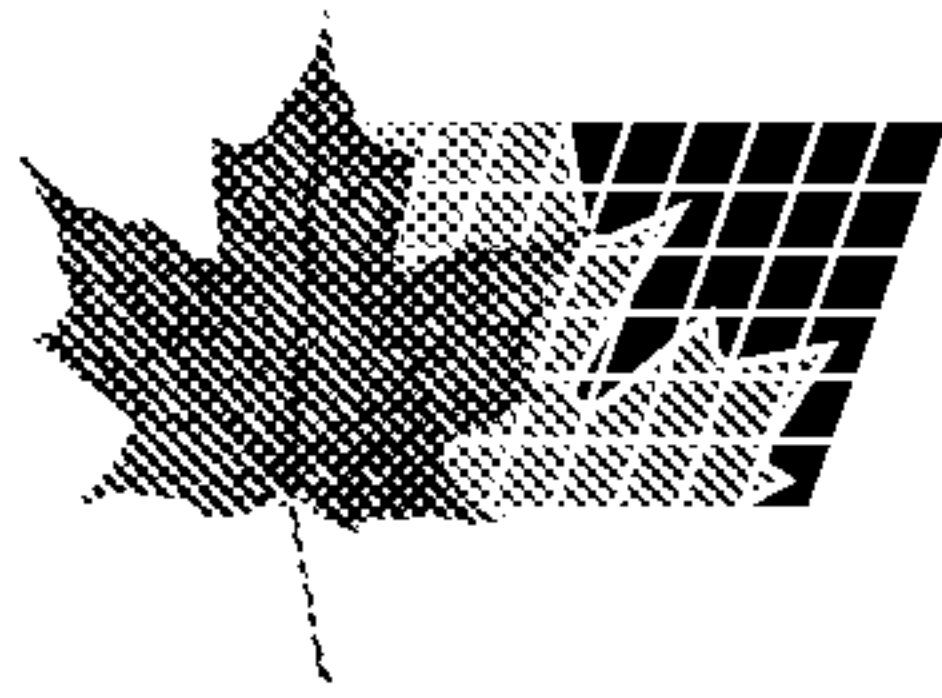




(72) MOISSON-FRANCKHAUSER, FRANÇOIS, FR

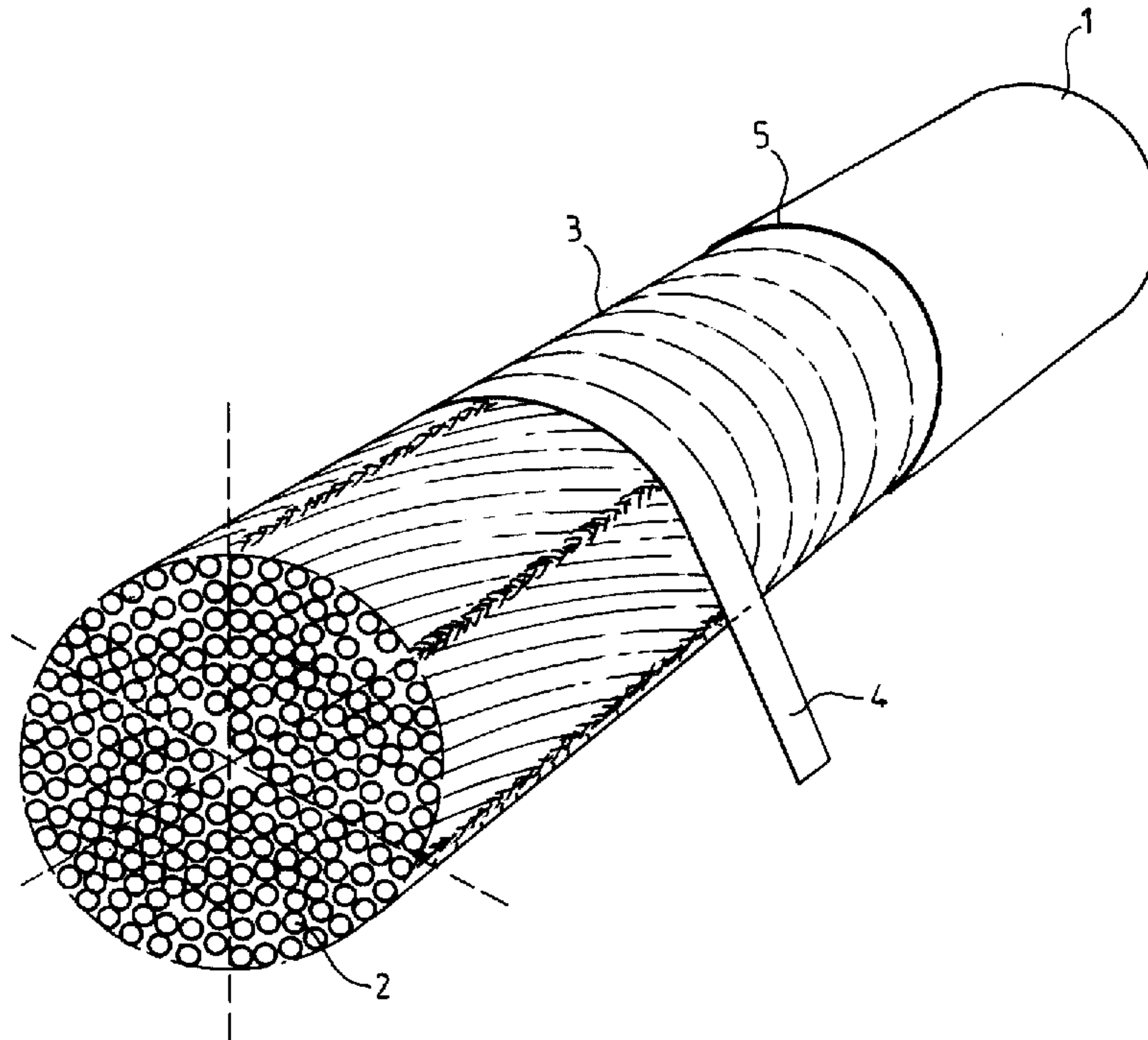
(71) ALCATEL, FR

(51) Int.Cl.⁶ H01B 9/06, H01B 19/00

(30) 1998/08/10 (98 10 241) FR

(54) **CABLE DE LIAISON A ISOLATION GAZEUSE, PROCEDE DE
FABRICATION ET DE POSE D'UN TEL CABLE**

(54) **INTERCONNECTING CABLE WITH GASEOUS INSULATION
AND ITS MANUFACTURING AND INSTALLATION PROCESS**



(57) La présente invention concerne un câble à isolation gazeuse comportant une âme et une gaine extérieure. L'espace annulaire compris entre l'âme et l'enveloppe est rempli d'un gaz d'isolation, et l'âme est entourée par une chambre pneumatique qui présente après gonflage une forme cylindrique dont le diamètre est celui de la gaine du câble.

ABREGE

Câble de liaison à isolation gazeuse, procédé de fabrication et de pose d'un tel câble

- 5 La présente invention concerne un câble à isolation gazeuse comportant une âme et une gaine extérieure. L'espace annulaire compris entre l'âme et l'enveloppe est rempli d'un gaz d'isolation, et l'âme est entourée par une chambre pneumatique qui présente après gonflage une forme
- 10 cylindrique dont le diamètre est celui de la gaine du câble.

CABLE DE LIAISON à ISOLATION GAZEUSE,
PROCEDE DE FABRICATION ET DE POSE D'UN TEL CABLE.

La présente invention concerne le domaine des câbles à isolation gazeuse.

