

ROYAUME DU MAROC  
-----  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
-----



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية  
-----

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 37410 B2**  
(51) Cl. internationale : **C22B 9/05; F27D 3/14;  
C23C 2/00**  
(43) Date de publication : **29.12.2017**

---

(21) N° Dépôt : **37410**  
(22) Date de Dépôt : **12.04.2013**  
(30) Données de Priorité : **13.04.2012 US 61/624,042**  
(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/US2013/036500 12.04.2013**  
(71) Demandeur(s) : **ARCELORMITTAL INVESTIGACION Y DESARROLLO S.L, CL/Chavarri 6 ES-48910 Sestao, Biskaia (ES)**  
(72) Inventeur(s) : **LEE, Yong, M ; COSTINO, James, M ; KOMAROVSKIY, Igor ; CAP, Jerome, S. ; SHASTRY, C., Ramadeva**  
(74) Mandataire : **CABINET PATENTMARK**

---

(54) Titre : **POMPE À BULLES PERFECTIONNÉE RÉSISTANT À UNE ATTAQUE PAR DE L'ALUMINIUM FONDU**

(57) Abrégé : L'invention concerne une pompe à bulles ayant un intérieur formé à partir d'un matériau qui est résistant à une attaque par de l'aluminium fondu. La surface intérieure peut être formée à partir d'une céramique. La céramique peut être choisie dans le groupe consistant en l'alumine, la magnésie, un silicate, le carbure de silicium ou le graphite et leurs mélanges. La céramique peut être un réfractaire coulable, à liaison phosphate, à 85 % d'Al

**Abrégé de l'invention**

L'invention en question est une pompe à bulles dont l'intérieur est constitué d'un matériel qui est résistant à l'attaque de l'aluminium en fusion. La surface intérieure peut être faite d'une céramique. Cette céramique peut être sélectionnée dans le groupe composé d'alumine, de magnésie, de silicate, de carbure de silicium, de graphite ou de mélanges de ceux-ci. La céramique peut être un réfractaire de coulage, à liaison phosphate, à 85 % d'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, exempt de carbone.

L'extérieur de la pompe à bulles peut être constitué de tube d'acier carboné. La pompe à bulle peut être composée de plusieurs sections faites de tubes en faisceau. La pompe à bulle peut comprendre 3 pièces droites et 3 pièces coudées. Les multiples sections de tubes peuvent être jointes par des raccords de compression à bride. Lesdits raccords de compression à bride peuvent comprimer le matériau céramique intérieur de manière à ce que l'aluminium en fusion ne puisse pas pénétrer dans ceux-ci. Les raccords de compression à bride du matériau intérieur qui est résistant à l'attaque par l'aluminium en fusion peuvent constituer un joint à emboîtement simple formant angle de 45 degrés entre les sections de la pompe à bulles.

MA

37410B2

WO 2013/155497

PCT/US2013/036500

**POMPE À BULLES RÉSISTANTE À L'ATTAQUE PAR L'ALUMINIUM EN FUSION****Domaine technique de l'invention**

La présente invention concerne un dispositif servant à revêtir de l'acier de métal en fusion. De manière plus particulière, elle concerne des pompes à bulles utilisées dans des bains de métal en fusion afin d'enlever les scories de surface du métal en fusion dans le voisinage de la bande d'acier en train d'être revêtue. Le plus particulièrement, elle concerne la protection de l'intérieur de telles pompes à bulles de l'attaque et de la destruction par le métal en fusion.

**Contexte de l'invention**

L'aluminium et le zinc en fusion ont été utilisés pendant des années pour revêtir les surfaces d'acier. L'un des procédés de revêtement est de plonger la tôle d'acier dans de l'aluminium ou dans du zinc en fusion. La qualité de la surface du revêtement est très importante si l'on veut fabriquer des produits revêtus de haute qualité. Cependant, l'introduction d'acier aluminisé au marché américain en 2007 était un défi majeur pour les usines d'aluminisation. Les résultats des premiers essais étaient des taux de rejet supérieurs à 50 % causés par des revêtements défectueux.

