



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) BR 112018010532-5 B1**



**(22) Data do Depósito: 16/12/2016**

**(45) Data de Concessão: 12/01/2021**

---

**(54) Título:** MÉTODO PARA UNIR UM PRIMEIRO E UM SEGUNDO BLOCO BRUTO E MÉTODO PARA FORMAR UM PRODUTO

**(51) Int.CI.:** B23K 26/06; B23K 26/067; B23K 26/211; B23K 26/322; B23K 26/26; (...).

**(30) Prioridade Unionista:** 18/12/2015 EP 15382641.7.

**(73) Titular(es):** AUTOTECH ENGINEERING, S.L..

**(72) Inventor(es):** ELISENDA VILA I FERRER; PEDRO RUBIO; MIREIA ILLANA GREGORI; ANTOINE RIQUELME.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2016081493 de 16/12/2016

**(87) Publicação PCT:** WO 2017/103149 de 22/06/2017

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 23/05/2018

**(57) Resumo:** Métodos para unir um primeiro bloco bruto e um segundo bloco bruto, pelo menos um dentre o primeiro e segundo blocos brutos compreendendo pelo menos uma camada de alumínio ou de uma liga de alumínio ou uma camada de zinco ou de uma liga de zinco são fornecidos. O método compreende selecionar uma primeira porção do primeiro bloco bruto a ser unida ao segundo bloco bruto, e selecionar uma segunda porção do segundo bloco bruto a ser unida à primeira porção, e soldar a primeira porção à segunda porção. A soldagem compreende o uso de um feixe de laser de metal de carga e um feixe de laser de soldagem, e o deslocamento de ambos os feixes de laser em uma direção de soldagem para fundir e misturar um material de fio de carga com as porções fundidas dos dois blocos brutos. A presente divulgação se refere, adicionalmente, a blocos brutos obtidos por qualquer um destes métodos e a produtos obtidos a partir desses blocos brutos.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção: “**MÉTODO PARA UNIR UM PRIMEIRO E UM SEGUNDO BLOCO BRUTO E MÉTODO PARA FORMAR UM PRODUTO**”

**[001]** Este pedido reivindica o benefício do Pedido de Patente Europeu EP15382641.7 depositado em 18 de dezembro de 2015.

**[002]** A presente divulgação se refere a métodos para unir dois blocos brutos, e a métodos para a obtenção de produtos depois de se unir dois blocos brutos. A presente divulgação se refere, adicionalmente, a produtos obtidos ou obteníveis por qualquer um destes métodos.

ANTECEDENTES

**[001]** O desenvolvimento de novos materiais e processos para a produção de peças metálicas com o objetivo de reduzir o peso dos componentes a baixo custo é de extrema importância para a indústria automotiva. Para alcançar estes objetivos, a indústria desenvolveu aços de ultra-alta resistência (UHSS) que exibem uma resistência máxima otimizada por unidade de peso e propriedades de conformabilidade vantajosas. Estes aços são projetados para atingir uma microestrutura após o tratamento térmico, que confere boas propriedades mecânicas e os torna especialmente adequados para o processo de estampagem a quente usado para formar blocos brutos de aço para peças específicas de automóveis. Uma vez que durante o processo de estampagem a quente o bloco bruto é submetido a atmosferas agressivas, o aço é usualmente revestido para evitar corrosão e oxidação.

**[002]** Em uma tentativa de minimizar o peso dos componentes, respeitando as exigências estruturais, as assim chamadas técnicas de “bloco bruto adaptado” podem ser usadas. Nestas técnicas, os componentes podem ser feitos de um bloco bruto de metal compósito que é obtido através da soldagem de vários blocos brutos com espessuras opcionalmente diferentes, materiais, dimensões e propriedades diferentes. Pelo menos teoricamente, ao usar esse tipo de técnica, o uso do material pode ser otimizado. Os blocos brutos de diferentes espessuras podem ser unidos ou um bloco bruto de aço pode ser unido com um bloco bruto de um material diferente, por exemplo, usando as propriedades específicas de cada material quando são necessárias.

**[003]** Esses blocos brutos podem ser soldados de “borda a borda” (“junção de extremidade”). Esses chamados blocos brutos adaptados são projetados para serem estampados a quente e depois serem montados para formar peças automotivas. Os

blocos brutos soldados adaptados podem ser usados para componentes estruturais, como portas, pilares-B, vigas, pisos, para-choques, etc.

**[004]** Da mesma forma, são conhecidos os blocos brutos "fragmentados", nos quais vários blocos brutos não são necessariamente soldados de "borda a borda", mas em vez disso, podem ser usadas sobreposições parciais ou completas de blocos brutos.

**[005]** Um exemplo de aço usado na indústria automotiva é o aço 22MnB5. A composição de 22MnB5 está resumida abaixo em porcentagens em peso (o resto é ferro (Fe) e impurezas):

C	Si	Mn	P	S
0,20-0,25	0,15-0,35	1,10-1,35	<0,025	<0,008
Cr	Ti	B	N	
0,15-0,30	0,02-0,05	0,002-0,004	<0,009	

**[006]** Vários aços 22MnB5 estão comercialmente disponíveis com uma composição química similar. No entanto, a quantidade exata de cada um dos componentes de um aço 22MnB5 pode variar ligeiramente de um fabricante para outro. Usibor® 1500P é um exemplo de um aço 22MnB5 comercialmente fabricado pela Arcelor. A composição de Usibor® está resumida abaixo em porcentagens em peso (o resto é ferro (Fe) e impurezas inevitáveis):

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ti	B	N
0,24	0,27	1,14	0,015	0,001	0,17	0,036	0,003	0,004

**[007]** Em outros exemplos, o 22MnB5 pode conter aproximadamente 0,23 % de C, 0,22 % de Si e 0,16 % de Cr. O material pode ainda compreender Mn, Al, Ti, B, N, Ni em diferentes proporções.

**[008]** Diversas outras composições de aços UHSS também podem ser usadas na indústria automotiva. Especificamente, as composições de aço descritas no documento EP 2 735 620 A1 podem ser consideradas adequadas. Pode-se fazer referência específica à tabela 1 e aos parágrafos 0016 – 0021 do documento EP 2 735 620, e às considerações dos parágrafos 0067 – 0079. Em alguns exemplos, os UHSS contêm aproximadamente 0,22 % de C, 1,2 % de Si e 2,2 % de Mn.

**[009]** O aço de qualquer uma dessas composições (tanto o aço 22MnB5 como,

por exemplo, o Usibor<sup>®</sup> e as outras composições mencionadas ou referidas anteriormente) podem ser fornecidos com um revestimento a fim de evitar danos por corrosão ou oxidação. Este revestimento pode ser, por exemplo, um revestimento de alumínio-silício (AlSi) ou uma liga de zinco.

**[010]** Os blocos brutos fragmentados os blocos brutos adaptados também podem ser usados ou úteis em outras indústrias.

**[011]** O Usibor<sup>®</sup> 1500P é fornecido na condição ferrítico-perlítica. As propriedades mecânicas estão relacionadas a essa estrutura. Após o aquecimento, a estampagem a quente, e subsequente resfriamento rápido (têmpera), uma microestrutura martensítica é obtida. Como resultado, resistência máxima e o limite elástico aumentam visivelmente.

**[012]** Como mencionado anteriormente, Usibor<sup>®</sup> 1500P talvez fornecido com um revestimento de silício-alumínio (AlSi), a fim de evitar danos por corrosão e oxidação. No entanto, este revestimento tem um efeito significativo relacionado ao seu comportamento na solda. Se os blocos brutos de Usibor<sup>®</sup> 1500P são soldados sem quaisquer outras medidas, o alumínio do revestimento pode entrar na área de soldadura, e isto pode causar uma redução importante das propriedades mecânicas do componente resultante e aumentar a possibilidade de fratura na zona de solda.

**[013]** De modo a superar este problema, foi proposto um método no documento DE202007018832 U1 que consiste em remover (por exemplo, por ablação a laser) uma parte do revestimento em uma área próxima do vão de soldadura. Este método tem a desvantagem de uma etapa adicional ser necessária para a produção dos componentes e blocos brutos (adaptados) e que, apesar da natureza repetitiva do processo esta etapa adicional requer um processo de qualidade complexa com um número elevado de partes que serão desmanteladas. Isso implica um aumento do custo da etapa de soldagem e limita a competitividade da tecnologia na indústria.

