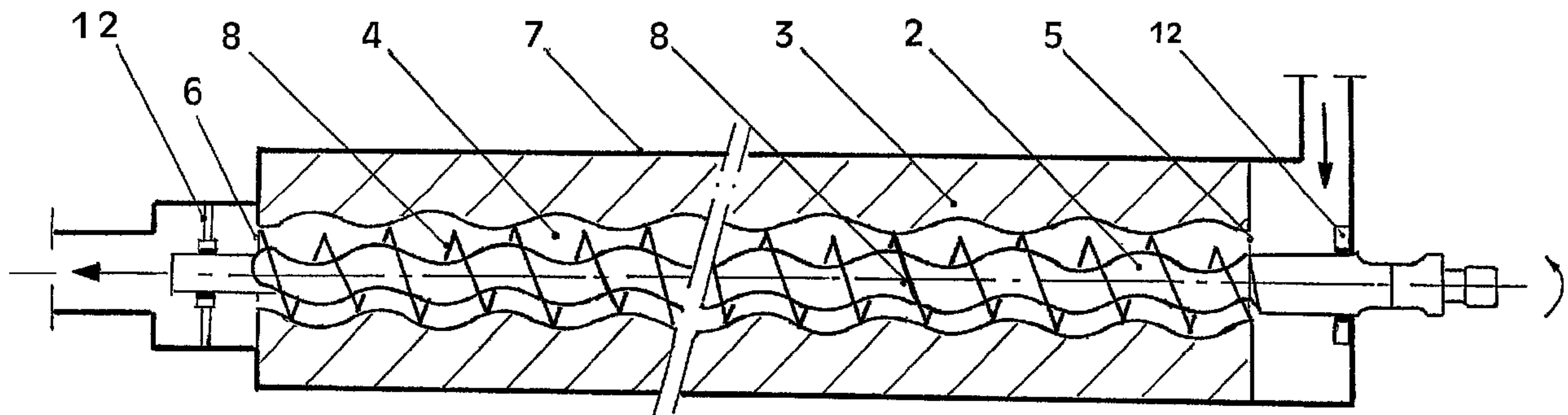




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2005/10/03  
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2006/05/18  
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2014/03/25  
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2007/04/25  
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2005/002424  
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2006/051174  
(30) Priorité/Priority: 2004/11/09 (FR0411898)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F04C 2/08* (2006.01),  
*F04C 2/107* (2006.01)  
(72) Inventeur/Inventor:  
BRATU, CHRISTIAN, FR  
(73) Propriétaire/Owner:  
BRATU, CHRISTIAN, FR  
(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : POMPE MIXTE  
(54) Title: COMBINATION HELICAL ROTOR PUMP



(57) Abrégé/Abstract:

La Pompe Mixte est un nouveau système de pompage pour les fluides (liquides, gaz) et les mélanges polyphasiques. Cette Pompe Mixte (7) comporte un rotor hélicoïdal (2) sur lequel on installe un impulseur roto-dynamique (8), l'ensemble rotor (2)-impulseur (8) tournant sans contact à l'intérieur d'un stator hélicoïdal (3), ledit ensemble rotor (2)-impulseur (8) et ledit stator (3) étant disposés de telle sorte que les cavités (4) formées se déplacent de l'aspiration (5) vers le refoulement (6), est caractérisée par le fait que la pompe (7), agencée conformément à l'invention, assure par l'intermédiaire de l'impulseur roto-dynamique (8) les moyens prévus pour former une couche fluide sous pression entre ledit ensemble rotor (2)-impulseur (8) et ledit stator (3), dans des conditions capables d'améliorer les performances et la fiabilité de la pompe (7).



(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  
18 mai 2006 (18.05.2006)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2006/051174 A1**(51) Classification internationale des brevets :  
*F04C 2/08* (2006.01) *F04C 2/107* (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2005/002424(22) Date de dépôt international :  
3 octobre 2005 (03.10.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
0411898 9 novembre 2004 (09.11.2004) FR

CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Déposant et

(72) Inventeur : BRATU, Christian [FR/FR]; 35, Les Vergers de la Ranchère, F-78860 Saint-Nom-la-Bretèche (FR).

Publiée :

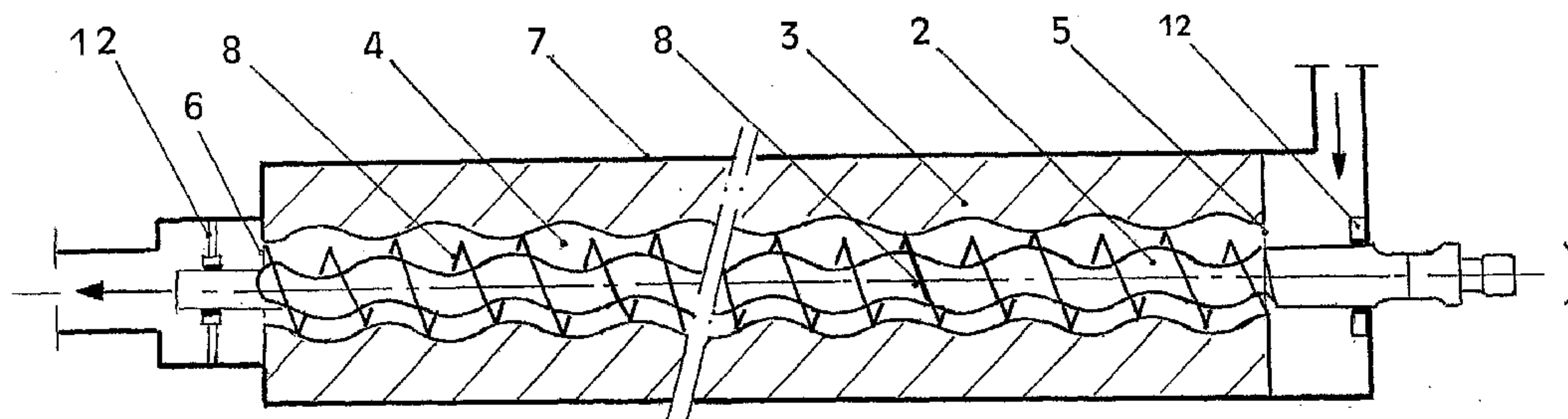
— avec rapport de recherche internationale

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: COMBINATION HELICAL ROTOR PUMP

(54) Titre : POMPE A ROTOR HELICOIDALE MIXTE



(57) Abstract: The combination pump is a novel pumping system for fluids (liquids, gases) and for multiple-phase mixtures. This combination pump (7) comprises a helical rotor (2) on which a rotodynamic impeller (8) is mounted. The assembly consisting of the helical rotor (2) and impeller (8) turn without touching inside a helical stator (3), and this helical rotor (2)/impeller (8) assembly and stator (3) are arranged so that the cavities (4) formed move from the suction (5) toward the discharge (6). The invention is characterized by the fact that the pump (7) configured according to the invention guarantees, via the rotodynamic impeller (8), the means provided for forming a pressurized fluid layer between the helical rotor (2)/impeller (8) assembly and the stator (3) under conditions capable of improving the performances and the reliability of the pump (7).

(57) Abrégé : La Pompe Mixte est un nouveau système de pompage pour les fluides (liquides, gaz) et les mélanges polyphasiques. Cette Pompe Mixte (7) comporte un rotor hélicoïdal (2) sur lequel on installe un impulseur roto-dynamique (8), l'ensemble rotor (2)-impulseur (8) tournant sans contact à l'intérieur d'un stator hélicoïdal (3), ledit ensemble rotor (2)-impulseur (8) et ledit stator (3) étant disposés de telle sorte que les cavités (4) formées se déplacent de l'aspiration (5) vers le refoulement (6), est caractérisée par le fait que la pompe (7), agencée conformément à l'invention, assure par l'intermédiaire de l'impulseur roto-dynamique (8) les moyens prévus pour former une couche fluide sous pression entre ledit ensemble rotor (2)-impulseur (8) et ledit stator (3), dans des conditions capables d'améliorer les performances et la fiabilité de la pompe (7).

WO 2006/051174 A1



## POMPE MIXTE

5           La présente invention porte sur une nouvelle  
architecture de pompe , combinant le concept de pompe  
volumétrique et les impulseurs roto-dynamiques à pales  
axiales . Ce concept représente une Pompe Mixte dans le  
sens qu'il combine les deux principes mécaniques de la  
10 production d'énergie de pompage : la compression volumétrique  
et l'énergie cinétique .

Les architectures traditionnelles comportent deux  
classes de pompes bien distinctes : les systèmes à  
compression volumétriques et les systèmes roto-dynamiques  
15 ( pompes centrifuges) .

L'architecture de la Pompe Mixte , selon la présente  
invention , combine le système du rotor / stator  
volumétrique et l'impulseur roto-dynamique à pales axiales.

Afin de présenter l'architecture de la Pompe Mixte et  
20 ses avantages on commence par décrire la pompe à cavités  
progressives ( PCP) traditionnelle , dont le principe de  
fonctionnement est volumétrique. La figure 1 du dessin annexé  
donne, en (A ), une représentation schématique partiellement  
en coupe longitudinale d'une pompe volumétrique  
25 traditionnelle, du type à cavités progressives ( Pompe à  
Cavités Progressives - PCP ), avec également en (B) une  
représentation de la distribution des pressions le long de la  
pompe dans le cas du pompage d'un liquide , entre la basse  
pression d'aspiration (  $P_A$  ) et la haute pression de  
30 refoulement (  $P_R$  ) .

L'architecture de la PCP 1, est constitué d'un rotor  
métallique hélicoïdal 2 tournant à l'intérieur d'un stator 3  
de forme intérieure hélicoïdale , généralement en élastomère.

-2-

Entre le rotor 2 et le stator 3 le contact par compression , conduit à un ensemble de cavités isolées 4 (alvéoles ,  
5 étages). Dans ces conditions , les cavités 4 se déplacent de l'aspiration 5 vers la sortie ( refoulement ) 6 , soumises à la compression volumique ; ce système transmet au fluide la pression ( l'énergie potentielle ).

La figure 1 donne en ( C ), schématiquement, le mode de  
10 transmission des pressions entre les cavités 4 successives . Les fuites de fluide (q, débit de fuite ), entre le rotor 2 et le stator 3, transmettent la pression d'une cavité à l'autre ,ce qui conduit finalement à la distribution des pressions dans les cavités l, m et n . Comme l'écoulement des  
15 fuites q se fait avec des pertes de charge linéaires (régime laminaire) la distribution des pressions au long de la pompe est régulière .La figure 1 donne en (D) la distribution des pressions dans les cavités l (  $P_l$  ), m (  $P_m$  ) et n (  $P_n$  ) . Plus le contact entre le rotor 2 et le stator 3 est serré ,  
20 plus la pression délivrée par la pompe est grande . En revanche , le contact serré contribue à la dégradation du stator 3 , et par conséquent, conduit à la limitation de la vitesse de rotation et du débit de la pompe .

