



(11) **EP 3 260 600 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
10.04.2019 Bulletin 2019/15

(51) Int Cl.:
E01B 31/18^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17171995.8**

(22) Date de dépôt: **19.05.2017**

(54) **PROCÉDÉ DE RÉPARATION D'UN RAIL FERROVIAIRE AU MOYEN D'UN MOULE DE RÉPARATION**

VERFAHREN ZUM REPARIEREN EINER EISENBAHNSCHIENE MITHILFE EINER REPARATURFORM

METHOD FOR REPAIRING A RAILWAY RAIL BY MEANS OF A REPAIR MOULD

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **24.06.2016 FR 1655921**

(43) Date de publication de la demande:
27.12.2017 Bulletin 2017/52

(73) Titulaire: **SNCF RESEAU
93418 La Plaine Saint-Denis CEDEX (FR)**

(72) Inventeurs:
• **LORIEUX, Arnaud
95150 Taverny (FR)**
• **MONNET, Claude
71600 Paray le Monial (FR)**

(74) Mandataire: **Argyma
36, rue d'Alsace Lorraine
31000 Toulouse (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A1- 2 808 446 FR-A1- 2 266 570
GB-A- 802 256**

EP 3 260 600 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine de la réparation d'un rail de circulation d'une voie ferrée.

[0002] Une voie ferrée comporte de manière classique des rails de circulation longitudinaux reliés par des traverses transversales en bois ou en béton qui reposent sur le sol. De manière connue, deux rails de circulation consécutifs sont reliés par des joints de soudure. Un joint présente l'inconvénient de créer une discontinuité entre les rails de circulation, ce qui est une source de chocs et augmente de manière prématurée l'usure des rails de circulation. Afin d'éliminer cet inconvénient, il a été proposé de limiter le nombre de joints en formant des rails de circulation de grande longueur, connus de l'homme du métier sous la désignation de rails LRS (Long Rail Soudé).

[0003] Pour rappel, en référence à la figure 1, un rail de circulation 1 comporte : une partie inférieure 13, désignée « patin », adaptée pour reposer sur le sol, une partie supérieure 11, désignée « champignon », adaptée pour être en contact avec une roue d'un véhicule ferroviaire selon une surface supérieure 14 désignée « table de roulement », et une partie intermédiaire 12, désignée « âme » qui relie la partie supérieure 11 à la partie inférieure 13. Un tel rail de circulation 1 est connu de l'homme du métier et ne sera pas présenté plus en détails. Comme illustré à la figure 1, le rail de circulation 1 s'étend longitudinalement selon un axe X, latéralement selon un axe Y et verticalement selon un axe Z de manière à former un repère orthogonal (X, Y, Z).

[0004] Du fait du passage régulier de véhicules ferroviaires, le champignon 11 d'un rail de circulation 1 peut comprendre une zone endommagée ZE (impactant ou non la table de roulement 14), ce qui affecte son comportement. De manière connue, le procédé de réparation dépend de la dimension de la zone endommagée. Lorsque la zone endommagée ZE est de taille importante, supérieure à un seuil limite de maintien en voie connu de l'homme du métier, la portion endommagée du rail de circulation est retirée et remplacée par une portion longitudinale neuve connue de l'homme du métier sous la désignation de « coupon ». Lors de la réparation, la portion longitudinale neuve doit être soudée aux portions longitudinales existantes d'un rail LRS, ce qui augmente le nombre de joints de soudure et présente les inconvénients précités. Les performances du rail LRS sont alors dégradées.

[0005] Afin d'éviter le remplacement systématique d'une portion longitudinale, il a été proposé, dans l'art antérieur, un procédé de réparation par aluminothermie. En référence à la figure 1, ce procédé de réparation propose de retirer une zone endommagée ZE localisée au champignon 11 du rail de circulation 1 (impactant ou non la table de roulement 14) par la réalisation d'un évidement 2, 3 dans le rail de circulation 1. Puis, un moule (non représenté) est mis en place autour de l'évidement 2, 3 afin de permettre le coulage de métal liquide dans

le moule et, par voie de conséquence, le remplissage de l'évidement 2, 3. La zone endommagée ZE du champignon 11 du rail de circulation 1 est ainsi remplacée par une zone dénuée de défauts formée à partir du métal coulé. Autrement dit, le rail de circulation 1 comporte un « pansement » réalisé à partir du métal coulé.

[0006] De manière connue, toujours en référence à la figure 1, l'évidement 2, 3 réalisé dans le champignon 11 du rail de circulation 1 se présente sous la forme d'une encoche pouvant être de dimensions et de formes différentes. L'encoche peut être de forme soit circulaire 2, soit rectangulaire 3. Une encoche est dite « circulaire » quand le profil de l'évidement 2, 3 dans le plan longitudinal du rail de circulation 1, c'est-à-dire, le plan (X, Z), présente une forme d'arc de cercle.

[0007] En pratique, l'encoche circulaire 2 est obtenue par découpage de métal (oxydation locale) au moyen d'un gabarit permettant une découpe circulaire. Un tel découpage est précis mais sa longueur est limitée à 90 mm, ce qui présente un premier inconvénient. Une encoche circulaire 2 ne permet pas le retrait d'une zone endommagée qui soit profonde. En effet, comme illustré à la figure 2, la distance verticale P2 entre la table de roulement 14 et le fond de l'encoche circulaire 2 est variable sur la longueur de l'encoche 2, ce qui ne permet pas de retirer une zone endommagée ZE de grande longueur dans la profondeur du champignon 11. Autrement dit, la longueur d'encoche est variable à une profondeur donnée.

[0008] Pour éliminer cet inconvénient, en référence aux figures 1 et 2, il a été proposé de réaliser une encoche rectangulaire 3 afin de permettre le retrait d'une zone endommagée ZE qui soit profonde. Une encoche est dite « rectangulaire » quand le profil de l'évidement 3 dans le plan longitudinal du rail de circulation 1, c'est-à-dire, le plan (X, Z), présente consécutivement un flanc vertical 31, un flanc horizontal 32 et un flanc vertical 33. En pratique, une encoche rectangulaire 3 possède une longueur maximale de 55 mm, ce qui limite son application. En outre, une encoche rectangulaire 3 est obtenue par meulage, ce qui prend du temps et augmente le coût de réparation. Par ailleurs, des défauts de meulage peuvent apparaître à l'intersection des flancs. La demande de brevet GB802256 présente une telle encoche rectangulaire.

[0009] Enfin, en référence à la figure 3, lors de la réparation du rail de circulation 1, du métal liquide M à très haute température est versé dans l'encoche rectangulaire 3, ce qui entraîne l'apparition d'une zone de fusion ZF dans le champignon 11 au niveau du profil de l'encoche rectangulaire 3. Une telle zone de fusion ZF, également désignée zone fondue, permet au métal liquide M ajouté dans l'encoche rectangulaire 3 de se mêler au métal existant du rail de circulation 1 afin de former une soudure de bonne qualité. En pratique, la zone fondue ZF doit être la plus grande possible afin d'assurer la bonne tenue de la soudure. Comme illustré à la figure 3, pour une encoche rectangulaire 3, la zone fondue ZF n'est

pas de largeur constante et est, en particulier, plus fine à proximité des extrémités du flanc horizontal 32 du profil de l'encoche rectangulaire 3, ce qui peut affecter la robustesse dans le temps d'une telle soudure.

