



⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
22.03.95 Bulletin 95/12

⑤① Int. Cl.⁶ : **H01Q 17/00, B32B 7/02**

②① Numéro de dépôt : **90402343.9**

②② Date de dépôt : **23.08.90**

⑤④ **Procédé de fabrication d'un élément de surface pour l'absorption des ondes électromagnétiques.**

③⑩ Priorité : **24.08.89 DE 3928018**

④③ Date de publication de la demande :
27.02.91 Bulletin 91/09

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
22.03.95 Bulletin 95/12

⑧④ Etats contractants désignés :
BE CH DK ES FR GB IT LI NL SE

⑤⑥ Documents cités :
EP-A- 0 000 378
GB-A- 1 074 899
GB-A- 1 397 299

⑦③ Titulaire : **ISOVER SAINT-GOBAIN**
Les Miroirs
18, avenue d'Alsace
F-92400 Courbevoie (FR)

⑦② Inventeur : **Roth, Klaus**
Weinheimer Strasse 47
D-6806 Viernheim (DE)
Inventeur : **Mellem, Joachim**
Mozartstrasse 22
D-6905 Schriesheim (DE)

⑦④ Mandataire : **Menes, Catherine et al**
SAINT-GOBAIN RECHERCHE 39, Quai Lucien
Lefranc
F-93300 Aubervilliers (FR)

EP 0 414 613 B1

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

L'invention a pour objet un procédé de fabrication d'un élément de surface pour l'absorption des ondes électromagnétiques.

Les immeubles réfléchissant les ondes électromagnétiques, notamment les ondes radar, et situés dans la zone aéroportuaire, peuvent perturber le péage par radar nécessaire à la sécurité aérienne.

Il est connu des éléments de surface absorbant les ondes électromagnétiques, notamment les ondes radar. Ces éléments de surface sont réalisés en déposant en alternance dans une forme ou cassette des sections de plaques en laine minérale et des sections de plaques en matière à conductivité électrique. Ils peuvent servir d'absorbeur radar, par exemple pour des façades d'immeubles. Le procédé de fabrication de tels éléments de surface est cependant compliqué et doit être assuré essentiellement en manuel.

Il est ainsi connu du brevet GB-1 074 899 un élément de surface absorbeur d'ondes électromagnétiques constitué par une alternance de couches en une matière diélectrique et de couches en une matière électroconductrice.

Une telle fabrication manuelle présente le double inconvénient de contribuer à un coût élevé du produit et de ne pas garantir totalement une structure homogène des éléments de surface ainsi réalisés.

La présente invention a pour objet de mettre à disposition un procédé de fabrication de matières planes absorbant les ondes électromagnétiques, notamment les ondes radar, permettant la mise à disposition de telles matières à une échelle industrielle.

Conformément à la revendication 1, il est proposé selon l'invention un procédé de fabrication d'un élément de surface pour l'absorption des ondes radar, constitué par des couches, en une matière diélectrique, ici en laine minérale, entre lesquelles sont disposées des couches intermédiaires en une matière électroconductrice. Selon ce procédé, on empile les couches en laine minérale sous forme de bandes ou plaques, couches dont les fibres sont orientées essentiellement parallèlement aux grandes surfaces, en intercalant des couches en une matière électroconductrice sous forme de bandes ou plaques, on débite la pile ainsi formée par coupe verticale par rapport à l'orientation des fibres de manière à former des tranches dont les faces de coupe deviennent les grandes surfaces de l'élément de surface et on applique une bande support qui maintient les couches au moins sur une face de chacun des éléments de surface.

L'empilage des bandes ou plaques en laine minérale dont les fibres sont disposées essentiellement parallèlement aux surfaces desdites bandes ou plaques présente l'avantage de permettre la mise en oeuvre d'éléments plans en laine minérale préfabriqués en usine à l'échelle industrielle. De plus, ceux-

ci peuvent présenter une longueur considérable qui permet de réaliser un nombre très important de tranches à partir de chaque pile. Enfin la longueur des tranches peut être définie à volonté en variant la hauteur de la pile.

