

(54) Procédé de fabrication d'un profilé, notamment de véhicule, de préférence de véhicule ferroviaire, profilé associé.

(22) Date de dépôt : 17.01.20.

(30) Priorité :

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

(71) Demandeur(s) : *ALSTOM Transport Technologies
Société par actions simplifiée à associé unique* — FR.

(43) Date de mise à la disposition du public
de la demande : 23.07.21 Bulletin 21/29.

(45) Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 05.05.23 Bulletin 23/18.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

(72) Inventeur(s) : KEERSBULIK Jérémy.

(73) Titulaire(s) : *ALSTOM Transport Technologies
Société par actions simplifiée à associé unique.*

(74) Mandataire(s) : Lavoix.



Description

Titre de l'invention : Procédé de fabrication d'un profilé, notamment de véhicule, de préférence de véhicule ferroviaire, profilé associé

- [0001] La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un profilé, notamment de véhicule, de préférence de véhicule ferroviaire, au moyen d'un dispositif de moulage sous vide, le profilé définissant un volume intérieur allongé selon un axe longitudinal, le dispositif de moulage sous vide comprenant une première partie et une deuxième partie définissant entre elles une cavité de moulage, et un réservoir de résine, le procédé comprenant les étapes suivantes :
- [0002] - fourniture de composants de profilé, les composants de profilé comprenant au moins une nappe de fibres et une résine liquide;
- [0003] - installation des composants de profilé dans le dispositif de moulage sous vide, la nappe de fibres étant disposée dans la cavité de moulage et la résine liquide étant disposée dans le réservoir de résine; et
- [0004] - réalisation du profilé à partir des composants installés dans le dispositif de moulage.
- [0005] Les véhicules ferroviaires, par exemple des voitures de véhicule ferroviaire, comprennent généralement une structure supportant des éléments tels des cloisons, l'ameublement du véhicule ferroviaire ou bien même formant des éléments de structure du châssis de véhicule ferroviaire.
- [0006] Afin de minimiser le poids d'une telle structure sans compromettre sa robustesse, il est connu d'utiliser des profilés. De tels profilés assurent par exemple d'obtenir une structure de véhicule robuste dont l'encombrement est limité. Ces profilés sont généralement allongés et s'étendent entre d'autres profilés ou d'autres éléments structurels afin de supporter des éléments de véhicule ferroviaire.
- [0007] Ces profilés sont notamment fabriqués par extrusion, et par exemple par extrusion d'aluminium afin de limiter le poids de ces éléments.
- [0008] La fabrication de tels éléments demande une installation particulièrement complexe et le poids de profilés ainsi fabriqués reste trop élevé.
- [0009] Un des buts de l'invention est de proposer un procédé simple de fabrication d'un profilé, notamment de véhicule, par exemple de véhicule ferroviaire, qui permette la fabrication de profilés légers et robustes.
- [0010] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de type précité dans lequel l'étape de fourniture de composants de profilés comprend la fourniture d'au moins un noyau de moulage allongé selon l'axe longitudinal et de forme sensiblement complémentaire au volume intérieur du profilé à réaliser, l'étape d'installation des composants de profilé

comprenant l'installation du noyau de moulage entre la première partie et la deuxième partie, la nappe de fibres étant disposée entre le noyau de moulage et la première partie et/ou entre le noyau de moulage et la deuxième partie.

- [0011] Un tel procédé de fabrication est particulièrement avantageux puisqu'il permet de fabriquer des profilés avec une installation peu coûteuse et de manière simple. Un tel procédé de fabrication permet par ailleurs de fabriquer des profilés en matériau composite, ce qui est particulièrement avantageux pour obtenir des profilés robustes et légers.
- [0012] Selon des modes de réalisation particuliers de l'invention, le procédé de fabrication d'un profilé, notamment de véhicule, de préférence de véhicule ferroviaire, présente l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :
- [0013] - le dispositif de moulage sous vide comprend une pompe à vide et dans lequel, lors de l'étape de réalisation du profilé, la cavité de moulage est connectée, d'une part à la pompe à vide, et d'autre part au réservoir de résine, l'étape de réalisation du profilé comprenant les sous-étapes suivantes :
- [0014] - aspiration de gaz présents dans la cavité de moulage vers un extérieur de la cavité de moulage, en générant une dépression dans la cavité de moulage par rapport à l'extérieur de la cavité de moulage;
- [0015] - rapprochement de la première partie et de la deuxième partie du dispositif de moulage autour de la nappe de fibres et du noyau de moulage en réduisant le volume de la cavité de moulage; et
- [0016] - aspiration, par la dépression dans la cavité de moulage, de la résine présente dans le réservoir de résine vers la cavité de moulage, la résine imprégnant la nappe de fibres et le noyau de moulage ;
- [0017] - l'étape de réalisation du profilé comprend les sous-étapes suivantes :
- [0018] - mise en forme de la nappe de fibres imprégnée de résine autour du noyau de moulage, la nappe de fibres imprégnée de résine étant enserrée entre le noyau de moulage et la première partie du dispositif de moulage et/ou entre le noyau de moulage et la deuxième partie du dispositif de moulage; et
- [0019] - durcissement de la résine autour de la nappe de fibres et du noyau de moulage, en formant une ébauche de profilé comprenant la nappe de fibres imprégnée de résine durcie et le noyau de moulage;
- [0020] - l'étape de réalisation du profilé comporte une étape de désinstallation à la suite de la sous-étape de durcissement de la résine, dans laquelle l'ébauche de profilé est retirée de la cavité de moulage pour former le profilé, le profilé comprenant une peau de profilé, formée à partir de la nappe de fibres imprégnée de résine durcie, la peau de profilé définissant le volume intérieur et enserrant au moins partiellement le noyau de

