

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 476 266

A1

**DEMANDE
DE BRÉVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 25937

(54) Tuyau flexible, utilisé en particulier pour le soutènement dans l'exploitation des mines souterraines.

(51) Classification internationale. (Int. Cl. 3) F 16 L 11/02; E 21 D 11/00, 11/14, 11/15.

(22) Date de dépôt 5 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 7 décembre 1979, n. P 29 49 373.0 et 3 avril 1980,
n. P 30 13 001.9.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 34 du 21-8-1981.

(71) Déposant : Société dite : AKZO NV, résidant aux Pays-Bas.

(72) Invention de : Karl Brockhaus, Wolf Krummheuer et Hubert Röhrens.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bureau D. A. Casalonga, Office Josse et Petit, 8, av. Percier, 75008 Paris.

Tuyau flexible, en particulier pour l'exploitation des mines souterraines.

La présente invention concerne un tuyau flexible en tissu perméable à l'eau, fabriqué à partir de fibres chimiques à haute résistance, en particulier pour l'exploitation des mines souterraines, où, après avoir été rempli avec un agent de remplissage durcissant et le durcissement de celui-ci, il constitue une liaison par friction et par interpénétration entre le soutènement et le terrain.

Un tuyau de ce genre est connu d'après la demande de brevet allemande n° 26 27 256. Le tuyau connu doit être posé plissé dans le profil des arcs de soutènement, montés au préalable, de façon à s'ouvrir en éventail lors du remplissage avec un agent de remplissage hydraulique, par exemple béton, mortier de scellement ou analogue, et à remplir par interpénétration l'espace existant entre les arcs de soutènement et la ligne de taille du terrain. Par suite de la perméabilité à l'eau du tissu, le liquide de l'agent de remplissage hydraulique peut être évacué vers l'extérieur à travers la paroi du tuyau sans qu'il se produise une perte en produits liants, de ce fait le processus de durcissement de l'agent de remplissage doit être accéléré et déjà au bout d'un court moment, une résistance initiale suffisamment élevée, par exemple de 40 à 50 daN/cm², peut être obtenue.

Par l'expression "fibres chimiques à haute résistance", il faut comprendre les fibres filées au mouillé, à sec, ou en particulier à partir de masse fondu, en polymères synthétiques par exemple en polyamides ou en polyesters, la résistance à la rupture des fibres, se présentant en général sous forme de filés de filaments sans fin, pouvant être au moins de 65 cN/tex. Le brevet allemand n° 26 27 256 parle de filaments en polyéthylène téraphthalate à haute résistance comme matière appropriée pour des tuyaux ayant un diamètre allant jusqu'à environ 25 cm (c'est-à-dire des filés de filaments sans fin).

Les essais avec des tuyaux connus ont montré qu'aussi bien pour l'utilisation avec un diamètre supérieur sensiblement à 4 mètres que pour un diamètre de tuyau d'environ 23 cm, des conditions de plus en plus sévères sont à satisfaire aussi bien pour la matière textile du tuyau que pour la construction du tuyau et sa finition, pour d'une part donner une résistance

suffisamment élevée au tuyau qui permette de le remplir sans danger et assurer une fonction suffisante de soutien pendant la phase de durcissement de la matière, et d'autre part, pour assurer des grosseurs de pores correctes qui laissent passer effectivement le liquide mais non les matières solides du produit de remplissage vers l'extérieur à travers la paroi du tuyau.

En outre, il s'est révélé que, même au cours d'un travail particulièrement soigné sur de longues galeries, le dérochement ne peut pas s'effectuer exactement de telle façon que la ligne de taille se trouve en tous les points à moins de 20 cm environ au-dessus des arcs de soutènement. En particulier, sur des galeries avec des failles, on parvient indéfiniment à de grands espaces intermédiaires sur lesquels le tuyau après son remplissage ne peut pas s'appliquer par effet de son poids et par action mécanique sur le terrain.

Pour pouvoir résoudre le problème des dérochements excédentaires de ce genre, il est indiqué d'utiliser par mesure de précautions des tuyaux ayant un diamètre particulièrement grand. Des tuyaux de ce genre, qui nécessitent des quantités importantes de fibres chimiques, sont chers à fabriquer et pendant leur encastrement ils entraînent un besoin en produit de remplissage fortement élevé, parce que le tuyau doit être rempli complètement en tous points.

Le problème de la présente invention est d'obvier aux inconvenients mentionnés pour les tuyaux connus et de fournir des tuyaux flexibles pour étayer les galeries, les tunnels ou analogues qui, pour les grands diamètres d'arcs boutants et/ou pour le grand diamètre du tuyau, puissent être remplis sans difficulté et qui puissent bien remplir leur fonction de soutien même pour un dérochement excédentaire imprévisible, sans devoir être à priori surdimensionnés.

