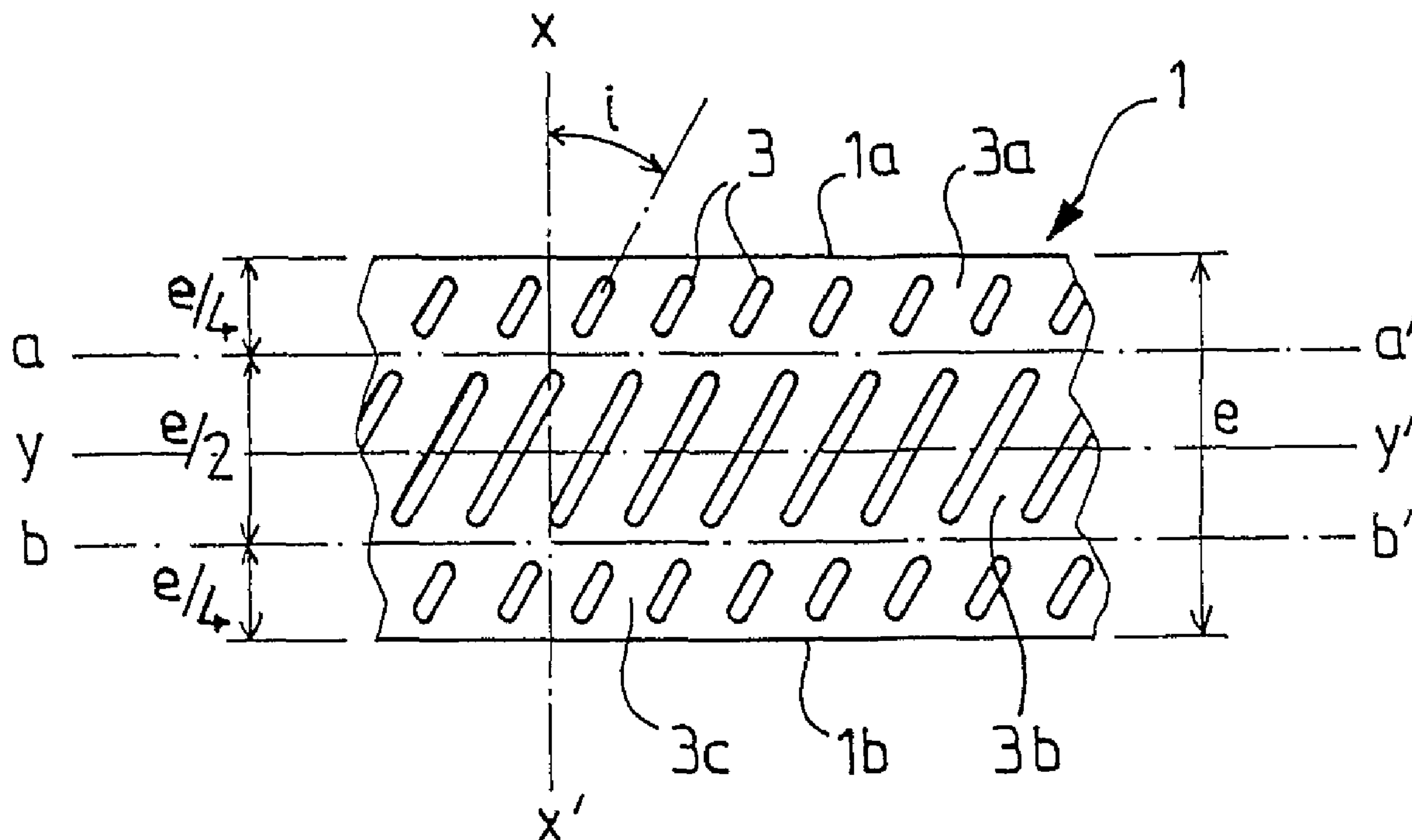




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2001/05/25
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2001/12/06
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2009/04/28
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2002/11/22
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2001/001619
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2001/092805
(30) Priorité/Priority: 2000/05/26 (FR00/06779)

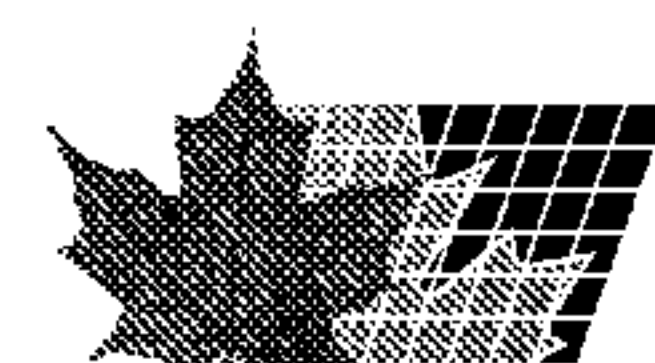
(51) Cl.Int./Int.Cl. *F28D 9/04* (2006.01),
F28D 1/03 (2006.01)
(72) Inventeur/Inventor:
GUEGUEN, JEAN-MARIE, FR
(73) Propriétaire/Owner:
SPIREC SA, FR
(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : PERFECTIONNEMENTS AUX ECHANGEURS THERMIQUES DE TYPE SPIRALE
(54) Title: IMPROVEMENTS TO SPIRAL HEAT EXCHANGERS



(57) Abrégé/Abstract:

La présente invention concerne un échangeur de type spirale, constitué d'une série de spires espacées les unes des autres par des éléments écarteurs (3), dans lequel les spires sont formées d'un élément tubulaire aplati qui est enroulé et qui est constitué d'au moins une feuille d'un matériau (1) dont les bords (1a, 1b) sont réunis de façon étanche par des moyens de liaison (4) qui s'étendent parallèlement à l'axe longitudinal (yy') de la feuille (1). Cet échangeur est caractérisé en ce que l'élément tubulaire aplati comporte sur ses faces externes des nervures (3) inclinées par rapport à son axe transversal (xx').



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
6 décembre 2001 (06.12.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/92805 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ : F28D 9/04(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR01/01619

(22) Date de dépôt international : 25 mai 2001 (25.05.2001)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
00/06779 26 mai 2000 (26.05.2000) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SPIREC
SA [FR/FR]; 12, boulevard des Martyrs de Chateaubriant,
F-95100 Argenteuil (FR).(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ,
NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM,
TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,
MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