**[014]** O documento US20080011720 propõe um processo para a soldagem a laser de pelo menos uma peça de trabalho de metal por um feixe de laser, tendo a dita peça uma superfície contendo alumínio, caracterizada por o feixe de laser ser combinado com pelo menos um arco elétrico para fundir o metal e soldar a(s) dita(s) peça(s) de trabalho. O laser na frente do arco permite o uso de um fio tubular ou similar contendo elementos que induzem a fase gama (Mn, Ni, Cu, etc) favorável à manutenção de uma estrutura austenítica em toda a zona fundida.

**[015]** No entanto, foram relatados problemas relacionados com a única diluição parcial dos materiais de carga ao longo da profundidade da zona de soldagem, o que resulta em uma resistência de soldagem reduzida. Além disso, o material de carga pode não ser distribuído homogeneamente na zona de soldagem. Isso pode causar acúmulo de material (“impactos”) em determinadas áreas, afetando localmente o comportamento da zona de soldagem. Ou seja, as propriedades mecânicas da zona de soldagem podem variar. Outro problema pode ser que o material de carga pode precisar de ser pré-aquecido antes de ser aplicado, porque o arco elétrico pode não ser capaz de fundi-lo de outro modo.

**[016]** Aqui, um bloco bruto pode ser considerado como um artigo que ainda precisa passar por uma ou mais etapas de processamento (por exemplo, deformação, usinagem, tratamento de superfície ou outras). Estes artigos podem ser placas planas ou ter formas substancialmente mais complicadas.

**[017]** Nos exemplos dos métodos de soldagem aqui descritos, as desvantagens acima mencionadas são evitadas ou pelo menos parcialmente reduzidas.

#### SUMÁRIO

**[018]** Em um primeiro aspecto, a invenção fornece um método para unir um primeiro bloco bruto e um segundo bloco bruto, pelo menos um dentre o primeiro e segundo blocos brutos compreendendo pelo menos uma camada de alumínio, de uma liga de alumínio, de zinco ou de uma liga de zinco. O método compreende selecionar uma primeira porção do primeiro bloco bruto a ser unida ao segundo bloco bruto, e selecionar uma segunda porção do segundo bloco bruto a ser unida à primeira porção, fundindo a primeira porção à segunda porção, enquanto fornece um fio de carga a uma zona de solda usando um primeiro e um segundo feixes de laser. O primeiro feixe de laser funde o fio de carga na zona de solda durante a soldagem, e a primeira porção e a segunda porção dos blocos brutos são fundidas e misturadas com o fio de carga fundido usando o segundo feixe de laser.

**[019]** Ao usar dois feixes de laser, cada um para uma finalidade diferente, é possível ajustar as características dos feixes ao seu uso pretendido. Tais características podem ser a energia do feixe laser ou a dimensão dos pontos. Por exemplo, o fio de carga pode requerer uma energia diferente das porções dos blocos brutos para fundir. Outro exemplo pode ser a largura da zona de solda em comparação com o tamanho do fio de carga; cada um pode exigir um tamanho de ponto diferente.

**[020]** Sem se ater a qualquer teoria, acredita-se que com os dois feixes de laser é possível gerar ou melhorar um efeito Marangoni na zona de soldagem (no pote fundido).

**[021]** O efeito Marangoni (também chamado de efeito Gibbs-Marangoni) é a transferência de massa ao longo de uma interface entre dois fluidos devido ao gradiente de tensão superficial. No presente caso, o efeito Marangoni é um fluxo de fluido criado no “banho em fusão” devido a uma distribuição de temperatura no banho em fusão. A tensão superficial é dependente da temperatura e, portanto, essas diferenças de temperatura criam um gradiente de tensão superficial na superfície do banho em fusão. Ou seja, a parte fundida do substrato e a parte fundida do material de carga que está mais próxima da superfície e, portanto, mais quente, será extraída da região de menor tensão superficial (temperatura mais alta) para a região de maior tensão superficial (menor temperatura). Como resultado, um fluxo de fluido (fluido sendo a parte fundida do substrato e a parte fundida do material de reforço de carga) é criado de tal modo que a distribuição de altura e a penetração do material de carga na zona de soldagem são aumentadas. O fluxo de fluido pode se assemelhar a um movimento em espiral descendente das camadas mais quentes superiores da zona de soldagem em direção às suas camadas mais frias inferiores.

**[022]** Em alguns exemplos, o uso do segundo feixe de laser pode compreender deslocar o segundo feixe de laser de uma maneira oscilante para misturar a primeira porção e a segunda porção dos blocos brutos com o fio de carga fundido. O movimento oscilante do feixe de laser pode fazer com que os materiais no banho em fusão se misturem mais homoganeamente como resultado (ou em parte como resultado) do efeito Marangoni. Tal movimento oscilante pode compreender diferentes movimentos de feixe, como um movimento em espiral ou circular em torno de um ponto central, um movimento ondulante ou um movimento de tecelagem (zig-zag) ao longo da direção da solda, ou uma combinação dos mesmos.

**[023]** Em alguns exemplos, o uso do segundo feixe de laser pode compreender a geração de um ponto duplo para fundir a primeira porção e a segunda porção e misturar a primeira porção e a segunda porção dos blocos brutos com o fio de carga fundido. Dois sub-feixes podem ser gerados com elementos ópticos de laser de ponto duplo, cada sub-feixe gerando um dos dois pontos do ponto duplo. O uso de um ponto duplo também pode misturar os materiais no banho em fusão mais homoganeamente,

novamente (parcialmente) como resultado do efeito Marangoni.

**[024]** Em alguns exemplos, o primeiro feixe de laser usado para a fusão do fio de carga pode ter um ponto com um tamanho correspondente (por exemplo, igual ou maior) ao diâmetro de fio de carga. Portanto, pode-se concentrar com exatidão e precisão toda a sua energia com a finalidade de fundir o fio de carga. O segundo feixe de laser usado para fundir a primeira porção à segunda porção e para misturar o fio de carga fundido pode gerar um ponto ou um ponto duplo com um tamanho correspondente a um tamanho da zona de soldagem. Mais especificamente, no caso de um único ponto, um tamanho (por exemplo, largura) da zona de solda pode ser igual ou maior que o tamanho do ponto. No caso de um ponto duplo, um tamanho (por exemplo, largura) da zona de solda pode ser igual ou maior ao tamanho agregado dos dois pontos do ponto duplo. O tamanho da zona de solda pode ser um tamanho da soldagem desejada. Pode corresponder a tolerâncias conhecidas dos blocos brutos, de modo que quaisquer vãos entre os blocos brutos sejam preenchidos adequadamente durante a soldagem.

**[025]** Em alguns exemplos, os dois feixes de laser podem ser gerados por uma única cabeça de laser. Isso pode facilitar o alinhamento e melhorar a velocidade da soldagem.

**[026]** Em alguns outros exemplos, o primeiro feixe de laser pode ser gerado por uma primeira cabeça de laser e o segundo feixe de laser pode ser gerado por uma segunda cabeça laser. Isso pode permitir um controle individual mais fácil das características do feixe (por exemplo, forma, potência) dos dois feixes.

**[027]** Em alguns exemplos, os dois feixes de laser podem gerar pontos dispostos substancialmente em linha com uma direção de soldagem. O ponto ou pontos gerados pelo segundo feixe de laser pode preceder ou suceder o ponto do primeiro feixe de laser. Portanto, o primeiro feixe de laser pode gerar um ponto e o segundo feixe de laser pode gerar um ou mais pontos, e os pontos do primeiro e do segundo feixe de laser podem ser dispostos substancialmente alinhados com a direção de soldagem.

**[028]** Em alguns exemplos, quando o segundo feixe de laser é usado para gerar um ponto duplo, o ponto do primeiro feixe de laser pode ser disposto antes, depois ou entre os pontos do ponto duplo gerado a partir do segundo feixe de laser. Além disso, os dois pontos do ponto duplo podem ser dispostos perpendicularmente à direção da soldagem. Alternativamente, os dois pontos do ponto duplo podem ser dispostos

colinearmente à direção da soldagem.

**[029]** Em alguns exemplos, quando os pontos estão dispostos perpendicularmente à direção da soldagem, os dois pontos do ponto duplo do segundo feixe de laser podem preceder ou suceder o ponto do primeiro feixe de laser. Alternativamente, o ponto do primeiro feixe de laser pode estar disposto colinearmente entre os pontos dos pontos duplos.

**[030]** Em alguns outros exemplos, quando os pontos estão dispostos colinearmente à direção da soldagem, os dois pontos do ponto duplo do segundo feixe de laser podem preceder ou suceder o ponto do primeiro feixe de laser. Alternativamente, o ponto do primeiro feixe de laser pode estar disposto colinearmente entre os pontos dos pontos duplos.