[0010] Les documents EP 2 808 446 A1 et FR 2 266 570 concernent également la réparation d'un rail de circulation d'une voie ferrée.

[0011] Un des objectifs de la présente invention est de proposer un nouveau procédé de réparation qui permette de s'affranchir des inconvénients précités tout en étant simple à mettre en oeuvre.

PRESENTATION GENERALE DE L'INVENTION

[0012] A cet effet, l'invention concerne un procédé de réparation d'un rail de circulation de voie ferrée, ledit rail de circulation s'étendant longitudinalement selon un axe X verticalement selon un axe Z, ledit rail de circulation comportant une partie supérieure, adaptée pour être en contact avec une roue d'un véhicule ferroviaire, qui comporte au moins une zone endommagée, le procédé comportant :

- une étape de retrait de la zone endommagée de manière à former un évidement dans la partie supérieure du rail de circulation,
- une étape de mise en place d'un moule autour de l'évidement et
- une étape de remplissage du moule avec du métal liquide de manière à combler ledit évidement et ainsi réparer ledit rail de circulation.

[0013] L'invention est remarquable en ce que ledit évidement présente, dans un plan en coupe longitudinal (X, Z), un profil concave comportant successivement une première portion curviligne, une portion longitudinale et une deuxième portion curviligne.

[0014] Grâce à la portion longitudinale du profil de l'évidement, une zone endommagée profonde et de grande longueur peut être retirée de manière analogue à une encoche rectangulaire. De manière avantageuse, les portions curvilignes permettent d'obtenir une zone de fusion large lors du remplissage du moule avec du métal liquide, ce qui garantit une soudure robuste dans le temps. De préférence, la zone de fusion possède une largeur au moins égale à 3 mm.

[0015] De manière préférée, l'évidement possède une profondeur configurée pour conserver une épaisseur résiduelle de la partie supérieure du rail comprise entre 6 et 10 mm. La profondeur est adaptée au profil du rail de circulation.

[0016] De préférence, l'évidement possède une longueur totale comprise entre 126 et 140 mm, de préférence, de l'ordre de 130 mm. La longueur totale est définie au niveau de la surface supérieure, c'est-à-dire, de la table de roulement. Un tel évidement est adapté pour retirer une zone endommagée de grande profondeur, ce qui évite de remplacer une portion endommagée du rail

par une nouvelle portion.

[0017] De manière avantageuse, la longueur de la portion longitudinale de l'évidement est comprise entre 50 mm et 80 mm. Un tel évidement permet de retirer une zone endommagée qui soit allongée en profondeur à la manière d'une encoche rectangulaire.

[0018] De manière préférée, le rayon de courbure de chaque portion curviligne de l'évidement est compris entre 40 mm et 44 mm, de préférence, de l'ordre de 42 mm. Ainsi, la zone fondue possède une épaisseur importante.

[0019] De manière préférée, au moins une portion curviligne est une portion d'arc de cercle de rayon de courbure constant. Une telle portion curviligne permet de former une zone fondue d'épaisseur importante et régulière le long de la portion curviligne, ce qui améliore la robustesse. De préférence encore, chaque portion curviligne est une portion d'arc de cercle de rayon de courbure constant. De préférence, les rayons de courbure des portions curvilignes sont égaux.

[0020] De préférence, l'étape de retrait de la zone endommagée comporte au moins une étape de retrait au moyen d'un gabarit, de préférence, par oxycoupage. Un tel retrait est analogue à un retrait pour une encoche circulaire. Ainsi, l'homme du métier peut réaliser un tel retrait de manière rapide et précise.

[0021] De manière préférée, l'évidement est symétrique par rapport à un plan transversal à l'axe selon lequel s'étend le rail de circulation. Ainsi, le rail de circulation est réparé de manière homogène, ce qui améliore la robustesse de la soudure.

[0022] De préférence, l'étape de retrait de la zone endommagée comporte au moins les trois phases suivantes :

- une première phase de retrait au moyen d'un premier gabarit permettant une découpe circulaire dont le rayon de courbure correspond à celui de la première portion curviligne,
- une deuxième phase de retrait au moyen d'un deuxième gabarit permettant une découpe circulaire dont le rayon de courbure correspond à celui de la deuxième portion curviligne, et
- une troisième phase de retrait de manière à former la portion longitudinale du profil de l'évidement.

[0023] L'étape de retrait permet de réaliser les portions curvilignes de manière analogue à une encoche circulaire. De manière avantageuse, le gabarit selon l'art antérieur peut être conservé. De préférence, les deux premières phases de retrait sont réalisées par oxycoupage puis reprises par meulage. De manière préférée, la troisième phase de retrait est réalisée par meulage. Ainsi, l'évidement possède un état de surface homogène.

[0024] Selon un aspect préféré, un même gabarit est utilisé pour former les deux portions curvilignes de manière successive. De manière alternative, un gabarit unique permet de former l'évidement en une unique étape de retrait.

[0025] L'invention concerne également un moule pour la réparation d'un rail de circulation d'une voie ferroviaire, le moule comportant une partie intermédiaire adaptée pour se positionner au niveau d'une partie supérieure du rail de circulation qui est adaptée pour être en contact avec une roue d'un véhicule ferroviaire, la partie intermédiaire comportant au moins une empreinte comportant un profil concave comportant successivement une première portion curviligne, une portion longitudinale et une deuxième portion curviligne.

[0026] Un tel moule est adapté pour permettre de guider du métal liquide dans un évidement tel que présenté précédemment afin d'obtenir une réparation de qualité.

[0027] Cette demande décrit également un rail de circulation s'étendant longitudinalement selon un axe X et verticalement selon un axe Z, ledit rail de circulation comportant une partie supérieure adaptée pour être en contact avec une roue d'un véhicule ferroviaire, la partie supérieure comportant au moins une zone neuve formée par comblement avec du métal liquide d'un évidement de ladite partie supérieure, ledit évidement présentant, dans un plan en coupe longitudinal (X, Z), un profil concave comportant successivement une première portion curviligne, une portion longitudinale et une deuxième portion curviligne.

PRESENTATION DES FIGURES

[0028] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique en perspective d'un rail de circulation comportant une zone endommagée, une encoche circulaire et une encoche rectangulaire ;
- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale des encoches de la figure 1 ;
- la figure 3 est une représentation schématique d'une zone fondue lors du versement de métal liquide dans l'encoche rectangulaire ;
- la figure 4 est une représentation schématique en perspective d'un rail de circulation comportant une zone endommagée ;
- la figure 5 est une représentation schématique en perspective d'un rail de circulation comportant un évidement de forme oblongue ;
- la figure 6 est une vue en coupe longitudinale de l'évidement de la figure 5 ;
- la figure 7 est une représentation schématique d'un exemple de formation d'un évidement ;
- la figure 8 est une représentation schématique en coupe longitudinale d'un ensemble d'un rail de circulation et d'un moule ;
- la figure 9 est une représentation schématique en perspective d'un ensemble selon la figure 8 ; et
- la figure 10 une représentation schématique en cou-

pe longitudinale d'un rail de circulation après réparation.