moulage dans le volume intérieur de profilé;

- [0021] - l'étape de réalisation du profilé comporte, à la suite de la sous-étape de durcissement de la résine :
- [0022] - une étape de désinstallation dans laquelle l'ébauche de profilé est retirée de la cavité de moulage pour former une ébauche de profilé libre, l'ébauche de profilé libre comprenant une peau de profilé, formée à partir de la nappe de fibres imprégnée de résine durcie, la peau de profilé définissant le volume intérieur et enserrant au moins partiellement le noyau de moulage dans le volume intérieur; et
- [0023] - une étape de finition dans laquelle le noyau de moulage est retiré de l'ébauche de profilé libre pour former le profilé, le volume intérieur étant alors ouvert et formant un creux du profilé ; et
- [0024] - le noyau de moulage est réalisé en mousse thermoformable.
- [0025] L'invention concerne en outre un profilé, notamment de véhicule, de préférence de véhicule ferroviaire, comprenant une peau de profilé s'étendant selon une direction longitudinale, la peau de profilé définissant un volume intérieur s'étendant selon la direction longitudinale, la peau de de profilé étant formée à partir d'une nappe de fibres imprégnée de résine durcie, caractérisé en ce que le profilé est réalisé à l'aide d'un dispositif de moulage sous vide, la peau de profilé étant obtenue à la suite de la mise en forme d'une nappe de fibres imprégnée de résine autour d'au moins un noyau de moulage allongé d'axe longitudinal de forme complémentaire au volume intérieur.
- [0026] Selon des modes de réalisation particuliers de l'invention, le profilé, notamment de véhicule, de préférence de véhicule ferroviaire, présente l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :
- [0027] - le rapport de la longueur du profilé selon la direction longitudinale, sur la largeur du profilé, correspondant à sa plus grande dimension perpendiculairement à l'axe longitudinal, est supérieur à 8 ;
- [0028] - le profilé comprend le noyau de moulage, la peau de profilé enserrant au moins partiellement le noyau de moulage dans le volume intérieur ; et
- [0029] - le volume intérieur forme un creux de profilé, le creux de profilé correspondant au volume occupé par le noyau de moulage lors de la réalisation du profilé.
- [0030] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :
- [0031] [fig.1] la [fig.1] est une représentation schématique d'un dispositif de moulage sous vide lors de l'étape de réalisation du procédé de fabrication d'un profilé, notamment de véhicule ferroviaire, selon l'invention ;
- [0032] [fig.2] la [fig.2] est une représentation schématique du profilé de véhicule fabriqué

- par le dispositif de moulage sous vide de la [fig.1] suivant le procédé de l'invention ; et
- [0033] [fig.3] la [fig.3] est un organigramme représentant les étapes du procédé de fabrication d'un profilé selon l'invention.
- [0034] En référence à la [fig.1], un dispositif de moulage sous vide 10 est présenté, ainsi qu'un profilé 12 selon l'invention, le profilé 12 étant présenté en cours de fabrication dans le dispositif de moulage sous vide 10, le dispositif de moulage sous vide 10 étant adapté pour réaliser le profilé 12. Le profilé 12 est par exemple un profilé de véhicule, notamment de véhicule ferroviaire. En variante, le profilé 12 est un profilé de véhicule routier, tel qu'un bus ou un car.
- [0035] Le dispositif de moulage sous vide 10 comprend une première partie 14 et une deuxième partie 16 définissant entre elles une cavité de moulage 18. Le dispositif de moulage sous vide 10 comprend par ailleurs un réservoir de résine 20 et une pompe à vide 22.
- [0036] La première partie 14 est par exemple formée par une plaque rigide. Dans l'exemple de la [fig.1], la première partie 14 est sensiblement plane. En variante, la plaque rigide est courbée pour former une région concave ou convexe de la cavité de moulage 18.
- [0037] La deuxième partie 16 est par exemple formée par une bâche flexible et déformable. La deuxième partie 16 est par exemple formée par un film de plastique. La deuxième partie 16 est étanche.
- [0038] En référence à la [fig.1], la deuxième partie 16 comprend un orifice amont 24 et un orifice aval 26. En variante non représentée, l'orifice amont 24 et l'orifice aval 26 sont ménagés dans la première partie 14.
- [0039] L'orifice amont 24 est connecté fluidiquement au réservoir de résine 20. L'orifice amont 24 est par exemple connecté à un tuyau reliant le réservoir de résine à la cavité de moulage.
- [0040] L'orifice aval 26 est connecté fluidiquement à la pompe à vide 22. L'orifice aval 26 est par exemple connecté à un tuyau reliant la pompe à vide à la cavité de moulage.
- [0041] La cavité de moulage 18 est alors en communication fluidique, d'une part, avec la pompe à vide 22 et, d'autre part, au réservoir de résine 20.
- [0042] La pompe à vide 22 est adaptée pour aspirer des gaz présents dans la cavité de moulage 18 et les rejeter vers un extérieur 30 de la cavité de moulage. La pompe à vide 22 est alors adaptée pour générer une différence de pression entre la cavité de moulage 18 et l'extérieur 30 du dispositif 10 de moulage sous vide. En particulier, la pompe à vide est adaptée pour générer une dépression dans la cavité de moulage 18 par rapport à l'extérieur 30 du dispositif 10 de moulage sous vide, la dépression étant aussi appelé vide d'air dans la cavité de moulage 18. L'homme du métier comprendra que la pompe à vide 22 désigne tout moyen assurant la génération de la dépression dans la cavité de moulage 18.

