulsada de 430A com uma frequência compreendida entre 17 e 20Hz.

15 9. Processo de soldagem, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o gás de proteção (8') é regulado para uma vazão de 12 l/min.

10. Compressor (10') caracterizado pelo fato de que compreende um processo de soldagem de uma tampa (2') com um corpo (1') tal como definido nas reivindicações 1 a 9.

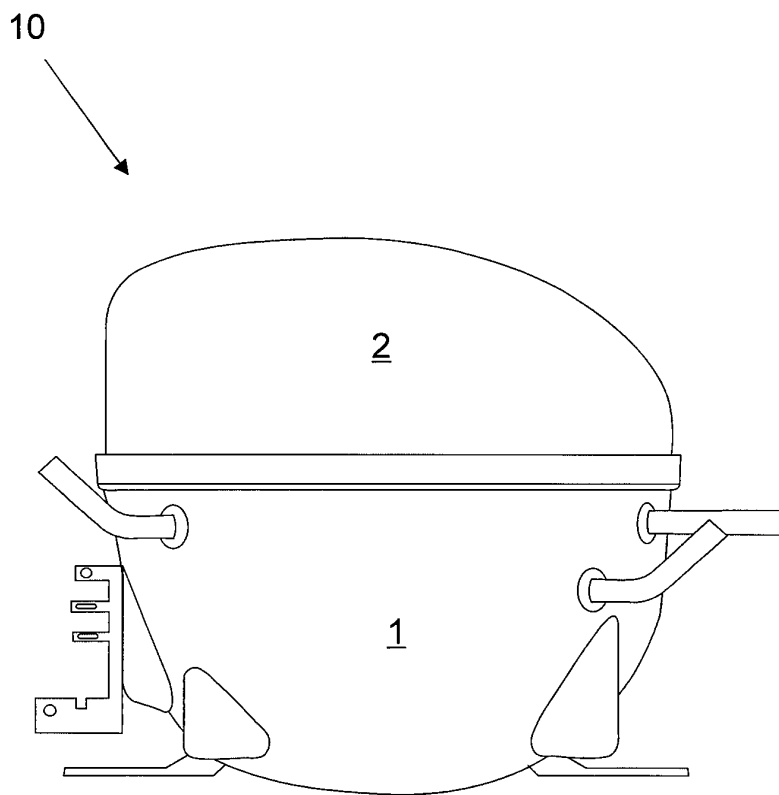


Fig. 1A

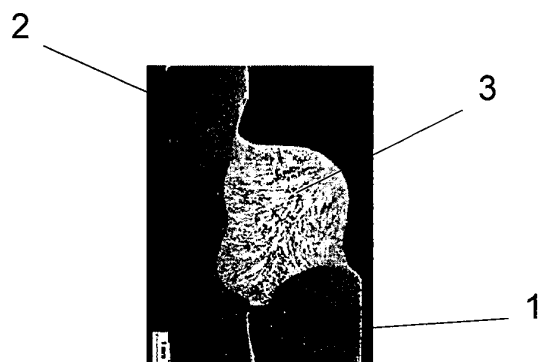


Fig. 1B

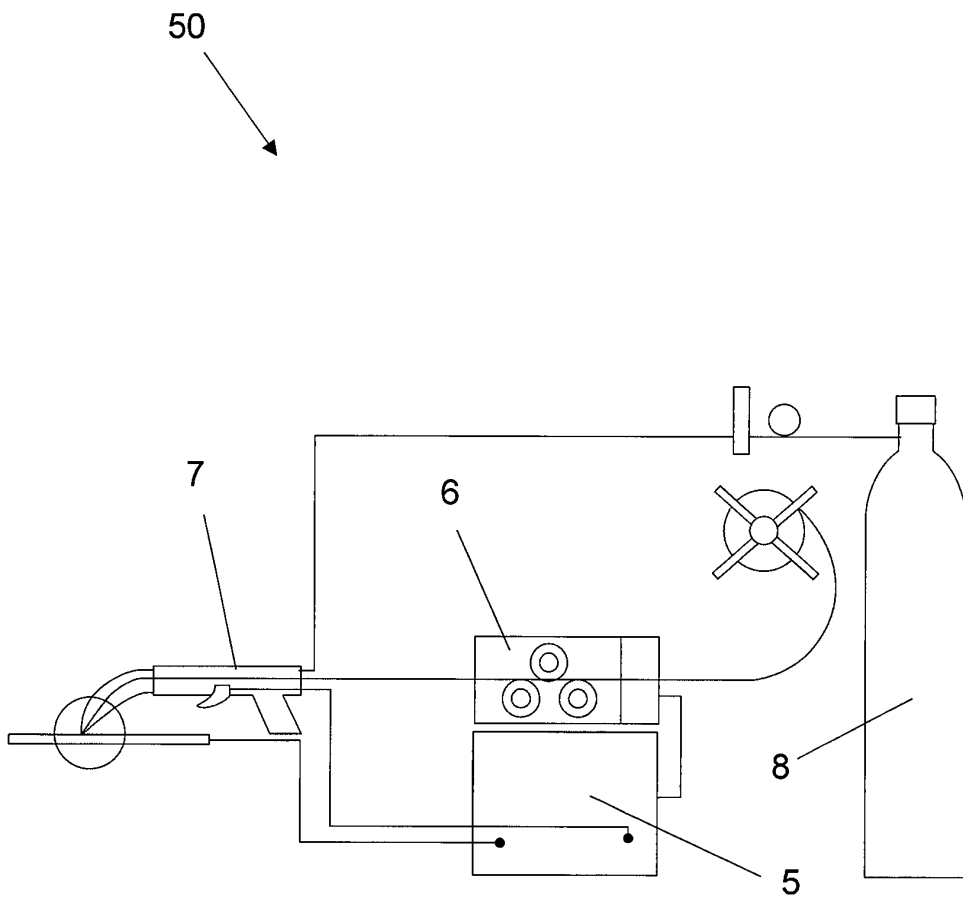
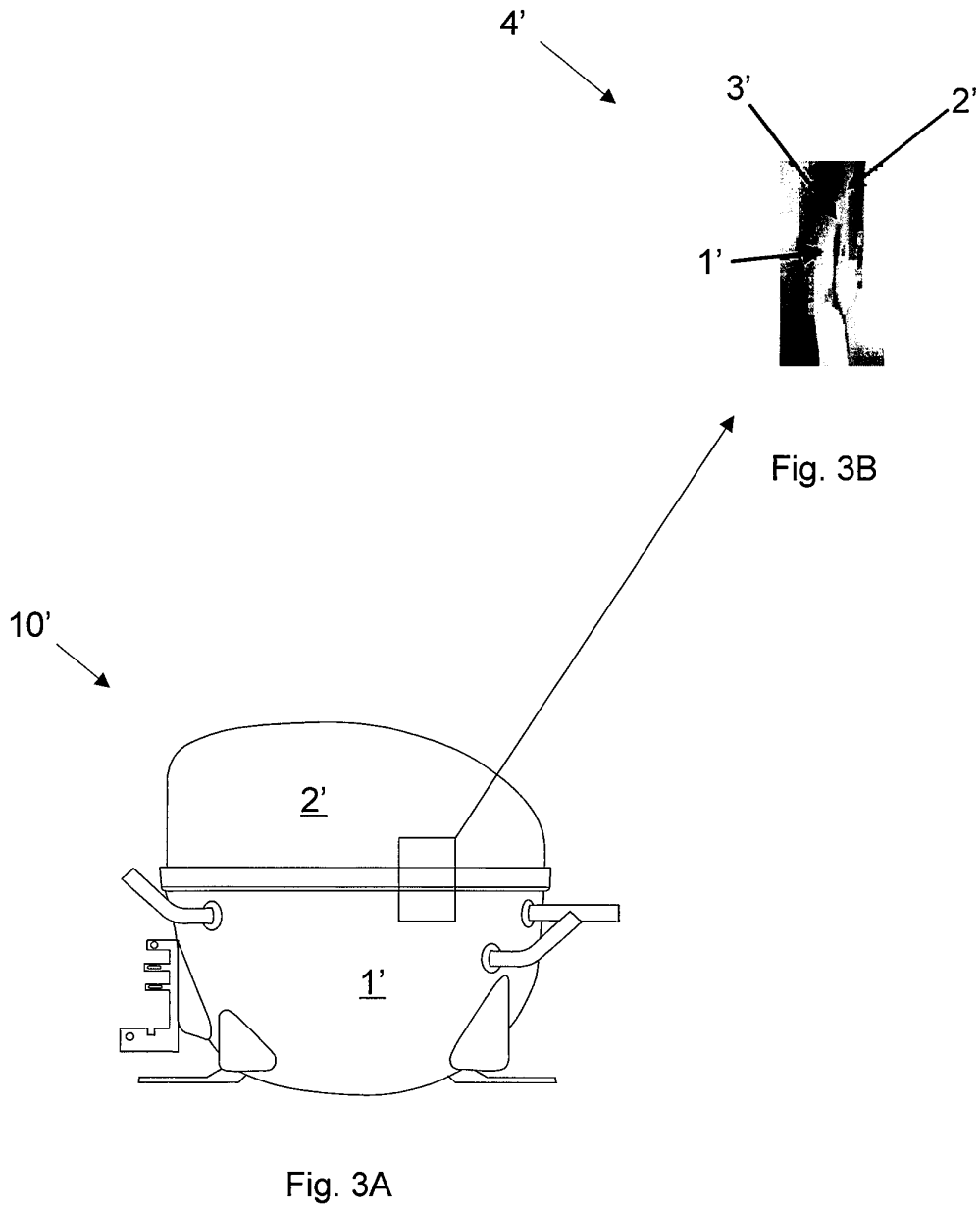