La fiabilité du stator 3 en élastomère , soumis au  
25 contact serré avec le rotor 2 métallique tournant à l'intérieur du stator 3, constitue le point faible de la PCP . En pratique , on constate une forte augmentation de la température , suivie de dommages du stator 3 ce qui limite la durée de fonctionnement de la PCP .

30 C'est la raison pour laquelle l'industrie utilise les PCP 1 essentiellement pour pomper les fluides visqueux à faibles débits et hautes pressions.

Les pompes centrifuges , à impulseurs roto-dynamiques avec des pales , donnent au fluide des vitesses



( l'énergie cinétique) qui sont transformées ensuite dans le stator en pression ( l'énergie potentielle ).

Sans contact entre le rotor et le stator , les pompes centrifuges peuvent tourner vite et réaliser ainsi des grands débits , avec une durée de vie bien plus grande .Cependant, les transformations énergétiques se font avec des pertes et pour réaliser des grandes pressions il faut un grand nombre d'étages.

10 Par conséquent , les pompes centrifuges sont utilisées pour des fluides de faible viscosité , à grands débits et pressions modérées .

La présente invention vise aussi une pompe Mixte (7) comportant un stator (3) de forme intérieure hélicoïdale et un rotor hélicoïdal (2) supporté par des paliers (12),

20 caractérisée en ce qu'au moins une pâle hélicoïdale (8) est installée sur le rotor hélicoïdal (2), un ensemble formé du rotor (2) et de ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) tournant sans contact à l'intérieur du stator hélicoïdal (3), ledit ensemble et ledit stator (3) étant propre à déplacer des cavités (4) formées entre le stator (3) et ledit ensemble d'une aspiration (5) vers un refoulement (6),

et en ce que ladite au moins une pâle hélicoïdale présente un pas variable et un angle variable par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe du rotor (2); la pompe (7) étant propre, par l'intermédiaire de ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) à former une couche de fluide sous pression entre ledit ensemble et ledit stator (3), dans des conditions capables d'améliorer les performances et la fiabilité de la pompe (7).

## 3a

La présente invention vise aussi une pompe Mixte (7) comportant un stator (3) de forme intérieure hélicoïdale et un rotor hélicoïdal (2) supporté par des paliers (12),

caractérisée en ce qu'au moins une pâle hélicoïdale (8) est installée sur le rotor hélicoïdal (2), un ensemble formé du rotor (2) et de ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) tournant sans contact à l'intérieur du stator hélicoïdal (3), ledit ensemble et ledit stator (3) étant propre à déplacer des cavités (4), formées entre le stator (3) et ledit ensemble d'une aspiration (5) vers un refoulement (6),

et en ce que ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) présente un pas constant et un angle variable par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe du rotor (2); la pompe (7) étant propre, par l'intermédiaire de ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) à former une couche de fluide sous pression entre ledit ensemble et ledit stator (3), dans des conditions capables d'améliorer les performances et la fiabilité de la pompe (7).

La présente invention vise aussi une pompe Mixte (7) comportant un stator (3) de forme intérieure hélicoïdale et un rotor hélicoïdal (2) supporté par des paliers (12),

caractérisée en ce qu'au moins une pâle hélicoïdale (8) est installée sur le rotor hélicoïdal (2), un ensemble formé du rotor (2) et de ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) tournant sans contact à l'intérieur du stator hélicoïdal (3), ledit ensemble et ledit stator (3) étant propre à déplacer des cavités (4) formées entre le stator (3) et ledit ensemble d'une aspiration (5) vers un refoulement (6),

et en ce que ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) présente un angle constant par rapport à un plan

3b

perpendiculaire à l'axe du rotor (2) et un pas variable ; la pompe (7) étant propre, par l'intermédiaire de ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) à former une couche de fluide sous pression entre ledit ensemble et ledit stator (3), dans des conditions capables d'améliorer les performances et la fiabilité de la pompe (7).

La présente invention vise aussi une pompe mixte (7) comprenant:

- un stator (3) ayant un logement interne: ledit logement interne étant formée par une paroi hélicoïdale s'étendant axialement à l'intérieur du stator (3); et
- un assemblage rotatif contenu à l'intérieur du logement du stator (3), l'assemblage rotatif comprenant:
  - o un rotor hélicoïdal (2) contenu dans le logement du stator (3) et ayant une paroi extérieure distincte de la paroi hélicoïdale du logement du stator (3), et
  - o au moins une pâle hélicoïdale (8) fixée autour du rotor (2); ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) s'étendant radialement à partir du rotor (2); ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) étant sans contact avec la paroi hélicoïdale du logement du stator (3);
- l'assemblage rotatif et la paroi hélicoïdale du stator (3) définissant ensemble des cavités se déplaçant d'une aspiration vers un refoulement; l'assemblage rotatif étant propre à former une couche de fluide dans l'espace sans contact entre l'assemblage rotatif et la paroi hélicoïdale du logement du stator (3).

De préférence, la Pompe Mixte, selon la présente invention, combine les deux systèmes, volumétrique et roto-

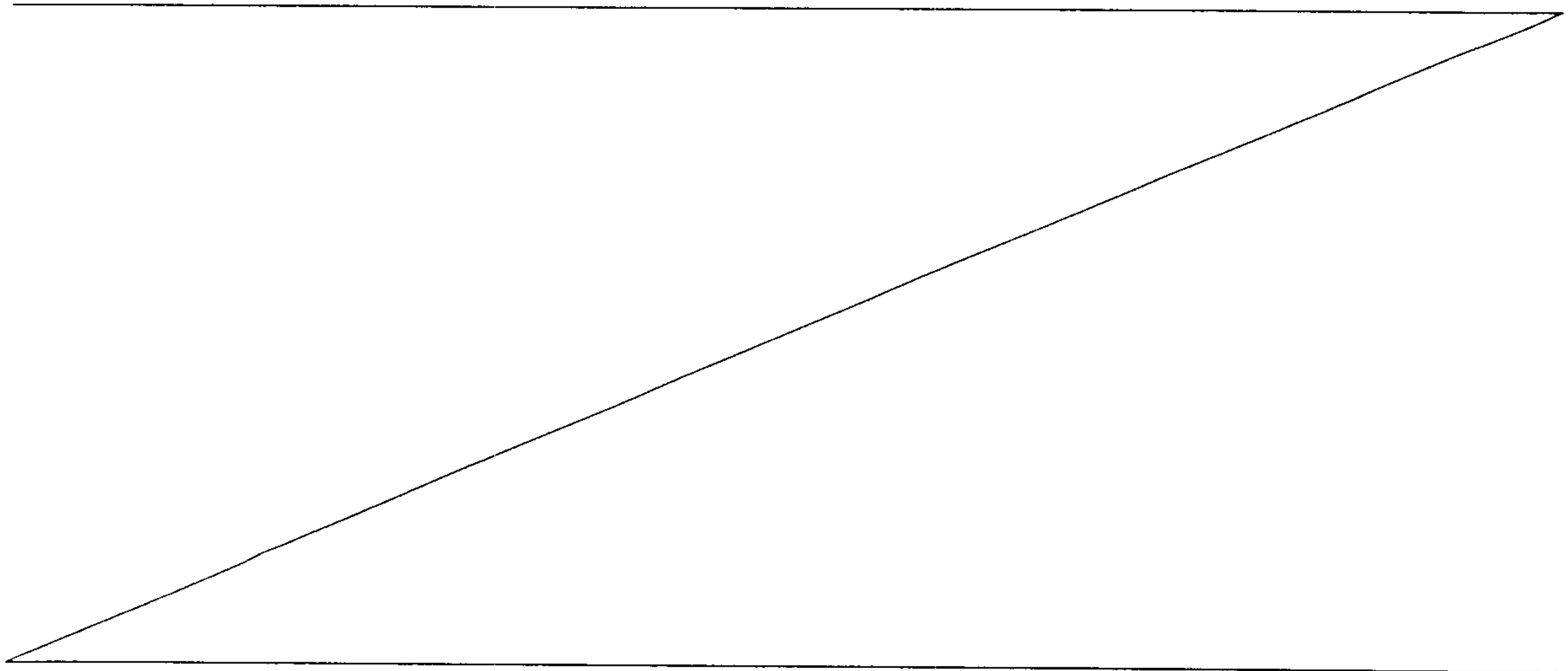


3c

dynamique, ce qui permet de réaliser des hautes pressions et des grands débits sans avoir les inconvénient du fort serrage entre le rotor et le stator. Le caractère innovant de la Pompe Mixte repose sur la combinaison des deux modes de production d'énergie de pompage: volumétrique et roto-dynamique.

10 En effet, de préférence, la Pompe Mixte comporte des impulseurs roto-dynamiques dont le rôle est de créer une couche de fluide à haute pression entre le rotor et le stator de la pompe volumétrique cette couche de fluide remplace le contact serré entre le rotor et le stator.

20 Dans ces conditions la Pompe Mixte présente une architecture sans contact rotor/stator, ce qui assure la protection du stator l'amélioration de la fiabilité du système et le prolongement de la durée de vie. De plus, sans être soumis au contact serré avec le rotor, le stator de la pompe Mixte peut être rigide (par exemple, métallique), et par conséquent d'une haute fiabilité. Aussi, en absence de contact serré rotor/stator, la Pompe Mixte peut tourner à haute vitesse, comme une pompe centrifuge; le débit pompé augmente sans endommager le stator.





-4-

Par conséquent , la Pompe Mixte bénéficie des avantages de la compression volumétrique des PCP sans avoir  
5 les inconvénients du contact serré entre le rotor et le stator .

Le rôle des impulseurs roto-dynamiques de la Pompe Mixte n'est pas celui des impulseurs des pompes centrifuges (produire de l'énergie cinétique, qui est ensuite transformée  
10 ensuite en pression ) ; dans la Pompe Mixte , selon la présente invention , l'impulseur roto-dynamique produit une couche fluide sous pression , dans laquelle le contre-courant produit par le pales de l'impulseur s'oppose aux fuites , conduisant ainsi à la dissipation d'énergie des  
15 fuites ( pertes de charge locales). Compte tenu du design de l' impulseur , on obtient des pressions de refoulement équivalentes à celles réalisées par la PCP .

La figure 2 du dessin annexé donne , en (A), une représentation schématique en coupe longitudinale axiale de  
20 la Pompe Mixte , objet de la présente invention .

L'architecture de la Pompe Mixte 7 est constitué d'un rotor métallique hélicoïdal 2 comportant des impulseurs roto-dynamiques 8 , l'ensemble ( 2 et 8 ) tournant à l'intérieur d'un stator 3 de forme intérieure hélicoïdale . Entre les  
25 pales de l'impulseur 8 et le stator 3 il n'y a pas de contact , le jeu étant équivalent à celui utilisé dans le pompes centrifuges et pour ce faire , l'ensemble rotor 2 et impulseurs roto-dynamiques 8 est maintenu centré par des paliers traditionnels 12.