Ce problème est résolu selon la présente invention avec des tuyaux flexibles du type mentionné au début, caractérisés par le fait que ce tuyau, constitué par des fibres chimiques ayant une résistance à la rupture d'au moins 70 cN/tex, est bissé sans couture et possède un apprêt résistant à l'eau obstruant en partie les pores du tissu.

Comme fibres chimiques ayant une résistance à la

rupture d'au moins 70 cN/tex, on peut utiliser des filés de filaments en polyester connus, en particulier des filés de polyéthylènetréphthalate ayant une résistance à la rupture d'au moins 73 cN/tex.

5 Si le tuyau flexible conforme à la présente invention doit être utilisé dans l'exploitation minière souterraine, où de sévères conditions de sécurité concernant le comportement au feu et la résistance électrique superficielle sont établies, un tuyau en fibres de polyamide est recommandé, en particulier
10 10 un tuyau en filés de filaments de polyhexaméthylène-adipamide ayant une résistance à la rupture d'au moins 73 cN/tex.

Afin que le tuyau pendant le processus de remplissage d'une part puisse bien se placer dans le profil des arcs de soutènement montés au préalable, et d'autre part s'adapter
15 aussi bien que possible au profil irrégulier de la ligne de taille, le tuyau conforme à la présente invention est fabriqué de préférence en fibres chimiques ayant un allongement à la rupture d'au moins 19%. Pour le comportement du tuyau pendant le processus de remplissage (jusqu'au durcissement du produit
20 de remplissage), les fibres chimiques ayant un allongement de référence d'au moins 12% pour une charge de 48 cN/tex, sont particulièrement appropriées; pour celles ayant un titre du filé de 1880 dtex, particulièrement appropriée pour la fabrication du tuyau à cause de leur solidité et de leur perméabilité à l'eau, cet
25 allongement de référence est déterminé sous une charge de 90 N.

Pour un diamètre du tuyau jusqu'à environ 50 cm, on part généralement de fibres en polyéthylènetréphthalate ou en polyhexaméthylène-adipamide, dont la solidité peut être augmentée jusqu'à 100 cN/tex ou davantage, selon les conditions
30 de polymérisation, de filage et d'étirage. Pour les gros diamètres de tuyau et/ou d'arcs boutants, qui sont liés à des pressions de remplissage plus élevées ou à des longueurs de tuyau plus grandes, on peut augmenter davantage la résistance électrique et la stabilité des tuyaux, par le fait qu'on les
35 fabrique à partir de cordes de fibres des polymères mentionnés et qu'on transforme celles-ci en tissu de cordes lourd. Pour pouvoir conserver des poids de tuyau faibles avec de telles dimensions, il est recommandé de fabriquer le tuyau dont au

moins la trame est en filés d'aramide, (filés de polyamides aromatiques) ayant une résistance à la rupture d'au moins 170 cN/tex. Des résistances à la rupture de 180 cN/tex ou plus sont préférées. En utilisant des filés d'aramide dans la

5 trame, il est recommandé de disposer les filaments de chaîne à chaque fois de façon à ce que les filaments de trame soient protégés de tout côté vis-à-vis des endommagements, du frottement ou analogue. Cette protection peut être réalisée par exemple par l'intermédiaire d'une armure croisée.

10 Les tuyaux en filés d'aramide présentent, en plus de leur grande solidité, une résistance au feu particulière, ce qui est en particulier essentiel pour l'utilisation souterraine.

15 On a cherché tout d'abord à utiliser les tuyaux flexibles qui ont été fabriqués à partir de tissus normaux par le fait que la bande de tissu est pliée le long de son milieu et que ces deux bords alors superposés sont cousus l'un avec l'autre. Cette couture s'est révélée être un point faible critique des tuyaux au cours de leur utilisation. C'est pourquoi

20 les tuyaux conformes à la présente invention doivent être tissés sans couture, c'est-à-dire qu'il faut utiliser des tissus qui, par suite de leur construction, doivent comprendre un espace pouvant être rempli.

25 Pour des raisons de coûts comme à cause d'une série d'avantages de construction ainsi obtenus, le tuyau flexible est tissé rectiligne et présente sur son pourtour deux nervures longitudinales diamétralement disposées d'au moins 1 cm de large. Grâce au tissage rectiligne, on peut fabriquer simultanément en grandes largeurs plusieurs tuyaux tissés qui sont

30 séparés les uns des autres par des nervures ayant des largeurs pouvant être déterminées au préalable: le long de ces nervures, les tuyaux sont alors séparés les uns des autres. Les nervures longitudinales qui sont disposées à gauche et à droite de chacun des tuyaux tissés rectilignes, offrent une solidité particulièrement plus élevée que les coutures classiques; en même temps, elles stabilisent la position du tuyau pendant le processus de remplissage et indiquent si le tuyau a été tordu pendant sa mise en place dans le profil du soutènement. Lors du tissage rectiligne il est également possible, à la place de tuyaux

quasi sans fin qui sont ensuite découpés aux longueurs désirées et qui doivent être fermés à leurs extrémités, de tisser par intervalle des nervures transversales de quelques centimètres de largeur correspondant aux longueurs des tuyaux désirées; si on sépare les tuyaux les uns des autres le long de ces nervures transversales, on parvient à une forme de tuyau davantage préférée qui présente sur les deux faces frontales des nervures transversales d'au moins 1 cm de large. Les tuyaux de ce genre peuvent être mis en place dans le profil du soutènement sans autre opération, être munis de raccords de remplissage traversant le tissu et être remplis.