L'une des sources principales des défauts était des scories flottant sur le bain d'aluminium à l'intérieur du museau et collant à la bande. Dans le but d'atteindre un fini de surface de haute qualité, il convient de dévier de la surface à revêtir les scories et les oxydes flottants dans le bain de métal en fusion, en particulier dans les régions confinées à l'intérieur du museau. Une pompe à scories pneumatique en acier carboné, appelée aussi pompe à bulles, a été utilisée pour enlever les scories de la zone de revêtement. La mise en œuvre de pompes à museau à double action pour garantir une surface de fonte exempte de scories à l'intérieur du museau a permis la production d'un revêtement de haute qualité. La pompe à bulles (ou pompe à scories) se sert de la technique de l'ascension artificielle par poussée de gaz pour alléger un fluide comme de l'eau ou de l'huile (ou, dans ce cas-ci, de métal en fusion) en introduisant des bulles de gaz comprimés, d'air, ou vapeur d'eau, ou d'autres types de bulles de vapeur, dans le tube de sortie. Cela a pour effet de réduire la pression hydrostatique dans le tube de sortie par rapport à la pression hydrostatique existant du côté de l'orifice d'entrée du tube. La pompe à bulles est utilisée dans le bain de métal en fusion dans les usines de revêtement métallique dans le but d'enlever les scories de la surface du bain d'aluminisation à l'intérieur du museau de manière à prévenir les défauts liés aux scories sur la bande revêtue. Par conséquent, la pompe à bulles est une pièce d'équipement essentielle à la production de tôles aluminisées de haute qualité pour l'industrie automobile.

Les défaillances de matériel dans la cuve d'aluminisation constituent l'un des principaux facteurs ayant une incidence négative sur les coûts de production. Parmi ces défaillances de matériel on relève entre autres la défaillance de la pompe à bulles (pompe tireuse). La durée de vie moyenne des pompes à bulles faites d'acier carboné est de 8 à 12 heures, ce qui a pour résultat une consommation de 35 à 40 pompes chaque mois (pour une période de production de 2 semaines). Les changements de pompe à

bulles durant la production occasionnent des interruptions du processus et conduisent à la contamination du bain de métal en fusion. De plus, la « qualité » de la tôle d'acier revêtue durant les changements de pompe en acier carboné doit être déclassée (ce qui en diminue la valeur). Par surcroît, les changements de pompe exigent que la production soit interrompue puis redémarrée, ce qui se traduit par une consommation excessive de bobines de démarrage. Les pertes moyennes attribuables aux pompes à bulles sont de près d'un million de dollars américains par année. Un prolongement de la durée de vie de la pompe à bulles réduira considérablement le nombre de tôles déclassées tout en diminuant les temps d'arrêt et les coûts.

Il existe donc sur le marché une demande de pompes à bulles consacrées aux bains d'aluminium en fusion qui puissent durer considérablement plus longtemps que les pompes à tube en acier carboné non protégés.

#### **Abrégé de l'invention**

L'invention en question est une pompe à bulles dont l'intérieur est constitué d'un matériel qui est résistant à l'attaque de l'aluminium en fusion. La surface intérieure peut être faite d'une céramique. Cette céramique peut être sélectionnée dans le groupe composé d'alumine, de magnésie, de silicate, de carbure de silicium, de graphite ou de mélanges de ceux-ci. La céramique peut être un réfractaire de coulage, à liaison phosphate, à 85 % d' $Al_2O_3$ , exempt de carbone.

L'extérieur de la pompe à bulles peut être constitué de tube d'acier carboné. La pompe à bulle peut être composée de plusieurs sections faites de tubes en faisceau. La pompe à bulle peut comprendre 3 pièces droites et 3 pièces coudées. Les multiples sections de tubes peuvent être jointes par des raccords de compression à bride. Lesdits raccords de compression à bride peuvent comprimer le matériau céramique intérieur de manière à ce que l'aluminium en fusion ne puisse pas pénétrer dans ceux-ci. Les raccords de compression à bride du matériau intérieur qui est résistant à l'attaque par l'aluminium en fusion peuvent constituer un joint à emboîtement simple formant angle de 45 degrés entre les sections de la pompe à bulles.

