



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 840 854 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

24.10.2001 Bulletin 2001/43

(21) Numéro de dépôt: **96927097.4**

(22) Date de dépôt: **26.07.1996**

(51) Int Cl.7: **F04B 43/12, F04B 11/00**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR96/01190

(87) Numéro de publication internationale:
WO 97/05386 (13.02.1997 Gazette 1997/08)

(54) **POMPE PERISTALTIQUE**

PERISTALTIKpumpe

PERISTALTIC PUMP

(84) Etats contractants désignés:
BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorité: **27.07.1995 FR 9509386**

(43) Date de publication de la demande:
13.05.1998 Bulletin 1998/20

(73) Titulaire: **Ognier, Jean-François**
63670 Orcet (FR)

(72) Inventeur: **Ognier, Jean-François**
63670 Orcet (FR)

(74) Mandataire: **Bratel, Gérard et al**
Cabinet GERMAIN & MAUREAU,
12, rue Boileau,
BP 6153
69466 Lyon Cedex 06 (FR)

(56) Documents cités:

CH-A- 433 992	DE-U- 9 412 228
FR-A- 2 413 095	US-A- 4 424 011
US-A- 4 631 008	US-A- 5 433 588

EP 0 840 854 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne des améliorations apportées aux pompes péristaltiques, notamment celles intervenant dans des appareils d'irrigation et d'aspiration de liquides physiologiques, avec régulation automatique de débit et de pression.

[0002] L'évolution de l'endoscopie diagnostique vers l'endoscopie chirurgicale a induit de nouvelles contraintes, auxquelles doivent satisfaire les appareils et instruments mis en oeuvre. Les irrigateurs et aspirateurs médicaux appartiennent à cette catégorie de matériels.

[0003] Initialement conçus pour dilater la cavité siège de l'observation, puis utilisés plus récemment pour créer de façon dynamique un "espace opératoire aseptique", ces appareils ont dû adapter leurs caractéristiques aux moyens thérapeutiques mis en oeuvre par des chirurgiens endoscopistes, moyens qui requièrent des réactions rapides pour garantir la sécurité des patients.

[0004] Les pompes péristaltiques, comprenant un tube de transfert souple pincé successivement par des galets décrivant les uns derrière les autres un circuit fermé, notamment des galets portés par un rotor, sont d'un usage fréquent pour le transfert et la mise en pression de liquides agressifs ou stériles (voir par exemple le document CH-A-433 992.) Quels que soient leur forme et le nombre de leurs galets, les pompes péristaltiques courantes ne requièrent, à un instant quelconque de leur fonctionnement, que deux galets simultanément actifs. L'espace fermé situé à l'intérieur du tube de la pompe et délimité par ces deux galets constitue la chambre de transfert du liquide.

[0005] Les pompes péristaltiques sont le type de pompe privilégié dans les applications médicales, en particulier dans les dispositifs de circulation extra-corporelle ou dans les dispositifs d'irrigation des cavités siège d'une intervention chirurgicale, comme en urologie ou en arthroscopie, où ces pompes sont déjà utilisées actuellement. A titre d'exemple de dispositif médical connu utilisant une pompe péristaltique, on peut ici citer l'appareil d'irrigation et d'aspiration chirurgical décrit dans les documents FR-A-2642297 et WO-A-9008562. Cependant, les pompes péristaltiques disponibles sur le marché délivrent généralement un flux cyclique, présentant des variations instantanées du débit pouvant dépasser 20 à 30 % du débit moyen de ces pompes. Ceci est illustré schématiquement par le diagramme de la figure 1, où le temps t est porté en abscisses, et le débit D en ordonnées.

[0006] Ces variations du débit sont la conséquence des variations du volume des chambres de transfert durant les phases de dégagement des galets et aussi, de façon plus accessoire, de la compression du tube de transfert exercée par lesdits galets. De telles variations du débit pouvant constituer un grave inconvénient dans les applications chirurgicales, les fabricants de pompes péristaltiques se sont attachés à concevoir des dispositifs régulateurs ou amortisseurs, placés en sortie de

pompe. Ces dispositifs, le plus souvent passifs, ne sont généralement efficaces que pour une fréquence de battements donnée, donc pour une plage restreinte de fonctionnement.

[0007] Le document US-A-3726613 propose, en vue de la suppression des variations de débit cycliques d'une pompe péristaltique, un dispositif "actif" comprenant un organe presseur, agissant de façon variable dans le temps sur le tube de transfert à la sortie de la pompe, sous la commande d'un dispositif d'actionnement qui comprend lui-même une came solidaire du rotor de la pompe, et agissant par l'intermédiaire d'un levier oscillant sur l'organe presseur. Ce document contient une analyse exacte des phénomènes physiques et du problème posé, mais il décrit une solution qui, utilisant des éléments "actifs", est mécaniquement assez complexe, et relativement coûteuse.