Un autre procédé pour la fabrication des tuyaux sans couture est le tissage en forme circulaire (tissage tubulaire). Mais dans ce cas, on ne peut fabriquer par métier qu'un seul tuyau quasi sans fin, qui est ensuite découpé en longueurs. Les extrémités du tuyau doivent être ensuite fermées, ce qui peut s'effectuer par liage, par exemple d'une façon analogue à la peau des saucisses. De préférence, avec les tuyaux tissés en forme circulaire, les extrémités à face frontale sont repliées et tout en formant une nervure transversale d'au moins 1 cm de large, (éventuellement après un ou deux pliages), sont cousues, pincées ou fermées d'une façon analogue et étanche.

Les tuyaux peuvent se tisser sous diverses formes d'armure. L'armure croisée a déjà été mentionnée. Pour la plupart des applications, l'armure Panama (par exemple $\frac{4}{4}$) est particulièrement appropriée, parce que, d'une part, elle permet d'avoir le compte de filaments (nombre de filaments par cm de largeur de tissu) nécessaire à la stabilité, et d'autre part, d'obtenir une grande résistance au déchirement amorcé et de former des séparations entre les groupes de filaments restant identiques, lesquelles séparations favorisent la perméabilité du tissu à l'eau.

Pour l'utilisation souterraine des tuyaux conformes à la présente invention, il est avantageux que l'apprêt résistant à l'eau manifeste un effet antistatique de sorte que la résistance superficielle (selon la norme DIN 54 345) est inférieure à $10^7 \Omega$, de préférence inférieure à $10^6 \Omega$.

L'apprêt résistant à l'eau peut être appliqué après avoir fabriqué le tuyau en tissu. Mais il peut aussi être

appliquée pendant la fabrication du filé ou pendant le tissage sur les divers filés de filaments.

Pour obtenir facilement les résistances électriques superficielles faibles, mentionnées ci-dessus, cela peut être avantageux que les fibres chimiques des tuyaux contiennent des additifs antistatiques, c'est-à-dire conducteurs, par exemple en incorporant au filage quelques pourcentages en poids de noir ou en utilisant des fibres à structure âme-gaine ayant un composant conducteur comme âme.

S'il faut compter avec un dérochement excédentaire non souhaité, on préfère un tuyau constitué de tuyaux multiples dans lequel au moins deux tuyaux tissés sans couture sont liés solidement l'un à l'autre. En outre, deux, trois ou plus, tuyaux placés les uns sur les autres et/ou côté à côté peuvent être solidement liés entre eux. De préférence, le tuyau multiple est un tuyau jumelé qui est constitué par deux tuyaux tissés sans couture superposés.

Lors de la réalisation du soutènement des galeries, on pose les tuyaux repliés, celui du dessous le plus bas, dans la forme de gouttière des arcs de soutènement et on remplit tout d'abord le tuyau inférieur jusqu'à ce qu'il épouse, complètement rempli, la plus grande partie de la ligne de taille. Le tuyau supérieur vide est alors inserré entre le tuyau inférieur et le terrain. Aux endroits du dérochement excédentaire, on pénètre dans le tuyau supérieur à chaque fois avec une lance de remplissage et on remplit cette partie du tuyau jusqu'à ce que le tuyau supérieur épouse aussi complètement la ligne de taille. Selon la présente invention, le tuyau supérieur n'est donc rempli que localement, là où il est nécessairement efficace. Aux autres emplacements, le tuyau supérieur est séparé, par pincement, du tuyau inférieur rempli et du terrain de sorte que le produit de remplissage remplit purement et simplement les emplacements du dérochement excédentaire.

Si on utilise des tuyaux triples, quadruples, ou multiples, en principe on procède de même. Le tuyau le plus bas est rempli à chaque fois complètement en premier, les plus voisins ne sont remplis à chaque fois qu'aux emplacements du dérochement excédentaire dans la mesure où cela est nécessaire.

L'utilisation de deux ou de plusieurs petits tuyaux à la place d'un gros possède l'avantage d'exiger particulièrement moins de fibres chimiques parce que notamment pour des raisons de solidité, il faut un poids au m² élevé (compte élevé de filaments), avec des tuyaux de grands diamètres. L'autre 5 avantage est la possibilité de ne devoir utiliser le produit de remplissage en supplément qu'aux endroits du dérochement excédentaire.