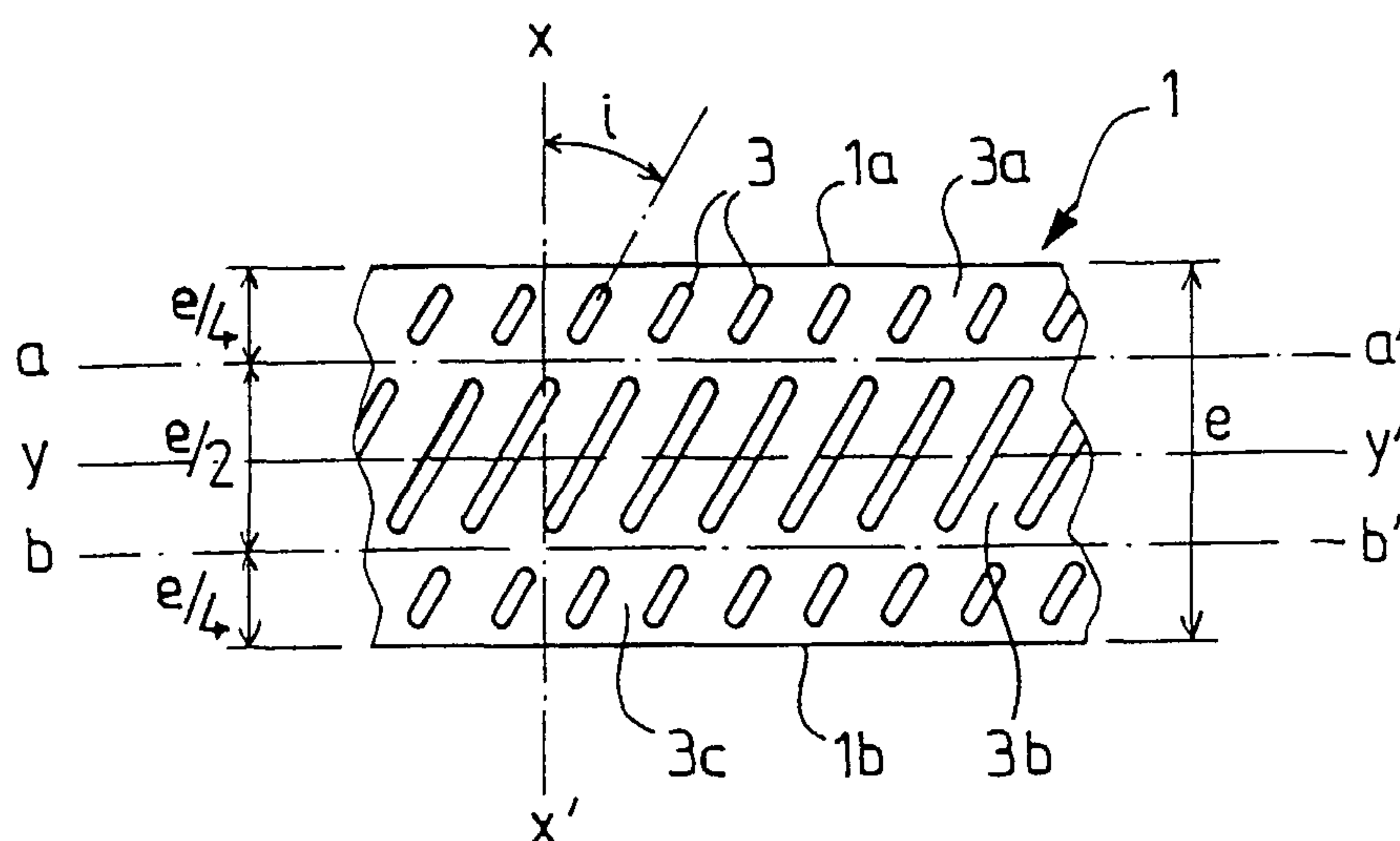
— avec rapport de recherche internationale

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : GUEGUEN,
Jean-Marie [FR/FR]; 70 bis, rue du Maréchal Foch,
F-78600 Maison-Laffitte (FR).(74) Mandataire : PUIROUX, Guy; Cabinet Bruder, 3, avenue
Bugeaud, F-75116 Paris (FR).En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: IMPROVEMENTS TO SPIRAL HEAT EXCHANGERS

(54) Titre : PERFECTIONNEMENTS AUX ECHANGEURS THERMIQUES DE TYPE SPIRALE



(57) Abstract: The invention concerns a spiral heat exchanger, consisting of a series of spiral plates spaced apart from one another by spacer elements (3), wherein the spiral plates are formed by a coiled flattened tubular element and consisting of at least a sheet of material (1) whereof the edges (1a, 2b) are sealingly assembled by linking means (4) which extend parallel to the longitudinal axis (yy') of the sheet (1). Said exchanger is characterised in that the flattened tubular element comprises on its outer surfaces ribs (3) inclined relative to its transverse axis (xx').

(57) Abrégé : La présente invention concerne un échangeur de type spiralé, constitué d'une série de spires espacées les unes des autres par des éléments écarteurs (3), dans lequel les spires sont formées d'un élément tubulaire aplati qui est enroulé et qui est constitué d'au moins une feuille d'un matériau (1) dont les bords (1a, 1b) sont réunis de façon étanche par des moyens de liaison (4) qui s'étendent parallèlement à l'axe longitudinal (yy') de la feuille (1). Cet échangeur est caractérisé en ce que l'élément tubulaire aplati comporte sur ses faces externes des nervures (3) inclinées par rapport à son axe transversal (xx').

PERFECTIONNEMENTS AUX ECHANGEURS THERMIQUES
DE TYPE SPIRALÉ

La présente invention concerne les échangeurs, et
5 notamment les échangeurs destinés à assurer un échange
thermique entre deux fluides devant être séparés l'un de
l'autre tels que les échangeurs spiralés du type réalisés
par enroulement de tôles métalliques.

On connaît des échangeurs de ce type qui sont
10 constitués à partir d'une feuille de tôle pliée qui est
enroulée sur elle-même autour de la pliure. Au cours de la
phase d'enroulement on dispose entre les différentes spires
de l'échangeur des éléments écarteurs destinés à espacer
les tôles les unes des autres de façon à autoriser un
15 écoulement de fluide entre ces diverses spires. L'extrémité
de l'échangeur ainsi que les bords des feuilles formant les
spires doivent en conséquence être obturés, ce que l'on
réalise habituellement par des cordons de soudure. Un tel
échangeur est ainsi constitué de deux circuits indépendants
20 dans lesquels peuvent circuler des fluides, et notamment
des liquides, à savoir d'une part l'espace compris entre
les diverses spires, et d'autre part l'espace compris entre
les deux parois pliées de chaque spire.

Un tel échangeur, s'il donne toute satisfaction en ce
25 qui concerne son fonctionnement, présente des inconvénients
en ce qui concerne son mode de fabrication, et plus
spécifiquement en ce qui concerne la réalisation des deux
cordons de soudure destinés à réunir les bords des deux
feuilles de tôle formant les spires. En effet, la forme de

ces cordons de soudure est particulièrement complexe car ils doivent suivre la forme spiralée des tôles. Cette opération de soudure constitue donc une opération difficile que l'on est ainsi contraint d'effectuer par des moyens
5 manuels.

La présente invention a pour but de remédier à cet inconvénient en proposant un nouveau type d'échangeur métallique spiralé qui est également obtenu par enroulement de tôle mais qui présente l'avantage de pouvoir être
10 réalisé par des moyens automatisés, dans la mesure où les opérations requises sont d'une mise en oeuvre simple.

La présente invention a ainsi pour objet un échangeur de type spiralé, constitué d'une série de spires espacées les unes des autres par des éléments écarteurs, dans lequel
15 les spires sont formées d'un élément tubulaire aplati qui est enroulé et qui est constitué d'au moins une feuille d'un matériau dont les bords sont réunis de façon étanche par des moyens de liaison qui s'étendent parallèlement à l'axe longitudinal de la feuille, caractérisé en ce que
20 l'élément tubulaire aplati comporte sur ses faces externes des nervures inclinées par rapport à son axe transversal.

La présente invention est particulièrement intéressante en ce qu'elle permet de remplacer deux cordons de soudure qui, suivant l'état antérieur de la technique, étaient en forme de spirale, par un ou plusieurs cordons de
25 soudure parfaitement rectilignes, ce qui permet de simplifier de façon particulièrement conséquente l'opération de fabrication en permettant notamment de mettre en oeuvre celle-ci par des moyens automatisés.

L'élément tubulaire peut être formé à partir d'une feuille de métal qui est pliée suivant son axe longitudinal de telle façon que ses bords soient réunis par des moyens de maintien et d'étanchéité. Préférentiellement les moyens
5 de maintien et d'étanchéité pourront être disposés suivant l'axe longitudinal central de la feuille de métal.

Dans un autre mode de mise en oeuvre de l'invention l'élément tubulaire sera formé à partir de deux feuilles de métal superposées qui seront réunies par leurs bords
10 latéraux par des moyens de maintien et d'étanchéité.

Ces derniers seront la plupart du temps constitués par un cordon de soudure.

L'élément tubulaire aplati comportera, sur ses faces externes, des nervures inclinées par rapport à son axe
15 transversal. Ces nervures seront formées sur la feuille de métal constituant l'élément tubulaire par un procédé de déformation de celle-ci et notamment par un procédé d'emboutissage.

Dans un mode de mise en oeuvre de l'invention
20 permettant de doubler la distance de parcours d'un circuit de fluide, les bords de la feuille formant l'élément tubulaire aplati sont réunis à la paroi opposée de l'élément tubulaire, sur une partie de la longueur de celui-ci.

