

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Numéro de publication:

**0 292 877
A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21)

Numéro de dépôt: **88108044.4**

(51)

Int. Cl. 4: **G10K 11/16**

(22)

Date de dépôt: **19.05.88**

(30)

Priorité: **25.05.87 FR 8707317**

(43)

Date de publication de la demande:
30.11.88 Bulletin 88/48

(84)

Etats contractants désignés:
DE ES FR GB IT NL SE

(71)

Demandeur: **ALSTHOM**
38, avenue Kléber
F-75008 Paris Cédex 16(FR)

Demandeur: **VIBRACHOC, Société Anonyme**
dite:
Parc d'Activités de l'Eglantier C.E. 2804
Lisses
F-91028 Evry Cédex(FR)

(72)

Inventeur: **Perret, René**
2, rue Paul Helbronner
F-38100 Grenoble(FR)
Inventeur: **Rouget de Gourcez, Etienne**
58, avenue Béranger
F-77300 Fontainebleau(FR)

(74)

Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al**
Lennéstrasse 9 Postfach 24
D-8133 Feldafing(DE)

(54)

Revêtement de paroi absorbant les ondes acoustiques en milieu liquide.

(57)

Le revêtement est immergé dans de l'eau (2). Un matériau viscoélastique (4) est coulé dans des conduits formés par des parois auxiliaires rigides (5) fixées à la paroi de base (1). Le fond de ces conduits (6) contient de l'air.

L'invention s'applique notamment à la protection contre les bruits sous-marins.

EP 0 292 877 A1

Revêtement de paroi absorbant les ondes acoustiques en milieu liquide

La présente invention concerne un revêtement de paroi absorbant les ondes acoustiques. Lorsqu'une source de bruit et un corps à paroi rigide sont placés dans un milieu fluide où les ondes sonores peuvent se propager, une partie de l'énergie véhiculée par les ondes frappant la paroi est réfléchiée par celle-ci, une partie est transmise à travers la paroi, et une faible partie est absorbée par le matériau constituant la paroi ou son revêtement.

La valeur du rapport de l'énergie absorbée à l'énergie incidente, ou coefficient d'absorption, est fonction de la nature du matériau constituant ou revêtant la paroi, et de la fréquence du son.

Dans l'air, on connaît plusieurs types de dispositifs pour obtenir de forts coefficients d'absorption :

- Les matériaux poreux dans les interstices desquels l'énergie acoustique est transformée en chaleur par les turbulences et frottements dans ces interstices : lorsque l'onde incidente parvient à la partie rigide et pleine de la paroi, elle a perdu son énergie et la réflexion est très faible.
- Les panneaux élastiques qui constituent un système masse-ressort : lorsque la période de vibrations de ce dispositif est du même ordre que celle de l'onde sonore, une partie de l'énergie incidente est transformée en énergie mécanique, puis dissipée en frottements internes ou déformations.
- Les résonateurs à cavités qui jouent également comme un système masse-ressort dont la masse et l'élasticité sont celles de l'air : à la résonance, une partie de l'énergie est dissipée par la perte de charge de l'air dans le col du résonateur.

Dans tous les cas, la difficulté est d'obtenir une efficacité dans une bande de fréquence suffisamment large :

- Le premier type n'a d'efficacité que pour les fréquences élevées.
- L'inconvénient des deux derniers types est la limitation de leur efficacité à une bande de fréquence très étroite centrée sur la fréquence propre de ces systèmes.

Dans l'eau, le même problème se pose aussi : augmenter le coefficient d'absorption d'une paroi :

- soit pour diminuer l'énergie réfléchiée par une paroi immergée à proximité de sources de bruit d'une part et de détecteurs acoustiques d'autre part. Une telle paroi est liée par exemple à une plate-forme de forage ou d'exploitation pétrolière "offshore" à positionnement dynamique.
- soit pour simuler des propagations d'ondes en milieu infini dans des laboratoires de mesures de bruits.

Le revêtement idéal serait celui qui :

- annulerait toute réflexion, même partielle, des ondes incidentes ;
- agirait dans une large bande de fréquence, bande qui, dans le cas de l'eau, comprend notamment les basses fréquences entre 10 et 1000 Hertz.

