



(11) **EP 4 222 315 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
03.07.2024 Bulletin 2024/27

(21) Numéro de dépôt: **21783281.5**

(22) Date de dépôt: **29.09.2021**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
E01B 1/00 (2006.01) E01B 3/46 (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
E01B 3/46; E01B 1/005; E01B 2204/01

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2021/076739

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2022/069512 (07.04.2022 Gazette 2022/14)

(54) **SEMELLE ÉLASTIQUE ET SA METHODE DE FABRICATION**

ELASTISCHE SOHLE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DAVON
RESILIENT SOLE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(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: **02.10.2020 BE 202005684**

(43) Date de publication de la demande:
09.08.2023 Bulletin 2023/32

(73) Titulaire: **Rubbergreen Industrie
7080 Frameries (BE)**

(72) Inventeurs:
• **PRUD'HOMME, Olivier**
1300 Wavre (BE)
• **SEGHAR, Said**
59300 Valenciennes (FR)

(74) Mandataire: **Calysta NV**
Lambroekstraat 5a
1831 Diegem (BE)

(56) Documents cités:
WO-A1-2009/108972 WO-A1-2012/040798
WO-A1-2012/139143 WO-A1-2019/201761
FR-A1- 2 935 399

EP 4 222 315 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 une semelle élastique agencée pour être fixée à une couche de béton ou interposée entre une couche de béton et un ballast ainsi qu'une méthode de fabrication d'une telle semelle élastique.

[0002] La présente invention concerne également un ensemble comportant une couche de béton et une semelle élastique telle que précitée.

[0003] De telles semelles sont bien connues de l'état de la technique.

[0004] Dans le domaine de la construction, de telles semelles sont agencées pour être fixées à des couches ou blocs de béton.

[0005] Dans le domaine du chemin de fer, de telles semelles sont interposées entre les traverses et du ballast, le ballast constituant le lit de la voie ferrée.

[0006] La traverse est une pièce transversale de bois traité, d'acier ou de béton sur laquelle on fixe les rails d'une voie ferrée afin de les maintenir parallèles et de transmettre au ballast la charge qu'ils supportent.

[0007] Le ballast est constitué de pierres concassées et est agencé pour recevoir les traverses sur lesquelles reposent les rails de chemin de fer.

[0008] Ce type de semelles interposées entre le ballast et les traverses a pour but d'amortir la propagation de vibrations générées par le passage du train sur les rails vers le lit de la voie ferrée sous-jacente et donc vers le ballast, d'éviter l'usure ainsi que le tassement du ballast ainsi que d'éviter l'usure des traverses et en particulier des traverses en béton par le ballast. En effet, sans semelles interposées entre le ballast et les traverses, les traverses en béton seraient donc en contact direct avec les pierres concassées du ballast. Cela entraînerait donc des fissures et un béton devenant friable au cours du temps.

[0009] Par exemple, le document FR2935399 décrit une semelle élastique qui est munie de fils formant des boucles en acier inoxydable qui sont noyés dans une plaque viscoélastique extrudée avec un maximum de 4 boucles par cm² de plaque viscoélastique extrudée lors du moulage. Ces fils sont aussi noyés dans le bloc de béton lors du moulage de ce dernier.

[0010] Malheureusement, ces fils peuvent se détacher facilement de la plaque viscoélastique dans laquelle ils sont directement noyés, se déformer ou casser facilement en raison des contraintes de cisaillements sous l'effet des passages répétés des trains sur les rails du chemin de fer.

[0011] De plus, les fils ne permettent pas d'obtenir une accroche satisfaisante du béton à la plaque viscoélastique extrudée.

[0012] Le document WO2019201761 décrit une semelle comprenant une couche élastique et une couche de fibres qui comprend différents éléments tels que des rainures, des fibres disposées aléatoirement et des zones solidifiées. Les zones solidifiées sont obtenues par

traitement thermique ou bien collage local des fibres.

[0013] Malheureusement la fabrication de cette semelle demande un temps considérable. La couche fibreuse doit être renforcée à certains endroits, les fibres ne doivent pas être présentes ou très peu présentes à d'autres endroits de la surface supérieure de la couche élastique et des renforcements de certains endroits doivent être réalisés par l'ajout de fibres plus nombreuses.

[0014] Le document WO2012040798 décrit une semelle élastique comprenant une couche élastique à base de caoutchouc et un tapis de sol disposé sur la couche élastique. Le tapis de sol comprend d'une part une base de tapis sous forme d'un film extrudé et d'autre part des filaments qui peuvent être sous forme de boucles, de champignons ou de crochets. Les filaments sont en polymères et sont fixés au film extrudé par soudure. La couche élastique et le film extrudé sont associés l'un à l'autre par collage ou soudure de la base du tapis de sol à la couche élastique.

[0015] Malheureusement, tout d'abord cette semelle élastique est associée à un béton spécifique dont la fabrication est expliquée dans le document. Les filaments sont apposés contre le lait de béton durant le durcissement des traverses afin de ne pas impacter la résistance des traverses. Cette semelle est donc fortement dépendante de la qualité du béton utilisé pour former la traverse. De plus, ce document est muet quant à la résistance de l'ensemble traverses en béton, fibres et couche élastique. Toutefois, il est probable qu'à terme, le collage ou la soudure de la couche élastique à la base du tapis (film extrudé) soit une source de fragilité de l'ensemble « traverses en béton, fibres et couche élastique ».

[0016] Le document EP129852 décrit une semelle élastique comprenant une couche élastique extrudée et une couche fibreuse plastique enchevêtrée dans la couche élastique extrudée par soudure, la couche fibreuse étant composée d'un géotextile non tissé.

[0017] Malheureusement, l'utilisation d'un textile de type géotextile implique un coût important pour la production de ce type de semelles élastiques qui sont présentes sous chaque traverse de la voie ferrée.

[0018] Il est aussi probable qu'à terme, comme pour le document WO2012040988, la soudure de la couche élastique à la base du géotextile ou d'un tissu non-tissé plastique soit une source de fragilité de l'ensemble « traverses en béton, fibres et couche élastique ».

[0019] Dans la demande de brevet WO2009/108972 on divulgue une semelle élastique à fixer par exemple à des traverses en béton. Cette semelle comprend plusieurs couches en matières élastomères qui sont renforcées par une couche de renforcement disposée entre deux couches élastomères, et qui sont recouvertes d'une couche de liaison destinée à un accrochage avec le béton. Pendant la fabrication de la semelle, ces couches de renforcement ou de liaison sont, l'une totalement, l'autre partiellement, noyées dans les couches élastomères pendant la réaction d'expansion de celles-ci. De telles semelles sont complexes à fabriquer et ne permet-

tent assurément pas une fabrication à partir de déchets de caoutchouc vulcanisé qui sont recyclés.