25 On remarquera que, suivant l'invention, le fait de donner aux nervures une inclinaison par rapport à l'axe transversal de l'élément tubulaire, permet d'être certain que, au cours de l'enroulement, certaines des diverses spires formées ne viennent pas en contact les unes avec les

autres. En effet, cette inclinaison permet que, pour deux spires en contact, l'inclinaison se trouve opposée, si bien que l'on est sûr de l'écartement réellement obtenu. On obtient ainsi une grande régularité de la section de passage offerte au fluide, section de passage que l'on peut contrôler de façon rigoureuse lors de la fabrication, en jouant bien entendu sur la hauteur des nervures.

L'inclinaison des nervures a également pour effet d'améliorer la rigidité de la structure de l'échangeur une fois celui-ci enroulé.

Enfin, sur le plan du fonctionnement de l'échangeur, l'inclinaison des nervures a également un effet bénéfique, en ce sens qu'elle permet d'augmenter les effets de turbulences en cours d'écoulement, si bien que l'on améliore ainsi le contact du fluide contre la paroi. L'échange thermique se trouve ainsi très nettement amélioré.

Par ailleurs on sait que, pour certaines applications particulières, il s'avère intéressant de pouvoir contrôler la section de passage effective qui existe dans les deux circuits véhiculant les flux respectifs de l'échangeur. La présente invention est particulièrement intéressante en ce qu'elle permet de réaliser deux circuits dont les sections de passage sont à la fois parfaitement contrôlées et différentes.

La présente invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un échangeur de type spiralé constitué par enroulement d'au moins une feuille, dans lequel on constitue un élément tubulaire aplati à partir

d'au moins une feuille, dont les bords sont réunis de façon étanche par des moyens de liaison qui s'étendent parallèlement à l'axe longitudinal de la feuille, et l'on enroule sur lui-même cet élément tubulaire afin de former
5 une série de spires, caractérisé en ce qu'il comporte une étape au cours de laquelle on réalise des éléments écarteurs sur les spires.

On décrira ci-après, à titre d'exemples non limitatifs, diverses formes d'exécution de la présente
10 invention, en référence au dessin annexé sur lequel :

La figure 1 est une vue partielle en plan d'une feuille de métal destinée à constituer un échangeur suivant l'invention, qui est représentée avant le pliage préalable à son enroulement.

15 La figure 2 est une vue schématique en perspective montrant les diverses phases de pliage à réaliser sur une bande de métal, préalablement à l'opération d'enroulement.

La figure 3 est une vue partielle en plan de la feuille de métal représentée sur la figure 1 après
20 l'opération de pliage.

La figure 4 est une vue partielle en perspective de la feuille pliée représentée sur la figure 3.

La figure 5 est une vue en perspective d'un ensemble constitué de la feuille métallique pliée puis enroulée et
25 de deux admissions d'entrée/sortie de l'échangeur suivant l'invention.

La figure 6 est une vue en perspective d'une variante de mise en oeuvre d'une feuille de métal destinée à

constituer un échangeur suivant l'invention après l'opération de pliage et de soudage.

La figure 7 est une vue en coupe transversale de la feuille de métal pliée représentée sur la figure 6 suivant l'axe VII-VII de celle-ci.

La figure 8 est une vue en coupe transversale de la feuille de métal pliée représentée sur la figure 6 suivant l'axe VIII-VIII de celle-ci.

La figure 9 est une vue en section droite d'une variante de mise en oeuvre de l'invention représentant deux feuilles de métal assemblées avant l'opération d'enroulement.

La figure 10 est une vue schématique d'une variante de réalisation d'un échangeur suivant l'invention.

L'échangeur spiralé métallique suivant l'invention est constitué à partir d'une feuille 1 métallique, notamment en acier inoxydable, qui se présente à l'utilisateur sous la forme d'un rouleau 2. On réalise sur la feuille 1 des nervures 3 qui sont obtenues par emboutissage. Ces nervures 3 forment un certain angle d'incidence $\underline{i}$ avec l'axe transversal $\underline{xx'}$ de la feuille 1 qui, dans le présent mode de mise en oeuvre, est de l'ordre de 45° . Les nervures 3 se répartissent sur trois zones transversales, à savoir une première zone latérale 3a de longueur sensiblement égale au quart de la largeur $\underline{e}$ de la feuille 1, une zone centrale 3b de longueur sensiblement égale à la moitié de celle-ci et enfin une troisième zone latérale 3c de longueur sensiblement égale au quart de celle-ci. La hauteur $\underline{h}$ de ces nervures 3 est égale à la

moitié de l'espace que l'on souhaite prévoir entre les spires une fois l'opération d'enroulement terminée. En effet l'inclinaison i des nervures par rapport à l'axe transversal xx' de la feuille 1 permet que, lors de l'enroulement, les nervures 3 de la face interne d'une spire viennent en appui sur les nervures 3 de la face externe de la spire précédente, puisque ces nervures respectives se croisent lors de l'enroulement. Ce mode de mise en oeuvre est intéressant en ce qu'il permet d'obtenir, lors du pliage, une superposition des hauteurs h des nervures réalisées respectivement sur le pli de base $1'$ et sur les plis $1''$, sans qu'il soit nécessaire pour cela de calculer et définir un écartement spécifique suivant l'axe longitudinal yy' de la feuille de tôle 1.

Ainsi que représenté sur les figures schématiques 1 et 2 la feuille 1 est pliée suivant deux axes longitudinaux respectifs aa' et bb' qui sont respectivement disposés à une distance $e/4$ des bords latéraux $1a$ et $1b$ de la feuille 1. Après pliage, ainsi que représenté sur les figures 3 et 4, les bords latéraux respectifs $1a$ et $1b$ se trouvent en vis-à-vis et disposés suivant l'axe longitudinal et central yy' de la feuille 1. Après un tel pliage, la feuille 1 forme ainsi trois plis, ainsi que représenté sur la figure 4, à savoir un pli de base $1'$ et deux plis supérieurs $1''$. Les plis supérieurs $1''$ se trouvent écartés du pli de base $1'$ de façon à créer, entre les faces internes de ces plis, un passage dans lequel sera admis l'un des fluides de l'échangeur. Les bords latéraux $1a$ et $1b$ des deux plis supérieurs sont réunis ensuite par un cordon de soudure

rectiligne 4, ce qui constitue une opération facile à réaliser par des moyens automatisés même simplifiés.

La tôle pliée est ensuite enroulée sur elle-même dans un sens tel que le cordon de soudure 4 se trouve à l'intérieur de l'enroulement. Celui-ci une fois effectué, on dispose d'un élément qui est susceptible, après diverses opérations d'adaptation, de constituer l'échangeur.

Ces opérations consistent, de façon connue dans ce type de produit, à créer une entrée et une sortie pour chacun des deux circuits indépendants. Ainsi le premier circuit, qui est constitué par l'espace existant entre les plis 1' et 1" formant chaque spire, est pourvu ainsi que représenté sur la figure 5, d'une première entrée/sortie qui est constituée d'un tube 7 connecté au centre de l'échangeur et d'une seconde entrée/sortie constituée d'un tube 7' qui est connecté à la périphérie de celui-ci. Le second circuit quant à lui est constitué par les espaces compris entre les différentes spires.