L'étape de coupe est de préférence réalisée à l'aide d'un couteau à aiguisage ondulé, à denture double en mouvement de va et vient, débitant des tranches de préférence lors de chaque aller et retour vertical.

Le revêtement par une bande-support présente le double avantage d'être également réalisable de façon automatique et de conférer une résistance mécanique élevée à l'élément de surface. De plus, il est ainsi possible de réaliser un élément de surface pratiquement sans fin, ceci en disposant des tranches les unes à côté des autres avant de recouvrir l'ensemble d'une bande support. Un tel élément de surface de grande longueur sera par exemple livré sous forme de rouleau et coupé à la longueur souhaitée lors de la pose.

L'ensemble des étapes pouvant être automatisées, on dispose ainsi d'un procédé de fabrication à l'échelle industrielle, apte à fournir un nombre élevé d'éléments de surface aux caractéristiques d'absorption des ondes électromagnétiques.

Il est possible d'obtenir une sélectivité de l'absorption des rayons, de manière à obtenir un absorbeur à bande étroite, par une adaptation du rapport des couches et/ou de leur épaisseur en fonction de la longueur des ondes de la radiation à absorber.

Pour ce faire, le rapport ne doit pas nécessairement être de 1 pour 1, mais il peut s'élever à 1 pour 2, 1 pour 3, 1 pour 4, etc., en vue d'absorber une bande plus large des ondes électromagnétiques, notamment des ondes radar.

Un élément de surface composé d'éléments en couches de texture différente est connu depuis la norme US-A-4 025 680 cependant un tel élément sert uniquement à l'isolation thermique d'un élément tubulaire de construction.

En ce qui concerne les mesures techniques des dispositifs pour la réalisation du procédé objet de l'invention, il est renvoyé au contenu des documents EP-B-378 et DE-A-36 26 244, qui, dans un autre contexte, présentent des techniques applicables au procédé objet de l'invention.

Pour la mise en oeuvre des dispositifs connus, il faut cependant tenir compte du fait qu'une modification du dispositif de découpe peut être requise le cas échéant, à savoir lorsque la pile à débiter est composée de couches de matières à masse volumique apparente fortement différente. Dans ce cas, et en raison de l'enfoncement selon différentes profondeurs du dispositif de coupe, une coupe dite ondulée peut se produire, faisant en sorte que le revêtement ne serait disposé sur le disque coupé que de manière approximative. C'est pourquoi une adaptation de la

lame de scie du dispositif de coupe peut être nécessaire.

De même, les transporteurs et les quantités de colle sont à adapter à la situation présente.

Conformément à la revendication 2, les deux faces de l'élément de surface sont avantageusement revêtues. On obtient alors une plaque lamellaire de résistance mécanique très élevée qui peut être par exemple utilisée pour la couverture de surfaces planes car leur solidité les rend praticables pour une courte durée.

Suivant la revendication 3, un tel élément revêtu sur ses deux faces peut être refendu parallèlement au revêtement afin d'obtenir deux éléments de surface revêtus sur une seule face. Ceci diminue encore les coûts de fabrication et convient tout particulièrement à la réalisation d'éléments relativement minces.

La bande-support est de préférence une feuille métallique éventuellement armée, notamment une feuille d'aluminium. Une telle bande métallique assure une bonne résistance mécanique et a de plus un effet de réflecteur interne du radar sur la face de l'élément de surface où les ondes arrivent après avoir traversé les différentes couches. En fonction des épaisseurs des couches et de leur rapport, on peut faire en sorte que le déphasage entre les ondes arrivant sur la face frontale des couches et les ondes réfléchies par la bande-support aboutissent à un effacement quasi total des ondes.