[0020] L'invention a pour but de pallier les inconvénients de l'état de la technique en procurant une semelle élastique robuste agencée pour conférer à un ensemble « traverse-semelle sous traverse » de résister aux contraintes exercées par la voie ferrée, à partir de déchets de caoutchouc vulcanisé, et à l'aide d'un procédé de fabrication simple et économique.

[0021] Pour résoudre ce problème, il est prévu suivant l'invention une semelle élastique agencée pour être fixée à une couche de béton ou interposée entre une couche de béton et un ballast, qui est constituée d'une couche de caoutchouc recyclé, à l'état revulcanisé après dévulcanisation, et d'une couche de fibres structurées, disposée en contact avec la couche de caoutchouc, lesdites fibres étant partiellement imprégnées dans ladite couche de caoutchouc et présentant une épaisseur de fibres structurées libre.

[0022] Comme on peut le constater, dans la semelle selon la présente invention, la couche de caoutchouc de la semelle élastique est issue d'une filière de recyclage et peut comprendre des déchets de production, des déchets de coupe ou encore des déchets usagés.

[0023] Par les termes « fibres structurées », on entend selon l'invention, des fibres enchevêtrées dans une trame, ou des fibres disposées sur plusieurs couches de fibres textiles superposées. Ces fibres peuvent être entremêlées au cours du processus de fabrication à l'aide d'aiguilles spéciales à crochets pour former une couche de fibres structurées dense et compacte qui est éventuellement ensuite enduite afin de solidifier l'ensemble, comme par exemple des feutrine ou des moquettes aiguilletées utilisées fréquemment pour des événements éphémères (stand exposition, tapis rouge, ...).

[0024] Les fibres structurées peuvent provenir de la filière de recyclage. Selon le type de fibres structurées, comme par exemple dans le cas de déchets de production, il est possible selon la présente invention d'utiliser directement les fibres structurées pour former ladite couche de fibres structurées de la semelle élastique.

[0025] Le caoutchouc utilisé dans la semelle élastique selon la présente invention est un caoutchouc recyclé, plus particulièrement un caoutchouc qui a été dévulcanisé. Le caoutchouc dévulcanisé est un caoutchouc qui a été dé-réticulé, c'est-à-dire un caoutchouc dans lequel une partie des liaisons soufre a été cassée.

[0026] Le caoutchouc est ensuite revulcanisé par un procédé de pressage à chaud. Le caoutchouc obtenu est donc un caoutchouc dans lequel des liaisons soufre sont recréées lors de la mise sous presse à chaud.

[0027] Selon la présente invention, les fibres structurées de la couche de fibres structurées sont partiellement imprégnées dans la couche de caoutchouc. Cette imprégnation a lieu pendant le pressage à chaud de la couche formée du caoutchouc dévulcanisé. Lors du pressage à chaud, le caoutchouc est revulcanisé dans l'épaisseur de la couche de caoutchouc, mais aussi autour de fibres

structurées.

[0028] Selon la présente invention, par les termes « partiellement imprégnée dans la couche de caoutchouc », on entend que la couche de fibres structurées présente une épaisseur de fibres structurées libre, c'est-à-dire non imprégnée par le caoutchouc revulcanisé et une épaisseur de fibres structurées imprégnée dans le caoutchouc revulcanisé.

[0029] De manière surprenante, l'association d'au moins une couche de caoutchouc recyclé et d'au moins une couche de fibres structurées imprégnée dans le caoutchouc revulcanisé permet d'obtenir une semelle élastique robuste et résistante à l'arrachement de la couche de fibres structurées qui sont imprégnées dans la couche de caoutchouc revulcanisé selon les tests en vigueur.

[0030] Les tests en vigueur sont : la norme ISO 37 pour mesurer la résistance à la traction ainsi que la dureté Shore, la norme EN16730 pour mesurer la rigidité statique et dynamique, la résistance au vieillissement, la résistance à la fatigue et la résistance à l'arrachement.

[0031] De plus, lorsque la semelle sous traverse est associée à une traverse de béton lors de la fabrication de celle-ci, l'épaisseur de fibres structurées non imprégnée dans la couche de caoutchouc revulcanisé est alors imprégnée dans le béton avant durcissement. Une fois le béton durci, il a été identifié de manière tout aussi surprenante que l'ensemble présente une excellente résistance à l'arrachement de la couche de fibres structurées du béton. La couche de fibres structurées imprégnées est et reste alors solidaire d'une part du caoutchouc et d'autre part du béton durant les tests à l'arrachement, ce qui en fait une semelle élastique résistante face aux contraintes exercées, comme par exemple celles exercées par la voie ferrée et son utilisation. Avantageusement, la résistance à l'arrachement de la semelle élastique suivant l'invention/traverse de rail dépasse les 0,8 MPa.

[0032] Avantageusement, la densité des fibres structurées de la semelle élastique suivant la présente invention est comprise entre 150 g/m² et 800 g/m², de préférence entre 170 et 750 g/m², avantageusement entre 190 et 500 g/m². Une telle densité de fibres structurées offre l'avantage d'augmenter la résistance à l'arrachage lors des tests.

[0033] Avantageusement, les fibres de la semelle élastique suivant la présente invention sont imprégnées à une profondeur comprise entre 0,5 et 2 mm, de préférence entre 0,7 et 1,5 mm, de préférence entre 0,9 et 1 mm dans ladite couche de caoutchouc revulcanisé. Cela présente l'avantage de créer une interphase caoutchouc revulcanisé - fibres robuste et résistante aux contraintes exercées par la voie ferrée. La résistance à l'arrachement fibre/caoutchouc dépasse avantageusement 1 MPa. Cette interphase permet à la semelle de présenter une résistance à l'arrachage du bloc de béton lorsqu'il est présent ainsi qu'une résistance à l'arrachage de la couche de caoutchouc.

[0034] De préférence, ladite couche de caoutchouc recyclé dévulcanisé-revulcanisé de la semelle élastique suivant la présente invention a une dureté Shore comprise entre 50 et 90 Shore A, selon le modèle standard de mesure, le duromètre. Cela présente l'avantage d'obtenir une large plage de rigidité du caoutchouc et donc de couvrir les besoins des différents acteurs du marché visé.

