



(21) (A1) **2,308,787**
(22) 2000/05/04
(43) 2000/11/10

(72) VAN DEN BERGHE, JEAN-LOUIS, FR

(71) VAN DEN BERGHE, JEAN-LOUIS, FR

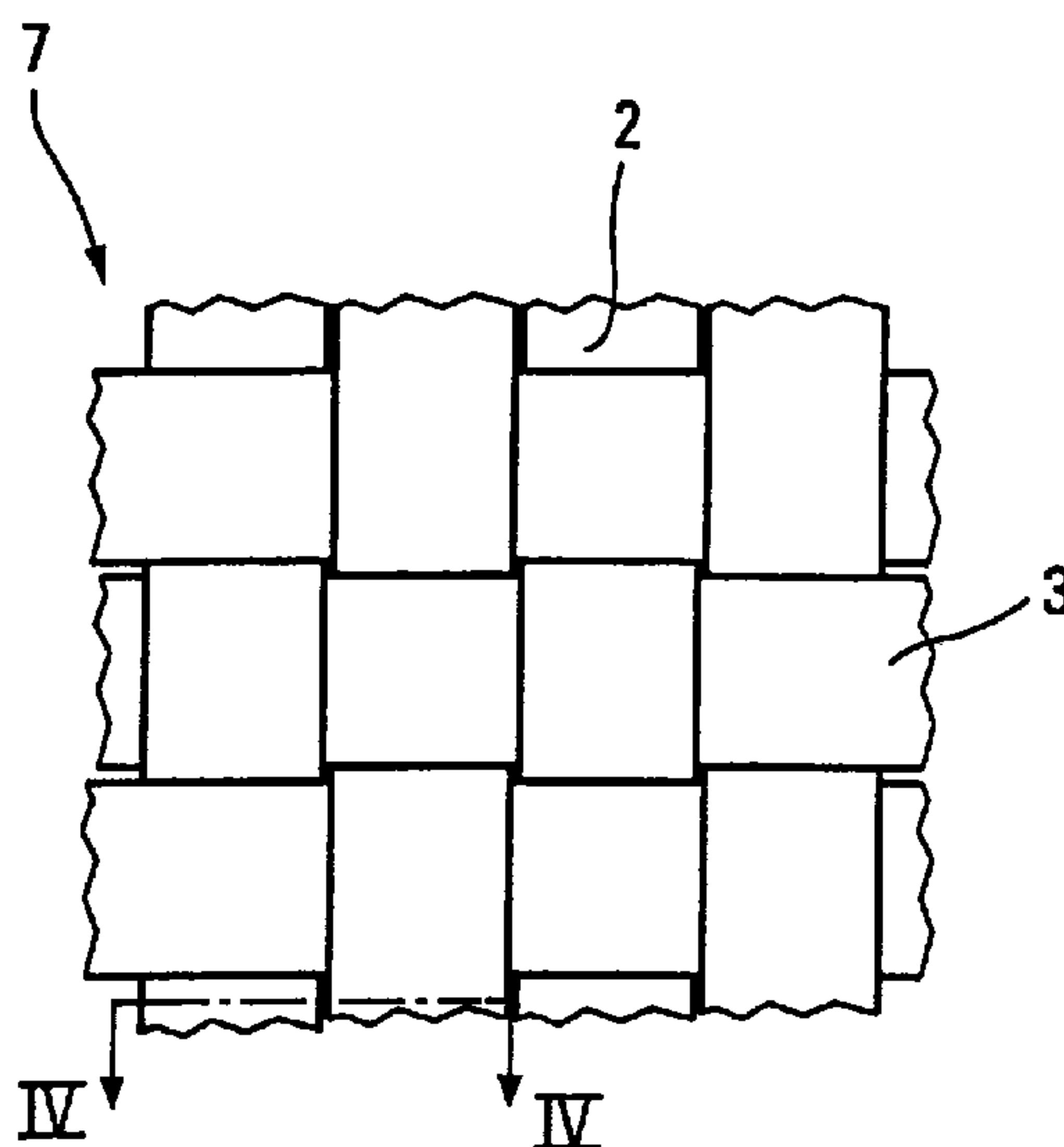
(51) Int.Cl.⁷ H01Q 15/14

(30) 1999/05/10 (99 05901) FR

(54) **SURFACE REFLECHISSANT LES ONDES**

**ELECTROMAGNETIQUES ET PROCEDE POUR SA
REALISATION**

(54) **SURFACE REFLECTING ELECTROMAGNETIC WAVES AND
PROCESS FOR ITS PRODUCTION**



(57) La présente invention concerne une surface rigide réfléchissant les ondes électromagnétiques, notamment pour réflecteur d'antenne, blindage électromagnétique et guide d'ondes. - Selon l'invention, cette surface est constituée d'un entrelacs (7) de fils électriquement conducteurs (2, 3) qui sont constitués superficiellement d'un alliage métallique stable de diffusion assurant la solidarisation desdits fils entre eux et la rigidité de ladite surface.

A B R É G É

- La présente invention concerne une surface rigide réfléchissant les ondes électromagnétiques, notamment pour réflecteur d'antenne, blindage électromagnétique et guide d'ondes.
- Selon l'invention, cette surface est constituée d'un entrelacs (7) de fils électriquement conducteurs (2, 3) qui sont constitués superficiellement d'un alliage métallique stable de diffusion assurant la solidarisation desdits fils entre eux et la rigidité de ladite surface.

Figure 2.

BREVET D'INVENTION

Surface réfléchissant les ondes électromagnétiques
et procédé pour sa réalisation.

La présente invention concerne les surfaces réfléchissant les ondes électromagnétiques, telles que les réflecteurs d'antenne, les blindages électromagnétiques, les guides d'ondes, etc ... ainsi qu'un procédé pour la réalisation de ces surfaces.

5 On connaît déjà des surfaces réfléchissant les ondes électromagnétiques --ci-après dénommées surfaces réfléchissantes--, qui sont réalisées par des feuilles de métal mises en forme, par exemple par emboutissage, leur conférant une structure autoporteuse. Cependant, de telles surfaces présentent une masse importante, de sorte que leurs dimensions
10 sont généralement limitées. De plus, du fait de leur masse, elles ne peuvent être montées à bord d'engins spatiaux.

 Aussi, pour remédier à ces inconvénients de masse et de limitation de dimensions, on a déjà proposé de réaliser des surfaces réfléchissantes en métallisant, par toute méthode connue (projection, galvanoplastie, dépôt sous vide, peinture conductrice, etc ...) des supports en une
15 matière composite fibres de carbone - matrice de résine polymérisée. On peut ainsi obtenir des surfaces réfléchissantes de masse acceptable et de dimensions désirées. Cependant, ces surfaces réfléchissantes présentent des inconvénients. Tout d'abord, on constate que les portions rectilignes
20 des fibres de carbone desdits supports introduisent une polarisation parasite indésirable dans le rayonnement électromagnétique réfléchi par lesdites surfaces. Ceci est dû au fait que les fibres de carbone réfléchissent en partie le rayonnement électromagnétique incident, alors que la résine polymérisée de la matrice, disposée entre lesdites fibres, est relativement
25 transparente audit rayonnement.

De plus, il peut se produire des décharges électriques parasites locales entre les extrémités en regard de fibres de carbone rompues --ces fibres étant conductrices-- ce qui engendre des parasites dans ledit rayonnement réfléchi.

5 Enfin, la métallisation desdits supports composites présente en général un état de surface tellement lisse que le rayonnement thermique reçu par un tel réflecteur est concentré au foyer de ce dernier. Aussi, lorsque la source du réflecteur se trouve au foyer, il est nécessaire de protéger thermiquement ladite source, par exemple en recouvrant la sur-
10 face active du réflecteur par une peinture diffusante.

La présente invention a pour objet de remédier aux inconvénients des surfaces réfléchissantes à support composite, tout en permettant d'obtenir des surfaces réfléchissantes de légèreté comparable.