Dans une variante de mise en oeuvre de la présente invention on peut doubler la distance parcourue par le fluide dans le premier circuit, c'est-à-dire dans celui compris entre les plis 1' et 1". On se reportera ainsi aux figures 6 à 8 qui représentent, de façon schématique, une feuille de tôle destinée à constituer un échangeur, après pliage et avant l'enroulement. Suivant cette variante on réunit sur la plus grande partie L1 de la longueur L de la tôle pliée les deux extrémités 1a et 1b des plis 1" supérieurs au pli inférieur 1' de façon à constituer ainsi deux canaux qui se trouvent en parallèle. Sur la longueur

restante L2, les bords 1a et 1b seront seulement reliés entre eux de façon à constituer un passage entre les deux canaux. Dans ces conditions, en ce qui concerne ce second circuit, l'admission du fluide se fera par l'une de ses
5 deux faces d'entrée/sortie 11a et la sortie de celui-ci se fera par l'autre entrée/sortie 11b. Une telle disposition permet de doubler le parcours de fluide dans ce circuit, ce qui améliore l'échange thermique. Par ailleurs cela permet également de réaliser une admission et une sortie du fluide
10 à partir du centre de l'échangeur, le tube 7' étant alors, dans ce mode de mise en oeuvre, coaxial à l'entrée/sortie 7.

Dans une variante de ce mode de mise en oeuvre de l'invention on pourra remplacer la soudure des deux faces
15 latérales 1a et 1b sur le pli de base 1' par un joint élastique qui sera disposé entre les deux bords latéraux 1a et 1b sur la longueur L1 précédemment mentionnée.

La présente invention est particulièrement intéressante en ce que l'on a constaté que les nervures 3
20 qui sont destinées à réaliser un écartement donné déterminé entre les différentes spires de l'échangeur permettent, en raison de la possibilité de déformation qu'elles permettent d'atteindre dans le sens longitudinal, aux deux plis des tôles inférieure et supérieure de se déformer l'une par
25 rapport à l'autre ainsi que l'exige l'augmentation de rayon de courbure de ces deux plis respectifs qui se manifeste lors de l'enroulement.

Dans un autre mode de mise en oeuvre de l'invention, qui est représenté sur la figure 9, on ne fait pas appel à

une feuille de tôle pliée mais à deux feuilles distinctes
10 qui, après formation des nervures 3, sont assemblées au
moyen notamment d'un cordon de soudure 4 qui est disposé
longitudinalement le long de chacun des bords transversaux
5 (1a, 1b).

On peut également bien entendu obtenir cet élément à
partir d'un élément tubulaire que l'on déformera.

La présente invention, ainsi que mentionné
précédemment, permet de réaliser deux circuits de
10 circulation de fluides dont les sections droites de passage
soit différentes l'une de l'autre, ce qui est intéressant
dans le cadre de certaines applications de l'échangeur.

On a représenté, de façon très schématique sur la
figure 10 un tel mode de mise en oeuvre de l'invention. Sur
15 celle-ci, on a respectivement désigné par A (hachures
simples) et B (hachures croisées) les deux circuits de
fluide de l'échangeur.

On a représenté par la ligne uu' le plan de contact
des sommets de deux spires successives et par vv' le plan
20 de contact de deux éléments soudés formant une spire. La
figure 10 représente l'ensemble des éléments avant
l'opération d'enroulement.

Suivant ce mode de mise en oeuvre la hauteur de deux
nervures successives h_{B1} et h_{B2} est différente. Il en
25 résulte que, ainsi que représenté sur la figure 10, la
section de passage du circuit B est supérieure à celle du
circuit A. En jouant sur la différence des hauteurs h_{B1} et
 h_{B2} des nervures 3, on pourra ainsi contrôler cette
différence de section de passage, et donc de perte de

charge, offerte aux fluides respectifs par les deux circuits.

Bien que les différents modes de mise en oeuvre de l'invention précédemment décrits fassent appel à des
5 feuilles métalliques, on pourra également, pour certains types d'application, utiliser des feuilles d'autres matériaux et notamment des feuilles en matériau de synthèse.

REVENDICATIONS

1. Échangeur de type spiralé, comprenant:

une série de spires espacées les unes des autres
5 par des éléments écarteurs;

lesdites spires étant formées d'un élément
tubulaire aplati qui est enroulé et qui est constitué
d'une feuille d'un matériau ayant un axe longitudinal, un
axe transversal et des bords longitudinaux;

10 lesdits bords longitudinaux étant réunis de façon
étanche par des moyens de liaison qui s'étendent
parallèlement à l'axe longitudinal;

l'élément tubulaire aplati comportant sur ses faces
externes des nervures inclinées par rapport à l'axe
15 transversal; et

lesdits bords longitudinaux réunis étant reliés à
une paroi interne opposé de l'élément tubulaire aplati
sur une partie majoritaire de sa longueur, définissant
ainsi deux canaux essentiellement parallèles et un
20 passage entre les deux canaux sur la partie restante de
sa longueur.

2. L'échangeur suivant la revendication 1, dans
lequel les moyens de liaison sont disposés selon l'axe
25 longitudinal.

3. L'échangeur suivant la revendication 2, dans
lequel les moyens de liaison comprennent un cordon de
soudure.

4. L'échangeur suivant la revendication 1, dans lequel les nervures sont formées sur la feuille constituant l'élément tubulaire par un procédé de déformation.

5

5. L'échangeur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la feuille est une feuille métallique.

10

6. Procédé de fabrication d'un échangeur de type spiralé, comprenant:

fournir une feuille de matériau ayant un axe longitudinal, un axe transversal et des bords longitudinaux;

15

constituer un élément tubulaire aplati à partir de la feuille en réunissant les bords longitudinaux par des moyens de liaison qui s'étendent parallèlement à l'axe longitudinal de la feuille;

20 enrouler sur lui-même cet élément tubulaire aplati afin de former une série de spires;

réaliser des éléments écarteurs sur les spires; et
relier les bords longitudinaux réunis à une paroi interne opposée de l'élément tubulaire aplati sur une partie majoritaire de sa longueur, définissant ainsi deux
25 canaux essentiellement parallèles séparés par un passage sur le reste de sa longueur.

7. Le procédé selon la revendication 6, dans lequel les moyens de liaison sont disposés selon l'axe
30 longitudinal.

8. Le procédé selon la revendication 6, dans lequel les moyens de liaison comprennent un cordon de soudure.

5 9. Le procédé selon la revendication 6, dans lequel la feuille est une feuille métallique.