5 De tels câbles sont utilisés pour le transport d'énergie électrique. Le principe général de tels câbles est connu dans l'état de la technique, par exemple par le brevet français FR2738946 qui décrit un câble à isolation gazeuse comprenant trois conducteurs
10 métalliques à l'intérieur d'une enveloppe métallique étanche, le câble étant réalisé par éléments d'une dizaine de mètres de longueur assemblés bout à bout, une dizaine environ d'éléments ainsi assemblés constituant un tronçon de câble. Ce câble selon l'art antérieur comprend des
15 éléments particuliers pour permettre des changements de la direction du câble.

Un autre document de l'art antérieur, le brevet français FR2714204 décrit un câble monophasé à isolation gazeuse comprenant une enveloppe d'acier
20 cylindrique remplie d'azote sous une pression au moins égale à 10^4 hectopascals, un conducteur métallique à base d'aluminium ou de cuivre maintenu axialement à l'intérieur de l'enveloppe d'acier par des cônes isolants fermés, et une enveloppe d'aluminium formant pour l'enveloppe d'acier
25 un écran magnétique vis-à-vis du champ magnétique créé par le courant traversant le conducteur. L'enveloppe d'acier est séparée de l'enveloppe d'aluminium par des bagues en matière plastique ou polymère chargé placées chacune dans une gorge d'un collier métallique.

Les câbles à isolation gazeuse (C.I.G.) selon l'art antérieur présentent un grand diamètre extérieur qui résulte de leur tension élevée et de la valeur limitée du champ électrique E_1 admise dans l'isolation gazeuse. Le
5 diamètre extérieur de l'espace d'isolation de ces câbles se trouve minimisé lorsque l'âme d'un câble unipolaire soumise à la tension U a pour diamètre $(2.U / E_1)$ et lorsque l'espace d'isolation a pour diamètre extérieur $(2 U / E_1) * \exp(1)$.

10 Les longueurs des liaisons par C.I.G. de l'art antérieur sont limitées par suite du coût élevé de ces câbles, dû notamment à l'acheminement de courts tronçons, à cause du diamètre des câbles, impliquant le raccordement in situ d'éléments tubulaires ou de courtes longueurs de
15 tubes corrugués de diamètre voisin de 0.4 mètre, transportées sur des tourets d'environ 4 mètres de diamètre.

De plus, la rigidité diélectrique de l'isolation gazeuse est fortement affectée par la
20 contamination par les poussières métalliques et imperfections des surfaces équipotentiellles résultant du montage. On a proposé de pallier cet inconvénient par des procédés de détection des arcs se formant dans de tels câbles, comme dans le brevet français FR2719125.

25 Le but de l'invention est de remédier à ces différents inconvénients en proposant un câble à isolation gazeuse de moindre coût de fabrication, d'une section extérieure inférieure à la section de câbles de l'art antérieur présentant les mêmes performances et dont la
30 pause est facilitée.

A cet effet, l'invention concerne une structure gonflable qui va permettre d'abord de transporter, à l'état dégonflé sous un diamètre réduit pratiquement d'un facteur $\exp(1)=2.72$, des tronçons de
5 liaison dont la longueur peut être alors accrue considérablement par la réduction du diamètre interne du touret et par la section unitaire réduite pratiquement de $\exp(2)$.

Dans son acception la plus générale,
10 l'invention concerne un câble à isolation gazeuse comportant une âme et une gaine extérieure, l'espace annulaire compris entre l'âme et l'enveloppe étant rempli d'un gaz d'isolation, caractérisé en ce que l'âme est entourée par une chambre pneumatique qui présente après
15 gonflage une forme cylindrique dont le diamètre est celui de la gaine du câble.

Avantageusement, le câble comporte des liens souples s'étendant entre l'âme conductrice et la paroi intérieure de la chambre pneumatique, pour assurer le
20 maintien de l'âme conductrice au centre de l'espace d'isolation gazeuse après gonflage de la chambre pneumatique.

De préférence, les liens souples sont réalisés par des tissus de verre non discontinus dont les deux
25 rives ont été préalablement noyées dans des bandes pneumatiques latérales étroites de même nature que la chambre pneumatique.

Selon une variante, le câble comporte une paroi tubulaire non étanche formée par enroulement d'un
30 feuillard métallique autour de la structure gonflable.

Selon une autre variante, le feuillard est constitué par un tube agrafé contenant la structure gonflable.

Selon un mode de réalisation particulier, le
5 câble comprend en outre une nappe conductrice disposée le long du feuillard entourant la structure gonflable.

Selon une variante, il comprend une structure pneumatique radialement armée.

Selon un mode de réalisation avantageux, l'âme
10 du câble est constituée par un assemblage cylindrique de brins conducteurs isolés l'un de l'autre, et transposés entre eux, par exemple à l'intérieur de secteurs cylindriques et par une surface équipotentielle de phase réalisée par rubanage d'un ruban semi-conducteur,
15 recouvert par un revêtement mécaniquement protecteur.

Selon une variante, la gaine est un tube agrafé entouré par une enveloppe constituée par des conducteurs disposés en hélice présentant des canaux délimités radialement par le tube agrafé et par
20 l'enveloppe de protection, et délimités latéralement par un espacement latéral entre les éléments de la nappe conductrice de la gaine.

Selon une autre variante, les liens souples sont réalisés au moyen de tissu isolant obtenu à partir
25 d'un ou de plusieurs matériaux en fibre.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un câble à isolation gazeuse caractérisé en ce que l'on prépare une âme conductrice et une chambre pneumatique et en ce que l'on procède à la mise en place
30 de la chambre pneumatique contenant les liens en

enveloppant de proche en proche l'âme par la chambre pneumatique équipée, préalablement déroulée à plat en dessous de l'âme, les deux rives de cette chambre étant alors disposées bord à bord le long d'une ligne axiale
5 située à la verticale au dessus de l'âme du câble, les bandes pneumatiques bordant les liens supérieurs étant superposées aux rives et rendues adhérentes, et en ce que l'on place ensuite une bande couvercle sur cet ensemble ainsi préparé.

10 Selon une variante, la chambre pneumatique dégonflée est placée contre l'âme conductrice en maintenant simultanément en position angulaire finale la partie supérieure de la chambre le long de la ligne axiale ainsi que la partie inférieure du pourtour cylindrique de
15 la chambre et en plaquant latéralement contre l'âme conductrice la chambre pneumatique dégonflée au voisinage des bandes. La chambre pneumatique forme deux paires de poches de longueurs voisines de part et d'autre de chacune des deux bandes latérales. Ces quatre poches sont repliées
20 vers le haut, superposées deux à deux et plaquées contre l'âme conductrice, puis maintenues dans cette position pour le transport de la structure. Ce repli vers le haut évite que des parties latérales repliées de la chambre pneumatique n'empiètent dans la partie inférieure du
25 pourtour cylindrique de la chambre. Le quadruple repli des parties latérales de la chambre évite également que les liens latéraux et que les liens supérieurs ne soient tendus et ne modifient la position angulaire des bandes pneumatiques adhérant à la chambre et de l'ancrage commun
30 des bandes. L'invention concerne encore un procédé de pose

d'un câble à isolation gazeuse caractérisé en ce que le maintien en place permanent de la chambre pneumatique dégonflée plaquée contre l'âme conductrice est assuré par un film en plastique entourant la structure dégonflée, ce
5 film protecteur se déchirant finalement lorsque l'on procède au gonflage partiel de la structure lors de la pose du câble après la fin de son élaboration.