- [0043] La cavité de moulage 18 est adaptée pour être déformée par la dépression générée par la pompe à vide 22 dans la cavité de moulage 18. En particulier, la première partie 14 et la deuxième partie 16 sont adaptées pour se rapprocher en réduisant le volume de la cavité de moulage 18 lorsque la pompe à vide 22 génère la dépression dans la cavité de moulage 18. La deuxième partie 16 est par exemple adaptée pour s'affaisser vers la première partie 14.
- [0044] Le réservoir de résine 20 est adapté pour recevoir une résine 31, par exemple une résine 31 à l'état liquide. Le réservoir de résine 20 est adapté pour approvisionner en résine 31 la cavité de moulage 18. Il est clair pour l'homme du métier que le réservoir de résine 20 désigne tout moyen assurant l'approvisionnement en résine de la cavité de moulage 18.
- [0045] Le profilé 12 de véhicule, notamment ferroviaire, est réalisé à partir d'un dispositif de moulage sous vide 10 tel que précédemment décrit ainsi que de composants de profilé 32.
- [0046] Les composants de profilé 32 comprennent au moins une nappe de fibres 34, la résine liquide 31 et au moins un noyau de moulage 36.
- [0047] La nappe de fibres 34 est une nappe comprenant une pluralité de fibres, les fibres étant de préférence tissés pour former la nappe. La nappe de fibre 34 est par exemple une nappe tissée en fibres choisis parmi des fibres de carbone ou des fibres de verre, aramide, basalte, ou toutes autres fibre synthétique ou naturelles, ou par un mélange de celles-ci.
- [0048] La résine 31 est par exemple une résine époxyde, polyester, vinylester, acrylique, ou toutes autres matrices thermodurcissable ou thermoplastiques.
- [0049] La résine 31 est par exemple adaptée pour être dans un état liquide lorsqu'elle se trouve dans le réservoir.
- [0050] Selon une première variante, le réservoir est à une température supérieure à la température de fusion de la résine. La résine 31 est par exemple adaptée pour durcir lorsqu'elle se trouve dans la cavité de moulage 18, par exemple en refroidissant la cavité de moulage à une température inférieure à la température de fusion de la résine ou en la maintenant à température ambiante.
- [0051] Selon une deuxième variante, la résine 18 comporte deux composants, stockés séparément dans le réservoir de résine 20, qui, lorsqu'ils sont mélangés, durcissent en une durée de préférence comprise entre 10 minutes et 10 heures.
- [0052] Le noyau de moulage 36 est allongé selon un axe longitudinal L-L'. La longueur du noyau de moulage est définie comme la distance entre deux extrémités opposées du noyau de moulage selon la direction de l'axe longitudinal L-L'. La longueur du noyau de moulage 36 correspond à la plus grande dimension du noyau de moulage 36. La largeur du noyau de moulage 36 est définie comme la distance entre deux segments

opposés du noyau de moulage pris perpendiculairement à l'axe longitudinal L-L'. La largeur du noyau de moulage 36 correspond à la plus grande direction du noyau de moulage prise perpendiculairement à l'axe longitudinal L-L'. Le rapport de la longueur du noyau de moulage sur la largeur du noyau de moulage est de préférence supérieur à huit.

[0053] La forme externe du noyau de moulage 36 définit une forme interne du profilé 12. La forme externe du noyau de moulage 36 est donc sensiblement complémentaire à la forme du volume interne du profilé 12.

[0054] Le noyau de moulage 36 est par exemple réalisé en mousse thermoformable. Chaque noyau présenté en [fig.2] présente par exemple une section, prise perpendiculairement à l'axe longitudinal, de forme triangulaire. En variante, la section du noyau de moulage 36 est par exemple polygonale ou circulaire. Dans la variante selon laquelle le profilé est réalisé à partir d'une pluralité de noyaux de moulage 36, la section de chaque noyau de moulage 36 est par exemple semblable à la section des autres noyaux 36 de moulage. En variante, la section de chaque noyau de moulage 36 est par exemple indépendante de la section des autres noyaux de moulage 36 et est par exemple différente de la section des autres noyaux de moulage 36.