30 Comme visible sur la figure 2 A , la géométrie du rotor 2 et du stator 3 conduit à un ensemble de cavités 4 de volume constant , le rôle de l'impulseur roto-dynamique 8 étant de réaliser une couche de fluide à haute pression entre le rotor 2 et le stator 3 .

-5-

Comme le montre les figures 2 A et B , le rotor 2 déplace les cavités 4 de l'aspiration ou entrée 5 ( basse pression d'aspiration PA ) vers le refoulement ou sortie 6 ( haute pression de refoulement PR), la distribution des pressions au long de la pompe étant régulière .

Les figures 3 (A ), ( B ) et ( C ) décrivent le principe de fonctionnement de la Pompe Mixte 7, objet de la présente invention . La figure 3 A est une vue analogue à la figure 2 A , à plus grande échelle , donnant une représentation d'une section de la pompe de l'invention qui permet de décrire le mécanisme de pompage et de transmission des pressions entre deux cavités successives 4. La figure 3 B représente à plus grande échelle un schéma analogue à la figure 3 A , montrant l'action hydraulique des pales ( a ) de l'impulseur roto-dynamique 8 et la transmission de la pression entre les cavités 4 .

La figure 3 ( A ) illustre , à titre d'exemple non limitatif , l'architecture de la Pompe Mixte de la présente invention : l'ensemble rotor 2 et impulseur roto-dynamique 8 , tournant à l'intérieur du stator 3 sans contact , et les cavités 4 se déplaçant dans le sens donné par le mouvement du rotor 2. La pression est transmise entre les cavités 4 par l'écoulement du fluide entre les pales ( a ) de l'impulseur roto-dynamique 8 tournant ,à l'intérieur du stator 3 sans contact.

Afin de mieux analyser les caractéristiques mécaniques de l'écoulement engendré par l'impulseur 8 , la figure 3( B ) montre le pales ( a ) et la structure complexe de l'écoulement conduisant à la distribution des pressions au long de la pompe .A titre d'exemple non limitatif les figures 3 ( A et B ) représentent un impulseur 8 à pale hélicoïdale continue ( a ) , avec un pas ( h ) constant et un angle d'inclinaison ( b ) variable.



-6-

En général ,le concept d'impulseur hélicoïdal 8 ou de pale hélicoïdale (a) est utilisé pour montrer que l'écoulement engendré par la rotation de l'impulseur 8 et de la pale (a) est essentiellement axial, par rapport au rotor.

La pale hélicoïdale est une pale axiale continue développée autour du rotor , car sa rotation engendre un écoulement essentiellement axial ; dans ce qui suit on utilise les termes de « pale hélicoïdale » , « pale axiale » et « impulseur hélicoïdal » dans ce sens .

Par conséquent ,on remarque sur les figures 3 A et B que la rotation du rotor 2 entraîne la pale hélicoïdale ( a ) de l'impulseur 8 dans un mouvement qui génère un contre-courant axial s'opposant aux fuites q . La figure 3 ( B ) reprend à plus grande échelle le mouvement des pales ( a ) de l'impulseur 8 , et décrit l'écoulement qu'elles engendrent :

- la pale hélicoïdale (a) déplace le fluide pompé vers la sortie 6 avec la vitesse axiale  $V_1$  . Ce mouvement crée un champ de pressions ( + ) sur la face aval de la pale ( extrados ) et de succion ( - ) sur la face amont de la pale ( intrados ) ; le champ de pressions est fonction de la vitesse de la pale  $V_1$  et de la vitesse de l'écoulement incident  $V_2$  , dû à l'écoulement des fuites q entre l'ensemble rotor 2- impulseur 8 et le stator 3.
- ainsi ,la pale hélicoïdale ( a ) engendre un contre-courant s'opposant aux fuites q ; sous l'influence du champ de pressions , la rencontre des deux écoulements se transforme en une structure à tourbillons ( t ),dissipative d' énergie .

En effet, la trajectoire de l'écoulement de fuite q ,de vitesse  $V_2$  , est déviée vers l'intérieur par la succion ( - ) , dans la direction radiale , où il va rencontrer dans le sens opposé l'écoulement engendré par la pale ,à contre -courant de vitesse  $V_1$ , et le champ de pressions ( + ) .

-7-

La structure tourbillonnaire (  $t$  ) résultante va dissiper l'énergie conduisant à la perte de charge locale  $\Delta H$  sur la longueur de trajectoire entre les pales (  $a$  ) de l'impulser 8( figure 3 C ). Si la vitesse du contre-courant  $V_1$  est grande par rapport à la vitesse des fuites  $V_2$  , compte tenu de leur sens opposé , le débit de fuites  $q$  devient négligeable .

Afin de mettre en évidence la différence entre les modes de fonctionnement hydraulique de la Pompe Mixte , objet de la présente invention , et la pompe volumétrique traditionnelle de type PCP , considérons l'écoulement entre le rotor 2 et le stator 3 qui détermine (voir figure 1 C,D pour la PCP 1 et figures 3 A, B ,C pour la Pompe Mixte 7) :

- la hauteur de pompage  $H$  , équivalente aux pertes de charge de l'écoulement entre le rotor 2 et le stator 3
- le débit de fuite  $q$ , facteur du rendement volumique de la pompe .

En général , l'objectif de performance de ces pompes est : une grande hauteur de pompage (  $H$  ) et un faible débit de fuite (  $q$  ) ce qui est équivalent à un bon rendement volumétrique.

Pour caractériser l'écoulement de fuite (  $q$  ,  $H$  ) et la géométrie du système , adoptons les notations suivantes :

$q$  ... débit de fuite

$H$  ... hauteur de pompage

$I$  ... pente hydraulique

$l$  ... longueur de la pompe

$S$  ... section de l'écoulement

$P$  ... pression ;  $P_A$  ... à l'entrée de la pompe

$P_R$  ... au refoulement de la pompe

$d$  ... diamètre hydraulique



-8-

$\lambda$  ... coefficient de pertes de charge linéaires

$\zeta$  ... coefficient de pertes de charge locales

$\rho$  ... densité du fluide

5 Le débit de la fuite de fluide  $q$  entre le rotor 2 et le stator 3 et la hauteur de pompage  $H$ , peuvent être décrits par l'écoulement dans un canal de faible section ( $S$ ), à l'aide des équations de conservation de la masse et de l'énergie qui conduisent aux expressions :

$$10 \quad q = I^{\frac{1}{2}} \cdot C \quad I = \frac{H}{1}$$

$$H = (P_R - P_A) \frac{1}{g\rho}$$

$$C = S \left( 2g \cdot \frac{d}{K} \right)^{\frac{1}{2}} \quad K = \lambda + \sum \zeta \frac{d}{l}$$

$$H = \frac{q^2}{2gS^2} \left( \lambda \frac{1}{d} + \sum \zeta \right)$$

15 Ces expressions montrent que la hauteur de pompage ( $H$ ) et le débit de fuite ( $q$ ) sont fonctions des pertes de charge :

- linéaires, caractérisées par le paramètre ( $\lambda \frac{1}{d}$ )
- locales, dont le coefficient de perte de charge locale ( $\zeta$ ) est fonction des obstacles sur la trajectoire de l'écoulement de fuite  $q$ .

La fuite  $q$  entre le rotor 2 et le stator 3 de la PCP 1 (figures 1 C, D) se fait dans un film laminaire sans obstacle majeur, dont les pertes de charge sont  
 25 essentiellement linéaires, ce qui conduit à une très faible section d'écoulement  $S$ , obtenue par un fort serrage dû à la compression exercée par le rotor 2 sur le stator 3.

-9-

En revanche, l'écoulement entre les pales ( a ) de l'impulseur 8 de la Pompe Mixte 7 ( figures 3 A,B,C ) se fait avec des fortes pertes de charge locales .

- 5 L'action des pales a en rotation ( figure 3 B ) engendre un contre-courant axial s'opposant aux fuites q , ce qui conduit à la formation des structures tourbillonnaires ( t ) dissipatives d'énergie .Le champ de pression sur la pale dépend de la vitesse axiale de la pale  $V_1$  et de la vitesse  
10 des fuites  $V_2$  est :

$$P_+ = \rho ( V_1 + V_2 )^2$$

et  $V_1$  la vitesse axiale de la pale , par rapport à l'axe du rotor ( figure 3 B) est :

15 
$$V_1 = R . \Omega . \operatorname{tg} b$$

avec les notations :

R ... le rayon de la pale (a )

$\Omega$ ... la vitesse de rotation de l'ensemble

20 rotor 2 - impulseur 8

b ... angle de la pale a ( figure 3 A)

Par conséquent , si l'obstacle réalisé par le contre-courant des pales a ( figure 3 B) est difficile à franchir , la perte de charge locale (  $\Delta H$ , figure 3 C) est grande et la  
25 hauteur de pompage H devient importante.

Le mécanisme hydraulique du fonctionnement de la pompe PCP 1 traditionnelle est basé sur l'écoulement d'un film laminaire entre le rotor 2 et le stator 3 , avec une section très serrée ( faibles S et d ) pour que le débit de fuite  
30 ( q ) soit réduit et les pertes de charge grandes ; les pertes de charge du film laminaire sont essentiellement linéaires (  $\lambda$  ). En conséquence , on ne peut obtenir une grande hauteur de pompage (H ) et une faible fuite ( q ) qu'à



-10-

condition d'avoir une très faible section d'écoulement entre le rotor 2 et le stator 3 (faibles  $S$  et  $d$ ) .

Dans la configuration PCP 1, le mécanisme du film laminaire  
5 exige un fort serrage rotor 2 / stator 3 , par la compression du stator ( et frottement entre rotor et stator ) , ce qui conduit à la réduction de la fiabilité du stator 3 limitant ainsi la vitesse de rotation ( et le débit de pompage ) , et à l'augmentation de la consommation d'énergie ( du moteur ).

10 En effet , on constate souvent que le rotor 2 endommage le stator 3 réduisant la durée de vie de la pompe PCP 1 et son temps de fonctionnement .

Comme il a été exposé et d'après les figures 3 (A,B,C) , le mécanisme hydraulique de la Pompe Mixte 7 objet de la présente invention , est tout à fait différent, à l'opposé de  
15 la PCP 1 traditionnelle . Afin d'éviter le contact entre l'ensemble rotor 2 - impulseur 8 et le stator 3 , les pales  $a$  de l'impulseur 8 créent un écoulement dont le champ de pressions et les tourbillons conduisent à une  
20 cinématique à forte dissipation d'énergie qui réalise des pertes de charge locales élevées ( pertes non linéaires à fort  $\zeta$  ) . La légère augmentation de la section d'écoulement (  $S, d$  ) entre les pales axiales (  $a$  ) et le stator 3 , est compensée par l'écoulement à contre-courant engendré par les  
25 pales (  $a$  ) de l'impulseur 8 ; les fortes pertes de charge locales (  $\zeta$  ) conduisent à un faible débit de fuite (  $q$  ) et à une grande hauteur de pompage (  $H$  ) .

