

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 26904**

(54) Pompe à haute pression pour le refoulement d'une émulsion d'huile dans l'eau.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>8</sup>). F 04 B 1/04.

(22) Date de dépôt ..... 18 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 1<sup>er</sup> février 1980, n° P 30 03 590.6.

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 32 du 7-8-1981.

(71) Déposant : Société dite : GEWERKSCHAFT EISENHUTTE WESTFALIA, résidant en RFA.

(72) Invention de : Hans-Theodor Grisebach, Willy Kussel et Walter Weirich.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Pruvost,  
31, bd Gutenberg, 93190 Livry Gargan.

Pompe à haute pression pour le refoulement d'une émulsion d'huile dans l'eau.

L'invention concerne une pompe à haute pression pour le refoulement d'une émulsion eau-huile, notamment destinée à alimenter des vérins hydrauliques utilisés dans les exploitations minières au fond, ainsi que pour le percement de tunnels, de galeries souterraines, etc.

Dans les exploitations souterraines d'extraction ou d'abattage ainsi que dans le creusement de cavités souterraines telles que -tunnels, galeries de mines, galeries de roches, etc., impliquant la mise en oeuvre de boucliers de creusement ou à couteaux, on sait qu'il est nécessaire d'alimenter un grand nombre de vérins hydrauliques par un ensemble central de pompes travaillant à une pression de 300 à 500 bars. A cet effet, on utilise jusqu'à présent, dans les exploitations d'abattage au fond, des pompes à piston à course lente, qui fonctionnent avec un fluide sous pression composé d'une émulsion d'huile dans l'eau. Ces pompes à piston présentent des dimensions importantes, ce qui les rend difficiles à loger dans les espaces restreints au fond. Etant donné que les nombreux vérins de travail doivent souvent être actionnés avec des débits et avec des pressions différents, il est indispensable d'installer des régulateurs de débit, des soupapes de régulation de pression, des cylindres doseurs, etc., ce qui rend, au total, la construction nettement plus onéreuse.

Dans les travaux de creusement de tunnels ou galeries, où l'on utilise des boucliers de creusement ou à couteaux, on n'a employé comme fluide hydraulique, jusqu'à présent, que de l'huile sous pression, car les pompes à piston disponibles pour le refoulement d'émulsions eau-huile sont trop volumineuses et trop encombrantes et, en règle générale, elles sont difficiles à loger dans les espaces restreints des exploitations souterraines. Toutefois l'emploi de l'huile comme liquide de travail provoque, en cas de fuites ou de ruptures de tuyaux ou conduites, qui ne peuvent être exclues dans des conditions d'exploitation brutales, une pollution considérable et même un risque d'accidents par suite de l'épandage d'huile.

-2-

De ce fait, le besoin s'est fait sentir depuis longtemps de disposer, dans des exploitations ayant lieu dans des espaces restreints, d'un fluide hydraulique à haute pression qui soit moins polluant et, en sus, moins onéreux, à savoir l'émulsion d'huile dans l'eau, en mettant en œuvre, pour produire les hautes pressions exigées allant de 300 à 500 bars, des pompes de construction compacte, pouvant être utilisées dans des espaces restreints, comme on les trouve en particulier dans les exploitations au fond ou les travaux souterrains cités, sans trop encombrer l'espace disponible. C'est le problème auquel répond l'invention.