[0029] Il faut noter que les figures exposent l'invention de manière détaillée pour mettre en oeuvre l'invention, lesdites figures pouvant bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant.

DESCRIPTION D'UN OU PLUSIEURS MODES DE REALISATION ET DE MISE EN OEUVRE

[0030] Il va dorénavant être présenté un procédé de réparation d'un rail de circulation de voie ferrée selon un mode de mise en oeuvre de l'invention.

[0031] Pour rappel, en référence à la figure 4, un rail de circulation 1 comporte : une partie inférieure 13, désignée « patin », adaptée pour reposer sur le sol, une partie supérieure 11, désignée « champignon », adaptée pour être en contact avec une roue d'un véhicule ferroviaire selon une surface supérieure 14 désignée « table de roulement », et une partie intermédiaire 12, désignée « âme » qui relie la partie supérieure 11 à la partie inférieure 13. Un tel rail de circulation 1 est connu de l'homme du métier et ne sera pas présenté plus en détails. Comme illustré à la figure 4, le rail de circulation 1 s'étend longitudinalement selon un axe X, latéralement selon un axe Y et verticalement selon un axe Z de manière à former un repère orthogonal (X, Y, Z). Dans cet exemple, le rail de circulation 1 comporte au moins une zone endommagée ZE formée dans sa partie supérieure 11.

[0032] Une zone endommagée ZE correspond à une portion de rail dont la partie supérieure 11 contient au moins un défaut (affectant ou non la table de roulement 14) dont les dimensions peuvent atteindre voire dépasser une valeur dite « seuil limite de maintien en voie » connue de l'homme de métier. De manière préférée, le « seuil limite de maintien en voie » correspond à une zone endommagée ZE dont la longueur est de 80 mm et/ou la profondeur est de 15mm. Les défauts d'une zone endommagée ZE peuvent se présenter sous diverses formes, en particulier un affaissement et/ou un élargissement de la table de roulement 14, des impacts localisés, des fissures horizontales ou des fissures plongeantes se propageant dans la profondeur d'un rail de circulation 1.

Etape de retrait de la zone endommagée

[0033] En référence à la figure 5, le procédé de réparation comporte une étape de retrait de la zone endommagée ZE de manière à former un évidement 4 dans la partie supérieure 11 du rail de circulation 1. Conformément à l'invention et en référence à la figure 6, ledit évidement 4 présente, dans un plan en coupe longitudinal (X, Z), un profil concave 40 comportant successivement une première portion curviligne 41, une portion longitudinale 42 et une deuxième portion curviligne 43. Par abus de langage, un tel évidement peut être considéré comme une encoche « oblongue ». La portion longitudinale 42

s'étend horizontalement, c'est-à-dire, parallèlement à la table de roulement 14.

[0034] Comme illustré à la figure 6, l'évidement 4 possède une longueur totale L1 comprise entre 126 et 140 mm, de préférence, de l'ordre de 130 mm. La longueur L2 de la portion longitudinale 42 de l'évidement 4 est comprise entre 50 et 80 mm. De manière préférée, le rapport de la longueur de la portion longitudinale 42 sur la longueur totale L1 est compris entre 36% et 64% de manière à permettre un retrait d'une zone endommagée ZE de longueur importante en profondeur du rail de circulation 1 à la manière d'une encoche rectangulaire. De manière préférée, l'évidement 4 possède une profondeur P1 configurée pour conserver une épaisseur résiduelle de la partie supérieure du rail comprise entre 6 et 10 mm.

[0035] De manière préférée, le rayon de courbure de chaque portion curviligne 41, 43 de l'évidement 4 est compris entre 40 et 44 mm, de préférence, de l'ordre de 42 mm. Dans cet exemple, les rayons de courbure des portions curvilignes sont égaux de manière à ce que l'évidement possède un plan de symétrie. Chaque portion curviligne 41, 43 correspond à une portion d'arc de cercle de rayon de courbure constant. Néanmoins, l'invention s'applique également à des portions curvilignes ayant des rayons de courbure différents et des plages angulaires différentes afin de pouvoir s'adapter à des zones endommagées ZE de formes différentes.

[0036] De manière préférée, l'évidement 4 est réalisé, au moins en partie, au moyen d'un gabarit qui permet de suivre le profil 40 de l'évidement 4. Dans cet exemple, en référence à la figure 7, la zone endommagée ZE est retirée en trois phases :

- une première phase de retrait au moyen d'un premier gabarit 61 permettant une découpe circulaire dont le rayon de courbure R3 correspond à celui de la première portion curviligne 41,
- une deuxième phase de retrait au moyen d'un deuxième gabarit 62 permettant une découpe circulaire dont le rayon de courbure R4 correspond à celui de la deuxième portion curviligne 43, et
- une troisième phase de retrait de manière à former la portion longitudinale 42 du profil de l'évidement 4.

[0037] Dans cet exemple, les phases de retrait au moyen d'un gabarit 61, 62 sont réalisées par une méthode d'oxycoupage connue de l'homme du métier afin d'obtenir un retrait précis et rapide. Le retrait de la matière entre les zones découpées par oxycoupage est, de préférence, réalisé par meulage afin de garantir directement un état de surface exempt d'impuretés liées à la méthode de découpe. Les portions curvilignes 41, 43 peuvent également être reprises par meulage.

[0038] L'évidement 4 est formé de manière pratique similairement à une encoche circulaire selon l'art antérieur. Suite à la formation de l'évidement 4, en référence à la figure 7, le champignon 11 du rail de circulation 1 comporte de manière avantageuse au moins une hauteur

résiduelle h de 8 mm, de préférence comprise entre 6 et 10 mm, afin de permettre la formation d'une zone fondue de largeur importante pour obtenir une soudure optimale comme cela sera présenté par la suite. Dans cet exemple, un seul et même gabarit est utilisé de manière successive pour réaliser les deux portions curvilignes 41, 43.

[0039] Selon un aspect de l'invention, un unique gabarit de forme adaptée peut être utilisé pour retirer toute la zone endommagée, ce qui accélère l'étape de retrait. A cet effet, le gabarit possède un profil oblong.

Etape de mise en place d'un moule

[0040] En référence aux figures 8 et 9, le procédé comporte en outre une étape de mise en place d'un moule 5 autour de l'évidement 4. La structure générale d'un tel moule 5 est connue de l'homme du métier.

[0041] Le moule 5 comporte une cavité interne 50 adaptée pour suivre la courbure dudit rail de circulation 1 et assurer son étanchéité lors de l'écoulement du métal liquide. Comme illustré à la figure 9, le moule 5 comporte une ouverture supérieure 56 permettant d'accéder à ladite cavité interne 50.

[0042] En référence à la figure 8, le moule 5 comporte une partie inférieure 52, adaptée pour se positionner au niveau de l'âme 12 du rail de circulation 1, une partie supérieure 53, adaptée pour se positionner au-dessus de la surface supérieure 14 du rail de circulation 1 et une partie intermédiaire 54 adaptée pour se positionner au niveau du champignon 11 afin de former une enveloppe latérale à l'évidement 4.