Dans ces conditions , la Pompe Mixte 7 réalise les performances requises ( grande hauteur de pompage  $H$  et  
30 faible débit de fuite  $q$  ) sans avoir besoin d'un contact entre l'ensemble rotor 2 - impulseur 8 et le stator 3. Du point de vue pratique , le jeu entre les pales  $a$  de l'impulseur 8 et le stator 3 est celui utilisé dans les pompes centrifuges.

-11-

En conclusion ,le champ de pressions et vitesses du contre-courant engendré par l'impulseur 8 de la Pompe Mixte 7 réalise une couche fluide dissipative qui remplace le  
5 contact serré de la pompe PCP 1 traditionnelle .

Dans ce sens , la Pompe Mixte 7 , objet de la présente invention , est un concept nouveau combinant la compression volumétrique et l'impulseur roto-dynamique .

Sans contact entre le rotor 2 et le stator 3, la Pompe  
10 Mixte 7 présente des multiples avantages par rapport aux systèmes existants:

- l'augmentation des débits de pompage et de la hauteur de refoulement H ,
- le stator 3 est protégé et il peut être rigide  
15 ( matériaux robustes , métal )
- l'augmentation de la fiabilité et de la durée de vie
- la réduction de la consommation d'énergie , car sans contact il n'y a pas de frottement entre le rotor 2 et le stator 3 .

20 Par conséquent ,la présente invention a pour objectif de proposer une Pompe Mixte , réunissant la compression volumique et l'impulseur roto-dynamique , de manière à améliorer les performances et d'écarter les inconvénients des systèmes existants .

25 Ainsi ,le principe de fonctionnement de la Pompe Mixte 7 selon la présente invention est nouveau et très différent par rapport aux systèmes existants :

- la pompe traditionnelle PCP 1 ,avec un contact serré entre le rotor 2 et le stator 3 , délivre un débit de pompage  
30 limité , conduit au risque d'endommagement du stator 3 et nécessite une forte consommation d'énergie
- la Pompe Mixte 7 selon la présente invention comporte des moyens pour comprimer le fluide pompé sans contact entre le rotor 2 et le stator 3, ce qui permet de réaliser des  
35 grands débits de pompage , d'améliorer la fiabilité du



-12-

stator , d'augmenter la durée de vie de la pompe et de réduire la consommation d'énergie .

Les moyens proposés pour la Pompe Mixte 7 sont  
5 avantageusement agencés pour remplacer le contact serré entre le rotor 2 et le stator 3 , propre à la pompe PCP 1 traditionnelle , par une couche fluide sous pression entre le rotor 2 et le stator 3 .

A ces fins , la présente invention a pour objectif de  
10 proposer une Pompe Mixte 7 comportant un rotor hélicoïdal 2 sur lequel on installe avantageusement un impulseur roto-dynamique 8, l'ensemble rotor 2 -impulseur 8 tournant sans contact à l'intérieur d'un stator hélicoïdal 3 , ledit ensemble rotor 2 -impulseur 8 et ledit stator 3 étant  
15 disposés de telle sorte que les cavités 4 formées se déplacent de l'aspiration 5 vers le refoulement 6 , caractérisée par le fait que la pompe 7, agencée conformément à l'invention , assure par l'intermédiaire de l'impulseur roto-dynamique 8 les moyens avantageusement prévus pour  
20 former une couche fluide sous pression entre ledit ensemble rotor 2 - impulseur 8 et ledit stator 3, dans des conditions capables d'améliorer les performances et la fiabilité de la pompe 7 .

Conformément à l'invention , la Pompe Mixte 7 est  
25 caractérisée par le fait que les moyens assurés par l'impulseur 8 pour former une couche fluide dans l'espace sans contact entre l'ensemble rotor 2 -impulseur 8 et le stator 3 sont agencés avantageusement , pour transmettre les pressions entre les cavités 4 , et pour dissiper l'énergie  
30 des fuites afin d'assurer une efficacité de pompage améliorée.

Conformément à l'invention , l'impulseur roto-dynamique 8 installé sur le rotor 2 est développé sur toute la longueur du rotor 2 ou partiellement .

-13-

A cet effet , on réalise l'impulseur roto-dynamique 8 avec des pales dont le dimensionnement et la densité au long de la pompe assurent la formation d'une couche fluide à contre-courant dissipatif par rapport aux fuites entre rotor et stator . La rotation du rotor 2 entraîne l'impulseur 8 qui produit un champ de pressions et vitesses opposé aux fuites , ainsi les deux écoulements dissipent l'énergie dans la couche fluide entre le rotor et le stator , transmettant la pression entre les cavités successives . Par conséquent , la couche fluide réalisée par l'impulseur roto-dynamique 8 remplace le contact serré entre le rotor 2 et le stator 3.

La maîtrise des performances de la Pompe Mixte 7 se fait par l'architecture de l'impulseur roto-dynamique 8 et le dimensionnement optimal de ses pales est le facteur principal : la longueur de la corde , le pas (h ) , les angles d'incidence ( b ) et de devers , l'épaisseur , la densité des pales , le jeu entre les pales et le stator .

Conformément à un premier mode de réalisation particulier des moyens , l'impulseur roto-dynamique 8 comporte une pale hélicoïdale , installée sur le rotor hélicoïdal 2 de la pompe . Le pas de la pale (h) peut être constant et alors l'angle(b) est variable , ou le pas de la pale est variable et l'angle devient constant . En général , la pale peut avoir le pas et l'angle variables , mais en pratique on adopte certains paramètres constants afin de faciliter la fabrication.

Conformément à un second mode de réalisation particulier des moyens , l'impulseur roto-dynamique 8 comporte plusieurs pales hélicoïdales installées en décalage , sur le rotor hélicoïdal . En général , le pas et l'angle des pales peuvent être variables , mais en pratique on adopte certaines paramètres constants .



-14-

Conformément à un troisième mode de réalisation particulier des moyens, l'impulseur roto-dynamique comporte un ensemble de pales discontinues installées sur le rotor .

5 Les trois modes de réalisation particuliers peuvent être utilisés simultanément sur la même pompe.

En général ,le dimensionnement des pales (les angles d'entrée et de sortie , l'angle d'incidence , la longueur de la corde , la cambrure , l'épaisseur ) assure la réalisation et l'efficacité de la couche fluide entre le rotor et le stator .

Les applications industrielles de la Pompe Mixte 7,selon la présente invention , couvrent un domaine plus large que celui des pompes PCP 1 existantes , dans des conditions de fiabilité , de durée d'exploitation et de consommation d'énergie nettement améliorées . Comme exemples , on peut citer le pompage des fluides visqueux et des mélanges polyphasiques (liquide , gaz , particules solides ) utilisés par l'industrie pétrolière, la chimie , l'industrie alimentaire.

Pour mieux illustrer l'objet de la présente invention , on va en décrire ci-après plusieurs modes de réalisation particuliers, donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs , avec référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 , représente la pompe PCP traditionnelle (A) avec une représentation de l'écoulement des fuites entre le rotor et le stator ( C ) et la distribution des pressions engendrées ( B et D )
- 30 - la figure 2 donne en ( A ) une représentation de la Pompe Mixte selon la présente invention et la distribution des pressions (B)
- la figure 3 donne en ( A ) une vue analogue à la figure 2 (A), à plus grande échelle, décrit le mécanisme hydraulique de fonctionnement ( B )et les pertes de charge
- 35

-15-

locales ( C )

- la figure 4 donne la représentation de l'impulseur  
5 roto- dynamique à pale hélicoïdale , avec le pas h  
constant et l'angle b variable (figure 4 A) , et avec  
l'angle b constant et le pas h variable (figure 4 B )
- la figure 5 donne la représentation de l'impulseur roto-  
dynamique à pale hélicoïdale épaisse
- 10 - la figure 6 donne la représentation de l'impulseur roto-  
dynamique dont les deux pales hélicoïdales décalées de  
180° , avec un pas h constant et l'angle b variable
- la figure 7 montre schématiquement l'impulseur roto-  
dynamique à pales axiales discontinues .
- 15 - la figure 8 donne la représentation de l'impulseur roto-  
dynamique à pale hélicoïdale continue sur chaque cavité ,  
avec une transition entre les cavités , sur laquelle le  
diamètre du rotor est égal à celui des pales de  
l'impulseur

20 Par conséquent , les figures 2 et 4 à 8 montrent des  
réalisations particulières de la Pompe Mixte selon  
l'invention.

La figure 2 A est une vue d'ensemble , en coupe  
longitudinale axiale , de la Pompe Mixte 7 selon la présente  
25 invention , avec la représentation de l'impulseur roto-  
dynamique 8 installé sur le rotor hélicoïdal 2 , l'ensemble  
rotor 2-impulseur 8 tournant à l'intérieur du stator  
hélicoïdal 3 ; comme il n'y a pas de contact entre l'ensemble  
rotor 2 -impulseur 8 et le stator 3 , le rotor 2 est supporté  
30 par des paliers traditionnels 12 . La rotation du rotor 2  
déplace les cavités 4 de fluide pompé , de l'aspiration 5  
vers le refoulement 6 ; la distribution des pressions est  
régulière ( figure 2 B ) , de la basse pression d'aspiration  
(  $P_A$  ) à la haute pression de refoulement (  $P_R$  ) .



-16-

Aux figures 4 A et B , le système est constitué d'un rotor hélicoïdal 2 sur lequel on installe un impulseur roto-dynamique 8 à pale hélicoïdale ,qui engendre un contre-courant axial , l'ensemble rotor 2 - impulseur 8 tournant à l'intérieur du stator 3 , sans contact . La figure 4(A) montre l'impulseur roto-dynamique 8 à pale hélicoïdale de pas constant (  $h=ct.$  ) et un angle (  $b$  ) variable . La figure 4(B) représente l'impulseur 8 à pale hélicoïdale d' angle constant (  $b=ct.$  ) et pas (  $h$  ) variable .

La figure 5 présente une variante à pale épaisse 9 de l'impulseur roto-dynamique 8 décrit dans la figure 4(A) , à pale hélicoïdale avec le pas (  $h$  ) constant.

La figure 6 représente l'impulseur roto-dynamique 8 à double pales hélicoïdales 10 installées sur le rotor hélicoïdal 2 en décalage de  $180^\circ$  ; les pales 10 ont le pas (  $h$  ) constant et l'angle (  $b$  ) variable .

