

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 47727 B1**
- (43) Date de publication : **26.02.2021**
- (51) Cl. internationale :  
**B23K 11/11; C23C 2/40;  
C22C 38/02; C22C 38/04;  
C22C 38/06; C22C 38/22;  
C22C 38/24; C22C 38/26;  
C22C 38/28; C22C 38/32;  
C22C 38/38; C22C 38/40;  
C22C 38/44; C22C 38/46;  
C22C 38/48; C22C 38/50;  
C22C 38/54; C22C 38/58;  
C23C 2/06; C23C 2/28;  
B32B 15/01**
- 
- (21) N° Dépôt : **47727**
- (22) Date de Dépôt : **27.02.2018**
- (30) Données de Priorité :  
**07.03.2017 WO PCT/IB2017/000218**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:  
**PCT/IB2018/051239 27.02.2018**
- (71) Demandeur(s) :  
  - **ArcelorMittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)**
  - **Université de Nantes, 1 quai de Tourville BP 13522 44035 Nantes Cedex 1 (FR)**
- (72) Inventeur(s) :  
**MATAIGNE, Jean-Michel ; PERLADE, Astrid ; ZHU, Kangying ; MUSIK, Céline ; HUIN, Didier ; FRAPPIER, Renaud**
- (74) Mandataire :  
**ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- 
- (54) Titre : **PROCÉDÉ DE SOUDAGE PAR POINTS PAR RÉSISTANCE POUR ASSEMBLER DES TÔLES D'ACIER REVÊTUES DE ZINC**
- (57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de soudage par points par résistance comprenant les étapes successives suivantes : - fournir au moins deux tôles d'acier ayant une épaisseur (th) comprise entre 0,5 et 3 mm, au moins l'une des tôles étant une tôle d'acier revêtue de zinc ou d'alliage de zinc (A) ayant une résistance à la traction (TS) supérieure à 800 MPa et un allongement total (TEL) tels que  $(TS) \times (TEL) > 14000 \text{ MPa } \%$ ,

la composition du substrat d'acier de (A) contenant, en poids : 0,05 % = C = 0,4 %, 0,3 % = Mn = 8 %, 0,010 % = Al = 3 %, 0,010 % = Si = 2,09 %, avec 0,5 % = (Si + Al) = 3,5 %, 0,001 % = Cr = 1,0 %, 0,001 % = Mo = 0,5 % et éventuellement : 0,005 % = Nb = 0,1 %, 0,005 % = V = 0,2 %, 0,005 % = Ti = 0,1 %, 0,0003 % = B = 0,005 %, 0,001 % = Ni = 1,0 %, le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, - réaliser un soudage par points par résistance des au moins deux tôles d'acier pour produire une soudure avec une profondeur d'indentation (iDepth) sur la surface de ladite tôle d'acier (A) telle que :  $100 \mu\text{m} = (\text{iDepth}) = 18,68 (\text{Znsol}) - 55,1$ , (iDepth) étant en micromètres et Znsol étant la solubilité de Zn dans l'acier de la tôle (A) à 750 °C, en % en poids.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de soudage par points par résistance comprenant les étapes successives suivantes de :

- 5 - fourniture d'au moins deux tôles d'acier ayant une épaisseur (th) comprise entre 0,5 et 3 mm, au moins une des tôles étant une tôle d'acier revêtue de zinc ou d'alliage de zinc (A) ayant une résistance à la traction (TS) supérieure à 800 MPa et un allongement total (TEL) tel que  $(TS) \times (TEL) > 14\,000 \text{ MPa}\%$ , dans lequel la composition du substrat d'acier de (A) contient, en poids :

- 10  $0,05 \% \leq C \leq 0,4 \%$   
 $0,3 \% \leq Mn \leq 8 \%$   
 $0,010 \% \leq Al \leq 3 \%$   
 $0,010 \% \leq Si \leq 2,09 \%$   
avec  $0,5 \% \leq (Si+Al) \leq 3,5 \%$ ,
- 15  $0,001 \% \leq Cr \leq 1,0 \%$   
 $0,001 \% \leq Mo \leq 0,5 \%$   
et facultativement  
 $0,005 \% \leq Nb \leq 0,1 \%$   
 $0,005 \% \leq V \leq 0,2 \%$
- 20  $0,005 \% \leq Ti \leq 0,1 \%$   
 $0,0003 \% \leq B \leq 0,005 \%$   
 $0,001 \% \leq Ni \leq 1,0 \%$

le reste étant Fe et des impuretés inévitables,

- conduite d'un soudage par points par résistance desdites au moins deux tôles  
25 d'acier pour produire une soudure avec une profondeur d'empreinte (IDepth) sur la surface de ladite tôle d'acier (A) telle que :

$$100 \mu\text{m} \leq (IDepth) \leq 18,68 (Zn_{sol}) - 55,1,$$

- 30 où (IDepth) est en micromètres et où  $Zn_{sol}$  est la solubilité de Zn dans l'acier de la tôle (A) à 750 °C, en % en poids et où  $Zn_{sol}$  est déterminé selon le procédé comprenant les étapes successives suivantes :

- fourniture de la tôle d'acier revêtue (A) selon la revendication 1, puis  
- traitement thermique de ladite tôle d'acier revêtue (A) à 750 °C pendant une durée  
35 de 170 h, puis  
- refroidissement de la tôle (A) à une vitesse supérieure à 50 °C/s, puis

- mesure de la teneur en Zn dans la tôle à une distance de 1 micron de l'interface acier/revêtement de Zn ou d'alliage de Zn.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel au moins une des tôles d'acier soudées à la tôle d'acier (A) est une tôle d'acier revêtue de zinc ou d'alliage de zinc (B) et dans lequel la somme des épaisseurs des tôles (A) et (B) n'est pas supérieure à 3 mm.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la somme des épaisseurs des tôles (A) et (B) n'est pas supérieure à 2 mm.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel (IDepth)  $\geq$  125  $\mu\text{m}$ .

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel (IDepth) est mesuré par le déplacement de l'électrode de soudage, et dans lequel le processus de soudage est arrêté lorsque (IDepth) est compris entre 100 microns et  $18,68 (Zn_{sol}) - 55,1$ .

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel (IDepth) est mesuré par le déplacement de l'électrode de soudage, et dans lequel le processus de soudage est arrêté lorsque (IDepth) est compris entre 125 microns et  $18,68 (Zn_{sol}) - 55,1$ .

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les paramètres de soudage sont choisis de sorte que la température maximale atteinte pendant le soudage au niveau de la partie externe de la zone d'empreinte de la soudure est telle que :

$$T_{\text{max}} (IDia) < Ac3.$$