[0043] La partie intermédiaire 54 du moule 5 comporte au moins une empreinte 7 comportant un profil concave 70 comportant successivement une première portion curviligne 71, une portion longitudinale 72 et une deuxième portion curviligne 73. Une telle empreinte 7 permet avantageusement de coopérer par complémentarité de formes avec le profil de l'évidement 4 pour former une enceinte de forme calibrée pour recevoir le métal liquide.

[0044] Dans cette forme de réalisation, la partie supérieure 53 du moule 5 comporte en outre une conduite 55 de forme généralement trapézoïdale et évasée verticalement vers le haut de manière à permettre un guidage optimal du métal liquide dans l'enceinte formée par le moule 5 et l'évidement 4 et diriger la solidification vers le haut du moule 5. De même, la partie intermédiaire 54 du moule 5 comporte des événements 57 afin de permettre aux gaz générés lors de la soudure de pouvoir s'échapper.

[0045] Dans cet exemple, en référence à la figure 9, le moule 5 comporte deux organes de moule 51 qui sont complémentaires et adaptés pour se positionner latéralement au rail de circulation 1 à réparer. Les organes de moules 51 sont positionnés sur le rail de circulation 1 et verrouillés en position, de préférence, au moyen d'un étau ou analogue de manière à ce que le moule 5 soit étanche. Dans cet exemple, chaque organe de moule 51 comporte une empreinte 7 telle que présentée précé-

demment. Il va de soi que le moule 5 pourrait posséder une structure différente.

Etape de remplissage

[0046] Le procédé de réparation comporte également une étape de remplissage du moule 5 avec du métal liquide de manière à combler ledit évidement 4 et ainsi réparer ledit rail de circulation 1. En pratique, le métal liquide, à très haute température, est versé dans l'ouverture supérieure 56 du moule 5 et vient remplir l'évidement 4.

[0047] Le métal liquide versé dans le moule 5 entraîne la fusion du métal du rail de circulation 1, en particulier, de la première portion curviligne 41, de la portion longitudinale 42 et de la deuxième portion curviligne 43 du profil 40 de l'évidement 4. Le métal des parties 11, 12, 13 du rail de circulation 1 entrent également en fusion, au moins partiellement.

[0048] Une zone de fusion apparaît au niveau du profil 40 de l'évidement 4 et comporte un mélange de métal liquide versé et de métal liquéfié existant du rail de circulation 1 formant ainsi une soudure robuste. Du fait de la forme de l'évidement 4 et, notamment de ses portions curvilignes 41, 43, la zone fondue possède une épaisseur importante, de préférence, supérieure à 3 mm. La zone fondue permet, par ailleurs, de diminuer d'éventuels défauts résiduels. De manière préférée, le métal liquide est de l'acier dont la composition approche la nuance du rail de circulation 1 à réparer. L'acier possède notamment une dureté analogue.

[0049] De manière préférée, préalablement à la phase remplissage, le moule 5 et le rail de circulation 1 sont préchauffés de manière à optimiser la formation de la zone fondue lors du versement du métal liquide.

[0050] Après refroidissement et durcissement du métal versé, le moule 5 est retiré du rail de circulation 1 comme illustré à la figure 10. L'évidement 4 ainsi comblé a été remplacé par une zone neuve ZN comportant le métal liquide refroidi. Autrement dit, le rail de circulation 1 comporte un « pansement » réalisé à partir du métal versé.

[0051] De manière préférée, le procédé de réparation comporte une étape de finition dans laquelle le contour extérieur du rail de circulation 1 est rétabli de manière précise, en particulier, par ponçage de ladite zone neuve ZN. Une telle étape de finition permet d'éviter tout défaut de jointure en lissant le profil du rail de circulation 1.

[0052] Grâce au procédé selon l'invention, il n'est pas nécessaire de découper une portion longitudinale du rail de circulation 1 pour supprimer une zone endommagée, ce qui permet d'éviter la formation de joints de soudure dans un rail de circulation 1, notamment un rail LRS de grande longueur. Une zone endommagée de grande longueur située en profondeur du rail de circulation 1 peut être réparée de manière pratique et rapide. En outre, la formation d'une encoche « oblongue » permet de former une zone de fusion d'épaisseur suffisante pour former

une soudure robuste par comparaison à une encoche « rectangulaire ».

[0053] Un tel procédé de réparation peut être mis en oeuvre in situ sur la voie ferroviaire, ce qui réduit le temps de réparation ainsi que les coûts. Grâce au procédé de réparation, des zones endommagées de natures, de dimensions et de types différents peuvent avantageusement être réparées.

Revendications

1. Procédé de réparation d'un rail de circulation (1) de voie ferrée, ledit rail de circulation (1) s'étendant longitudinalement selon un axe (X) verticalement selon un axe (Z), ledit rail de circulation (1) comportant une partie supérieure (11), adaptée pour être en contact avec une roue d'un véhicule ferroviaire, qui comporte au moins une zone endommagée (ZE), le procédé comportant :

- une étape de retrait de la zone endommagée (ZE) de manière à former un évidement (4) dans la partie supérieure (11) du rail de circulation (1), ledit évidement (4) présentant dans un plan en coupe longitudinal (X, Z), un profil concave (40) comportant successivement une première portion curviligne (41), une portion longitudinale (42) et une deuxième portion curviligne (43),

caractérisé par le fait que le procédé comporte de plus les étapes suivantes:

- une étape de mise en place d'un moule (5) autour de l'évidement (4), et
- une étape de remplissage du moule (5) avec du métal liquide (6) de manière à combler ledit évidement (4) et ainsi réparer ledit rail de circulation (1).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'évidement (4) possède une profondeur (P1) configurée pour conserver une épaisseur résiduelle de la partie supérieure (11) du rail de circulation (1) comprise entre 6 et 10 mm.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'évidement (4) possède une longueur totale (L1) comprise entre 126 et 140 mm, de préférence, de l'ordre de 130 mm.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la longueur (L2) de la portion longitudinale (42) de l'évidement (4) est comprise entre 50 et 80 mm.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le rayon de courbure de chaque por-

tion curviligne (41, 43) de l'évidement (4) est compris entre 40 et 44 mm, de préférence, de l'ordre de 42 mm.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins une portion curviligne (41, 43) est une portion d'arc de cercle de rayon de courbure constant.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'étape de retrait de la zone endommagée (ZE) comporte au moins une étape de retrait au moyen d'un gabarit, de préférence, par oxycoupage.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'étape de retrait de la zone endommagée (ZE) comporte au moins les trois phases suivantes :

- une première phase de retrait au moyen d'un premier gabarit (61) permettant une découpe circulaire dont le rayon de courbure (R3) correspond à celui de la première portion curviligne (41),
- une deuxième phase de retrait au moyen d'un deuxième gabarit (62) permettant une découpe circulaire dont le rayon de courbure (R4) correspond à celui de la deuxième portion curviligne (43), et
- une troisième phase de retrait de manière à former la portion longitudinale (42) du profil de l'évidement (4).