La figure 7 représente l'impulseur roto-dynamique 8 avec des pales axiales discontinues 11 installées sur le rotor 2 , l'ensemble tournant à l'intérieur du stator 3.

La figure 8 représente l'impulseur roto-dynamique 8 avec des pales hélicoïdales continues 13 sur chaque cavité 4 ; entre les cavités , sur une longueur limitée ,le rotor 2 a un diamètre égal à celui des pales 13 de l'impulseur 8.

25

#### Exemple

L'exemple suivant illustre le concept de la Pompe Mixte , selon l'invention ,sans toutefois limiter la portée de cette dernière .

30 Pour ce faire , on décrit un exemple de Pompe Mixte dont les performances hydrauliques sont équivalentes à une PCP .

La PCP de référence présente les caractéristiques suivantes : la longueur de la pompe est  $l= 3.5$  m , le diamètre du rotor  $D= 30$  mm, le diamètre extérieur de la pompe  $OD= 90$  mm . Les performances de la pompe à la vitesse de rotation

35

-17-

de  $N = 500$  RPM ( rotations par minute ) sont : le débit pompé est  $Q = 100 \text{ m}^3 / \text{jour}$  , la hauteur de pompage ( en eau )  
 5  $H = 600 \text{ m}$  , et le rendement volumique est de 0.9 ce qui signifie que le débit de fuite entre rotor et stator est de  $q = 10 \text{ m}^3 / \text{jour}$  .

Le rotor comprime le stator et la section d'écoulement entre le rotor et stator est faible : la surface est  $S = 0.47 \text{ cm}^2$   
 10 et le diamètre hydraulique équivalent  $d = 0.25 \text{ mm}$  .

Dans ces conditions le nombre de Reynolds correspondant est  $Re = 1000$  , ce qui montre que le régime d'écoulement est laminaire .

La hauteur de pompage  $H$  est :

$$15 \quad H = \left( \lambda \frac{1}{d} \right) \frac{V^2}{2g} = 600 \text{ m}$$

Considérons la Pompe Mixte dont le rotor est de même diamètre (  $D = 30 \text{ mm}$  ) sur lequel on installe un impulseur hélico-axial à pale hélicoïdale continue ( figure 4 A ). Le pas constant de la pale est  $h = 5 \text{ cm}$  , ce qui signifie que sur la longueur  
 20 de la pompe (  $l = 3.5 \text{ m}$  ) on a 70 hélices complètes .

Le diamètre extérieur de l'impulseur est  $D_e = 40 \text{ mm}$  et alors la hauteur de la pale est de  $5 \text{ mm}$  ; l'espace entre la pale et le stator est d'environ  $1 \text{ mm}$  , équivalent à celui utilisé pour les pompes centrifuges . La vitesse de l'écoulement des  
 25 fuites  $q$  est  $V_2 = 1 \text{ m/s}$  , tandis que la vitesse du contre-courant engendré par la pale est  $V_1 = 0,5 \text{ m/s}$ . Dans ces conditions le coefficient de pertes de charge locales peut être pris par analogie avec les obturateurs hydrauliques utilisés par l'industrie ( diaphragmes , vannes à clapet ,  
 30 soupapes ), ce qui revient à  $\zeta = 75$  et alors la hauteur de

$$\text{pompage est :} \quad H = \sum \zeta \frac{V^2}{2g} = 600 \text{ m}$$



-18-

L'impulseur roto-dynamique de cette pompe est constitué d'une hélice continue sur toute la longueur de la pompe dont la  
5 pale hélico-axiale a un pas constant  $h = 5 \text{ cm}$  , ce qui revient à 70 hélices complètes sur la longueur de la pompe .  
Compte tenu du fait que la hauteur de la pale est de 5 mm et le jeu entre la pale et le stator est 1 mm , le stator de la Pompe Mixte doit avoir un retrait équivalent( 12 mm ) .

10 Par conséquent , la Pompe Mixte selon l'invention présente des performance hydrauliques ( le débit et la hauteur de pompage ) équivalentes à la pompe PCP .

Cependant , la Pompe Mixte comporte un jeu entre l'ensemble rotor -impulseur et le stator ce qui assure la protection du  
15 stator et conduit à des économies d'énergie . De même , on peut augmenter la vitesse de rotation et le débit sans endommager le stator . En effet , le débit de pompage est proportionnel à la vitesse de rotation et en tournant à  $N = 1000 - 2000 \text{ RPM}$  , le débit est multiplié par 2 - 4 .

20

25

30

35

**REVENDICATIONS**

1. Pompe Mixte (7) comportant un stator (3) de forme intérieure hélicoïdale et un rotor hélicoïdal (2) supporté par des paliers (12),

caractérisée en ce qu'au moins une pâle hélicoïdale (8) est installée sur le rotor hélicoïdal (2), un ensemble formé du rotor (2) et de ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) tournant sans contact à l'intérieur du stator hélicoïdal (3), ledit ensemble et ledit stator (3) étant propre à déplacer des cavités (4) formées entre le stator (3) et ledit ensemble d'une aspiration (5) vers un refoulement (6),

10 et en ce que ladite au moins une pâle hélicoïdale présente un pas variable et un angle variable par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe du rotor (2); la pompe (7) étant propre, par l'intermédiaire de ladite au moins une pâle hélicoïdale (8) à former une couche de fluide sous pression entre ledit ensemble et ledit stator (3), dans des conditions capables d'améliorer les performances et la fiabilité de la pompe (7).

2. Pompe Mixte (7) selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ledit ensemble est propre à former une couche de fluide dans l'espace sans contact entre ledit ensemble et le stator (3) pour transmettre les pressions entre les cavités (4), et pour dissiper l'énergie des fuites afin d'assurer une efficacité de pompage améliorée.

20 3. Pompe Mixte (7) selon la revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait que ladite au moins une pâle hélicoïdale (8), installée sur le rotor (2), est développée sur toute la longueur du rotor (2) ou partiellement.

4. Pompe Mixte (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ladite au moins une pâle hélicoïdale comprend plusieurs pâles hélicoïdales (8) discontinues et disposées sur le rotor (2), lesdites pâles hélicoïdales (8) ayant des caractéristiques hydrodynamiques qui assurent la formation de la couche fluide entre ledit ensemble et le stator (3).



5. Pompe Mixte (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que ladite au moins une pale hélicoïdal comprend plusieurs pâles hélicoïdales (8) continues et disposées sur la longueur de chaque cavité (4) du rotor (2) et entre les dites cavités; le diamètre du rotor (2) est égal à celui des pâles hélicoïdales.

6. Pompe Mixte (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée par le fait que ladite au moins une pale hélicoïdale comprend des pâles hélicoïdales (8) épaisses, formant des canaux entre les dites pâles épaisses et le stator (3).

7. Pompe Mixte (7) comportant un stator (3) de forme intérieure hélicoïdale et un rotor hélicoïdal (2) supporté par des paliers (12),

10 caractérisée en ce qu'au moins une pale hélicoïdale (8) est installée sur le rotor hélicoïdal (2), un ensemble formé du rotor (2) et de ladite au moins une pale hélicoïdale (8) tournant sans contact à l'intérieur du stator hélicoïdal (3), ledit ensemble et ledit stator (3) étant propre à déplacer des cavités (4), formées entre le stator (3) et ledit ensemble d'une aspiration (5) vers un refoulement (6),

et en ce que ladite au moins une pale hélicoïdale (8) présente un pas constant et un angle variable par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe du rotor (2); la pompe (7) étant propre, par l'intermédiaire de ladite au moins une pale hélicoïdale (8) à former une couche de fluide sous pression entre ledit ensemble et ledit stator (3), dans des conditions capables d'améliorer les performances et la fiabilité de la pompe (7).

20 8. Pompe Mixte (7) selon la revendication 7, caractérisée par le fait que ledit ensemble est propre à former une couche de fluide dans l'espace sans contact entre ledit ensemble et le stator(3) pour transmettre les pressions entre les cavités (4), et pour dissiper l'énergie des fuites afin d'assurer une efficacité de pompage améliorée.

9. Pompe Mixte (7) selon la revendication 7 ou 8, caractérisée par le fait que ladite au moins une pale hélicoïdale (8), installée sur le rotor (2), est développée sur toute la longueur du rotor (2) ou partiellement.

10. Pompe Mixte (7) selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisée en ce que ladite au moins une pale hélicoïdale comprend plusieurs pâles hélicoïdales (8) discontinues et disposées sur le rotor (2), lesdites pâles hélicoïdales (8) ayant des caractéristiques hydrodynamiques qui assurent la formation de la couche fluide entre ledit ensemble et le stator (3).

11. Pompe Mixte (7) selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisée en ce que ladite au moins une pale hélicoïdale comprend plusieurs pâles hélicoïdales (8) continues et disposées sur la longueur de chaque cavité (4) du rotor (2) et entre lesdites cavités ; le diamètre du rotor (2) est égal à celui des pâles hélicoïdale(s) (8).

10 12. Pompe Mixte (7) selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisée par le fait que ladite au moins une pale hélicoïdale comprend plusieurs pâles hélicoïdales (8) épaisses, formant des canaux entre les dites pâles épaisses et le stator (3).

13. Pompe Mixte (7) comportant un stator (3) de forme intérieure hélicoïdale et un rotor hélicoïdal (2) supporté par des paliers (12),

caractérisée en ce qu'au moins une pale hélicoïdale (8) est installée sur le rotor hélicoïdal (2), un ensemble formé du rotor (2) et de ladite au moins une pale hélicoïdale (8) tournant sans contact à l'intérieur du stator hélicoïdal (3), ledit ensemble et ledit stator (3) étant propre à déplacer des cavités (4) formées entre le stator (3) et ledit ensemble d'une aspiration (5) vers un refoulement (6),

20 et en ce que ladite au moins une pale hélicoïdale (8) présente un angle constant par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe du rotor (2) et un pas variable ; la pompe (7) étant propre, par l'intermédiaire de ladite au moins une pale hélicoïdale (8) à former une couche de fluide sous pression entre ledit ensemble et ledit stator (3), dans des conditions capables d'améliorer les performances et la fiabilité de la pompe (7).

14. Pompe Mixte (7) selon la revendication 13, caractérisée par le fait que ledit ensemble est propre à former une couche de fluide dans l'espace sans contact entre ledit ensemble et le



stator (3) pour transmettre les pressions entre les cavités (4), et pour dissiper l'énergie des fuites afin d'assurer une efficacité de pompage améliorée.

15. Pompe Mixte (7) selon la revendication 13 ou 14, caractérisée par le fait que ladite au moins une pale hélicoïdale (8), installée sur le rotor (2), est développée sur toute la longueur du rotor(2) ou partiellement.