Or, il s'est avéré que les pompes rapides à pistons radiaux, exclusivement utilisées depuis longtemps dans l'hydraulique à huile, tournant à plus de 1 500 t/min par exemple et caractérisées par une construction compacte, se prêtent fort bien au refoulement d'une émulsion eau-huile sous les pressions désirées de 300 à 500 bars environ, même en service permanent, à condition toutefois de satisfaire certains critères. L'invention réside donc dans l'utilisation d'une pompe à pistons radiaux, dont le principe est connu en soi, pour assurer la circulation à haute pression d'une émulsion eau-huile, avec les spécifications suivantes :

- a) le diamètre des pistons ne dépasse pas 12 mm et a de préférence une valeur comprise entre 6 et 10 mm;
- b) la longueur des pistons guidée dans les cylindres correspond au produit du diamètre de ces pistons par approximativement 2,5 au minimum, mais de préférence par au moins 3;
- c) les clapets d'aspiration présentent un passage libre supérieur à la section radiale du piston;
- d) la teneur en huile de l'émulsion eau-huile est toujours inférieure à 12% et comprise de préférence entre 8% et 10%.

Une pompe à pistons radiaux de ce type peut être agencée avantageusement de façon à monter l'arbre de la pompe et ses paliers à l'intérieur même de la chambre d'aspiration ou, le cas échéant, dans une cavité communiquant avec ladite chambre.

-3-

L'invention rompt avec le préjugé d'après lequel les pompes rapides à pistons radiaux, débitant à haute pression, ne se prêteraient pas au refoulement d'émulsions eau-huile, notamment lorsque l'arbre de la pompe et ses paliers, ainsi  
5 que les excentriques agissant sur les pistons, tournent à l'intérieur de la chambre d'aspiration recevant l'émulsion. En fait, il est apparu que, dans les conditions précitées, les pompes à pistons radiaux peuvent parfaitement être mises en oeuvre pour l'usage indiqué bien que le coefficient de  
10 compressibilité de l'eau ne soit qu'environ la moitié de celui de l'huile et que, de ce fait, le comportement de la pompe en service soit différent lorsque c'est une émulsion qu'elle refoule.

Une condition essentielle est que le diamètre des  
15 pistons ne dépasse pas 12 mm, sa valeur préférentielle étant comprise entre 6 et 10 mm et la longueur de la partie du piston couissant dans le cylindre devant correspondre au produit dudit diamètre par au moins 2,5, de préférence par au moins 3. Lorsque ces conditions sont remplies, les  
20 pertes intérieures par fuite dans les cylindres lors d'un fonctionnement à haute pression, sont considérablement réduites, puisque la zone de recouvrement, c'est-à-dire la longueur de piston guidée à l'intérieur du cylindre est augmentée, tandis que le diamètre dudit piston est réduit.

25 Par ailleurs, il importe que le diamètre de la section libre de l'orifice des clapets d'aspiration soit supérieur à celui du piston. En effet, lorsque l'huile constitue le liquide haute pression, les clapets affectés aux cylindres individuels sont amortis, dans une certaine mesure, par l'huile qui présente un coefficient de compressi-  
30 bilité environ double de celui d'une émulsion eau-huile à faible teneur en huile. C'est pourquoi, l'emploi d'une telle émulsion risque, par suite des contraintes plus dures et par à-coups, notamment des chocs exercés sur les clapets  
35 d'entraîner des avaries de ces derniers. Plus le diamètre du piston est petit, moins il présente de risque d'obliquité et également de contraintes par à-coups sur les clapets. Donc, en réduisant le diamètre du piston d'une part, et en augmentant la section libre du clapet d'autre part, on

parvient, en utilisant l'émulsion eau-huile comme liquide haute pression, à supprimer à coup sûr les inconvénients cités. En même temps, il est recommandé de surdimensionner les clapets d'aspiration et de refoulement correspondant aux cylindres, par le choix des matériaux et (ou) par la fixation des cotes, par rapport aux éléments correspondants d'une pompe hydraulique utilisant de l'huile, de préférence en prévoyant d'une part des dimensions accrues et en utilisant d'autre part des métaux plus durs et plus résistants pour les éléments des clapets. La teneur en huile de l'émulsion est comprise entre 3% et 12%. Des essais ont démontré qu'une émulsion dont la teneur en huile est comprise entre 8% et 10% donne des résultats favorables.