Fig. 2



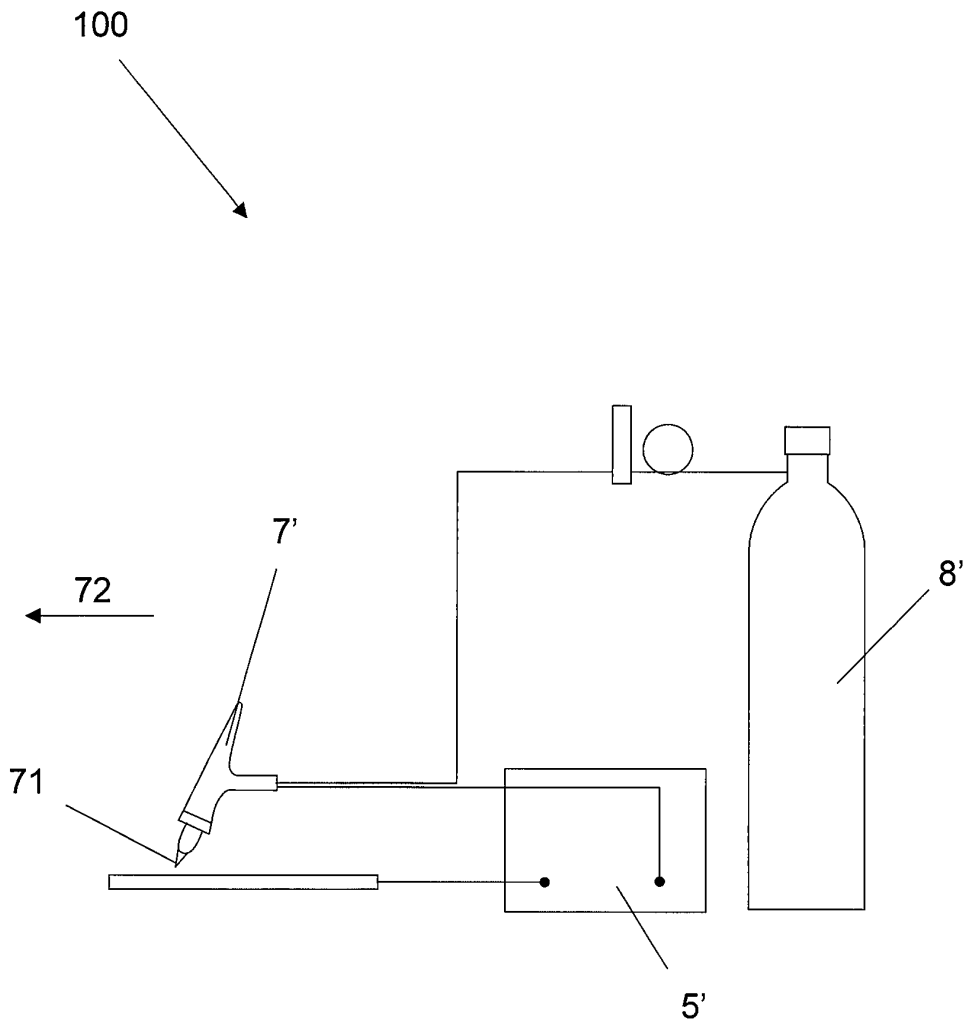


Fig.4

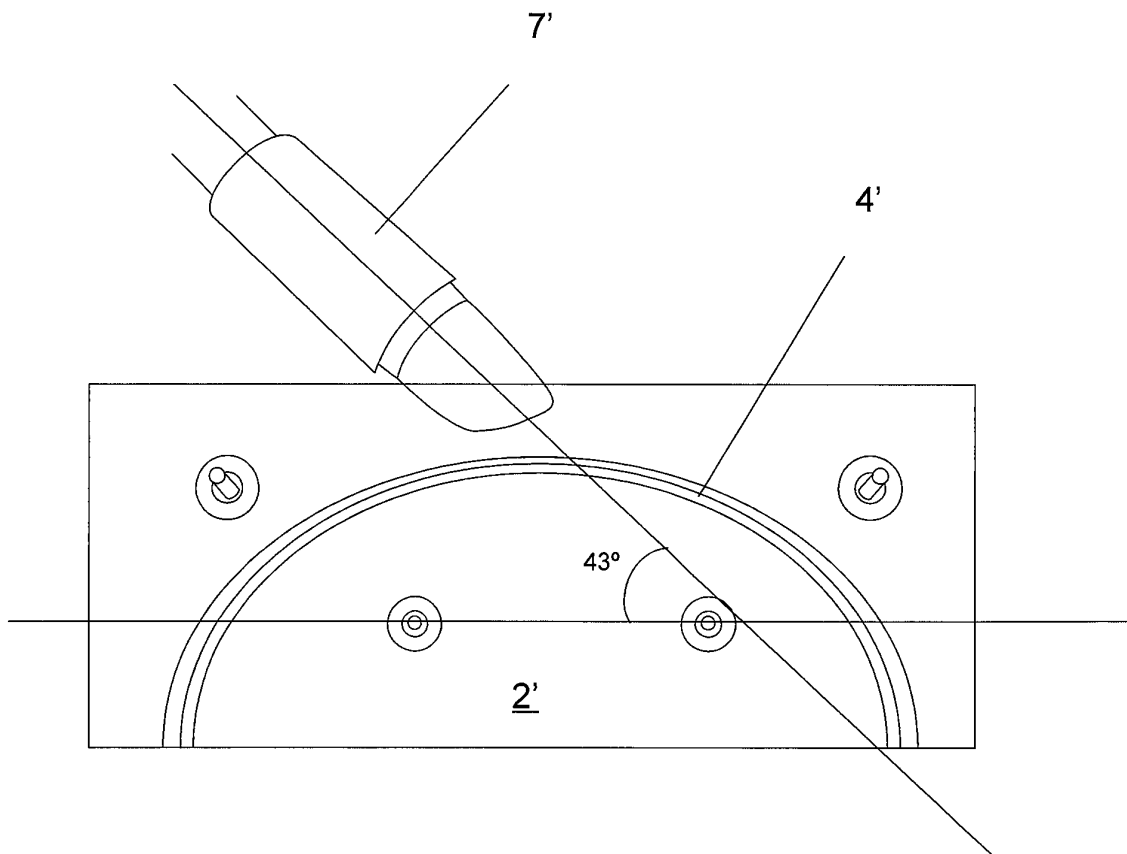


Fig.5

RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO DE SOLDAGEM TIG/GTAW AUTÓGENO PARA UNIÃO DE METAIS E COMPRESSOR"**.

5 Descreve-se um processo de soldagem TIG/GTAW para união de metais, utilizando um equipamento que compreende (a) uma fonte de soldagem (5'), (b) uma tocha (7') e (c) um gás de proteção (8'); a tocha (7') compreendendo um eletrodo (71) e recebendo energia da fonte de soldagem (5') e um fluxo do gás de proteção (8'); o processo alcançando velocidades de soldagem superiores a 1,0m/min.