Selon un mode de mise en œuvre particulier, on achemine une structure dégonflée constituant le câble à
10 l'aide d'un touret et on procède au déroulement. Une enrouleuse élabore le tube agrafé autour de la structure dégonflée après l'élimination des liens périphériques afin que la structure puisse être regonflée, en ce que l'on dépose la structure dégonflée en position axiale et
15 angulaire finale sur le fond du tube agrafé et en ce que l'enrouleuse réalise ensuite la pose de la nappe conductrice en appui sur le tube agrafé, puis la pose de l'enveloppe de protection.

Selon une variante de ce mode de mise en œuvre, les liens périphériques entourant la structure
20 dégonflée sont remplacés par un film en plastique qui continue à envelopper la structure pendant l'élaboration du tube agrafé et de la nappe conductrice, ce film en plastique se déchirant ensuite sous l'effet de la
25 pressurisation partielle du câble.

Selon une variante, on procède au gonflage partiel de la structure ayant lieu avant que la structure soit enterrée.

Cette structure va permettre d'autre part de
30 réaliser une isolation électrique dont l'enveloppe de

l'isolation gazeuse et les espaceurs seront mis en place en usine, évitant ainsi l'accès et le risque de contamination lors de la pose de la liaison.

La structure gonflable de liaison est
5 caractérisée en ce que chaque câble unipolaire est entouré par une chambre pneumatique qui présente après gonflage une forme cylindrique dont le diamètre est celui de la gaine du câble.

A l'intérieur de cet espace d'isolation
10 gazeuse, des liens mis en place en usine en même temps que la chambre deviennent tendus à l'issue du gonflage de la chambre et maintiennent l'âme conductrice au centre de l'espace d'isolation gazeuse.

La gaine de chaque câble unipolaire est
15 constituée par une paroi tubulaire non étanche élaborée sur le terrain, par enroulement d'un feuillard métallique autour de la structure gonflable issue du touret.

Par exemple, ce feuillard constitue un tube agrafé contenant la structure gonflable.

20 Autour de ce feuillard métallique, on dispose le long du câble rectiligne une nappe conductrice. Cette nappe abaisse la résistance électrique de la gaine. Elle est entourée par une structure assurant la protection du feuillard et de la nappe conductrice contre la corrosion
25 et conférant à la nappe conductrice la résistance mécanique aux forces électrodynamiques créées en présence d'un courant de court-circuit.

Le tube agrafé contenant la structure gonflable remplit plusieurs fonctions:

a) Il crée l'armature contre laquelle la chambre pneumatique vient se plaquer sur tout son pourtour cylindrique lors du gonflage, et il supporte les efforts mécaniques ainsi créés par la pression du gaz d'isolation
5 électrique.

b) Associé à la chambre gonflée, il constitue un ensemble flexible apte à être déposé dans une tranchée parallèle à la piste le long de laquelle s'est effectué préalablement le déroulement du câble et son assemblage
10 avec le tube agrafé élaboré de proche en proche.

c) Il protège le câble enterré pressurisé contre les forces d'écrasement transmises par le remblai, et contre les efforts locaux créés, par exemple par les racines d'arbres.

15 d) Par son coefficient de frottement élevé, il maintient en place la chambre pneumatique contenant le câble, dans la position initiale d'élaboration, empêchant ainsi d'une part la reptation du câble dans ses déclivités, et d'autre part la rotation de la chambre
20 pneumatique, ces deux déplacements risquant de modifier le centrage de l'âme du câble à l'intérieur de l'espace d'isolation électrique.

e) L'absence d'étanchéité du tube agrafé assure le maintien de la chambre au contact de celui-ci
25 sur la totalité du périmètre cylindrique, même en présence d'une fuite locale du gaz d'isolation altérant peu la pression intérieure de ce gaz.

f) La température est uniformisée sur le périmètre de la gaine, soit en présence d'une évacuation
30 de la chaleur par un remblai de propriétés thermiques

hétérogènes, soit en présence d'une canalisation d'eau placée à proximité de la liaison pour en limiter la température.

Lors d'un courant de court-circuit, la gaine
5 transporte un courant de retour qui diffère peu du courant de phase; les forces électrodynamiques créées sur le conducteur de phase tendent à centrer celui-ci dans le volume cylindrique délimité par la gaine; ces forces croissent comme le décentrage initial du conducteur de
10 phase. Vu leur brièveté, et vu la masse du conducteur de phase, elles agissent surtout jusqu'au premier passage de l'âme en position centrée. La forme des liens et leur résistance mécanique sont adaptées à la présence d'un décentrage initial quelle qu'en soit la direction; les
15 liens limitent le déplacement latéral du conducteur de phase, afin de ne pas altérer la rigidité diélectrique de la liaison.

Une variante de ce dispositif consiste à éliminer l'armature métallique servant de gaine et à
20 remplacer la chambre pneumatique mécaniquement peu résistante par une structure pneumatique radialement armée. Ne pouvant subir un dégonflage momentané en fond de tranchée, une telle variante de structure n'est utilisable qu'en galerie.

25 Plusieurs agencements des liens entre la chambre pneumatique et l'âme du câble sont possibles; de même, plusieurs procédés d'élaboration du câble entouré de la chambre, en usine, sont possibles; enfin, plusieurs types de gaine peuvent être élaborés sur le terrain.
30 Avantageusement, les liens souples sont réalisés au moyen

de tissu isolant obtenu à partir d'un ou de plusieurs matériaux en fibre. Le matériau présentera une ténacité suffisante, une absence de fluage à long terme, une résistance à la dégradation par la température du câble ou
5 par les vibrations électrodynamiques et une fragilité réduite compatible avec le procédé d'élaboration de la liaison.

A titre d'illustration, et dans le but de montrer la faisabilité de la liaison, on décrit ci-après
10 une liaison comprenant un agencement particulier des liens, un procédé particulier d'élaboration du câble et de la chambre en usine, et l'élaboration d'un type particulier de gaine sur le lieu de pose de la liaison.

L'invention sera mieux comprise à la lecture
15 de la description qui suit, se référant aux dessins annexés où :

- La figure 1 représente une vue en coupe de l'âme du câble ;
- La figure 2 représente une vue en coupe d'un
20 tronçon de câble ;
- La figure 3 représente une vue en coupe de l'ensemble constitué par les liens et la chambre pneumatique, avant l'élaboration du câble ;
- La figure 4 représente une vue de détail de
25 la chambre pneumatique au niveau d'un lien ;
- La figure 5 représente une vue en coupe de la chambre pneumatique dégonflée entourant l'âme du câble ;
- La figure 6 représente une vue schématique
30 du câble en cours de pose.

La figure 1 représente l'âme du câble (1),
comprenant:

- un assemblage cylindrique (2) de brins conducteurs isolés l'un de l'autre, et transposés entre eux, par exemple à l'intérieur de K secteurs cylindriques accolés, la section de chaque secteur étant délimitée par deux segments rectilignes formant un angle de $2\pi/K$ et par un arc du cercle dont le diamètre est celui de l'âme du câble ;

10 - une surface équipotentielle de phase (3) réalisée par rubanage d'un ruban semi-conducteur (4), recouvert par un revêtement mécaniquement protecteur (5).

La figure 2 représente une vue en coupe de la structure finale destinée à être déposée dans la tranchée
15 après l'application d'une pression réduite destinée à plaquer la chambre pneumatique (6) sur le pourtour cylindrique de la gaine réalisée par un tube agrafé (7) apte à contenir les efforts dus à la pression interne du gaz d'isolation.

20 Autour du tube agrafé (7), on dispose une nappe conductrice (8) apte à transporter le courant de gaine, ainsi qu'une enveloppe (9) protégeant le tube agrafé (7) et la nappe conductrice (8) contre la corrosion et maintenant mécaniquement ces éléments en présence d'un
25 courant de court-circuit.

