

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 51448 B1** (51) Cl. internationale : **B23K 26/06**
- (43) Date de publication : **31.12.2021**

-
- (21) N° Dépôt : **51448**
- (22) Date de Dépôt : **19.12.2018**
- (30) Données de Priorité : **26.12.2017 WO 2017IB58402**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/IB2018/060367 19.12.2018**
- (71) Demandeur(s) : **ArcelorMittal, 24-26, Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)**
- (72) Inventeur(s) : **VIERSTRAETE, René**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation: **EP18833538.4**
-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ DE SOUDAGE LASER BOUT À BOUT DE DEUX FEUILLES MÉTALLIQUES AU MOYEN DE PREMIER ET SECOND FAISCEAUX LASER AVANT ET D'UN FAISCEAU LASER ARRIÈRE**
- (57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de soudage laser bout à bout de deux feuilles métalliques (2, 4), comprenant les étapes consistant : à prendre une première feuille métallique (2) et une seconde feuille métallique (4), et à souder bout à bout les feuilles métalliques (2, 4) dans une direction de soudage. L'étape de soudage bout à bout consiste à émettre simultanément : un premier faisceau laser avant (12) créant une première tache avant (18) au niveau de l'intersection avec la première feuille métallique (2), et formant un premier trou de serrure avant dans la première feuille métallique (2) au niveau de la première tache avant (18) ; un second faisceau laser avant (14) créant une seconde tache avant (20) au niveau de l'intersection avec la seconde feuille métallique (4), et formant un second trou de serrure avant dans la seconde feuille métallique (4) au niveau de la seconde tache avant (20) ; et un faisceau laser arrière (16) créant une tache arrière (22) sur les première et seconde feuilles métalliques (2, 4), et formant un trou de serrure arrière dans les première et seconde feuilles métalliques (2, 4) au niveau de la tache arrière (22). Les premier et second faisceaux laser avant (12, 14) et le faisceau laser arrière (16) sont

configurés de sorte qu'à chaque instant, une région de phase solide et/ou une région de phase liquide des feuilles métalliques (2, 4) reste entre le premier trou de serrure avant et le trou de serrure arrière et entre le second trou de serrure avant et le trou de serrure arrière.

REVENDICATIONS

1.- Procédé de soudage laser bout à bout de deux feuilles métalliques (2, 4), le procédé comprenant les étapes suivantes :

5 - fournir une première feuille métallique (2) et une seconde feuille métallique (4), chaque feuille métallique ayant respectivement deux faces principales (6, 7) et une face latérale (8) joignant les deux faces principales (6, 7) ;

- positionner les première et deuxième feuilles métalliques (2, 4) de telle sorte que leurs faces latérales (8) se fassent face, le positionnement des première et deuxième feuilles métalliques (2, 4) définissant un plan médian (10) perpendiculaire aux faces principales (6, 7) des première et deuxième feuilles métalliques (2, 4) ; et

- souder bout à bout les première et deuxième feuilles métalliques (2, 4) le long d'une direction de soudage, caractérisé en ce que l'étape de soudage bout à bout comprend l'émission simultanée de :

15 - un premier faisceau laser avant (12) le long d'un premier axe d'émission avant (E1), le premier axe d'émission avant (E1) coupant l'une des faces principales (6, 7) de la première feuille métallique (2), le premier faisceau laser avant (12) créant une première tache avant (18) à l'intersection avec ladite face principale de la première feuille métallique (2), la densité d'énergie du premier faisceau laser avant (12) étant supérieure ou égale à 10^6 W/cm², le premier faisceau laser avant (12) générant un premier trou de serrure avant (19) dans la première feuille métallique (2) au niveau de la première tache avant (18) ;

25 - un second faisceau laser avant (14) le long d'un second axe d'émission avant (E2), le second axe d'émission avant (E2) coupant l'une des faces principales (6, 7) de la deuxième feuille métallique, le second faisceau laser avant (14) créant une seconde tache avant (20) à l'intersection avec ladite face principale de la seconde feuille métallique, la densité d'énergie du second faisceau laser avant (14) étant supérieure ou égale à 10^6 W/cm², le second faisceau laser avant (14) générant un second trou de serrure avant dans la seconde feuille métallique (4) au niveau de la seconde tache avant (20) ;

30 le centre de chacune des première et seconde taches avant (18, 20) étant situé à une distance inférieure ou égale à 2,5 mm de la face latérale (8), respectivement, de la première feuille métallique (2) et de la seconde feuille métallique (4) et la distance, prise dans la direction de soudage, entre les centres des premier et second faisceaux laser avant (12, 14) étant inférieure ou égale à 5 mm ; et

35 - un faisceau laser arrière (16), le faisceau laser arrière (16) coupant des faces principales adjacentes (6, 7) des première et seconde feuilles métalliques (2, 4) et créant une tache arrière (22) sur celles-ci, la densité d'énergie du faisceau laser arrière (16)

étant supérieure ou égale à 10^6 W/cm², la surface de la tache arrière (22) étant supérieure à la surface de chacune des première et seconde taches avant (18, 20), le faisceau laser arrière (16) générant un trou de serrure arrière (23A) dans les première et seconde feuilles métalliques (2, 4) au niveau de la tache arrière (22) ;

5 les premier et second faisceaux laser avant (12, 14) et le faisceau laser arrière (16) étant configurés de sorte que :

- les première et seconde taches avant (18, 20) sont situées devant la tache arrière (22) ; et de sorte que :

10 - à chaque instant, une région en phase solide (25) et/ou une région en phase liquide (13, 23B) des feuilles métalliques (2, 4) reste entre le premier trou de serrure avant (19) et le trou de serrure arrière (23A) et entre le second trou de serrure avant et le trou de serrure arrière (23A).