**[031]** A escolha da disposição de ponto pode depender das características do revestimento, do material de carga, da soldagem desejada ou de uma combinação dos mesmos.

**[032]** Em alguns exemplos, o primeiro e segundo blocos brutos podem ser unidos na extremidade, a primeira porção pode ser uma borda do primeiro bloco bruto e a segunda porção pode ser a borda do segundo bloco bruto. Especificamente, uma união de extremidade quadrada (sem usinagem ou biselamento das bordas) pode ser usada. Mais especificamente, uma solda de extremidade quadrada fechada pode ser usada.

**[033]** Em alguns exemplos, o primeiro e/ou o segundo bloco bruto compreende um substrato de aço com um revestimento compreendendo a camada de alumínio ou de uma liga de alumínio ou a camada de zinco ou de uma liga de zinco. Em alguns exemplos, tal substrato de aço do primeiro e/ou do segundo bloco bruto pode ser um aço de ultra alta resistência, em particular, um aço 22MnB5.

**[034]** Em outro aspecto, um método para formar um produto é divulgado. O método compreende formar um bloco bruto incluindo um método para unir um primeiro e um segundo blocos brutos de acordo com qualquer um dos métodos aqui descritos, aquecer o bloco bruto, e deformar a quente e com subsequente têmpera do bloco bruto aquecido.

**[035]** Ainda em um outro aspecto, um bloco bruto como obtível por qualquer um dos métodos aqui propostos é divulgado.

**[036]** Ainda em outro aspecto, um produto como obtido por um método para

formar um produto como aqui proposto é divulgado.

**[037]** Diferentes lasers podem ser usados para soldagem a laser, como o Nd-YAG (granada de ítrio e alumínio dopado com neodímio) e um laser de CO<sub>2</sub> com potência suficiente. Os lasers de Nd-YAG estão comercialmente disponíveis e constituem uma tecnologia comprovada. Esse tipo de laser também pode ter energia suficiente para fundir as porções (juntamente com o arco) dos blocos brutos e permite variar a largura do ponto focal do laser e, portanto, da zona de solda. A redução do tamanho do “ponto” aumenta a densidade de energia.

**[038]** Diferentes fios de carga podem ser usados, de acordo com quaisquer requisitos da zona de soldagem, já que a potência do laser de fusão do fio de carga pode ser ajustada aos requisitos do fio de carga (por exemplo, temperatura de fusão). O fio de carga usada pode compreender elementos gamagênicos para estabilizar a fase austenítica. Os elementos estabilizadores austeníticos neutralizam o efeito estabilizador de ferrita de Al ou Zn, assim, minimizando (ou evitando) a ferrita na união de soldagem final. De acordo com esse aspecto, o alumínio (ou zinco) pode estar presente na zona de solda, mas não produz às piores propriedades mecânicas após os processos de deformação a quente, como estampagem a quente, quando o fio de carga compreende elementos gamagênicos que estabilizam a fase austenítica. Estes elementos gamagênicos são introduzidos na zona de soldagem e misturados com a massa fundida, e, como uma consequência a austenita (ferro de fase gama,  $\gamma$ -Fe) pode ser obtida por meio de aquecimento. Durante o resfriamento rápido (têmpera) após uma deformação a quente, uma microestrutura martensítica que fornece características mecânicas satisfatórias pode ser obtida.

**[039]** Não há, portanto, necessidade de remover uma camada de alumínio, liga de alumínio, zinco ou liga de zinco, tal como foi proposto em alguns métodos da técnica anterior. Quando, por exemplo, os blocos brutos de aço revestidos devem ser soldados, isso pode ser feito mais rápido e ser mais barato já que uma etapa intermediária do processo não é mais necessária.

**[040]** Os elementos gamagênicos são aqui entendidos como elementos químicos que promovem a fase gama, isto é, a fase da austenita. Os elementos gamagênicos (ou “elementos estabilizadores austeníticos”) podem ser selecionados de um grupo compreendendo Níquel (Ni), Carbono (C), Manganês (Mn), Cobre (Cu) e Nitrogênio (N). Embora a adição de “elementos estabilizadores de ferrita” possa neutralizar a

ação dos “elementos estabilizadores austeníticos”, opcionalmente, estes “elementos estabilizadores de ferrita” podem ainda ser componentes adequados quando outros fatores são também levados em conta para a composição do material de carga. Por exemplo, para promover a dureza o Molibdênio (Mo) pode ser um elemento adequado e, por exemplo, para resistência à corrosão, o Silício (Si) e Cromo (Cr) podem ser componentes adequados.

**[041]** As ligas de alumínio são aqui entendidas como ligas metálicas nas quais o alumínio é o elemento predominante. As ligas de zinco são aqui entendidas como ligas metálicas nas quais o zinco é o elemento predominante.

**[042]** De preferência, a quantidade de elementos gamagênicos no fio de carga é suficiente para compensar a presença de elementos alfa gênicos, tais como Cr, Mo, Si, Al e Ti (Titânio). Os elementos alfa gênicos promovem a formação de ferro alfa (ferrita). Isto pode levar a propriedades mecânicas reduzidas, uma vez que a microestrutura resultante depois da estampagem a quente e da têmpera pode compreender martensita-bainita e ferrita.

**[043]** Em alguns exemplos, a carga pode conter elementos estabilizadores de austenita e pode ter uma composição em porcentagens em peso de 0 % - 0,3 % de carbono, 0 % - 1,3 % de silício, 0,5 % - 7 % de manganês, 5 % - 22 % de cromo, 6 % - 20 % de níquel, 0 % - 0,4 % de molibdênio, de 0 % - 0,7 % de nióbio, e o resto de ferro e impurezas inevitáveis.

**[044]** Em outros exemplos, o material de carga de metal pode ser aço inoxidável AISi 316L, como disponível comercialmente, por exemplo, junto à Hoganäs®. A carga de metal pode ter a seguinte composição em porcentagens em peso: 0 % - 0,03 % de carbono, 2,0 - 3,0 % de molibdênio, 10 % - 14 % de níquel, 1,0 - 2,0 % de manganês, 16 - 18 % de cromo, 0,0 - 1,0 % de silício e o resto de ferro e impurezas inevitáveis.

**[045]** Em alternativa, 431L HC, como comercialmente disponível, por exemplo, junto à Hoganäs® pode ser usado. Esta carga de metal tem a seguinte composição em porcentagens em peso: 70-80 % de ferro, 10-20 % de cromo, 1,0-9,99 % de níquel, 1-10 % de silício, 1-10 % de manganês e o resto de impurezas.

**[046]** Outros exemplos podem usar 3533-10, como o produto comercialmente disponível, por exemplo, junto à Hoganäs®. Esta carga tem a seguinte composição em porcentagens em peso: 2,1 % de carbono, 1,2 % de silício, 28 % de cromo, 11,5 % de níquel, 5,5 % de molibdênio, 1 % de manganês e o resto de ferro e impurezas.

**[047]** Verificou-se que a presença de níquel nestas composições levou a uma boa resistência à corrosão e promoveu a formação de austenita. A adição de cromo e silício ajuda na resistência à corrosão, e o molibdênio ajuda a aumentar a dureza. Em exemplos alternativos, outros aços inoxidáveis também podem ser usados, até mesmo o UHSS. Em alguns exemplos, a carga pode incorporar qualquer componente que forneça características mecânicas maiores ou menores, dependendo das circunstâncias.

**[048]** Além disso, foi verificado que uma carga destas misturas leva a propriedades mecânicas muito satisfatórias do produto de trabalho final, ou seja, após a têmpera e a estampagem a quente. Além disso, outras cargas podem ser usadas.

**[049]** Em um segundo aspecto, a presente divulgação fornece um método para formar um produto compreendendo a formação de um bloco bruto incluindo um método para unir um primeiro e um segundo blocos brutos de acordo com qualquer um dos métodos de soldagem aqui descritos e subsequentemente aquecimento do bloco bruto e deformação a quente do bloco bruto aquecido e a têmpera final. O aquecimento pode incluir tratamento térmico em um forno antes da deformação. A deformação quente pode incluir, por exemplo, estampagem a quente ou extração profunda.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

**[050]** Exemplos não limitativos da presente divulgação serão descritos a seguir, com referência aos desenhos anexos, nos quais:

as Figuras 1a - 1d ilustram esquematicamente exemplos de união de dois blocos brutos;

as Figuras 2a - 2c ilustram esquematicamente as disposições de exemplos para um feixe de laser de soldagem e um feixe de fusão de fio de carga de acordo com várias implementações; e

as Figuras 3a - 3f ilustram esquematicamente as posições relativas dos feixes de laser de soldagem e feixes de fusão de fio de carga;

a Figura 4 é um diagrama de fluxo de um método para unir blocos brutos;

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DOS EXEMPLOS

**[051]** As Figuras 1a - 1d ilustram esquematicamente exemplos de união de blocos brutos. Na Figura 1a uma primeira porção ou região A1 de um primeiro bloco bruto A deve ser unida a uma segunda porção ou região B2 de um segundo bloco

bruto B. Neste exemplo, os dois blocos brutos devem ser unidos por extremidades, isto é, uma soldagem de borda a borda, especificamente com bordas retas (sem modelagem/biselagem especial das bordas).