Le maintien de l'âme (1) en position centrale dans l'espace d'isolation gazeuse (10) est obtenu au moyen de liens souples (11).

La nappe conductrice (8) de la gaine est
30 constituée par des conducteurs disposés en hélice. Des

canaux (12) sont délimités radialement par le tube agrafé (7) et par l'enveloppe de protection (9), et délimités latéralement par un espacement latéral entre les éléments de la nappe conductrice (8) de la gaine. Ces canaux
5 permettent de maintenir la pression atmosphérique autour du tube agrafé malgré l'étanchéité de l'enveloppe de protection (9).

Les liens souples (11) sont par exemple réalisés par des tissus de verre non discontinus dont les
10 deux rives ont été préalablement noyées dans des bandes pneumatiques latérales étroites de même nature que la chambre pneumatique (6).

Un agencement de ces liens et un procédé d'élaboration de la chambre pneumatique contenant les
15 liens sont proposés comme suit.

a) On élabore une bande pneumatique de grande longueur, dont la largeur est égale au périmètre de la chambre pneumatique (6).

b) Séparément, on élabore les liens latéraux
20 (13) au moyen d'une bande de tissu de verre (14) de grande longueur dont les rives sont noyées sur leur longueur dans des bandes pneumatiques latérales (15) et (16) étroites

c) Séparément, on élabore de même les liens supérieurs (17) au moyen d'une bande de tissu de verre
25 (18) de grande longueur, dont les rives sont noyées sur leur longueur dans des bandes pneumatiques (19), (20) étroites.

d) On superpose à plat les liens latéraux (13) et les liens supérieurs (17) afin de réunir ces liens au
30 moyen de 2 coutures rectilignes axiales (21) et (22).

e) On étale à plat cet ensemble de façon centrée, sur la chambre pneumatique (6) et on réalise l'adhérence des bandes pneumatiques latérales (15), (16) sur la paroi interne de la chambre pneumatique (6)

5 f) On enroule cet ensemble qui sera utilisé ultérieurement en usine pour la mise en place de la chambre pneumatique autour de l'âme (1) du câble.

La figure 3 représente cet agencement de la chambre pneumatique (6) contenant les liens souples (11),
10 cette chambre se trouvant stockée enroulée avant sa mise en place autour de l'âme (1) du câble.

La mise en place de la chambre pneumatique (6) contenant les liens s'effectue en enveloppant de proche en proche l'âme du câble par la chambre pneumatique équipée,
15 préalablement déroulée à plat en dessous de l'âme. Les deux rives (23, 24) de cette chambre sont alors disposées bord à bord le long d'une ligne axiale (25) située à la verticale au dessus de l'âme du câble. Les bandes pneumatiques (19, 20) bordant les liens supérieurs sont
20 superposées aux rives (23, 24) et rendues adhérentes. Enfin, une bande-couvercle (26) placée sur cet ensemble clôt la chambre pneumatique, assurant l'étanchéité et renforçant la résistance mécanique de cette région.

Ultérieurement, lorsque l'on pressurise la
25 chambre qui prend appui sur tout le périmètre interne du tube agrafé (7), les liens supérieurs viennent constituer un berceau (27) continu, contenant l'âme (1) du câble. Les liens latéraux (13) deviennent également tendus et empêchent les déplacements latéraux de l'âme (1). La
30 partie centrale de ces liens latéraux (13), située entre

les coutures axiales (21, 22) se trouve plaquée le long de la face inférieure de l'âme (1) du câble; de part et d'autre, les deux parties latérales des liens latéraux (13), situées entre la couture (21) et la bande latérale (15), et entre la couture (22) et la bande pneumatique latérale (16), sont réparties selon deux plans inclinés formant les 2 branches latérales d'un Y renversé.

L'adhérence de la bande-couvercle (26) réalisée en usine avant la mise sur touret du câble entouré de la chambre dégonflée est la seule qui requiert une étanchéité. Son exécution est facilitée par la disposition axiale, sans discontinuité, des liens et des bandes constituant leurs rives.

La figure 4 montre l'agencement de la chambre pneumatique (6) au niveau où les liens supérieurs (17) sont fixés à cette chambre, formant l'extrémité supérieure (25) du berceau (27). Les raccordements entre la partie libre du tissu de verre (17) et les bandes pneumatiques (19) et (20) sont regroupés à l'extrémité supérieure (25) du pourtour cylindrique de la chambre pneumatique (6). Les bandes pneumatiques (19) et (20) contenant les rives noyées, non débordantes, du tissu de verre sont disposées en T recouvrant la face extérieure de la chambre pneumatique de part et d'autre de cette extrémité supérieure (25). Enfin, une bande pneumatique couvercle (26) vient recouvrir les bandes (19) et (20), assurant l'étanchéité et renforçant la résistance mécanique de cette région.

Lorsque les liens en berceau entourent une âme de diamètre D_i centrée dans une gaine de diamètre D_e =

$D_i \cdot \exp(1)$, la partie du tissu de verre située dans l'espace d'isolation électrique, suspendue à l'extrémité supérieure (25) du berceau (27) comprend deux parties planes des liens supérieurs (11) et (17), de part et
 5 d'autre de la partie centrale curviligne au contact de l'âme du câble. La largeur du tissu de verre située dans l'espace d'isolation électrique vaut :

$$L = D_i \cdot \left[\frac{1}{2} + \arcsin \left(\frac{1}{\exp(1)} \right) + (-1 + \exp(2))^{1/2} \right] = 4,48 D_i$$

La largeur totale de ce tissu de verre
 10 s'obtient en ajoutant les largeurs des extrémités noyées dans les bandes pneumatiques (19 et 20).

La figure 5 représente une coupe du câble entouré de la chambre dégonflée, et apte à être enroulé sur un touret.

15 L'âme du câble, disposée horizontalement repose sur l'extrémité inférieure (36) du pourtour cylindrique de la chambre pneumatique. La chambre dégonflée entoure les flancs de l'âme (1) du câble. Les liens supérieurs en tissu de verre (17) fixés à la chambre
 20 dégonflée sont présents entre l'âme (1) et la chambre dégonflée. Ils ne sont pas sollicités mécaniquement. Pour que les liens latéraux (13) n'entravent pas le repli de la chambre pneumatique dégonflée (6), les parois de la chambre pneumatique (6) sont mises aussi en appui sur
 25 l'âme du câble au niveau des coutures axiales (21) et (22). Après quoi, les longueurs excédentaires (28 à 31) de la chambre pneumatique dégonflée (6) sont toutes repliées vers le haut le long de l'âme (1) du câble, puis maintenues contre l'âme (1) au moyen de liens
 30 périphériques (32) destinés à faciliter la mise en place

sur touret de cette structure dégonflée (33) de contour presque cylindrique.

Avant la mise sur touret, l'âme (1) du câble repose sur une épaisseur unique de la chambre pneumatique dégonflée (6). En conservant une position angulaire inchangée après déroulement du touret, sur le terrain de pose, on évite ainsi que le gonflage final de la structure crée une rotation de l'âme (1) du câble ou de la chambre pneumatique (6).

La figure 6 représente le chantier de pose d'une liaison, avec la tranchée (40) qui contient une partie des câbles de la liaison, déjà mis en place. L'élaboration de la liaison est effectuée le long d'une piste (41) parallèle à la tranchée (40). Un touret (42) a été acheminé sur cette piste.

