



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 423 004 B1**

12

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

49 Date de publication de fascicule du brevet: **14.12.94** 51 Int. Cl.⁵: **C22C 38/44**, F41H 5/04

21 Numéro de dépôt: **90402777.8**

22 Date de dépôt: **05.10.90**

54 **Acier de haute dureté pour blindage, procédé d'élaboration d'un tel blindage et blindage obtenu.**

30 Priorité: **09.10.89 FR 8913164**

43 Date de publication de la demande:
17.04.91 Bulletin 91/16

45 Mention de la délivrance du brevet:
14.12.94 Bulletin 94/50

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI SE

56 Documents cités:

CH-A- 23 749	CS-A- 124 938
DE-A- 1 963 405	FR-A- 909 972
FR-A- 1 146 389	GB-A- 572 964
GB-A- 886 605	US-A- 3 507 633

73 Titulaire: **CREUSOT-LOIRE INDUSTRIE**
Immeuble Ile-de-France
4 Place de la Pyramide
La Défense 9
F-92800 Puteaux (FR)

72 Inventeur: **Roux, Rémi**
4, Avenue Charles de Gaulle
F-71200 Le Creusot (FR)
Inventeur: **Sangoy, Laurent**
10 Clos des Larris
F-95000 Cergy Pontoise (FR)
Inventeur: **Leger, Jacques**
Saint Julien sur Dheune
F-71210 Montchanin (FR)

74 Mandataire: **Lanceplaine, Jean-Claude et al**
CABINET LAVOIX
2, Place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cédex 09 (FR)

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un acier de haute dureté pour blindage, surblindage et volet de surprotection, utilisable sous forme de tôle et/ou de pièces et présentant des performances balistiques élevées.

La présente invention a également pour objet un procédé d'élaboration d'un tel acier.

On connaît des aciers pour blindage comme par exemple l'acier 28 NCD6 dont la composition pondérale est :

Carbone	0,28 %
Nickel	1,6 %
Chrome	1,6 %
Molybdène	0,3 %

ou encore l'acier 50 CDV5 dont la composition pondérale est :

Carbone	0,5 %
Chrome	5 %
Molybdène	1,3 %
Vanadium	0,45 %

Le but de l'invention est d'améliorer les qualités de résistance balistique des blindages monoblocs.

En effet, l'augmentation de la dureté permet aux aciers de mieux résister à l'impact d'un projectile, l'acier devant être apte à fracasser le projectile. Cependant l'augmentation de la dureté peut entraîner une diminution de la résilience, c'est à dire une augmentation de la fragilité.

L'invention a pour objet un acier conciliant une dureté comparable et même supérieure aux aciers actuellement connus et une résilience restant néanmoins élevée.

L'acier, selon la présente invention, est caractérisé en ce que sa composition pondérale est la suivante :

- 0,4 à 0,7% de Carbone
- 0,3 à 1,5% de Manganèse
- 0,1 à 2 % de Chrome
- 0,5 à 1,5% de Silicium
- 1 à 5 % de Nickel
- 0,2 à 1 % de Molybdène
- moins de 0,015% de phosphore
- moins de 0,005% de soufre

le reste étant du fer et des impuretés résiduelles résultant de la fusion des matières nécessaires à l'élaboration à l'exception du domaine de composition définie par les fourchettes suivants :

- 0,45 à 0,6% de carbone
- 0,45 à 0,65% de manganèse
- 0,85 à 1,15% de chrome
- 0,55 à 1% de silicium
- 1 à 1,75% de nickel
- 0,90 à 1% de molybdène,

prises en combinaison.

La présence dans la composition des éléments carburigènes tels que Carbone, Chrome, Manganèse et Molybdène permet d'assurer de hauts niveaux de dureté.

La teneur en Nickel est déterminée de façon à assurer une bonne trempabilité et à permettre l'obtention d'un acier de résilience élevée.

La teneur en soufre est de préférence inférieure à 0,002% pour améliorer la résilience.

La présente invention a également pour objet un procédé d'élaboration d'un blindage en acier de haute dureté dont la composition pondérale est la suivante :

- 0,4 à 0,7% de carbone
- 0,3 à 1,5% de manganèse
- 0,1 à 2% de chrome
- 0,5 à 1,5% de silicium

1 à 5% de nickel
 0,2 à 1% de molybdène
 moins de 0,015% de phosphore
 moins de 0,005% de soufre

5 le reste étant du fer et des impuretés résiduelles.