Certains revêtements connus apparaissent très insuffisants lorsque le milieu ambiant est constitué par un liquide, surtout pour les basses fréquences inférieures à 1000 Hz.

C'est pourquoi le document de brevet FR-A 2 562 699 et ses correspondants EP-A 0161458 et US-A 4 560 028 (Alsthom Atlantique Fo 13666) ont proposé un revêtement réalisé selon les dispositions suivantes qui sont communes, quant à certaines de leurs fonctions, à ce revêtement connu et au revêtement selon la présente invention.

Ce revêtement présente une face arrière destinée à être appliquée sur une paroi de base rigide et une face avant destinée à baigner dans un milieu ambiant, notamment un liquide, parcouru par des ondes acoustiques. Il comporte :

- des parois auxiliaires fixes perpendiculaires à la paroi de base et laissant entre elles des conduits de dissipation d'énergie allongés selon une direction longitudinale également perpendiculaire à cette paroi, ces conduits étant remplis d'un matériau dissipateur présentant une viscosité cinématique supérieure à celle du liquide ambiant pour que ce matériau dissipe de l'énergie par frottement quand il oscille longitudinalement dans ces conduits sous l'action desdites ondes acoustiques,
- et un espace de débattement à l'arrière de ces conduits de dissipation pour permettre à ce matériau dissipateur d'effectuer librement de telles oscillations,

Dans ce revêtement connu ledit matériau dissipateur est un liquide complexe et ledit espace de débattement est occupé par des enceintes souples gonflées d'un gaz dont l'élasticité permet et conditionne les oscillations de ce liquide. Ce dernier doit être séparé du fluide ambiant par une membrane qui doit être à la fois transparente aux ondes acoustiques à amortir, et suffisamment résistante pour ne pas être détériorée en service. La réalisation d'une telle membrane pose parfois des problèmes.

La présente invention a pour but d'obtenir une absorption efficace des ondes acoustiques dans un milieu ambiant liquide, même à basses fréquences, à l'aide d'un revêtement plus robuste et facile à fabriquer.

Et elle a pour objet un revêtement qui présente les dispositions communes précédemment énoncées, ce revêtement étant caractérisé par le fait que ledit matériau dissipateur est un matériau viscoélastique qui répond à une sollicitation par une déformation importante avec frottement visqueux et qui répond à l'arrêt d'une telle sollicitation par un retour spontané et progressif à sa forme initiale, ce matériau adhérant auxdites parois auxiliaires fixes de manière que son élasticité assure son retour en place après un déplacement longitudinal.

Selon l'invention on adopte de plus, de préférence, les dispositions complémentaires suivantes.

Lorsque le revêtement est destiné à absorber des ondes de fréquence f (unité : s^{-1}) l'expression :

$$32 \times G' \times tgA \times 1/d^2 \times 6,283 \times f \times p_0 \times C_0$$

a une valeur comprise entre 0,2 et 5 environ,

- G' étant le module de cisaillement dudit matériau viscoélastique (unité : $N.m^{-2}$),

- tgA étant la tangente de son angle de perte, c'est-à-dire le rapport entre les composantes visqueuse et élastique de ce module,

- l étant la longueur desdits conduits occupés par ce matériau, c'est-à-dire l'épaisseur de ce dernier, (unité : m),

- d étant le diamètre hydraulique équivalent de ces conduits, (unité : m),

- p_0 étant la masse spécifique dudit liquide ambiant (unité : $kg.m^{-3}$)

- et C_0 la vitesse des ondes acoustiques dans ce liquide (unité : $m.s^{-1}$).

- Ledit matériau dissipateur contient un mélange d'un élastomère et d'une charge pulvérulente, et ledit espace de débattement contient un gaz.

- Lesdites parois auxiliaires s'étendent dans l'épaisseur dudit matériau dissipateur et dans celle dudit espace de débattement jusqu'à ladite paroi de base à laquelle elles sont fixées pour assurer ainsi la fixation de l'ensemble du revêtement.

- Lesdites parois auxiliaires forment des compartiments étanches pour ledit gaz dans ledit espace de débattement.

- Ledit gaz est enfermé dans ledit espace de débattement sous une pression qui peut être supérieure à la pression atmosphérique de manière à éviter que ledit matériau dissipateur ne soit trop déformé lorsque la pression hydrostatique de l'eau ambiante augmente.