Il contient la structure dégonflée (33). Le déroulement a lieu en vérifiant visuellement que la position haute de l'extrémité supérieure (25) du pourtour de la chambre est respectée. L'enrouleuse (43) élabore le tube agrafé (7) autour de la structure dégonflée (33) après l'élimination des liens périphériques (32) afin que la structure puisse être regonflée. La structure dégonflée (33) repose alors en position axiale et angulaire finale sur le fond (44) du tube agrafé. Les quatre longueurs excédentaires (28 à 31) de la chambre dégonflée n'empiètent pas sous le fond (44) et n'induiront donc pas de rotation de la structure au gonflage.

Les liens périphériques (32) peuvent être constitués par un film protecteur en plastique ; ce film se déchire lorsque débute le gonflage de la structure.

L'enrouleuse (43) réalise ensuite la pose de la nappe conductrice (8) en appui sur le tube agrafé (7), puis la pose de l'enveloppe de protection (9).

Un gonflage partiel de la structure (33) a lieu avant que la structure soit enterrée. Ce gonflage partiel est destiné à :

- Assurer la mise en place définitive de la structure
- Vérifier cette mise en place, par exemple par gammagraphie, et corriger la position angulaire de l'extrémité supérieure (25) de la structure par une rotation locale du tube agrafé
- Détecter les fuites éventuelles et y remédier. Le gonflage final de la structure (33) a lieu lorsque la structure est enterrée.

Lorsque la liaison est refroidie par une canalisation d'eau disposée contre les câbles, la profondeur de la tranchée influe peu sur l'élimination de la chaleur; cette profondeur qui dépend du diamètre des câbles, de la pression maximale admise et par conséquent de la nature du gaz d'isolation électrique, peut être alors choisie afin d'éliminer le risque encouru au dessus d'un câble en cas de rupture accidentelle de son enceinte pressurisée.

R E V E N D I C A T I O N S

- 1 - Câble à isolation gazeuse comportant une âme et une gaine extérieure, l'espace annulaire compris entre l'âme et l'enveloppe étant rempli d'un gaz d'isolation, caractérisé en ce que l'âme est entourée par une chambre pneumatique qui présente après gonflage une forme cylindrique dont le diamètre est celui de la gaine du câble.
- 2 - Câble à isolation gazeuse selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte des liens souples s'étendant entre l'âme conductrice et la paroi intérieure de la chambre pneumatique, pour assurer le maintien de l'âme conductrice au centre de l'espace d'isolation gazeuse après gonflage de la chambre pneumatique.
- 3 - Câble à isolation gazeuse selon la revendication 2 caractérisé en ce que les liens souples (11) sont réalisés par des tissus de verre non discontinus dont les deux rives ont été préalablement noyées dans des bandes pneumatiques latérales étroites de même nature que la chambre pneumatique (6).
- 4- Câble à isolation gazeuse selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte une paroi tubulaire non étanche formée par enroulement d'un feuillard métallique autour de la structure gonflable.

5 - Câble à isolation gazeuse selon la revendication 4 caractérisé en ce que le feuillard est constitué par un tube agrafé contenant la structure gonflable.

5

6 - Câble à isolation gazeuse selon la revendication 4 ou 5 caractérisé en ce qu'il comprend en outre une nappe conductrice disposée le long du feuillard entourant la structure gonflable.

10

7 - Câble à isolation gazeuse selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend une structure pneumatique radialement armée.

15

8 - Câble à isolation gazeuse selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que l'âme du câble (1) est constituée par un assemblage cylindrique (2) de brins conducteurs isolés l'un de l'autre, et transposés entre eux, par exemple à l'intérieur de secteurs cylindriques et par une surface équipotentielle de phase (3) réalisée par rubanage d'un ruban semi-conducteur (4), recouvert par un revêtement mécaniquement protecteur (5).

25

9 - Câble à isolation gazeuse selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que la gaine est un tube agrafé (7) entouré par une enveloppe constituée par des conducteurs disposés en hélice présentant des canaux (12) délimités radialement par le

30

tube agrafé (7) et par l'enveloppe de protection (9), et délimités latéralement par un espacement latéral entre les éléments de la nappe conductrice (8) de la gaine.

5 10 - Câble à isolation gazeuse selon l'une au moins des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que les liens souples (11) sont réalisés au moyen de tissu isolant obtenu à partir d'un ou de plusieurs matériaux en fibre.

10 11 - Procédé de fabrication d'un câble à isolation gazeuse conforme à la revendication 1 caractérisé en ce que l'on prépare une âme conductrice et une chambre pneumatique et en ce que l'on procède à la mise en place de la chambre pneumatique (6) contenant les
15 liens (11) en enveloppant de proche en proche l'âme (1) par la chambre pneumatique équipée, préalablement déroulée à plat en dessous de l'âme, les deux rives (23, 24) de cette chambre étant alors disposées bord à bord le long d'une ligne axiale (25) située à la verticale au dessus de
20 l'âme du câble, les bandes pneumatiques (19), (20) bordant les liens supérieurs étant superposées aux rives (23, 24) et rendues adhérentes, et en ce que l'on place ensuite une bande couvercle (26) sur cet ensemble ainsi préparé.

25 12 - Procédé de fabrication d'un câble à isolation gazeuse selon la revendication 11 caractérisé en ce que la chambre pneumatique dégonflée (6) est placée contre l'âme conductrice en maintenant simultanément en position angulaire finale la partie supérieure de la
30 chambre le long de la ligne axiale (25) ainsi que la

partie inférieure (36) du pourtour cylindrique de la chambre et en plaquant latéralement contre l'âme conductrice la chambre pneumatique dégonflée au voisinage des bandes latérales (15 et 16), la chambre pneumatique formant deux poches (28 et 30) de longueurs voisines de part et d'autre de la bande latérale (15) et formant deux autres poches (29 et 31) de part et d'autre de la bande latérale (16), ces quatre poches étant repliées vers le haut, superposées deux à deux et plaquées contre l'âme conductrice, puis maintenues dans cette position pour le transport de la structure.

13 - Procédé de pose d'un câble à isolation gazeuse selon la revendication 11 ou 12 caractérisé en ce que le maintien en place permanent de la chambre pneumatique dégonflée plaquée contre l'âme conductrice est assuré par un film en plastique (32) entourant la structure dégonflée, ce film protecteur se déchirant finalement lorsque l'on procède au gonflage partiel de la structure lors de la pose du câble après la fin de son élaboration.

14 - Procédé de pose d'un câble à isolation gazeuse conforme à la revendication 1 caractérisé en ce que l'on achemine une structure dégonflée (33) constituant le câble à l'aide d'un touret (42), en ce que l'on procède au déroulement, en ce qu'une enrouleuse (43) élabore le tube agrafé (7) autour de la structure dégonflée (33) après l'élimination des liens périphériques (32) afin que

la structure puisse être regonflée, en ce que l'on dépose la structure dégonflée (33) en position axiale et angulaire finale sur le fond (44) du tube agrafé et en ce que l'enrouleuse (43) réalise ensuite la pose de la nappe
5 conductrice (8) en appui sur le tube agrafé (7), puis la pose de l'enveloppe de protection (9).

15 - Procédé de pose d'un câble à isolation gazeuse selon la revendication 14 caractérisé en ce que
10 l'on procède au gonflage partiel de la structure (33) ayant lieu avant que la structure soit enterrée.