A cette fin, selon l'invention, la surface rigide réfléchissant les
15 ondes électromagnétiques, notamment pour réflecteur d'antenne, blindage électromagnétique et guide d'ondes, est remarquable en ce qu'elle est constituée d'un entrelacs de fils électriquement conducteurs qui sont constitués superficiellement d'un alliage métallique stable de diffusion assurant la solidarisation desdits fils entre eux et la rigidité de ladite sur-
20 face.

Ainsi, grâce à la présente invention, on élimine les fibres de carbone et leurs inconvénients (polarisation parasite et décharges de rupture). Par ailleurs, puisque, dans ledit entrelacs, les fils conducteurs se croisent en formant des microfacettes, la surface, lorsqu'elle se présente
25 sous la forme d'un réflecteur d'antenne, ne focalise plus l'énergie calorifique au seul foyer ; au contraire, cette énergie thermique passe par une tache focale. Il en résulte que la source est soumise à un flux thermique plus faible et que la protection thermique de la source et du réflecteur peut être moins complexe. Il n'est plus nécessaire de recouvrir la surface

active du réflecteur de peinture diffusante, ce qui évite les distorsions engendrées par celle-ci.

Pour obtenir la surface réfléchissante rigide conforme à la présente invention, on peut :

- 5 – réaliser un entrelacs souple de fils électriquement conducteurs dont la superficie est métallique et revêtue d'un métal d'apport, ledit métal d'apport ayant un point de fusion inférieur à celui du métal superficiel desdits fils et ledit métal d'apport et ledit métal superficiel étant aptes à diffuser réciproquement l'un dans l'autre lorsqu'ils sont portés à une
10 température au moins égale au point de fusion dudit métal d'apport pour former un alliage métallique stable de diffusion, dont la température de fusion est supérieure au point de fusion dudit métal d'apport et croît en direction du point de fusion dudit métal superficiel avec l'intensité de ladite diffusion ;
- 15 – conformer ledit entrelacs souple à la forme souhaitée pour ladite surface rigide réfléchissant les ondes électromagnétiques ; et
- élever la température dudit entrelacs souple, ainsi conformé, au-delà du point de fusion dudit métal d'apport pour obtenir la formation dudit alliage métallique de diffusion, entraînant la solidarisation desdits fils entre eux et la rigidification dudit entrelacs, qui forme alors ladite surface
20 rigide.

Cet entrelacs souple peut être réalisé de différentes manières, par exemple par tricotage, guipage, tressage, nappage, tissage ou bien encore par la mise en oeuvre des méthodes de fabrication de produits fibreux non tissés. Toutefois, l'entrelacs sous forme d'un tricot s'est révélé
25 particulièrement avantageux, notamment en ce qui concerne la diffusion du flux thermique reçu par ladite surface réfléchissante.

Les fils électriquement conducteurs peuvent être constitués d'une âme métallique recouverte dudit métal d'apport. Dans ce cas, le métal

superficiel est donc celui de l'âme. Cependant, en variante, les fils électriquement conducteurs peuvent être constitués d'une pluralité de couches coaxiales, dont au moins certaines sont réalisées en une matière --électriquement conductrice ou éventuellement isolante-- différente dudit métal superficiel.

Parmi les métaux utilisés pour la réalisation des fils électriquement conducteurs, on peut citer les métaux bons conducteurs de l'électricité, tels que l'or, l'argent, le cuivre, etc ... ou bien encore les alliages à faible coefficient de dilatation thermique, tels que certains ferro-nickel, ou bien encore d'autres métaux ou alliages métalliques.

Les métaux d'apport sont choisis parmi les métaux ou des alliages à bas point de fusion, tels que l'étain ou l'indium, susceptibles de former un alliage stable par diffusion avec le métal superficiel.

D'excellents résultats ont été obtenus, en choisissant le cuivre comme métal superficiel et l'indium comme métal d'apport.

La section des fils électriquement conducteurs peut être circulaire, avec un diamètre compris de préférence entre 6 et 20 microns, ou bien aplatie, avec une épaisseur comprise également de préférence entre 6 et 20 microns et une largeur comprise de préférence entre 0,2 et 1,5 mm. Dans ces cas, l'épaisseur du revêtement du métal d'apport peut être comprise entre 10 Angström et 1 micron.

De préférence, afin de communiquer à ladite surface une épaisseur souhaitée, on prévoit d'appliquer une pression uniforme sur l'entrelacs souple conformé, pendant l'élévation de température.

La surface conforme à la présente invention peut être uniforme, sans trous. Dans ce cas, on prévoit un entrelacs relativement serré et l'application de ladite pression uniforme permet d'obturer les éventuels jours de l'entrelacs. En variante, ladite surface peut comporter des trous, prévus au moment de la réalisation dudit entrelacs.

Dans un mode de réalisation préféré, la surface obtenue par l'entrelacs rigidifié est renforcée par un renfort accolé contre l'une des faces dudit entrelacs et solidarisé de celle-ci. Ainsi, l'entrelacs rigidifié ne forme alors que la partie réfléchissante active de ladite surface. Un tel renfort peut présenter une structure composite fibres - matrice polymérisée. Il est alors avantageux que la solidarisation de la surface et du renfort soit obtenue par collage à l'aide de la résine de ladite matrice, le renfort étant formé sur ladite surface. Il faut bien entendu, à cet effet, que la température de polymérisation de la résine soit inférieure à la température de fusion de l'alliage métallique stable de diffusion.

On voit ainsi que, grâce à l'invention, on obtient une surface réfléchissant les ondes électromagnétiques par brasage par diffusion des fils électriquement conducteurs de l'entrelacs.

Par la mise en oeuvre de la présente invention, on a obtenu, entre autres, des réflecteurs d'antenne pouvant fonctionner à des fréquences comprises entre 18 GHz et plus de 45 GHz.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 montre, en plan, un exemple d'entrelacs de fils électriquement conducteurs utilisé dans la mise en oeuvre de la présente invention.

La figure 2 montre, également en plan, une variante de l'entrelacs de la figure 1.

Les figures 3 et 4 sont des coupes respectivement suivant les lignes III-III et IV-IV des figures 1 et 2.

Les figures 5 et 6 illustrent, en coupe, des variantes de réalisation des fils conducteurs utilisés pour former l'entrelacs des figures 1 et 2.

Les figures 7A à 7F illustrent différentes phases du procédé de réalisation d'un réflecteur d'antenne conforme à la présente invention.

Sur la figure 1, on a représenté un entrelacs 1 de fils électriquement conducteurs 2 et 3 entrecroisés. Sur cette figure 1, à des fins de simplification de dessin, l'entrelacs 1 est représenté sous la forme d'un tissage à fils de chaîne 2 et à fils de trame 3, bien que l'entrelacs 1 pourrait être avantageusement constitué de mailles tricotées.

On remarquera que, dans l'entrelacs 1 de la figure 1, les fils électriquement conducteurs 2 et 3 ménagent entre eux des vides 4.

Comme on peut le voir sur les figures 3 et 4, chaque fil 2 et 3 comporte une âme 5, par exemple de cuivre, revêtue superficiellement d'un revêtement 6 en un métal à bas point de fusion, tel que l'indium. Le diamètre d des fils 2 et 3 peut être compris de préférence entre 6 et 20 microns, tandis que l'épaisseur e du revêtement 6 peut être comprise entre 10 Angström et 1 micron.

Dans le mode de réalisation de la figure 2, l'entrelacs 7 est semblable à l'entrelacs 1 de la figure 1 à la différence près que les fils conducteurs de trames et de chaînes 2 et 3 sont tissés de façon plus serrée de façon à pratiquement éliminer les vides 4.

On sait que lorsqu'ils sont chauffés à une température au moins égale au point de fusion de l'indium, l'indium et le cuivre diffusent l'un dans l'autre pour former un alliage de diffusion stable dont le point de fusion est compris entre celui de l'indium et celui du cuivre et est d'autant plus élevé que température à laquelle sont soumis le cuivre et l'indium est plus élevée.

On conçoit donc aisément que, si les entrelacs 1 et 7 sont soumis à une élévation de température, au-delà du point de fusion de l'indium, en étant soumis à une pression uniforme, les fils conducteurs 2 et 3 au con-

tact les uns des autres vont être l'objet de la formation superficielle d'un alliage stable de diffusion indium-cuivre.