[0055] Un véhicule ferroviaire 37, représenté en [fig.2], comprend le profilé 12. Le profilé de véhicule ferroviaire 12 est adapté pour former un élément de structure du véhicule ferroviaire 37.

[0056] Le véhicule ferroviaire 37 est par exemple une automotrice tel un train à grande vitesse, un train régional, un métro ou un tramway.

[0057] Le profilé 12 comprend une peau de profilé 38. Selon un mode de réalisation particulier représenté en [fig.2], le profilé comprend au moins un noyau de moulage 36.

[0058] Le profilé 12 est allongé selon un axe longitudinal L-L'. La longueur du profilé 12 est définie comme la distance entre deux extrémités opposées du profilé selon la direction de l'axe longitudinal L-L'. La longueur du profilé 12 correspond à la plus grande dimension du profilé. La largeur du profilé 12 est définie comme la distance entre deux segments opposés du profilé pris perpendiculairement à l'axe longitudinal L-L'. La largeur du profilé 12 correspond à la plus grande direction du profilé prise perpendiculairement à l'axe longitudinal L-L'. Le rapport de la longueur du profilé sur la largeur du profilé est de préférence supérieur à huit.

[0059] La peau de profilé 38 est formée à partir d'une nappe de fibres 34 telle que précédemment décrite, la nappe de fibres 34 étant imprégnée de résine 31 durcie.

[0060] La peau de profilé 38 est obtenue à la suite de la mise en forme d'au moins une nappe de fibre 34, telle que précédemment décrite, imprégnée de résine 31 autour d'au moins un noyau de moulage 36.

[0061] La peau de profilé 38 s'étend selon la direction longitudinale L-L'. La peau de profilé

38 définit au moins un volume intérieur 40 s'étendant selon la direction longitudinale L-L'.

- [0062] Le volume intérieur 40 est, dans la variante illustrée en [fig.2], un volume débouchant hors du profilé 12 de part et d'autre du profilé 12, en chacune de ses extrémités selon la direction longitudinale L-L', et étant entouré de la peau de profilé 38 transversalement à l'axe longitudinal L-L'. Dans une variante non représentée, le volume intérieur 40 débouche hors du profilé 12 transversalement à l'axe longitudinal L-L'.
- [0063] Dans une variante particulière, notamment illustrée en [fig.2], le profilé 12 comprend au moins un noyau de moulage 36, la peau de profilé 38 enserrant au moins partiellement le noyau de moulage 36 dans le volume intérieur 40. Le noyau de moulage 36 occupe alors de préférence l'ensemble du volume intérieur 40.
- [0064] Dans une variante particulière, notamment illustrée en [fig.2], le volume intérieur de profilé 38 forme un creux de profilé 42.
- [0065] Le creux de profilé 42 correspond au volume occupé par le noyau de moulage 36 lors de la réalisation du profilé. Le creux de profilé 42 est par exemple formé à la suite du retrait du noyau de moulage 36 du volume intérieur 40. Le creux de profilé 42 est alors de forme complémentaire au noyau de moulage 36.
- [0066] Un procédé 100 de fabrication d'un profilé 12 de véhicule ferroviaire tel que précédemment décrit va maintenant être présenté. Le procédé 100 de fabrication est mis en œuvre au moyen d'un dispositif 10 de moulage sous vide tel que précédemment décrit.
- [0067] Le procédé comprend une étape de fourniture 120 des composants 32 de profilé, suivie d'une étape d'installation 140 des composants 32 de profilé et d'une étape de réalisation 160 du profilé. L'étape de réalisation du profilé 160 est de préférence suivie d'une étape de désinstallation du profilé 180 et d'une étape de finition 200.
- [0068] Lors de l'étape 120 de fourniture de composants de profilé, les composants de profilés 32 sont fournis. En particulier, au moins une nappe de fibres 34, une résine 31 liquide et au moins un noyau de moulage 36 sont fournis.
- [0069] Lors de l'étape 140 d'installation de composants de profilé 32 dans le dispositif de moulage sous vide 10, la nappe de fibres 34 est disposée dans la cavité de moulage 18, la résine 18 liquide est disposée dans le réservoir de résine 20 et le noyau de moulage 36 est disposé dans la cavité de moulage 18. Le noyau de moulage 36 est alors disposé entre la première partie 14 et la deuxième partie 16. La nappe de fibres 34 est en particulier disposée entre le noyau de moulage 36 et la première partie 14 et/ou entre le noyau de moulage 36 et la deuxième partie 16. Dans la variante selon laquelle le profilé de véhicule ferroviaire 12 est formé à partir de plusieurs noyaux 36, la nappe de fibre 34 est par exemple disposée entre deux noyaux de moulage 36.

