

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 607 204

(21) N° d'enregistrement national :

87 16543

(51) Int Cl⁴ : F 16 C 33/06; B 32 B 15/01, 15/20, 33/00.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 25 novembre 1987.

(30) Priorité : DE, 26 novembre 1986, n° P 36 40 328.8 et 3 septembre 1987, n° P 37 29 414.8.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 21 du 27 mai 1988.

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

(71) Demandeur(s) : Société dite : GLYCO-METALL-WERKE
Daelen & Loos GmbH. — DE.

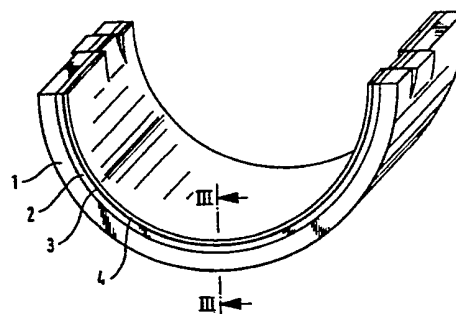
(72) Inventeur(s) :

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Pierre Nuss.

(54) Matériau stratifié pour éléments constitutifs de paliers de glissement, muni d'une couche antifriction en un matériau de portée à base d'aluminium.

(57) Un matériau stratifié pour éléments constitutifs de paliers de glissement comprend une couche substrat métallique 1 et une couche antifriction 2 en un matériau de portée à base d'aluminium, déposée sur la couche substrat 1 et éventuellement dotée d'une couche rapportée de liaison 3 et d'adaptation 4. L'alliage d'aluminium formant le matériau de portée renferme une adjonction de bismuth comprise, de préférence, entre 0,8 % et 1,4 % en parts pondérales.



FR 2 607 204 - A1

Matériau stratifié pour éléments constitutifs de paliers
de glissement, muni d'une couche antifriction en un
matériau de portée à base d'aluminium

La présente invention se rapporte à un matériau
5 stratifié pour éléments constitutifs de paliers de glisse-
ment, par exemple des paliers de glissement respectivement
radiaux ou axiaux, comprenant une couche substrat métalli-
que et une couche antifriction en un matériau de portée
à base d'aluminium, déposée sur cette couche substrat et
10 éventuellement dotée d'une couche rapportée de liaison et
d'adaptation, le matériau de portée étant un alliage d'alu-
minium quasiment homogène qui renferme dans l'aluminium,
avec les impuretés classiques, de 1 % à 3 %, de préférence
de 1,5 % à 2,5 % de parts pondérales de nickel, de 0,5 % à
15 2,5 %, de préférence de 1 % à 2 % de parts pondérales de
manganèse et de 0 % à 2 % de parts pondérales de plomb,
et qui peut présenter des particules dures de nickel et de
manganèse ou, respectivement, des particules dures renfermant
du nickel et/ou du manganèse, dont la grosseur de particu-
20 les est substantiellement $\leq 5 \mu\text{m}$.

Un matériau stratifié de ce type, connu d'après le
brevet DE-C-3 519 452, présente certes des propriétés excel-
lentes du matériau de portée, conjuguées à une capacité de
charge dynamique accrue de la couche antifriction fabriquée
25 à partir d'un tel matériau de portée. Il s'est toutefois
révélé, dans la pratique, que la fabrication ou, respecti-
vement, le façonnage de ce matériau stratifié connu soulève
certaines difficultés lors de l'usinage superficiel par enlè-
vement de copeaux, par exemple à cause de la tendance à
30 l'apparition d'arêtes vives structurelles.

L'invention a par conséquent pour objet d'amélior-
er notablement, quant à sa faculté de production et d'usi-
nage, le matériau stratifié du genre précité, destiné à des
éléments constitutifs de paliers de glissement, tout en
35 améliorant également les propriétés de glissement, en parti-

culier les propriétés de fonctionnement en cas d'urgence du matériau de portée prévu pour constituer la couche anti-friction.

Conformément à l'invention, cet objet est atteint
5 par le fait que l'alliage d'aluminium formant le matériau de portée renferme une adjonction de bismuth comprise entre 0,1 % et 2 % en parts pondérales, de préférence entre 0,8 % et 1,4 % en parts pondérales.

Grâce à l'invention, les propriétés avantageuses
10 du matériau stratifié connu de ce type, concernant la durabilité, la faculté d'adaptation et en particulier la constance thermique de la couche antifriction, demeurent pleinement conservées. De surcroît, l'invention confère à la couche antifriction une faculté de glissement accrue davan-
15 tage encore, ainsi que des propriétés de fonctionnement en cas d'urgence notablement améliorées. L'invention prodigue cependant, en tout premier lieu, une amélioration considérable de l'aptitude à l'usinage par enlèvement de copeaux de l'alliage de portée à base d'aluminium, renfermant du
20 nickel et du manganèse. L'usinage superficiel avec enlèvement de copeaux produit des copeaux courts, ce qui est une condition fondamentale imposée à des matériaux usinables sur des machines automatiques. De plus, la formation d'arêtes vives structurelles est empêchée.

Certes, selon le brevet précité DE-C-3 519 452,
25 il a déjà été envisagé d'améliorer l'aptitude à l'usinage par enlèvement de copeaux, en présence de vitesses de coupe moins grandes, en ajoutant à l'alliage de faibles quantités de plomb. Toutefois, ces adjonctions de plomb n'ont pas sup-
30 primé l'impératif consistant à améliorer davantage encore l'aptitude à l'usinage par enlèvement de copeaux.

Comme dans le matériau stratifié connu d'après le brevet précité DE-C-3 519 452, l'on peut - dans la mesure où
35 le matériau de portée formant la couche antifriction n'est pas complètement homogène - tolérer la présence de particules dures de nickel et de manganèse ou de particules dures renfermant du nickel et du manganèse, qui présentent pour l'essentiel une grosseur de particules $\leq 5 \mu\text{m}$; dans ce cas,

un élément volumique matérialisé par un cube d'une longueur de côté de 0,1 mm doit renfermer moins de cinq, de préférence au maximum une particule dont la grosseur $\leq 5 \mu\text{m}$.

Dans un perfectionnement particulièrement avantageux de l'invention, l'alliage d'aluminium formant le matériau de portée peut renfermer, en tant qu'adjonction supplémentaire, du cuivre dont les parts pondérales sont comprises entre 0,02 % et 1,5 %, de préférence entre 0,3 % et 0,8 %. Grâce à cette adjonction de cuivre, la solidification du cristal mixte, existant dans le matériau de portée connu à base d'aluminium auquel on a ajouté du nickel et du manganèse, est améliorée davantage encore du fait qu'il se forme également des phases ternaires et quaternaires ou, respectivement, des types de cristaux mixtes qui provoquent, par leur dureté, un accroissement des valeurs de solidité de la matrice d'Al. Un autre avantage prodigué par l'alliage AlNiMnBiCu réside dans la possibilité de commander adéquatement l'ampleur des valeurs de solidité, au choix et selon les exigences de chaque cas d'application, par un choix de températures ou de cycles de traitement thermique correspondants au cours de son usinage. Cette possibilité de commande - dans la mesure où elle est identifiable - se fonde vraisemblablement sur la commande de la sursaturation en cristaux mixtes, ainsi que de l'importance et de la quantité des précipitations. L'adjonction de Cu n'affecte pas négativement les avantages obtenus par l'adjonction de Bi, tels que des améliorations de l'aptitude à l'usinage par enlèvement de copeaux, une faculté de glissement accrue et de meilleures propriétés de fonctionnement en cas d'urgence. Bien au contraire, il en résulte une stabilisation plus accentuée de ces propriétés.

L'invention va à présent être décrite plus en détail à titre d'exemples nullement limitatifs, en regard des dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est un diagramme à colonnes relatif à la capacité de charge dynamique ;

la figure 2 est une vue en perspective du matériau stratifié selon l'invention, revêtant la forme d'une moitié

d'un palier de glissement ;

la figure 3 est une coupe fragmentaire selon la ligne III-III de la figure 2 ; et

la figure 4 est une coupe fragmentaire d'une variante de réalisation, selon la ligne III-III de la figure 2.

Le diagramme à colonnes de la figure 1 représente la capacité de charge dynamique d'un matériau stratifié muni d'une couche antifriction à base d'aluminium, pour un temps de référence de 200 heures. Cette capacité de charge dynamique doit alors être déterminée sur la base de courbes de charges résiduelles d'expériences Underwood, à 150° C. Les matériaux stratifiés mis en comparaison comprenaient un matériau substrat en acier et une couche antifriction déposée, sur la couche substrat, par plaquage d'une tôle en un alliage d'aluminium coulé, éventuellement avec interposition d'une feuille d'aluminium pur.

Les matériaux stratifiés, soumis à comparaison sur le diagramme à colonnes de la figure 1, sont les suivants :

- A : Acier/AlNi₂MnBi₁, sans couche de liaison ni couche d'adaptation.
- A1: Acier/AlNi₂MnBi₁, avec 0,5 % de parts pondérales de Cu, sans couche de liaison ni couche d'adaptation.
- B : Acier/AlSn₆, classique, sans couche de liaison ni couche d'adaptation.
- C : Acier/AlSn₂₀, classique, sans couche de liaison ni couche d'adaptation.
- D : Acier/AlNi₂MnBi₁/Ni/PbSn₁₀Cu₂ (galv.), avec couche de liaison Ni et couche d'adaptation PbSn₁₀Cu₂, déposées l'une et l'autre galvaniquement.
- D1: Acier/AlNi₂MnBi₁Cu_{0,5}/Ni/PbSn₁₀Cu₂ (galv.), avec couche de liaison Ni et couche d'adaptation PbSn₁₀Cu₂, déposées l'une et l'autre galvaniquement.
- E : Acier/AlSn₆/Ni/PbSn₁₀Cu₂ (galv.), classique, avec couche de liaison Ni et couche d'adaptation PbSn₁₀Cu₂, déposées l'une et l'autre galvaniquement.
- F : Acier/AlZn₅/Ni/PbSn₁₀Cu₂ (galv.), matériau de portée connu à l'Al, de haute solidité, avec couche de liaison Ni et couche d'adaptation PbSn₁₀Cu₂, déposées l'une et l'autre galvaniquement.

Comme le révèle le diagramme à colonnes, un matériau stratifié comprenant une couche substrat en acier, ainsi qu'une couche antifriction en $\text{AlNi}_2\text{Mn}_1\text{Bi}_1$, permet d'atteindre une capacité de charge dynamique supérieure à 60 N/mm^2 , avant que des fissures puissent être constatées dans la couche d'aluminium. Une telle couche antifriction en $\text{AlNi}_2\text{Mn}_1\text{Bi}_1$ peut être excellemment usinée par enlèvement de copeaux ; elle se distingue par une faculté de glissement accrue et, vis-à-vis de couches antifriction connues, par des propriétés de fonctionnement en cas d'urgence notablement améliorées. Comme le montre le diagramme en A1, une telle couche antifriction peut être améliorée davantage encore, par une adjonction de cuivre représentant 0,5 % en parts pondérales, en se fondant sur le principe qu'une capacité de charge dynamique d'environ 65 N/mm^2 est atteinte avant que des fissures puissent être constatées dans la couche d'aluminium.

Comme il ressort de la colonne D du diagramme, l'application d'une couche de liaison en nickel et d'une couche d'adaptation en $\text{PbSn}_{10}\text{Cu}_2$, sur la couche antifriction, permet d'accroître encore une capacité de charge dynamique de paliers de glissement jusqu'à la zone dans laquelle se manifeste normalement une fatigue de la couche de glissement, jusqu'à environ 75 N/mm^2 , avant que des fissures dues à la fatigue puissent être constatées dans la couche d'aluminium. Egalement dans le cas du matériau stratifié auquel se rapporte la colonne D du diagramme, il est encore possible d'obtenir un accroissement de la résistance à la fatigue, plus précisément par l'adjonction de 0,5 % en parts pondérales de Cu à l'alliage $\text{AlNi}_2\text{Mn}_1\text{Bi}_1$. Comme le révèle la colonne D1 du diagramme, l'on peut obtenir, de la sorte, une capacité de charge dynamique du matériau stratifié atteignant jusqu'à 80 N/mm^2 , avant que des fissures dues à la fatigue puissent être constatées dans la couche d'aluminium. Dans ce cas, les matériaux stratifiés correspondant aux colonnes D et D1 du diagramme se singularisent, en plus, par une aptitude à l'usinage par enlèvement de copeaux notablement améliorée du matériau de portée formant la couche