[0008] Par le document DE-U-9412228, on connaît aussi une pompe péristaltique qui prétend régulariser le débit de sortie grâce à une zone évidée de largeur continûment croissante, entre le rotor et le stator, depuis l'entrée jusqu'à la sortie de la pompe, dans le sens défini par le déplacement des galets. Cette configuration résulte d'une disposition excentrée de l'évidement circulaire du stator, par rapport à l'axe du rotor.

[0009] Toutefois, le document considéré n'explique pas du tout le mode de fonctionnement du dispositif en question, et la solution proposée n'apparaît satisfaisante ni dans son principe, ni dans ses résultats. Pour le moins, le fonctionnement de ce dispositif semble lié à la coopération simultanée d'un nombre élevé de galets du rotor avec le tube, ce qui suppose un "encastrement" profond du rotor dans le stator, ayant pour conséquence une difficulté de dégagement rapide et complet du rotor par rapport au stator.

[0010] La présente invention vise à éliminer ces inconvénients, en fournissant une pompe péristaltique perfectionnée, telle que décrite dans la revendication 1, pourvue d'un dispositif intégré de régulation du débit, compensant automatiquement les variations ceci d'une manière simple, économique en fabrication et efficace, selon un principe de fonctionnement certain et d'une grande précision, et avec une configuration autorisant une séparation aisée et rapide du rotor relativement au stator, à des fins de sécurité et d'interchangeabilité.

[0011] A cet effet, dans la pompe péristaltique objet de l'invention, du type comprenant un corps fixe ou stator et un rotor muni de galets à sa périphérie, entre lesquels passe un tube souple de transfert de liquide pincé par au moins deux galets consécutifs entre lesquels est définie une chambre de transfert, il est prévu, pour rendre le débit de sortie de la pompe sensiblement constant, que son corps fixe ou stator comporte, à la suite d'une zone évidée de rayon sensiblement constant et centrée sur l'axe du rotor, où le tube de transfert est pincé par les galets, une zone de rayon progressivement croissant, ce rayon étant mesuré par rapport à l'axe du rotor. De préférence, la zone de rayon progressivement

croissant s'étend sur un angle sensiblement égal à l'angle séparant deux galets consécutifs sur le rotor de pompe. Cette disposition vise :

- d'une part, à répartir la variation du volume de la chambre de transfert sur un angle égal à l'angle séparant deux galets consécutifs ;
- d'autre part, à compenser la non-linéarité de la variation du volume de la chambre de transfert, par rapport à la hauteur de levée du galet en cours d'échappement, ce qui constitue un avantage appréciable par rapport au document DE-U-9412228 précité ;
- enfin, à compenser l'effet de compression des galets sur le tube de transfert du liquide.

[0012] Le profil à donner au stator, dans la zone particulièrement considérée, doit donc être fonction du diamètre des galets du rotor, des caractéristiques du tube de transfert utilisé (diamètres intérieur et extérieur, dureté), et de la pression exercée par les galets sur le tube de transfert, c'est-à-dire l'écrasement de ce tube.

[0013] Pour expliciter ce qui précède, le diagramme de la figure 2 représente la variation du volume V d'une chambre de transfert en fonction du pincement P du tube. L'axe des abscisses représente le pincement P en mm ; la valeur P = 0 correspond au contact du galet sur le tube sans pincement, la valeur P = 5 correspond à l'occlusion du tube, et la valeur P = 5,5 correspond à la compression de 0,5 mm des parois du tube, réalisée après occlusion. L'axe des ordonnées représente, en pourcentage, la variation du volume d'une chambre de transfert sous l'effet du pincement exercé par un galet, autrement dit, le volume occupé par ce galet à l'intérieur du tube de transfert. Dans cet exemple, il s'agit plus particulièrement de l'action d'un galet d'un diamètre de 16 mm sur un tube en silicone ayant un diamètre extérieur de 8 mm et un diamètre intérieur de 5 mm, le galet réalisant lors de la mise en action complète une compression des parois du tube de 0,5 mm. Dans la partie libre, c'est-à-dire avant occlusion complète du tube, la courbe C de variation du volume V par rapport à la hauteur du galet revêt une forme approximativement parabolique. La forme donnée au stator dans la zone de rayon progressivement croissant prend en compte les caractéristiques intrinsèques du système tube de transfert/galet, représentées sur la figure 2, afin de rendre la variation de volume proportionnelle à la variation angulaire. La variation devant être répartie sur 30°, les pincements sont déterminés d'après le diagramme de la figure 2 pour que 1° de variation angulaire corresponde à 3,33 % de variation du volume. Les rayons ainsi définis permettent de déterminer la forme du stator de la pompe, projetée sur un plan orthonormé, comme illustré sur la figure 3 où l'axe des abscisses x représente une droite tangente au rotor, la position x = 0 correspondant à la position médiane, c'est-à-dire le plan contenant l'axe du rotor, tandis que l'axe des ordonnées y représente le

creusement du stator (les valeurs indiquées étant exprimées en millimètres). Plus généralement, la variation du rayon est une fonction, déterminée expérimentalement, dans laquelle interviennent l'angle, le diamètre du tube de transfert, le diamètre des galets et la précontrainte appliquée sur le tube dans la zone de rayon constant. L'exemple précédent est repris plus bas, avec des données numériques concernant les valeurs des rayons.