[0035] De préférence, ladite couche de caoutchouc recyclé dévulcanisé-revulcanisé de la semelle élastique suivant la présente invention a une résistance à la traction supérieure ou égale à 7 MPa, de préférence supérieure ou égale à 8 MPa, de manière avantageuse supérieure ou égale à 9 MPa, de manière encore plus avantageuse égale à 10 MPa. Cela présente l'avantage que la couche de caoutchouc recyclé composant la semelle élastique résiste à l'usure comme par exemple à l'usure que le ballast provoque suite au contact entre la surface inférieure de la couche de caoutchouc recyclé et le ballast.

[0036] De préférence, ladite couche de caoutchouc recyclé dévulcanisé-revulcanisé de la semelle élastique suivant la présente invention a un allongement à la rupture supérieur à 150%, de préférence supérieur à 200%, voire supérieur à 250%. Cela présente l'avantage que la couche de caoutchouc recyclé composant la semelle élastique soit résistante aux différents efforts subi par la semelle et suffisamment rigide pour assurer son rôle de dissipateur des vibrations que subit la voie.

[0037] De préférence, lesdites fibres de la couche de fibres structurées de la semelle élastique suivant la présente invention sont choisies dans le groupe des matières naturelles ou synthétiques, comme par exemple le polyester, le polypropylène, le polystyrène, le polyéthylène, la laine, le coton, le chanvre, les fibres de coco.

[0038] De manière avantageuse, ladite couche de caoutchouc de la semelle élastique suivant la présente invention comprend du caoutchouc choisi dans le groupe des matières naturelles ou synthétiques, comme par exemple le polyisoprène naturel, le polymère d'isoprène, le polybutadiène, le copolymère styrène-butadiène.

[0039] D'autres formes de réalisation de la semelle élastique suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

[0040] La présente invention se rapporte aussi à un ensemble comprenant une couche de béton et une semelle élastique telle que décrite précédemment, dans lequel lesdites fibres structurées sont en outre partiellement imprégnées dans ladite couche de béton, sur l'épaisseur de fibres structurées libre.

[0041] Avantageusement, la couche de béton peut être un bloc de béton ou un élément de béton moulé, avantageusement une traverse de chemin de fer.

[0042] Dans un mode de réalisation de l'ensemble selon la présente invention, lesdites fibres sont imprégnées dans la couche de béton de l'ensemble suivant la présente invention sur une épaisseur comprise entre 0,3 et 2 mm, de préférence entre 0,4 et 1,8 mm, plus particu-

lièrement entre 0,5 et 1 mm. De manière avantageuse, une imprégnation des fibres sur une telle épaisseur permet d'obtenir un ensemble semelle élastique - couche de béton solidaire.

5 **[0043]** D'autres formes de réalisation de l'ensemble « couche de béton-semelle élastique » suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

[0044] L'invention a encore pour objet de procurer une méthode de production qui permette une production en quantité industrielle et à faible coût d'une semelle élastique de qualité, robuste et résistante aux contraintes exercées par exemple par le passage régulier des trains.

[0045] Suivant l'invention, ce problème est résolu par une méthode de fabrication d'une semelle élastique comprenant:

- une dévulcanisation de caoutchouc recyclé, avec formation d'une masse de caoutchouc recyclé dévulcanisé,
- 10 - un ajout d'au moins un adjuvant au caoutchouc recyclé dévulcanisé,
- une superposition d'une couche de fibres structurées et du caoutchouc recyclé dévulcanisé avec obtention de deux couches superposées, et
- 25 - un pressage à chaud desdites deux couches superposées à une température comprise entre 100 et 180 °C pendant un intervalle de temps prédéterminé avec revulcanisation du caoutchouc recyclé dévulcanisé et formation d'une semelle élastique où les fibres structurées sont au moins partiellement imprégnées dans ladite couche de caoutchouc en cours de revulcanisation en formant une interphase caoutchouc revulcanisé-fibres.

35 **[0046]** La méthode de fabrication d'une semelle élastique selon la présente invention a l'avantage de produire, à partir de déchets de caoutchouc, une semelle élastique de manière simple et rapide, à faible coût, en permettant de répondre aux exigences de chaque acteur du marché. La semelle est réalisée à partir de deux couches, sans aucun collage entre elles.

[0047] Le caoutchouc dévulcanisé, qui est un caoutchouc recyclé, est obtenu par dévulcanisation. Cette dévulcanisation peut être réalisée au début de la fabrication de la semelle élastique ou bien elle peut être réalisée en amont de la fabrication de ladite semelle élastique.

[0048] Plus particulièrement, ce caoutchouc dévulcanisé est un caoutchouc dévulcanisé, réactivé par l'ajout d'au moins un adjuvant.

50 **[0049]** La couche de fibres structurées est, par superposition, mise en contact avec ladite couche de caoutchouc dévulcanisé, avant le pressage.. Cette étape permet d'obtenir deux couches superposées.

[0050] Les deux couches superposées sont amenées à une presse et ensuite pressées à chaud à une température comprise entre 100 et 180°C, de préférence entre 140 et 170°C, de préférence entre 150°C et 160°C pendant un intervalle de temps prédéterminé. Ce pressage

à chaud va permettre ainsi la revulcanisation de la couche de caoutchouc dévulcanisé et, pendant cette revulcanisation, une imprégnation au moins partielle des fibres structurées de la couche de fibres structurées dans la couche de caoutchouc formant ainsi une interphase caoutchouc revulcanisé - fibres. Ainsi, au cours du pressage à chaud, le caoutchouc est revulcanisé dans l'épaisseur de la couche de caoutchouc, mais aussi autour de fibres structurées. Les fibres structurées présentent une température de fusion supérieure à la température du pressage à chaud.

[0051] Selon la présente invention, le pressage est la résultante de l'effort nécessaire pour comprimer le caoutchouc. Le pressage à chaud peut être effectué par tout dispositif connu à cet effet, en particulier dans un moule ou encore entre deux bandes de pressage. Les bandes de pressage sont réglées à une épaisseur de couche entre 10 et 25 % inférieure à l'épaisseur des deux couches superposées.

[0052] Selon la présente invention, par les termes caoutchouc revulcanisé, on entend que le caoutchouc est un caoutchouc dans lequel des liaisons soufre sont recréées lors de la mise sous presse à chaud.

[0053] Par les termes, caoutchouc dévulcanisé réactivé, on entend selon la présente invention, un caoutchouc dont la réactivation des liaisons soufre est prête à être enclenchée.

[0054] Selon la présente invention, par les termes « imprégnation partielle des fibres structurées », on entend que la couche de fibres structurées présente, en fin de procédé, une épaisseur de fibres structurées libre, c'est-à-dire non imprégnée dans le caoutchouc revulcanisé et une épaisseur de fibres structurées imprégnée dans le caoutchouc revulcanisé.

[0055] La méthode de fabrication d'une semelle élastique selon la présente invention a l'avantage de procurer une semelle résistante, robuste et de qualité.

[0056] Lors de la dévulcanisation il est avantageux que la viscosité du caoutchouc dévulcanisé soit inférieure à 70 MU, de préférence inférieure à 50 MU, plus particulièrement inférieure à 40 MU, mesurée sur un viscosimètre Mooney. Cette viscosité va favoriser la formation d'une interphase caoutchouc revulcanisé - fibres par l'imprégnation au moins partielle des fibres de la structure fibreuse dans la couche de caoutchouc obtenue lors du pressage à chaud. Il est préférable, mais non exclu, qu'il n'y ait pas une imprégnation totale des fibres lors de l'étape de compression.

[0057] De plus, cette viscosité va permettre de produire des semelles élastiques variées qui vont pouvoir répondre aux attentes de chacun des acteurs du marché visé. En effet, le procédé de fabrication permet d'obtenir des semelles élastiques dans une large plage de rigidités de semelles.

[0058] De plus, la méthode de fabrication d'une semelle élastique selon la présente invention a l'avantage d'être réalisée à faible coût par l'utilisation d'un caoutchouc provenant de la filière de recyclage et d'une cou-

che de fibres structurées dont les caractéristiques basiques permettent de l'obtenir à faible coût. Elle permet donc une économie circulaire en utilisant les déchets d'entreprises pour leur donner une nouvelle vie dans un autre domaine technique.

[0059] Les revendications dépendantes se réfèrent à d'autres réalisations avantageuses.

[0060] Dans un mode de réalisation préféré, le ou les adjuvants utilisés dans l'étape d'ajout comprennent du soufre et/ou au moins une résine et/ou au moins un activateur ou accélérateur de réaction et/ou du noir de carbone.

[0061] Avantageusement, ladite au moins une résine selon la présente invention est une résine thermoplastique choisie dans le groupe comprenant les résines présentant au moins un groupement phénol, au moins un groupement aromatique, au moins un groupement styrène, ou toute autre résine pouvant être utilisée avec du caoutchouc à vulcanisation au soufre ou leur combinaison.

[0062] De préférence, ledit au moins un activateur ou accélérateur de réaction selon la présente invention est choisi dans le groupe comprenant du CBS, de l'acide stéarique, de l'oxyde de zinc.

[0063] Avantageusement, ledit intervalle de temps prédéterminé de l'étape de pressage à chaud de la méthode de fabrication de la semelle suivant la présente invention est compris entre 3 et 12 minutes, de préférence entre 4 et 10 minutes, plus particulièrement entre 5 et 6 minutes.

[0064] Suivant un mode de réalisation avantageux de réalisation de l'invention, après l'ajout d'au moins un adjuvant susdit, la masse de caoutchouc recyclé dévulcanisé est mise en forme et la couche de fibres structurées et le caoutchouc recyclé dévulcanisé, mis en forme, sont superposés de manière à former lesdites deux couches.

[0065] Il peut se produire, dans certains cas, une imprégnation totale des fibres dans la couche de caoutchouc en cours de revulcanisation, pendant le pressage à chaud. Dans ce cas, la méthode comporte en outre un brossage en surface des fibres structurées imprégnées de façon à rendre celles-ci partiellement libres, sur une épaisseur prédéterminée.

[0066] D'autres formes de réalisation de la méthode de fabrication d'une semelle élastique suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

[0067] D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après, à titre non limitatif, et en faisant référence aux dessins et aux exemples.

La figure 1 est une vue en coupe d'une semelle élastique selon la présente invention.

La figure 2 est une vue en coupe d'un ensemble comprenant une couche de béton agencée pour être utilisée en tant que traverse et une semelle élastique selon la présente invention.

Les figures 3 à 6 illustrent une méthode de fabrication de semelle élastique suivant l'invention.

La figure 7 illustre une étape de brossage superficiel après le pressage à chaud, suivant un mode particulier de réalisation de procédé de fabrication suivant l'invention.

[0068] Sur les figures, les éléments identiques ou analogues portent les mêmes références.

[0069] La figure 1 illustre une semelle élastique 1 selon l'invention agencée pour être interposée entre un bloc de béton (non représenté) et un ballast (non représenté). Cette semelle élastique 1 comprend :

- une couche de caoutchouc revulcanisé 4,
- une couche de fibres structurées 5 partiellement imprégnées dans la couche de caoutchouc revulcanisé 4,
- une interphase 6 comprenant des fibres structurées imprégnées 7 et du caoutchouc revulcanisé 4.

[0070] Selon la présente invention, par les termes « partiellement imprégnées dans la couche de caoutchouc revulcanisé 4 », on entend que la couche de fibres structurées 5 présente une épaisseur de fibres structurées libre 8, c'est-à-dire non imprégnée dans la couche de caoutchouc revulcanisé, et une épaisseur de fibres structurées imprégnée 7 dans le caoutchouc revulcanisé 4.

[0071] Pour obtenir cette semelle élastique 1, on a pris un échantillon de caoutchouc dévulcanisé, provenant de déchets de pneus de différents véhicules. Après avoir ajouté à cet échantillon au moins un adjuvant destiné à réactiver le caoutchouc dévulcanisé, on l'a mis en forme sous la forme d'une bande. On a positionné ladite bande de caoutchouc dévulcanisé sur une bande convoyeuse inférieure.

[0072] On a ensuite superposé une couche de fibres structurées 5 sur la couche de caoutchouc dévulcanisé et on a obtenu deux couches superposées.

[0073] On a acheminé lesdites deux couches superposées vers une presse. On a pressé à chaud lesdites deux couches superposées à une température de 120°C pendant 5 minutes. Le caoutchouc a alors été revulcanisé pendant le pressage et on a obtenu une semelle élastique 1 selon la présente invention. Au cours du pressage à chaud, les fibres structurées ont été partiellement imprégnées dans ladite couche de caoutchouc revulcanisé 4 en formant l'interphase 6 caoutchouc revulcanisé-fibres.

[0074] La figure 2 illustre un ensemble 10 comprenant une couche de béton 2 agencée pour être utilisée en tant que traverse et une semelle élastique 1 selon la présente invention, ensemble dans lequel lesdites fibres structurées 5 sont en outre partiellement imprégnées, sur l'épaisseur de fibres structurées libre 8, dans ladite couche de béton 2, et cela avant la prise du béton.

[0075] La traverse, formée de la couche de béton 2 et munie d'une semelle élastique 1 suivant l'invention, pour la dissipation des vibrations, peut alors être posée sur un ballast 3.

5 **[0076]** Sur les figures 3 à 6, une semelle élastique suivant l'invention est fabriquée selon un autre mode de réalisation de l'invention.

[0077] Après dévulcanisation, la masse de caoutchouc recyclé, dévulcanisé, est mélangée à des adjuvants qui promeuvent les caractéristiques essentiellement mécaniques de la semelle. On peut ajouter notamment du noir de carbone qui modifie la dureté, la raideur et le pouvoir dissipatif des vibrations de la semelle obtenue. Les activateurs/accélérateurs permettent une activation ou accélération de la réactivité du caoutchouc et donc de sa revulcanisation, ce qui va aussi déterminer la densité de réticulation de la semelle.

[0078] La masse dévulcanisée est, après ajout des adjuvants précités, mise en forme, en particulier sous la forme d'une plaque 11 présentant les dimensions d'un moule 12. De même une couche de feutrine 13 en matière thermoplastique, de préférence en polypropylène, est découpée à la taille du moule.

[0079] Le moule 12 est préchauffé à une température inférieure à la température de fusion des fibres de la feutrine, de préférence entre 140 et 170°C, avantageusement entre 150 et 160°C.

[0080] Dans le moule préchauffé on introduit en premier lieu la feutrine découpée 13, puis on y superpose la plaque de caoutchouc dévulcanisé, mise en forme 11. Avantageusement, la hauteur de l'ensemble feutrine 13 et plaque de caoutchouc 11 est supérieure à la profondeur de la cavité du moule 12. Ensuite on ferme le couvercle 14 du moule 12, comme représenté sur la figure 4, et on comprime à chaud l'ensemble à une pression de préférence supérieure à 2 MPa, avantageusement à 6 MPa. Cette pression doit être suffisante pour évacuer l'excédent de matière 15 hors du moule, comme représenté sur la figure 5.

[0081] Le temps de vulcanisation dépend de l'activation/accélération de la masse de caoutchouc dévulcanisé utilisée. Ce temps peut varier entre 2 et 15 minutes, avantageusement entre 3 et 7 minutes.

[0082] On peut alors ouvrir le moule, éliminer les excédents de matière non comprimés, et extraire du moule la semelle élastique illustrée sur la figure 6, qui présente

- une couche de caoutchouc revulcanisé 9,
- une couche de fibres structurées 13 partiellement imprégnées dans la couche de caoutchouc revulcanisé 9, et
- une interphase 16 de fibres de feutrine imprégnées-caoutchouc revulcanisé.

55 **[0083]** Dans certains cas, en particulier lorsque le caoutchouc dévulcanisé est de basse viscosité et/ou la feutrine de basse densité, les fibres de la feutrine sont totalement noyées dans la couche de caoutchouc après

l'étape de pressage à chaud, en formant une couche de fibres totalement imprégnées 20 dans la couche de caoutchouc revulcanisé 9. Un brossage superficiel de la couche de fibres imprégnées 20 est alors nécessaire pour libérer une partie des fibres sur une épaisseur prédéterminée. Ce brossage peut être effectué comme représenté sur la figure 7, à l'aide d'une brosse circulaire 17 montée sur un axe et réglée à une hauteur prédéterminée d'une bande transporteuse 18. Le passage sous cette brosse de la semelle élastique sortant du moule va ainsi dégager une épaisseur de fibres structurées libre 19, susceptibles de permettre l'accrochage d'une couche de béton par la suite.

[0084] Il est bien entendu que la présente invention n'est en aucune façon limitée aux formes de réalisations décrites ci-dessus et que bien des modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre des revendications annexées.

Revendications

1. Semelle élastique (1), agencée notamment pour être fixée à une couche de béton (2) ou interposée entre une couche de béton et un ballast (3), **caractérisée en ce qu'elle** est constituée d'une couche de caoutchouc recyclé (4, 9), à l'état revulcanisé après dévulcanisation, et d'une couche de fibres structurées (5, 13), disposée en contact avec la couche de caoutchouc, lesdites fibres étant partiellement imprégnées dans ladite couche de caoutchouc et présentant une épaisseur de fibres structurées libre (8, 19).
2. Semelle élastique selon la revendication 1, dans laquelle les fibres structurées ont une densité comprise entre 150 g/m² et 800 g/m², de préférence entre 170 et 750 g/m², avantageusement entre 190 et 500 g/m².
3. Semelle élastique selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle les fibres sont imprégnées à une profondeur comprise entre 0,5 et 2 mm, de préférence entre 0,9 et 1 mm dans ladite couche de caoutchouc recyclé, à l'état revulcanisé.
4. Semelle élastique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle ladite couche de caoutchouc recyclé à l'état revulcanisé a une dureté Shore comprise entre 50 et 90, selon le modèle standard de mesure, le duromètre.
5. Semelle élastique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle lesdites fibres sont choisies dans le groupe des matières naturelles ou synthétiques, comme le polyester, le polypropylène, le polystyrène, le polyéthylène, la laine, le coton, le chanvre, les fibres de coco.

6. Semelle élastique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle ladite couche de caoutchouc recyclé comprend du caoutchouc choisi dans le groupe des matières naturelles ou synthétiques, comme le polyisoprène naturel, le polymère d'isoprène, le polybutadiène, le copolymère styrène-butadiène.
7. Semelle élastique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle ladite couche de caoutchouc présente une résistance à la traction supérieure ou égale à 7 MPa, de préférence supérieure ou égale à 8 MPa, de manière avantageuse supérieure ou égale à 9 MPa, de manière encore plus avantageuse égale à 10 MPa.
8. Semelle élastique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle ladite couche de caoutchouc présente un allongement à la rupture supérieur à 150%, de préférence supérieur à 200%, voire supérieur à 250%.
9. Ensemble (10) comprenant une couche de béton (2) et une semelle élastique (1) telle que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel lesdites fibres structurées sont en outre partiellement imprégnées sur l'épaisseur de fibres structurées libre (8, 19) dans ladite couche de béton (2).
10. Ensemble selon la revendication 9, dans lequel lesdites fibres sont imprégnées dans le bloc de béton sur une épaisseur comprise entre 0,3 et 2 mm, de préférence entre 0,4 et 1,8 mm, plus particulièrement entre 0,5 et 1 mm.
11. Méthode de fabrication d'une semelle élastique (1) comprenant:
 - une dévulcanisation de caoutchouc recyclé, avec formation d'une masse de caoutchouc recyclé dévulcanisé,
 - un ajout d'au moins un adjuvant au caoutchouc recyclé dévulcanisé,
 - une superposition d'une couche de fibres structurées (13) et du caoutchouc recyclé dévulcanisé (11) avec obtention de deux couches superposées,
 - un pressage à chaud desdites deux couches superposées à une température comprise entre 100 et 180 °C pendant un intervalle de temps prédéterminé avec revulcanisation du caoutchouc recyclé dévulcanisé et formation d'une semelle élastique où les fibres structurées sont au moins partiellement imprégnées dans ladite couche de caoutchouc en cours de revulcanisation (9), en formant une interphase caoutchouc revulcanisé - fibres (16).

12. Méthode de fabrication d'une semelle élastique selon la revendication 11, dans laquelle ledit au moins un adjuvant comprend du soufre, et/ou au moins une résine et/ou au moins un activateur ou accélérateur de réaction et/ou du noir de carbone. 5
13. Méthode de fabrication d'une semelle élastique selon la revendication 12, dans laquelle ladite au moins une résine est une résine choisie dans le groupe comprenant les résines présentant au moins un groupement phénol, au moins un groupement aromatique, au moins un groupement styrène, et toute autre résine pouvant être utilisée avec du caoutchouc à vulcanisation au soufre et leur combinaison. 10
14. Méthode de fabrication d'une semelle élastique selon l'une des revendications 12 et 13, dans laquelle ledit au moins un activateur de réaction est choisi dans le groupe comprenant le CBS, l'acide stéarique et l'oxyde de zinc. 20
15. Méthode de fabrication d'une semelle élastique selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisée en ce que**, après l'ajout d'au moins un adjuvant susdit, la masse de caoutchouc recyclé devulcanisé est mise en forme et **en ce que** la couche de fibres structurées et le caoutchouc recyclé devulcanisé, mis en forme, sont superposés de manière à former lesdites deux couches. 25

Patentansprüche

1. Elastische Ausgleichsschicht (1), die insbesondere zum Befestigen an einer Betonschicht (2) oder zum Einfügen zwischen eine Betonschicht und einen Schotter (3) zusammengesetzt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie aus einer Schicht aus recyceltem Gummi (4, 9) in revulkanisiertem Zustand nach Devulkanisierung, und einer Schicht aus strukturierten Fasern (5, 13) besteht, die in Kontakt mit der Gummischicht angeordnet ist, wobei die Fasern teilweise in die Gummischicht imprägniert sind und eine freie Stärke der strukturierten Fasern (8, 19) aufweisen. 35 40 45
2. Elastische Ausgleichsschicht nach Anspruch 1, wobei die strukturierten Fasern eine Dichte zwischen 150 g/m² und 800 g/m², vorzugsweise zwischen 170 und 750 g/m², vorteilhafterweise zwischen 190 und 500 g/m², aufweisen. 50
3. Elastische Ausgleichsschicht nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Fasern in einer Tiefe zwischen 0,5 und 2 mm, vorzugsweise zwischen 0,9 und 1 mm, in die Schicht aus recyceltem Gummi in revulkanisiertem Zustand imprägniert sind. 55
4. Elastische Ausgleichsschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Schicht aus recyceltem Gummi in revulkanisiertem Zustand eine Shore-Härte zwischen 50 und 90 gemäß dem Standardmäßigen Messmodell, dem Durometer, aufweist. 5
5. Elastische Ausgleichsschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Fasern ausgewählt sind aus der Gruppe der natürlichen oder synthetischen Materialien, wie beispielsweise Polyester, Polypropylen, Polystyrol, Polyethylen, Wolle, Baumwolle, Hanf, Kokosfasern. 10
6. Elastische Ausgleichsschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Schicht aus recyceltem Gummi Gummi umfasst, der ausgewählt ist aus der Gruppe der natürlichen oder synthetischen Materialien, wie beispielsweise natürliches Polyisopren, Isoprenpolymer, Polybutadien, Styrol-Butadien-Copolymer. 15
7. Elastische Ausgleichsschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Gummischicht eine Zugfestigkeit von größer als oder gleich wie 7 MPa, vorzugsweise größer als oder gleich wie 8 MPa, vorteilhafterweise größer als oder gleich wie 9 MPa, noch vorteilhafterweise gleich wie 10 MPa, aufweist. 25
8. Elastische Ausgleichsschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Gummischicht eine Bruchdehnung von mehr als 150 %, vorzugsweise mehr als 200 % oder sogar mehr als 250 % aufweist. 30
9. Anordnung (10) mit einer Betonschicht (2) und einer elastischen Ausgleichsschicht (1), wie definiert in einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die strukturierten Fasern ferner teilweise über die Stärke der freien strukturierten Fasern (8, 19) in die Betonschicht (2) imprägniert sind. 35 40
10. Anordnung nach Anspruch 9, wobei die Fasern in einer Stärke zwischen 0,3 und 2 mm, vorzugsweise zwischen 0,4 und 1,8 mm, bevorzugter zwischen 0,5 und 1 mm, in den Betonblock imprägniert sind. 45
11. Herstellungsverfahren einer elastischen Ausgleichsschicht (1), umfassend:
- eine Devulkanisierung von recyceltem Gummi mit Bildung einer Masse aus devulkanisiertem recyceltem Gummi,
 - ein Hinzufügen von mindestens einem Hilfsstoff zu dem devulkanisierten recycelten Gummi,
 - eine Überlagerung einer Schicht aus strukturierten Fasern (13) und dem devulkanisierten recycelten Gummi (11) mit Erlangen von zwei überlagerten Schichten,

- Heißpressen der beiden überlagerten Schichten bei einer Temperatur zwischen 100 und 180 °C über einen vorbestimmten Zeitraum mit Revulkanisierung des devulkanisierten recycelten Gummis und Bildung einer elastischen Ausgleichsschicht, wobei die strukturierten Fasern zumindest teilweise in die revulkanisierende Gummischicht (9) imprägniert sind, wodurch eine Zwischenphase aus revulkanisiertem Gummi - Fasern (16) gebildet wird.
12. Herstellungsverfahren einer elastischen Ausgleichsschicht nach Anspruch 11, wobei der mindestens einen Hilfsstoff Schwefel und/oder mindestens ein Harz und/oder mindestens einen Reaktionsaktivator oder -beschleuniger und/oder Ruß umfasst.
13. Herstellungsverfahren einer elastischen Ausgleichsschicht nach Anspruch 12, wobei das mindestens eine Harz ein Harz ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, umfassend Harze, die mindestens eine Phenolgruppe, mindestens eine aromatische Gruppierung, mindestens eine Styrolgruppe und ein beliebiges anderes Harz, das mit dem schwefelvulkanisierendem Gummi verwendet werden kann, und Kombinationen davon.
14. Herstellungsverfahren einer elastischen Ausgleichsschicht nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei der mindestens eine Reaktionsaktivator ausgewählt ist aus der Gruppe, umfassend CBS, Stearinsäure und Zinkoxid.
15. Verfahren zur Herstellung einer elastischen Ausgleichsschicht nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Hinzufügen von mindestens einem der oben genannten Hilfsstoffe die Masse aus devulkanisiertem recyceltem Gummi geformt wird und dass die Schicht aus strukturierten Fasern und der geformte devulkanisierte recycelte Gummi übereinandergelegt werden, um die zwei Schichten zu bilden.
- Claims**
1. Resilient sole (1), arranged in particular to be attached to a concrete layer (2) or positioned between a concrete layer and a ballast (3), **characterised in that** it is formed of a recycled rubber layer (4, 9), in the revulcanised state after devulcanisation, and of a layer of structured fibres (5, 13), arranged in contact with the rubber layer, said fibres being partially impregnated in said rubber layer and having a free thickness (8, 19) of structured fibres.
2. Resilient sole according to claim 1, wherein the structured fibres have a density of between 150g/m² and 800g/m², preferably between 170 and 750g/m², advantageously between 190 and 500g/m².
3. Resilient sole according to claim 1 or 2, wherein the fibres are impregnated at a depth of between 0.5 and 2mm, preferably between 0.9 and 1mm in said recycled rubber layer, in the revulcanised state.
4. Resilient sole according to any one of claims 1 to 3, wherein said recycled rubber layer in the revulcanised state has a Shore hardness of between 50 and 90, according to the standard measuring model, the durometer.
5. Resilient sole according to any one of claims 1 to 4, wherein said fibres are chosen from the group of natural or synthetic materials, like polyester, polypropylene, polystyrene, polyethylene, wool, cotton, hemp, coconut fibres.
6. Resilient sole according to any one of claims 1 to 5, wherein said recycled rubber layer comprises the rubber chosen from the group of natural or synthetic materials, like natural polyisoprene, isoprene polymer, polybutadiene, styrene-butadiene copolymer.
7. Resilient sole according to any one of claims 1 to 6, wherein said rubber layer has a resistance to traction greater than or equal to 7MPa, preferably greater than or equal to 8MPa, advantageously greater than or equal to 9MPa, even more advantageously equal to 10MPa.
8. Resilient sole according to any one of claims 1 to 7, wherein said rubber layer has an extension to rupture greater than 150%, preferably greater than 200%, even greater than 250%.
9. Assembly (10) comprising a concrete layer (2) and a resilient sole (1) such as defined in any one of claims 1 to 8, wherein said structured fibres are further partially impregnated on the free thickness (8, 19) of structured fibres in said concrete layer (2).
10. Assembly according to claim 9, wherein said fibres are impregnated in the concrete block on a thickness of between 0.3 and 2mm, preferably between 0.4 and 1.8mm, more specifically between 0.5 and 1mm.
11. Method for manufacturing a resilient sole (1) comprising:
- a devulcanisation of recycled rubber, with formation of a devulcanised recycled rubber mass,
 - an addition of at least one devulcanised recycled rubber additive,
 - a superposition of a layer of structured fibres (13) and devulcanised recycled rubber (11) with

the obtaining of two superposed layers,
- a hot pressing of said two superposed layers
at a temperature of between 100 and 180°C dur-
ing a predetermined time interval with revulcan-
isation of the devulcanised recycled rubber and
formation of a resilient sole where the structured
fibres are at least partially impregnated in said
rubber layer during revulcanisation (9), by form-
ing a revulcanised rubber-fibre interphase (16).

5

10

12. Method for manufacturing a resilient sole according to claim 11, wherein said at least one additive comprises sulphur, and/or at least one resin and/or at least one reaction activator or accelerator and/or carbon black.

15

13. Method for manufacturing a resilient sole according to claim 12, wherein said at least one resin is a resin chosen from the group comprising resins having at least one phenol group, at least one aromatic group, at least one styrene group, and any other resin which could be used with sulphur-vulcanised rubber and their combination.

20

14. Method for manufacturing a resilient sole according to one of claims 12 and 13, wherein said at least one reaction activator is chosen from the group comprising CBS, stearic acid and zinc oxide.

25

15. Method for manufacturing a resilient sole according to any one of claims 11 to 14, **characterised in that**, after the addition of at least one abovesaid additive, the devulcanised recycled rubber mass is shaped and **in that** the layer of structured fibres and the devulcanised, shaped recycled rubber, are superposed so as to form said two layers.

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

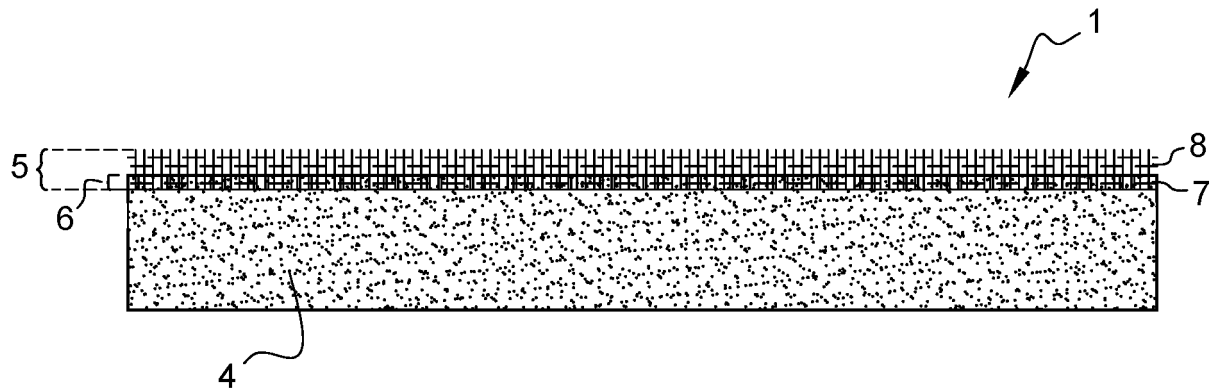


Fig. 2

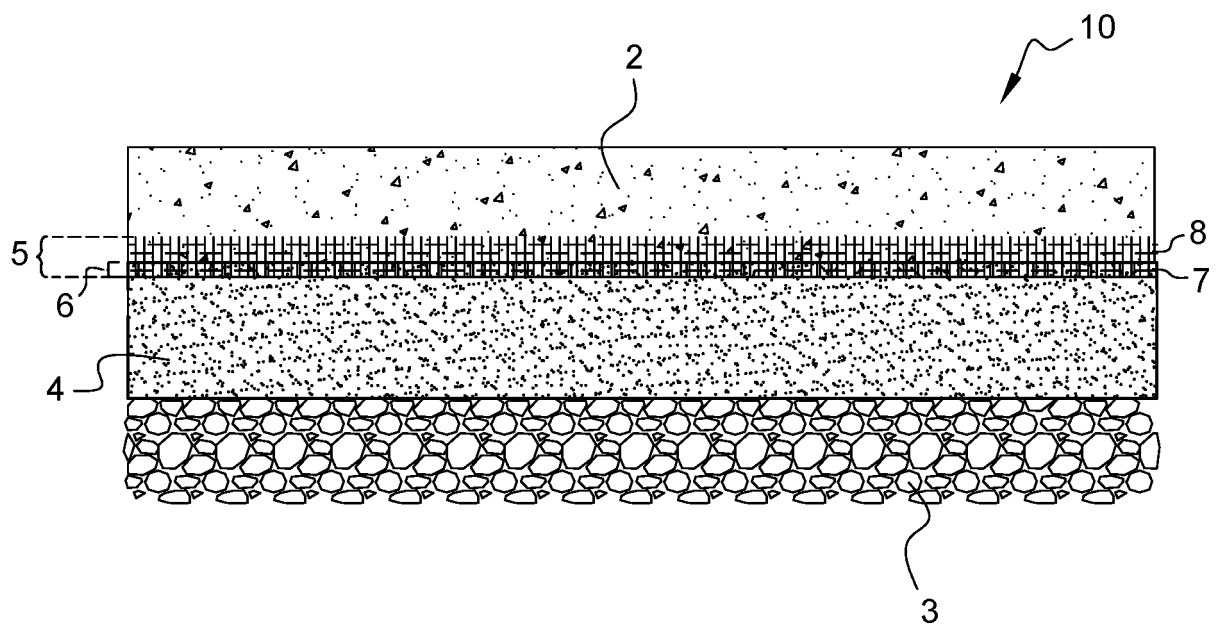


Fig. 3

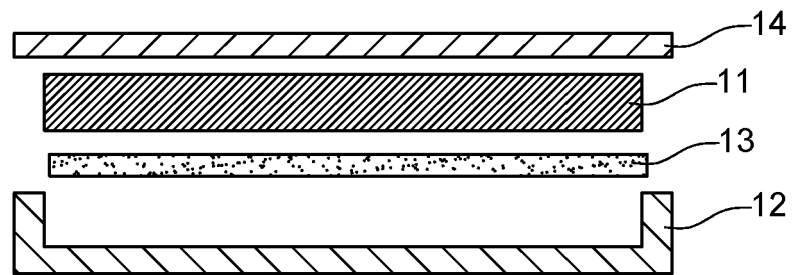


Fig. 4

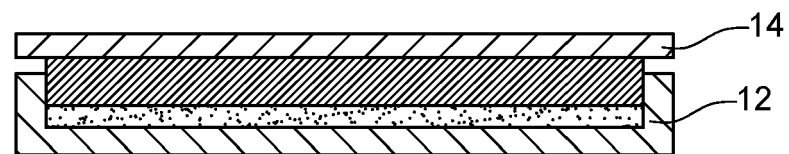


Fig. 5

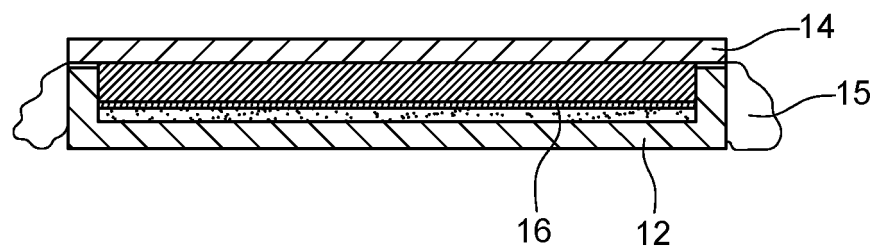


Fig. 6

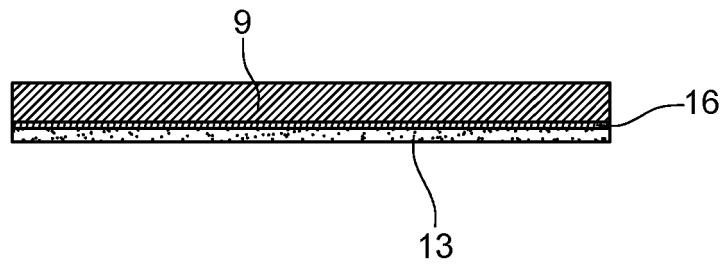
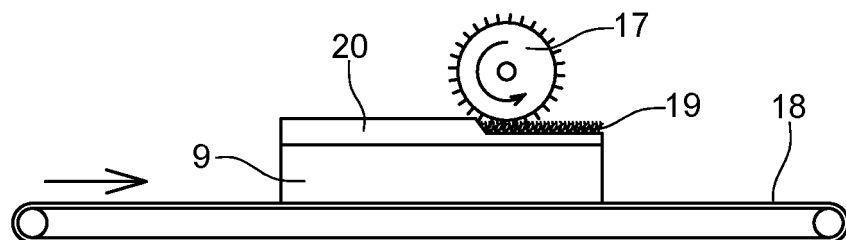


Fig. 7



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

- FR 2935399 [0009]
- WO 2019201761 A [0012]
- WO 2012040798 A [0014]
- EP 129852 A [0016]
- WO 2012040988 A [0018]
- WO 2009108972 A [0019]