#### **Brève description des illustrations**

La figure 1 est un diagramme schématique, pas à l'échelle, d'une pompe à bulles; la figure 2 est une représentation schématique d'une coupe transversale du joint entre les pièces de la pompe à bulles.

#### **Description détaillée de l'invention**

Les inventeurs concernés ont cherché à développer un moyen d'améliorer la performance de la pompe tout en en prolongeant sa durée de vie, l'étendant de préférence à au moins cinq jours. Des études approfondies concernant les modes de défaillance des pompes à bulles en acier carboné ont été

effectuées. S'appuyant sur les résultats de celles-ci, les inventeurs concernés ont mis au point une pompe à bulles améliorée, munie d'un revêtement protecteur en céramique coulée. L'une des incarnations de la pompe améliorée a permis une utilisation continue de près de 167 heures (environ 7 jours) sans défaillance, ce qui représente un avantage considérable en comparaison avec la durée de vie de 8 à 12 heures normalement associée aux pompes en acier carboné utilisées avec de l'aluminium en fusion. Les éléments clés de cette amélioration sont l'incorporation d'un revêtement réfractaire coulé et la mise en œuvre de modifications dans la conception de la pompe.

La figure 1 est un diagramme schématique, pas à l'échelle, d'une pompe à bulles. Cette pompe à bulles comprend : une portion d'entrée verticale (1), un coude (2) qui raccorde l'entrée verticale (1) à une pièce horizontale (3), un autre coude (4) qui raccorde la pièce horizontale (3) à une pièce de sortie verticale (5), un coude de sortie emmenant le métal sortant, qui contient les scories indésirables, hors de la zone du bain de métal qui sert au revêtement. Une conduite d'entrée de gaz (6) est raccordée à la pièce de sortie verticale (5). Cette conduite (6) sert à injecter du gaz dans le métal en fusion pour diminuer la pression dans la branche de sortie verticale, ce qui fait que le métal s'écoule vers le bas dans l'entrée verticale (1) et vers le haut dans la sortie verticale (5).

#### Analyse du mode de défaillance

La pompe à bulles en forme de U fonctionne dans la cuve à fusion à une température de 688°C (1235°F). La chimie de la fusion est généralement d'Al composé à 9,5 % de Si et à 2,4 % de Fe. L'entrée de la pompe est placée dans le bain d'aluminium en fusion, à l'intérieur du moule, et la sortie est placée à l'extérieur du moule. L'action de pompage est créée par bullage de l'azote dans la branche verticale de la pompe sur le côté sortie. L'azote à température ambiante est introduit à 40 lb/po<sup>2</sup> et à des taux d'écoulement d'environ 120 pieds cubes par heure (pch, 90-150 pch). La dilatation de l'azote crée des bulles qui s'échappent à travers la sortie, en expulsant simultanément le métal liquide. L'expulsion produit une différence de pression entre les deux côtés de la pompe, générant une aspiration qui permet d'aspirer le matériau en fusion et les scories flottantes à l'entrée. Le procédé est continu, permettant ainsi d'enlever sans interruption les scories de l'intérieur du moule pour l'expulser vers l'extérieur.

Il existe trois principales zones de défaillance dans les pompes à bulles. Elles sont, par ordre de gravité : 1) à l'intérieur de la tête de décharge (coude 6) ; 2) autour du mamelon d'entrée d'azote dans la section verticale sur le côté sortie (pièce verticale 5) ; et 3) au milieu de la section verticale sur le côté entrée (pièce verticale 1). Pour mieux comprendre le mode de défaillance, une pompe régulière en acier carboné ayant fait défaut après environ 12 heures de service a été coupée en deux pour être analysée. L'analyse montre que la partie inférieure horizontale de la pompe est presque intacte, tandis que les sections d'entrée et de sorties sont gravement endommagées. De plus, la perte de matériau se produit plus souvent à l'intérieur de la pompe à bulles, tandis que le diamètre extérieur reste inchangé. Le degré d'attaque est différent dans divers endroits de la pompe.