La figure 3 illustre le contact des fils 2 et 3 à un de leurs points de croisement, tandis que la figure 4 illustre le contact de deux fils 2 et 3 parallèles.

Après formation de cet alliage stable, les fils 2 et 3 des entrelacs 1 et 7 sont solidarisés les uns des autres, ce qui rigidifie lesdits entrelacs.

Bien entendu, si pendant l'élévation de température, les entrelacs 1 et 7 sont conformés à des formes désirées pour l'entrelacs rigidifié, la rigidification fixera la forme définitive desdits entrelacs.

Sur les figures 3 et 4, on a supposé que les fils 2 et 3 présentaient une section circulaire. Comme on peut le voir en variante sur la figure 5, lesdits fils pourraient présenter une section oblongue. Dans ce cas, l'épaisseur ℓ de ladite section peut être comprise entre 6 et 20 microns et la largeur L peut être comprise entre 0,2 et 1,5 mm, l'épaisseur ℓ étant la même que précédemment. Par ailleurs, au lieu de ne comporter qu'une âme 5 et un revêtement superficiel 6, les fils 2 et 3 pourraient présenter une structure à plusieurs couches superposées. Sur la figure 6, on a représenté une variante de réalisation desdits fils 2 et 3 dans laquelle une couche intermédiaire 8 est interposée entre l'âme 5 et le revêtement superficiel 6. Bien entendu, dans ce cas, la couche 8 doit être en un métal apte à former un alliage de diffusion stable avec le revêtement 6.

Sur les figures 7A à 7F, on a représenté un moule correspondant à la forme convexe d'un réflecteur d'antenne. Pour obtenir ledit réflecteur d'antenne, on effectue les opérations suivantes :

- sur le moule 10, on applique un entrelacs 1, 7 de fils électriquement conducteurs 2 et 3, en tendant ledit entrelacs (figure 7A) ;

- puis on fixe périphériquement ledit entrelacs 1, 7 ainsi appliqué sur le moule 10 par tout moyen 11 désiré, par exemple un cordon de mastic (voir figure 7B) ;
- sur l'entrelacs 1, 7 ainsi fixé sur le moule 10, on applique une peau de matage 12 --préalablement réalisée sur le moule 10-- que l'on fixe par tout moyen approprié 13, par exemple également un cordon de mastic (figures 7B et 7C) ;
- l'ensemble du moule 10, de l'entrelacs 1, 7 et de la peau de matage 12 est alors introduit dans un autoclave 14, dans lequel ledit ensemble est soumis à une élévation de température, au-delà du point de fusion de l'indium, tout en lui appliquant une pression uniforme P1, par exemple par l'intermédiaire d'une vessie à vide (non représentée), agissant sur la peau de matage 12 ;
- dans ces conditions, de la façon décrite ci-dessus, il se forme superficiellement un alliage métallique de diffusion cuivre-indium à la surface des fils électriquement conducteurs 2 et 3 de sorte que l'entrelacs 1, 7 se rigidifie à la forme du moule 10 ;
- après démarouflage (figure 7D), il est alors possible de napper, sur la face convexe de l'entrelacs 1, 7, un renfort 15 de matière composite fibres - matrice polymérisable (voir la figure 7E) ;
- après nappage du renfort composite 15, celui-ci est polymérisé dans un autoclave 16 avec application d'une pression P2 ;
- pendant la polymérisation du renfort 15, la résine solidarise l'entrelacs 1, 7 dudit renfort 15 et l'on obtient ainsi une surface réfléchissant les ondes électromagnétiques, constituée dudit entrelacs 1, 7 et de son renfort arrière 15.

L'élévation de température dans l'étuve 14 conduisant au brasage par diffusion de l'entrelacs 1, 7 peut être de 0,1°C par minute, depuis la température ambiante jusqu'à la température désirée pour la diffusion,

compatible avec la température de la polymérisation ultérieure de la résine du renfort 15.

L'entrelacs 1, 7 est maintenu à cette température de diffusion désirée pendant une durée adaptée au brasage par diffusion, après quoi le
5 refroidissement peut être naturel.

REVENDICATIONS

LES RÉALISATIONS DE L'INVENTION, AU SUJET DESQUELLES UN DROIT EXCLUSIF DE PROPRIÉTÉ OU DE PRIVILÈGE EST REVENDIQUÉ SONT DÉFINIES COMME SUIVANT :

1. Surface rigide réfléchissant les ondes électromagnétiques, notamment pour réflecteur d'antenne, blindage électromagnétique et guide d'ondes,
5 caractérisée en ce qu'elle est constituée d'un entrelacs (1, 7) de fils électriquement conducteurs (2, 3) qui sont constitués superficiellement d'un alliage métallique stable de diffusion assurant la solidarisation desdits fils entre eux et la rigidité de ladite surface.
2. Surface selon la revendication 1,
10 caractérisée en ce que ledit entrelacs est un tricot desdits fils électriquement conducteurs.
3. Surface selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce qu'au moins l'une des dimensions transversales (d , ℓ) de la section desdits fils est inférieure à 20 microns.
- 15 4. Surface selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle est uniforme.
5. Surface selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comporte des trous.
6. Surface selon l'une des revendications 1 à 5,
20 caractérisée en ce qu'elle comporte un renfort (15) accolé contre l'une de ses faces et solidarisé de cette dernière.
7. Surface selon la revendication 6, caractérisée en ce que ledit renfort (15) présente une structure composite fibres - matrice polymérisée.
- 25 8. Procédé pour la réalisation d'une surface rigide réfléchissant les ondes électromagnétiques, caractérisé :
 - en ce qu'on réalise un entrelacs (1, 7) souple de fils électriquement conducteurs (2, 3) dont la superficie est métallique et revêtue d'un mé-

- tal d'apport (6), ledit métal d'apport (6) ayant un point de fusion inférieur à celui du métal superficiel desdits fils et ledit métal d'apport (6) et ledit métal superficiel (5) étant aptes à diffuser réciproquement l'un dans l'autre lorsqu'ils sont portés à une température au moins égale au point de fusion dudit métal d'apport (6) pour former un alliage métallique stable de diffusion, dont la température de fusion est supérieure au point de fusion dudit métal d'apport (6) et croît en direction du point de fusion dudit métal superficiel avec l'intensité de ladite diffusion ;
- 5
- en ce qu'on conforme ledit entrelacs souple (1, 7) à la forme souhaitée pour ladite surface rigide réfléchissant les ondes électromagnétiques ;
- 10
- et
- en ce qu'on élève la température dudit entrelacs souple (1, 7), ainsi conformé, au-delà du point de fusion dudit métal d'apport (6) pour obtenir la formation dudit alliage métallique de diffusion, entraînant la solidarisation desdits fils (2, 3) entre eux et la rigidification dudit entrelacs (1, 7), qui forme alors ladite surface rigide.
- 15

9. Procédé selon la revendication 8,

caractérisé en ce que l'épaisseur (e) du revêtement de métal d'apport (6) est comprise entre 10 Angström et 1 micron, lorsque la section desdits

20

fils a une dimension (d, ℓ) au plus égale à 20 microns.

10. Procédé selon l'une des revendications 8 ou 9,

caractérisé en ce que, pendant l'élévation de température, l'entrelacs souple (1, 7) conformé est soumis à pression.

11. Procédé selon l'une des revendications 8 à 10 pour l'obten-

25

tion de la surface conforme à la revendication 7,

caractérisé en ce que ladite structure composite de renfort est réalisée directement sur ledit entrelacs (1, 7) rigidifié et est solidarisée de ce dernier par la résine de ladite matrice.