Il doit être compris que les conduits de dissipation adjacents peuvent ne pas être complètement séparés les uns des autres par les parois auxiliaires ; le point important selon l'invention est qu'il existe des zones, les conduits, dans lesquelles le matériau dissipateur peut pratiquement se déformer sous l'influence des ondes acoustiques, et des éléments rigides qui, par adhérence, annulent le déplacement de ce matériau à leur contact.

Le diamètre hydraulique équivalent d est égal au diamètre des conduits si ceux-ci ont une section circulaire. Si leur section présente une forme régulière différente le diamètre hydraulique équivalent peut être défini comme égal à quatre fois le rapport de l'aire de la section droite du conduit au périmètre mouillé.

En cas de formes irrégulières, le périmètre mouillé ci-dessus est la longueur, dans chaque section droite, de la ligne qui constitue la frontière entre la zone d'immobilisation et la zone où un déplacement limité du matériau est possible, ce déplacement augmentant avec la distance à laquelle on se trouve de la ligne de frontière la plus proche.

Dans l'eau les fréquences des ondes à absorber s'étendent sur un large spectre et descendent souvent au-dessous de 1000 Hz environ.

A l'aide des figures schématiques ci-jointes on va décrire plus particulièrement ci-après, à titre d'exemples non limitatifs, comment l'invention peut être mise en oeuvre. Il doit être compris que les dispositions présentées ci-dessus comme préférées sont adoptées dans ces exemples et que les éléments décrits et représentés peuvent, sans sortir du cadre de l'invention, être remplacés par d'autres éléments assurant les mêmes fonctions techniques. Lorsqu'un même élément est représenté sur plusieurs figures il y est désigné par le même signe de référence.

La figure 1 représente une vue d'un premier revêtement selon l'invention en coupe par un plan perpendiculaire à la paroi de base.

La figure 2 représente une vue à échelle agrandie des parois auxiliaires de ce revêtement, en perspective.

La figure 3 représente une vue à échelle agrandie des parois auxiliaires d'un deuxième revêtement, en perspective.

La figure 4 représente une vue à échelle agrandie des parois auxiliaires d'un troisième revêtement, en perspective.

Ces figures montrent des exemples de réalisation de dispositifs destinés à absorber des sons de basse

fréquence se propageant dans l'eau.

Conformément à la figure 1, on place, contre une paroi de base 1, rigide et immergée dans un milieu ambiant constitué par de l'eau 2, un revêtement absorbant comprenant, en succession dans le sens milieu-paroi, les éléments suivants :

- 5 - un nid d'abeille métallique 5 constituant les conduits de dissipation 4 ; ces conduits ont une longueur de l'ordre de 100 mm, une section hexagonale de section voisine de 1 cm² et sont pleins d'un matériau viscoélastique désigné par le même numéro de référence 4 et constitué par exemple par l'un des mélanges suivants

10		Mélange 1	Mélange 2	Mélange 3
	Polyisoprène 100	100		50
	Polyisoprène 2000	-	100	50
15	Oxyde de zinc	5	5	5
	Acide stéarique	3	3	3
	Anti-oxygène	2	2	2
20	Noir de carbone	50	50	50
	Huile paraffinique	5	5	5
	Soufre	3,5	3,5	3,5
	C B S	0,7	0,7	0,7

25

Les polyisoprènes 100 et 2000 sont définis dans le document FR-A 2 255 313 (GOLE).

L'expression C B S signifie cyclohexyl benzothiazole sulfonamide.

- 30 Le nid d'abeille 5 se continue à l'arrière de ce matériau jusqu'à la paroi de base 1 sur une longueur de par exemple 60 mm pour former des compartiments 6 qui sont remplis d'air à deux ou trois bars et qui constituent ledit espace de débattement.

Dans une variante, le nid d'abeille en métal représenté figure 2 est remplacé par un papier gaufré enduit de résine délimitant, par collage, lesdits conduits de dissipation d'énergie.

- 35 Selon la figure 3, les conduits contenant le matériau dissipateur sont de section sensiblement rectangulaire et constitués par l'empilage de plaques nervurées 14. Les nervures 15 de ces plaques sont de hauteur voisine de 5 mm et elles délimitent entre elles des conduits 16.