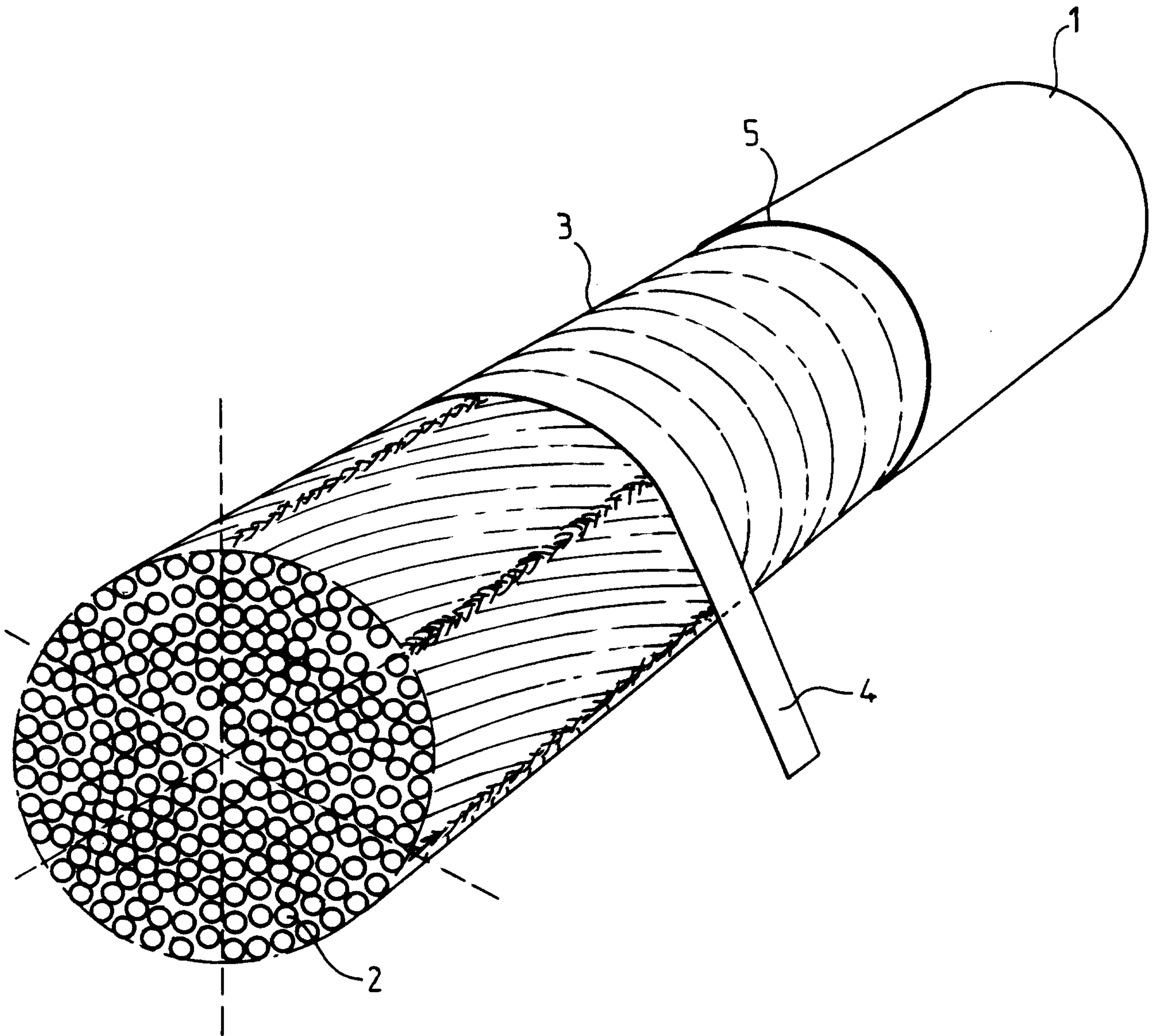


FIG.1

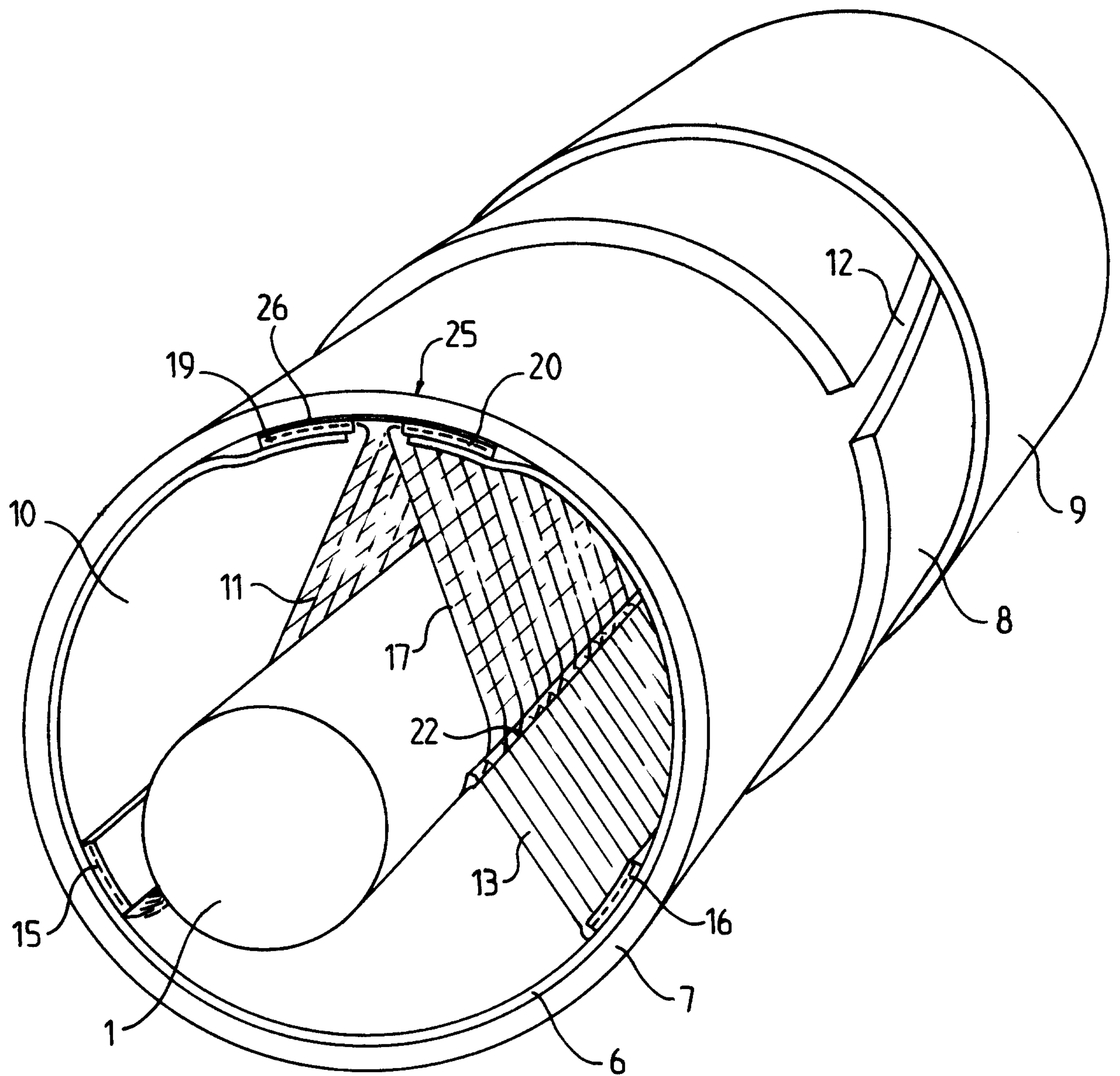


FIG. 2