1/4

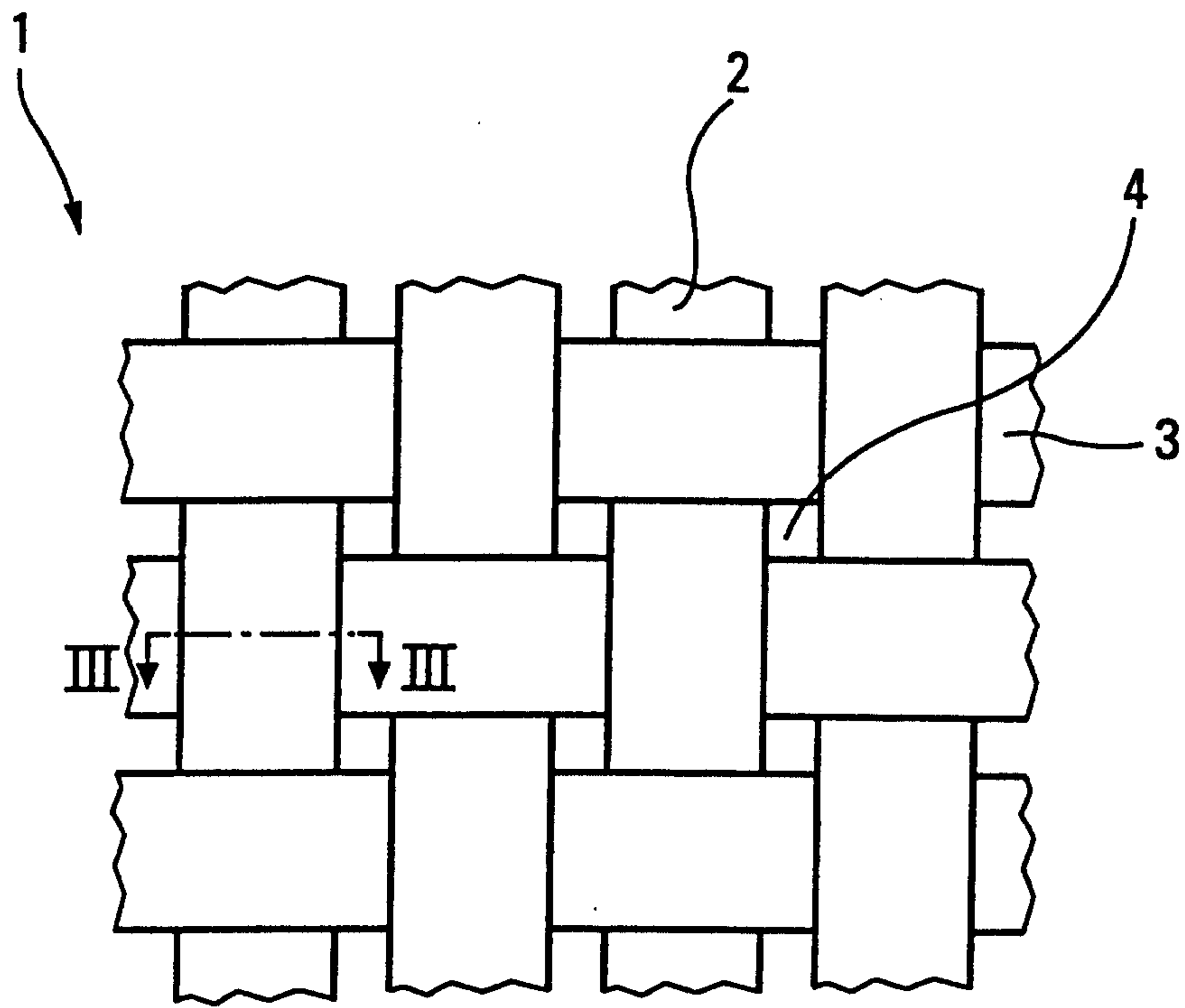


Fig. 1

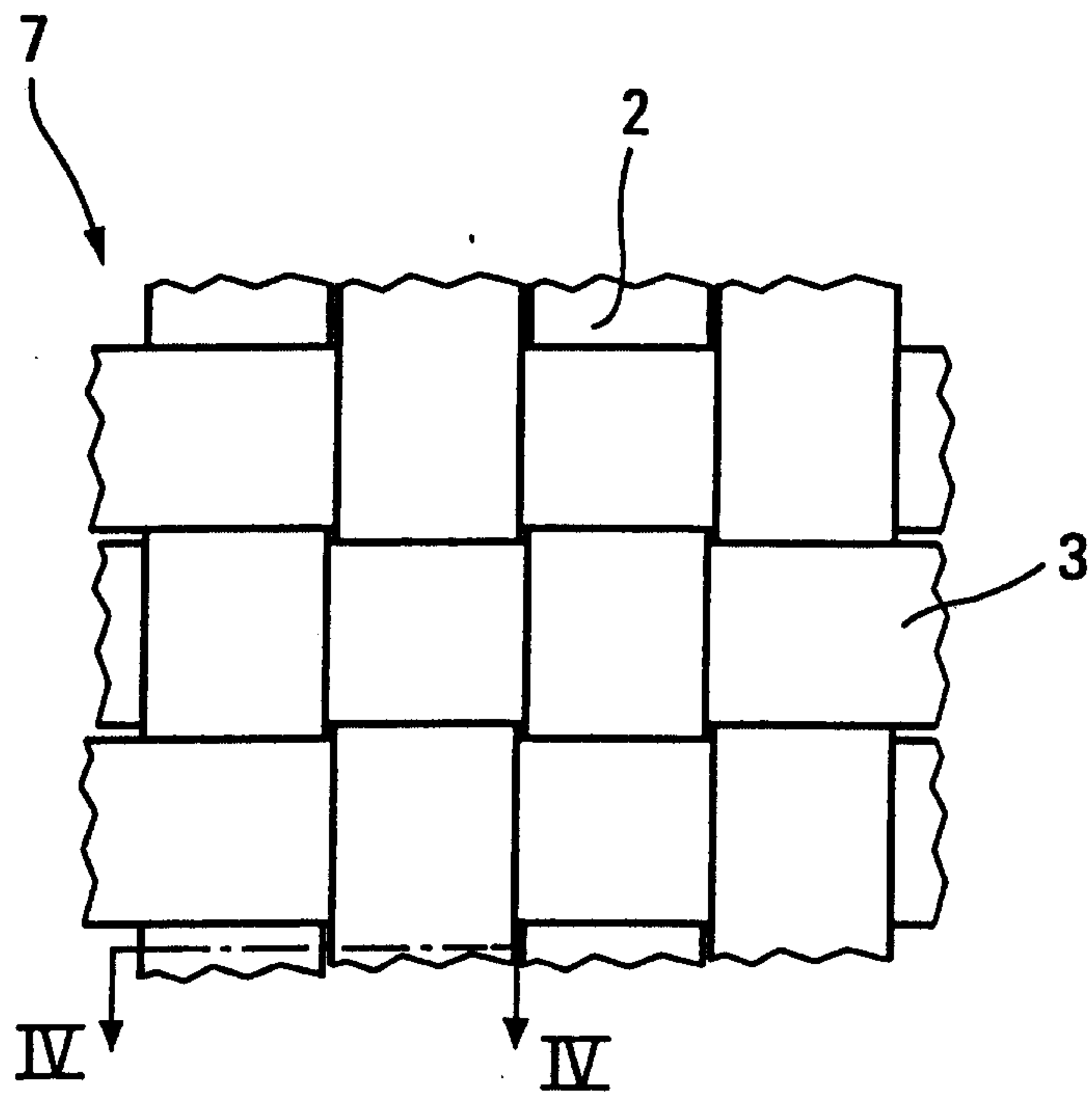


Fig. 2