**[052]** Neste exemplo, ambos os blocos brutos A e B podem ser de aço revestido, tal como por exemplo Usibor® 1500P. Ambos os blocos brutos podem compreender um substrato de aço 1 sobre o qual um revestimento 2 pode ser fornecido. O revestimento aplicado neste exemplo é alumínio-silício (Al87Si10Fe3). Devido ao processo de aplicação do revestimento, o revestimento resultante pode ter uma camada de liga metálica 4 e uma camada intermetálica 3 como ilustrado na Figura 1b - 1d.

**[053]** As Figuras 1b - 1d ilustram esquematicamente uma seção transversal ao longo do plano definido pela linha x - y e a vista superior correspondente de acordo com alguns exemplos de soldagem a laser dupla. Tal plano definido pela linha x - y corresponde ao feixe de soldagem C, isto é, a linha onde a borda do bloco bruto A entra em contato com a borda B. Nesses exemplos, os blocos brutos A e B podem compreender um substrato de aço 1 com um revestimento 2, que pode ter uma camada de liga metálica 4 como a camada mais externa e uma camada intermetálica 3 disposta entre o substrato de aço 1 e a camada de liga metálica 4. Quando os blocos brutos A e B são soldados, a camada de revestimento e o substrato de aço das porções soldadas dos blocos brutos A e B e a carga são misturados no feixe de soldagem. Assim, após a soldagem, o feixe de soldagem não compreende uma camada de revestimento definida. Nestes exemplos, a seta WD indica a direção de soldagem na vista de topo.

**[054]** A Figura 1b ilustra ainda uma vista em seção transversal ao longo do plano definido pela linha x - y e a vista superior correspondente do método de união de acordo com um exemplo de soldagem a laser dupla. Uma seção transversal e uma vista superior de um laser de fusão de metal de carga 20 são esquematicamente ilustradas tendo uma cabeça de laser 21 a partir da qual sai um primeiro feixe de laser L1. O fio de carga 25 pode ser usado como material de soldagem. Além disso, é esquematicamente ilustrado um soldador a laser 30 tendo uma cabeça de laser 31 a partir da qual um segundo feixe de laser L2 sai.

**[055]** Em um processo de soldagem a laser duplo, dois feixes de laser colaboram para formar uma zona de solda 40. Neste exemplo, o primeiro feixe de laser L1

(diretamente) funde o fio de carga. O segundo feixe de laser L2 funde as porções dos blocos brutos em um banho em fusão substancialmente onde os dois blocos brutos serão soldados. O fio de carga fundido é direcionado para o banho em fusão –comum- e, ao mesmo tempo, o fio de carga fundido se mistura com as porções fundidas dos blocos brutos. À medida que o fio de carga funde, qualquer folga entre os blocos brutos pode ser preenchida e uma solda pode ser criada.

**[056]** A Figura 1b ilustra ainda uma vista superior da zona de soldagem 40 criada nas zonas a serem soldadas dos blocos brutos A e B. O ponto de feixe laser S1 corresponde ao ponto criado pelo primeiro feixe de laser L1, enquanto o ponto de feixe de laser S2 corresponde ao ponto criado pelo segundo feixe de laser L2.

**[057]** No exemplo da Figura 1b, o segundo feixe de laser L2, o feixe de soldador a laser, pode ser movido de uma maneira ondulante para misturar o material no banho em fusão como consequência do efeito Marangoni. Como a porção fundida dos blocos brutos compreende material de substrato de aço bem como material de revestimento, a mistura dos ingredientes do banho em fusão pode evitar quaisquer efeitos prejudiciais atribuíveis ao revestimento de liga Al e, portanto, as propriedades mecânicas da zona soldada podem não ser afetadas.

**[058]** Pode ser visto que, neste caso, não há necessidade de remoção do revestimento do substrato de aço antes da soldagem, já que a mistura homogênea dos materiais ao longo de toda a espessura dos blocos brutos minimiza quaisquer efeitos nocivos do revestimento, assim, simplificando e acelerando sua fabricação. Isso pode trazer uma redução substancial de custos. Ao mesmo tempo, um fio de carga de composição adequada pode garantir que boas propriedades mecânicas são obtidas após o tratamento térmico padrão para Usibor® e após processos de deformação a quente, como estampagem a quente.

**[059]** Um tratamento padrão para blocos brutos de Usibor® seria aquecer o bloco bruto obtido em, por exemplo, um forno para levar a (entre outras) austenização do aço de base. Em seguida, o bloco bruto pode ser estampado a quente para formar, por exemplo, um para-choques ou um pilar. Durante o resfriamento rápido após uma deformação a quente, a martensita que fornece características mecânicas satisfatórias pode assim ser obtida. O tratamento padrão não é afetado de nenhuma maneira pelos métodos de adesão aqui propostos. Em particular, graças aos elementos de um fio de carga adequado (isto é, fio de carga com elementos

gamagênicos) que são fornecidos na zona de solda, uma estrutura de martensita também pode ser obtida na área da solda, apesar da presença de alumínio.

**[060]** A Figura 1c ilustra ainda uma vista em seção transversal ao longo do plano definido pela linha x - y e a vista superior correspondente do método de união de dois blocos brutos de acordo com um outro exemplo de soldagem a laser dupla. Um laser de fusão de metal de carga 20 é esquematicamente ilustrado tendo uma cabeça de laser 21 a partir da qual sai um primeiro feixe de laser L1. O fio de carga 25 pode ser usado como material de soldagem. Além disso, é esquematicamente ilustrado um soldador a laser 30 tendo uma cabeça de laser 31 a partir da qual dois sub-feixes de laser L2a e L2b saem. A cabeça de laser 31 pode compreender elementos ópticos de laser de ponto duplo.

**[061]** Em um exemplo de processo de soldagem a laser duplo, os feixes de laser colaboram para formar uma zona de solda 40. O primeiro feixe de laser L1 funde o fio de carga 25 da mesma forma que no exemplo discutido com referência à Figura 1b. Os dois sub-feixes, L2a e L2b, geram um ponto duplo que funde as porções dos blocos brutos em um banho em fusão substancialmente onde os dois blocos brutos serão soldados. O fio de carga fundido é direcionado para o banho em fusão -comum- e, ao mesmo tempo, o fio de carga fundido se mistura com as porções fundidas dos blocos brutos. O ponto duplo pode justificar a mistura do material de fio de carga fundido com as porções fundidas dos blocos brutos sem qualquer ondulação de quaisquer dos sub-feixes L2a e L2b a serem requeridos.

**[062]** A Figura 1c ilustra ainda uma vista superior da zona de soldagem 40 criada nas zonas a serem soldadas dos blocos brutos A e B. O ponto de feixe laser S1 corresponde ao ponto criado pelo primeiro feixe de laser L1, enquanto os pontos de feixe de laser S2a e S2b correspondem aos pontos criados pelos sub-feixes de laser L2a e L2b, respectivamente.

**[063]** A Figura 1d representa uma variação do exemplo da Figura 1b, tendo uma única cabeça de laser 51 e um único laser fundindo o fio e soldando-o. Neste exemplo, a fusão e soldagem a laser 50 tem uma única cabeça de laser 51 a partir do qual um primeiro feixe de laser L1 e um segundo feixe de laser L2 saem.

**[064]** A Figura 2a ilustra esquematicamente uma vista superior de um método para unir dois blocos brutos de acordo com um exemplo. Um primeiro bloco bruto A deve ser unido a um segundo bloco bruto B ao longo de uma costura de soldagem C,

em que um primeiro ponto de feixe de laser S1 pode ser responsável por fundir um material fio de carga 25 na zona de costura de soldagem C e um segundo ponto de feixe de laser S2 pode ser responsável por fundir uma porção do primeiro bloco bruto A e uma porção do segundo bloco bruto B, bem como misturar o material de fio de carga fundido com as porções fundidas dos blocos brutos. Os círculos de linha perfurados indicam o movimento circular do segundo feixe de laser para misturar homogeneamente os materiais fundidos. A Figura 2b ilustra esquematicamente um movimento de tecelagem do ponto de feixe de laser S2 enquanto que a Figura 2c ilustra esquematicamente um movimento ondulante do ponto de feixe de laser S2. A seleção do movimento pode depender das características da zona de solda.