16. Pompe Mixte (7) selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisée en ce que ladite au moins une pale hélicoïdale comprend des pâles hélicoïdales (8) discontinues et disposées sur le rotor (2), lesdites pâles hélicoïdales (8) ayant des caractéristiques hydrodynamiques qui assurent la formation de la couche fluide entre ledit ensemble et le stator (3).

17. Pompe Mixte (7) selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisée en ce que ladite au moins une pale hélicoïdale comprend des pâles hélicoïdales (8) continues et disposées sur la longueur de chaque cavité (4) du rotor (2) et entre les dites cavités; le diamètre du rotor (2) est égal à celui des pâles hélicoïdale(s) (8).

18. Pompe Mixte (7) selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisée par le fait que ladite au moins une pale hélicoïdale comprend des pâles hélicoïdales (8) épaisses, formant des canaux entre les dites pâles épaisses et le stator (3).

19. Pompe mixte (7) comprenant:

- un stator (3) ayant un logement interne: ledit logement interne étant formée par une paroi hélicoïdale s'étendant axialement à l'intérieur du stator (3); et
- un assemblage rotatif contenu à l'intérieur du logement du stator (3), l'assemblage rotatif comprenant:
  - o un rotor hélicoïdal (2) contenu dans le logement du stator (3) et ayant une paroi extérieure distincte de la paroi hélicoïdale du logement du stator (3), et

- au moins une pale hélicoïdale (8) fixée autour du rotor (2); ladite au moins une pale hélicoïdale (8) s'étendant radialement à partir du rotor (2); ladite au moins une pale hélicoïdale (8) étant sans contact avec la paroi hélicoïdale du logement du stator (3);
- l'assemblage rotatif et la paroi hélicoïdale du stator (3) définissant ensemble des cavités se déplaçant d'une aspiration vers un refoulement; l'assemblage rotatif étant propre à former une couche de fluide dans l'espace sans contact entre l'assemblage rotatif et la paroi hélicoïdale du logement du stator (3).

10

20. Application de la Pompe Mixte telle que définie à l'une quelconque des revendications 1 à 9, au pompage des gaz, et au pompage des mélanges polyphasiques constitués des liquides et gaz avec des particules solides.



1 / 6

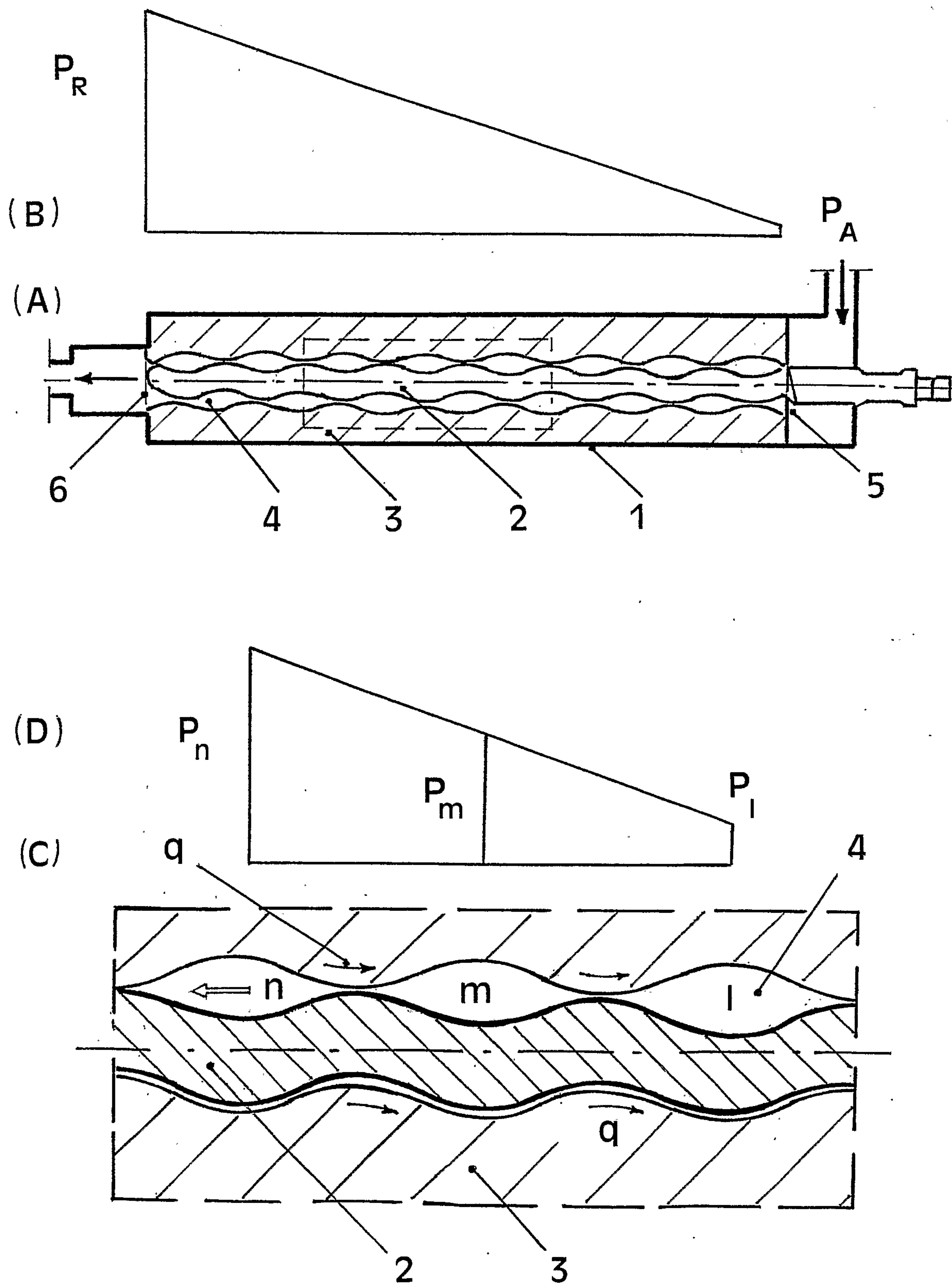


FIG.1

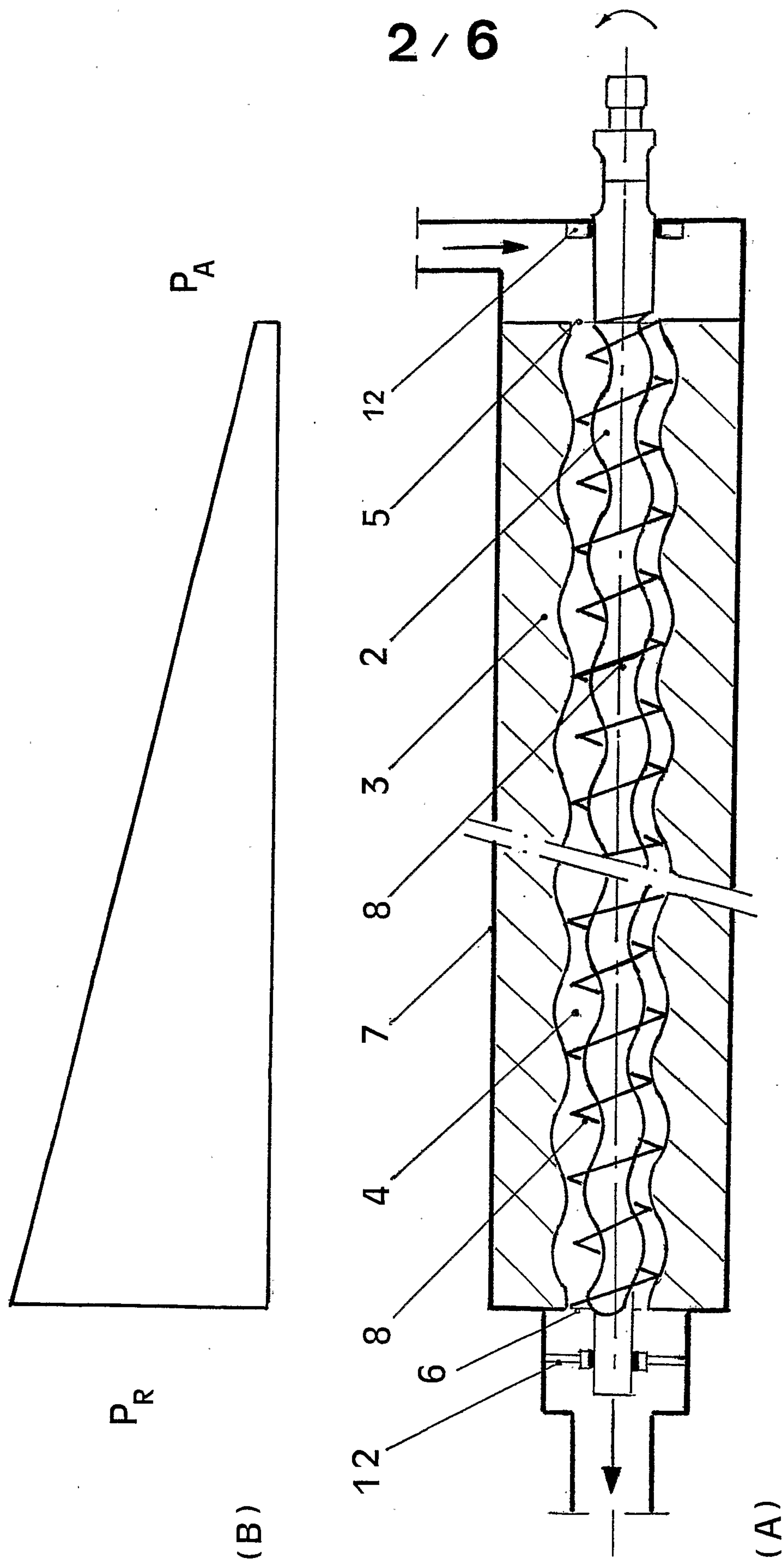
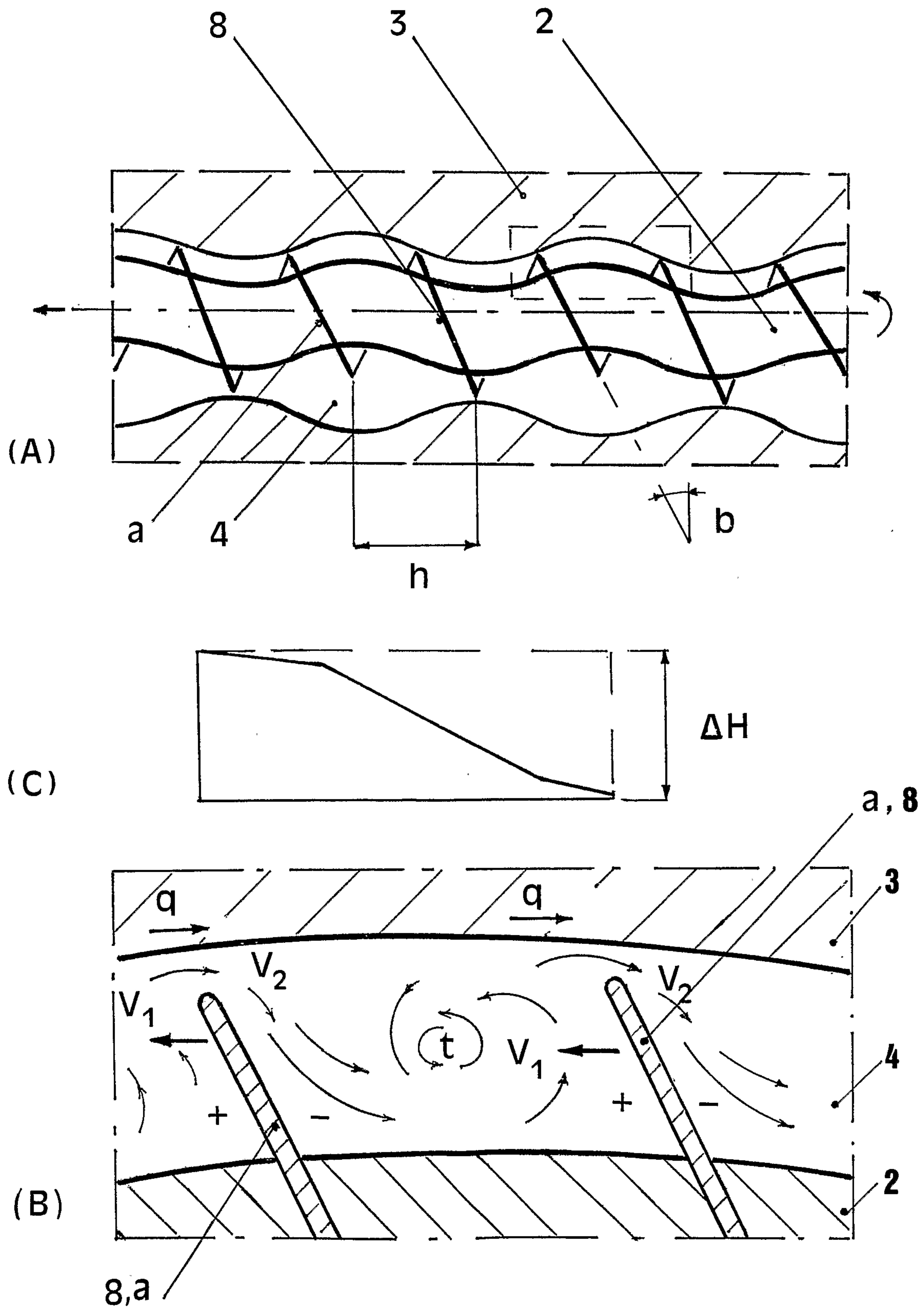