Les diamètres des divers tuyaux solidement reliés entre eux peuvent être identiques ou différents. Etant donné 10 que le tuyau se trouvant être à chaque fois le tuyau supérieur ne doit représenter qu'une réserve (pour les emplacements du dérochement excédentaire), les tuyaux avec des diamètres différents sont préférés. En général, on donne un diamètre plus petit à chaque fois au tuyau se trouvant être le tuyau 15 supérieur.

La liaison solide entre les divers tuyaux du tuyau multiple conforme à la présente invention peut être réalisée par exemple par collage à plat l'un sur l'autre des tuyaux élémentaires pliés. Une liaison obtenue par la technique du 20 tissage des divers tuyaux est un moyen de fabrication techniquement élégant et sans problème pour le travail ultérieur, parce que stable. Ainsi, on peut tisser entre eux les divers tuyaux composant le tuyau multiple, en particulier sur les points de liage, c'est-à-dire que les filaments des chaînes 25 des tuyaux voisins sont liés entre eux.

Pour la fabrication des tuyaux multiples conformes à la présente invention, le tissage rectiligne est approprié en particulier, les divers tuyaux, comme décrits dans la présente demande, pouvant présenter sur leur pourtour des nervures 30 longitudinales disposées diamétralement, qui augmentent la solidité et simplifient le processus du remplissage.

La présente invention est illustrée par les exemples descriptifs et non limitatifs ci-après en référence aux dessins ci-annexés sur lesquels :

35 la figure 1 est une vue de face schématique d'un soutènement de galerie comportant un tuyau conforme à la présente invention;

la figure 2 est une section transversale schématique à travers une bande tissée rectiligne comportant plusieurs tuyaux tissés reliés par des nervures longitudinales;

5 la figure 3 est une section transversale schématique à travers un tuyau muni de nervures longitudinales se trouvant dans l'état où il est rempli de béton;

la figure 4 représente une extrémité à face frontale d'un tuyau flexible conforme à la présente invention comportant une nervure transversale rabattue;

10 la figure 5 est une vue de face schématique d'un soutènement de galerie comportant un tuyau classique qui dans la zone d'un dérochement excédentaire n'épouse pas la ligne de taille;

15 la figure 6 est une coupe à travers le soutènement selon la figure 5 le long de la ligne VI-VI;

la figure 7 est une vue de face schématique d'un soutènement de galerie selon la figure 5 comportant un tuyau multiple conforme à la présente invention;

20 la figure 8 est une coupe à travers le soutènement selon la figure 7 le long de la ligne VIII-VIII;

les figures 9 à 11 sont des représentations schématiques de quelques tuyaux multiples conformes à la présente invention se trouvant (a) à l'état plié et (b) à l'état encastré;

25 les figures 12 et 13 sont deux autres tuyaux multiples représentés schématiquement à l'état plié.

Sur la figure 1, est représentée schématiquement un soutènement de galerie. Le dérochement 1 présente une ligne de taille 2 irrégulière; à une distance d'environ 10 à 20 cm du terrain 3 sont placés des arcs boutants 4 en acier, par exemple en forme de gouttière selon les figures 1 ou 2 du brevet allemand n° 26 27 256; entre le terrain 3 et l'arc boutant 4, est encastré un tuyau flexible 5, conforme à la présente invention, et qui par remplissage avec une matière durcissable, par exemple du béton, a été gonflée de telle sorte qu'il forme en particulier une liaison par friction et par interpénétration entre le terrain 3 et l'arc boutant 4. L'ouverture 6 pour le remplissage peut, comme le représente

la figure, être posée en haut du soutènement.

La figure 2 représente schématiquement une partie d'une bande tissée rectiligne renfermant plusieurs tuyaux tissés 7,8,9, des nervures longitudinales 10 et 11 étant 5 prévues entre les divers tuyaux tissés 7,8,9. En découpant la bande le long de ces nervures, on obtient des tuyaux tissés sans couture.

La figure 3 représente, par ailleurs fortement schématisé, un tuyau tissé 12 comportant deux nervures longitudinales 13 diamétralalement opposées et effectivement à 10 l'état rempli complètement de béton 14.

La figure 4 montre finalement en coupe longitudinale une extrémité à face frontale d'une forme de réalisation préférée du tuyau conforme à la présente invention, ici un 15 tuyau 15 tissé en forme circulaire. L'extrémité de ce tuyau 15 est repliée et rabattue et aussi cousue, pincée ou traitée d'une façon analogue, de sorte que le tuyau 15 présente vers l'extrémité une nervure transversale 16 étanche ayant au moins 1 cm de large.