9. Moule (5) pour la réparation d'un rail de circulation (1) d'une voie ferroviaire, le moule (5) comportant une partie supérieure (53) et une partie intermédiaire (54) adaptée pour se positionner au niveau d'une partie supérieure (11) du rail de circulation (1) adaptée pour être en contact avec une roue d'un véhicule ferroviaire,

caractérisé en ce que

la partie intermédiaire (54) du moule (5) comportant au moins une empreinte (7) comportant un profil concave (70), orienté vers la partie supérieure (53), comportant successivement une première portion curviligne (71), une portion longitudinale (72) et une deuxième portion curviligne (73).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Reparieren einer Eisenbahn-Fahrschiene (1), wobei sich die Fahrschiene (1) längs gemäß einer Achse (X) vertikal gemäß einer Achse (Z) erstreckt, wobei die Fahrschiene (1) einen oberen Teil (11), der geeignet ist, mit einem Rad eines Schienenfahrzeugs im Kontakt zu sein, aufweist, der

mindestens eine beschädigte Zone (ZE) aufweist, wobei das Verfahren aufweist:

- einen Schritt des Entferns der beschädigten Zone (ZE) derart, dass eine Aussparung (4) im oberen Teil (11) der Fahrschiene (1) gebildet wird, wobei die Aussparung (4) in einer Längsschnittebene (X, Z) ein konkaves Profil (40) aufweist, aufweisend aufeinanderfolgend einen ersten gekrümmten Abschnitt (41), einen Längsabschnitt (42) und einen zweiten gekrümmten Abschnitt (43),

dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zusätzlich die folgenden Schritte aufweist:

- einen Schritt des Platzierens einer Form (5) um die Aussparung (4), und
- einen Schritt des Füllens der Form (5) mit flüssigem Metall (6) derart, dass die Aussparung (4) aufgefüllt und somit die Fahrschiene (1) repariert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Aussparung (4) eine Tiefe (P1) besitzt, die konfiguriert ist, um eine Reststärke des oberen Teils (11) der Fahrschiene (1) beizubehalten, die zwischen 6 und 10 mm beträgt.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Aussparung (4) eine Gesamtlänge (L1) besitzt, die zwischen 126 und 140 mm beträgt, vorzugsweise zirka 130 mm.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Länge (L2) des Längsabschnitts (42) der Aussparung (4) zwischen 50 und 80 mm beträgt.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Krümmungsradius jedes gekrümmten Abschnitts (41, 43) der Aussparung (4) zwischen 40 und 44 mm beträgt, vorzugsweise zirka 42 mm.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mindestens ein gekrümmter Abschnitt (41, 43) ein Kreisbogenabschnitt mit konstantem Krümmungsradius ist.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Entferns der beschädigten Zone (ZE) mindestens einen Schritt des Entferns mittels einer Schablone, vorzugsweise durch Brennschneiden, aufweist.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Entferns der beschädigten Zone (ZE) mindestens die drei folgenden Phasen aufweist:

- eine erste Phase des Entfernens mittels einer ersten Schablone (61), die einen kreisförmigen Schnitt erlaubt, dessen Krümmungsradius (R3) dem des ersten gekrümmten Abschnitts (41) entspricht,
- eine zweite Phase des Entfernens mittels einer zweiten Schablone (62), die einen kreisförmigen Schnitt erlaubt, dessen Krümmungsradius (R4) dem des zweiten gekrümmten Abschnitts (43) entspricht, und
- eine dritte Phase des Entfernens derart, dass der Längsabschnitt (42) des Profils der Aussparung (4) gebildet wird.

9. Form (5) zum Reparieren einer Eisenbahn-Fahrschiene (1), wobei die Form (5) einen oberen Teil (53) und einen mittleren Teil (54) aufweist, der für eine Positionierung im Bereich eines oberen Teils (11) der Fahrschiene (1) geeignet ist, der geeignet ist, mit einem Rad eines Schienenfahrzeugs im Kontakt zu sein, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mittlere Teil (54) der Form (5) mindestens einen Abdruck (7) aufweist, der ein konkaves Profil (70) aufweist, das zum oberen Teil (53) gerichtet ist, aufweisend aufeinanderfolgend einen ersten gekrümmten Abschnitt (71), einen Längsabschnitt (72) und einen zweiten gekrümmten Abschnitt (73).

Claims

1. A method for repairing a railway circulation rail (1), said circulation rail (1) extending longitudinally along an axis (X) vertically along an axis (Z), said circulation rail (1) including an upper part (11), adapted to be in contact with a wheel of a railway vehicle, which includes at least one damaged zone (ZE), the method including:
- a step of withdrawing the damaged zone (ZE) so as to form a recess (4) in the upper part (11) of the circulation rail (1),
- said recess (4) having, in a longitudinal section plane (X, Z), a concave profile (40) successively including a first curvilinear portion (41), a longitudinal portion (42) and a second curvilinear portion (43), **characterised in that** the method further includes the following steps:
- a step of placing a mould (5) about the recess (4), and
 - a step of filling the mould (5) with liquid metal (6) so as to fill said recess (4) and thus repair said circulation rail (1).
2. The method according to claim 1, wherein the recess (4) has a depth (P1) configured to preserve a residual

thickness of the upper part (11) of the circulation rail (1) between 6 and 10mm.

3. The method according to one of the preceding claims, wherein the recess (4) has a total length (L1) between 126 and 140mm, preferably, in the order of 130mm.
4. The method according to one of the preceding claims, wherein the length (L2) of the longitudinal portion (42) of the recess (4) is between 50 and 80mm.
5. The method according to one of the preceding claims, wherein the radius of curvature of each curvilinear portion (41, 43) of the recess (4) is between 40 and 44mm, preferably, in the order of 42mm.
6. The method according to one of the preceding claims, wherein at least one curvilinear portion (41, 43) is an arc-of-circle portion with a constant radius of curvature.
7. The method according to one of the preceding claims, wherein the step of withdrawing the damaged zone (ZE) includes at least one step of withdrawing by means of a template, preferably, by oxygen cutting.
8. The method according to one of the preceding claims, wherein the step of withdrawing the damaged zone (ZE) includes at least the three following phases:
- a first phase of withdrawing by means of a first template (61) allowing a circular cutting the radius of curvature (R3) of which corresponds to that of the first curvilinear portion (41),
 - a second phase of withdrawing by means of a second template (62) allowing a circular cutting the radius of curvature (R4) of which corresponds to that of the second curvilinear portion (43), and
 - a third phase of withdrawing so as to form the longitudinal portion (42) of the profile of the recess (4).
9. A mould (5) for repairing a railway circulation rail (1), the mould (5) including an upper part (53) and an intermediate part (54) adapted to be positioned at an upper part (11) of the circulation rail (1) adapted to be in contact with a wheel of a railway vehicle, **characterised in that** the intermediate part (54) of the mould (5) including at least one fingerprint (7) including a concave profile (70), oriented towards the upper part (53), successively including a first curvilinear portion (71), a longitudinal portion (72) and a second curvilinear portion (73).