**[065]** Em todos os exemplos aqui ilustrados até agora, os blocos brutos na forma de placas planas são unidos em conjunto. Deve ficar claro que os exemplos dos métodos aqui divulgados também podem ser aplicados aos blocos brutos de diferentes formas.

**[066]** As Figuras 3a - 3f ilustram esquematicamente as posições relativas dos pontos gerados a partir do primeiro e do segundo feixes de laser quando um feixe de laser de ponto duplo é usado para fundir as porções dos blocos brutos e para misturar as porções fundidas dos blocos brutos com o fio de carga fundido. A seta indica a direção da soldagem. Nas Figuras 3a -3c os três pontos estão dispostos colinearmente ao longo da direção da soldagem. Na Figura 3a, os pontos S2a e S2b do ponto duplo precedem o ponto do feixe de fusão do fio de carga. Na Figura 3b o ponto do feixe de fusão do fio de carga S1 precede os pontos S2a e S2b do ponto duplo. Na Figura 3c, o ponto S1 do feixe de fusão do fio de carga é interpolado entre os dois pontos S2a e S2b do ponto duplo. Na Figura 3a, os pontos S2a e S2b do ponto duplo precedem o ponto S1 do feixe de fusão do fio de carga. No entanto, neste caso, os dois pontos do ponto duplo são dispostos perpendicularmente à direção da soldagem. Na Figura 3e, os dois pontos S2a e S2b do ponto duplo estão também dispostos perpendicularmente à direção da soldagem, mas, em contraste com a disposição da Figura 3d, eles seguem o ponto S1 do feixe de fusão do fio de carga. Finalmente, na Figura 3f, os três pontos estão dispostos ao longo de uma direção perpendicular à direção de soldagem onde o ponto S1 do feixe de fusão do fio de carga é interpolado entre os dois pontos S2a e S2b do ponto duplo.

**[067]** Quando um ponto duplo é usado, os dois pontos também podem induzir ou

melhorar um efeito Marangoni similar e os elementos da zona de soldagem podem novamente ser homogeneamente distribuídos com os elementos estabilizadores de austenita na carga alcançando a parte inferior da solda. Portanto, um alumínio pode não levar às piores propriedades mecânicas na zona de soldagem após processos de deformação a quente, como estampagem a quente.

**[068]** A porcentagem de ferrita e austenita depende da quantidade de um alumínio. A adição desses materiais de carga inoxidáveis estabilizadores de austenita pode aumentar o teor de massa de alumínio necessário para iniciar a fase de ferrita. Em outras palavras, graças à carga, mais alumínio pode ser deixado na área de soldagem, ainda mantendo as propriedades mecânicas desejadas, ou seja, garantindo a presença de austenita. Assim, a influência do alumínio na área de soldagem pode ser minimizada e uma união de solda com boas propriedades mecânicas pode ser obtida.

**[069]** A Figura 4 é um diagrama de fluxo de um método de junção de blocos brutos de acordo com um exemplo. Na caixa 105, uma primeira porção de um primeiro bloco bruto a ser unido a um segundo bloco bruto pode ser selecionada. O primeiro bloco bruto pode compreender pelo menos uma camada de alumínio ou de uma liga de alumínio ou uma camada de zinco ou de uma liga de zinco. Em alguns exemplos, o primeiro bloco bruto pode compreender um substrato de aço com um revestimento que compreende a camada de alumínio ou de uma liga de alumínio ou a camada de zinco ou de uma liga de zinco. Em alguns exemplos, o substrato de aço pode ser um aço de ultra alta resistência, em particular, o aço pode ser um aço de boro.

**[070]** Na caixa 110, uma segunda porção de um segundo bloco bruto a ser unido à primeira porção pode ser selecionada. O segundo bloco bruto pode compreender pelo menos uma camada de alumínio ou de uma liga de alumínio ou uma camada de zinco ou de uma liga de zinco. Em alguns exemplos, o segundo bloco bruto pode compreender um substrato de aço com um revestimento que compreende a camada de alumínio ou de uma liga de alumínio ou a camada de zinco ou de uma liga de zinco. Em alguns exemplos, o substrato de aço pode ser um aço de ultra alta resistência, em particular, o aço de boro.

**[071]** Na caixa 115, com o uso de um feixe de soldagem por laser, a primeira porção e a segunda porção dos blocos brutos podem ser fundidas em uma zona de soldagem. Na caixa 120, um fio de carga pode ser fornecido e fundido à zona de solda

usando um feixe de laser de fusão de fio de carga. O feixe de laser de fusão de fio de carga corresponde a um primeiro feixe de laser. Esse primeiro feixe de laser é disposto para derreter o fio de carga na zona de solda. O feixe de soldagem a laser pode corresponder a um segundo feixe de laser. O uso de tal segundo feixe de laser pode compreender o deslocamento do segundo feixe de laser de uma maneira oscilante ou usando um laser de ponto duplo.

**[072]** Na caixa 125, as porções fundidas dos blocos brutos e do fio de carga fundido são misturadas na zona de soldagem para produzir uma solda. Ao misturar a carga ao longo de toda a zona de solda, ou seja, ao longo de toda a espessura dos blocos brutos, as propriedades mecânicas da solda podem ser melhoradas.

**[073]** Boas propriedades mecânicas foram obtidas, quando dois blocos brutos de Usibor® 1500P foram soldados por soldagem a laser duplo com o uso de um feixe de laser de fusão do fio de carga e um feixe de laser de soldagem. Particularmente, uma alta resistência à tração é obtida quando são usadas cargas contendo materiais estabilizadores de austenita. A resistência à tração obtida pode ser comparada com produtos Usibor® não soldados e produtos de boro não revestidos 22MnB5.

**[074]** Estas boas propriedades mecânicas podem ser obtidas usando uma velocidade de soldagem relativamente alta, melhorando os processos de fabricação e reduzindo o tempo de soldagem. A velocidade de soldagem de 5 a 12 m/min pode ser alcançada em vários exemplos.

**[075]** Embora apenas alguns exemplos tenham sido aqui divulgados, outras alternativas, modificações, usos e/ou equivalentes dos mesmos são possíveis. Além disso, todas as combinações possíveis dos exemplos descritos também são abordadas. Assim, o escopo da presente divulgação não deve ser limitado por exemplos particulares, mas deve ser determinado apenas por uma leitura justa das reivindicações a seguir.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para unir um primeiro bloco bruto A e um segundo bloco bruto B, em que o primeiro bloco bruto A e/ou o segundo bloco bruto B compreendem um substrato de aço 1 com um revestimento 2 de alumínio ou de uma liga de alumínio, e em que o primeiro e o segundo blocos brutos A, B são unidos na extremidade quadrada, a primeira porção sendo uma borda do primeiro bloco bruto A e a segunda porção sendo uma borda do segundo bloco bruto B, o método **caracterizado por** compreender:

selecionar uma primeira porção do primeiro bloco bruto A a ser unida ao segundo bloco bruto B, e selecionar uma segunda porção do segundo bloco bruto B a ser unida à primeira porção;

fundir a primeira porção e a segunda porção, fornecendo um fio de carga a uma zona de solda 40 usando um primeiro e um segundo feixes de laser L1, L2, em que

o primeiro feixe de laser L1 funde o fio de carga na zona de solda 40 durante a soldagem, e

a primeira porção e a segunda porção dos blocos brutos são fundidas e misturadas com o fio de carga fundido usando o segundo feixe de laser L2.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o uso do segundo feixe de laser compreender deslocar o segundo feixe de laser de uma maneira oscilante para misturar a primeira porção e a segunda porção dos blocos brutos com o fio de carga fundido.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o uso do segundo feixe de laser compreender o uso de um feixe de laser de duplo ponto para fundir a primeira porção e a segunda porção e misturar a primeira porção e a segunda porção dos blocos brutos com o fio de carga fundido.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** o primeiro feixe de laser gerar um ponto tendo um tamanho substancialmente correspondente ao diâmetro do fio de carga e o segundo feixe de laser gerar um ponto ou um ponto duplo tendo um tamanho substancialmente correspondente a um tamanho da zona de solda.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado por** o primeiro e o segundo feixes de laser serem gerados por uma

única cabeça de laser.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado por** o primeiro feixe de laser ser gerado por uma primeira cabeça de laser e o segundo feixe de laser ser gerado por uma segunda cabeça de laser.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** o primeiro feixe de laser gerar um ponto e o segundo feixe de laser gerar um ou mais pontos e o primeiro e o segundo feixes de laser gerarem pontos dispostos substancialmente em linha com uma direção de soldagem.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado por** o uso do segundo feixe de laser compreender a geração de um ponto duplo e em que os pontos do ponto duplo estão dispostos substancialmente perpendicularmente à direção de soldagem.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado por** os pontos do ponto duplo quer precederem ou sucederem o ponto do primeiro feixe de laser em uma direção de soldagem.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado por** o uso do segundo feixe de laser compreender a geração de um ponto duplo, e em que o ponto duplo e o ponto do primeiro feixe de laser estão dispostos colinearmente, em que o ponto do primeiro feixe de laser está disposto entre os pontos do ponto duplo.