antifricition, ainsi que par une faculté de glissement accrue et par de meilleures propriétés de fonctionnement en cas d'urgence. De telles propriétés et valeurs améliorées, concernant la capacité de charge dynamique, ne peuvent pas être obtenues avec les matériaux classiques à base d'aluminium destinés à des paliers de glissement et prévus pour une capacité de charge moyenne, comme le révèlent les exemples des colonnes B, C et E pour AlSn6 et AlSn20, avec ou sans couche d'adaptation. La capacité de charge dynamique de paliers de glissement munis d'une couche antifricition en un alliage de portée AlNi2Mn1Bi1 coulé se rapproche déjà de l'ordre de grandeur qui, jusqu'à présent, est connu seulement pour des matériaux de portée de haute solidité à base d'aluminium, comme par exemple le matériau reproduit dans la colonne F, doté d'une couche antifricition en alliage AlZn5 coulé. La capacité de charge dynamique de paliers de glissement munis d'une couche antifricition en un alliage AlNi2Mn1Bi1 coulé, avec adjonction de cuivre représentant entre 0,02 % et 1,5 % en parts pondérales, permet déjà d'atteindre cet ordre de grandeur. Le fonctionnement sans fatigue, en présence d'une couche antifricition en alliage AlNi2Mn1Bi1 avec 0,5 % de parts pondérales de cuivre, demeure alors supérieur au fonctionnement sans fatigue d'une couche antifricition en alliage AlZn5 coulé, lorsque la même couche d'adaptation est prévue pour ces deux couches antifricition. Dans ce cas, l'alliage coulé AlZn5 connu ne peut pas être utilisé sans la couche d'adaptation et il présente, concernant d'autres caractéristiques d'un matériau de portée telles que la constance antigrippage, la résistance à l'usure, etc., des propriétés considérablement moins favorables que celles constatées pour les alliages de portée à base d'aluminium auxquels ont été ajoutées de faibles quantités de manganèse, de nickel et de bismuth, ainsi que de cuivre éventuellement.

Les figures 2 à 4 illustrent l'application du matériau stratifié à des coquilles de paliers, c'est-à-dire à des paliers de glissement se composant de deux moitiés.

Dans le cas du palier de glissement représenté

sur la figure 3, il est prévu un corps substrat métallique 1 en acier. Sur ce corps substrat 1, une couche antifric-tion 2 en AlNi_2MnBi , d'une épaisseur comprise entre 0,2 mm et 0,5 mm, est directement appliquée par plaquage au lami-noir. Cette couche antifric-tion 2 est revêtue par plaquage électrochimique, c'est-à-dire par voie galvanique, d'une mince couche de nickel 3 pouvant présenter une épaisseur de 0,001 mm à 0,002 mm. Une couche d'adaptation 4 en un alliage de portée au métal blanc, ayant pour formule $\text{PbSn}_{10}\text{Cu}_2$, est déposée par voie galvanique, en une épaisseur de 0,05 mm à 0,1 mm, sur cette couche de liaison 3 en nickel. Le matériau stratifié est intégralement entouré par une couche protec-trice 5 anticorrosion, en de l'étain ou en un alliage étain-plomb, de préférence déposée galvaniquement. Il s'agit alors d'un mince voile qui est à peine perceptible à la face su-périeure de la couche d'adaptation 4, mais confère, notamment dans la région de la couche substrat 1, une protection efficace contre la corrosion.