### Modélisation à l'eau de la pompe à bulles

Les inventeurs pensaient que la dynamique des fluides à l'intérieur de la pompe a eu un impact sur le mode de défaillance. Cependant, les facteurs de conception ayant influencé l'écoulement des fluides n'ont pas été bien compris. Pour étudier l'influence de la turbulence de fusion, un petit modèle de pompe à bulle en plexiglas (échelle 1:2) a été construit et mis en service dans de l'eau. Il a permis d'étudier l'effet de la pression du gaz, de la position de l'entrée, du rayon du coude, de l'orientation et de la forme de la sortie sur le fonctionnement et le rendement de la pompe. Les caractéristiques de l'écoulement de l'eau dans la pompe pendant le fonctionnement normal ont été vérifiées et il a été déterminé que les endroits de la corrosion et de la perte de métal observées dans les pompes ayant fait défaut correspondent aux points de turbulence à l'intérieur du modèle à l'eau.

### Mécanisme de l'attaque par l'aluminium

Le mécanisme de la perte de matériau dans la pompe en acier au carbone a été étudié à l'aide de techniques métallographiques. Il existe plusieurs phases de l'attaque par l'aluminium. Durant les premiers instants du contact de l'aluminium avec la pompe, une couche intermétallique dure et fragile se forme sur la paroi intérieure à la suite de la réaction entre l'aluminium liquide et la surface en acier. Cette couche limite considérablement le passage de l'aluminium et du fer à travers elle et réduit également l'attaque continue sur l'acier. Ainsi, la couche intermétallique sert de couche quasi-protectrice sur le corps métallique. Cependant, chaque fois que des contraintes mécaniques apparaissent sur la surface, des microfissures se forment sur cette couche fragile et la surface en acier s'effrite, créant des creux profonds. Le fond du creux n'étant plus protégé par la couche intermétallique, il est attaqué par le matériau en fusion jusqu'à formation d'une nouvelle couche. Ce processus se répète tant que les contraintes continuent à être présentes sur la surface en acier et la perte de métal se poursuivra par conséquent. Les contraintes ayant contribué à l'attaque sont probablement le résultat de la turbulence du matériau en fusion et/ou la conséquence de particules étrangères aux endroits susceptibles. Le processus d'attaque peut par conséquent être considéré comme érosion dynamique par l'aluminium liquide.

Ainsi, la défaillance des pompes à bulle en acier au carbone en service est causée par le piquage dynamique et l'usure par abrasion (érosion dynamique). Le degré d'attaque est différent dans divers endroits de la pompe.

La surface externe de la pompe, n'étant pas exposée à la turbulence de fusion, subit moins de dommages et résiste par conséquent au matériau en fusion avec une protection minimale. L'attaque par le matériau en fusion et la perte de métal s'aggravent très souvent de l'intérieur vers l'extérieur.

Les présents inventeurs ont déterminé que les revêtements pouvant résister à l'attaque par l'aluminium en fusion dans les fusions stagnantes sont susceptibles de faire défaut sous les conditions de turbulence rencontrées dans la pompe. Une forte adhérence du revêtement au corps de la pompe est cruciale pour

la protection sous de telles conditions dynamiques. Les inventeurs ont en outre déterminé que pour améliorer le rendement de la pompe, il est nécessaire d'isoler sa surface interne de l'aluminium en fonte. La couche d'isolation doit être adhérente, épaisse et continue. Toute ouverture dans la couche protectrice peut entraîner une défaillance de la pompe.