La face frontale de l'élément de surface, c'est-à-dire la face de pénétration des ondes est avantageusement munie d'un revêtement bien entendu non conducteur, par exemple du type voile fibreux non tissé, notamment un voile en fibres de verre, inerte vis-à-vis des radiations mais conférant une résistance mécanique élevée à l'ensemble de l'élément de surface, notamment une bonne résistance à la flexion. La combinaison d'une bande-support en aluminium et d'un revêtement frontal du type voile en fibres de verre permet la réalisation d'éléments de surface sous forme de plaques.

Par ailleurs, la surface poreuse du voile non tissé laisse pénétrer les ondes sonores qui sont absorbées par les couches en laine minérale, de sorte que l'élément de surface est insonorisant - outre son pouvoir d'isolation thermique.

D'autres avantages et caractéristiques avantageuses de la présente invention sont décrits ci-après en référence aux dessins annexés qui représentent :

- **figure 1** : un détail d'une coupe d'un élément de surface avec une bande support unilatérale, fabriqué selon le procédé objet de l'invention,
- **figure 2** : un détail d'une coupe d'un élément de surface avec une bande support bilatérale, fabriqué selon le procédé objet de l'invention,
- **figure 3** : un détail d'une coupe d'un produit semi-fini.

Sur la figure 1, on a représenté en 1 un élément

de surface sous forme de bande, dont la bande-support 2 faite d'une feuille d'aluminium armée a une épaisseur de 30 µm et supporte des couches larges 3 en laine minérale, dans le cas ici représenté en laine de verre, disposées en parallèle. Ces couches en laine minérale sont associées à des couches 4 plus étroites, faites d'un non-tissé en fibres de verre imprégné de graphite.

Les fibres 5 des couches 3 sont essentiellement perpendiculaires à la bande-support 2. Les couches 3 et 4 alternantes sont dans un rapport défini et composent une couche d'isolation 6 fixée par collage à la bande-support 2 faite d'une feuille d'aluminium en treillis. L'élément de surface 1 a ainsi la forme d'une natte dite lamellaire.

Les écarts entre deux couches étroites 4 sont choisis par rapport à la longueur des ondes électromagnétiques à absorber, notamment des ondes radar, de manière à obtenir une absorption de résonance. Par ailleurs, l'épaisseur de la couche d'isolation peut être également adaptée à la longueur des ondes à absorber. On obtient alors un absorbeur dit de bande étroite.

Pour ce qui concerne d'autres possibilités de mise en oeuvre et le problème de la résistance à la compression d'un tel élément de surface 1, référence est faite au brevet allemand P 38 05 269.5.

Un autre exemple de réalisation est proposé à la figure 2 où les éléments similaires à ceux de la figure 1 sont notés avec des repères augmentés de 200.

L'élément de surface 201 est réalisé sous forme de plaques lamellaires grâce au second revêtement 208. Dans l'exemple ici représenté, la bande-support 202 est une feuille d'aluminium, les bandes 203 en laine de verre y sont fixées par collage et sont séparées par des bandes étroites 204 en une feuille métallique ou par exemple en un non-tissé avec adjonction de graphite ou même en un non-tissé en carbone. En vue de réaliser une couche d'isolation 206 absorbant les ondes radar, la surface 207 de l'élément de surface 201 est revêtue d'une bande supplémentaire 208 en une matière sans conductivité électrique dans le cas présent un voile non tissé en fibres de verre d'un grammage d'environ 170-180 g/cm². Un tel voile peut être pénétré par des ondes électromagnétiques, notamment des ondes radar, de telle manière que les dernières sont absorbées selon le mécanisme décrit dans l'exemple de réalisation de la figure 1. Ainsi, aucune radiation radar perturbant la sécurité aérienne ne quitte l'élément de surface 201.

Ce revêtement 208 améliore la résistance mécanique, notamment la résistance à la flexion de l'élément de surface 201. De plus, il protège la matière des couches 203 et 204 de l'encrassement et de la détérioration.