Selon un autre aspect de l'invention, les roulements de l'arbre de la pompe, qui sont des roulements à billes, sont dimensionnés au double environ des roulements lubrifiés à l'huile pure dans une pompe identique à pistons radiaux. Dans la pompe selon l'invention, les paliers à roulement sont donc conçus pour un nombre d'heures de service au moins double de celui qui serait nécessaire si le fluide hydraulique était de l'huile pure. En d'autres termes, la charge spécifique des roulements de l'arbre d'une pompe à pistons radiaux fonctionnant avec l'émulsion sera, au plus, égale à la moitié environ de celle qui pourrait être envisagée si le liquide était de l'huile lors de l'emploi de roulements à billes, on a l'assurance que, même sous les charges élevées et avec les vitesses de rotation considérables, aucun effet de "pitting" (formation de piqures), causé par la vibration des organes en rotation insuffisamment lubrifiés, ne peut se produire.

Au surplus, il importe, pour assurer la régularité du fonctionnement de la pompe à haute pression, que l'arbre de cette dernière ne subisse pratiquement aucun fléchissement notable. C'est pourquoi le diamètre de l'arbre doit être égal au produit par 1,4 environ du diamètre d'une pompe de type identique ne fonctionnant qu'à l'huile pure, car si l'arbre de la pompe subissait des fléchissements inacceptables, il transmettrait aux pistons des efforts transversaux qui, par défaut de lubrification desdits pistons, aboutiraient à

leur usure par grippage.

La pompe à pistons radiaux utilisée suivant l'invention présente rationnellement, de façon connue, plusieurs groupes de cylindres à pistons disposés en étoile, ces  
5 groupes se succédant axialement le long de l'arbre continue en étant séparés les uns des autres par des disques à canaux qui comportent des canaux à fluide sous pression communiquant avec les orifices de refoulement des cylindres à pistons. Par l'intermédiaire de ces disques à canaux, les différents  
10 courants de fluide sous pression provenant de tous les cylindres sont collectés et évacués vers l'extérieur pour alimenter les appareils utilisateurs.

Pour éviter des chocs excessifs par variation de pression, inhérents à une pompe à pistons radiaux fonctionnant avec une émulsion eau-huile, on peut, selon une autre caractéristique séparée et essentielle de l'invention, interposer entre les pistons et les excentriques de l'arbre qui agissent sur eux des moyens d'amortissement agissant axialement par rapport à chaque piston, ces moyens d'amor-  
15 tissement étant, de préférence, placés entre deux parties du piston non monobloc, et se composant par exemple de caoutchouc, d'une matière plastique ou de tout autre matériau présentant des caractéristiques d'amortissement analogues. De préférence, l'agencement consistera à rendre mo-  
20 biles l'une par rapport à l'autre des parties imbriquées du piston, lesquelles sont en appui les unes sur les autres par l'intermédiaire des moyens d'amortissement. Ces derniers peuvent d'ailleurs consister en un joint d'étanchéité, rationnellement circulaire, qui, lors de la course  
25 du piston en compression, provoque en même temps l'étanchéité du piston.  
30

La pompe à pistons radiaux selon l'invention trouve des applications particulièrement avantageuses pour assurer l'alimentation des vérins de travail hydrauliques  
35 d'un bouclier à couteaux. Il est alors particulièrement recommandé de disposer plusieurs de ces pompes à pistons radiaux, débitant des courants multiples, en utilisant l'espace disponible au mieux et en évitant l'encombrement, c'est-à-dire en les distribuant tout autour du bouclier,

un groupe de vérins étant affecté à chacune des pompes.

La description qui va suivre, faite en regard des dessins annexés et qui concerne un exemple de réalisation préféré d'une pompe à pistons radiaux particulièrement  
5 avantageuse pouvant fonctionner à haute pression avec une émulsion eau-huile, permettra de mieux comprendre l'invention, ces dessins ne présentant aucun caractère limitatif.