Conformément à la figure 4 les parois auxiliaires présentent la forme de tôles ondulées superposées telles que 20 formant entre elles des conduits tels que 22.

40

Revendications

- 45 1/ Revêtement de paroi absorbant les ondes acoustiques en milieu liquide, ce revêtement présentant une face arrière destinée à être appliquée sur une paroi de base rigide (1) et une face avant destinée à baigner dans un milieu ambiant (2), notamment un liquide, parcouru par des ondes acoustiques, ce revêtement comportant

- 50 - des parois auxiliaires (5) fixes perpendiculaires à la paroi de base et laissant entre elles des conduits de dissipation d'énergie allongés selon une direction longitudinale également perpendiculaire à cette paroi, ces conduits étant remplis d'un matériau dissipateur (4) présentant une viscosité cinématique (V1) supérieure à celle (V0) du liquide ambiant pour que ce matériau dissipe de l'énergie par frottement quand il oscille longitudinalement dans ces conduits sous l'action desdites ondes acoustiques;

- et un espace de débattement (6) à l'arrière de ces conduits de dissipation pour permettre à ce matériau dissipateur d'effectuer librement de telles oscillations,

- 55 - ce revêtement étant caractérisé par le fait que ledit matériau dissipateur est un matériau viscoélastique qui répond à une sollicitation par une déformation importante avec frottement visqueux et qui répond à l'arrêt d'une telle sollicitation par un retour spontané et progressif à sa forme initiale, ce matériau adhérant auxdites parois auxiliaires fixes de manière que son élasticité assure son retour en place après un déplacement longitudinal.

2/ Revêtement selon la revendication 1, destiné à absorber des ondes de fréquence f (unité : s^{-1}) et caractérisé par le fait que l'expression :

$$32 \times G' \times \tan A \times 1/d^2 \times 6,283 \times f \times p_0 \times C_0$$

a une valeur comprise entre 0,2 et 5 environ,

- 5 - G' étant le module de cisaillement dudit matériau viscoélastique (4) (unité : $N.m^{-2}$),
- $\tan A$ étant la tangente de son angle de perte, c'est-à-dire le rapport entre les composantes visqueuse et élastique de ce module,
- l étant la longueur desdits conduits occupés par ce matériau (4), c'est-à-dire l'épaisseur de ce dernier, (unité : m),
- 10 - d étant le diamètre hydraulique équivalent de ces conduits, (unité : m),
- p_0 étant la masse spécifique dudit liquide ambiant (2) (unité : $kg.m^{-3}$)
- et C_0 la vitesse des ondes acoustiques dans ce liquide (unité : $m.s^{-1}$).

3/ Revêtement selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit matériau dissipateur (4) contient un mélange d'un élastomère et d'une charge pulvérulente, et ledit espace de débattement (6) contient un gaz.

4/ Revêtement selon la revendication 3, caractérisé par le fait que lesdites parois auxiliaires (5) s'étendent dans l'épaisseur dudit matériau dissipateur (4) et dans celle dudit espace de débattement (6) jusqu'à ladite paroi de base (1) à laquelle elles sont fixées pour assurer ainsi la fixation de l'ensemble du revêtement.

5/ Revêtement selon la revendication 4, caractérisé par le fait que lesdites parois auxiliaires (5) forment des compartiments étanches pour ledit gaz dans ledit espace de débattement (6).

6/ Revêtement selon la revendication 5, caractérisé par le fait que ledit gaz est enfermé dans ledit espace de débattement (6) sous une pression propre à éviter que ledit matériau dissipateur ne soit trop déformé par la pression hydrostatique de l'eau ambiante en service.