2/4

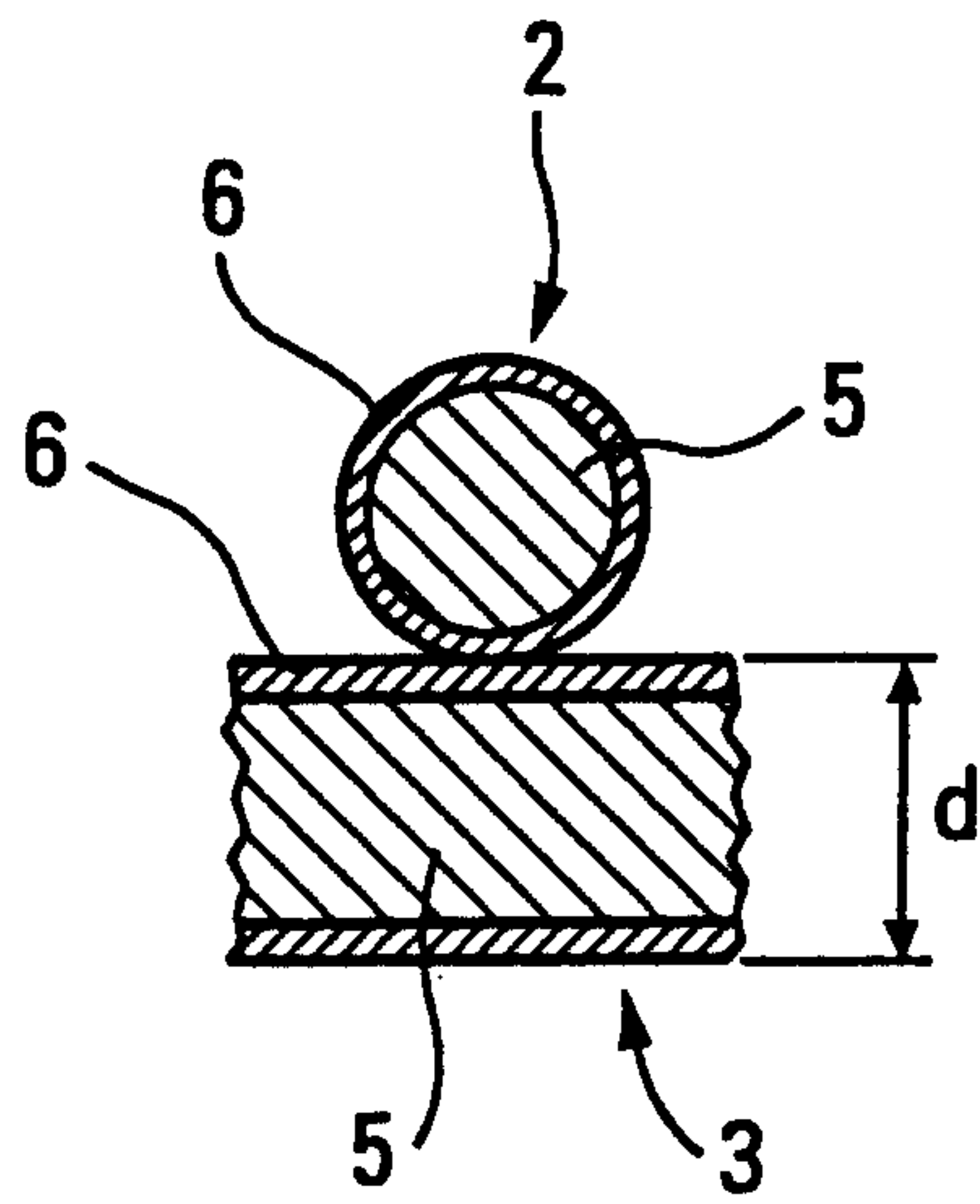


Fig. 3

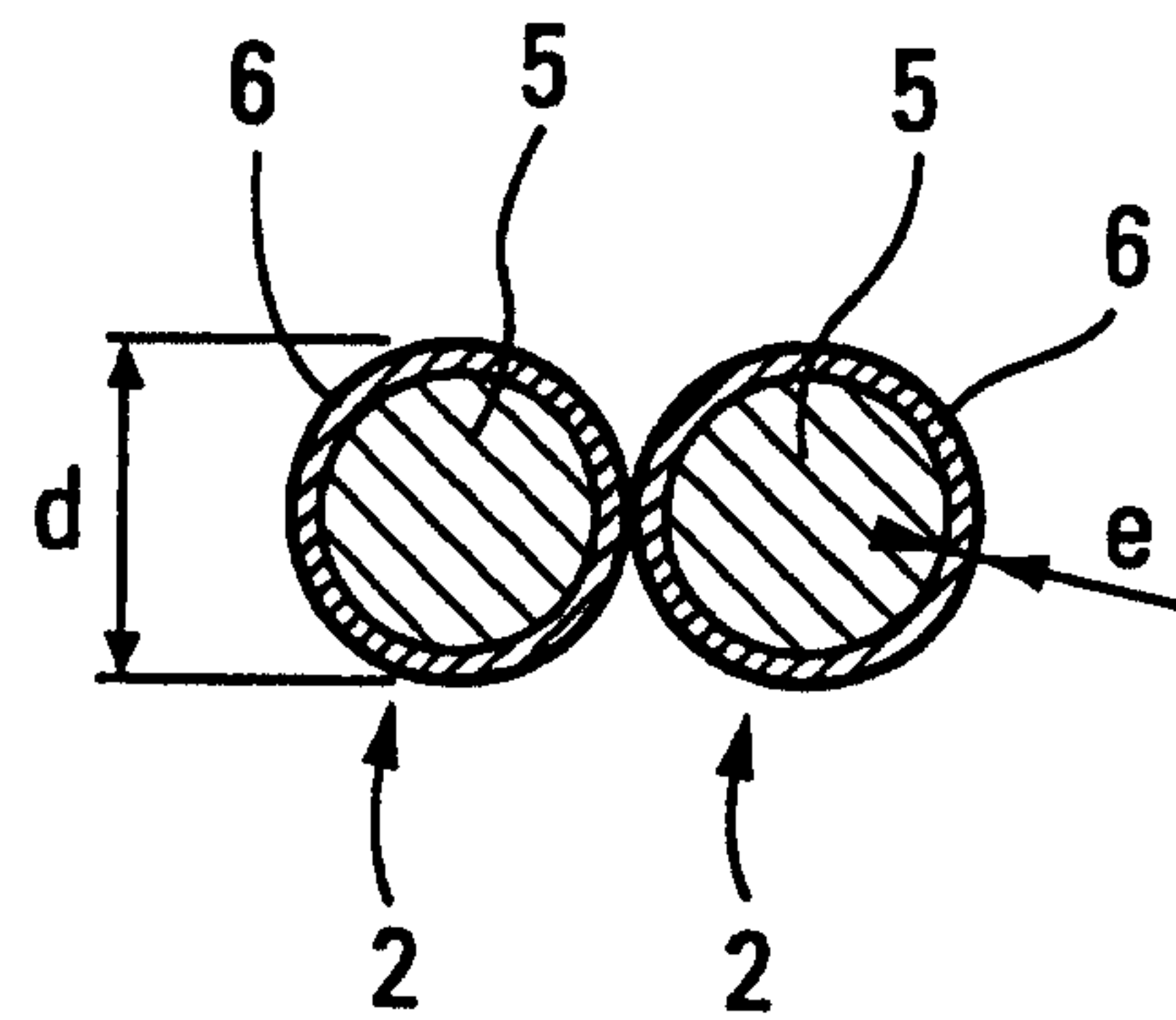


Fig. 4