La fig. 1 est une vue schématique en coupe radiale d'une pompe à pistons radiaux.

10 La fig. 2 est une vue éclatée, en perspective cavalière, de la pompe selon la fig. 1.

Les fig. 3 et 4 illustrent deux variantes de réalisation d'un piston selon l'invention.

Sur les dessins, la référence 10 désigne les éléments d'un carter de pompe pouvant être assemblés par vis,  
15 11 l'arbre de la pompe, qui traverse axialement ce carter, 12 les paliers de l'arbre, équipés de roulements à billes, 13 les excentriques calés sur l'arbre, 14 les blocs-cylindres groupés en étoile autour de l'arbre 11 et 15 les pistons, entraînés par l'arbre grâce aux excentriques et rappelés par des ressorts 16. Dans l'exemple considéré, chaque ensemble de cylindres comporte sept bloc-cylindres 14 disposés en étoile autour de l'arbre 11, dont les pistons sont actionnés par un excentrique commun 13 calé sur l'arbre.  
20 L'intérieur 17 du carter 10 constitue la chambre d'aspiration à partir de laquelle les pistons 15 aspirent l'émulsion eau-huile dans les alésages des cylindres. L'arbre 11, ses excentriques 13 et ses paliers à roulement 12 ainsi que les ressorts 16 des pistons se trouvent donc à l'intérieur de  
25 la chambre d'aspiration et sont irrigués par l'émulsion, ce qui produit un certain effet de refroidissement. Le carter 10 présente un orifice d'aspiration 19, par lequel l'émulsion arrive dans la chambre d'aspiration 17.  
30

Chaque bloc-cylindre 14 comporte, dans le prolongement axial de son alésage 20, un clapet d'aspiration 21  
35 constitué par un clapet de retenue à bille avec ressort de rappel laissant passer, pendant la course d'aspiration du piston 15 provoquée par son ressort de rappel 16, l'émulsion provenant de la chambre d'aspiration 17. En outre,

chaque bloc-cylindre présente un canal transversal 22 communiquant avec l'alésage 20 du cylindre et contenant un clapet de refoulement (non représenté) par lequel, pendant la course de compression du piston 15, l'émulsion est refoulée. Les  
5 clapets de refoulement sont conçus rationnellement, eux aussi comme des clapets de retenue à bille rappelés par des ressorts.

La fig. 2 montre que la pompe à pistons radiaux peut être pourvue de plusieurs groupes de cylindres 23, 24, se  
10 succédant à faible intervalle le long de l'arbre 11, chacun de ces groupes étant constitué par un ensemble de cylindres à pistons répartis en étoile autour de l'arbre et entraînés par un excentrique commun calé sur cet arbre, selon l'agencement illustré à la fig. 1. Les groupes intérieurs 23 comprennent chacun deux ensembles contigus de cylindres en  
15 étoile; ils comportent donc deux fois sept blocs-cylindres 14, tandis que les groupes extérieurs 24 ne se composent que d'un seul de ces ensembles de sept cylindres. Les groupes 23, 24 sont séparés les uns des autres par des disques à  
20 canaux 25 que traverse l'arbre et dont chacun contient les paliers à roulement 12. Ces disques à canaux 25 contiennent des canaux de pression qui communiquent avec les canaux transversaux 22 des blocs-cylindres 14 et qui permettent l'évacuation du fluide haute pression. Ces canaux de pression débouchent en 26 sur la périphérie des disques 25; ils  
25 sont réunis par un ou plusieurs barreaux creux formant collecteurs 27, vissés sur les disques 25. Ces barreaux creux 27 présentent des raccords P par lesquels les courants de fluide à haute pression partent de la pompe pour alimen-  
30 ter les vérins hydrauliques.

