

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 51268 B1** (51) Cl. internationale : **C23C 2/02; C23C 2/12; C23C 2/06**
- (43) Date de publication : **30.09.2021**

-
- (21) N° Dépôt : **51268**
- (22) Date de Dépôt : **22.10.2018**
- (30) Données de Priorité : **19.12.2017 WO PCT/IB2017/058107**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/IB2018/058185 22.10.2018**
- (71) Demandeur(s) : **ArcelorMittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)**
- (72) Inventeur(s) : **STAUDTE, Jonas ; BORDIGNON, Michel**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation: 18797152.8**
-
- (54) Titre : **SUBSTRAT EN D'ACIER REVÊTU PAR IMMERSION À CHAUD**
- (57) Abrégé : La présente invention concerne un substrat en acier revêtu par immersion à chaud et un procédé de production de ce substrat en acier revêtu par immersion à chaud.

Revendications

- 5 1. Un substrat en acier revêtu par immersion à chaud, revêtu d'une couche de Sn directement recouverte d'un revêtement à base de zinc ou d'aluminium, ledit substrat en acier ayant la composition chimique suivante en pourcentage massique :
- 10 $0,10 \leq C \leq 0,4 \%$,
 $1,2 \leq Mn \leq 6,0 \%$,
 $0,3 \leq Si \leq 2,5 \%$,
 $Al \leq 2,0 \%$,
- et, à titre purement facultatif, un ou plusieurs éléments tels que
- 15 $P < 0,1 \%$,
 $Nb \leq 0,5 \%$,
 $B \leq 0,005 \%$,
 $Cr \leq 1,0 \%$,
 $Mo \leq 0,50 \%$,
 $Ni \leq 1,0 \%$,
- 20 $Ti \leq 0,5 \%$,
- le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de l'élaboration, ledit substrat en acier comprenant en outre entre 0,0001 et 0,01 % en masse de Sn dans la zone partant de la surface du substrat en acier jusqu'à 10 μm .
- 25 2. Un substrat métallique revêtu selon la revendication 1, dans lequel, lorsque la quantité d'Al est supérieure ou égale à 1,0 %, la quantité de Mn est supérieure ou égale à 3,0 %.
- 30 3. Un substrat métallique revêtu selon la revendication 2, dans lequel le substrat en acier comprend moins de 0,005 % en masse de Sn.
- 35 4. Un substrat métallique revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la fine couche de Sn possède une masse de revêtement comprise entre 0,3 et 200 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$.

5. Un substrat métallique revêtu selon la revendication 4, dans lequel la fine couche de Sn possède une masse de revêtement comprise entre 0,3 et 150 mg.m⁻².
- 5 6. Un substrat métallique revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le revêtement à base de zinc comprend entre 0,01 et 8,0 % en masse d'Al, facultativement entre 0,2 et 8,0 % en masse de Mg, le reste étant du Zn.
- 10 7. Un substrat métallique revêtu selon la revendication 6, dans lequel le revêtement à base de zinc comprend entre 0,15 et 0,40 % en masse d'Al, le reste étant du Zn.
- 15 8. Un substrat métallique revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le revêtement à base d'aluminium comprend moins de 15 % de Si, moins de 5,0 % de Fe, facultativement 0,1 à 8,0 % de Mg et facultativement 0,1 à 30,0 % de Zn, le reste étant de l'Al.
- 20 9. Un substrat métallique revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le substrat en acier comprend entre 1,1 et 3,0 % en masse de Si.
- 25 10. Un substrat métallique revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le substrat en acier comprend entre 0,5 et 1,1 % en masse de Si.
- 30 11. Un substrat métallique revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le substrat en acier comprend une quantité d'Al supérieure ou égale à 0,5 % en masse.
12. Un substrat métallique revêtu selon la revendication 11, dans lequel le substrat en acier comprend plus de 0,6 % en masse d'Al.
13. Un substrat métallique revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à

12, dans lequel la microstructure du substrat en acier comprend de la ferrite, de l'austénite résiduelle et facultativement de la martensite et/ou de la bainite.