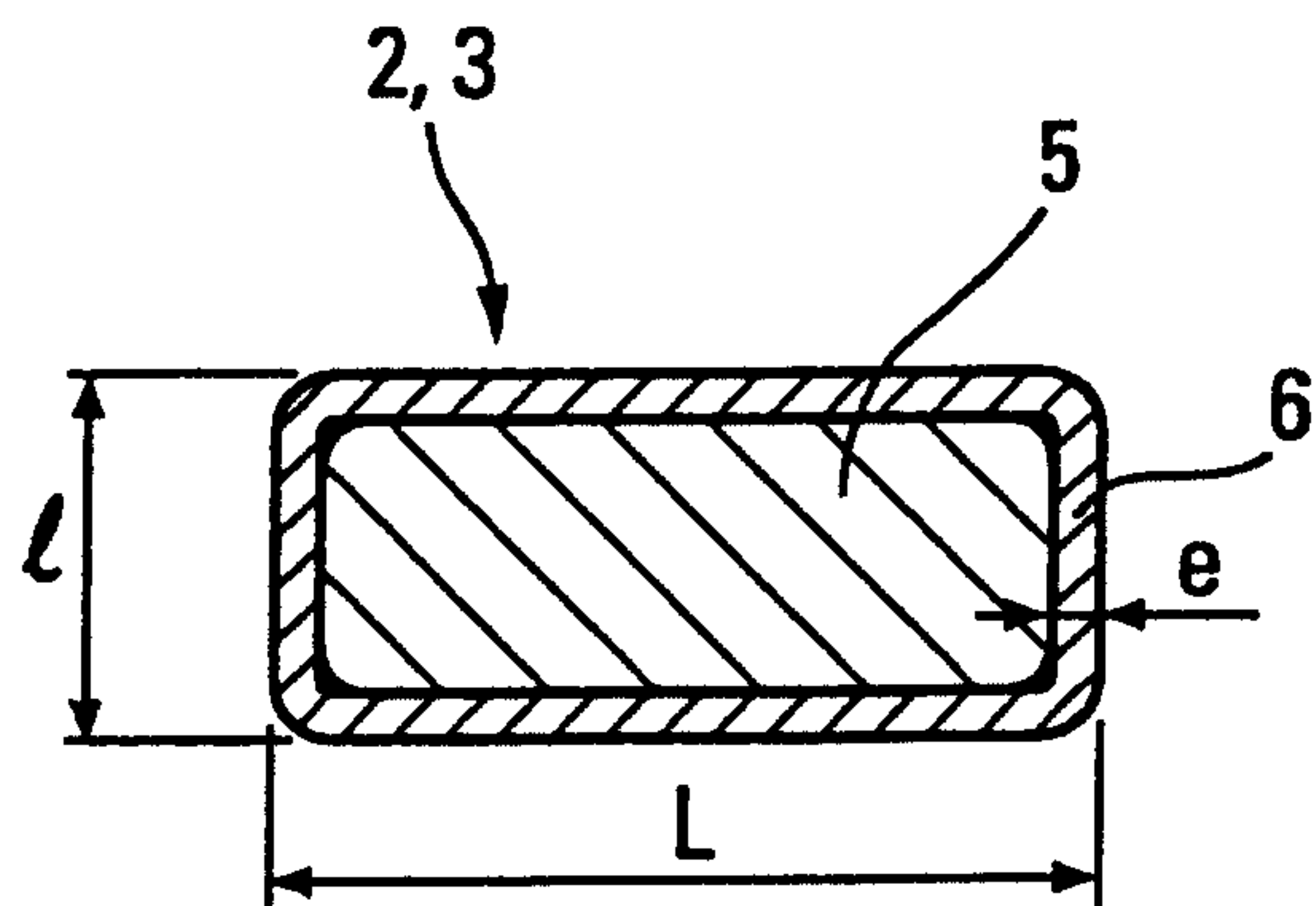


Fig. 5

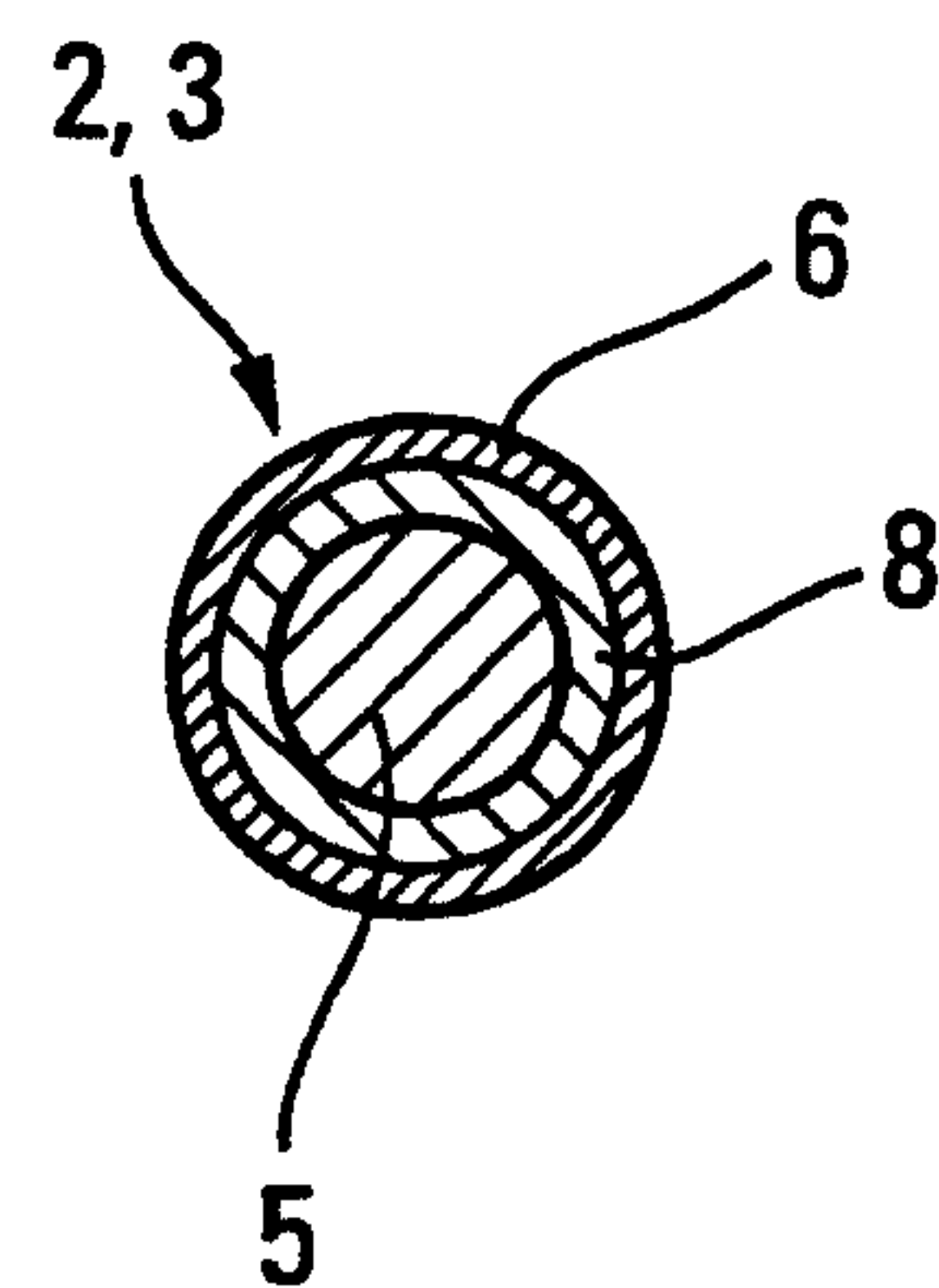