#### Sélection du matériau réfractaire pour la couche protectrice

Sur la base des conclusions de l'étude sur la défaillance et du modelage à l'eau, les présents inventeurs ont mis au point une nouvelle pompe à bulles. Les critères pour les matériaux de couche protectrice étaient : 1) matériaux non mouillables contre la pénétration de l'aluminium liquide ; 2) matériaux thermiques résistants aux chocs pour prévenir le préchauffage ; 3) matériaux résistants à l'érosion ; 4) abordables ; et 5) conception souple. Pour remplir les critères, une recherche documentaire et des essais en laboratoires ont été menés. La céramique peut être un réfractaire coulable, à liaison phosphate, à 85 % d' $Al_2O_3$ , exempt de carbone.

#### Conception de la pompe

La forme de la pompe à bulles en acier carboné classique contient trois sections coudées de 90 degrés. La forme complexe rend très difficile le coulage de la couche céramique à l'intérieur de la coque toute entière sans raccords. Il est par conséquent nécessaire de couper la coque en plusieurs sections, de couler chaque section séparément et d'assembler la pompe par la suite. Il est également nécessaire pour le raccord de chaque partie assemblée de préserver son intégrité pendant l'utilisation. Pour remplir ces critères stricts, les idées suivantes ont été appliquées lors de l'assemblage de la pompe : 1) raccords mâles-femelles à angle uniques de 45 degrés entre les sections de la couche réfractaire ; 2) deux raccords à bride pour assembler les trois pièces de la pompe, permettant aux raccords de la couche protectrice céramique d'être mis sous compression ; 3) couche céramique continue dans les coudes pour réduire l'attaque par l'aluminium à travers les raccords ; et 4) modification de la bride dans la zone de sortie pour mettre la couche céramique sous compression.

La figure 2 est une représentation schématique d'une coupe transversale du raccord entre les pièces de la pompe à bulles. Le raccord est constitué de la coque en acier au carbone 8 des pompes à bulles de l'art antérieur, chaque pièce étant revêtue de la céramique 9 résistante au métal. Les extrémités de la céramique 9 qui doivent s'abouter les unes contre les autres forment un angle d'environ 45 degrés pour permettre un bon raccord à compression. Les parties de la pompe à bulles sont reliées ensemble sous compression par les raccords à bride 10, à l'aide de moyens de fixation 11.

Les raccords de compression sont utilisés pour maintenir le raccord de la couche protectrice sous compression afin de sceller le raccord de couche protectrice pour empêcher la pénétration du métal en fusion. La couche protectrice peut être formée à partir de n'importe quel matériau résistant à l'attaque par l'aluminium en fusion, tel que les matériaux non mouillables par les métaux fondus. Des exemples de matériaux non mouillables comprennent l'alumine, la magnésie, le silicate, le carbure de silicium ou le graphite et les mélanges de ces matériaux céramiques.