Dans l'exemple de la figure 4, la couche substrat métallique 1 est elle-même réalisée en tant que matériau stratifié, qui comprend plus précisément une couche 7 en acier et une couche intercalaire 8 à propriétés de fonction-nement en cas d'urgence, consistant par exemple en du bronze au plomb ou en du bronze à l'étain. L'on pourrait également utiliser, par exemple, une couche intercalaire 8 en AlZn_5 . Sur cette couche intercalaire 8, une mince couche de nickel 9 (de 0,001 mm à 0,002 mm d'épaisseur), faisant office de barrière anti-diffusion, est déposée par pulvérisation catho-dique. L'on dépose sur cette couche de nickel 9, par pulvé-risation cathodique, de préférence par pulvérisation catho-dique de haute puissance en appliquant des champs magnéti-ques, une couche antifric-tion 6 en un alliage d'aluminium-nickel-manganèse-bismuth-cuivre renfermant 2,5 % de parts pondérales de nickel, 2 % de parts pondérales de manganèse, 1,2 % de parts pondérales de bismuth et 0,5 % de parts pon-dérales de cuivre, la part restante étant formée par de l'aluminium. Bien que cette couche antifric-tion 6 ne réclame aucun traitement superficiel mécanique, c'est-à-dire qu'une

meilleure aptitude à l'usinage par enlèvement de copeaux du matériau de portée n'entre pas en ligne de compte, la couche antifriction bénéficie, dans ce cas, de l'accroissement de la faculté de glissement et de l'amélioration des propriétés de fonctionnement en cas d'urgence, prodigués par
5 l'adjonction de bismuth.

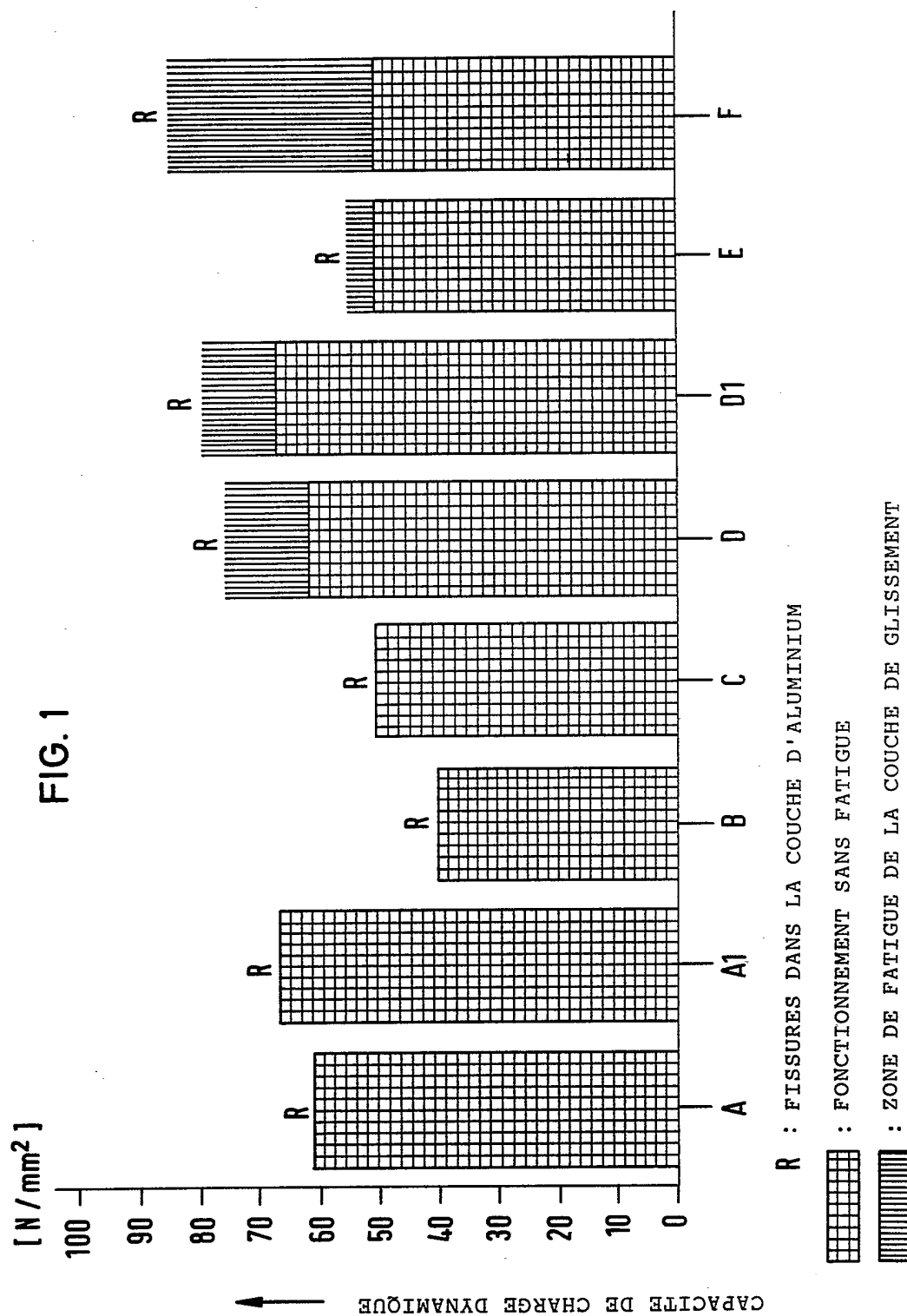
Dans cet exemple, la couche antifriction 6 est à nouveau recouverte d'une couche de liaison 3 mince (d'une épaisseur de 0,001 mm à 0,002 mm) déposée par pulvérisation cathodique, sur laquelle est à son tour déposée, par pulvé-
10 risation cathodique, une couche de rodage ou d'adaptation 4 en alliage de portée au métal blanc, d'une épaisseur d'environ 0,02 mm à 0,03 mm. Pour déposer ces couches, l'on peut envisager des procédés de revêtement par pulvérisation cathodique tels que connus, par exemple, d'après l'exposé
15 de Hartmut Frey "Kathodenzerstäuben, Beschichtungsmethode mit Zukunft", VDI-Zeitung 123 (1981), n° 12, pages 519 à 525. Au lieu d'avoir recours à des procédés de revêtement par pulvérisation cathodique, la couche antifriction, la
20 couche de liaison et la couche d'adaptation, ainsi que des couches éventuelles formant barrières anti-diffusion, pourraient également être déposées par métallisation sous vide, ou bien par voie galvanique.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au matériau stratifié décrit et représenté, sans sortir du cadre de l'invention.
25