FIG. 2



3 / 6



4 / 6

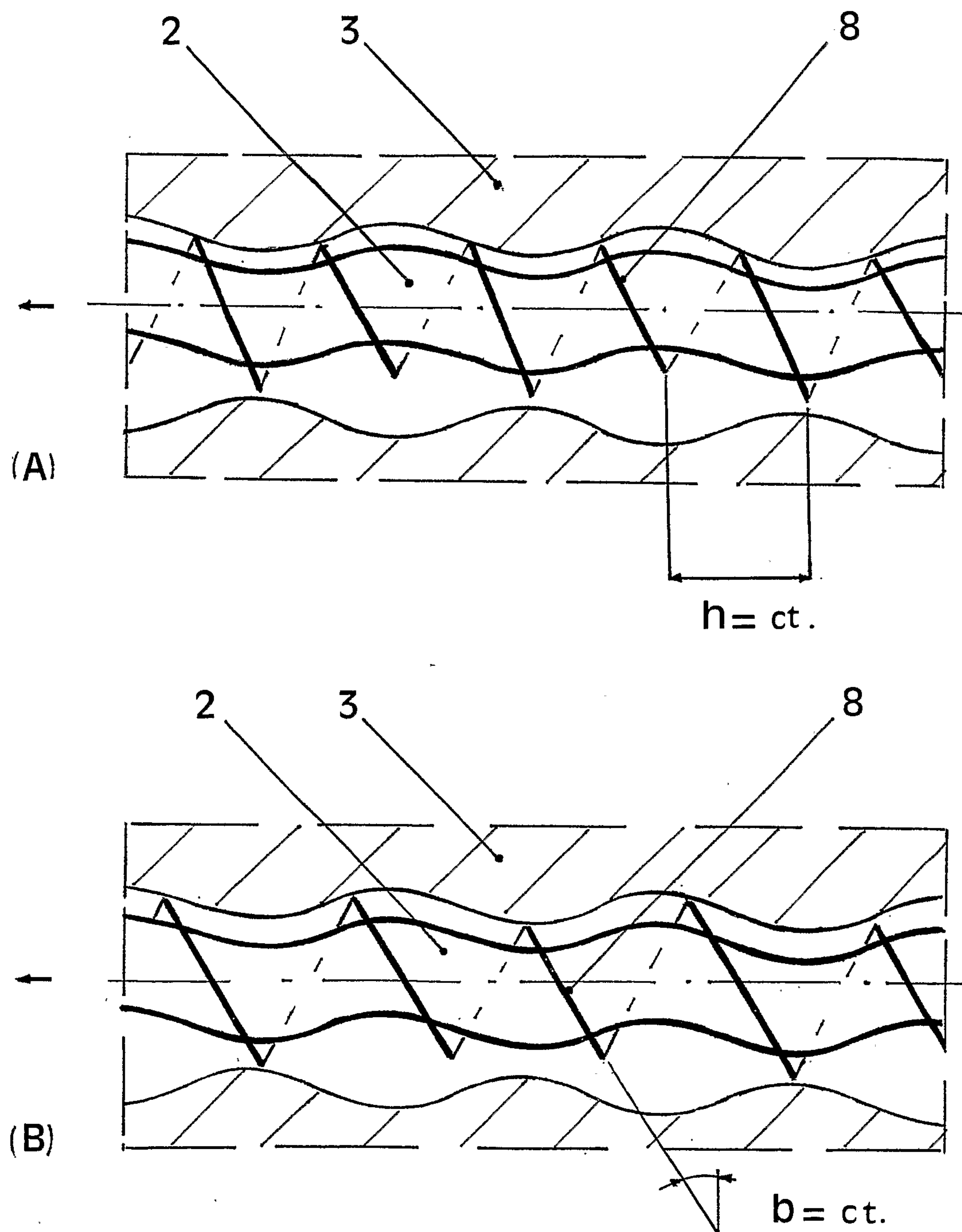


FIG.4



5 / 6

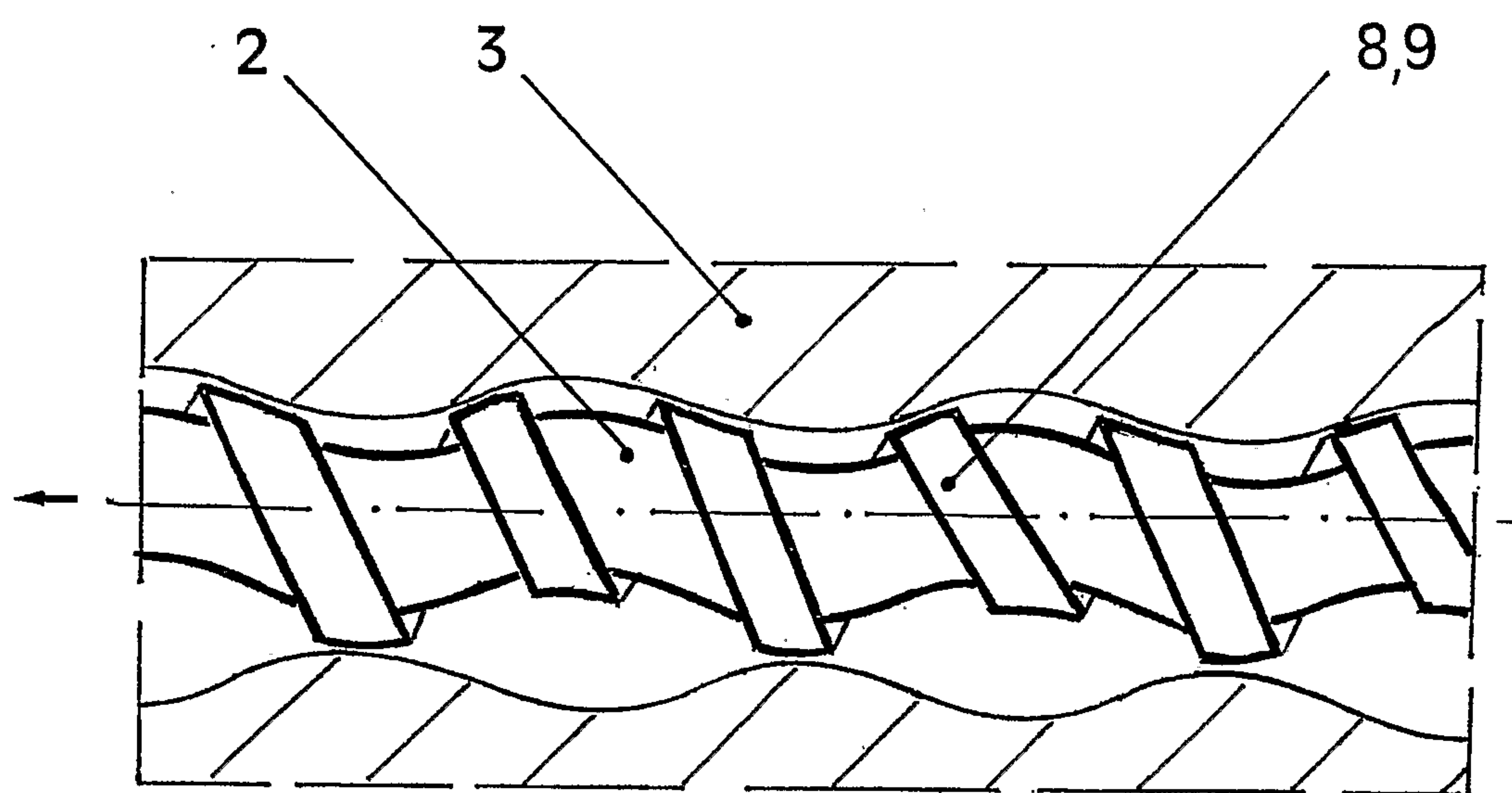


FIG. 5