Pour pouvoir faire fonctionner la pompe à pistons radiaux décrite ci-dessus à haute pression, c'est-à-dire sous des pressions de refoulement comprises entre 300 et 500 bars, en utilisant une émulsion eau-huile dont la teneur en huile est inférieure à 12% et comprise, de préférence, entre 8% et 10%, il est nécessaire de prendre les  
35 mesures ci-dessous :

Le diamètre des pistons 15 ne dépasse jamais 12 mm et est compris de préférence entre 6 et 10 mm. La longueur



des pistons 15 guidée dans les alésages 20 des cylindres correspondant sensiblement au produit par au moins 2,5, mais de préférence au minimum par 3, du diamètre du piston 15. Les clapets d'aspiration 21 par lesquels l'émulsion est introduite depuis la chambre d'aspiration 17 présentent rationnellement une section libre supérieure à celle des clapets de refoulement placés dans les canaux transversaux 22, mais cette même section libre des clapets d'aspiration doit également être supérieure à la section droite des pistons.

En outre, ainsi qu'il avait été indiqué ci-dessus, les roulements à billes des paliers 12 ont des dimensions approximativement doubles de celles de roulements à billes lubrifiés par de l'huile pure, tandis que l'arbre 11 présente un diamètre égal au moins au produit par 1,4 du diamètre de l'arbre d'une pompe analogue fonctionnant à l'huile, de même puissance.

Il est possible d'intercaler, dans la transmission des forces entre le piston et l'excentrique qui l'actionne, des organes d'amortissement à effet axial (par rapport au piston), afin d'éviter les chocs trop brutaux qui risquent de se produire avec une émulsion eau-huile refoulée sous haute pression. En outre, il est recommandé d'utiliser, pour former les clapets d'aspiration et de refoulement associés aux cylindres, des matériaux présentant des propriétés de résistance et de dureté supérieures, ou bien de surdimensionner les éléments de ces clapets par rapport à ceux normalement utilisés dans une pompe de même configuration et de même cylindrée fonctionnant à l'huile pure.

Ainsi que le montre la fig. 3, les pistons ne sont pas monoblocs, leurs parties imbriquées 15' et 15", animées d'un mouvement axial relatif, étant séparées par un organe d'amortissement 28 composé d'une matière déformable sous l'effet de la poussée du piston, par exemple de caoutchouc, de matière plastique, etc.; Dans le cas considéré, l'organe d'amortissement 28 est une rondelle disposée au fond de l'alésage axial de la partie 15" du piston, qui reçoit la partie mâle 15'. Ce fond présente, par ailleurs, une petite cavité d'expansion 29 dans laquelle peut pénétrer la rondelle déformée sous l'effet de la compression. La partie

15' présente une tête convexe 30 qui coopère avec l'excentrique 13 de l'arbre 11. Les deux pièces 15' et 15" sont assemblées, par exemple, par un système à jonc et rainure 31 présentant le jeu axial nécessaire.

5 Dans le mode de réalisation selon la fig. 4, la pièce 15' portant la tête 30, présente un prolongement axial rétréci 32 qui pénètre dans un alésage axial 33 de l'autre partie 15", où il est retenu par un système à jonc et rainure 31 laissant subsister un jeu axial. Une bague d'amor-

10 tissement 28' entoure le prolongement 32 en prenant appui, d'une part, sur un épaulement 34 de la partie 15' et, d'autre part, sur la face d'extrémité 35 de la partie 15". Pendant la course de compression du piston, la bague 28' est serrée dans le sens axial, se déforme dans le sens radial,

15 et forme, de ce fait, une bague d'étanchéité intercalée entre le piston et la paroi du cylindre.

Des modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits, dans le domaine des équivalences techniques, sans s'écarter de l'invention.