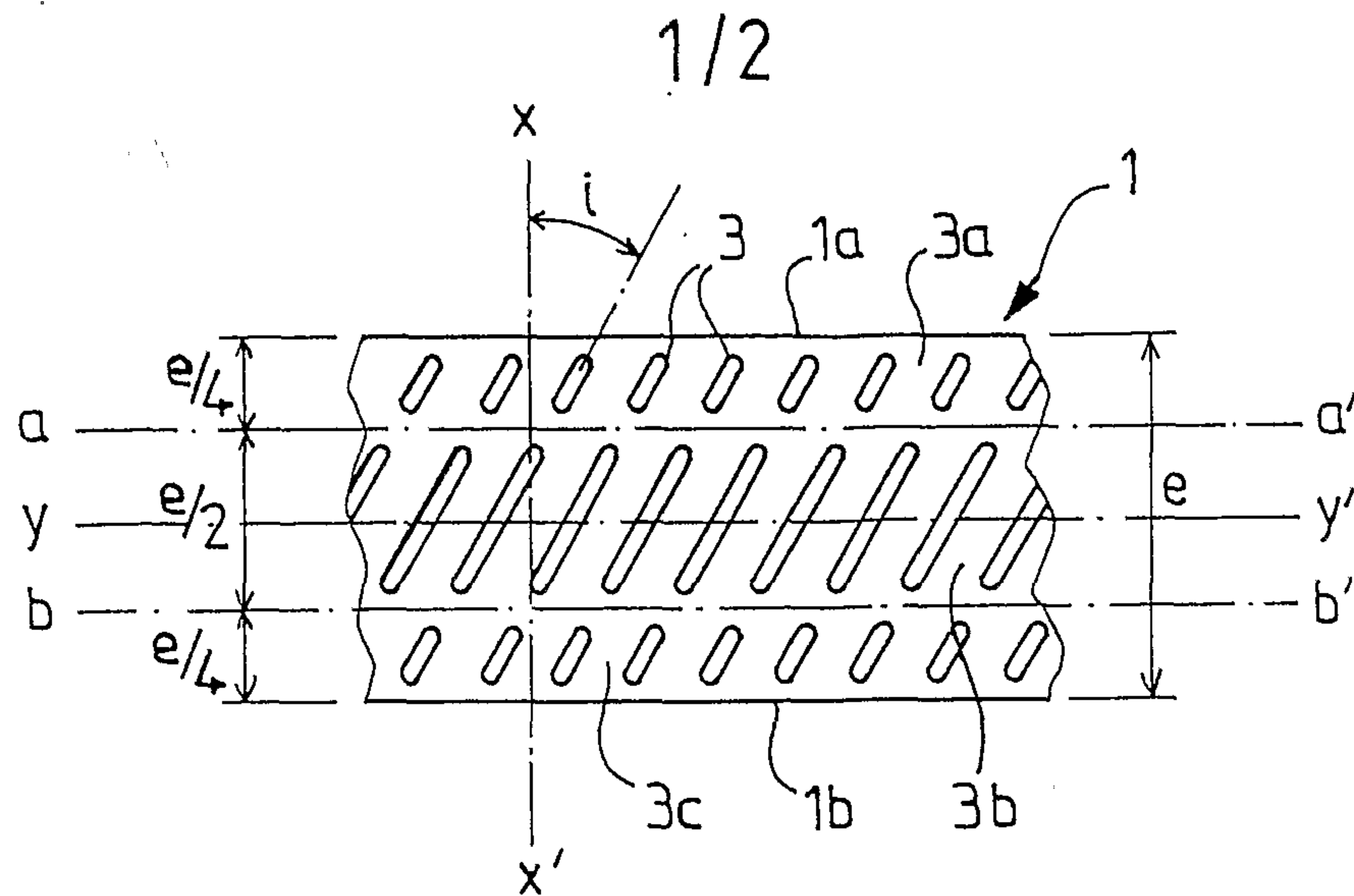


FIG. 1

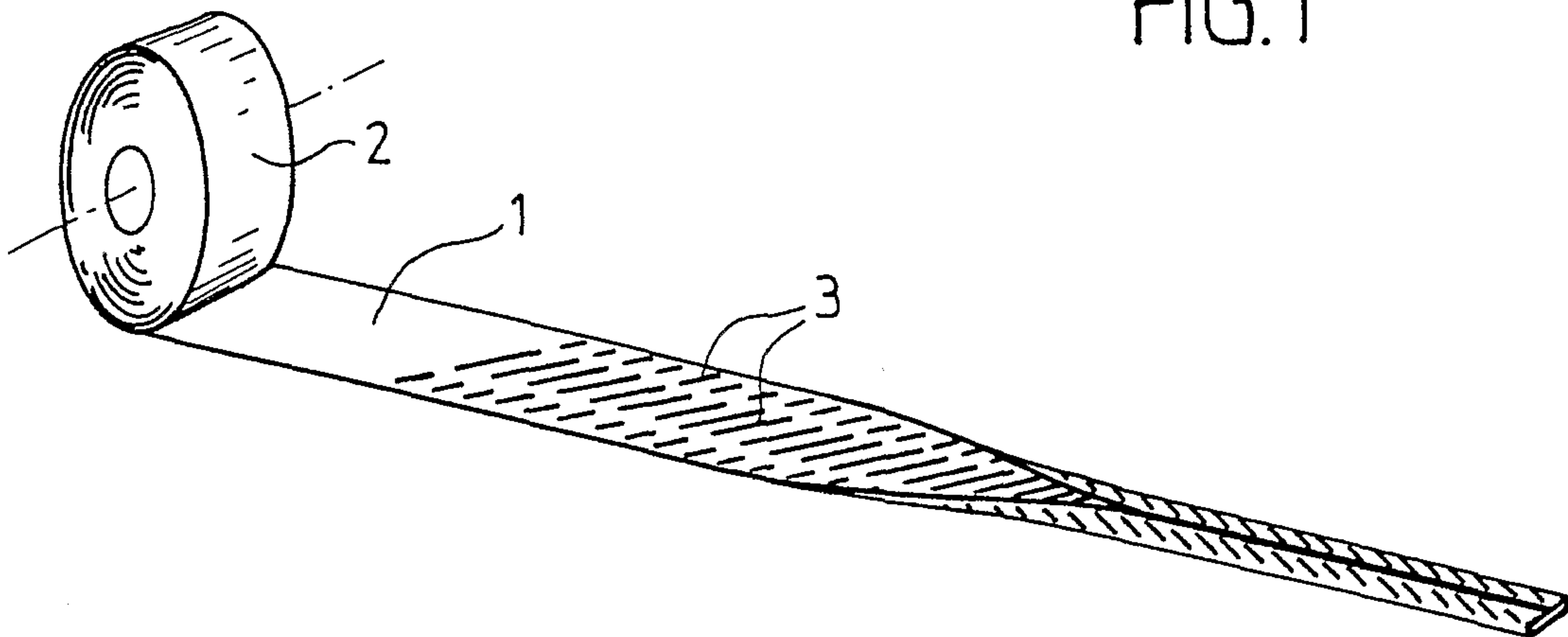


FIG. 2