- [0070] L'étape 160 de réalisation du profilé 12 comprend une sous-étape d'aspiration de gaz 162, une sous-étape de rapprochement 164 de la première 14 et de la deuxième 16 parties, une sous-étape 166 d'aspiration de résine 31, une sous-étape 168 de mise en forme de la nappe de fibres 34 et une sous-étape 170 de durcissement de la résine 31 suivant la sous-étape 168 de mise en forme de la nappe de fibres 34.
- [0071] Lors de la sous-étape d'aspiration de gaz 162, la pompe à vide 22 aspire les gaz présents dans la cavité de moulage 18 vers l'extérieur 30 de la cavité de moulage 18. En particulier, la pompe à vide 22 génère alors une dépression dans la cavité de moulage 18 par rapport à l'extérieur 30. La dépression générée dans la cavité de moulage 18 entraîne le rapprochement de la première partie 14 et de la deuxième partie 16 de la sous-étape 164 de rapprochement.
- [0072] Lors de la sous-étape 164 de rapprochement de la première 14 et de la deuxième 16 parties, la première 14 et la deuxième partie 16 du dispositif de moulage 10 se rapprochent autour de la nappe de fibres 34 et du noyau de moulage 36 en réduisant le volume de la cavité de moulage 18. En particulier, la deuxième partie 16 étant de préférence formée en un matériau flexible, la deuxième partie 16 s'affaisse en direction de la première partie 14 sous l'effet de la dépression générée dans la cavité de moulage 18.
- [0073] Lors de la sous-étape 166, la résine 28 présente dans le réservoir de résine 20 est aspirée dans la cavité de moulage 18 par la dépression générée dans la cavité de moulage lors de la sous-étape d'aspiration de gaz. La résine 31 ainsi aspirée imprègne alors la nappe de fibres 34 et le noyau de moulage 36.
- [0074] Lors de la sous-étape 168 de mise en forme de la nappe de fibres 34, la nappe de fibres imprégnée de résine est enserrée entre le noyau de moulage 36 et la première partie 14 du dispositif 10 et/ou entre le noyau de moulage 36 et la deuxième partie 16 du dispositif 10.
- [0075] Lors de la sous-étape 170 de durcissement de la résine 31, la résine 31 passe de l'état liquide à l'état solide en durcissant autour de la nappe de fibres 34 et du noyau de moulage 36, formant alors une ébauche de profilé comprenant la nappe de fibres 34 imprégnée de résine 31 durcie et le noyau de moulage 36.
- [0076] La sous-étape 170 de durcissement de la résine 31 est suivie de l'étape 180 de désinstallation dans laquelle l'ébauche de profilé est retirée de la cavité de moulage 18. La première 12 et la deuxième 14 parties du dispositif de moulage 10 sont par exemple séparées pour libérer l'ébauche de profilé.
- [0077] Selon une première variante, l'ébauche de profilé désinstallée lors de l'étape 180 de désinstallation forme le profilé de véhicule ferroviaire 12. Le profilé ainsi formé comprend alors le noyau de moulage 36, la peau de profilé 38 enserrant au moins partiellement le noyau de moulage 36 dans le volume intérieur 40. Une étape optionnelle

d'ébavurage permet d'enlever des imperfections du profilé de véhicule ferroviaire.

- [0078] Selon une deuxième variante, l'étape 180 de désinstallation est suivie de l'étape de finition 200 afin de former le profilé 12 de véhicule ferroviaire.
- [0079] L'ébauche de profilé retirée de la cavité de moulage lors de l'étape de désinstallation forme alors une ébauche de profilé libre, l'ébauche de profilé libre ainsi formée comprend alors le noyau de moulage 36, la peau de profilé 38 enserrant au moins partiellement le noyau de moulage 36 dans le volume intérieur 40.
- [0080] Lors de l'étape de finition 200, le noyau de moulage 36 est retiré de l'ébauche de profilé libre pour former le profilé de véhicule ferroviaire 12. Le volume intérieur 40 du profilé 12 ainsi formé est alors ouvert et forme un creux de profilé 42 tel que précédemment décrit.
- [0081] Le noyau de moulage 36 est par exemple retiré mécaniquement, en creusant le noyau de moulage 36 jusqu'à formation du creux de profilé 42 ou chimiquement, en dissolvant le noyau de moulage 36 jusqu'à formation du creux de profilé 42.
- [0082] Un procédé 100 de fabrication d'un profilé 12 de véhicule ferroviaire comprenant la fourniture d'un noyau de moulage 36 allongé est particulièrement avantageux puisqu'il permet de fabriquer un profilé 12 en matériau composite avec une installation simple et peu onéreuse. De tels profilés sont particulièrement robustes et légers.
- [0083] La formation d'un profilé 12 directement à la suite de l'étape 180 de désinstallation est particulièrement avantageuse pour réaliser un profilé 12 léger et robuste de façon particulièrement simple, aucune étape de finition n'étant nécessaire.
- [0084] La présence d'une étape 200 de finition à la suite de l'étape 180 de désinstallation permet d'obtenir un profilé 12 de grande qualité, tout en utilisant un simple dispositif de moulage sous vide.
- [0085] L'utilisation d'un noyau 36 de moulage en mousse thermoformable est particulièrement adapté à la formation d'un profilé 12, un tel noyau 36 étant léger lorsqu'il est compris dans le profilé, et étant par ailleurs facilement retirable du profilé 12.
- [0086] Les proportions du profilé 12 sont particulièrement adaptées à une utilisation du profilé 12 comme élément structurel d'un véhicule ferroviaire.