FIG.1

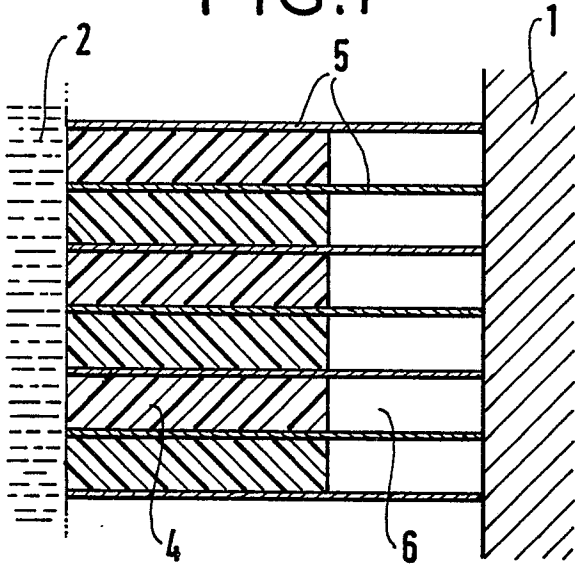


FIG.2

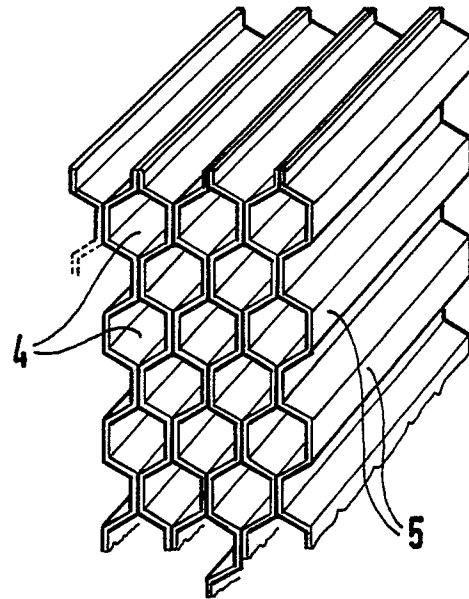


FIG.3

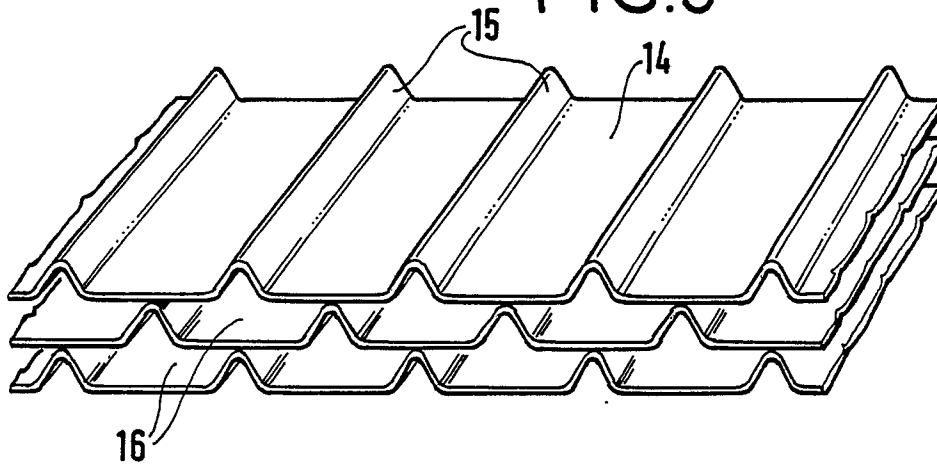
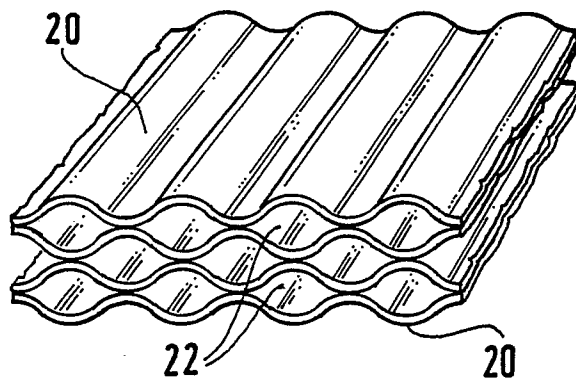


FIG.4





EP 88 10 8044

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A,D	EP-A-0 161 458 (ALSTHOM-ATLANTIQUE) * Abrégé; figures 1-4 * ---	1	G 10 K 11/16
A,D	FR-A-2 255 313 (GOLE) ---	1	
A	US-A-2 840 179 (JUNGER) * Colonne 2, ligne 50 - colonne 3, ligne 68; figures 1-4 * ---	1	
A	FR-A-2 586 849 (VIBRASONIC) * Abrégé; figure 1 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			G 10 K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 01-09-1988	Examineur ANDERSON A.TH.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			