Selon ce procédé, l'acier est soumis à:

- à un laminage à chaud de mise en forme à une température comprise entre 1000 et 1300 °C,
- à une trempe sous presse,
- et à un revenu effectué à une température comprise entre 150 et 250 °C,

10 De préférence le laminage à chaud est effectué à une température comprise entre 1150 et 1250 °C avec un taux de corroyage supérieur à 2. La trempe sous presse qui évite une déformation importante de la tôle, s'effectue après chauffage à une température comprise entre 800 et 960 °C.

L'invention a encore pour objet un blindage obtenu selon ce procédé.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- 15
- le blindage est constitué d'une tôle d'acier de haute dureté percée d'orifices régulièrement repartis et présentant 30 à 60% de vide par rapport au volume total.
 - le blindage est constitué d'une tôle d'acier de haute dureté recouverte d'un élastomère.
 - l'élastomère est mélangé à de la fibre synthétique.

20 L'invention concerne aussi un volet de surprotection balistique pour vitrage de fenêtres ou de pare-brise de véhicules blindés réalisé avec un blindage en acier selon l'invention.

Le volet de surprotection permet une visibilité acceptable et assure une protection balistique efficace.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- 25
- la Fig. 1 est une vue en coupe d'une tôle d'acier pour blindage selon l'invention ;
 - la Fig. 2 est une vue partielle en perspective d'un véhicule blindé muni d'un volet de surprotection selon l'invention.

L'acier de haute dureté selon l'invention pour blindage est utilisable de préférence, sous forme de tôle pour la protection balistique. La tôle d'acier laminée et traitée présente des performances balistiques élevées.

30 Un exemple de composition de l'acier selon l'invention est donné en proportion pondérale dans le tableau I.

TABLEAU I

35

Eléments	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	S	P
Proportion %	0,5	0,8	0,5	1,9	0,2	0,4	0,0007	0,004

40 La teneur en carbone de 0,5% permet d'obtenir après la trempe un très haut niveau de dureté. Cependant, pour une bonne résistance au choc la teneur en soufre doit être la plus faible possible.

Afin d'obtenir les propriétés de blindage, l'acier élaboré est soumis à un laminage à chaud. La température de chauffage avant laminage est comprise entre 1000 et 1300 °C et de préférence comprise entre 1150 et 1250 °C, le taux de corroyage étant supérieur à 2.

45 Après élaboration d'une tôle, de 7 mm d'épaisseur par exemple, ladite tôle est soumise à un traitement thermique de trempe à huile. Elle est maintenue sous presse pendant l'opération de trempe afin d'obtenir une planéité d'environ de 3mm/m, la température d'austénisation étant de 850 °C. La trempe est suivie d'un revenu à une température comprise entre 150 et 250 °C et de préférence égale à 220 °C.

50 Les propriétés mécaniques de la tôle élaborée et traitée comme décrit ci-dessus sont comparées aux aciers 28 NCD6 et 50 CDV5 et regroupées dans le tableau II ci-dessous :

TABLEAU II

Acier	Dureté HB	Traction			Résilience J/cm ²	
		Rm (MPa)	Re (MPa) 02%	A% (5d)	+ 20 ° C	- 40 ° C
28NCD6	500	1750	1350	13	45	40
50CDV5	620	2200	1700	5	4	4
Acier selon l'invention	625	2270	1710	4,5	15	12

Les propriétés mécaniques mesurées des tôles sont, la dureté Brinell HB, les propriétés en traction de l'acier, limite élastique Re, résistance à la rupture Rm et l'allongement à la rupture A ainsi que ses propriétés aux chocs à deux températures déterminées (+ 20 ° C et -40 ° C).

En comparant les valeurs données dans le tableau II, on constate que l'acier selon l'invention a une meilleure résilience que l'acier 50 CDV 5 avec une dureté comparable.

L'acier selon l'invention a de meilleures propriétés en élasticité et en dureté que l'acier 28 NCD6 avec une résistance au choc comparable.