Sur les figures 5 et 6, est représenté un soutènement de galerie dans lequel se trouve un tuyau flexible 24 rempli de béton 23 entre le terrain 21 et l'arc de soutènement 22. La ligne de taille 25 se trouve, comme on le voit sur la 20 figure 5, (voir sur le bord gauche ou sur le bord droit) en partie à une distance de l'arc de soutènement 22 si faible, que le tuyau 24 complètement rempli forme une liaison entre le terrain 21 et l'arc de soutènement 22 (comparer avec la 25 figure 6), par friction et par interpénétration. Au milieu de la figure 5, la ligne de taille 25 s'éloigne si fortement de l'arc de soutènement 22, que le tuyau 24 ne peut pas être posé sur le terrain 21 bien qu'il soit complètement rempli et que son diamètre soit maximum et entièrement exploité. Sur 30 la figure, on voit un dérochement excédentaire 26 non désiré dont l'existence compromet la sécurité de tout le soutènement 35 et qui doit être supprimé selon la présente invention.

Sur les figures 7 et 8 est représentée la façon dont ce problème est résolu selon la présente invention. Dans ce cas un tuyau multiple MS est placé entre l'arc de soutènement

22 et le terrain 21, qui est constitué par un tuyau inférieur 27 possédant dans le présent exemple les mêmes dimensions que le tuyau 24 des figures 5 ou 6, et par un tuyau supérieur 28 solidement lié à celui-ci qui a un diamètre inférieur à 5 celui du tuyau 27. On remplit tout d'abord le tuyau inférieur 27 jusqu'à ce qu'une fois complètement plein, il épouse la ligne de taille 25 (comparer avec la figure 5). Le tuyau supérieur 28 encore vide est inséré ainsi entre le tuyau 27 et le terrain 21 et pend au-dessus du tuyau 27 vers le bas 10 (Pos. 28'). Aux emplacements du dérochement excédentaire 26, une lance de remplissage est enfoncée dans le tuyau supérieur 28 et on le remplit de béton jusqu'à ce que ce tuyau supérieur épouse complètement le terrain.

15 Comme certains exemples représentés sur les figures 9 à 13, le tuyau multiple peut posséder également une configuration différente de celles représentées sur les figures 7 et 8.

Le tuyau multiple représenté sur la figure 9 est constitué par deux tuyaux 29, 30 de dimension différente qui sont liés solidement entre eux par l'intermédiaire d'un point de 20 liage 31 commun et qui présentent des nervures latérales 32.

Sur la figure 10 est représenté un tuyau triple constitué par trois tuyaux superposés 33, 34, 35 parmi lesquels le tuyau inférieur 33 a le plus grand diamètre.

La figure 11 montre un tuyau triple constitué par deux tuyaux 37, 38 fixés en parallèle sur un tuyau inférieur 36.

Comme on peut le voir d'après la figure 12, on peut fabriquer un tuyau multiple à partir d'un tuyau 39 grandement dimensionné en tissant au moins une cloison intérieure 40.

Enfin, la figure 13 montre un tuyau quadruple constitué par deux gros tuyaux 41, 42 et deux tuyaux plus petits 43, 44 placés entre eux.

Les tuyaux flexibles selon la présente invention peuvent être utilisés de préférence dans l'exploitation minière souterraine en vue du soutènement des galeries. Mais ils 35 peuvent également être utilisés dans les mines de minéraux, de sels, de minerais ou bien dans la construction de tunnels.

REVENDICATIONS

1. Tuyau flexible fabriqué à partir d'un tissu perméable à l'eau obtenu à partir de fibres chimiques à haute résistance, en particulier pour l'exploitation de mine souterraine où, après introduction d'une charge durcissante et le durcissement de celle-ci, il constitue entre le soutènement et le terrain une liaison par friction et par inter-pénétration, ce tuyau étant caractérisé par le fait qu'il est constitué par des fibres chimiques ayant une résistance à la rupture d'au moins 70 cN/tex, qu'il est tissé sans couture et qu'il possède un apprêt résistant à l'eau obturant partiellement les pores du tissu.

2. Tuyau flexible selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ce tuyau est constitué par des filés de filaments en polyhexaméthylène-adipamide ayant une résistance à la rupture d'au moins 73 cN/tex.

3. Tuyau flexible selon les revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que ce tuyau est constitué par des fibres chimiques ayant un allongement à la rupture d'au moins 19%.

4. Tuyau flexible selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que ce tuyau est constitué par des fibres chimiques ayant un allongement de référence d'au moins 12% pour une charge de 48 cN/tex.

5. Tuyau flexible selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ce tuyau renferme au moins dans la trame des filés de filaments d'aramide ayant une résistance à la rupture d'au moins 170 cN/tex.

6. Tuyau flexible selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait qu'il est tissé rectiligne et que sur son pourtour il présente deux nervures longitudinales diamétralement disposées ayant au moins 1 cm de large.