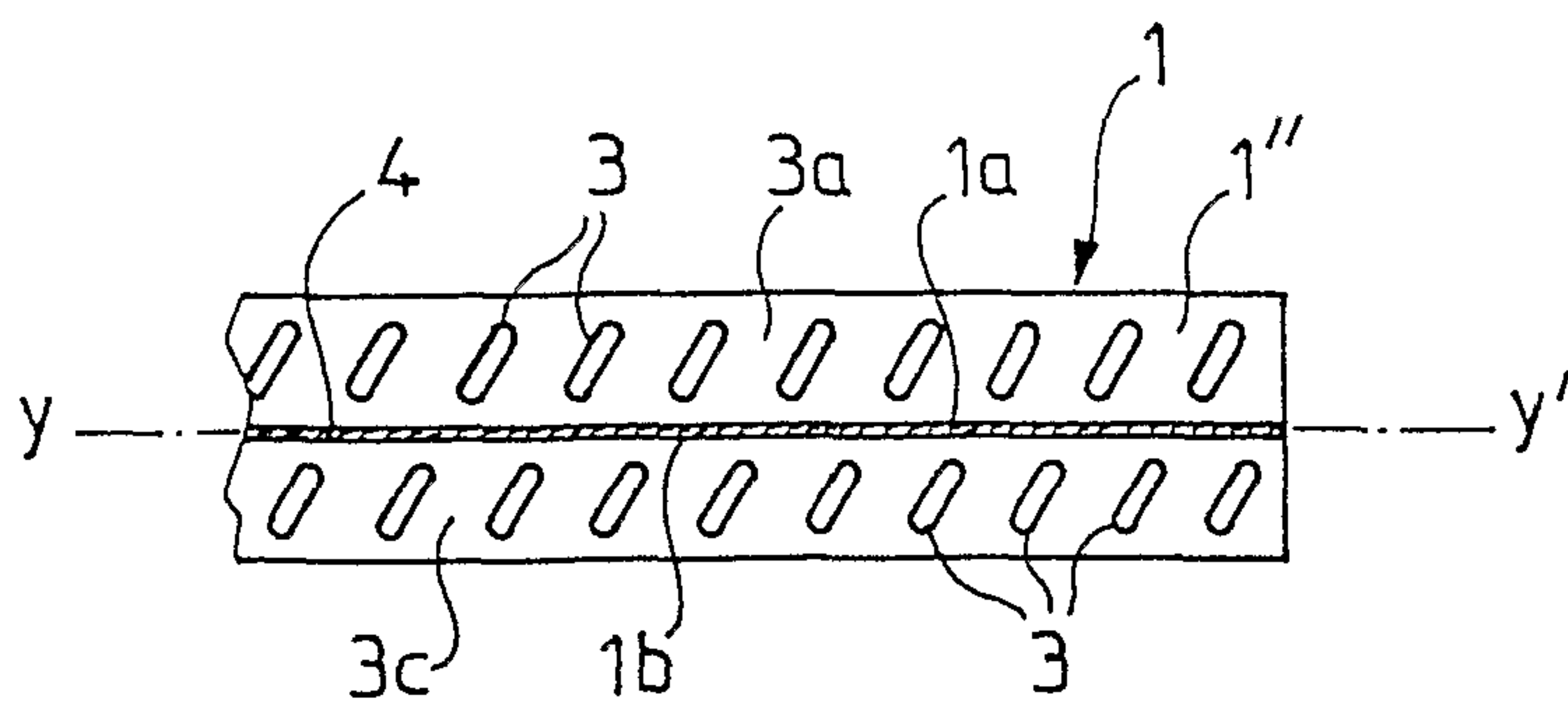


FIG. 3

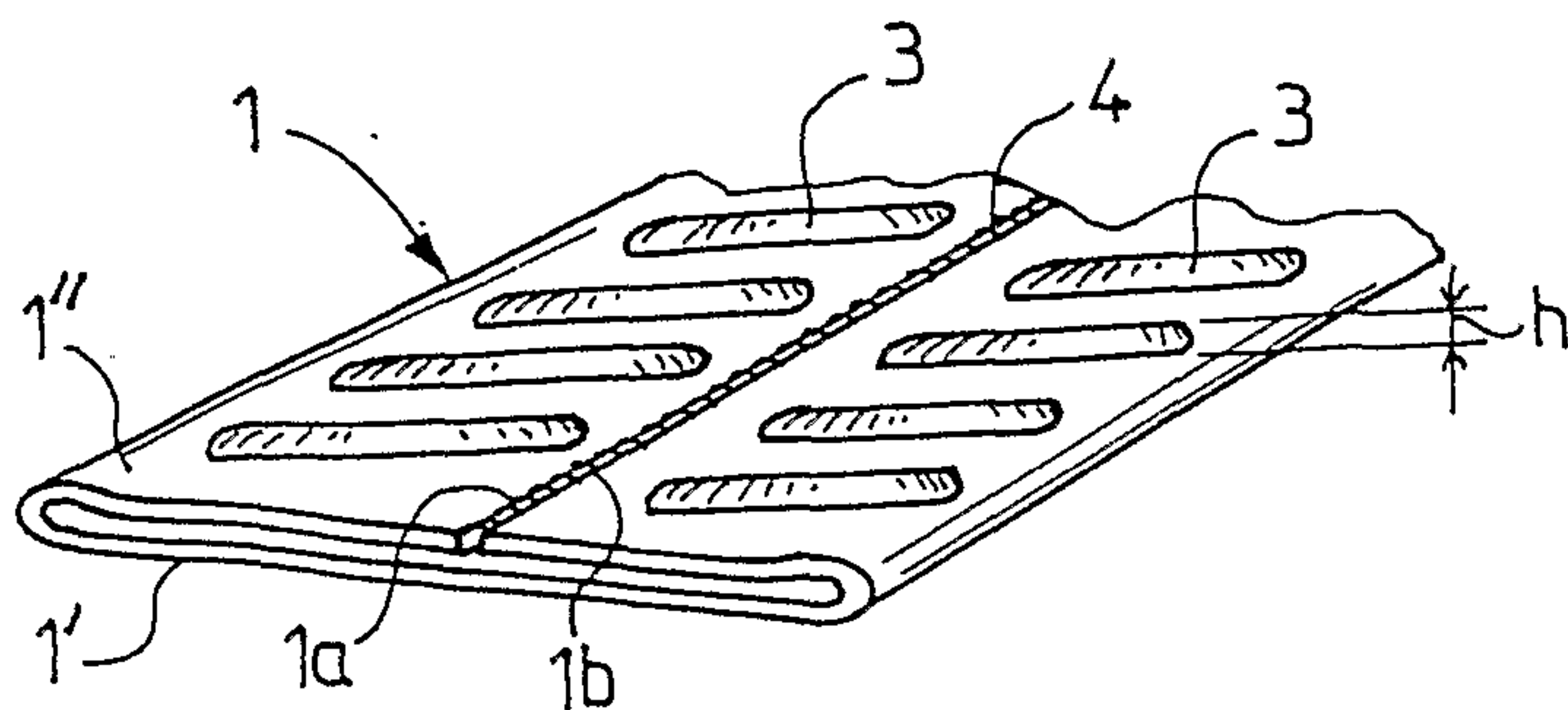


FIG. 4