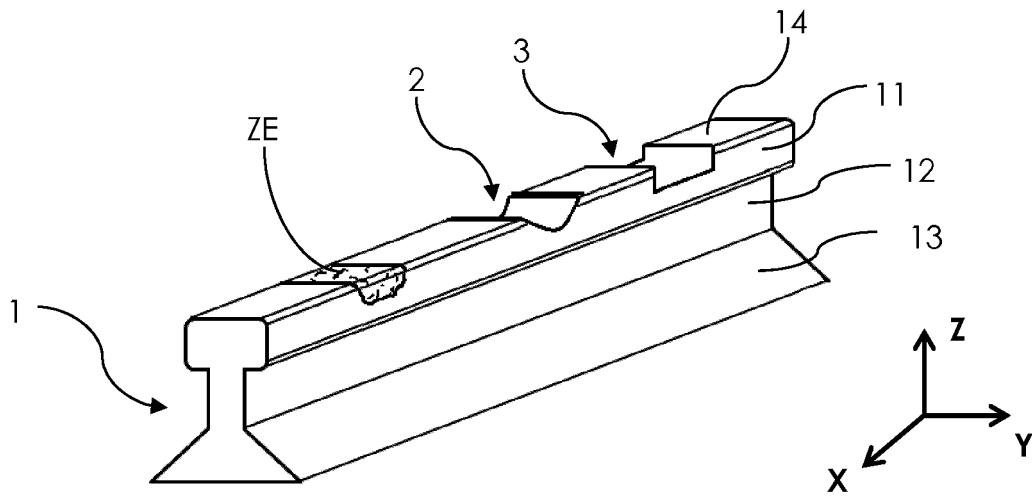


FIGURE 1

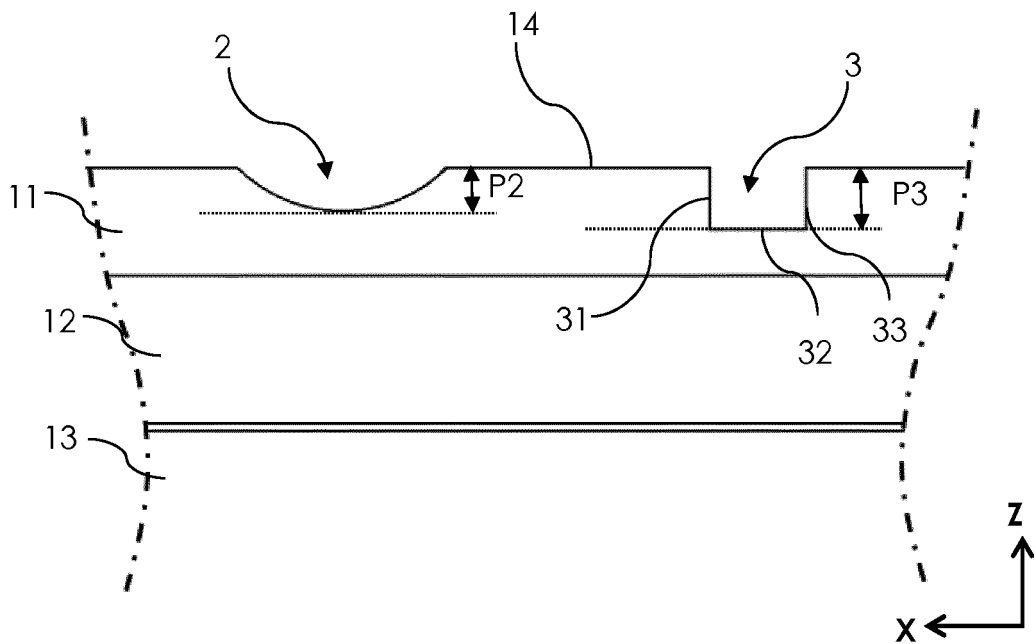


FIGURE 2

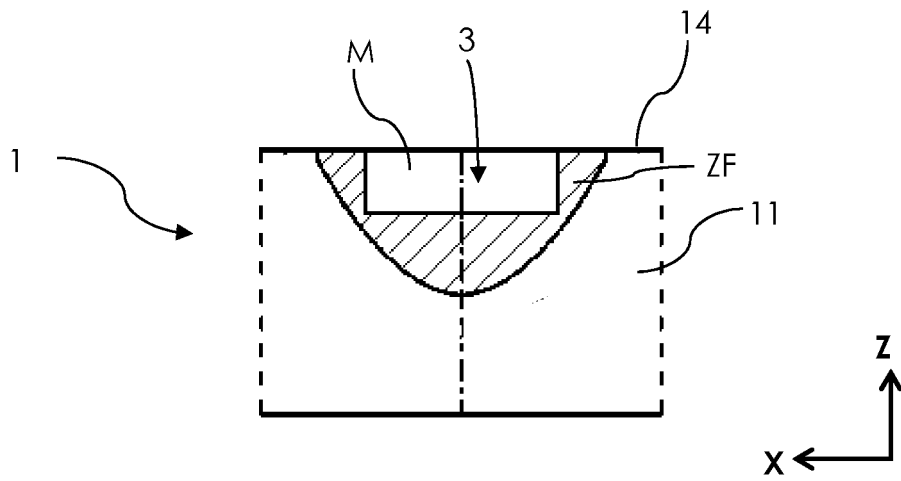


FIGURE 3

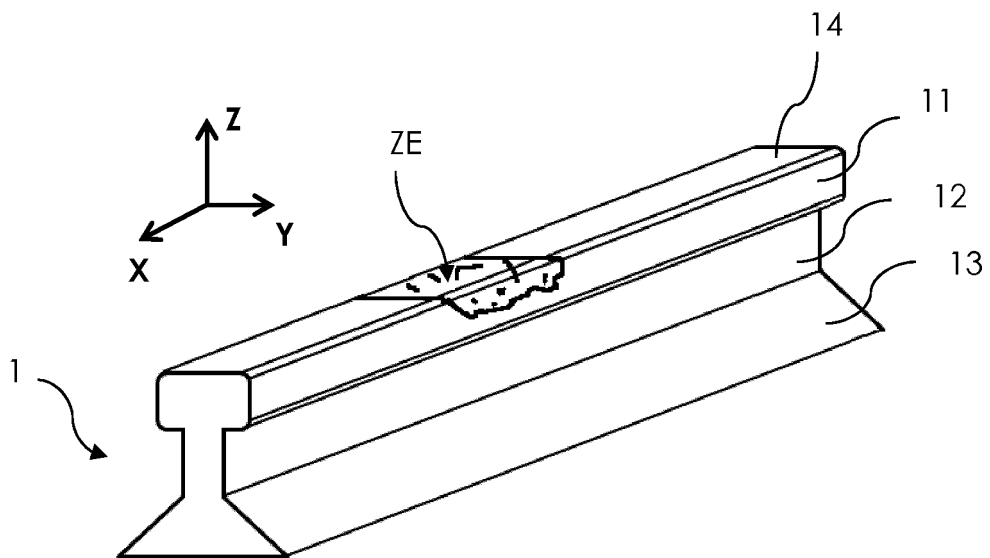


FIGURE 4