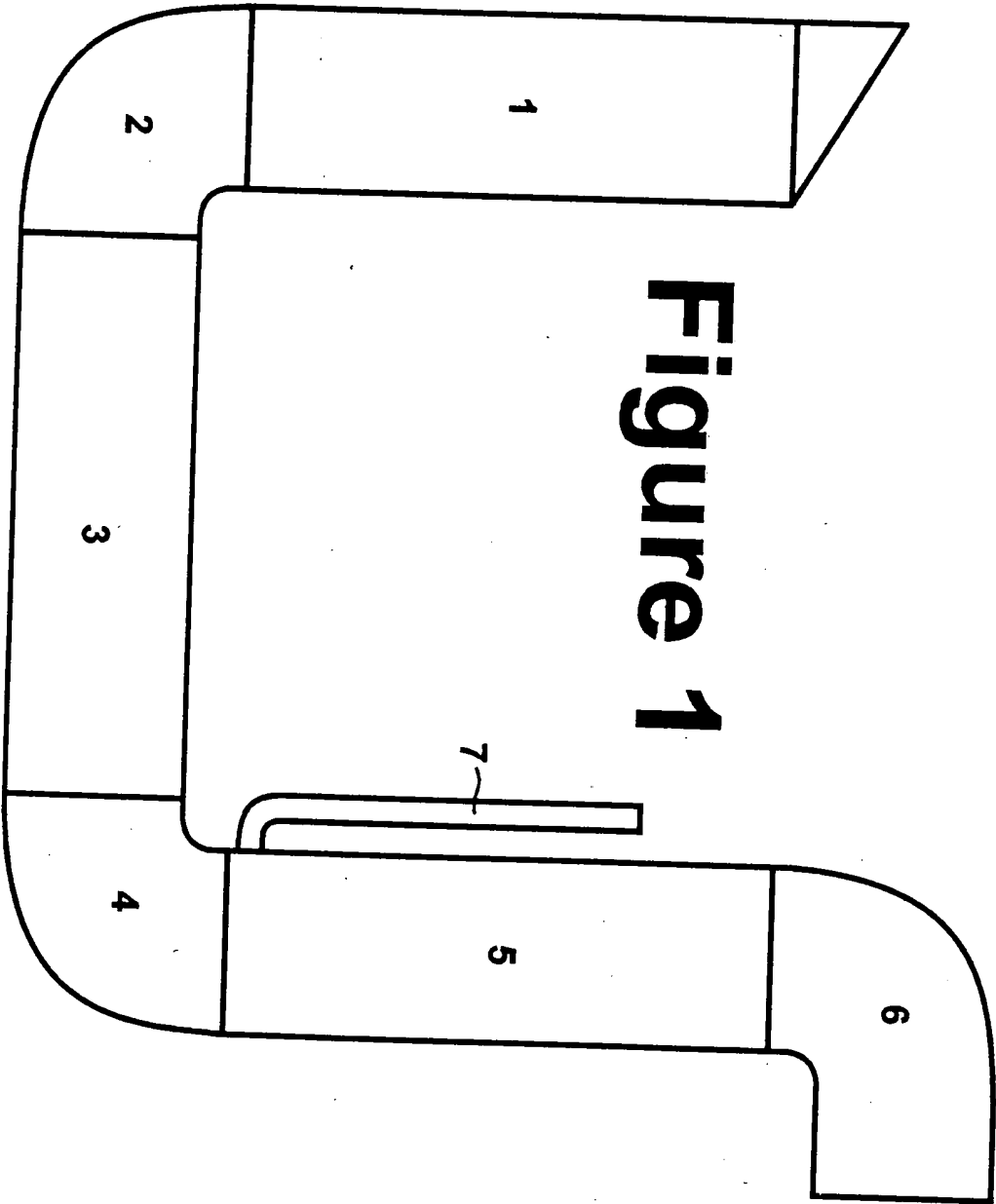


WO 2013/155497

PCT/US2013/036500

**Revendications**

1. Pompe à bulles de vapeur ayant un intérieur fait d'un matériau résistant à l'attaque par l'aluminium en fusion et dans laquelle l'extérieur est fait de tubes en acier carboné.
2. La pompe à bulles de vapeur selon la revendication 1, dans laquelle la surface intérieure est faite d'une céramique
3. La pompe à bulles de vapeur selon la revendication 2, dans laquelle ladite surface intérieure est faite d'une céramique sélectionnée parmi un groupe consistant d'alumine, de magnésie, de silicate, de carbure de silicium ou de graphite, et de leurs mélanges.
4. La pompe à bulles de vapeur selon la revendication 2, dans laquelle ladite céramique est un réfractaire coulable à liaison phosphate, à 85%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , exempt de carbone.
5. La pompe à bulles de vapeur selon la revendication 1, dans laquelle ladite pompe est faite de multiples sections de tube en faisceau.
6. La pompe à bulles de vapeur selon la revendication 6, dans laquelle les multiples sections de tube incluent trois pièces droites et trois pièces coudées.
7. La pompe à bulles de vapeur selon la revendication 6, dans laquelle les multiples sections de tube sont jointes par des raccords de compression à bride.
8. La pompe à bulles de vapeur selon la revendication 8, dans laquelle lesdits raccords de compression à bride compriment le matériau céramique intérieur de manière à ce que l'aluminium en fusion ne puisse pas pénétrer dans le raccord.
9. La pompe à bulles de vapeur selon la revendication 9, dans laquelle lesdits raccords de compression à bride du matériau intérieur résistant à l'attaque par l'aluminium en fusion forment un raccord ayant un angle de 45 degrés entre les sections de la pompe à bulles de vapeur.