15 2.- Procédé selon la revendication 1, dans lequel, à chaque moment de l'étape de soudage bout à bout, le volume du bain de fusion créé par les premier et second faisceaux laser avant (12, 14) est séparé du volume du bain de fusion créé par le faisceau laser arrière (16).

20 3.- Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel la plus grande dimension de la première et/ou de la seconde tache avant est comprise entre 50 μ m et 250 μ m.

25 4.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel, dans la plus grande dimension de la tache arrière (22) est comprise entre 200 μ m et 1 800 μ m, de préférence entre 600 μ m et 1 200 μ m.

30 5.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la première feuille métallique (2) et la seconde feuille métallique (4) ont respectivement une épaisseur comprise entre 0,15 mm et 5 mm.

6.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les centres des première et seconde taches avant (18, 20) sont situées à égale distance du plan médian (10) entre les première et seconde feuilles métalliques (2, 4).

35 7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les centres des première et seconde taches avant (18, 20) sont alignés selon une direction perpendiculaire à la direction de soudage.

8.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les centres des première et seconde taches avant (18, 20) sont disposés à distance l'une de l'autre le long de la direction de soudage.

5 9.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel la tache arrière (22) est centrée sur le plan médian (10) entre les première et deuxième feuilles métalliques (2, 4).

10 10.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le centre de la tache arrière (22) est décalé latéralement par rapport au plan médian (10) entre les première et deuxième feuilles métalliques (2, 4).

15 11.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le centre de la tache arrière (22) s'étend à une distance, prise le long de la direction de soudage, comprise entre 0,5 mm et 8 mm du centre de la tache la plus arrière parmi la première et la seconde tache avant (18, 20), et de préférence à une distance comprise entre 1 mm et 5 mm.

20 12.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel la première tache avant (18) et/ou la seconde tache avant présente une distribution d'énergie gaussienne ou top-hat, et, de préférence, un contour circulaire.

13.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel la tache arrière (22) a une distribution d'énergie gaussienne ou top-hat.

25 14.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel la tache arrière (22) a une forme d'anneau.

30 15.- Procédé selon la revendication 14, dans lequel une dimension extérieure de la tache arrière (22) prise perpendiculairement à la direction de soudage est plus petite qu'une dimension extérieure de la tache arrière (22) prise parallèlement à la direction de soudage.

16.- Procédé selon la revendication 14 ou 15, dans lequel la tache arrière (22) est symétrique par rapport à un plan parallèle au plan médian (10) entre les deux feuilles métalliques (2, 4).

35

17.- Procédé selon l'une des revendications 14 à 16, dans lequel la plus grande dimension extérieure de la tache arrière (22) est comprise entre 200 μm et 1 800 μm , de préférence entre 600 μm et 1 200 μm .

18.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 17, dans lequel le rapport de la plus grande dimension extérieure sur la plus grande dimension intérieure de la tache arrière (22) est compris entre 1,2 et 3,2, de préférence entre 1,3 et 2.

5 19.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, dans lequel la tache arrière (22) présente un contour circulaire ou une forme allongée, selon une direction d'allongement parallèle à la direction de soudage.

10 20.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, dans lequel le procédé comprend en outre, simultanément à l'étape d'émission du premier faisceau laser avant (12), du second faisceau laser avant (14) et du faisceau laser arrière (16), l'émission d'un faisceau laser arrière secondaire (34), le faisceau laser arrière secondaire (34) coupant des faces principales (6, 7) adjacentes des première et deuxième secondes feuilles métalliques (2, 4) et créant une tache arrière secondaire (36) sur celles-ci, le faisceau laser arrière secondaire
15 (34) étant configuré de telle manière que la tache arrière secondaire (36) est située derrière la tache arrière (22).

20 21.- Procédé selon la revendication 20, dans lequel la tache arrière secondaire (36) est en forme d'anneau ou a une distribution d'énergie gaussienne ou top-hat.

22.- Procédé selon les revendications 20 ou 21, dans lequel la plus grande dimension extérieure de la tache arrière (22) est supérieure à la plus grande dimension extérieure de la tache arrière secondaire (36).

25 23.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, dans lequel le procédé comprend en outre la fourniture d'un matériau de soudage, par exemple un fil ou une poudre de soudage, pendant l'étape de soudage bout à bout.

30 24.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 23, dans lequel la première et/ou la seconde feuille métallique (2, 4) comprend un substrat en acier (9A) ayant un pré-revêtement en alliage de zinc ou en alliage d'aluminium (9B) sur au moins une de ses faces principales (6, 7).

35 25.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 24, dans lequel le premier faisceau laser avant (12), et/ou le second faisceau laser avant (14), et/ou le faisceau laser arrière (16) sont générés par une tête laser commune.

26.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 24, dans lequel chaque faisceau laser est créé par une tête laser dédiée.

5 27.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 26, dans lequel le substrat en acier (9A) d'au moins l'une de la première feuille métallique (2) ou de la seconde feuille métallique (4) est un acier durcissable à la presse.

10 28.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 27, dans lequel l'au moins une de la première feuille métallique (2) ou de la seconde feuille métallique (4) comprend un revêtement préalable contenant du zinc ou contenant de l'aluminium.