Les éléments de surface 1 et 201 sont utilisés notamment pour le revêtement des bâtiments réfléchissants les ondes radar et pouvant de ce fait perturber

les contrôles aériens. Outre l'absorption des ondes radar, l'élément de surface confère également une isolation thermique et sonore au bâtiment.

Ces éléments de surface 1, 201 sont mis en place selon les techniques usuelles d'isolation par l'extérieur à partir de matériaux se présentant sous des formes similaires.

L'élément de surface 1 présente de plus l'avantage de convenir à l'isolation des surfaces courbées. Par ailleurs, l'orientation principale des fibres perpendiculaire à la bande-support 2, 202 conduit à des produits 1, 201 ayant une résistance à la compression élevée.

Bien entendu, la mise en oeuvre de l'élément de surface d'après l'invention dépasse son utilisation en tant qu'absorbeur radar. Ainsi, il est possible de régler certains problèmes d'isolation thermique et/ou acoustique par la variation du type de la matière isolante des bandes 3 et 203 ainsi que 4 et 204.

De tels éléments de surface 1 ou 201 réalisés d'après l'invention peuvent être également utilisés pour l'isolation thermique et l'absorption des rayons dans des appareils à micro-ondes de toutes sortes.

Lors de la mise en oeuvre en tant qu'absorbeur radar dans le spectre à bande étroite et/ou large, on utilise typiquement un isolant dont la masse volumique apparente s'élève à 25 à 70 kg/m³.

La figure 3 montre une manière particulièrement économique de la fabrication d'un élément de surface 301. Les éléments ayant le même effet portent le même repère que sur la figure 1 mais augmenté de 300.

D'après la figure 3, on réalise dans une première étape un produit semi-fini 310. Ce produit semi-fini 310 présente une couche d'isolation 306 d'une épaisseur de 2 d. Les bandes lamellaires composées des éléments 303 et 304 sont ensuite adjointes à des bandes support inférieure et supérieure 302 et 302a et fixées par collage. Le produit semi-fini 301 est ensuite refendu par le milieu à l'aide d'un couteau à aiguisage ondulé à denture simple 311, créant ainsi deux éléments de surface 301 sous forme de bande lamellaire. Ces éléments 301, le cas échéant, sont enroulés sur un dispositif d'embobinage, par exemple un noyau d'enroulement ou ont leurs surfaces 307 pourvues d'une bande-support supplémentaire.

Ceci permet, à l'échelle industrielle, en un nombre élevé de pièces, la réalisation d'éléments de surface 1, 201 et 301 absorbant les ondes électromagnétiques et ayant des propriétés d'isolation thermique et acoustique.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un élément de surface (1, 201 - 301) pour l'absorption des ondes électromagnétiques constitué par des couches en

une matière diélectrique (2 - 203 - 303) entre lesquelles sont disposées des couches intermédiaires en une matière électroconductrice (4 - 204 - 304), **caractérisé en ce que** les couches (2 - 203 - 303) en une matière diélectrique sont en laine minérale et **en ce que**, selon ledit procédé :

* on empile les couches en laine minérale (2 - 203 - 303) sous forme de bandes ou plaques, couches dont les fibres sont orientées essentiellement parallèlement aux grandes surfaces, en intercalant des couches (4 - 204 - 304) en une matière électroconductrice sous forme de bandes ou plaques,

* on débite la pile ainsi formée par coupe verticale par rapport à l'orientation des fibres de manière à former des tranches dont les faces de coupe deviennent les grandes surfaces (7 - 207 - 307) de l'élément de surface (1 - 201 - 301) et,

* on applique une bande support (2 - 202 - 302) qui maintient les couches (3 - 4 ; 203 - 204 ; 303 - 304) au moins sur une face de chacun des éléments de surface (1 - 201 - 301).

2. Procédé de fabrication selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les deux faces de l'élément de surface (1 - 201 - 301) sont revêtues.