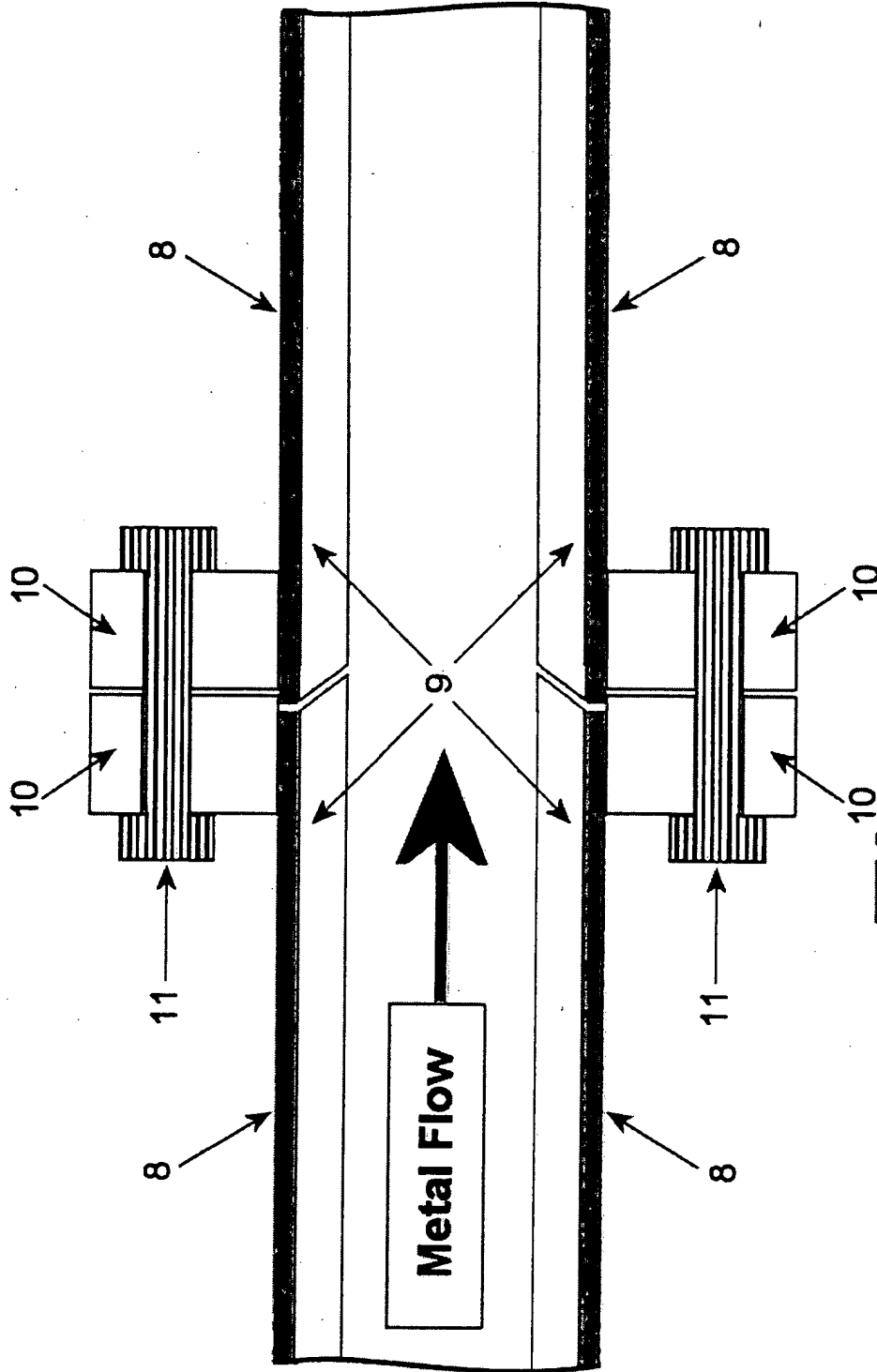


Figure 2

ROYAUME DU MAROC

\*\*\*\*\*

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

\*\*\*\*\*



المملكة المغربية  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية

### RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la  
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et  
complétée par la loi 23-13

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 37410	Date de dépôt : 12/04/2013
	Date d'entrée en phase nationale : 09/10/2014
Déposant : ARCELORMITTAL INVESTIGACION Y DESARROLLO S.L	Date de priorité: 13/04/2012
Intitulé de l'invention : POMPE À BULLES PERFECTIONNÉE RÉSISTANT À UNE ATTAQUE PAR DE L'ALUMINIUM FONDU	
<b>Classement de l'objet de la demande :</b> CIB : C 22B 9/05, C 23C 2/00, F 27D 3/14	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: A EL KADIRI	Date d'établissement du rapport : 21/12/2017
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	



**Partie 1 : Considérations générales****Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Demande telle qu'initialement déposée
  - Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
    - Revendications  
9
  - Observations à l'appui des revendications maintenues
  - Observations des tiers suite à la publication de la demande
  - Réponses du déposant aux observations des tiers
  - Nouveaux documents constituant des antériorités :
    - Suite à la recherche complémentaire (Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)
    - Suite à la recherche additionnelle (couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)
- D4 : US5650120  
D5 : US6051183  
D6 : US6039917  
D7 : US20051013714  
D8 : US20071253807
- Observations à l'encontre de la décision du rejet

<b>Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité</b>		
<b>Cadre 5: Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle</b>		
Nouveauté (N)	Revendications 1-9 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-9 Revendications aucune	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-9 Revendications aucune	Oui Non