[0014] Pour contribuer à éviter les variations de débit en sortie de pompe, il est en outre préconisé de prévoir un rotor de relativement grand diamètre, portant des galets relativement nombreux, le rotor possédant une disposition pratiquement "tangentielle" par rapport au stator de la pompe. Cette disposition, limitant la courbure du stator dans la zone d'action des galets, s'avère particulièrement avantageuse, non seulement pour limiter les variations de débit, mais encore de façon à faciliter le dégagement rapide de la tête de pompe par simple recul du rotor ou du stator, ce qui permet d'assurer un degré supplémentaire de sécurité. En particulier, le rotor de la pompe peut être monté sur un chariot mù par un vérin, permettant un dégagement rapide dans le sens radial, notamment en cas de surpression non maîtrisée. La disposition "tangentielle" permet aussi de concevoir le stator comme une pièce amovible et facilement interchangeable, notamment une pièce faisant partie intégrante d'une tubulure à usage unique, et dont les caractéristiques sont liées à cette tubulure, ce qui a son importance dans les applications médicales et chirurgicales.

[0015] Dans l'ensemble, le dispositif objet de l'invention permet d'obtenir de façon particulièrement simple et économique, à la sortie de la pompe, des variations de débit et de pression qui peuvent être de $\pm 2\%$ par rapport aux valeurs nominales.

[0016] De toute façon, l'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui suit, en référence au dessin schématique annexé représentant, à titre d'exemple, une forme d'exécution de cette pompe péristaltique :

Figure 4 est une vue de face, partiellement en coupe, d'une pompe péristaltique selon la présente invention ;

Figure 5 est une vue en perspective d'un appareil comportant application de la pompe péristaltique de figure 4 ;

Figure 6 est une vue en perspective du stator de cette pompe péristaltique, conçu comme une pièce amovible.

[0017] La figure 4 montre très schématiquement une pompe péristaltique, qui comporte un tube souple de transfert 1, un corps fixe ou stator 2 et un rotor 3 de forme générale cylindrique, monté tournant autour d'un axe 4 orthogonal à la direction du tube 1. Le stator 2 présente ici un évidement 5 de profil particulier, précisé

plus bas.

[0018] Le rotor 3 porte, à sa périphérie, une pluralité de galets 6 répartis à intervalles angulaires réguliers, par exemple douze galets 6 séparés les uns des autres par des intervalles angulaires de 30°. Dans une certaine zone de leur trajectoire circulaire, les galets 6 viennent pincer le tube de transfert 1, en le pressant contre le fond de l'évidement 5 du stator 2. Entre deux galets 6 consécutifs venant le pincer, le tube 1 possède une zone bombée 7 formant chambre de transfert du liquide, au moins deux galets 6 étant simultanément actifs à un instant quelconque dans la zone de rayon constant et délimitant ainsi une chambre de transfert fermée à ses deux extrémités.

[0019] L'évidement 5 du stator 2 s'étend principalement selon un arc de cercle, donc avec un rayon constant, en étant centré sur l'axe 4 du rotor 3. Cependant, cet évidement 5 comporte un profil particulier dans une zone 5a située du côté de la sortie du liquide, zone qui s'étend sur un angle au moins égal à l'angle séparant les galets 6 (soit 30° dans l'exemple donné).

[0020] Ainsi, par rapport à l'axe 4 du rotor 3, le fond de l'évidement 5 comporte, dans la zone considérée, des rayons R1,R2,R3,...Rn progressivement croissants. La section utile de passage du liquide est donc croissante vers l'aval, ce qui permet de compenser la variation de volume observée lors de l'échappement d'un galet 6, de manière à obtenir un débit de liquide D pratiquement constant à la sortie de la pompe.

[0021] A titre d'exemple, les rayons R1,R2,R3, etc... préconisés, mesurés tous les 5° dans une zone s'étendant sur un angle total de 30°, peuvent être les suivants :

R1 = 74,50 mm
 R2 = 75,18 mm
 R3 = 75,69 mm
 R4 = 76,25 mm
 R5 = 76,85 mm
 R6 = 77,90 mm
 R7 = 80,00 mm

pour un rayon nominal de 74,50 mm, dans une pompe dont le rotor 3 a un diamètre hors tout de 144 mm, et comporte des galets 6 ayant un diamètre de 16 mm et disposés tous de 30°, le tube de transfert 1 en silicone possédant un diamètre extérieur de 8 mm et un diamètre intérieur de 5 mm, et la compression des parois de ce tube 1 dans la zone de rayon constant étant de 0,5 mm.

[0022] Comme le montre encore la figure 4, le rotor 3 de la pompe péristaltique peut être dégagé rapidement du stator 2, dans le sens radial comme indiqué par une flèche F, libérant ainsi le tube de transfert 1 notamment en cas de surpression non maîtrisée. A cet effet, le rotor 3 est monté sur un chariot mû par un vérin, non représenté.