3. Procédé de fabrication selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'un** élément de surface (1 - 201 - 301) revêtu sur deux faces est refendu parallèlement au revêtement afin d'obtenir deux éléments de surface (1 - 201 - 301) revêtus sur une seule face.

4. Procédé de fabrication selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'on** utilise comme bande-support (2 - 202 - 302) une feuille métallique, le cas échéant une feuille armée, notamment une feuille d'aluminium.

5. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce qu'une** face de l'élément de surface est revêtue d'une feuille d'aluminium et la face opposée (207) est revêtue d'un voile fibreux non-tissé (208), notamment d'un voile en fibres de verre.

6. Procédé de fabrication selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les tranches sont débitées à l'aide d'un couteau à aiguisage ondulé, à double denture, à mouvement de va-et-vient.

7. Procédé de fabrication selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** ledit couteau est mené de

manière à ce que des tranches sont débitées de la pile lors de chaque aller et retour vertical.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Flächenelementes (1, 201 - 301) zur Absorption von elektromagnetischen Wellen, welches aus Lagen aus einem dielektrischen Material (2 - 203 - 303) besteht, zwischen denen Zwischenschichten aus einem elektrisch leitfähigen Material (4 - 204 - 304) angeordnet sind, *dadurch gekennzeichnet, daß* die Lagen (2 - 203 - 303) aus einem dielektrischen Material aus Mineralwolle bestehen, *und daß* gemäß diesem Verfahren
 - die Lagen aus Mineralwolle (2 - 203 - 303), deren Fasern im wesentlichen parallel zu den großen Oberflächen verlaufen, in Form von Bahnen oder Platten übereinandergestapelt werden, wobei Lagen (4 - 204 - 304) aus einem elektrisch leitfähigen Material in Form von Bahnen oder Platten dazwischengeschaltet sind,
 - der so gebildete Stapel durch Schneiden senkrecht zum Faserverlauf geschnitten wird, um Scheiben zu bilden, deren Schnittflächen zu den großen Oberflächen (7 - 207 - 307) des Flächenelementes (1 - 201 - 301) werden, und
 - eine die Lagen (3 - 4; 203 - 204; 303 - 304) auf mindestens einer Oberfläche jedes der Flächenelemente (1 - 201 - 301) zusammenhaltende Trägerbahn (2 - 202 - 302) aufgebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet, daß* die beiden Oberflächen des Flächenelementes (1 - 201 - 301) kaschiert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet, daß* ein auf zwei Oberflächen kaschiertes Flächenelement (1 - 201 - 301) parallel zur Kaschierung gespalten wird, um zwei jeweils auf einer einzigen Oberfläche kaschierte Flächenelemente (1 - 201 - 301) zu erhalten.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet, daß* als Trägerbahn (2 - 202 - 302) eine Metallfolie, gegebenenfalls eine armierte Folie, insbesondere eine Aluminiumfolie, verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, *dadurch gekennzeichnet, daß* eine Oberfläche des Flächenelementes mit einer Aluminiumfolie kaschiert wird und die gegenüberliegende Oberfläche (207) mit einem Faservlies (208), insbeson-

dere einem Glasfaservlies, kaschiert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet, daß* die Scheiben mit Hilfe eines hin- und hergehenden doppelverzahnten Welschliffmessers abgeschnitten werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, *dadurch gekennzeichnet, daß* das Messer derart geführt wird, daß beim vertikalen Vor- und Rücklauf jeweils Scheiben vom Stapel abgeschnitten werden.