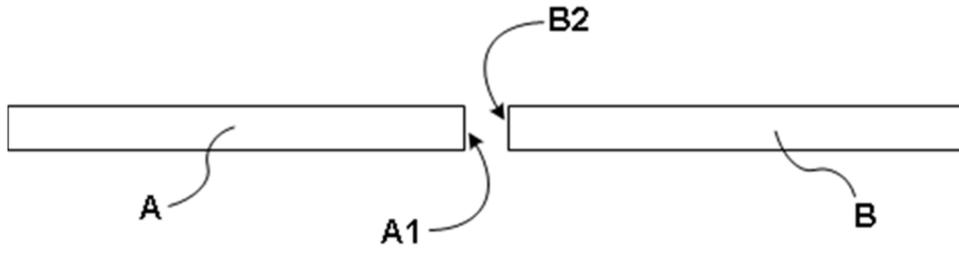
11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** o fio de carga compreender elementos gamagênicos.

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado por** o substrato de aço do primeiro e/ou do segundo bloco bruto ser um aço de ultra-alta resistência, opcionalmente um aço 22MnB5.

13. Método para formar um produto **caracterizado por** compreender:  
formar um bloco bruto incluindo um método para unir um primeiro e um segundo bloco bruto A, B, de acordo com qualquer um dos métodos das reivindicações 1 a 12,

aquecer o bloco bruto, e

deformar a quente e com subsequente têmpera do bloco bruto aquecido.