[0023] Sur la figure 5 est représenté une unité de ges-

tion des fluides pour chirurgie endoscopique, comportant application d'une pompe péristaltique telle que précédemment décrite, désignée dans son ensemble par le repère 8, dont le stator 2 et le rotor 3 apparaissent partiellement. Le stator 2 est ici conçu comme une pièce moulée amovible, représentée seule sur la figure 6, qui fait partie intégrante d'une tubulure stérile 1 à usage unique. Ce stator 2, amovible et interchangeable, est monté sur un support 9, lui-même fixé sur la façade de l'appareil.

[0024] Comme le montre plus particulièrement la figure 6, le stator 2 possède notamment une rainure profilée 5,5a recevant la zone de la tubulure 1 appelée à coopérer avec les galets portés par le rotor 3, le profil longitudinal de la rainure 5, 5a correspondant à la définition donnée précédemment. Aux deux extrémités de cette rainure sont formés des oeillets, respectivement d'entrée 10 et de sortie 11, traversés par la tubulure 1 et assurant le maintien de celle-ci sur le stator 2. Le stator 2 présente ici encore une autre rainure ou surface 12, rectiligne recevant une partie de tubulure qui en coopère pas avec le rotor 3.

[0025] Le stator 2 présente, sur sa face opposée aux rainures 5,5a et 12, une conformation en queue d'aronde 13, qui coopère avec une conformation complémentaire prévue sur le support fixe 9. Le montage amovible du stator 2 s'effectue par coopération de ces conformations en queue d'aronde, l'extraction du stator 2 se faisant dans la direction indiquée par la flèche G sur la figure 5.

Revendications

1. Pompe péristaltique, du type comprenant un corps fixe ou stator (2) et un rotor (3) muni de galets (6) à sa périphérie, entre lesquels passe un tube souple (1) de transfert de liquide pincé par au moins deux galets (6) consécutifs entre lesquels est définie une chambre de transfert (7), et dans laquelle, pour rendre le débit de sortie (D) de la pompe sensiblement constant, son corps fixe ou stator (2) comporte, à la suite d'une zone évidée (5) de rayon constant centrée sur l'axe (4) du rotor (3), où le tube de transfert (1) est pincé par les galets (6), une zone de sortie (5a) de rayon progressivement croissant (R1,R2,...Rn), ce rayon étant mesuré par rapport à l'axe (4) du rotor (3), la zone de sortie (5a) de rayon progressivement croissant (R1,R2,...Rn) s'étendant sur un angle sensiblement égal à l'angle séparant deux galets (6) consécutifs sur le rotor (3), **caractérisée en ce que**, dans la zone de sortie (5a) de rayon progressivement croissant (R1,R2,...Rn), la variation de ce rayon est une fonction de l'angle telle qu'elle rende la variation de volume de la chambre de transfert (7) proportionnelle à la variation angulaire, le profil donné à cet effet au stator (2) dans cette zone (5a) étant fonction des caracté-

ristiques du tube de transfert (1) et de l'écrasement de ce tube (1), et **en ce que** le rotor (3) de la pompe est de grand diamètre et porte des galets (6) nombreux, ledit rotor (3) possédant une disposition pratiquement "tangentielle" par rapport au stator (2) de cette pompe.

2. Pompe péristaltique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** son rotor (3) est solidaire d'un chariot mû par un vérin, permettant un dégagement rapide dans le sens radial (flèche F).
3. Pompe péristaltique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le stator (2) est conçu comme une pièce amovible et interchangeable, notamment une pièce faisant partie intégrante d'une tubulure (1) à usage unique.
4. Pompe péristaltique selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le stator amovible (2) possède une conformation en queue d'aronde (13), coopérant avec une conformation complémentaire prévue sur un support fixe (9).

Claims

1. A peristaltic pump of the type having a fixed body or stator (2) and a rotor (3) provided on its periphery with rollers (6) between which passes a flexible liquid-transfer tube (1) pinched by at least two succeeding rollers (6) between which is defined a transfer chamber (7) and wherein, in order to make the flow at the outlet (D) of the pump fairly uniform, its fixed body or stator (2) has at the end of a recess (5) of constant radius of curvature centered on the axis (4) of the rotor (3), where the transfer tube (1) is pinched by the rollers (6), an outlet region (5a) of progressively increasing radius (R1, R2... Rn), this radius being measured to the axis (4) of the rotor (3), the outlet region (5a) of progressively increasing radius (R1, R2... Rn) extending over an angle generally equal to the angle separating two consecutive rollers (6) on the rotor (3), **characterised in that** in the outlet region (5a) of progressively increasing radius (R1, R2... Rn) the variation of the radius is a function of the angle such that the variation of the volume of the transfer chamber (7) is proportion to the angular variation, the profile given to the stator (2) to that end in said region (5a) being a function of the characteristics of the transfert tube (1) and of the squashing of this tube (1), and **in that** the rotor (3) of the pump is of large diameter and carries a large number of rollers (6), said rotor (3) being mounted practically "tangentially" with respect to the stator (2) of this pump.
2. The peristaltic pump according to claim 1, **charac-**

terised in that its rotor (3) is fixed on a carrier displaced by a fluid-powered cylinder to permit rapid disengagement in the radial direction (arrow F).