- R E V E N D I C A T I O N S -

1. Matériau stratifié pour éléments constitutifs de paliers de glissement, par exemple des paliers de glissement respectivement radiaux ou axiaux, comprenant une couche substrat métallique et une couche antifriction en un
5 matériau de portée à base d'aluminium, déposée sur cette couche substrat et éventuellement dotée d'une couche rapportée de liaison et d'adaptation, le matériau de portée étant un alliage d'aluminium quasiment homogène qui renferme dans l'aluminium, avec les impuretés classiques tolérées, de 1 %
10 à 3 %, de préférence de 1,5 % à 2,5 % de parts pondérales de nickel, de 0,5 % à 2,5 %, de préférence de 1 % à 2 % de parts pondérales de manganèse et de 0 % à 2 % de parts pondérales de plomb, et qui peut présenter des particules dures de nickel et de manganèse ou, respectivement, des par-
15 ticules dures renfermant du nickel et éventuellement, ou en variante, du manganèse, dont la grosseur de particules est substantiellement $\leq 5 \mu\text{m}$, matériau caractérisé par le fait que l'alliage d'aluminium formant le matériau de portée renferme une adjonction de bismuth comprise entre 0,1 %
20 et 2 %, de préférence entre 0,8 % et 1,4 % en parts pondérales.

2. Matériau stratifié selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'alliage d'aluminium formant le matériau de portée renferme, en tant qu'adjonction supplémentaire, du cuivre dont les parts pondérales sont comprises entre 0,02 % et 1,5 %, de préférence entre 0,3 % et
25 0,8 %.



2/2