Claims

1. Process for manufacturing a surface element (1, 201 - 301) for absorbing electromagnetic waves and consisting of layers of a dielectric material (2 - 203 - 303) between which intermediate layers of an electroconductive material (4 - 204 - 304) are disposed, characterised in that the layers (2 - 203 - 303) of a dielectric material are made of mineral wool and in that, according to this process: - the mineral wool layers (2 - 203 - 303) in the form of strips or plates - the fibres of which layers are oriented substantially parallel to the wide surfaces - are stacked by intercalating layers (4 - 204 - 304) of an electroconductive material in the form of strips or plates; - the stack thus formed is cut by cutting vertically relative to the direction of the fibres so as to form slices of which the cutting faces become the wide surfaces (7 - 207 - 307) of the surface element (1 - 201 - 301); and - a support strip (2 - 202 - 302) is applied which maintains the layers (3 - 4; 203 - 204; 303 - 304) at least on one face of each of the surface elements (1 - 201 - 301).
2. Manufacturing process according to Claim 1, characterised in that the two faces of the surface element (1 - 201 - 301) are covered.
3. Manufacturing process according to Claim 2, characterised in that a surface element (1 - 201 - 301) covered on both faces is slit parallel to the covering in order to obtain two surface elements (1 - 201 - 301) covered on a single face.
4. Manufacturing process according to any one of the preceding claims, characterised in that a metal foil, if necessary a reinforced foil, in particular an aluminium foil, is used as the support-strip (2 - 202 - 302).
5. Manufacturing process according to any one of Claims 2 to 4, characterised in that one face of the surface element is covered with an aluminium foil

and the opposite face (207) is covered with a non-woven, fibrous sheet (208), in particular a glass fibre sheet.

6. Manufacturing process according to any one of the preceding claims, characterised in that the slices are cut by a serrated blade with two sets of teeth and a reciprocating movement. 5
7. Manufacturing process according to Claim 6, characterised in that the blade is guided such that the slices are cut from the stack during each vertical reciprocating movement. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