3. The peristaltic pump according to claim 1 or 2, **characterised in that** its stator (2) is designed as a detachable and interchangeable piece, in particular a piece forming an integral part of a single-use tube (1).
4. The peristaltic pump according to claim 3, **characterised in that** the detachable stator (2) has a dovetail formation (13) fitting with a complementary formation on a fixed support (9).

Patentansprüche

1. Peristaltikpumpe des Typs, der einen festen Körper oder Stator (2) und einen Rotor (3) umfasst, welcher an seiner Peripherie mit Rollen (6) versehen ist, zwischen denen ein weicher Schlauch (1) zum Transport von Flüssigkeit hindurchgeht, der durch mindestens zwei aufeinanderfolgende Rollen (6) eingeklemmt ist, zwischen denen eine Transportkammer (7) gebildet ist, und bei welcher, um die Ausflussleistung (D) der Pumpe im wesentlichen konstant zu halten, ihr fester Körper oder Stator (2) im Anschluss an einen vertieften Abschnitt (5) mit konstantem Radius, der um die Achse (4) des Rotors (3) zentriert ist, wo der Transportschlauch (1) von den Rollen (6) eingeklemmt wird, einen Ausflussbereich (5a) mit progressiv wachsendem Radius (R1, R2, ...Rn) umfasst, wobei dieser Radius bezogen auf die Achse (4) des Rotors (3) gemessen wird, und wobei sich der Ausflussbereich (5a) mit progressiv wachsendem Radius (R1, R2, ...Rn) über einen Winkel erstreckt, der im wesentlichen dem Winkel entspricht, der zwei aufeinanderfolgende Rollen (6) auf dem Rotor (3) trennt, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Ausflussbereich (5a) mit progressiv wachsendem Radius (R1, R2, ...Rn) die Veränderung dieses Radius eine Funktion des Winkels ist, so, wie sie auch die Änderung des Volumens der Transportkammer (7) proportional zur Winkelveränderung macht, wobei das Profil, das dem Stator (2) in diesem Bereich (5a) gegeben ist, eine Funktion der Merkmale des Transportschlauchs (1) und der Quetschung dieses Schlauchs (1) ist, und **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (3) der Pumpe zahlreiche Rollen (6) trägt und einen grossen Durchmesser hat, wodurch der Rotor (3) eine praktisch "tangentielle" Anordnung bezogen auf den Stator (2) dieser Pumpe besitzt.
2. Peristaltikpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ihr Rotor (3) integral mit einem

Wagen verbunden ist, der von einem Zylinder bewegt wird, was ein rasches Abheben in radialer Richtung (Pfeil F) ermöglicht.

3. Peristaltikpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (2) als abnehmbares und austauschbares Teil konzipiert ist, insbesondere ein Teil, das integraler Bestandteil einer Schlaucheinrichtung (1) zum einmaligen Gebrauch ist. 5
10
4. Peristaltikpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der abnehmbare Stator (2) eine Schwalbenschwanzform (13) besitzt, die mit einer komplementären Form zusammenwirkt, die auf einem festen Träger (9) vorgesehen ist. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