7. Tuyau flexible selon la revendication 6, caractérisé par le fait qu'il présente sur ses deux faces frontales des nervures transversales ayant au moins 1 cm de large.

5 8. Tuyau flexible selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait qu'il est tissé de forme circulaire et qu'il présente sur ses deux faces frontales des nervures transversales ayant au moins 1 cm de large.

10 9. Tuyau flexible selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait qu'il est tissé en armure Panama.

15 10. Tuyau flexible selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que l'apprêt résistant à l'eau manifeste une activité antistatique telle que la résistance électrique superficielle (selon la norme DIN 54 345) du tuyau est inférieure à $10^7 \Omega$, de préférence inférieure à $10^6 \Omega$.

20 11. Tuyau flexible selon la revendication 10, caractérisé par le fait que ce tuyau est tissé en filés de filaments ayant un apprêt antistatique et résistant à l'eau.

25 12. Tuyau flexible selon l'une des revendications 10 et 11, caractérisé par le fait que ce tuyau est constitué par des fibres chimiques qui contiennent des additifs antistatiques.

30 13. Tuyau flexible selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé par le fait que ce tuyau est formé de tuyaux multiples, parmi lesquels au moins deux tuyaux tissés sans couture sont solidement liés entre eux.

35 14. Tuyau flexible selon la revendication 13, caractérisé par le fait que le tuyau multiple est un tuyau jumelé qui est constitué par deux tuyaux tissés sans couture superposés.

15. Tuyau flexible selon l'une des revendications 13 et 14, caractérisé par le fait que les tuyaux présentent des diamètres différents.

16. Tuyau flexible selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisé par le fait que les divers tuyaux constituant le tuyau multiple sont tissés entre eux par l'intermédiaire de points de liage.