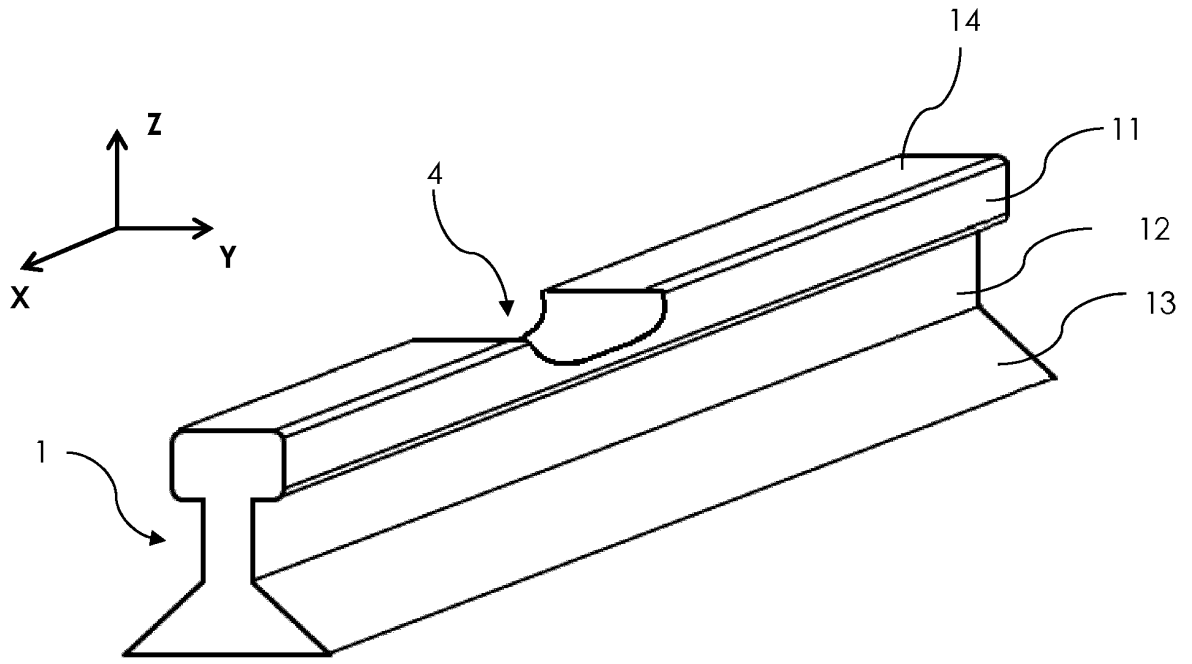


FIGURE 5

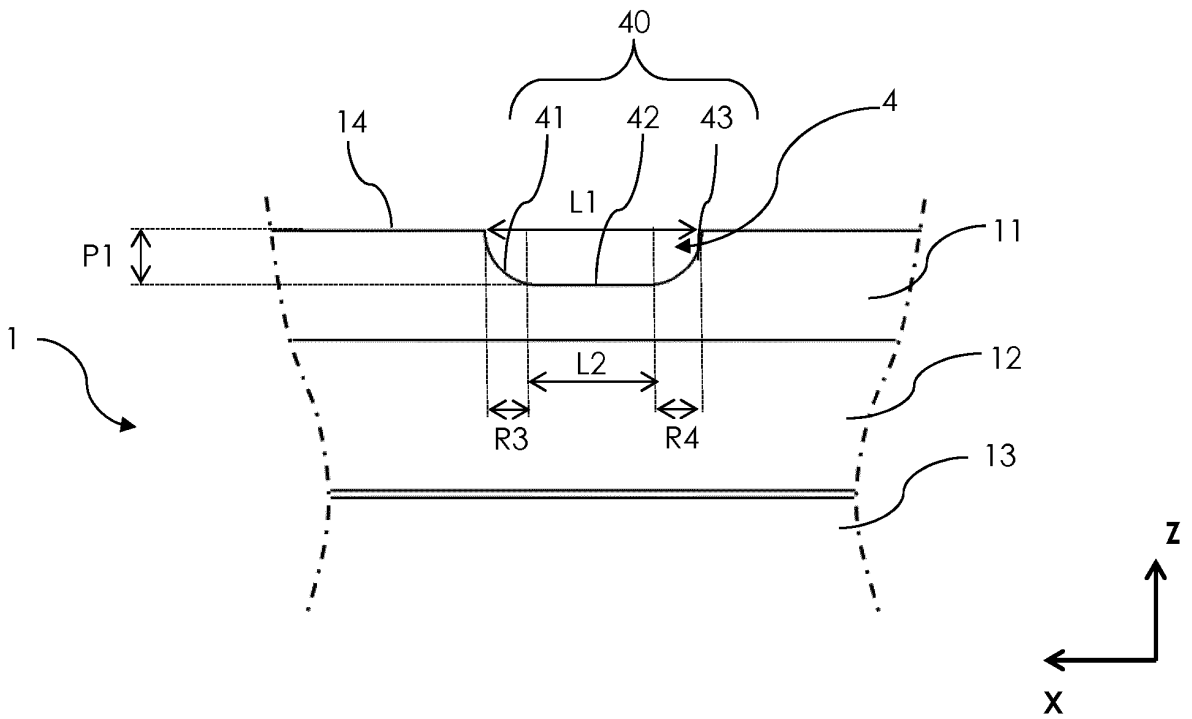


FIGURE 6

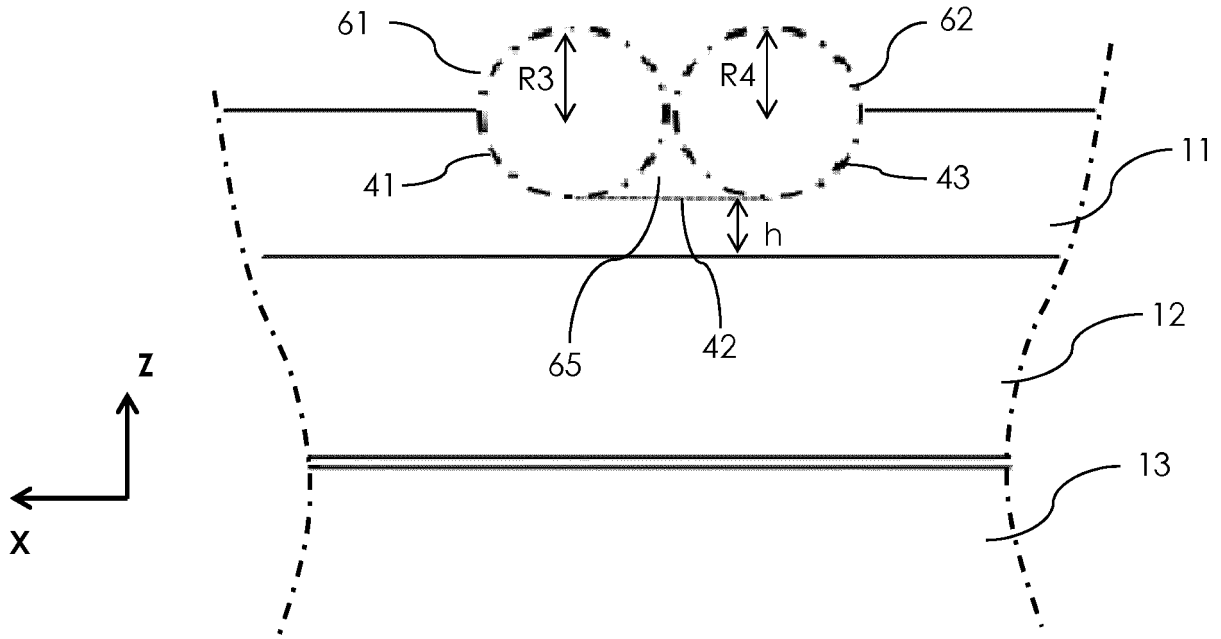


FIGURE 7

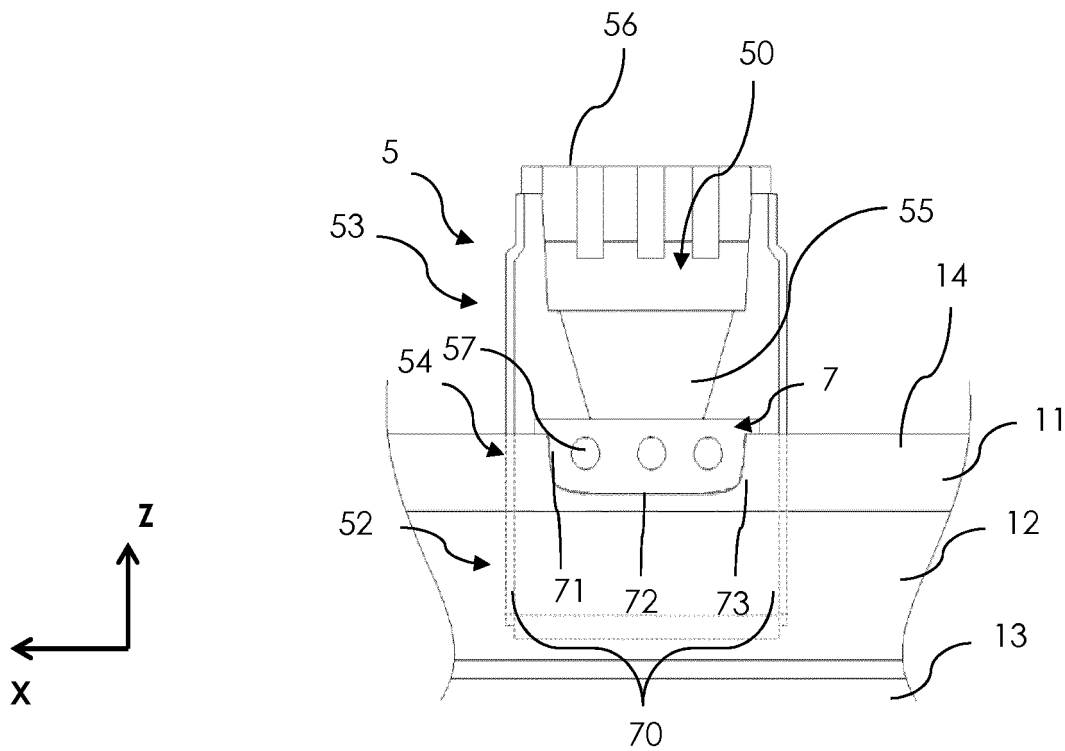


FIGURE 8