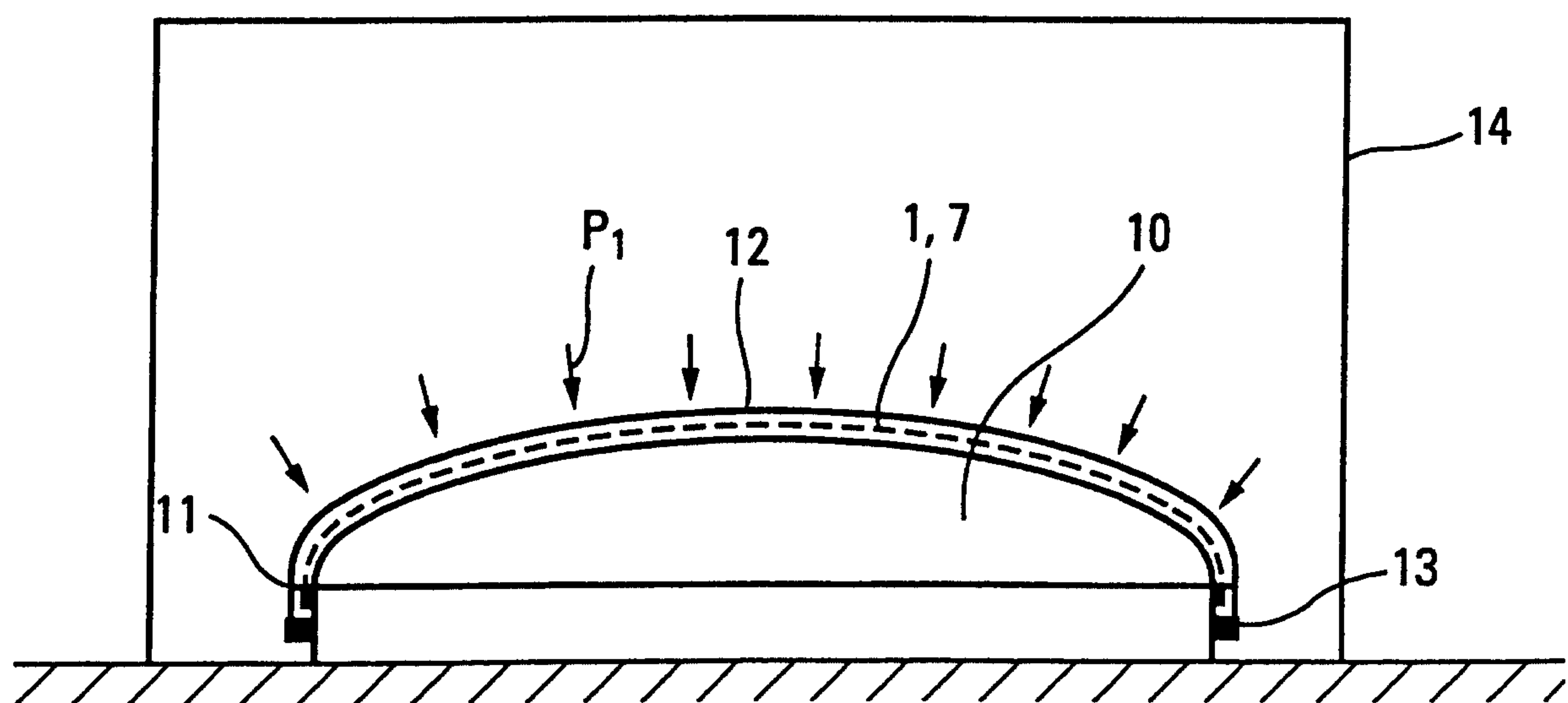
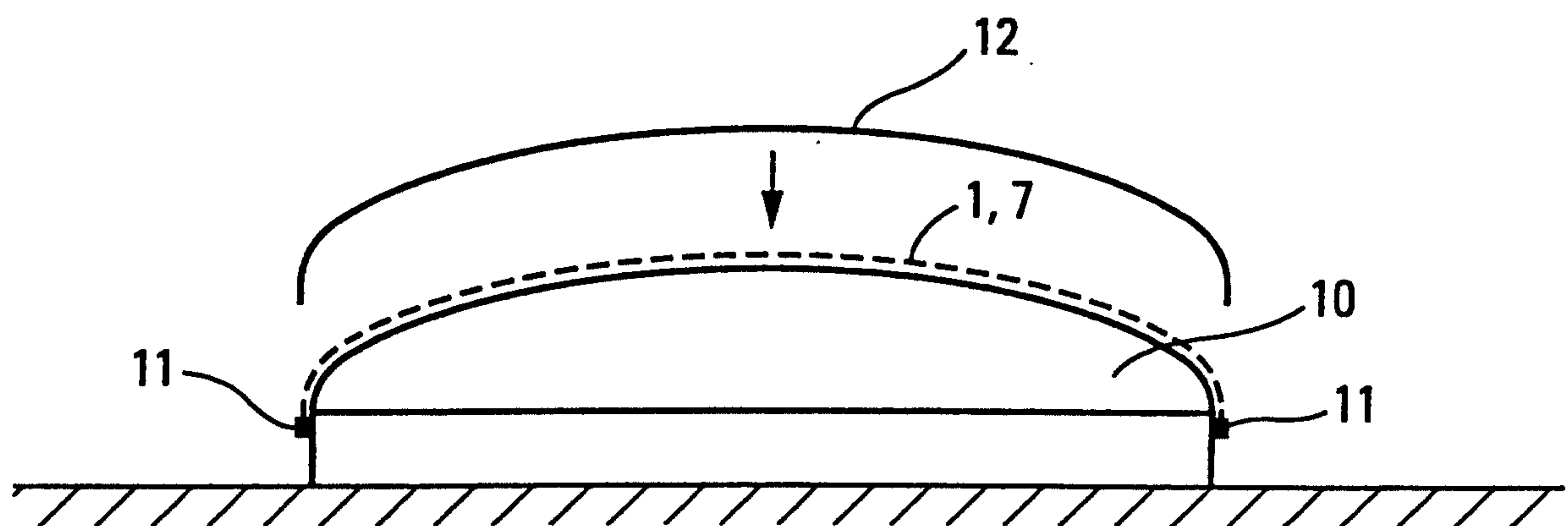
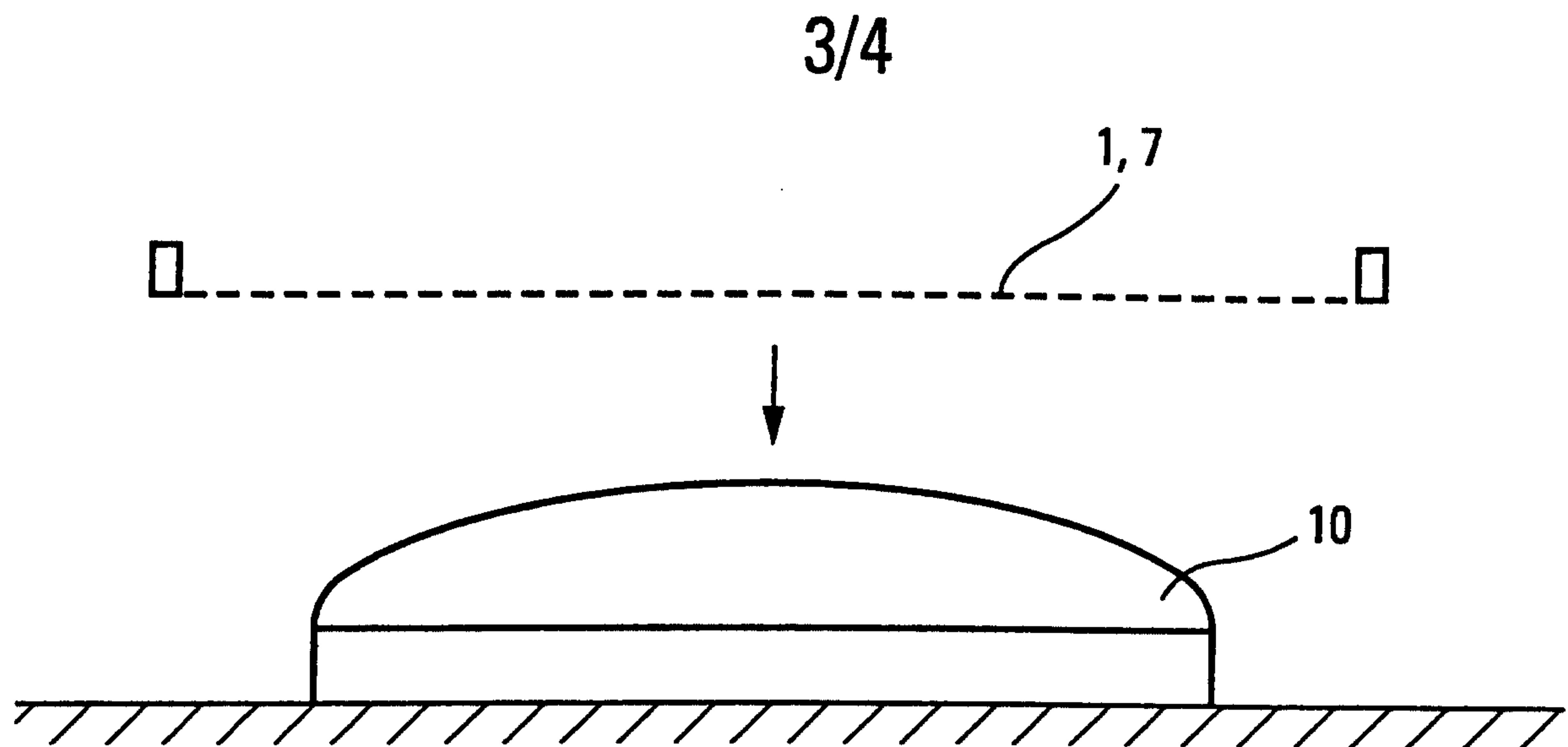