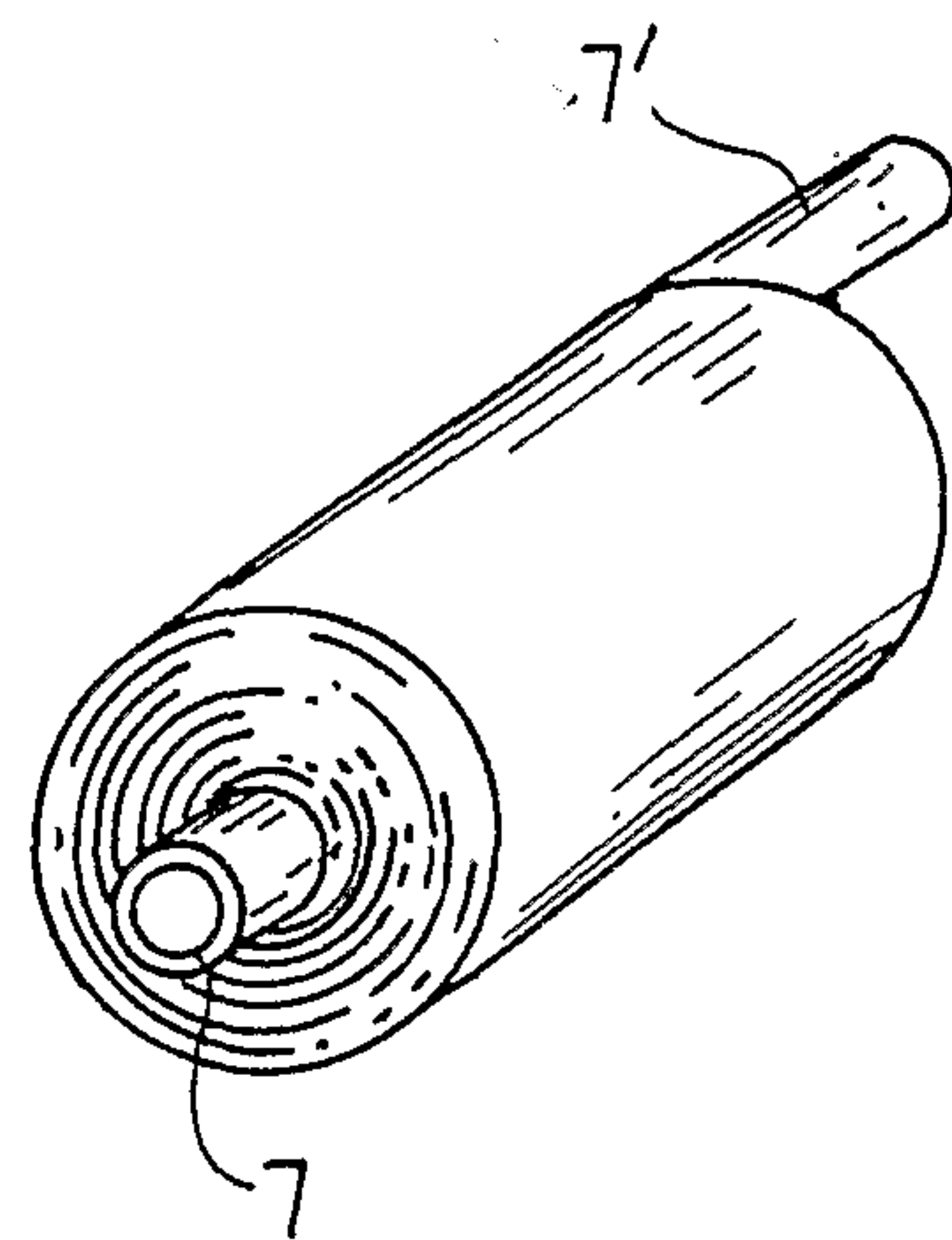


FIG. 5

2/2

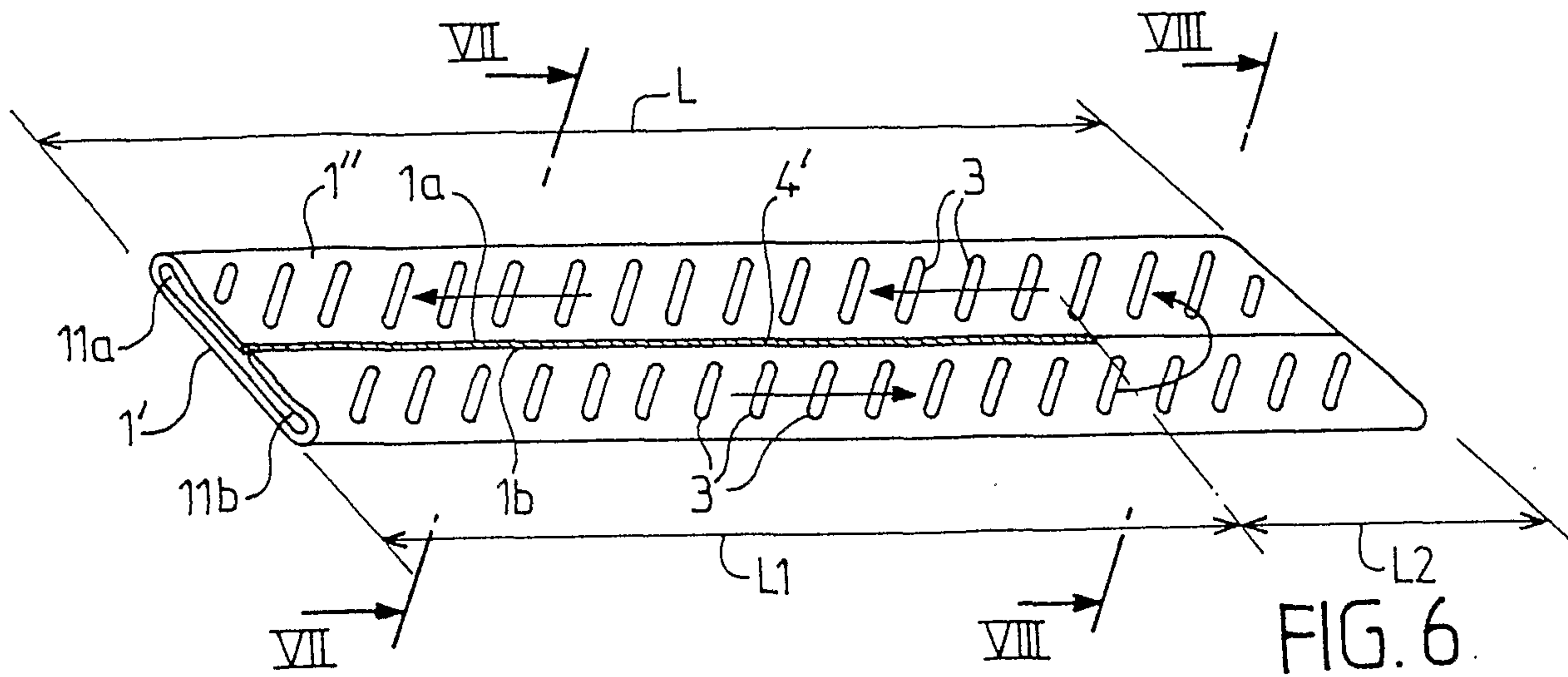


FIG. 6.