**Fig. 1a**

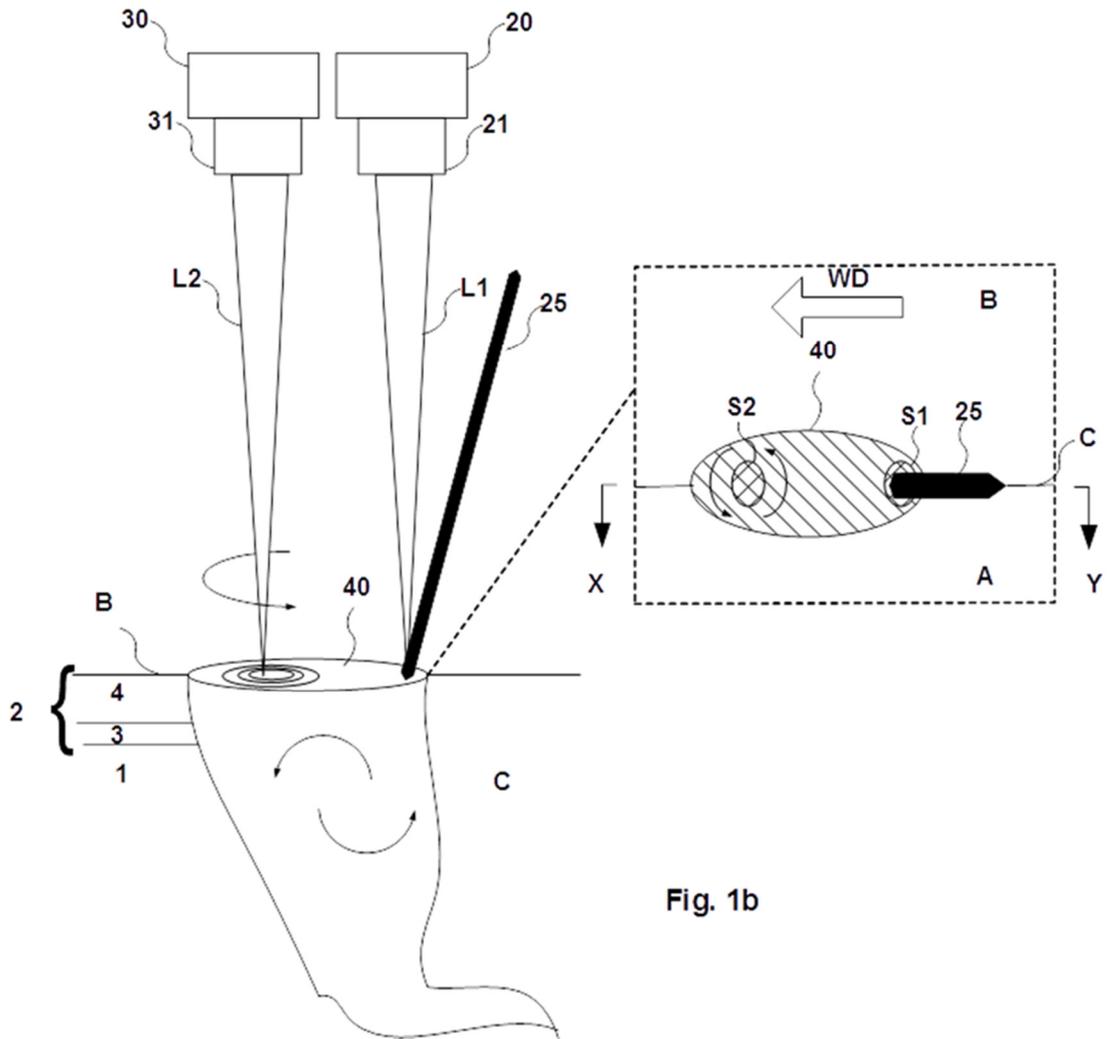


Fig. 1b

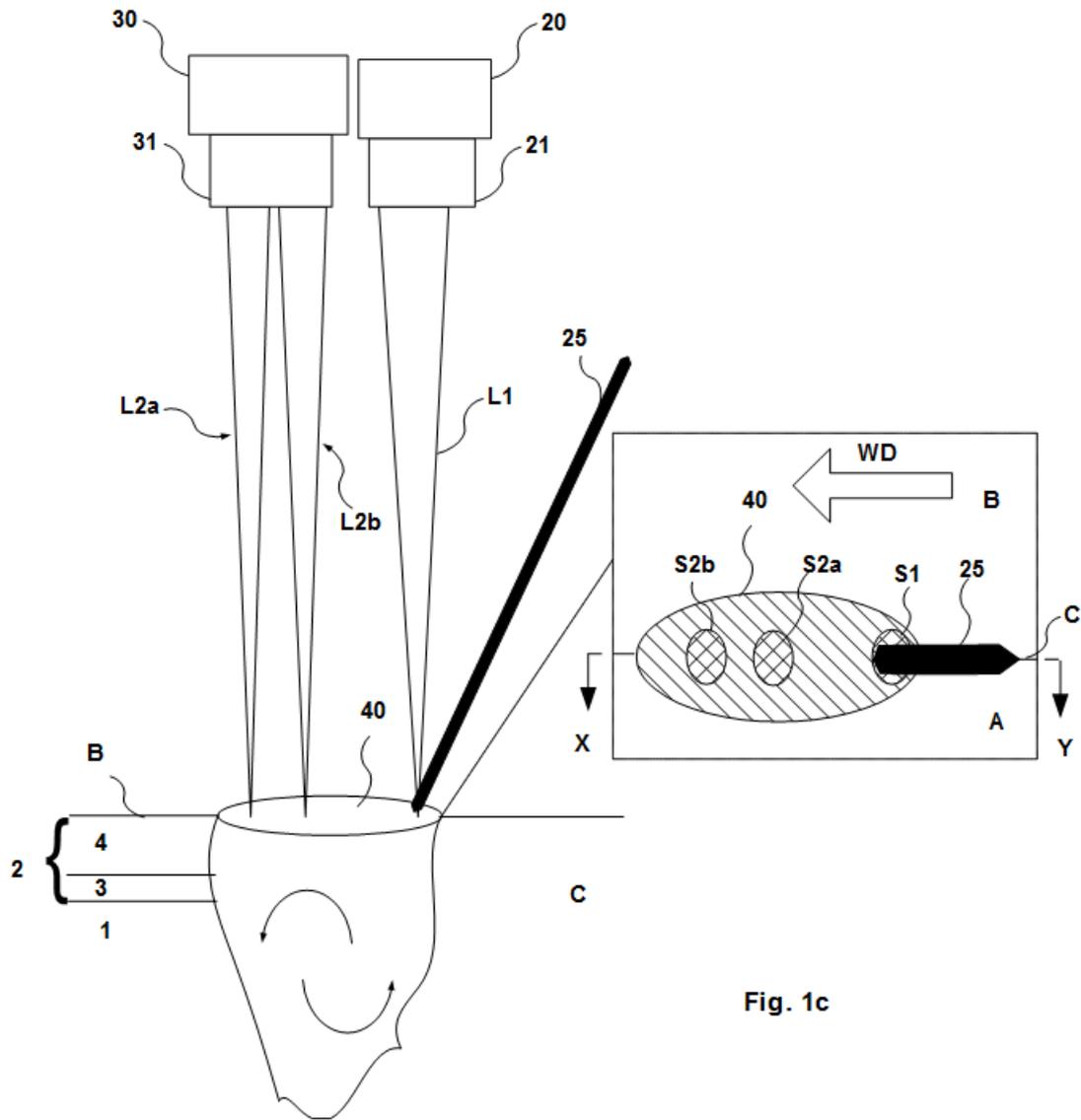
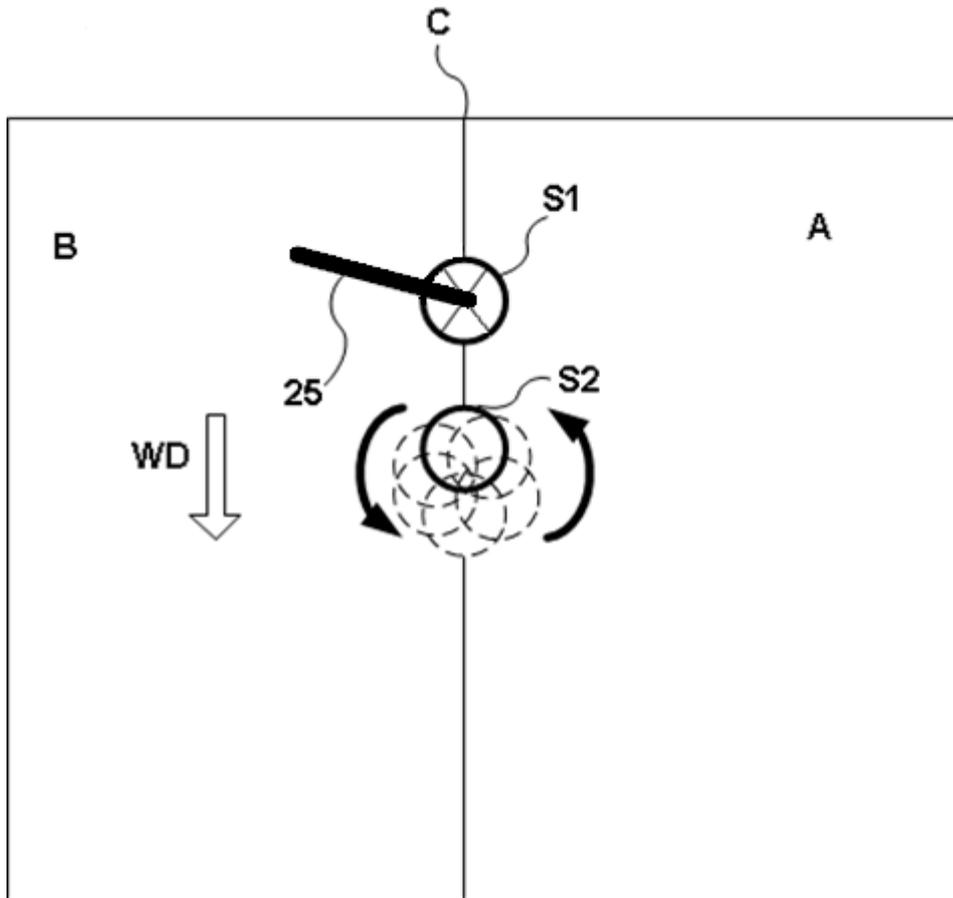
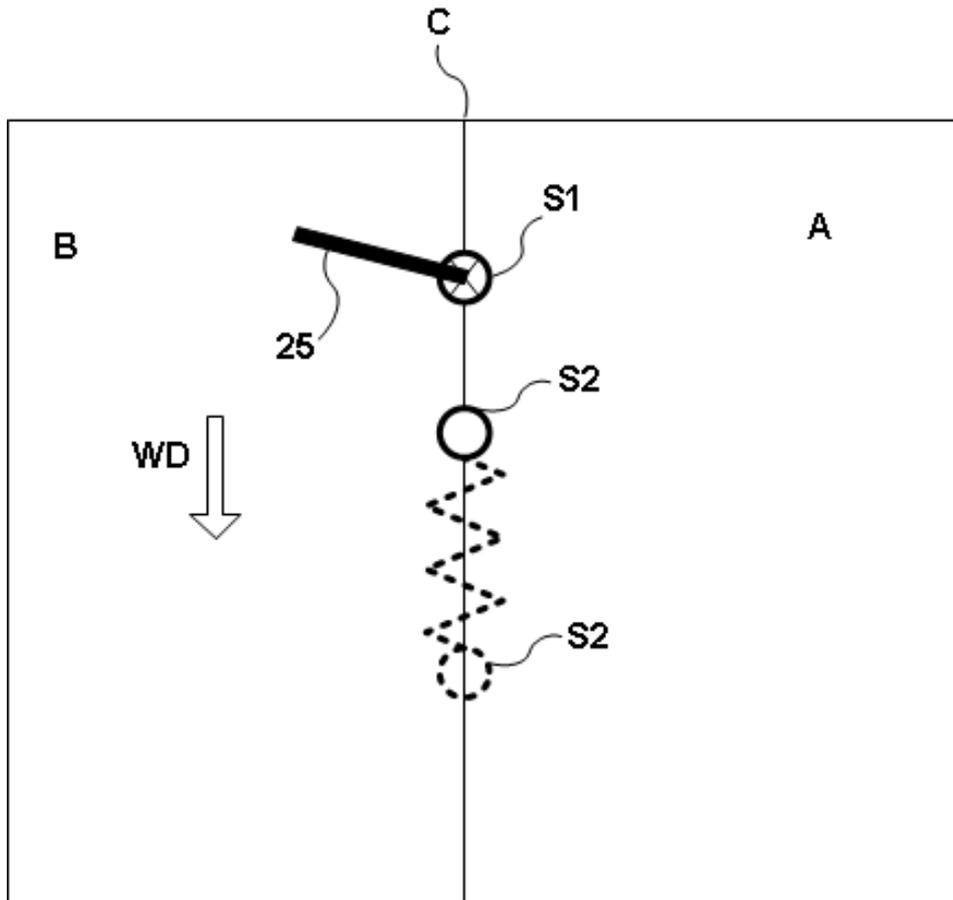