<p>D4 : US5650120  D5 : US6051183  D6 : US6039917  D7 : US20051013714  D8 : US20071253807</p> <p><b>1. Nouveauté (N) :</b></p> <p>Aucun document de l'état de l'art cité D4-D8 ne divulgue les mêmes caractéristiques contenues dans les revendications 1-9, par conséquent, l'objet des revendications 1-9 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.</p> <p><b>2. Activité Inventive (AI) :</b></p> <p>Aucun des documents D4-D8 ne divulgue une pompe à bulles ayant une surface intérieure formée à partir d'un matériau qui est résistant à l'attaque par l'aluminium fondu (un matériau céramique) et en même temps un extérieur formé de tubes d'acier au carbone comme l'objet de la revendication 1 modifiée.</p> <p>La pompe à bulles composite ayant un extérieur en acier au carbone et une surface intérieur en céramique a une bonne résistance au métal fondu, tout en présentant une plus grande résistance aux chocs ce qui ne permet pas qu'une partie quelconque de la pompe se détache et s'enfonce dans le bain de métal. Contrairement à une pompe réalisée entièrement en céramique qui est fragile et pourrait se briser lorsqu'elle est mise dans le bain de métal fondu.</p> <p>Ainsi, l'objet de la revendication 1 diffère des documents D4-D8 en ce que l'extérieur de la pompe est formé de tubes d'acier au carbone. En plus, la pompe à bulles composite ayant un extérieur en acier au carbone et une surface intérieur en céramique a une bonne résistance au métal fondu, tout en présentant une plus grande résistance aux chocs ce qui ne permet pas qu'une partie quelconque de la pompe se détache et s'enfonce dans le bain de métal. Contrairement à une pompe réalisée entièrement en céramique qui est fragile et pourrait se briser lorsqu'elle est mise dans le bain de métal fondu.</p>		

Ainsi, l'objet des revendications 1-9 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

**3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :**

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.