De plus, l'acier selon l'invention peut être découpé par procédé plasma, oxycoupage ou par laser, moyennant des précautions adaptées aux différentes épaisseurs de tôles.

Afin d'optimiser les performances balistiques de la tôle soumise aux impacts de projectiles, celle-ci, après laminage, est percée d'orifices. Les trous ont par exemple un diamètre compris entre 3 et 15 mm. La tôle percée d'orifices est ensuite trempée, puis soumise à un revenu dans les conditions décrites précédemment.

Dans une utilisation de surblindage, la tôle perforée et traitée a pour but de fracasser ou de faire éclater le noyau du projectile sans détérioration immédiate dudit surblindage.

La masse surfacique de la tôle perforée est réduite dans le rapport de la surface globale des orifices sur la surface totale de la tôle avant perçage, la tôle pouvant présenter de 30 à 60% de réduction en poids, pour une même efficacité de protection balistique. Les orifices améliorent la résistance à la fissuration lors d'impacts.

Afin d'améliorer d'une autre façon la résistance balistique, le blindage est formé d'une tôle massive 1 (Fig. 1) selon l'invention, recouverte sur l'une des ses faces ou sur ses deux faces d'une matière synthétique 2 comme par exemple un élastomère pouvant être renforcé, en le mélangeant à une fibre synthétique.

Le blindage selon l'invention présente des performances balistiques élevées notamment contre les projectiles perforants des armes de calibre 5,56mm, 7,62 mm et 12,7 mm.

Dans le cas d'une utilisation comme tôle de surblindage, l'acier selon l'invention peut résister notamment aux projectiles perforants d'armes de calibre 12,7 mm, 14,5 mm, et 20mm.

Sa tenacité, c'est à dire sa résistance à plusieurs impacts successifs, est améliorée par le perçage d'orifices et/ou par un revêtement d'une matière synthétique.

L'invention trouve son application dans notamment des surblindages, placés en avant de blindages de structure déjà existante, surblindages qui permettent de fracasser le projectile et donc de réduire son pouvoir perforant.

L'invention trouve également son application dans un volet de surprotection balistique pour fenêtres ou pare-brise de véhicules blindés légers.

Sur la Fig. 2, on a représenté schématiquement la partie avant d'un véhicule blindé léger constitué par une carapace 10.

La carapace 10 comporte des ouvertures et notamment à l'avant une ouverture 20 munie d'un vitrage 30 légèrement blindé et permettant au conducteur d'avoir une bonne visibilité et de pouvoir ainsi piloter le véhicule.

Pour augmenter la protection balistique de chaque fenêtre et notamment du vitrage de pare-brise 30, le véhicule est équipé de volets rabattables 40 formés par un blindage 50 en acier de très haute dureté selon l'invention.

Le blindage 50 est percé d'une multitude de petits orifices 60 régulièrement répartis et représentant 30 à 60% de vide par rapport à la surface de ladite plaque.

Les orifices 60 ont un diamètre inférieur au plus petit calibre que ne protège pas à lui seul le pare-brise et le volet 40 ménage avec le vitrage 30 un espace vide. Cette disposition permet d'obtenir une surprotection des fenêtres ou pare-brise du véhicule, tout en assurant une visibilité grâce au grand nombre

de petits orifices 60.

De plus, le volet 40 fracasse ou freine les projectiles notamment perforants, ce qui permet d'arrêter avec le pare-brise blindé les projectiles ralentis ou la gerbe d'éclats traversant le volet.

5 Revendications

1. Acier pour la fabrication par laminage et traitement thermique de tôles et/ou de pièces de blindage présentant des performances balistiques élevées, caractérisé en ce que sa composition chimique pondérale est la suivante :

10 0,4% à 0,7% de carbone
 0,3% à 1,5% de manganèse
 0,1 à 2% de chrome
 0,5 à 1,5% de silicium
 1 à 5% de nickel

15 0,2 à 1% de molybdène
 moins de 0,015% de phosphore
 moins de 0,005% de soufre

le reste étant du fer et des impuretés résiduelles résultant de la fusion des matières nécessaires à l'élaboration, à l'exception du domaine de composition définie par les fourchettes suivantes :

20 0,45 à 0,6% de carbone
 0,45 à 0,65% de manganèse
 0,85 à 1,15% de chrome
 0,55 à 1% de silicium
 1 à 1,75% de nickel

25 0,90 à 1% de molybdène,
 prises en combinaison.

2. Acier selon la revendication 1, caractérisé en ce que la teneur en soufre est inférieure à 0,002%.

- 30 3. Procédé de fabrication d'un blindage en acier, caractérisé en ce que l'on fabrique une tôle par laminage à chaud à une température comprise entre 1000 ° et 1300 ° C d'un acier dont la composition pondérale est la suivante :

 0,4 à 0,7% de carbone
 0,3 à 1,5% de manganèse
 0,1 à 2% de chrome
 0,5 à 1,5% de silicium
 1 à 5% de nickel
 0,2 à 1% de molybdène
 moins de 0,015% de phosphore
 moins de 0,005% de soufre,

le reste étant du Fer et des impuretés résiduelles, puis on trempe sous presse la tôle et on lui fait subir un revenu entre 150 ° et 250 ° C.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la trempe est réalisée à l'huile.

- 45 5. Procédé selon la revendication 3 ou la revendication 4, caractérisé en ce que le laminage est effectué après chauffage entre 1150 ° C et 1250 ° C avec un taux de corroyage supérieur à 2.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que la trempe est réalisée après chauffage à une température comprise entre 800 ° et 960 ° C.

7. Blindage, caractérisé en ce qu'il est obtenu par le procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 6.

- 55 8. Blindage selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il est constitué d'une tôle d'acier de haute dureté percée d'orifices régulièrement répartis et présentant 30 à 60% de vide par rapport au volume total.

9. Blindage selon la revendication 7 ou la revendication 8, caractérisé en ce qu'il est constitué d'une tôle d'acier de haute dureté recouverte d'un élastomère.
10. Blindage selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'élastomère est mélangé à de la fibre synthétique.
11. Volet de surprotection balistique pour vitrage de fenêtres ou de pare-brise de véhicules blindés, caractérisé en ce qu'il est réalisé avec un blindage en acier selon l'une des revendications 7 à 10.

10 Claims

1. Steel for the productions by rolling and heat treatment, of metal sheets and/or armour plating arts having high ballistic performance, characterized in that its chemical composition by weight is as follows:
0.4% to 7% of carbon,
0.3% to 1.5% of manganese,
0.1 to 2% of chromium,
0.5 to 1.5% of silicon,
1 to 5% of nickel,
0.2 to 1% of molybdenum,
less than 0.015% of phosphorus,
less than 0.005% of sulphur,
the remainder being iron and residual impurities resulting from smelting the materials necessary for working, with the exception of the range of composition defined by the following margins:
0.45 to 0.6% of carbon,
0.45 to 0.65% at manganese,
0.85 to 1.15% of chromium,
0.55 to 1% of silicon,
1 to 1.75% of nickel,
0.90 to 1% of molybdenum,
taken in combination.
2. Steel according to Claim 1, characterized in that the sulphur content is less than 0.002%.
3. Process for the production of a steel armour plating, characterized in that a metal sheet is produced by hot rolling at a temperature between 1000 ° and 1300 ° C a steel whereof the composition by weight is as follows:
0.4 to 7% of carbon,
0.3 to 1.5% of manganese,
0.1 to 2% of chromium,
0.5 to 1.5% of silicon,
1 to 5% of nickel,
0.2 to 1% of molybdenum,
less than 0.015% of phosphorus,
less than 0.005% of sulphur,
the remainder being iron and residual impurities, then the metal sheet is quenched in a press and subjected to an annealing at between 150 ° and 250 ° C.
4. Process according to Claim 3, characterized in that the quenching is carried out using oil.
5. Process according to Claim 3 or Claim 4, characterized in that the rolling is carried out after heating to between 1150 ° C and 1250 ° C using a forging ratio greater than 2.
6. Process according to any one of Claims 3 to 5, characterized in that the quenching is carried out after heating to a temperature between 800 ° and 960 ° C.
7. Armour plating, characterized in that it is obtained by the process according to any one of Claims 3 to 6.

8. Armour plating according to Claim 7, characterized in that it is formed by a high-carbon sheet steel pierced by regularly distributed apertures and having 30 to 60% void relative to the total volume.
9. Armour plating according to Claim 7 or Claim 8, characterized in that it is formed by a high-carbon sheet steel covered with an elastomer.
10. Armour plating according to Claim 9, characterized in that the elastomer is mixed with synthetic fibre.
11. Ballistic super-protection shutter for the glazing of windows or windscreen of armoured vehicles, characterized in that it is produced using a steel armour plating according to one of Claims 7 to 10.

Patentansprüche

1. Stahl zum Herstellen von Panzerungsblechen und/oder Panzerungsteilen mit höheren ballistischen Eigenschaften durch Walzen und Wärmebehandlung, dadurch gekennzeichnet, daß er die folgende chemische Gewichtszusammensetzung hat:
0,4 % bis 0,7 % Kohlenstoff
0,3 % bis 1,5 % Mangan
0,1 % bis 2 % Chrom
0,5 % bis 1,5 % Silicium
1 % bis 5 % Nickel
0,2 % bis 1 % Molybdän
Weniger als 0,015 % Phosphor
Weniger als 0,005 % Schwefel
und dem Rest Eisen und Restverunreinigungen, die sich aus dem Schmelzen der zum Herstellen notwendigen Materialien ergeben, mit der Ausnahme des Zusammensetzungsgebietes, das durch die folgenden Bereiche gegeben ist:
0,45 bis 0,6 % Kohlenstoff
0,45 bis 0,65 % Mangan
0,85 bis 1,15 % Chrom
0,55 bis 1 % Silicium
1 bis 1,75 % Nickel
0,90 bis 1,0 % Molybdän
in Kombination.
2. Stahl nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Schwefelgehalt unter 0,002 % liegt.
3. Verfahren zum Herstellen einer Panzerung aus Stahl dadurch gekennzeichnet, daß man ein Blech durch Warmwalzen auf einer Temperatur zwischen 1000° und 1300°C aus einem Stahl herstellt, der die folgende Gewichtszusammensetzung hat:
0,4 bis 0,7 % Kohlenstoff
0,3 bis 1,5 % Mangan
0,1 bis 2 % Chrom
0,5 bis 1,5 % Silicium
1 bis 5 % Nickel
0,2 bis 1 % Molybdän
weniger als 0,015 % Phosphor
weniger als 0,005 % Schwefel,
der Rest Eisen und Restverunreinigungen und man anschließend das Blech unter Druck härtet und einem Anlassen zwischen 150° und 250°C unterwirft.
4. Verfahren nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, daß das Härten mit Öl erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4 dadurch gekennzeichnet, daß das Walzen nach einem Aufheizen auf eine Temperatur zwischen 1150°C und 1250°C mit einem Reduktionsverhältnis von über 2 erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß das Härten nach einem Aufheizen auf eine Temperatur zwischen etwa 800°C und 960°C erfolgt.

7. Panzerung dadurch gekennzeichnet, daß sie nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6 erhalten ist.

5 8. Panzerung nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, daß sie aus einem Stahlblech hoher Härte besteht, das mit regelmäßig verteilten Öffnungen durchschlagen ist, die 30 bis 60 % des Raumes bezüglich des Gesamtvolumens einnehmen.

10 9. Panzerung nach Anspruch 7 oder Anspruch 8 dadurch gekennzeichnet, daß sie aus einem Stahlblech hoher Härte besteht, das von einem Elastomermaterial überzogen ist.

10. Panzerung nach Anspruch 9 dadurch gekennzeichnet, daß das Elastomermaterial mit Kunstfasern gemischt ist.

15 11. Ballistische Schutzklappe für die Verglasung der Fenster und der Frontschuttscheibe von gepanzerten Fahrzeugen dadurch gekennzeichnet, daß sie aus einer Stahlpanzerung nach einem der Ansprüche 7 bis 10 gebildet ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

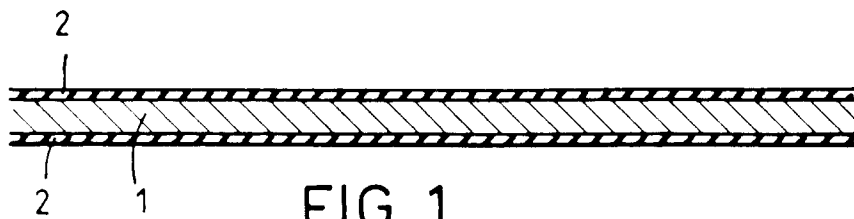


FIG. 1

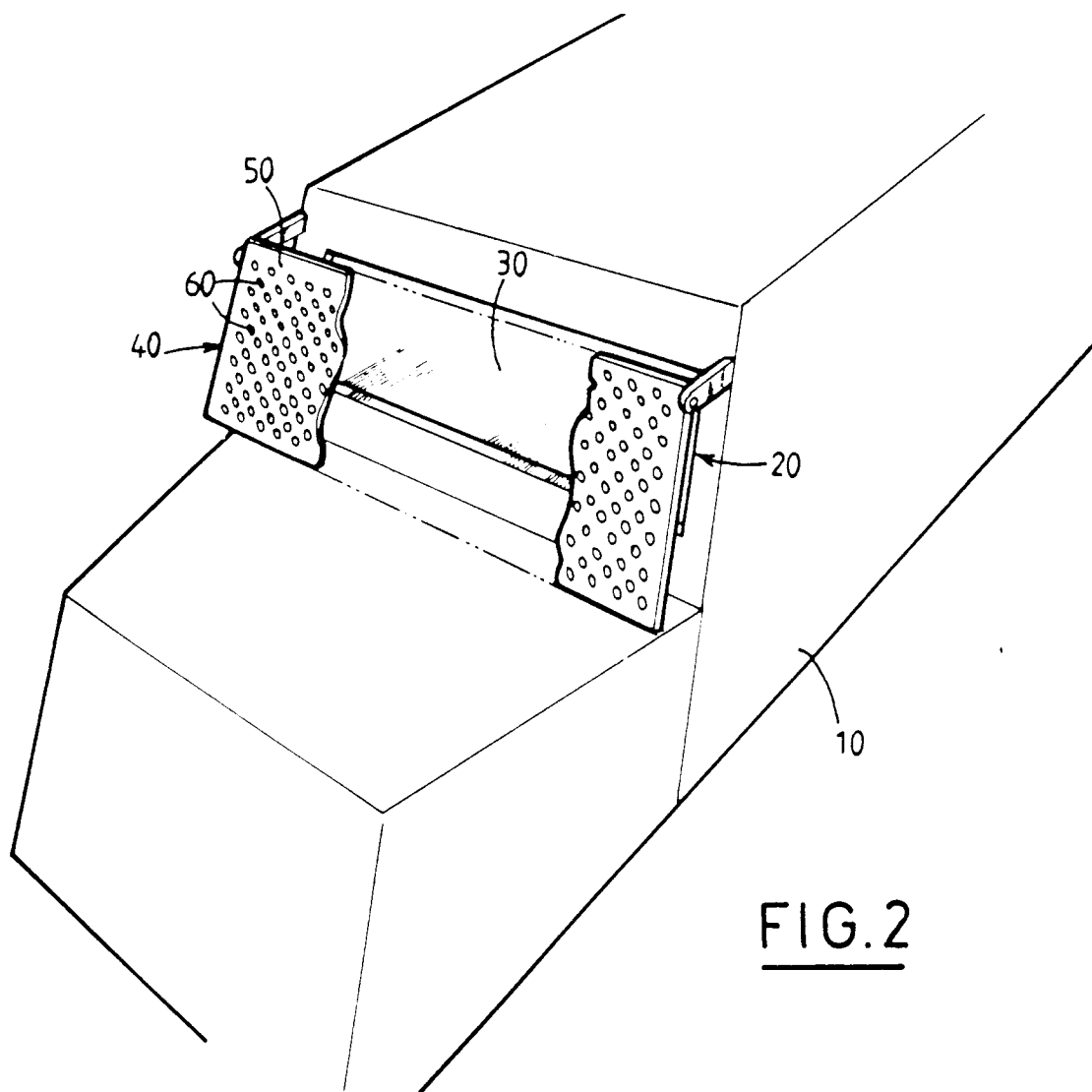


FIG. 2