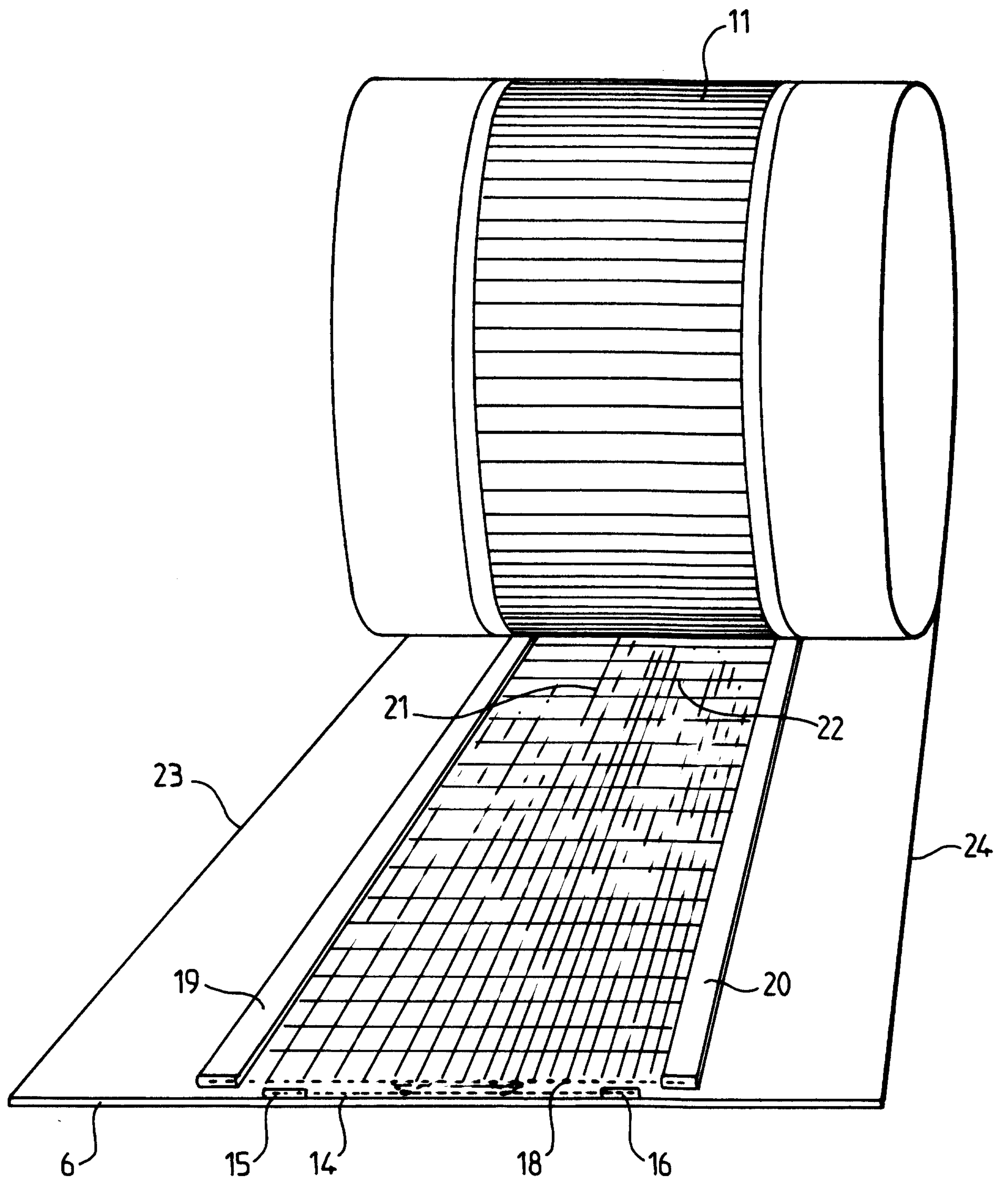


FIG. 3

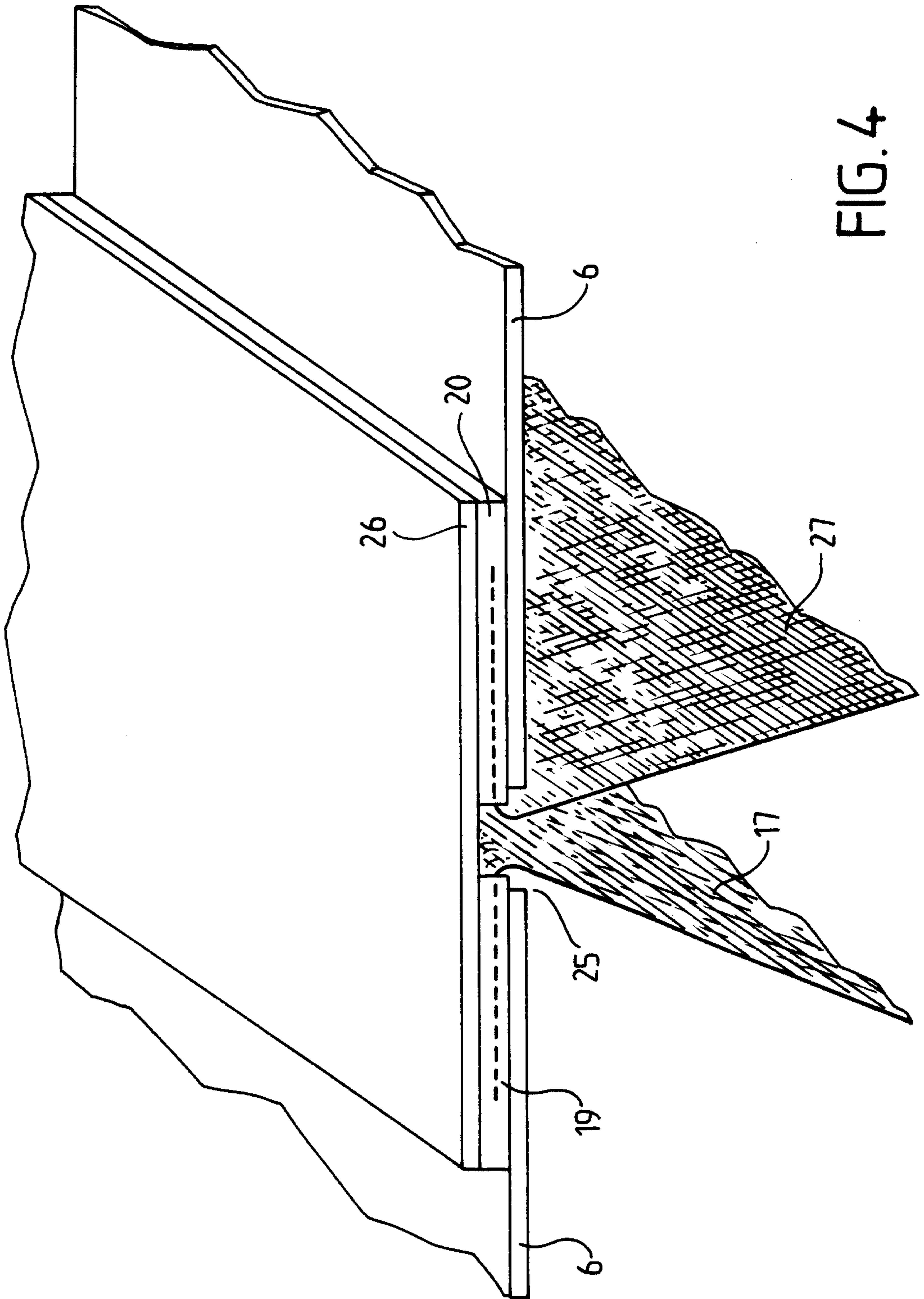


FIG. 4