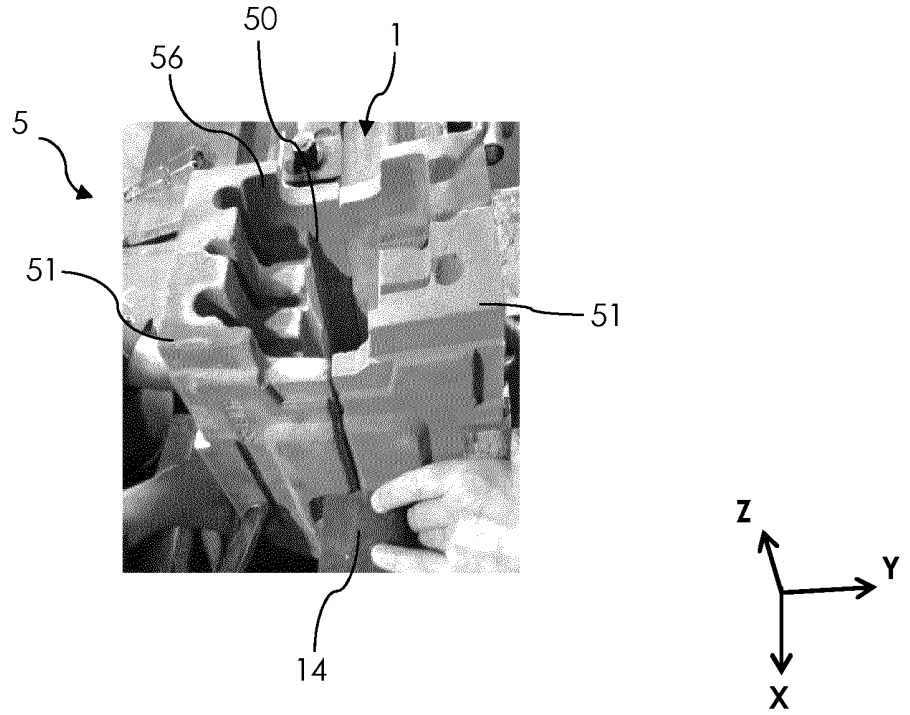


FIGURE 9

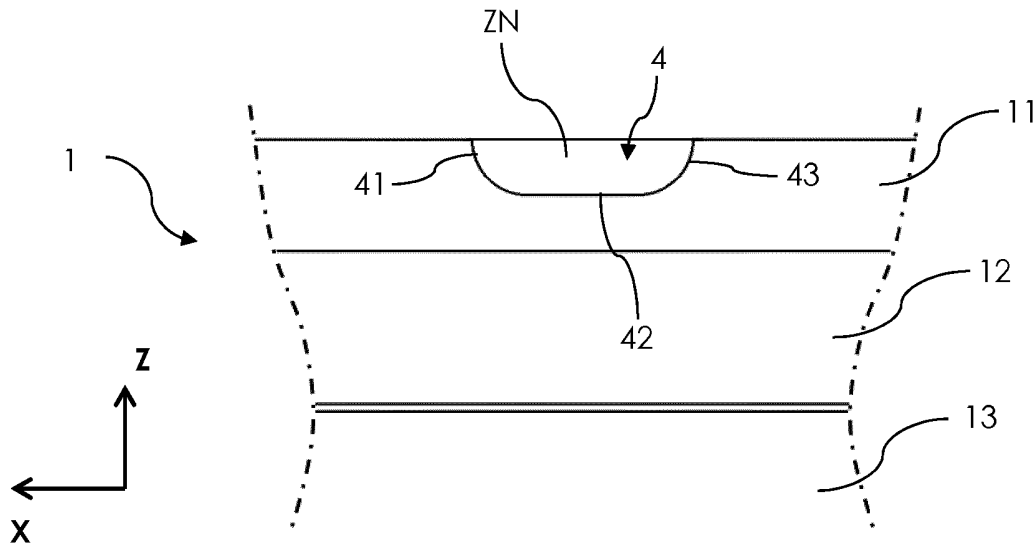


FIGURE 10

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- GB 802256 A [0008]
- EP 2808446 A1 [0010]
- FR 2266570 [0010]