- 5 14. Un procédé de fabrication d'un substrat en acier revêtu par immersion à
chaud comprenant une zone de chauffage, une zone d'immersion, une zone
de refroidissement, facultativement une zone d'égalisation, ledit procédé
comprenant les étapes suivantes :
- 10 A. préparation d'un substrat en acier ayant la composition chimique
de l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 9 à 12,
B. dépôt d'un revêtement constitué de Sn,
C. recuit de recristallisation du substrat en acier prérevêtu obtenu à
l'étape B) comprenant les sous-étapes suivantes :
- 15 i. chauffage du substrat en acier prérevêtu dans la zone
de chauffage ayant une atmosphère A1 comprenant
moins de 8 % en volume de H₂ et au moins un gaz
inerte dont le point de rosée DP1 est inférieur ou égal
à -45 °C,
ii. immersion du substrat en acier dans la zone
20 d'immersion ayant une atmosphère A2 comprenant
moins de 30 % en volume de H₂ et au moins un gaz
inerte dont le point de rosée est inférieur ou égal à -
45 °C,
iii. refroidissement du substrat en acier dans la zone de
25 refroidissement,
iv. facultativement, égalisation du substrat en acier dans
la zone d'égalisation et
- D. revêtement par immersion à chaud avec un revêtement à base de
zinc ou d'aluminium.
- 30 15. Un procédé selon la revendication 14, dans lequel, à l'étape B), le
revêtement constitué de Sn est déposé par électroplacage, placage
autocatalytique, cémentation, revêtement au rouleau ou dépôt sous vide.

16. Un procédé selon la revendication 14 ou 15, dans lequel, à l'étape B), le revêtement constitué de Sn possède une masse de revêtement comprise entre 0,6 et 300 mg.m⁻².
17. Un procédé selon la revendication 16, dans lequel le revêtement constitué
5 de Sn possède une masse de revêtement comprise entre 6 et 180 mg.m⁻².
18. Un procédé selon la revendication 17, dans lequel le revêtement constitué de Sn possède une masse de revêtement comprise entre 6 et 150 mg.m⁻².
- 10 19. Un procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 18, dans lequel, à l'étape C.i), le substrat en acier prérevêtu est chauffé pour passer de la température ambiante à une température T1 comprise entre 700 et 900 °C.
- 15 20. Un procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 19, dans lequel, à l'étape C.i), la quantité de H2 est inférieure ou égale à 7 %.
21. Un procédé selon la revendication 20, dans lequel, à l'étape C.i), la quantité de H2 est inférieure à 3 % en volume.
- 20 22. Un procédé selon la revendication 21, dans lequel, à l'étape C.i), la quantité de H2 est inférieure ou égale à 1 % en volume.
23. Un procédé selon la revendication 22, dans lequel, à l'étape C.i), la quantité de H2 lors du chauffage est inférieure ou égale à 0,1 % en volume.
- 25 24. Un procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 23, dans lequel, à l'étape C.ii), le substrat en acier prérevêtu est immergé à une température T2 comprise entre 700 et 900 °C.
- 30 25. Un procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 24, dans lequel, aux étapes C.i) et C.ii), DP1 et DP2 sont inférieurs ou égaux à -50 °C indépendamment l'un de l'autre.

26. Un procédé selon la revendication 25, dans lequel, aux étapes C.i) et C.ii), DP1 et DP2 sont inférieurs ou égaux à -60 °C indépendamment l'un de l'autre.
- 5 27. Un procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 26, dans lequel, aux étapes C.i) et C.ii), le ou les gaz inertes sont choisis parmi l'azote, l'argon et l'hélium.
- 10 28. Utilisation d'un substrat en acier revêtu par immersion à chaud selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 ou obtenu selon l'une quelconque des revendications 14 à 27, pour la fabrication d'une pièce d'un véhicule automobile.