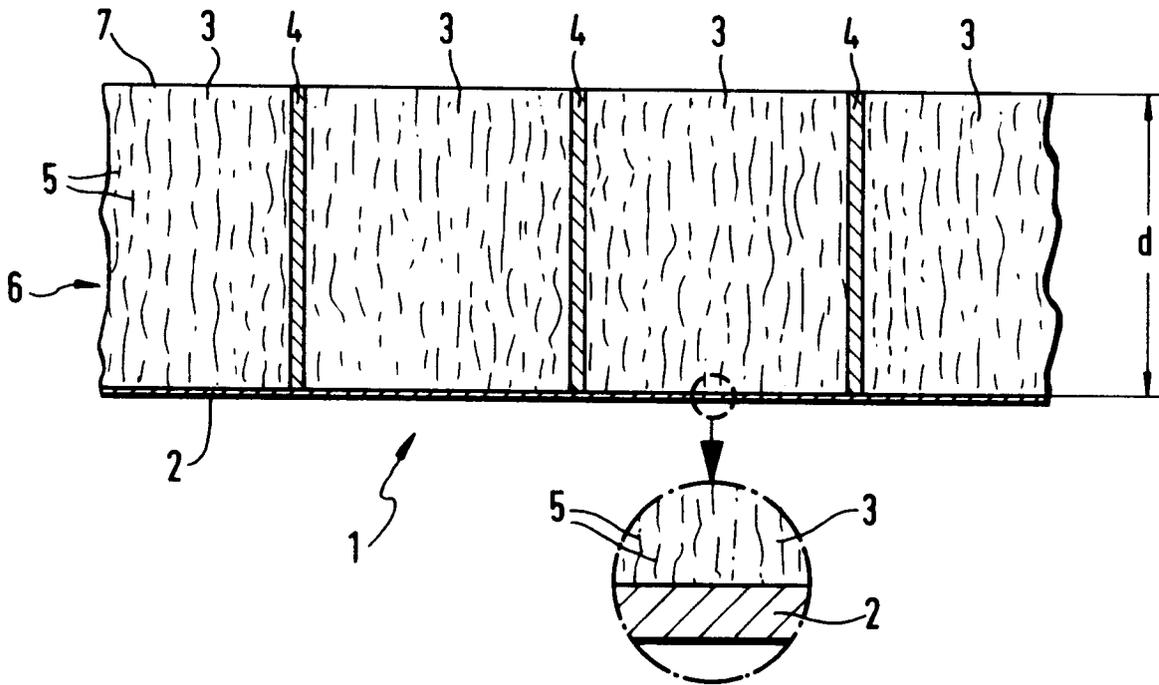
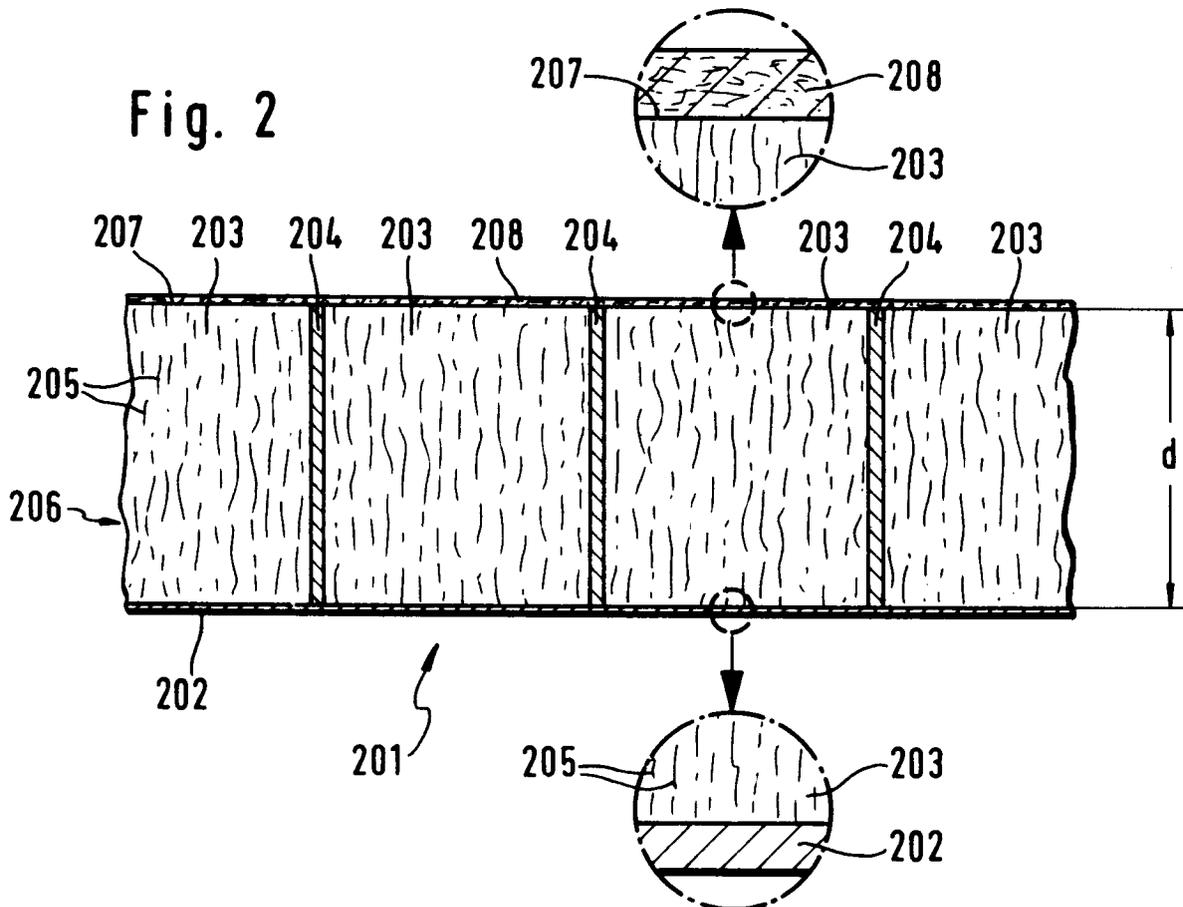