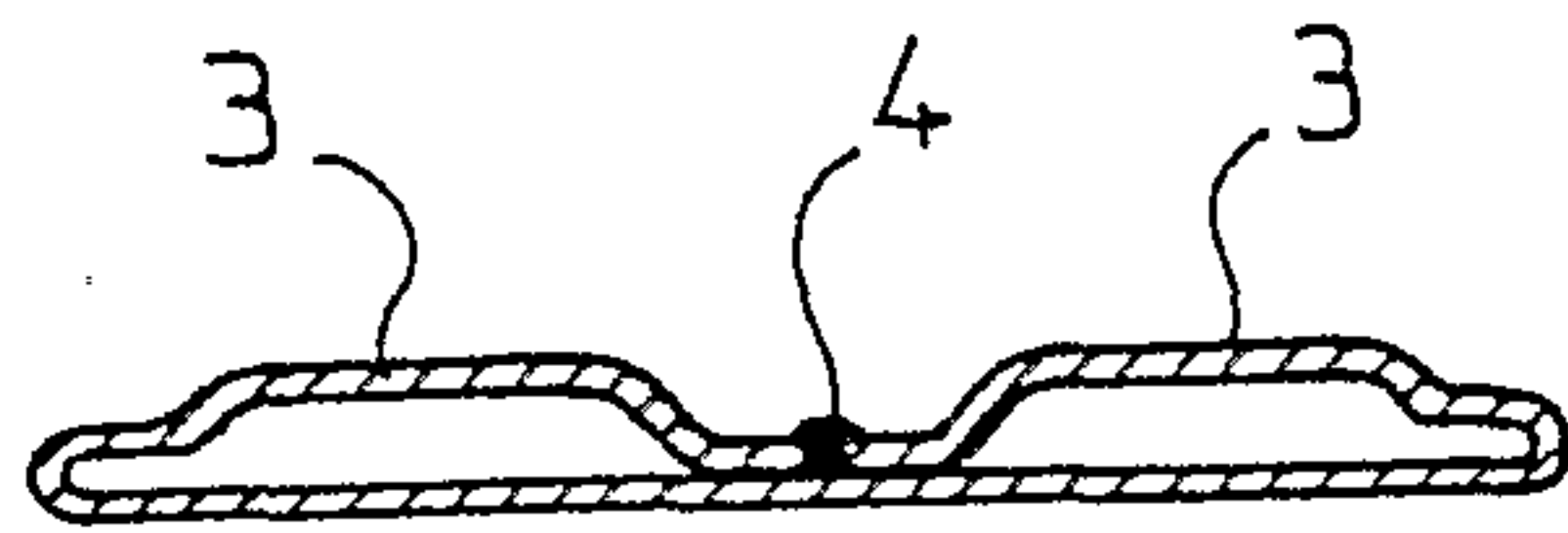


FIG. 7

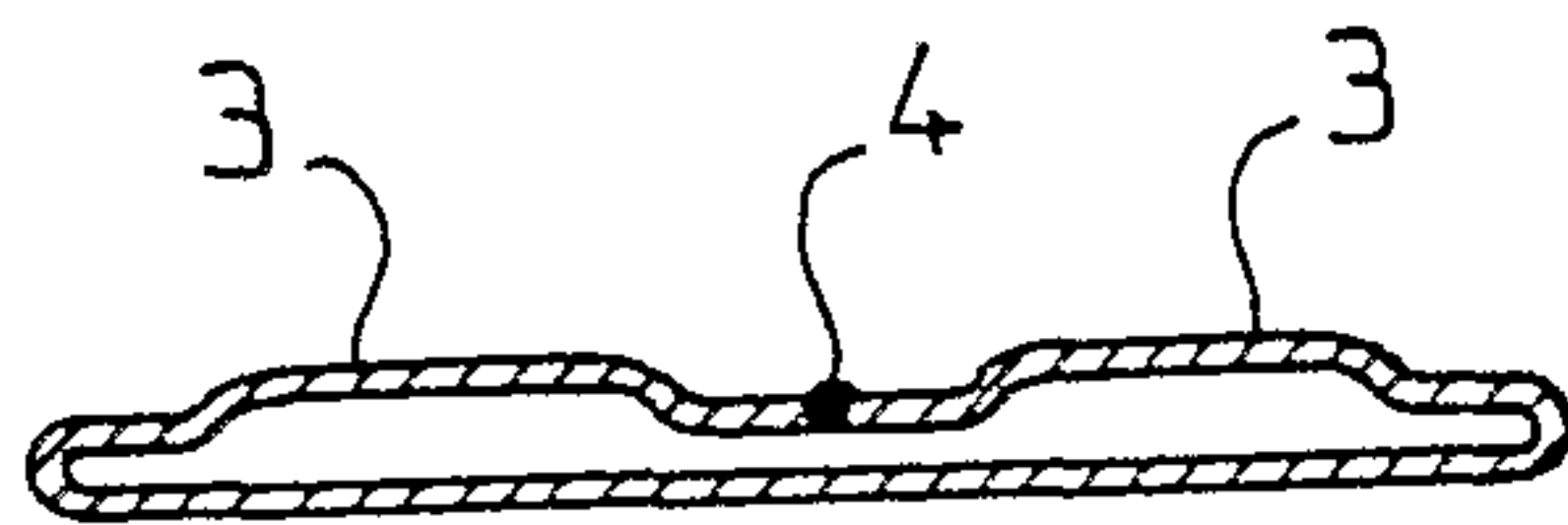


FIG. 8

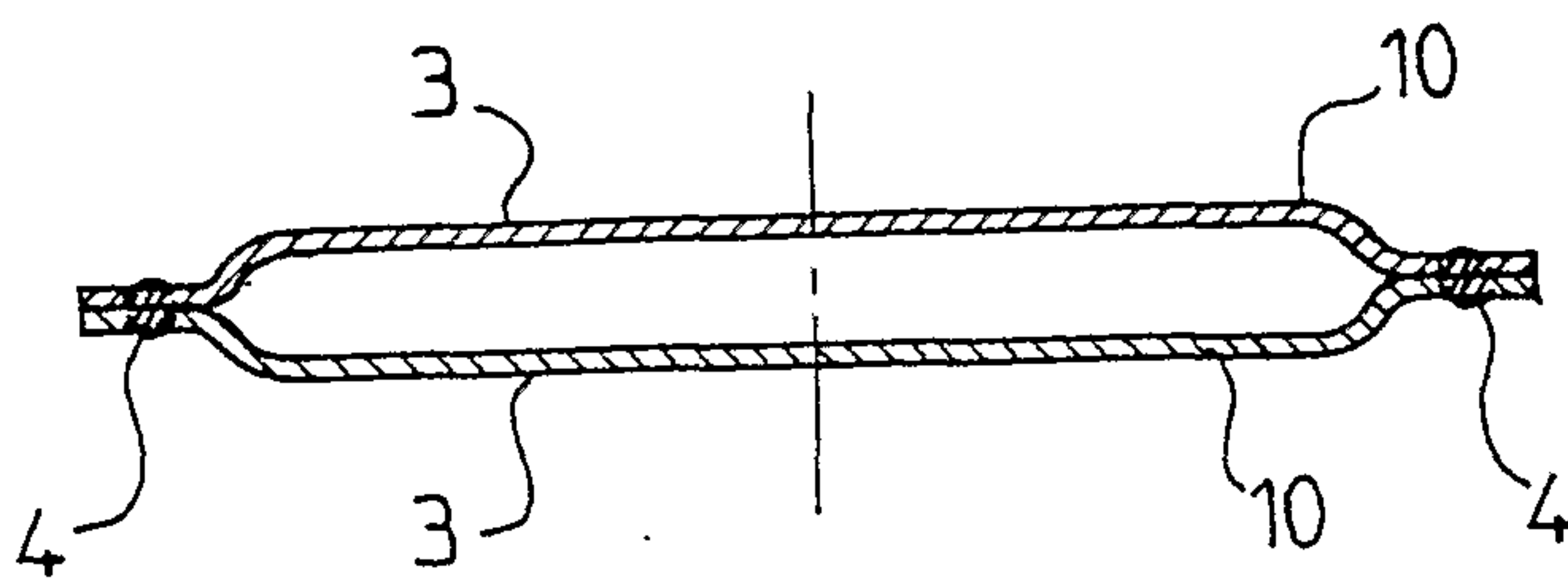


FIG. 9

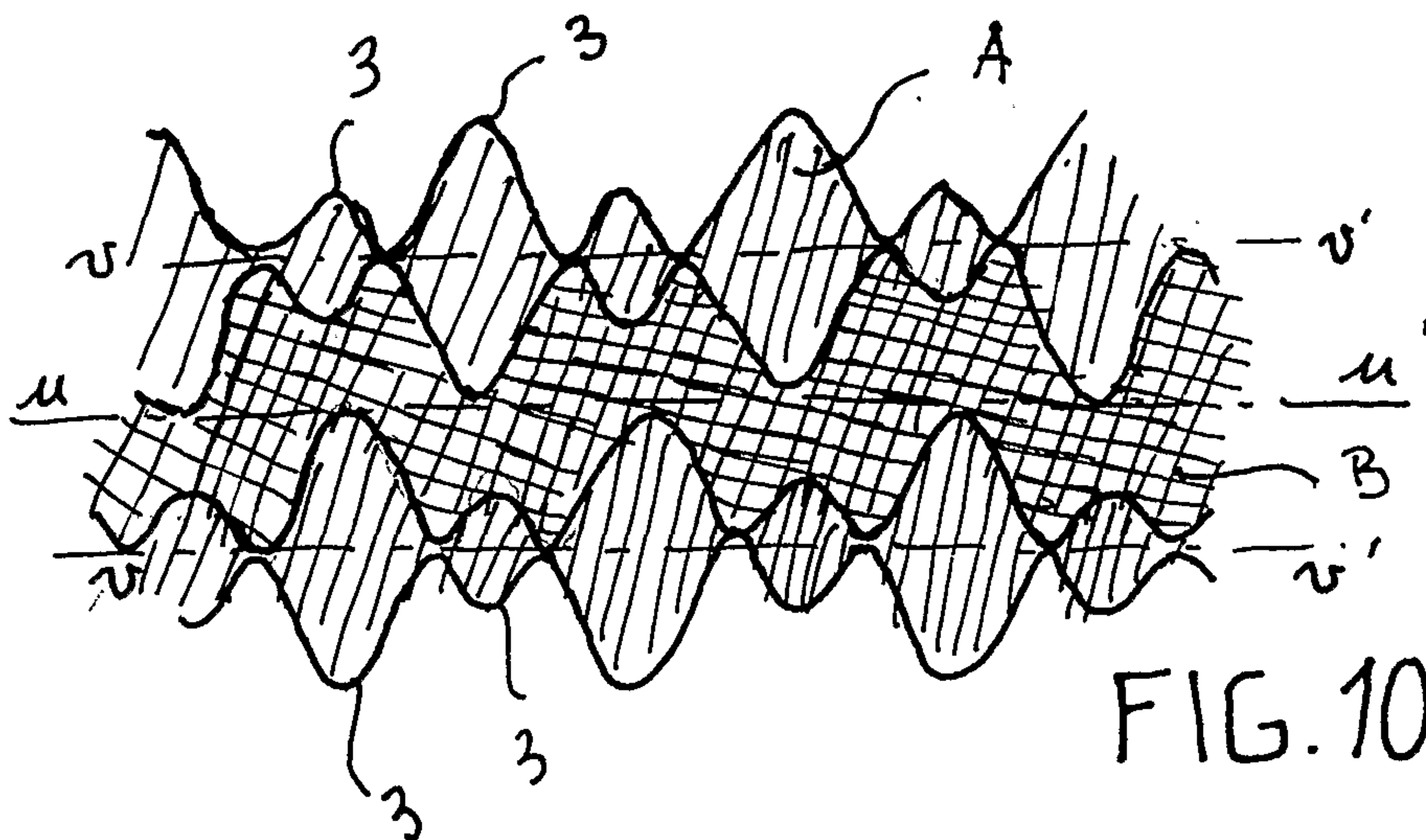


FIG. 10