Revendications

[Revendication 1]

Procédé (100) de fabrication d'un profilé (12), notamment de véhicule (37), de préférence de véhicule ferroviaire (37), au moyen d'un dispositif de moulage sous vide (10), le profilé (12) définissant un volume intérieur (40) allongé selon un axe longitudinal (L-L'), le dispositif de moulage sous vide (10) comprenant une première partie (14) et une deuxième partie (16) définissant entre elles une cavité de moulage (18), et un réservoir de résine (20), le procédé (100) comprenant les étapes suivantes :

- fourniture (120) de composants (32) de profilé, les composants de profilé (32) comprenant au moins une nappe de fibres (34) et une résine liquide (31) ;
- installation (140) des composants de profilé (32) dans le dispositif de moulage sous vide (10), la nappe de fibres (34) étant disposée dans la cavité de moulage (18) et la résine (31) liquide étant disposée dans le réservoir de résine (20) ; et
- réalisation (160) du profilé (12) à partir des composants (32) installés dans le dispositif de moulage (10) ;

caractérisé en ce que l'étape de fourniture (120) de composants de profilé (32) comprend la fourniture d'au moins un noyau de moulage (36) allongé selon l'axe longitudinal (L-L') et de forme sensiblement complémentaire au volume intérieur (40) du profilé à réaliser, l'étape d'installation (140) des composants de profilé (32) comprenant l'installation du noyau de moulage (36) entre la première partie (14) et la deuxième partie (16), la nappe de fibres (34) étant disposée entre le noyau de moulage (36) et la première partie (14) et/ou entre le noyau de moulage (36) et la deuxième partie (16), et en ce que le rapport de la longueur du profilé fabriqué, selon la direction longitudinale (L-L'), sur la largeur dudit profilé, correspondant à sa plus grande dimension perpendiculairement à l'axe longitudinal (L-L'), est supérieur à 8.

[Revendication 2]

Procédé de fabrication (100) selon la revendication 1, dans lequel le dispositif de moulage sous vide (10) comprend une pompe à vide (22) et dans lequel, lors de l'étape (160) de réalisation du profilé, la cavité de moulage (18) est connectée, d'une part à la pompe à vide (22), et d'autre

part au réservoir de résine (20), l'étape (160) de réalisation du profilé comprenant les sous-étapes suivantes :

- aspiration (162) de gaz présents dans la cavité de moulage (18) vers un extérieur (30) de la cavité de moulage (18), en générant une dépression dans la cavité de moulage (18) par rapport à l'extérieur (30) de la cavité de moulage (18) ;
- rapprochement (164) de la première partie (14) et de la deuxième partie (16) du dispositif de moulage (10) autour de la nappe de fibres (34) et du noyau de moulage (36) en réduisant le volume de la cavité de moulage (18) ; et
- aspiration (166) par la dépression dans la cavité de moulage (18), de la résine (31) présente dans le réservoir de résine (20) vers la cavité de moulage (18), la résine (31) imprégnant la nappe de fibres (34) et le noyau de moulage (36).

[Revendication 3] Procédé de fabrication (100) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'étape (160) de réalisation du profilé comprend les sous-étapes suivantes :

- mise en forme (168) de la nappe de fibres (34) imprégnée de résine (31) autour du noyau de moulage (36), la nappe de fibres (34) imprégnée de résine (31) étant enserrée entre le noyau de moulage (36) et la première partie (14) du dispositif de moulage (10) et/ou entre le noyau de moulage (36) et la deuxième partie (16) du dispositif de moulage (10) ; et
- durcissement (170) de la résine (31) autour de la nappe de fibres (34) et du noyau de moulage (36), en formant une ébauche de profilé comprenant la nappe de fibres (34) imprégnée de résine (31) durcie et le noyau de moulage (36).

[Revendication 4] Procédé (100) de fabrication selon la revendication 3, dans lequel l'étape (160) de réalisation du profilé (12) comporte une étape de dés-installation (180) à la suite de a sous-étape de durcissement (170) de la résine (31), dans laquelle l'ébauche de profilé est retirée de la cavité de moulage (18) pour former le profilé (12), le profilé (12) comprenant une peau de profilé (38), formée à partir de la nappe de fibres (34) imprégnée de résine (31) durcie, la peau de profilé (38) définissant le

volume intérieur (40) et enserrant au moins partiellement le noyau de moulage (36) dans le volume intérieur (40) de profilé (12).