Fig. 2



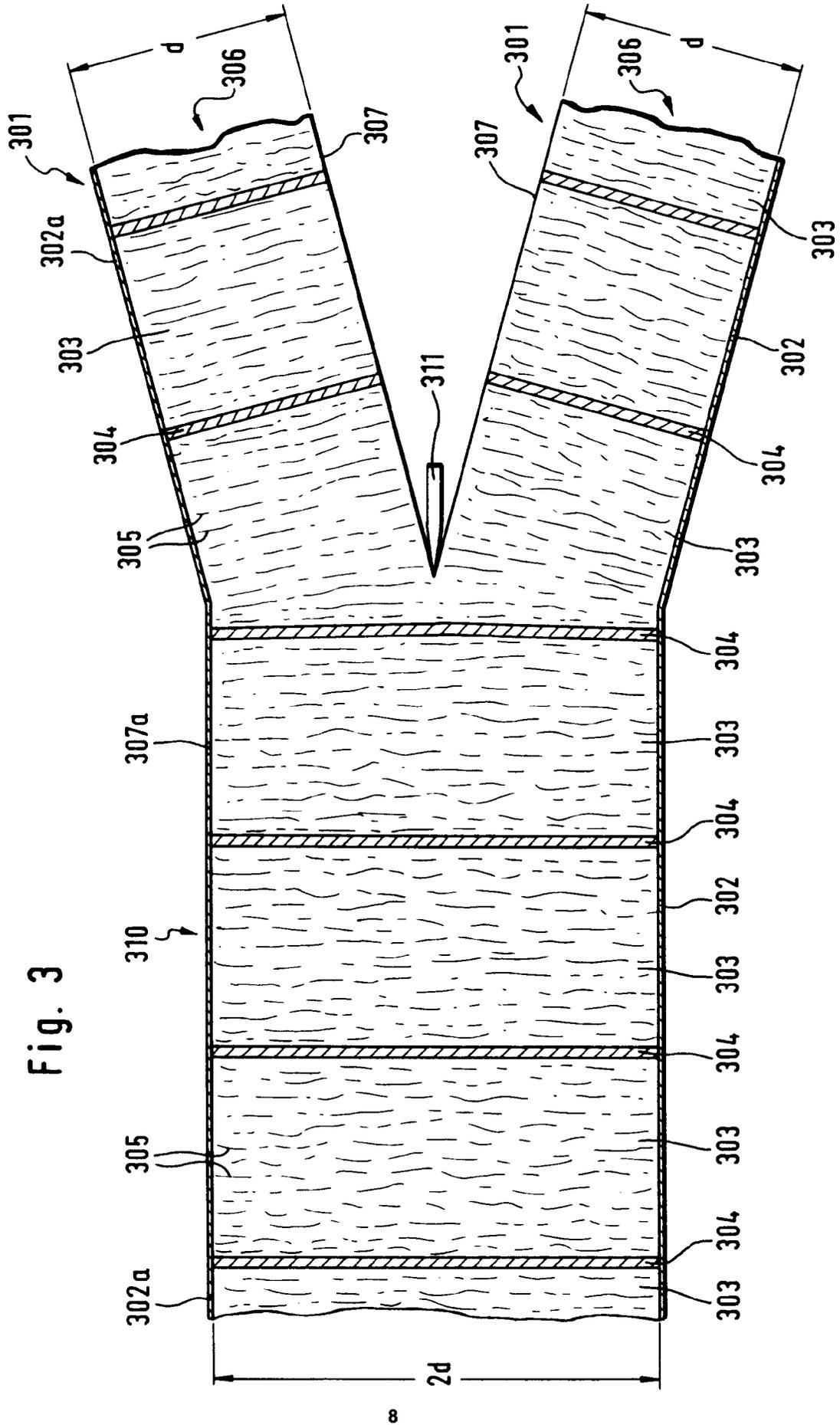


Fig. 3