REVENDEICATIONS

1.- Pompe à haute pression pour le refoulement d'une émulsion huile dans l'eau, notamment destinée à alimenter des vérins hydrauliques utilisés dans les exploitations minières au fond, pour le percement de tunnels, de galeries souterraines, etc., caractérisée en ce qu'elle est constituée par une pompe à pistons radiaux connue en soi, dans laquelle :

a) le diamètre des pistons (15) ne dépasse pas 12mm et se trouve compris, de préférence, entre 6 et 10 mm;

b) la longueur de piston guidée dans le cylindre (20) est égale au diamètre dudit piston (15) multiplié par environ 2,5 au minimum, mais de préférence par 3 au moins;

c) les clapets d'aspiration (21) présentent une section libre supérieure à la section radiale des pistons;

d) la teneur en huile de l'émulsion eau-huile est toujours inférieure à 12 % et comprise, de préférence, entre 8 % et 10 %.

2.- Pompe suivant la revendication 1, caractérisée en ce que l'arbre (11) et ses paliers à roulement (12) sont disposés à l'intérieur de la chambre d'aspiration (17) ou bien sont en communication pour le fluide avec cette dernière.

3.- Pompe suivant la revendication 2, caractérisée en ce que les paliers (12), de type à roulements à billes, sont dimensionnés approximativement au double des roulements à billes lubrifiés par de l'huile pure.

4.- Pompe suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'arbre (11) présente un diamètre égal approximativement à 1,4 fois celui d'une pompe à huile pure de même construction et de même puissance.

5.- Pompe suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les clapets d'aspiration et de refoulement affectés aux cylindres (20) sont surdimensionnés par rapport aux clapets correspondants d'un circuit à huile pure, par leurs cotes et (ou) par le choix des matériaux.

6.- Pompe suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que, de façon connue, elle

-11-

présente plusieurs groupes de cylindres à pistons (23,24) se succédant axialement le long d'un arbre continu (11), ces groupes étant séparés les uns des autres par des disques (25) contenant des canaux et chacun desdits groupes présentant des cylindres et pistons disposés en étoile autour de l'arbre, les orifices de refoulement (22) des différents ensembles cylindres-pistons communiquant avec les canaux de pression intérieurs des disques de séparation.

7.- Pompe, notamment suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que des moyens d'amortissement (28, 28') à effet axial par rapport aux pistons sont prévus sur le trajet de transmission des forces entre les pistons (15) et les excentriques (13) calés sur l'arbre (11) qui les actionnent.

8.- Pompe suivant la revendication 7, caractérisée en ce que les pistons (15) ne sont pas monoblocs et les moyens d'amortissement (28, 28') sont intercalés entre deux au moins des éléments (15', 15'') de chaque piston.

9.- Pompe suivant la revendication 8, caractérisée en ce que les moyens d'amortissement sont formés par une pièce en caoutchouc, en matière plastique, etc.

10.- Pompe suivant la revendication 8, caractérisée en ce que les deux éléments ou parties (15', 15'') de chaque piston, sont imbriqués et se déplacent axialement l'un par rapport à l'autre en prenant appui l'un sur l'autre par l'intermédiaire des moyens amortisseurs.

11.- Pompe suivant la revendication 10, caractérisée en ce que les moyens amortisseurs sont constitués par un joint étanche (28') qui assure en même temps l'étanchéité du piston.

12.- Application de pompes à pistons radiaux suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11 pour l'alimentation en fluide hydraulique des vérins de travail d'un bouclier de creusement, notamment d'un bouclier à couteaux, plusieurs de ces pompes à pistons radiaux dont chacune débite plusieurs courants de fluide, étant réparties sur le pourtour du bouclier et chacune des pompes desservant un groupe de vérins.