1/4

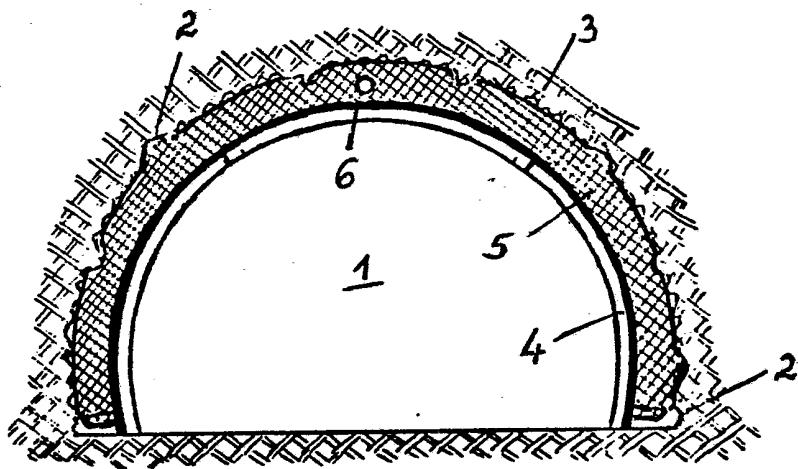


Fig. 1

Fig. 2

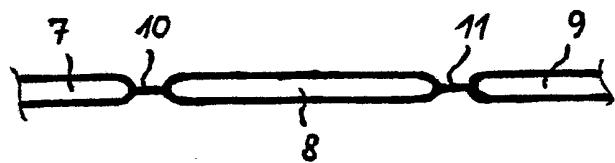


Fig. 3

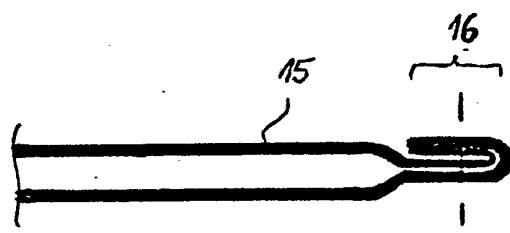
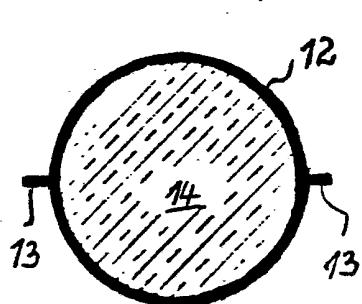
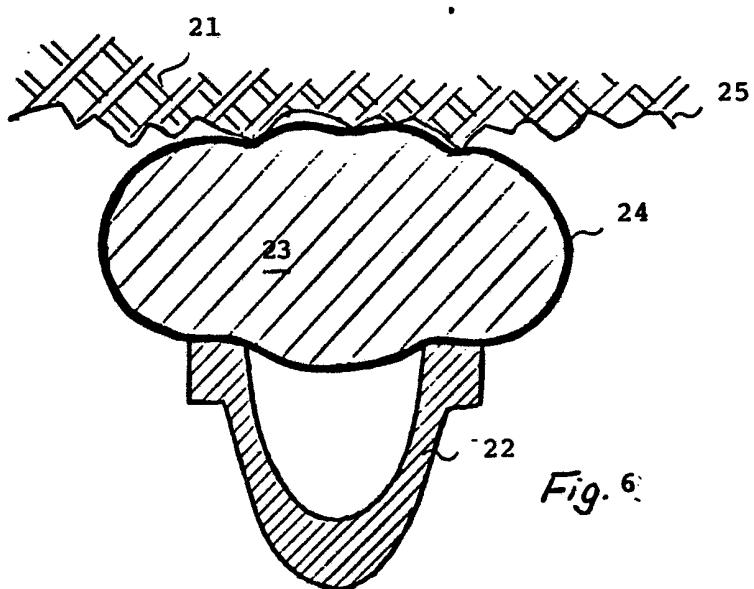
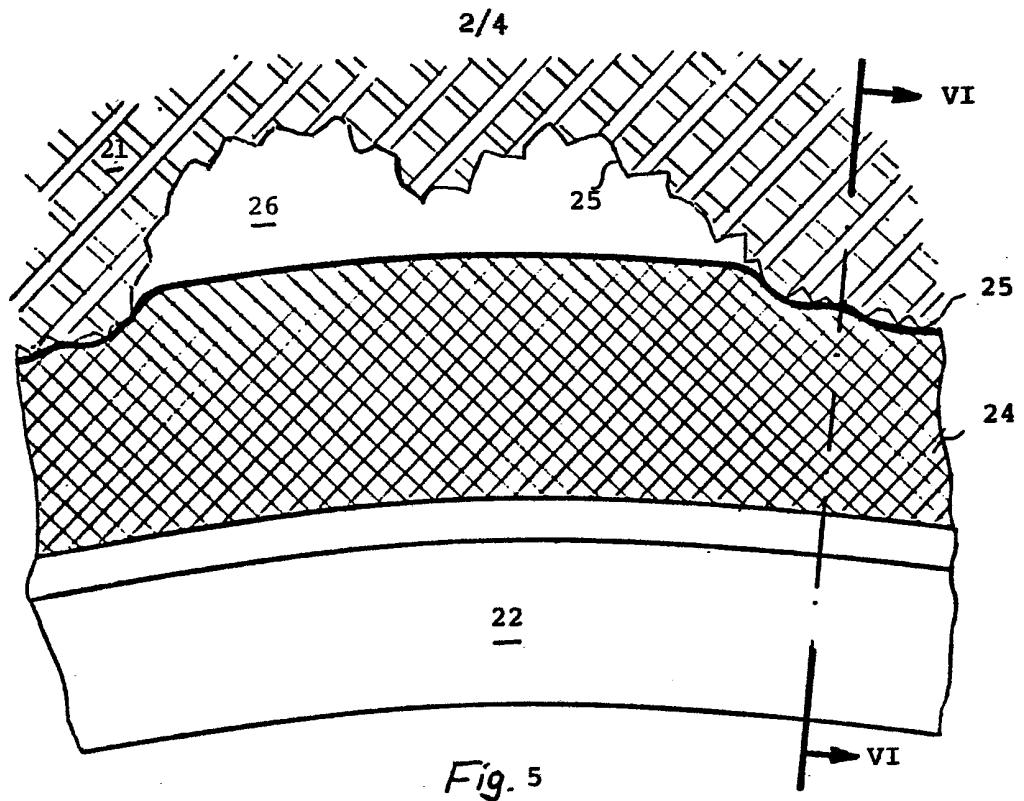