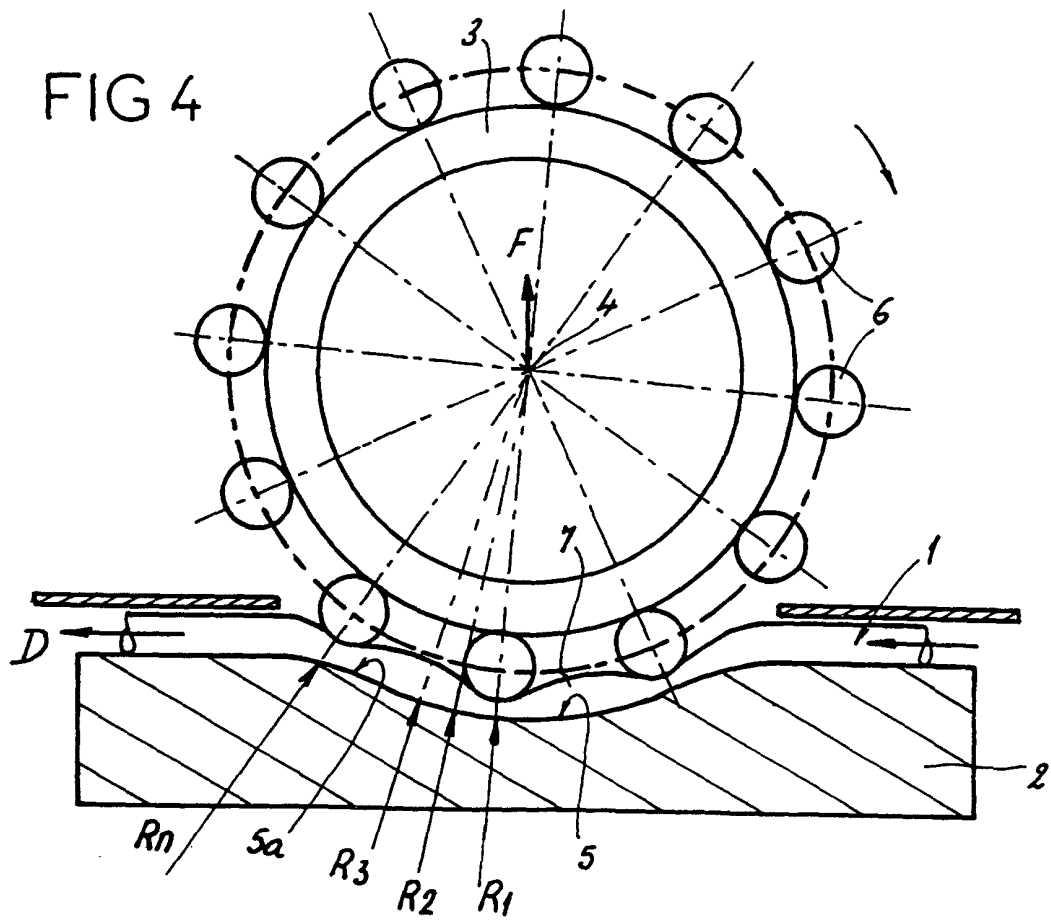
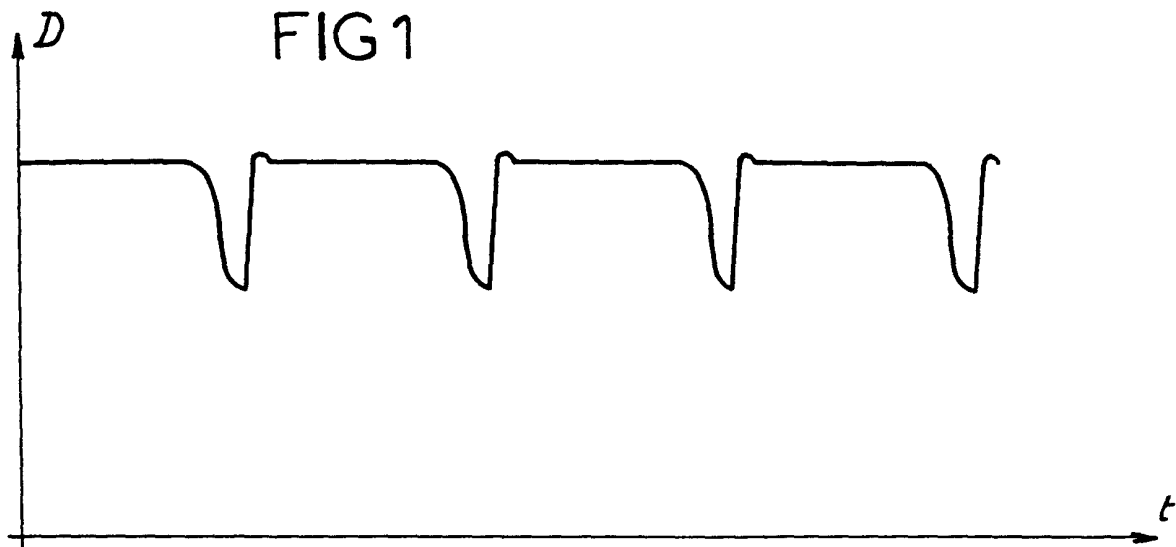