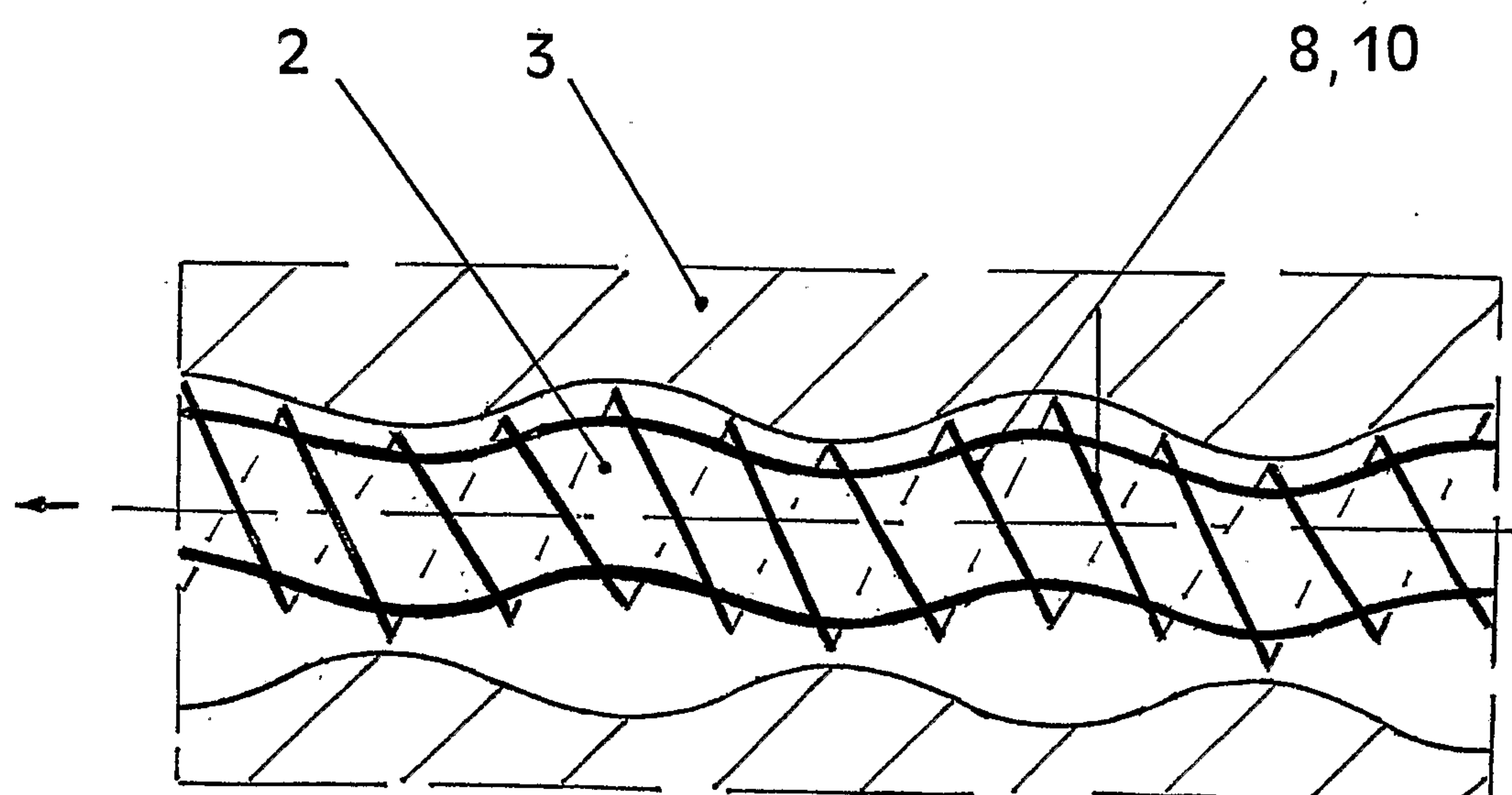


FIG. 6

6 / 6

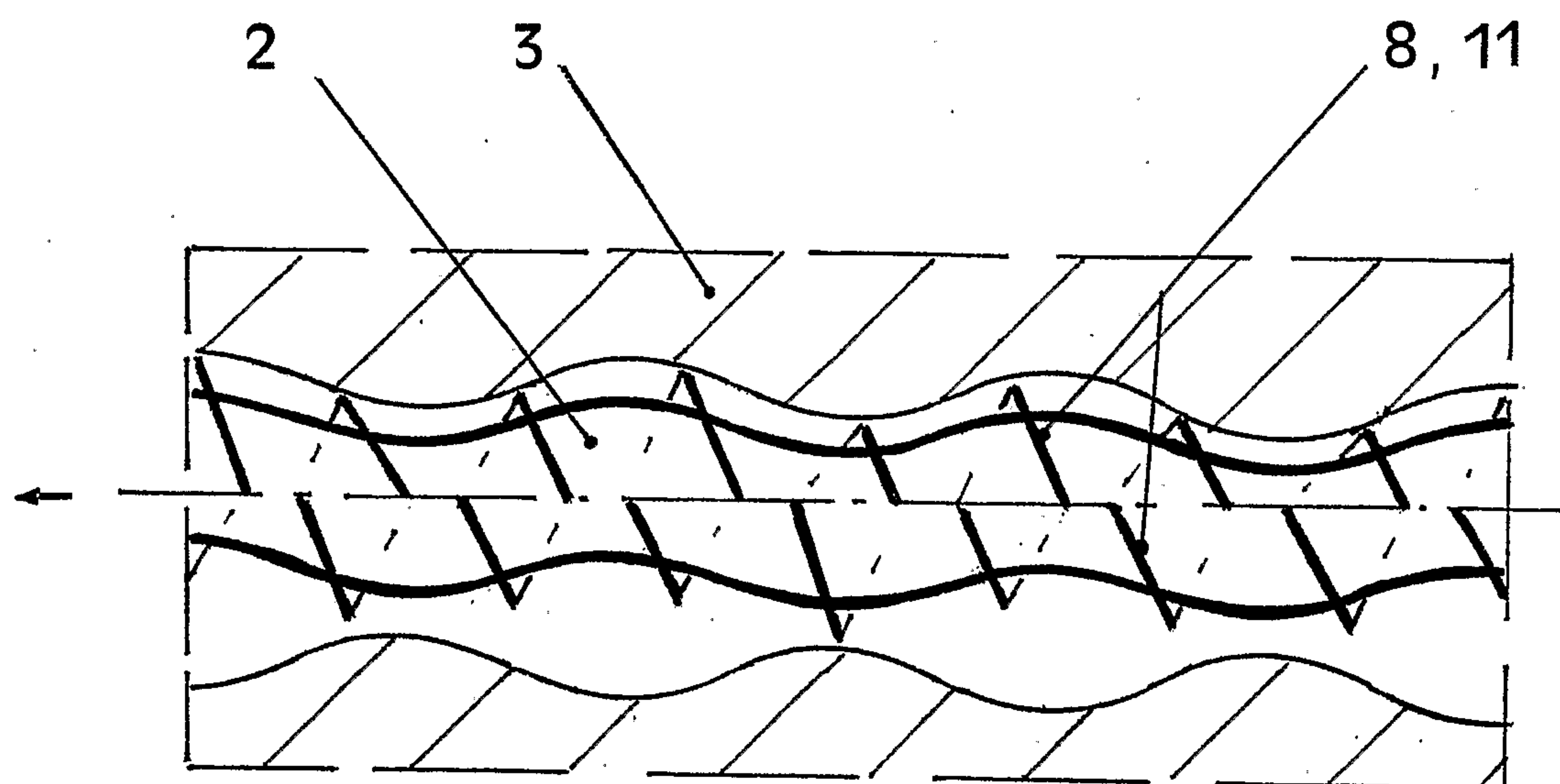


FIG. 7

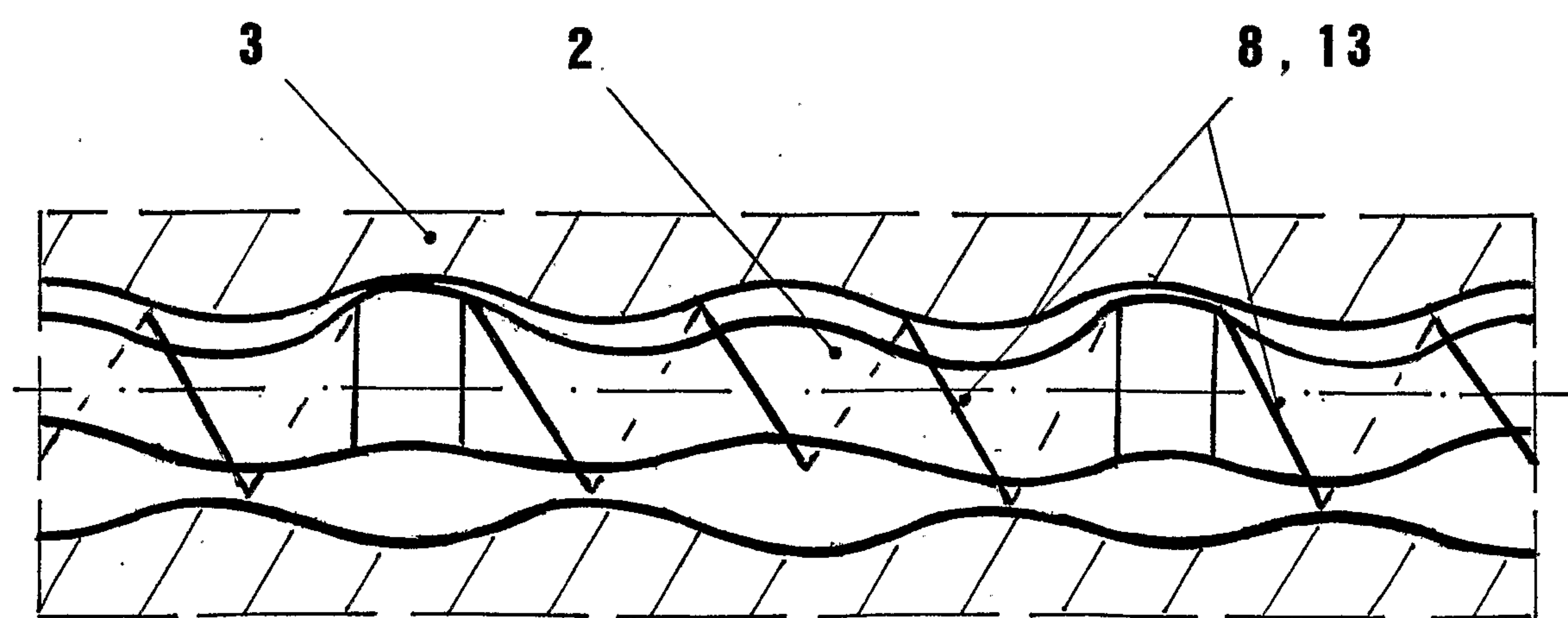


FIG. 8