Fig. 4



3/4

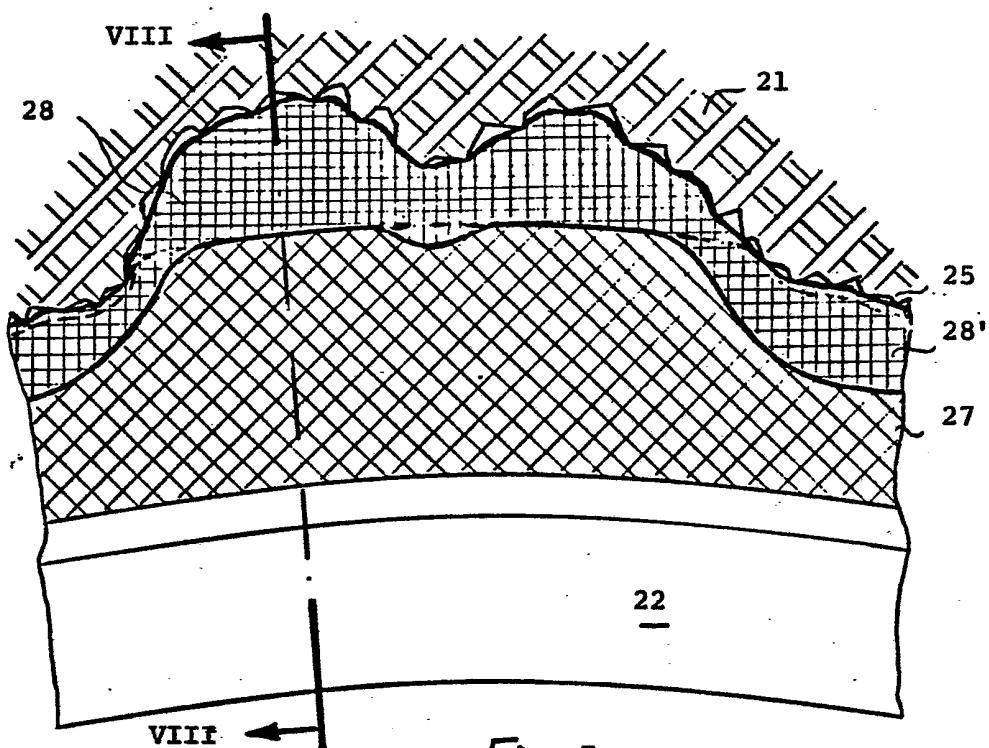


Fig. 7

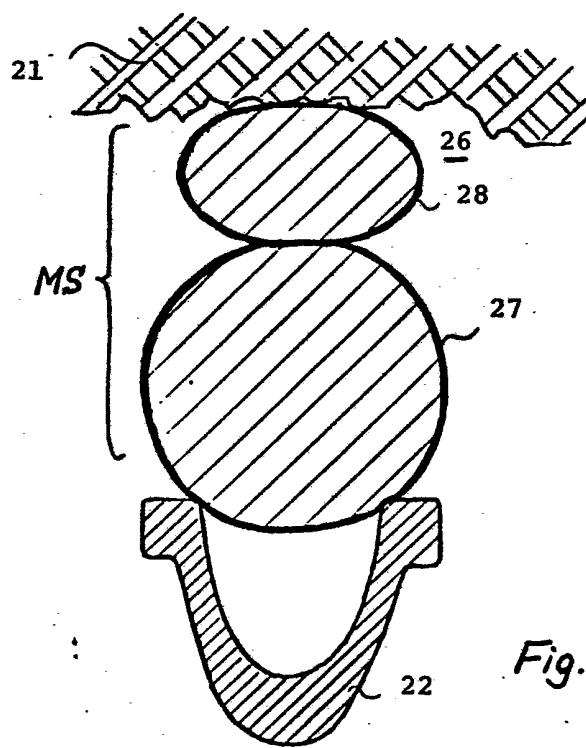


Fig. 8

4/4.

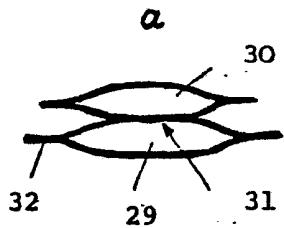


Fig. 9

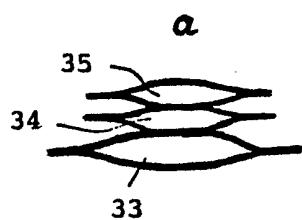
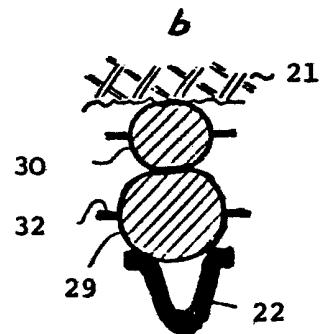


Fig. 10

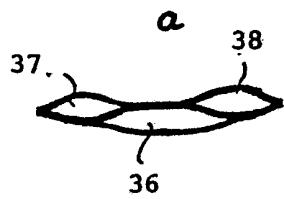
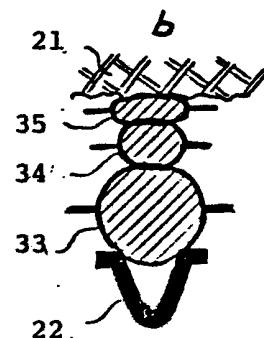


Fig. 11

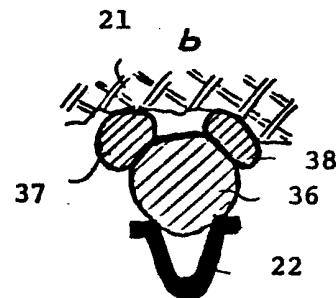


Fig. 12

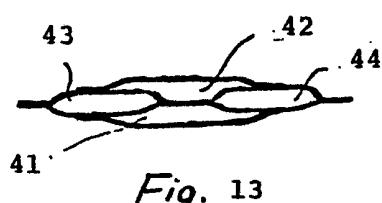


Fig. 13