Fig. 1c



**Fig. 2a**

**Fig. 2b**

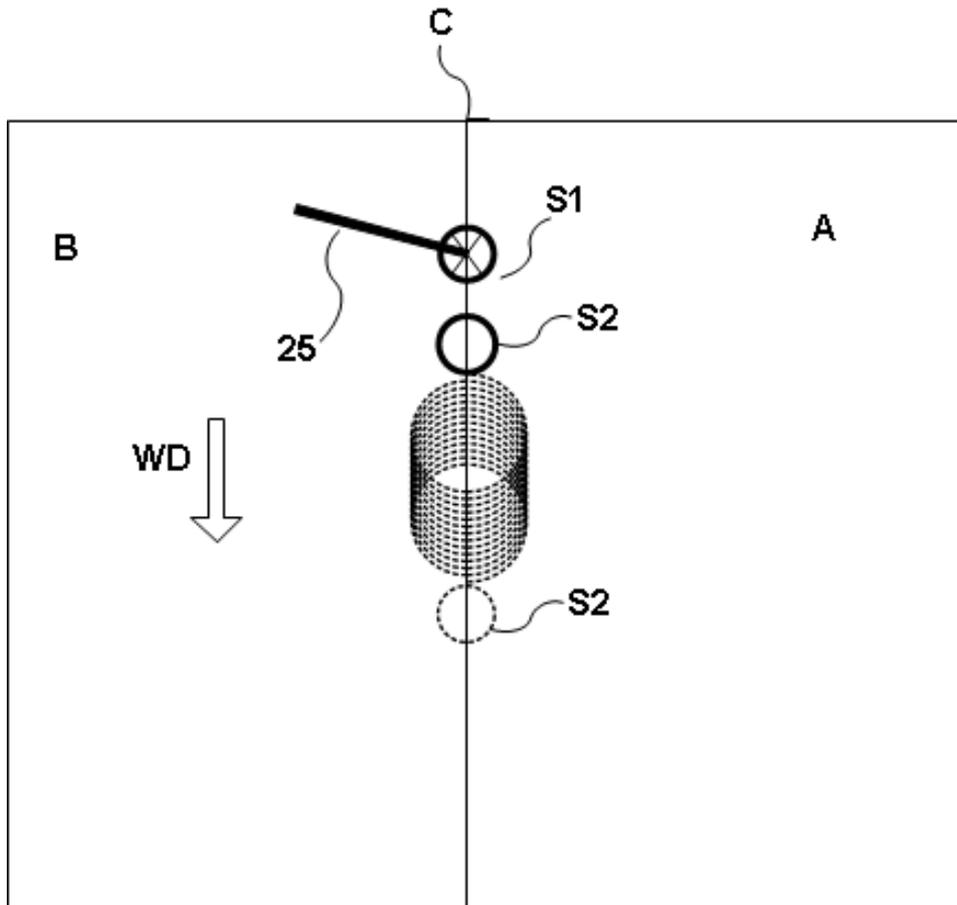


Fig. 2c

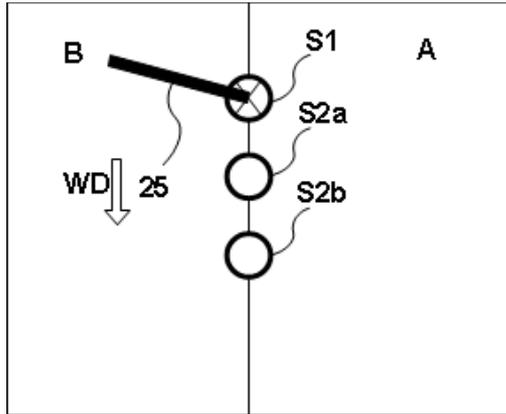


Fig. 3a

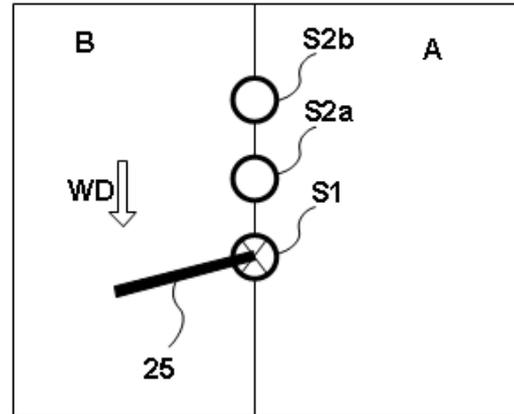


Fig. 3b

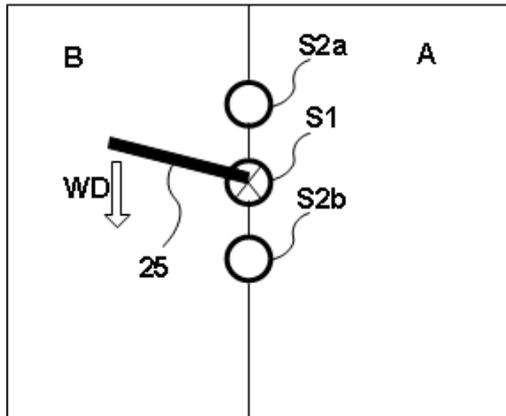


Fig. 3c

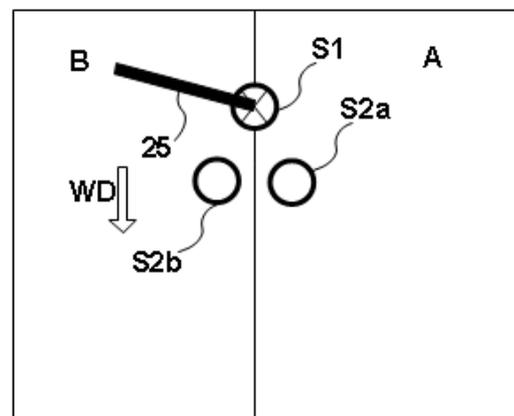


Fig. 3d

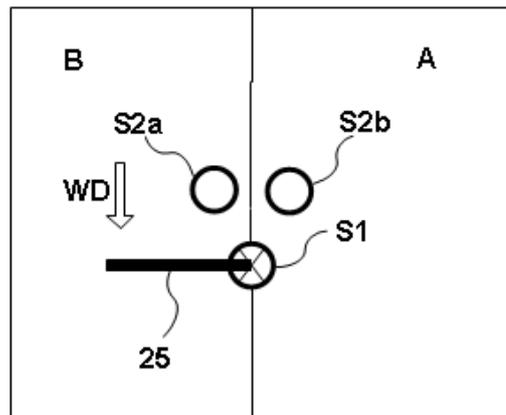


Fig. 3e

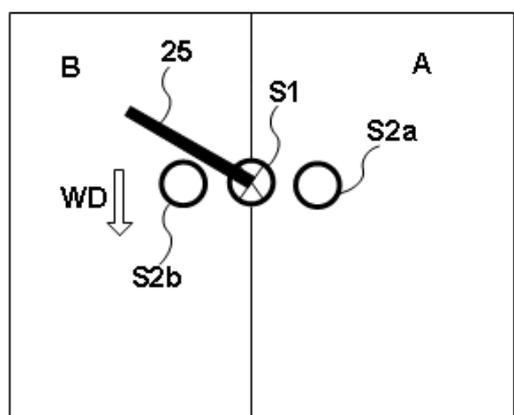
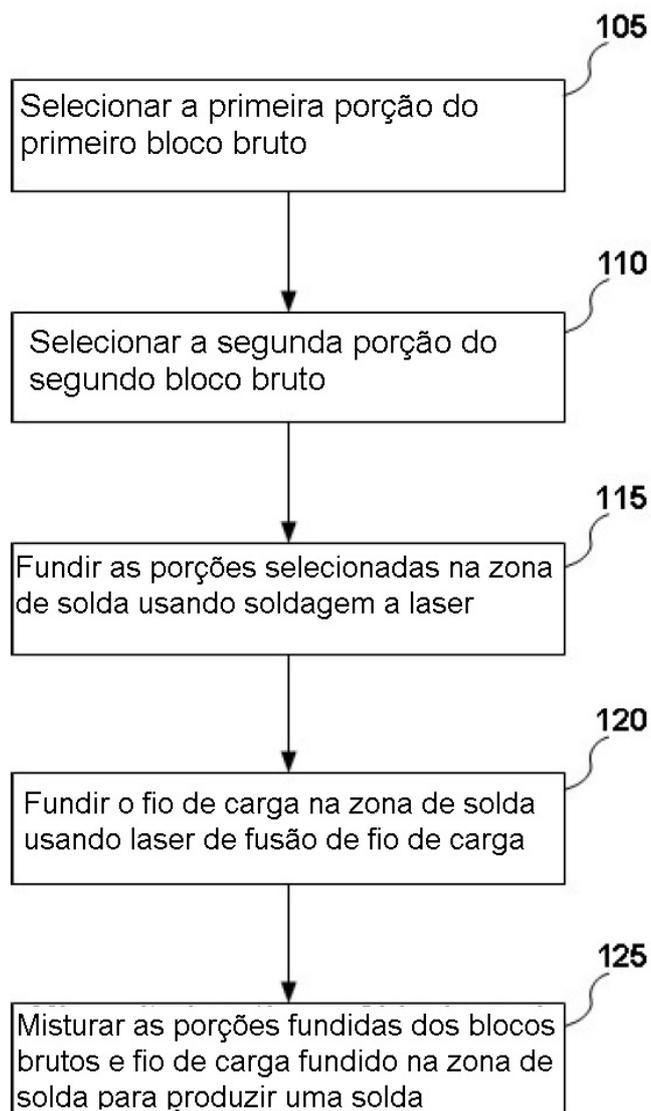


Fig. 3f

**Fig. 4**