Fig. 6



4/4

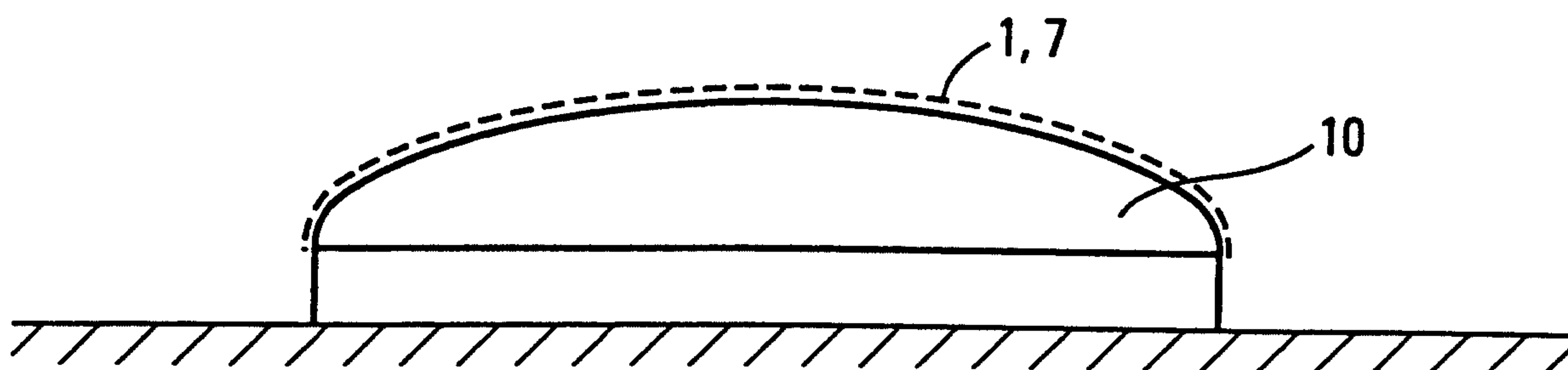


Fig. 7D

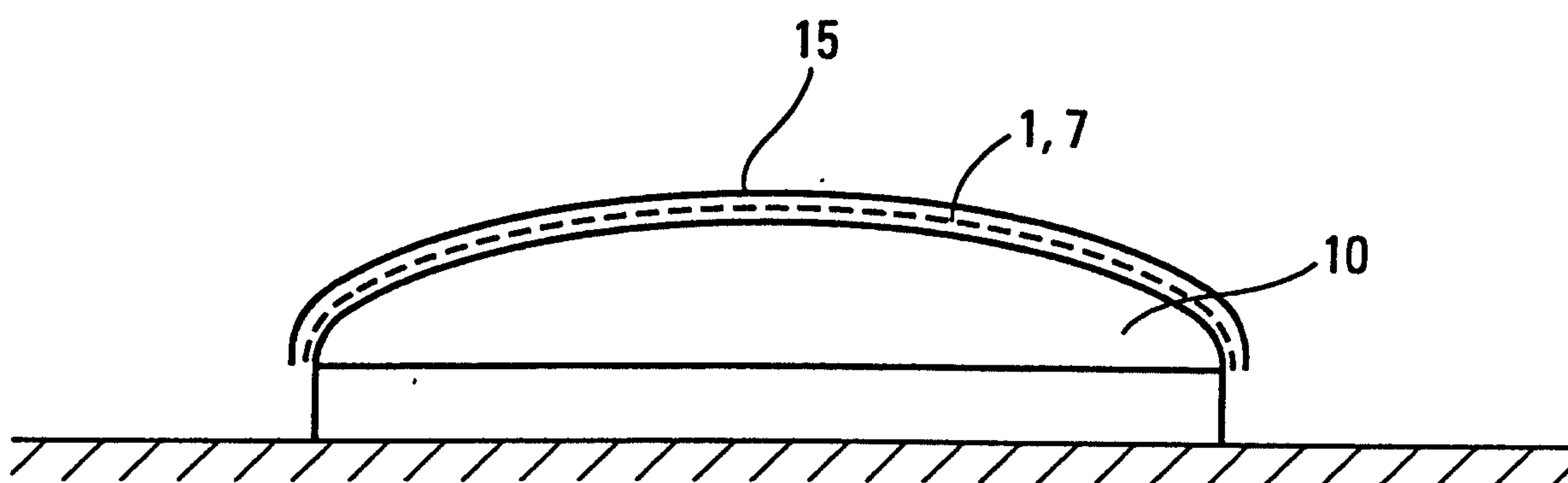


Fig. 7E

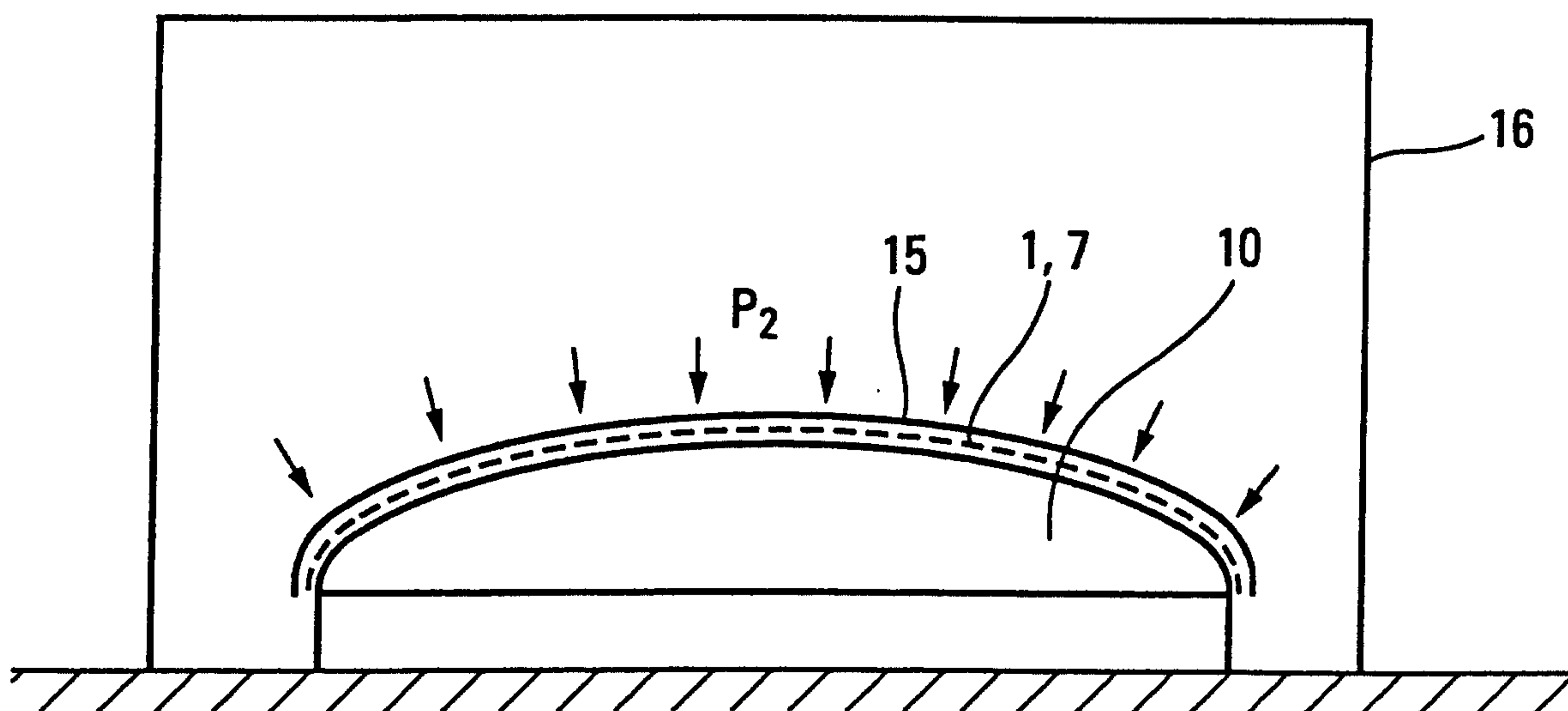


Fig. 7F