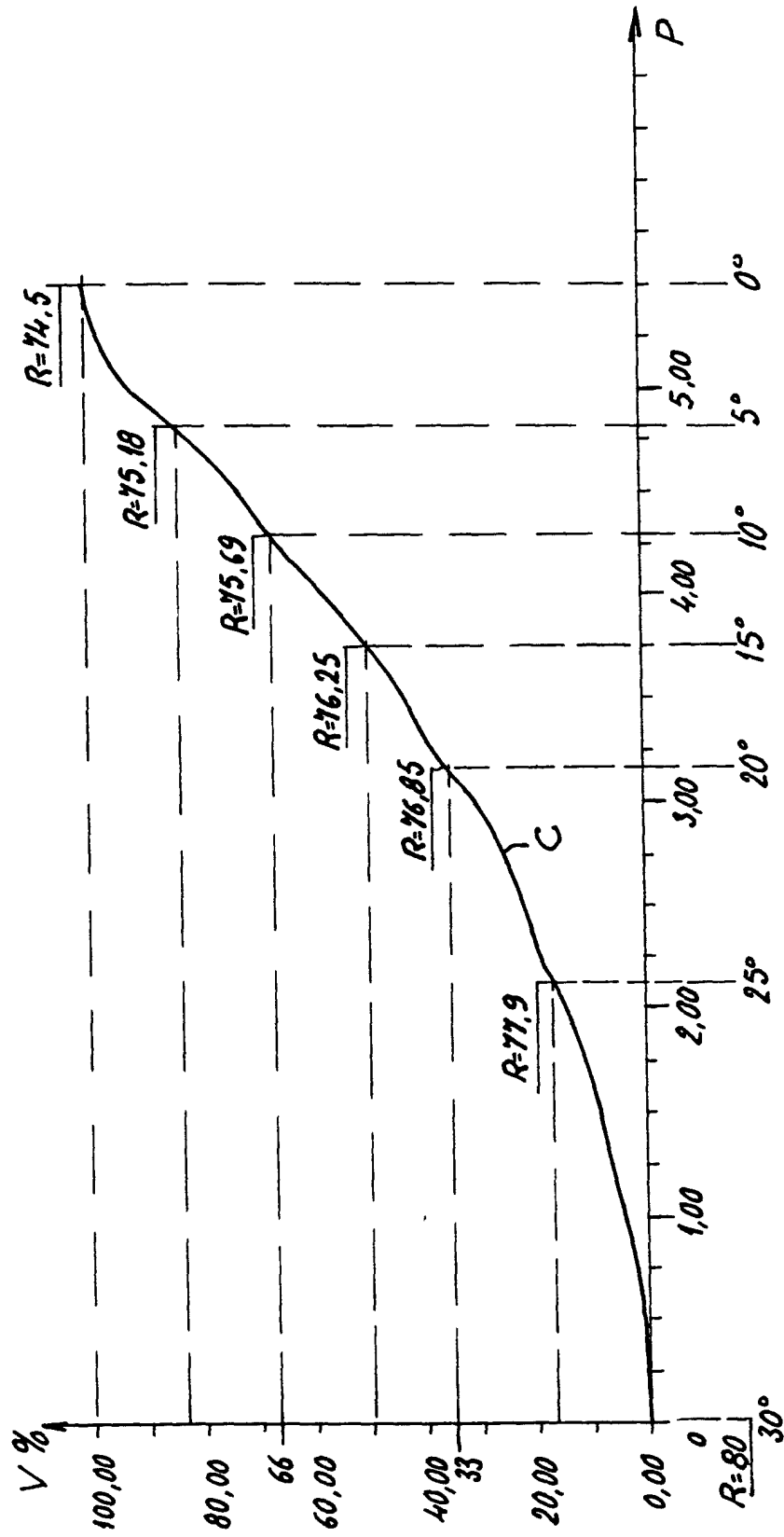


FIG 2



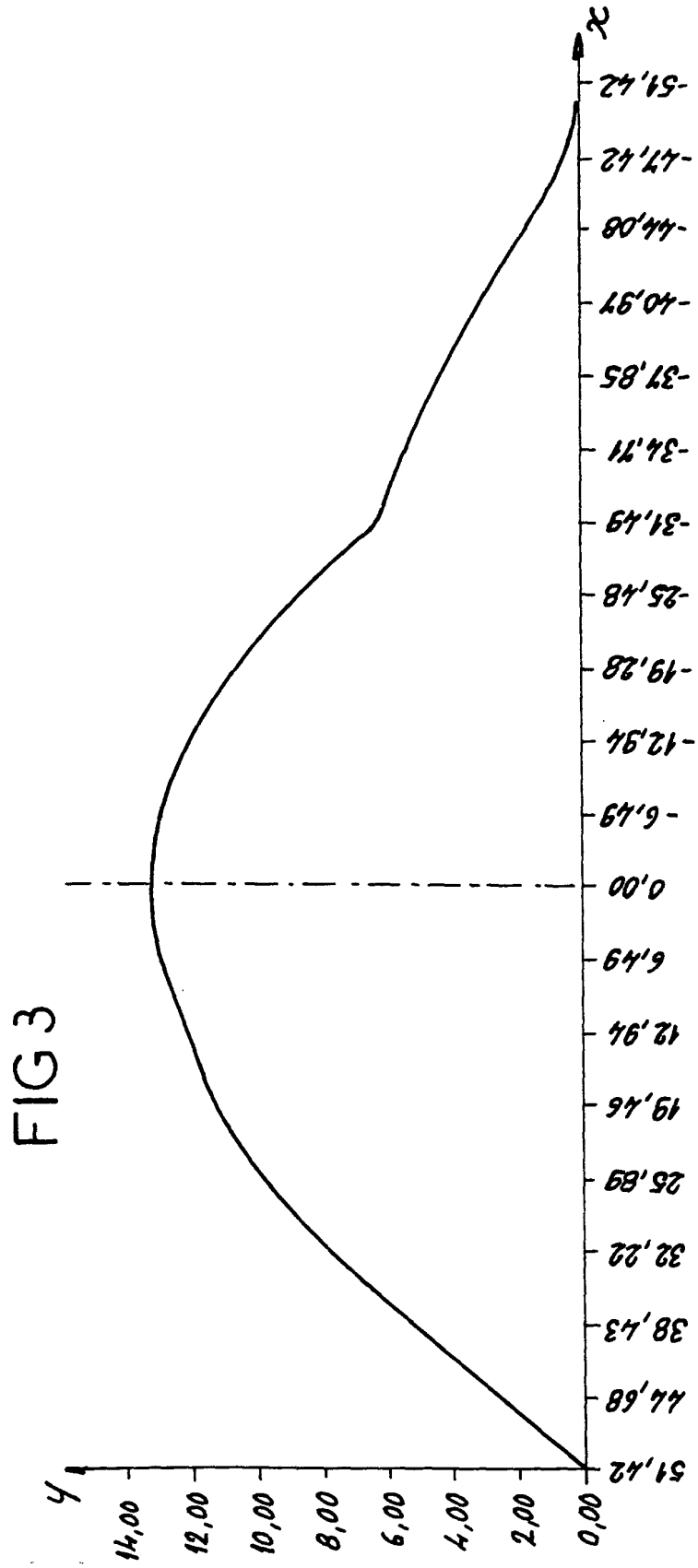


FIG 5

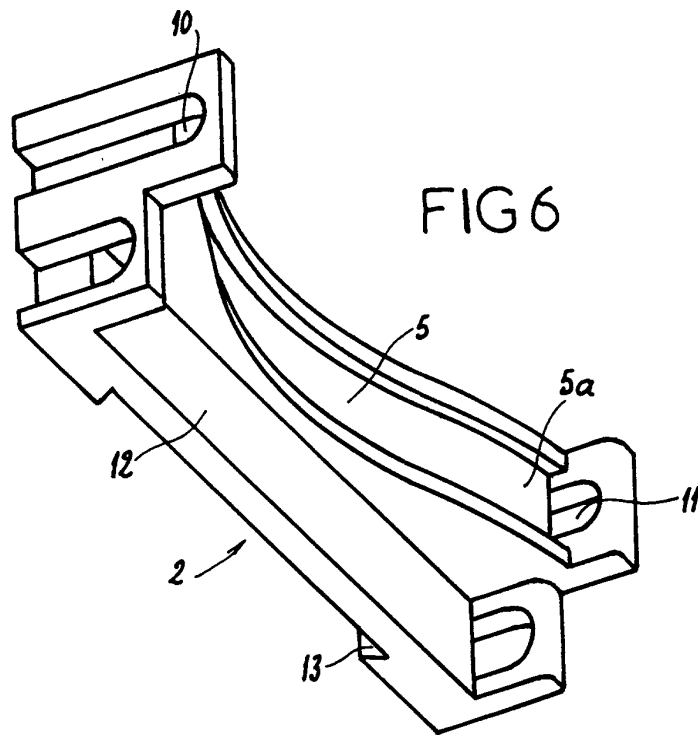
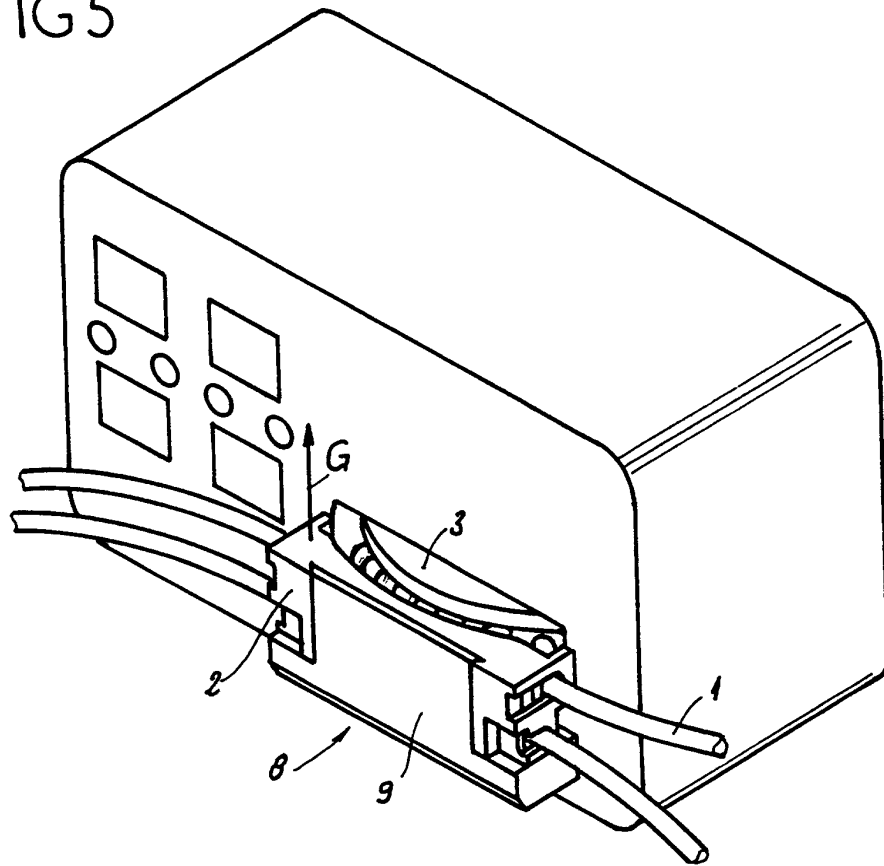


FIG 6