[Revendication 5]

Procédé (100) de fabrication selon la revendication 3, dans lequel l'étape (160) de réalisation du profilé comporte, à la suite de la sous-étape de durcissement (170) de la résine :

- une étape (180) de désinstallation dans laquelle l'ébauche de profilé est retirée de la cavité de moulage pour former une ébauche de profilé libre, l'ébauche de profilé libre comprenant une peau de profilé (38), formée à partir de la nappe de fibres (34) imprégnée de résine (31) durcie, la peau de profilé (38) définissant le volume intérieur (40) et enserrant au moins partiellement le noyau de moulage (36) dans le volume intérieur (40) ; et
- une étape de finition (200) dans laquelle le noyau de moulage (36) est retiré de l'ébauche de profilé libre pour former le profilé (12), le volume intérieur (40) étant alors ouvert et formant un creux (42) du profilé.

[Revendication 6]

Procédé (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le noyau de moulage (36) est réalisé en mousse thermoformable.

[Revendication 7]

Profilé (12), notamment de véhicule (37), préférentiellement de véhicule ferroviaire (37), comprenant une peau de profilé (38) s'étendant selon une direction longitudinale (L-L'), la peau de profilé (38) définissant un volume intérieur (40) s'étendant selon la direction longitudinale (L-L'), la peau de de profilé (38) étant formée à partir d'une nappe de fibres (34) imprégnée de résine (31) durcie, caractérisé en ce que le profilé (12) est réalisé à l'aide d'un dispositif de moulage sous vide (10), la peau de profilé (38) étant obtenue à la suite de la mise en forme d'une nappe de fibres (34) imprégnée de résine (31) autour d'au moins un noyau de moulage (36) allongé d'axe longitudinal (L-L') de forme complémentaire au volume intérieur (40), et en ce que le rapport de la longueur du profilé selon la direction longitudinale (L-L'), sur la largeur du profilé, correspondant à sa plus grande dimension perpendiculairement à l'axe longitudinal (L-L'), est supérieur à 8.

[Revendication 8]

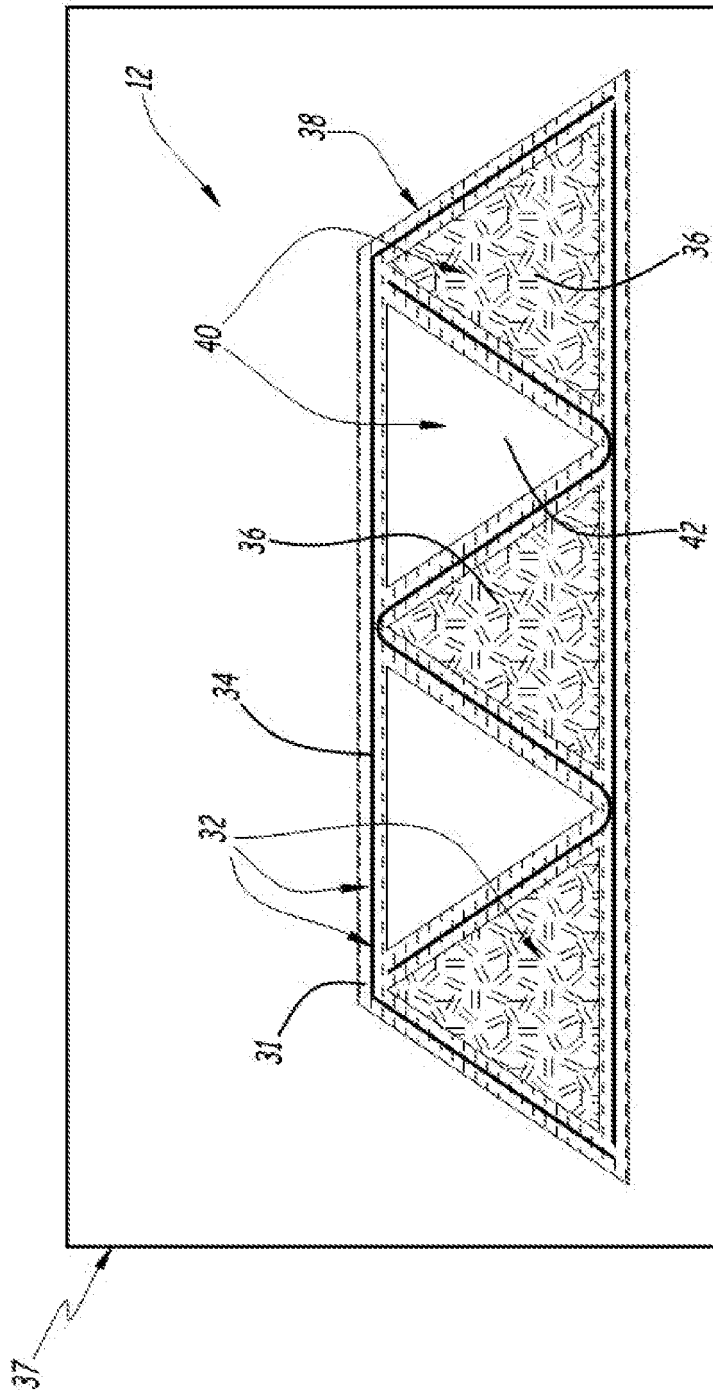
Profilé (12) selon la revendication 7, dans lequel le profilé (12)

comprend le noyau de moulage (36), la peau de profilé (38) enserrant au moins partiellement le noyau de moulage (36) dans le volume intérieur (40).