FIG.1

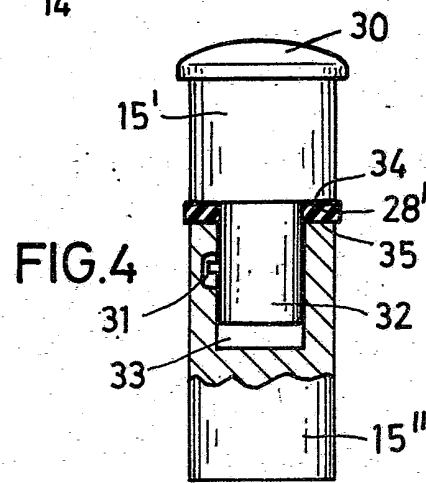
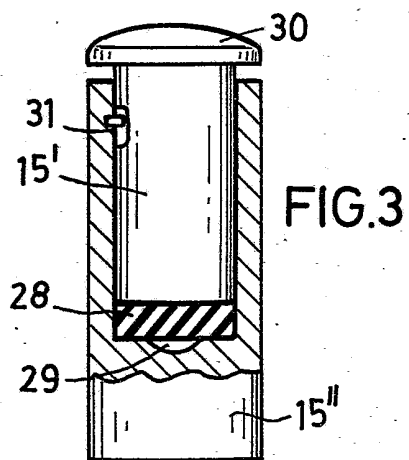
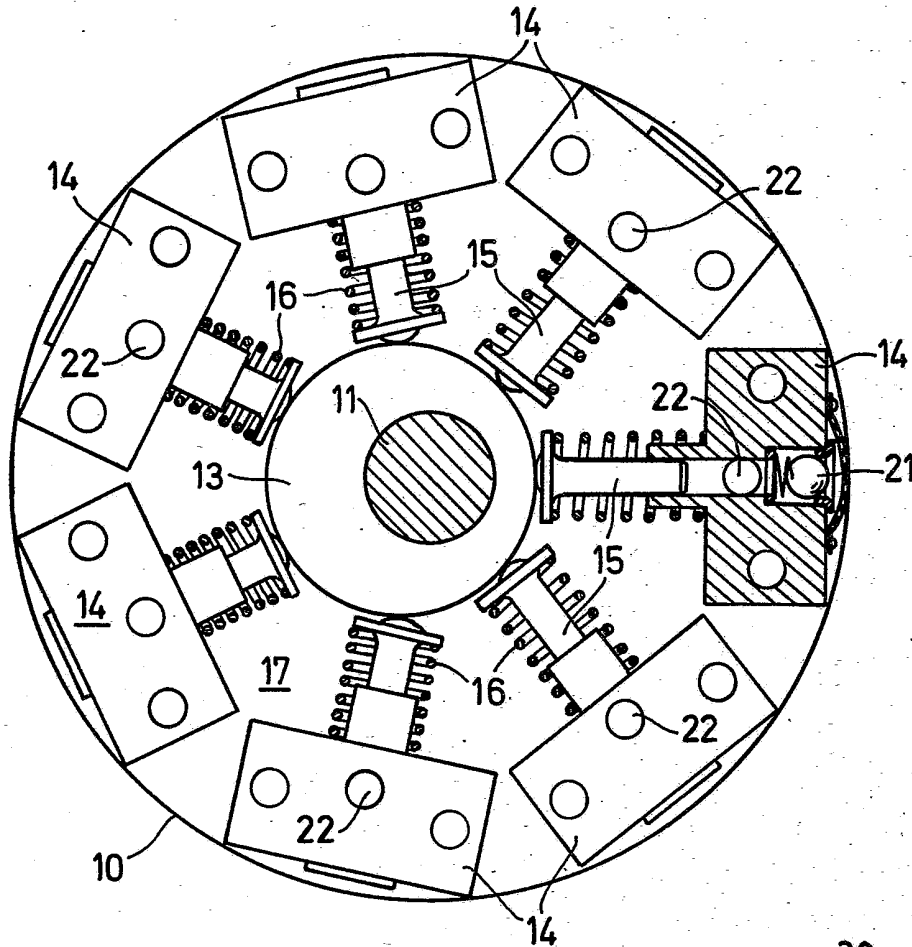


FIG.2