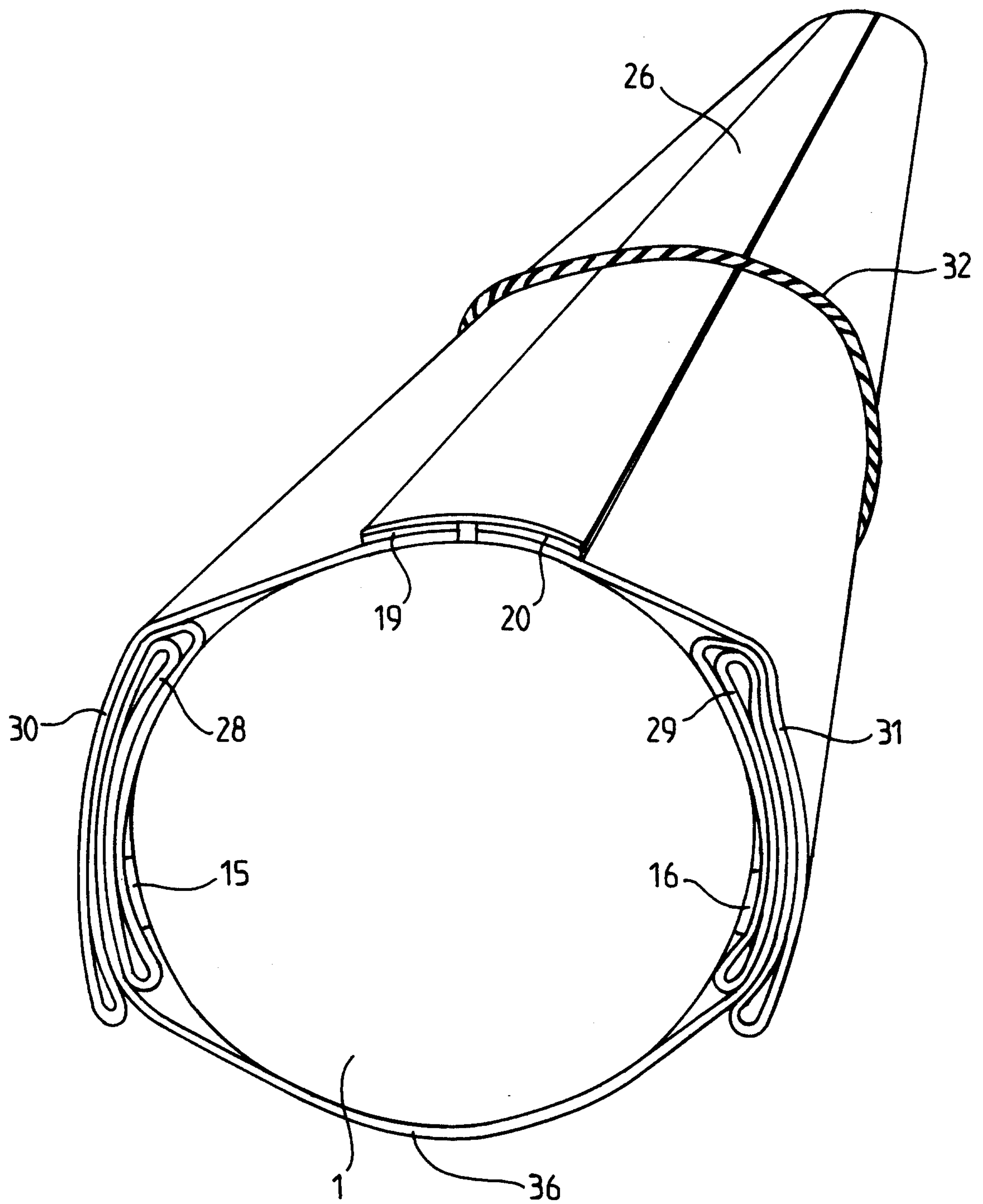


FIG. 5

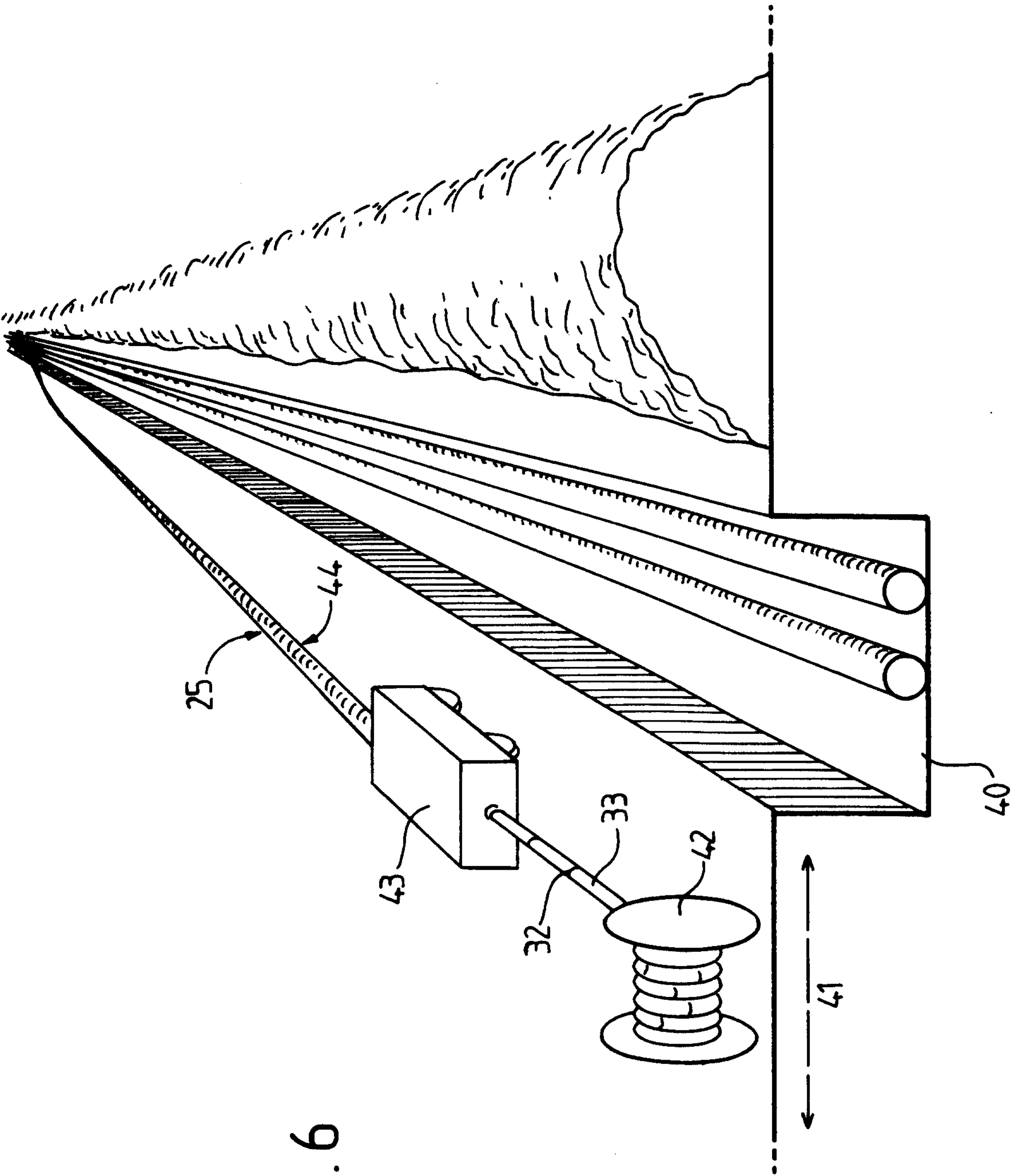


FIG. 6