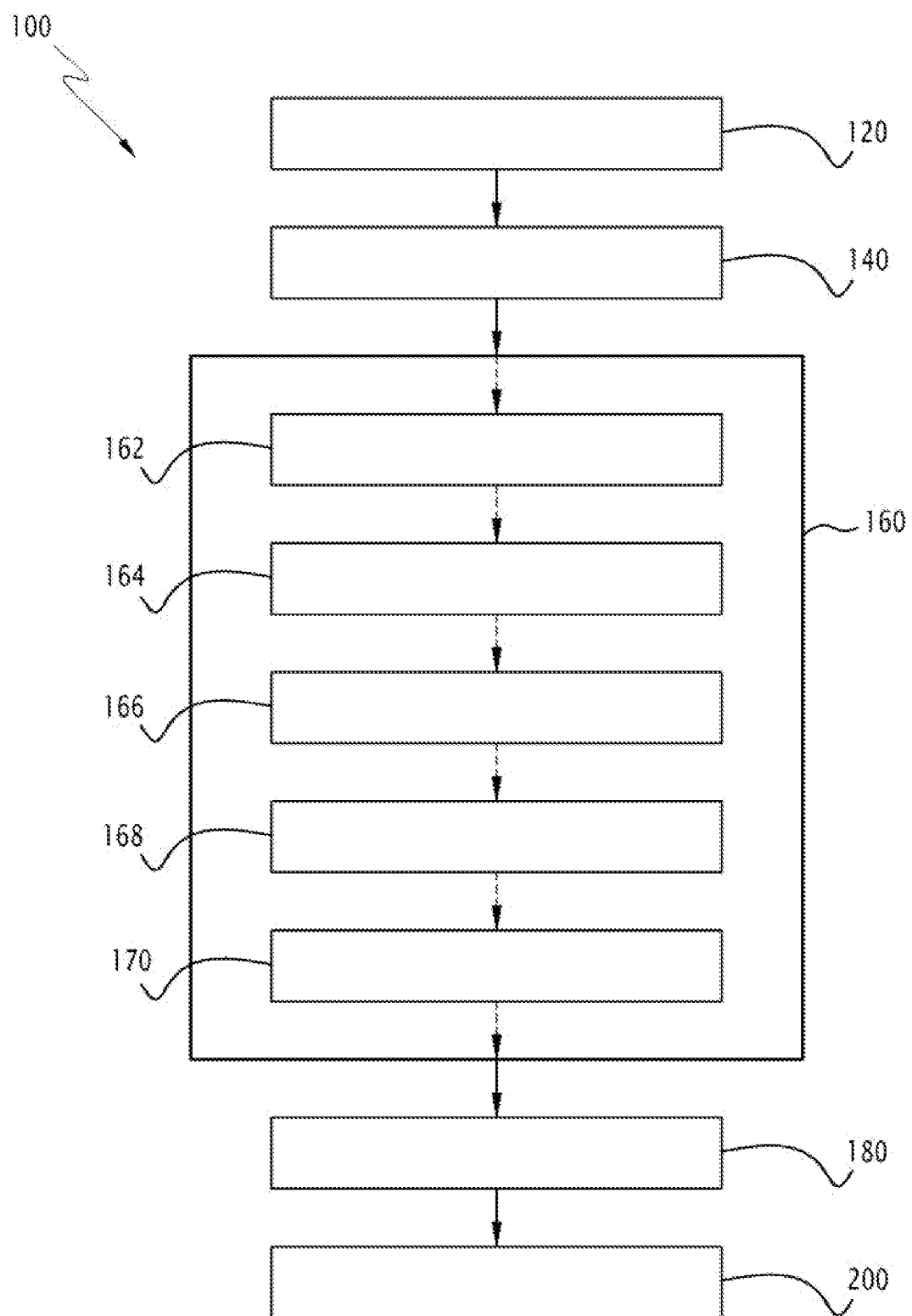
[Revendication 9]

Profilé (12) selon la revendication 7, dans lequel le volume intérieur (40) forme un creux de profilé (42), le creux de profilé (42) correspondant au volume occupé par le noyau de moulage (36) lors de la réalisation du profilé (12).

[Fig. 2]



[Fig. 3]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

EP 3 193 164 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD
[JP]) 19 juillet 2017 (2017-07-19)

EP 1 304 211 A1 (SCRIMP SYSTEMS LLC [US];
HARDCORE DU PONT COMPOSITES L [US])
23 avril 2003 (2003-04-23)

US 3 556 448 A (DOBBS TERRY R)
19 janvier 1971 (1971-01-19)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT