

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 537 663

(21) N° d'enregistrement national :

82 20651

(51) Int Cl³ : F 04.C 2/08; F 25 B 1/04.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 9 décembre 1982.

(30) Priorité

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 24 du 15 juin 1984.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : *WALKER Roger Boyd*. — BR.

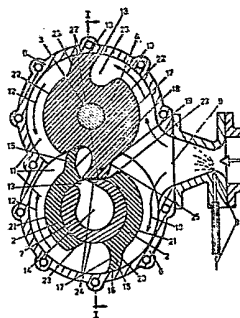
(72) Inventeur(s) : *Roger Boyd Walker*.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : *Lavoix*.

(54) Compresseur et détendeur à pistons rotatifs.

(57) Compresseur à pistons rotatifs comprenant deux pistons 2, 4 montés sur des arbres parallèles et contraints à tourner à des vitesses égales l'un en sens inverse de l'autre, en s'appliquant à joint étanche l'un contre l'autre et contre un carter. Un arbre creux fixe s'étend axialement à l'intérieur du premier piston 2 et présente une fente axiale 13 qui traverse sa paroi latérale. Les pistons 2, 4, le deuxième orifice 24 et la fente 13 sont agencés de telle manière que le bord radialement intérieur de la face avant 17 du premier piston 2 et le bord radialement extérieur de la face arrière de l'autre piston 4 se rejoignent juste au moment où la fente axiale 13 et le deuxième orifice 24 commencent à coïncider. Ce compresseur supprime pratiquement tous les espaces morts grâce à sa géométrie et il possède un meilleur rendement.



FR 2 537 663 A1

D

La présente invention se rapporte à des machines à pistons rotatifs à déplacement positif du type compresseur ou détenteur et elle concerne plus particulièrement des perfectionnements apportés au rendement de ces machines ainsi que l'utilisation des machines de ce type dans les circuits de réfrigération à cycle d'air ou de vapeur.

Les dispositifs qui sont considérés comme les plus avancés sont décrits dans les brevets US N° 3 790 315, 3 799 712 dans le brevet anglais 1 321 485, et dans les brevets US 3 472 445, 3 535 060 et 4 224 016.

Tous ces compresseurs débitent l'air comprimé à travers des orifices ménagés dans les parois latérales parallèles d'une chambre de compression présentant la forme du chiffre huit, orifices qui sont démasqués par la rotation du piston rotatif principal. L'air à comprimer se déplace parallèlement à la paroi latérale jusqu'à ce qu'il soit expulsé à travers ces orifices, lesquels doivent normalement être relativement petits pour donner un taux de compression raisonnable et doivent être à arêtes vives. Ceci implique inévitablement que l'air est soumis à un brusque changement de direction à 90° en traversant les orifices à arêtes vives, habituellement petits, ce qui détermine une turbulence et des pertes de pompage qui croissent notablement avec la vitesse de rotation.

En supplément des problèmes ci-dessus, ces compresseurs doivent débiter latéralement la dernière partie de l'air comprimé emprisonné entre les pistons rotatifs à une vitesse extrêmement élevée, du moins si les pistons rotatifs doivent posséder une largeur raisonnable et qu'ils doivent tourner aux grandes vitesses qui sont souhaitables pour leur assurer un fonctionnement efficace. Le résultat est qu'il tend à se produire dans la chambre, à la fin du refoulement, une élévation de pression rapide et génératrice de pertes, que l'on atténue en pratiquant des encoches dans le rotor principal, à la base des dents. Ces encoches qui permettent effectivement de réduire ces pertes par laminage ont malheureusement pour effet d'introduire dans la géométrie du compresseur des espaces morts dans lesquels le

fluide travaillant comprimé est transféré au côté basse pression, dans lequel il se détend sans effectuer de travail utile et dissipe l'énergie de la compression sous la forme de chaleur. Une autre solution consistait à donner une faible épaisseur aux rotors formant les pistons du compresseur, ce qui réduit ces problèmes de laminage mais au prix d'une réduction proportionnelle de la capacité de déplacement de fluide du compresseur. Par exemple, la capacité des compresseurs cités ci-dessus est de l'ordre d'un tiers de celle d'une machine de même taille construite conformément à la présente invention.

Une conséquence additionnelle de ce même effet de laminage consiste en ce que ce type de compresseur tend à être très sensible à la présence de liquides dans la veine de fluide, liquides qui produisent un choc liquide destructif à la fin du refoulement, à moins qu'une certaine partie du piston actif ne soit évidée par la formation d'encoches ou par chanfreinage. Ceci résoud le problème du choc liquide mais, ici également, au prix de pertes dans les espaces morts ou de pertes par fuites.

Une variante de réalisation du compresseur ci-dessus consiste à utiliser un piston rotatif principal monté sur un arbre creux. Le fluide comprimé est débité à travers des trous ou fentes ménagés dans la paroi du piston rotatif principal, à la base de la dent active ou des dents actives. Cette configuration résoud effectivement les problèmes posés par le déplacement latéral forcé du fluide à la fin du refoulement, mais au prix d'espaces morts contenus dans les orifices de la paroi du piston rotatif principal, où des poches de fluide comprimé sont transportées au côté basse pression du compresseur, en entraînant des pertes. Un compresseur de ce genre, ou qui est décrit dans le brevet US 3 545 895, serait également affecté de pertes par laminage dans les trous ou fentes pratiqués dans l'arbre du rotor, lesquels sont nécessairement restreints en surface de section par la nature de la géométrie du compresseur ainsi que par des considérations structurales.

Une solution apportée aux problèmes posés par les limi-

tations inhérentes de la dimension des fentes ménagées dans la paroi de l'arbre du rotor principal est contenue implicitement dans la proposition consistant à prévoir sur le rotor distributeur une saillie qui pénètre dans la fente de la paroi du rotor principal creux et obture effectivement cette fente. Toutefois, dans ce document (brevet US 3 945 777), on ne trouve pas de description ni d'indication qui suggère au moins l'application de cette idée à un compresseur ou détendeur ne comportant pas d'espace mort et présentant un écoulement continu du fluide en tous points. Ces caractéristiques sont des éléments essentiels de la présente invention.

Dans la présente invention, les saillies formées sur le piston rotor obturateur pénètrent dans les fentes de la paroi du piston rotatif et traversent ces fentes, ce qui donne une plus grande surface de joint étanche entre les saillies du rotor obturateur et le boisseau obturateur fixe. Cette caractéristique n'existe pas dans la technique antérieure.

Les buts de la présente invention présentent plusieurs aspects dont le premier consiste à réaliser un compresseur ou détendeur à pistons rotatifs à axes parallèles qui, (1) ne contienne pas d'huile dans sa zone active ; (2) ne présente aucun espace mort ; (3) n'oblige pas le fluide actif à subir de changement de direction brusque ; (4) ne présente aucun point qui fasse obstacle à l'écoulement régulier du fluide actif, (5) soit capable d'accepter des proportions relativement grandes de liquide en mélange avec le fluide compressible sans subir de choc liquide, même aux grandes vitesses de rotation ; (6) possède une géométrie d'étanchéité perfectionnée.

Pour tirer les performances maximales dans les applications à cycle thermique des machines considérées, un deuxième aspect de l'invention consiste à incorporer dans la machine elle-même un séparateur pour l'élimination du liquide entraîné dans le fluide actif. Lorsqu'un mélange de fluide comprimé et de liquide est débité dans le boisseau obturateur situé à l'intérieur de l'arbre creux du piston principal, ce mélange est entraîné en mouvement tourbillonnaire par la forme inté-

rieure du boisseau. Le fluide comprimé en mouvement tourbillonnaire, et alors qu'il se trouve encore à l'intérieur de la chemise, est ensuite transféré à travers une gorge à profil lisse qui, par un effet de cyclone bien connu, accroît la vitesse de rotation du fluide et sépare les gouttelettes de liquide du gaz sous la forme d'un écoulement de vapeur. Le fluide comprimé en mouvement tourbillonnaire rapide est ensuite transféré à travers une chambre de forme appropriée pour récupérer la majeure partie de l'énergie du mouvement tourbillonnaire. La Demanderesse ne connaît pas de tentatives antérieures visant à incorporer un tel séparateur de liquide dans un compresseur à pistons rotatifs.

Un troisième aspect de l'invention, qui est relatif au réglage du débit dans une machine à pistons rotatifs concerne un ou plusieurs disques ou anneaux rotatifs, ou segments de disques ou anneaux rotatifs, logés dans les parois terminales d'un compresseur. Les brevets US 3 723 031, 3 468 294 et 3 108 740 décrivent de tels disques qui tous règlent le débit dans les compresseurs à pistons en laissant une partie du fluide emprisonné dans la chambre de compression s'échapper à travers un trou ou une fente du disque ou de la bague de déchargement pour atteindre un conduit situé derrière le disque et revenir par là à l'entrée du compresseur. L'invention permet de se dispenser de ce conduit de retour en utilisant une bague ou un disque de décharge épais, qui présente une rainure dans sa surface en regard de la chambre de compression. Le fluide s'échappe de l'avant de la dent du rotor principal en passant dans la rainure et il revient dans la chambre à basse pression en passant derrière la dent. La quantité de fluide ainsi déchargée se règle en tournant la bague ou le disque de décharge au moyen d'un dispositif approprié tel qu'un pignon solidaire d'un levier ou d'un volant de réglage.

Les aspects de l'invention qui ont été décrits ci-dessus se combinent entre eux pour améliorer le rendement total et la capacité d'utilisation pratique totale de la machine à pistons rotatifs et ce résultat est obtenu en combinant deux

machines de ce genre de manière à réaliser un appareil de réfrigération perfectionné. Un quatrième aspect de la présente invention réside donc dans le montage d'un compresseur et d'un détenteur de ce type sur la même paire d'arbres parallèles, en
5 les complétant par un échangeur de chaleur, par des dispositifs appropriés de canalisation et de réglage, pour former un groupe de réfrigération à air à cycle ouvert ou un groupe de réfrigération à gaz ou vapeur à cycle fermé.

De même que dans n'importe quel moteur thermique à cycle Joule, le rendement global d'un tel groupe de réfrigération est extrêmement sensible aux rendements individuels de son compresseur et de son détenteur. Ce n'est que lorsque ces rendements atteignent une valeur de l'ordre de 95 % que le réfrigérateur à air à cycle ouvert peut commencer à concurrencer
10 en rendement énergétique les appareils à compression de vapeur et ceci uniquement pour certaines applications. En outre, ce n'est que lorsque les machines à cycle d'air sont très simples et peu coûteuses par leur nature même et qu'il n'y a aucune restriction mécanique ou fluïdo-dynamique à l'écoulement du
15 fluïde aux grandes vitesses de rotation, que ces machines peuvent entrer en concurrence avec les machines à compression de vapeur au point de vue de l'investissement en capital. Aucune machine à déplacement positif déjà connue dans la technique ne satisfait entièrement ces critères. La solution la plus proche
20 qu'on trouve dans la technique déjà existante est représentée par les machines et groupes à compresseur-détendeur à palettes oscillantes décrites dans les brevets US 3 686 893 et 4 088 426, qui fonctionnent sur un principe différent de celui de la présente invention.

30 Les rendements élevés des machines suivant l'invention et leur aptitude à travailler avec des mélanges liquide/vapeur les rend particulièrement bien appropriées pour être utilisées dans les réfrigérateurs à compression de vapeur à cycle fermé, application qui constitue un cinquième aspect de la présente
35 invention. Il est bien connu d'augmenter le rendement et la capacité d'un cycle de réfrigération à compression de vapeur

classique - qui comprend un compresseur, un condenseur, un détenteur à étranglement, un évaporateur et des dispositifs de réglage et de dérivation - en remplaçant le dispositif détenteur à étranglement, isenthalpique, par des moyens capables de récupérer le travail de la détente. Les moyens de ce genre peuvent être composés à base de dispositifs de transmission de chaleur (brevet US 4 304 099) ou de dispositifs détenteurs mécaniques quasi-isentropiques. Il a déjà été proposé des dispositifs à écoulement continu ainsi que des dispositifs à déplacement positif. Un dispositif détenteur semi-isentropique à déplacement positif et qui tourne conjointement avec le compresseur présente deux avantages : il règle avec précision le débit d'écoulement du liquide ; il accroît en même temps la quantité de réfrigération et réduit la quantité de travail consommée. Toutefois, les dispositifs de ce genre sont rarement utilisés en pratique parce que les gains modestes qu'ils apportent sont plus que compensés par l'accroissement du coût et par l'inconvénient de la présence d'un détenteur séparé. Dans le brevet US 4 235 079, les dispositifs de détente qui y sont décrits impliquent, soit l'utilisation d'un détenteur séparé, comportant un carter distinct et plusieurs éléments mobiles, soit l'utilisation de pompes à palettes oscillantes, avec compression de la vapeur d'un côté et la détente d'un liquide de l'autre côté avec le même débit massique pour la vapeur que pour le liquide. Ceci implique inévitablement que le compresseur doit être sous-dimensionné ou que le détenteur soit surdimensionné, ceci en raison de la différence de densité entre la phase liquide et la phase vapeur, différence qui se monte à plusieurs ordres de grandeur.

Le dispositif de détente proposé dans ce brevet comprend simplement une deuxième paire de pistons constitués par une bague mince ou par un disque mince, chacun boulonné sur l'extrémité d'un piston de compresseur respectif et qui tourne dans une chambre formée à cet effet à l'intérieur d'une entretoise. Des trous supplémentaires sont formés dans le boisseau obturateur et dans la plaque distributrice pour laisser péné-

trer le liquide et extraire le mélange liquide/vapeur détendu. Un mécanisme simple de ce genre, qui n'est que d'un coût légèrement supérieur à celui d'un détendeur, représente un progrès important dans la technique, aussi bien en ce qui concerne l'accroissement du rendement de la réfrigération qu'en ce qui concerne sa contribution au dispositif de commande qui sera décrit plus bas.

On peut modifier les performances d'un cycle de réfrigération à compression de vapeur en agissant sur la température de réfrigération et sur la puissance de réfrigération. La présente invention apporte la possibilité d'agir sur le cycle par une injection de liquide, la combinaison d'un détendeur de liquide à déplacement positif et d'un dispositif servant à injecter des quantités dosées de liquide dans la vapeur qui pénètre dans le compresseur formant un dispositif de réglage de la température très sensible. Un petit accroissement de la proportion de liquide injecté entraîne une importante réduction de la température de réfrigération.

Les dispositifs de réglage de la température de la technique antérieure qui utilisent des débits réglables de liquide introduits en mélange avec la vapeur qui pénètre dans le compresseur ou qui sont injectés directement dans le compresseur, sont principalement des dispositifs destinés à refroidir et à assurer le réglage ou la régulation de la température de l'huile injectée dans les compresseurs à vis rotative, par exemple dans le brevet US redéposé 38 869. Un dispositif à "dos liquide" destiné à mélanger un liquide dans une quantité dosée à la vapeur qui pénètre dans le compresseur a déjà été décrit dans le brevet US 4 261 180, mais ce dispositif utilise principalement l'addition de liquide comme artifice pour améliorer l'étanchéité du compresseur, pour refroidir les organes du compresseur et pour refroidir la vapeur comprimée par un phénomène d'évaporation. L'invention ne suggère pas l'utilisation d'une proportion dosée de liquide comme principal moyen de réglage ou de régulation de la température du cycle de réfrigération. De même, elle ne spécifie pas l'utilisation

d'un détendeur à déplacement positif ni d'une autre forme de détendeur dans laquelle le débit varie très peu avec les différences de la pression.

Il a déjà été proposé de mélanger une quantité de liquide déterminée par voie thermostatique à la vapeur pénétrant, dans le compresseur pour limiter la surchauffe de la vapeur débitée par le compresseur, ceci dans le brevet US 4 049 410. Ce brevet suggère la régulation de la température par un détendeur actionné par voie thermostatique.

On connaît déjà divers dispositifs de réfrigération dans lesquels on mélange des proportions dosées de liquides au gaz à comprimer, par exemple le dispositif décrit dans le brevet US 4 258 553, mais ces dispositifs font partie d'un dispositif destiné à la régulation de la production thermique globale et non pas à celle de la température de réfrigération. Ces dispositifs n'ont pas été proposés en combinaison avec des détendeurs à déplacement positif.

Finalement, suivant un autre aspect, l'invention propose un groupe de réfrigération dans lequel le liquide comprimé et condensé est détendu dans un détendeur à déplacement positif qui marche à la même vitesse que le compresseur et dans lequel la température de réfrigération est réglée par modification de la proportion de liquide mélangé à l'entrée du compresseur et/ou injecté dans le compresseur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre. Aux dessins annexés donnés uniquement à titre d'exemple,

- la Fig. 1 est une vue en coupe d'un compresseur à pistons rotatifs la coupe étant prise dans le plan des axes des arbres de ce compresseur;

- la Fig. 2 est une vue en coupe du compresseur de la Fig. 1, prise dans le plan II-II de la Fig. 1;

- les Fig. 3 et 4 sont respectivement des coupes axiale et transversale d'une variante de la soupape ou moyen obturateur du compresseur des Fig. 1 et 2, la Fig. 4 étant une coupe prise suivant la ligne IV-IV de la Fig. 3 et la Fig. 3

une coupe suivant la ligne III-III de la Fig. 4 ;

- la Fig. 5 est une coupe partielle d'un compresseur du type représenté aux Fig. 1 et 2, qui montre un dispositif de réglage destiné à régler le débit du compresseur ;

5 - la Fig. 6 est une vue en coupe prise suivant le plan VI-VI de la Fig. 5,

- la Fig. 7 est une vue en coupe du boisseau obturateur, prise suivant la ligne VII-VII de la Fig. 5 ;

- la Fig. 8 est une coupe axiale d'une machine combinée compresseur-détendeur qui utilise le compresseur des Fig. 1 et 2 ;

- la Fig. 9 est une coupe suivant la ligne IX-IX de la Fig. 8,

- la Fig. 10 est une coupe suivant la ligne X-X de la Fig. 8 ;

15 - la Fig. 11 est une vue schématique analogue à la Fig. 8 et qui montre une variante de la soupape-chemise ou moyen obturateur,

- les Fig. 12 et 13 sont des vues de détails en coupe de la soupape-chemise ou moyen obturateur de la Fig. 11, prises respectivement suivant les lignes XII-XII et XIII-XIII ;

- la Fig. 14 montre en coupe axiale le groupe compresseur-détendeur dans son application à un cycle de réfrigération de vapeur ;

25 - les Fig. 15, 16 et 17 montrent des coupes transversales de la machine, prises respectivement suivant les lignes XV-XV, XVI-XVI et XVII-XVII.

La Fig. 1 et la Fig. 2 montrent deux vues de la même machine de base à pistons rotatifs, laquelle travaille dans ce cas en compresseur à taux de compression relativement constant. Les éléments mobiles du compresseur sont l'arbre principal 1 qui reçoit ou transmet le couple et sur lequel le rotor principal (2) est monté, et un arbre secondaire (3) sur lequel est monté le rotor obturateur (4). Des roues dentées droites 35 (5) sont montées sur les deux arbres et contraignent ces derniers à tourner à des vitesses identiques et dans des sens op-

posés. Les deux rotors tournent en s'appliquant à joint étanche l'un contre l'autre, et contre le carter 6 et une chemise ou boisseau obturateur 7 qui est situé à l'intérieur du rotor principal creux 2. Un dispositif destiné à injecter un liquide 8 dans le fluide à comprimer et à le mélanger à ce fluide
5 peut être fixé à l'entrée du compresseur. Cette injection de liquide améliore l'étanchéité du compresseur et améliore encore le rendement du fonctionnement en éliminant une partie ou la presque totalité de la chaleur de compression du fluide
10 travaillant pendant la compression.

Le fluide actif est aspiré dans le compresseur à travers l'orifice d'entrée 9, dans le sens indiqué par les flèches 10. Dans la position représentée sur la Fig.2, le fluide emprisonné dans la chambre de compression 11 vient juste de
15 commencer à se comprimer. Lorsque les deux pistons ont tourné d'environ 130° dans le sens indiqué par les flèches 12, la lumière de transfert 13 ménagée dans la paroi du boisseau s'ouvre et le fluide comprimé, avec le liquide qui l'accompagne éventuellement, est transféré dans le conduit à haute pression 14 et expulsé du compresseur. (Le rapport de compression
20 volumétrique du compresseur représenté sur les Fig. 1 et 2 est d'environ 6:1).

Le profil du rotor principal est défini par deux dents 15 dont les faces terminales 16 tournent en s'appliquant à
25 joint étanche dans le carter 6. Les faces avant 17 de ces dents sont des volutes exactement définies par l'évolution des bords 18 des dents saillantes 19 du rotor distributeur. Les faces arrière 20 des dents du rotor principal ont un profil étudié pour faciliter la fabrication et qui donne aux dents une épaisseur
30 suffisante pour assurer une étanchéité adéquate. Ces dents sont suivies de segments cylindriques 21 qui tournent en s'appliquant à joint étanche contre les segments cylindriques 22 du rotor obturateur. Si les segments 21 du rotor principal et des segments 22 du rotor obturateur ont des diamètres égaux,
35 comme dans le cas représenté sur la Fig. 2, ils tournent en établissant entre eux un contact de roulement qui améliore l'é-

tanchéité. A la suite des segments cylindriques 21 du rotor obturateur, se trouvent des doubles courbes 23 présentant un profil exactement défini qui se terminent par des lumières 24 ménagées dans la paroi du rotor principal creux. Les doubles courbes 23 du rotor principal tournent à joint étanche contre les doubles courbes 25, d'un profil exactement défini, formées sur les dents avant 19 du rotor obturateur 4. Des cavités 26 ménagées à la base des dents 19 du rotor obturateur 4 forment des dégagements qui donnent passage aux dents 15 du rotor principal 2. Les dents 19 du rotor obturateur 4 ne pénètrent que légèrement dans les lumières 24 du rotor principal (jusqu'à environ 2 % du rayon des pointes 18 des dents 19), en élargissant de cette façon la surface d'étanchéité entre les périphéries 27 des dents 19 du rotor obturateur et un boisseau 7 situé à l'intérieur de l'arbre creux du rotor principal. L'épaisseur des dents 19 du rotor obturateur est déterminée par le rapport de compression, qui détermine la largeur des lumières 24 du rotor principal.

Le rotor principal 2 et le rotor obturateur 4 présentent des côtés parallèles qui tournent en contact avec le carter 6 pour former des joints étanches. La largeur des rotors est limitée par des considérations structurales et de fabrication plutôt que par des considérations de manipulation du fluide.

La Fig. 3 et la Fig. 4 représentent une variante du boisseau obturateur qui diffère du boisseau 7 représenté en utilisation dans le compresseur des Fig. 1 et 2. La fonction de ce boisseau consiste à séparer les gouttelettes de liquide du gaz comprimé. Ce boisseau fait passer le fluide comprimé entrant à travers une gorge profilée 30 pour imprimer un mouvement tourbillonnaire au mélange de gaz comprimé et de gouttelettes de liquide dans le volume intérieur 31, de forme cylindrique, du boisseau. Ce mouvement tourbillonnaire provoque une certaine séparation des gouttelettes de liquide du gaz. Le mouvement tourbillonnaire est considérablement amplifié lorsqu'on fait passer le gaz comprimé tourbillonnant à travers

une gorge étroite 32, qui sépare la majeure partie du reste de gouttelettes liquides du gaz. Les gouttelettes liquides sont recueillies dans un canal 33 et évacuées par un tube 34. La majeure partie de l'énergie du mouvement tourbillonnaire imprimé au gaz peut être récupérée dans une chambre à vortex ou tourbillon 35.

On peut obtenir un effet analogue en prolongeant simplement le tube à parois parallèles 31 du boisseau dans une mesure suffisante pour que les petites gouttelettes aient le temps de migrer jusqu'aux parois du tube et qu'elles atteignent de là le canal 33.

Les Fig. 5, 6 et 7 représentent un dispositif de décharge incorporé dans le même compresseur schématique représenté sur les Fig. 1 et 2. Une paroi terminale du carter 6 est remplacée par un disque rainuré 40 et par un dispositif qui peut le faire tourner jusqu'à 180°. Dans cette réalisation, le dispositif est un ensemble arbre-pignon 41 dont les dents engrenent avec des dents 42 ménagées dans la périphérie du disque rainuré 40. Une face du disque 40 est maintenue appliquée à joint étanche contre une face du piston principal 2 et du piston obturateur 4. Dans cette face du disque, est ménagée une rainure 43 de forme appropriée pour permettre au fluide actif ou de travail, qui serait emprisonné et comprimé dans la chambre de compression 11 par la dent avançante 16 du piston principal, de s'échapper en contournant la dent, en passant par la rainure 43 pour revenir dans la partie du carter 10 du compresseur dans laquelle ce fluide n'est pas soumis à la compression. La proportion de la charge de fluide de travail qui est ainsi relâchée dépend de la position angulaire du disque rainuré.

Comme on le voit sur la Fig. 6, le profil de la rainure 43 est défini par deux arcs de cercles 45 et 44, par une courbe 46 qui suit approximativement la courbe 17 de l'avant de la dent 15 du rotor formant le piston principal, et par une courbe 47 dont la forme n'a pas à être exactement définie. L'angle sous-tendu par la rainure sur le centre de l'arbre prin-

cipal est normalement de moins de 180° . Les boisseaux utilisés dans ce compresseur à décharge peuvent être des boisseaux réglables ou des dispositifs hybrides composés d'un boisseau 48 et d'un clapet 49, comme on l'a représenté en coupe sur la Fig. 7. Un tel hybride, qui travaille comme un boisseau manuel sous pleine charge, élimine la majeure partie du reflux de fluide comprimé dans la chambre de compression sous charge réduite, reflux qui se produirait normalement dans un tel compresseur qui ne serait équipé que d'un simple boisseau.

Les Fig. 8, 9 et 10 représentent trois coupes d'une machine de réfrigération à air à cycle ouvert qui peut comporter des moyens d'injection d'eau et qui comprend un compresseur, un détendeur équipé d'une soupape d'admission réglable, un échangeur de chaleur et un séparateur d'eau.

La machine compresseur-détendeur est constituée par une paire de machines à pistons rotatifs du type représenté sur les Fig. 1 et 2, qui sont montées côte à côte sur la même paire d'arbres tournants, lesquels sont l'arbre 51 du rotor principal et l'arbre 52 du rotor obturateur. Les rotations de ces deux arbres sont coordonnées avec précision par deux roues dentées 53 de même diamètre. A l'intérieur de la paire de rotors principaux creux 54, 55, est placé un boisseau double 56, 57 muni d'une cloison 58 qui sépare l'air comprimé chauffé et contenant de l'eau, qui quitte le compresseur, de l'air refroidi, exempt d'eau qui pénètre dans le détendeur. On peut faire varier la quantité d'air comprimé admise au détendeur en déplaçant la partie du boisseau 59 du détendeur, mouvement qui est réalisé au moyen d'une roue dentée et d'un ensemble pignon et levier 60.

L'air alimentant le réfrigérateur est l'air atmosphérique 61 et il pénètre dans l'entrée 62 du compresseur, dans laquelle il est mélangé à des gouttelettes d'eau 63. Le mélange d'air et d'eau est attiré dans la chambre de compression 64, dans laquelle il est comprimé et chauffé par ce moyen. La mesure dans laquelle ce mélange est chauffé dépend du taux de compression et de la proportion d'eau mélangée à l'air. Un au-

tre trajet qui peut être adopté pour injecter l'eau dans le compresseur est composé de trous ménagés dans la périphérie du carter 65 du compresseur. Le mélange comprimé d'air et de gouttelettes d'eau est transféré au volume intérieur du boisseau 56 du compresseur puis dans un conduit 67 et il est évacué du boisseau dans un conduit 68 qui l'envoie à un échangeur de chaleur 69 et à un séparateur d'eau 70. Si l'on a injecté une quantité d'eau suffisante, l'échangeur de chaleur est superflu. L'air comprimé débarrassé de l'eau et qui possède à peu près la température ambiante est renvoyé par un conduit 71 au conduit 72 qui l'introduit dans le boisseau réglable 57 du détendeur. L'air comprimé se détend dans la chambre de détente 73, où il fournit du travail aux arbres 52, 51 et où il est refroidi. L'air refroidi 74 est envoyé au volume réfrigéré par la sortie 75. La pression de compression et, par conséquent, la température de réfrigération du cycle sont déterminées par le réglage 60 du boisseau réglable 59 du détendeur. Lorsqu'on réduit le volume d'air comprimé admis au détendeur, la pression du cycle croît et la température de réfrigération décroît. Une variante de boisseau pouvant être utilisée pour cette machine et qui comprend un séparateur d'eau est représentée sur les Fig. 11, 12 et 13. Ce séparateur d'eau travaille conformément aux principes illustrés par les Fig. 3 et 4 et qui ont été décrits plus haut. Le mélange d'air comprimé et de gouttelettes d'eau pénètre dans le boisseau 76 du compresseur dans une direction tangentielle, qui lui imprime un mouvement tourbillonnaire dans la direction représentée par la flèche 77. Ce mouvement tourbillonnaire oblige les gouttelettes d'eau à migrer vers la paroi interne du boisseau et à se rassembler dans le canal 78 d'évacuation de l'eau. La vitesse du mouvement tourbillonnaire est considérablement augmentée, et les gouttelettes d'eau restantes sont alors séparées, lorsque l'air comprimé pénètre, à travers la gorge 79, dans le boisseau réglable 80 dans lequel la vitesse du mouvement tourbillonnaire est réduite, et une partie de l'énergie de ce mouvement est récupérée.

L'air comprimé est ensuite éjecté dans la chambre de détente à travers la lumière réglable 81 du boisseau. L'eau qui est sous pression est évacuée par le tube 82. Cette eau sous pression peut être utilisée pour lubrifier les roulements 83, 84 (Fig.8).

Les Fig. 14, 15, 16 et 17 illustrent l'incorporation du compresseur, du disque de commande et du détendeur dans un circuit de réfrigération à compresseur de vapeur. Le groupe de réfrigération comprend un compresseur 90 et un dispositif d'injection de fluide 91, un disque de décharge 92, un détendeur 93, un condenseur 94, un séparateur de liquide 95, un évaporateur 96, ainsi que les dispositifs de réglage nécessaires (non représentés). Cette machine particulière illustre une combinaison d'un compresseur, d'un disque de commande et d'un détendeur pour montrer avec quelle simplicité ces types de disques de réglage et de dispositifs détendeurs peuvent être ajoutés aux compresseurs. Les machines de réfrigération réelles peuvent être des compresseurs-détendeurs ou des compresseurs à décharge ou des compresseurs simples. L'injection de fluide nécessaire pour améliorer l'étanchéité du compresseur, refroidir le compresseur et améliorer le rendement global du cycle, ainsi que pour la fonction de réglage qui sera décrite en détail ci-dessous.

La machine représentée sur les Fig. 14, 15, 16 et 17 comprend un arbre principal 97 qui est entraîné par un moteur, électrique ou autre. A l'arbre principal est fixé le rotor principal creux 98 du compresseur, qui est du même type que celui représenté sur la Fig. 2. A l'extrémité du rotor principal est fixé un manchon 99 sur lequel est monté le rotor principal 100 du détendeur. A l'intérieur du rotor principal creux sont disposés deux boisseaux fixes montés sur le même manchon, le boisseau 101 du compresseur et le boisseau 102 du détendeur. Le boisseau du compresseur peut être du type représenté sur la Fig. 7. A une extrémité du rotor dans la partie 108d du carter, est placé le disque 92 de décharge du compresseur dont le mécanisme d'actionnement n'est pas représenté. L'arbre 103 du ro-

tor obturateur tourne sur un axe fixe 104 à la même vitesse que le rotor principal et dans le sens opposé, sous l'effet des engrenages 105. Le rotor obturateur 106 du compresseur et le rotor obturateur 107 du détendeur sont montés sur cet arbre 5 103. Il y a lieu de remarquer qu'il n'y a pas de dents saillantes sur le rotor obturateur 107 du détendeur, ceci afin de confiner la totalité du courant de mélange vapeur détendue/liquide sur le côté du carter qui comprend le rotor principal et pour faciliter l'écoulement du liquide. Pour améliorer la 10 pénétration du liquide comprimé dans le détendeur, un volume (non représenté) peut être prévu à proximité de l'entrée du détendeur, ce volume contenant une vapeur ou une autre substance compressible.

Le carter 108 qui renferme les rotors est composé de 15 six parties qui correspondent aux différentes parties de la machine, c'est-à-dire la partie 108_a, qui renferme le moteur et ses paliers, la partie 108_b qui renferme les engrenages, la partie 108_c qui renferme les rotors du compresseur, le disque de décharge 108_d, les rotors du détendeur 108_e et la partie 20 108_f qui forme le couvercle d'extrémité et le montage du boisseau.

Lorsque le groupe de réfrigération est en fonctionnement, la vapeur comprimée est chauffée, mélangée avec une certaine quantité de liquide, quitte le conduit 109 ménagé à l'intérieur du boisseau 101 du compresseur (la machine doit se 25 trouver dans une orientation de nature à empêcher le liquide de s'accumuler dans le boisseau) et il pénètre dans le conduit 110 qui l'envoie au condenseur 94, d'où le liquide condensé revient par un conduit 111 au clapet d'entrée 102 du détendeur. 30 Dans le détendeur, le liquide est refroidi et une certaine partie de ce liquide s'évapore pour donner naissance à un mélange de liquide et de vapeur à basse pression. Le mélange est envoyé par le tube 112 au séparateur de liquide 95 (séparateur de liquide pouvant être incorporé dans le carter 108_e du détendeur). A la sortie du séparateur, une partie liquide est 35 envoyée par le tube 113 au mélangeur 91 et le reste du mélange

liquide-vapeur est envoyé par le tube 114 à l'évaporateur 96. De l'évaporateur, la vapeur est envoyée par le tube 115 au mélangeur 91, dans lequel elle est mélangée avec une proportion dosée de liquide. La proportion de liquide mélangée à la va-
5 peur est utilisée pour régler la température de réfrigération du cycle. Pour une valeur donnée du déplacement du compresseur, un accroissement de la proportion de liquide introduite dans le compresseur réduit considérablement la pression de l'évapo-
10 rateur et la température de réfrigération. Le fait que ce type de compresseur peut admettre de grandes proportions de liquide dans le fluide de travail sans défaut de fonctionnement lui permet de traiter plus de la moitié du fluide de travail sous la forme liquide, et d'assurer de cette façon une décharge
considérable du compresseur.

REVENDICATIONS

1 - Compresseur à pistons rotatifs comprenant deux pistons (2, 4) montés sur des arbres parallèles et contraints à tourner à des vitesses égales l'un en sens inverse de l'autre, en s'appliquant à joint étanche l'un contre l'autre et contre un carter, un premier orifice étant prévu dans le carter pour l'entrée d'un fluide, un deuxième orifice étant prévu dans l'un des pistons pour laisser le fluide sortir dans une direction radiale, le premier piston (2) présentant également une dent s'étendant radialement vers l'extérieur formée sur la longueur de ce piston, la dent ayant une face avant et une face arrière, et le deuxième orifice étant formé à l'extrémité radialement intérieure de la face avant de la dent, tandis que l'autre piston rotatif (4) porte une dent qui s'étend radialement vers l'extérieur et possède une face avant et une face arrière, et une cavité borgne formée à la base de la face avant pour recevoir la dent du premier piston rotatif, un arbre creux fixe s'étendant axialement à l'intérieur du premier piston et présentant une fente axiale (13) qui traverse sa paroi latérale, caractérisé en ce que les pistons (2, 4), le deuxième orifice (24) et la fente (13) sont agencés de telle manière que le bord radialement intérieur de la face avant (17) du premier piston (2) et le bord radialement extérieur de la face arrière de l'autre piston (4) se rejoignent juste au moment où la fente axiale (13) et le deuxième orifice (24) commencent à coïncider.

2 - Compresseur à pistons rotatifs suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la fente axiale (13) est agencée pour conduire tangentiellement dans le volume intérieur de l'arbre creux pour imprimer un mouvement tourbillonnaire au fluide de travail.

3 - Compresseur à pistons rotatifs suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'une gorge (32) est prévue dans l'arbre creux et un canal longitudinal (33) est formé dans la surface interne de la paroi de l'arbre pour recueillir les par-

ticules de liquide qui ont été séparées d'un fluide de travail gazeux ou à l'état de vapeur.

4 - Compresseur à pistons rotatifs suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'à une extrémité axiale dudit premier piston, est prévu un disque rotatif (40) monté à affleurement du carter, le disque étant muni d'une rainure courbe (43) ayant une longueur supérieure à l'épaisseur de la dent dudit premier piston.

5 - Compresseur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le disque (40) présente des dents d'engrenages (42) formées sur une partie de sa périphérie et peut être tourné sélectivement au moyen d'un pignon d'entraînement.

6 - Compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le deuxième orifice est muni d'un clapet élastique (49).

7 - Machine de réfrigération à cycle à air, caractérisée en ce qu'elle comprend un compresseur à piston rotatif suivant la revendication 1 et un détendeur à pistons rotatifs montés sur la même paire d'arbres parallèles (51, 52), l'entrée du compresseur étant équipée de moyens (62) servant à mélanger un liquide au fluide de travail, le fluide de travail étant envoyé à un échangeur de chaleur et à un séparateur de liquide, et le fluide de travail étant envoyé ensuite au détendeur, en passant par un arbre creux (57) et un orifice d'entrée, le détendeur étant approximativement de même dimension et de même configuration que le compresseur mais travaillant à l'inverse et débitant à travers un orifice de sortie (75) ménagé dans le carter de la machine.

8 - Machine de réfrigération à cycle à air, suivant la revendication 7, caractérisée en ce qu'on mélange du liquide au fluide de travail dans des quantités suffisantes pour extraire à peu près la totalité de la chaleur engendrée par compression et en ce que le mélange de fluide de travail et de liquide est séparé dans un séparateur à tourbillon monté entièrement dans l'arbre creux sur lequel l'un des rotors du compresseur et l'un des rotors du détendeur sont montés, le

séparateur à tourbillon comprenant un premier et un deuxième boisseaux cylindriques (76, 80) à peu près coaxiaux qui sont situés respectivement dans le rotor du compresseur et le rotor du détendeur et qui sont reliés par une gorge (79), la
5 première chambre comprenant un canal longitudinal collecteur d'eau (78) qui mène à un conduit de décharge (82).

9 - Appareil de réfrigération à cycle de vapeur, comprenant un compresseur suivant la revendication 1, et caractérisé en ce qu'il comporte un détendeur monté sur la même
10 paire d'arbres parallèles que le compresseur et qui tournent dans des chambres distinctes de celle du compresseur à l'intérieur du même carter, la vapeur comprimée étant envoyée du compresseur à un condenseur à travers un arbre creux et le fluide de travail condensé revenant au détendeur à travers
15 le même arbre creux, le détendeur étant de dimensions réduites par rapport à celles du compresseur et comprenant un premier rotor (100) qui possède un certain nombre de dents qui s'étendent radialement vers l'extérieur et un deuxième rotor (107) qui possède un nombre égal de cavités correspondantes, le fluide de travail condensé étant admis au détendeur à travers des
20 orifices formés à la base des dents du premier rotor, le fluide détendu étant envoyé du détendeur à un séparateur de liquide (95) et la vapeur étant envoyée de là à un évaporateur (96) et revenant à l'entrée du compresseur, une partie du liquide séparé étant mélangée à la vapeur à l'entrée (91) du
25 compresseur ou dans la chambre de compression.

10 - Machine de réfrigération à cycle de vapeur suivant la revendication 9, caractérisée en ce que le compresseur possède un taux de compression variable.

30 11 - Machine de réfrigération à cycle de vapeur suivant la revendication 9 ou la revendication 10, caractérisée en ce que la quantité de liquide mélangée à la vapeur est utilisée pour régler la température de réfrigération.

FIG. 1

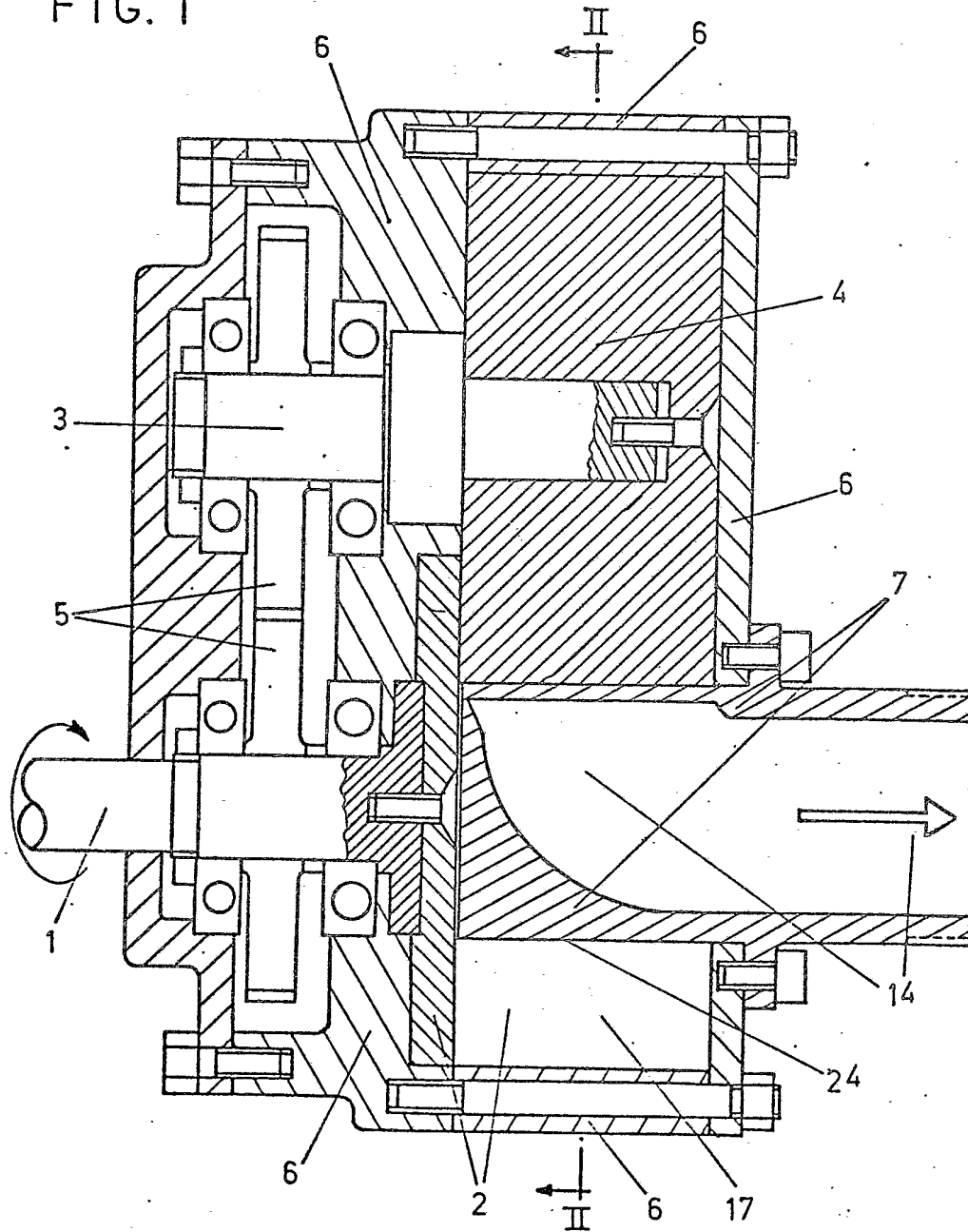


FIG. 2

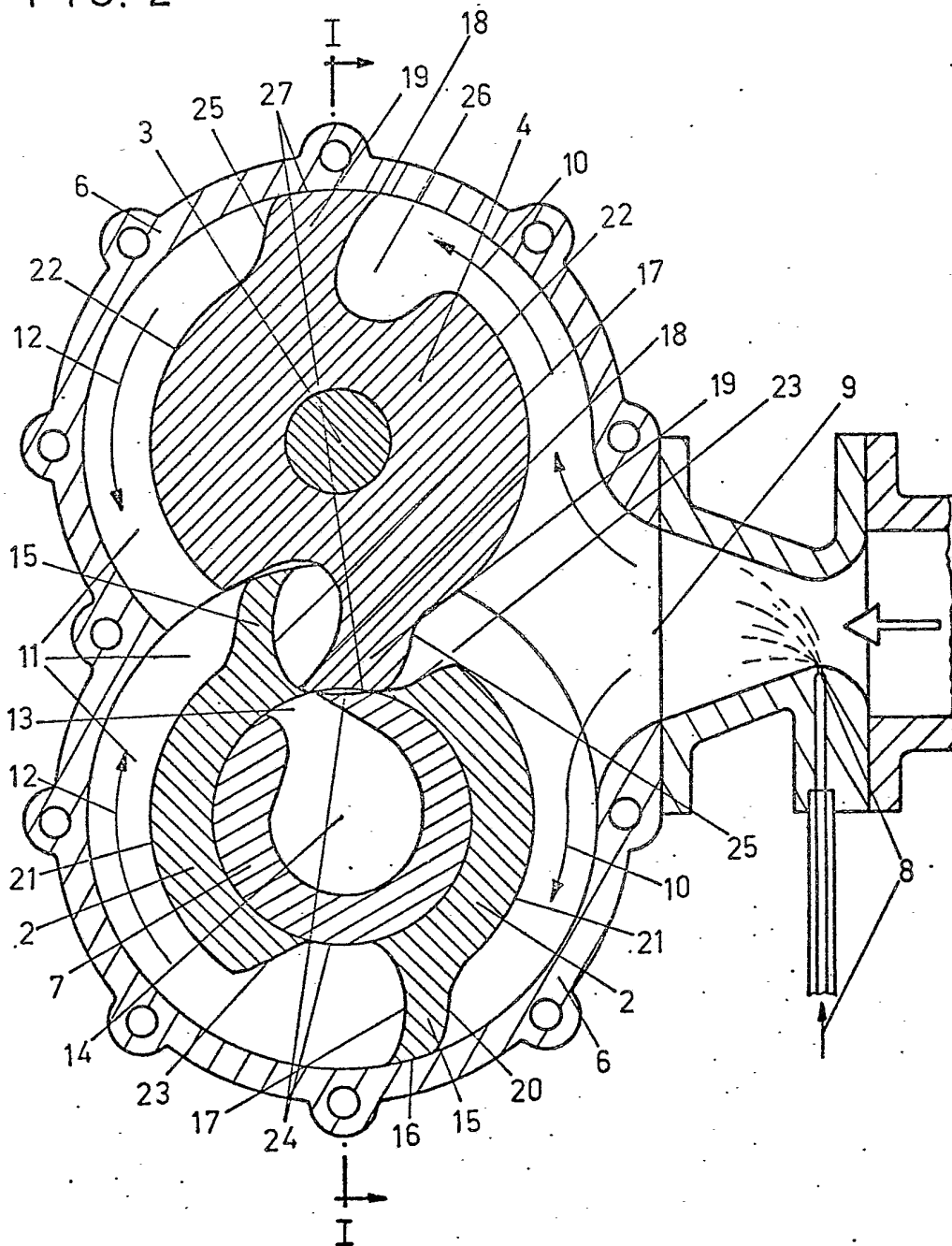


FIG. 3

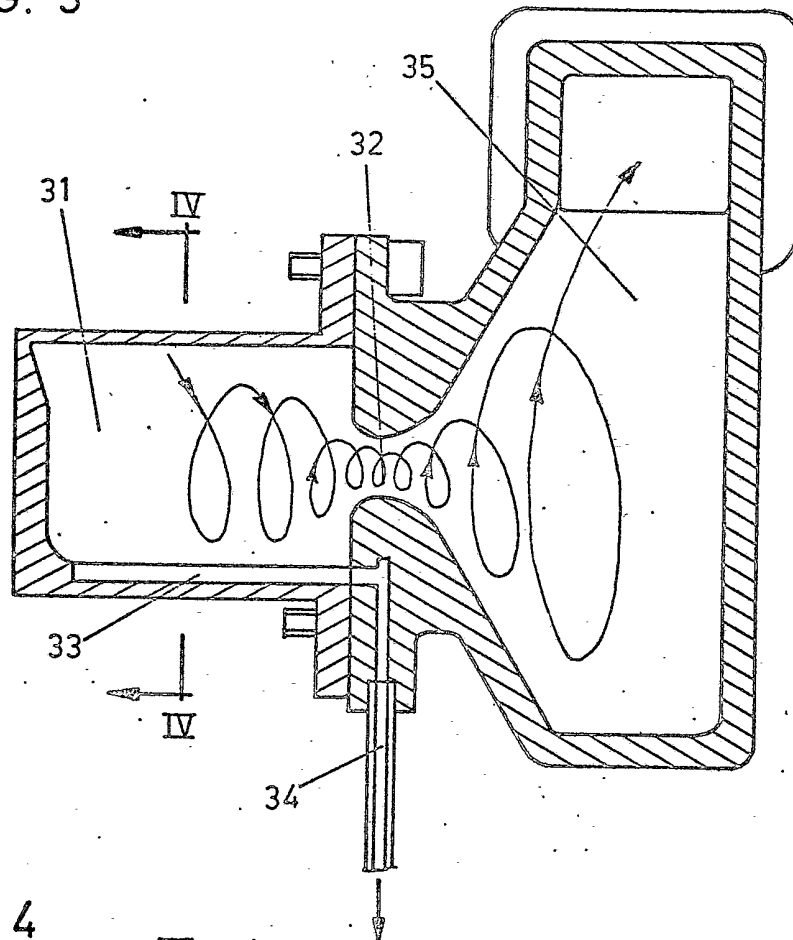


FIG. 4

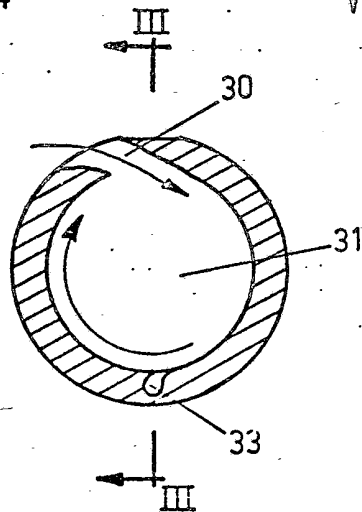
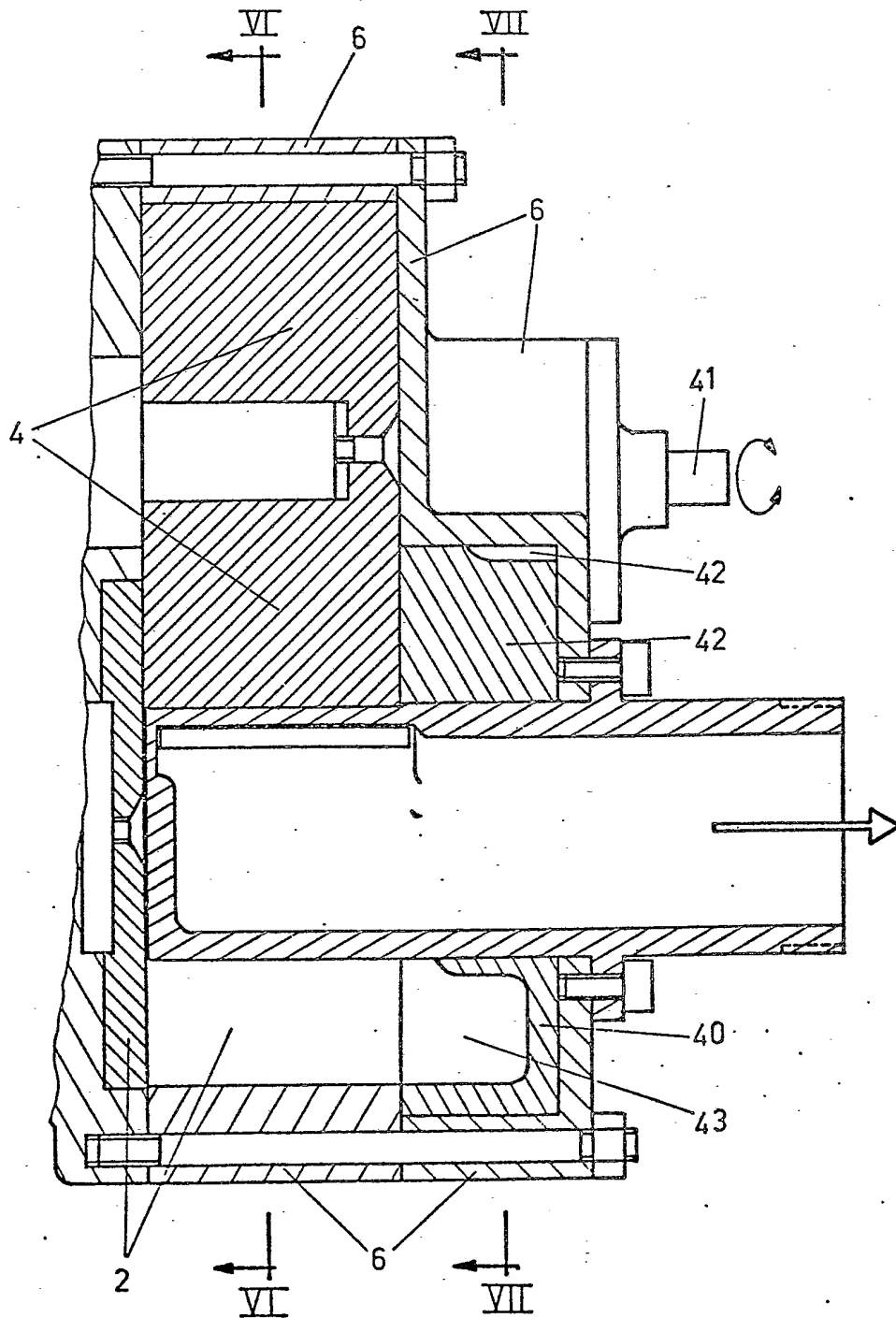


FIG. 5



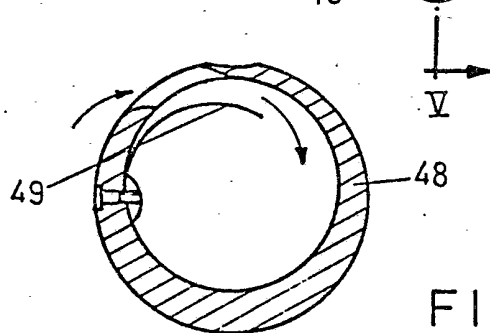
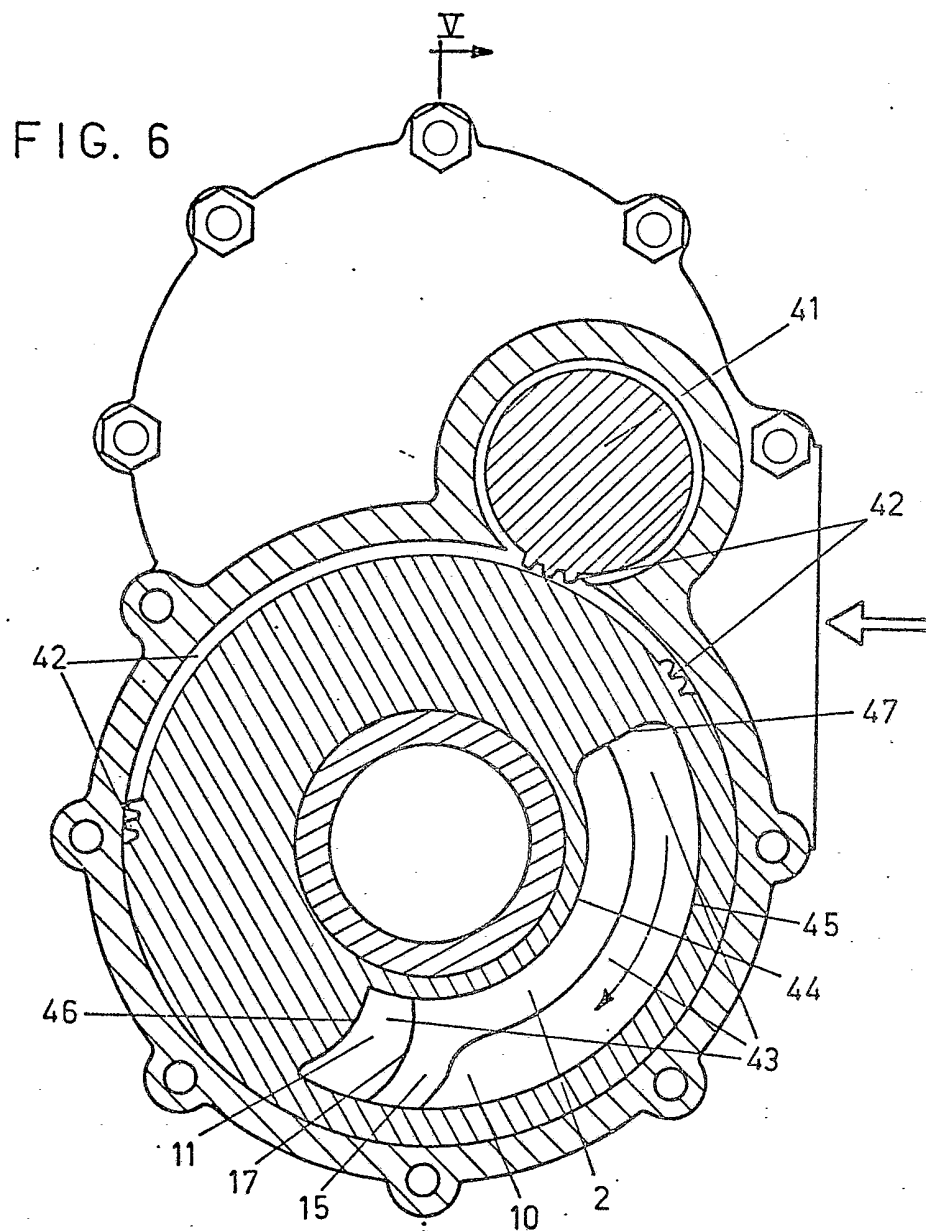


FIG. 7

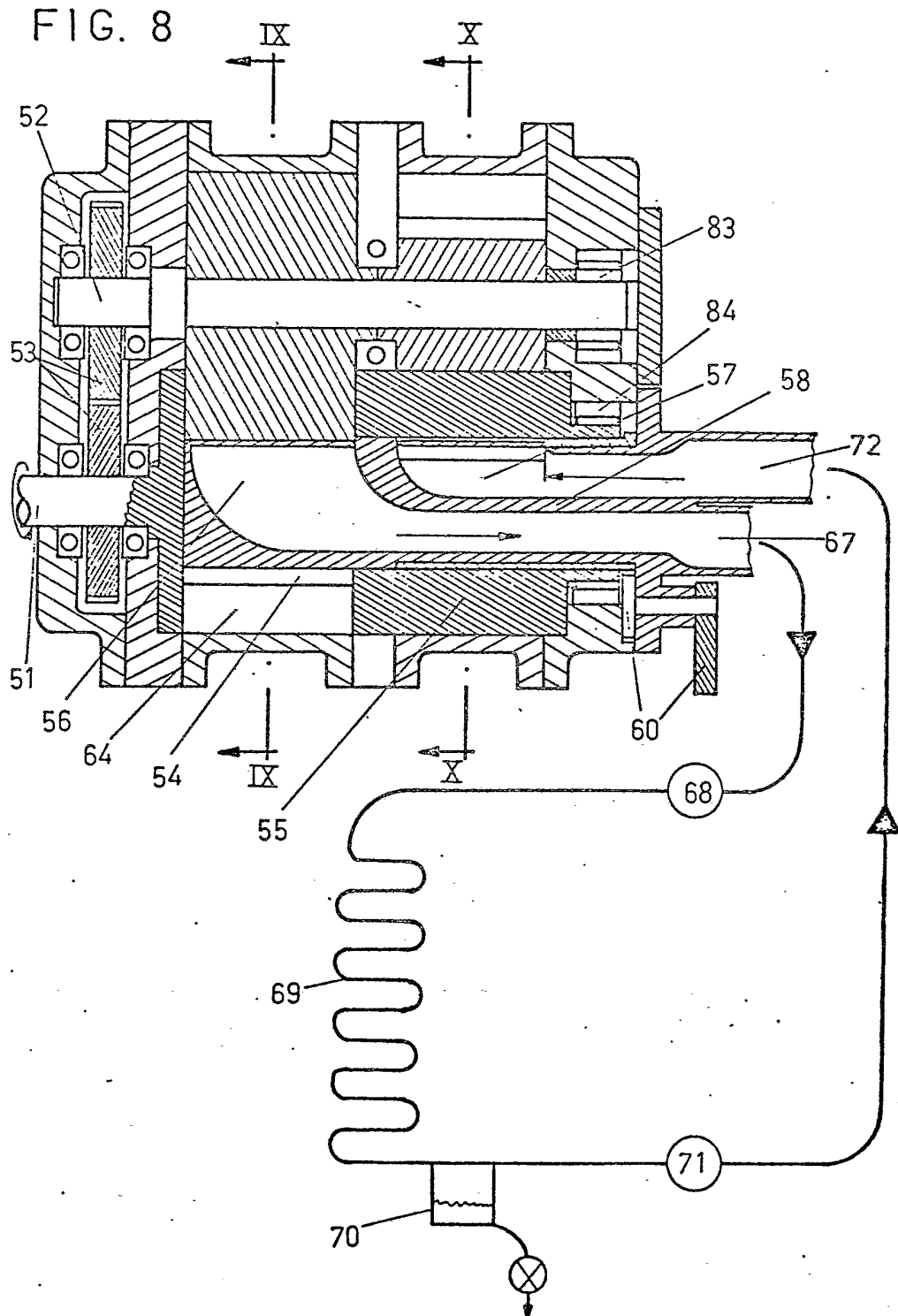


FIG. 9

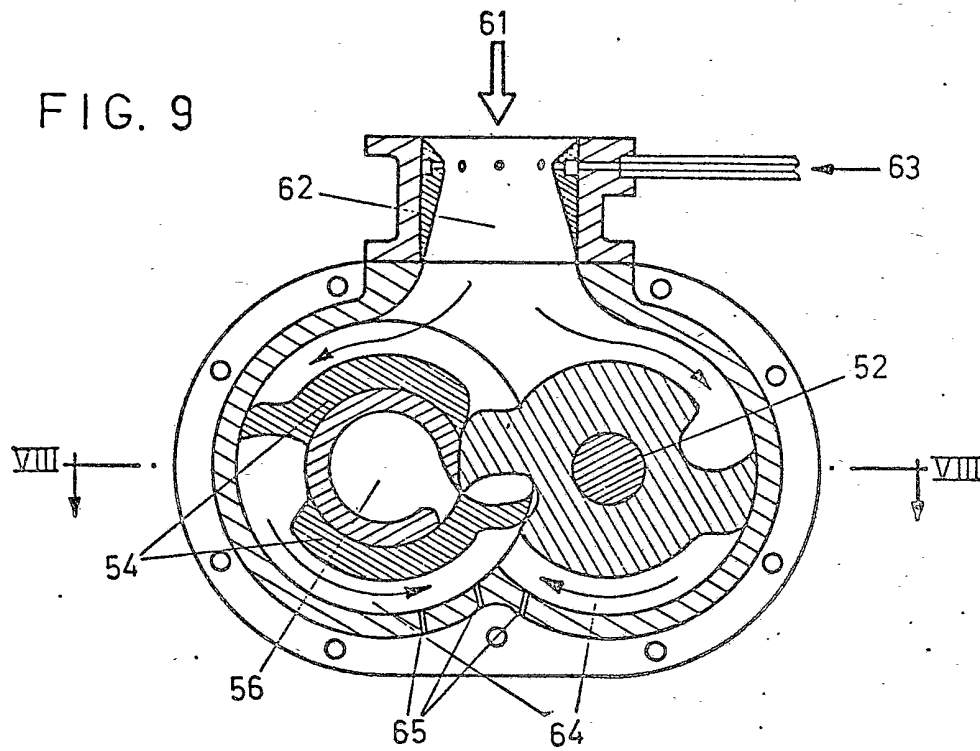


FIG. 10

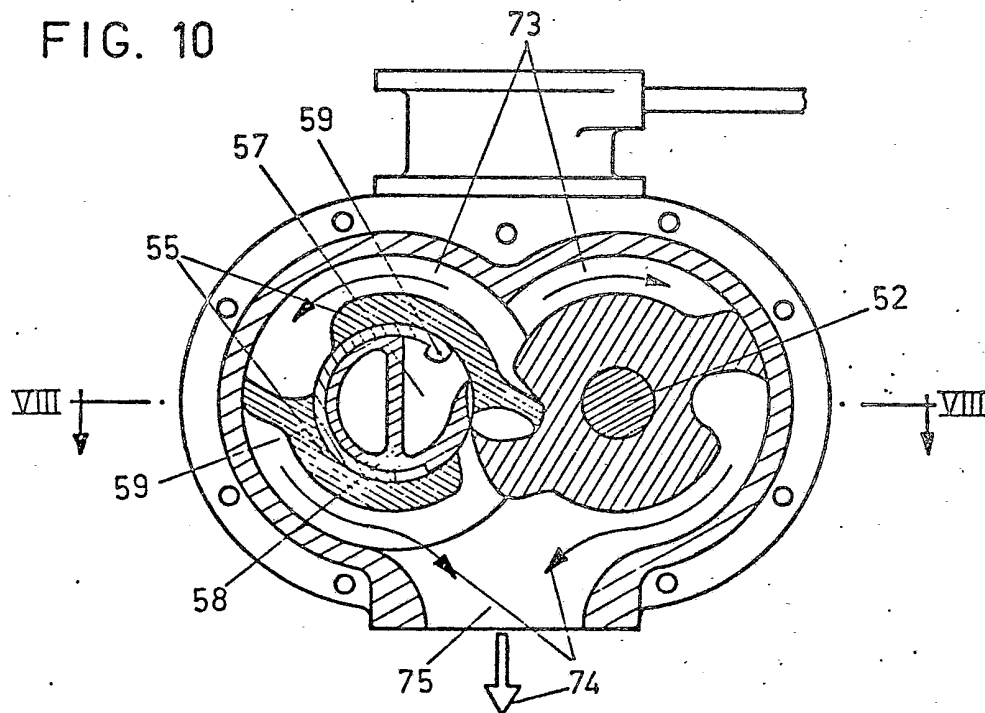


FIG. 11

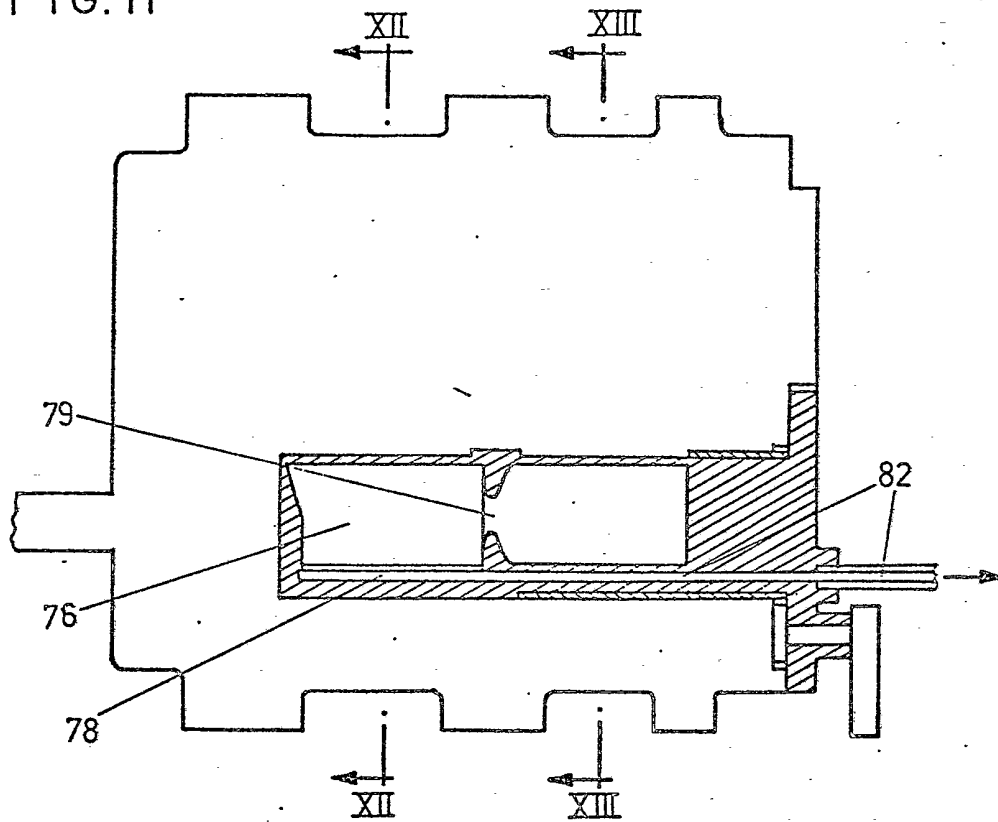


FIG. 12

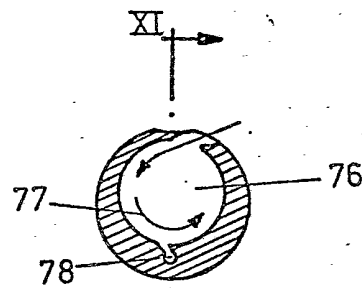


FIG. 13

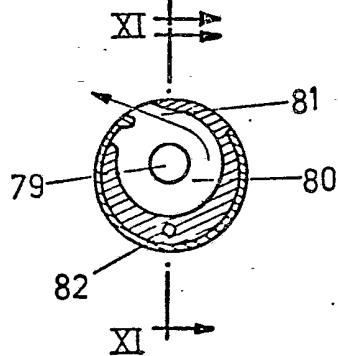


FIG. 14

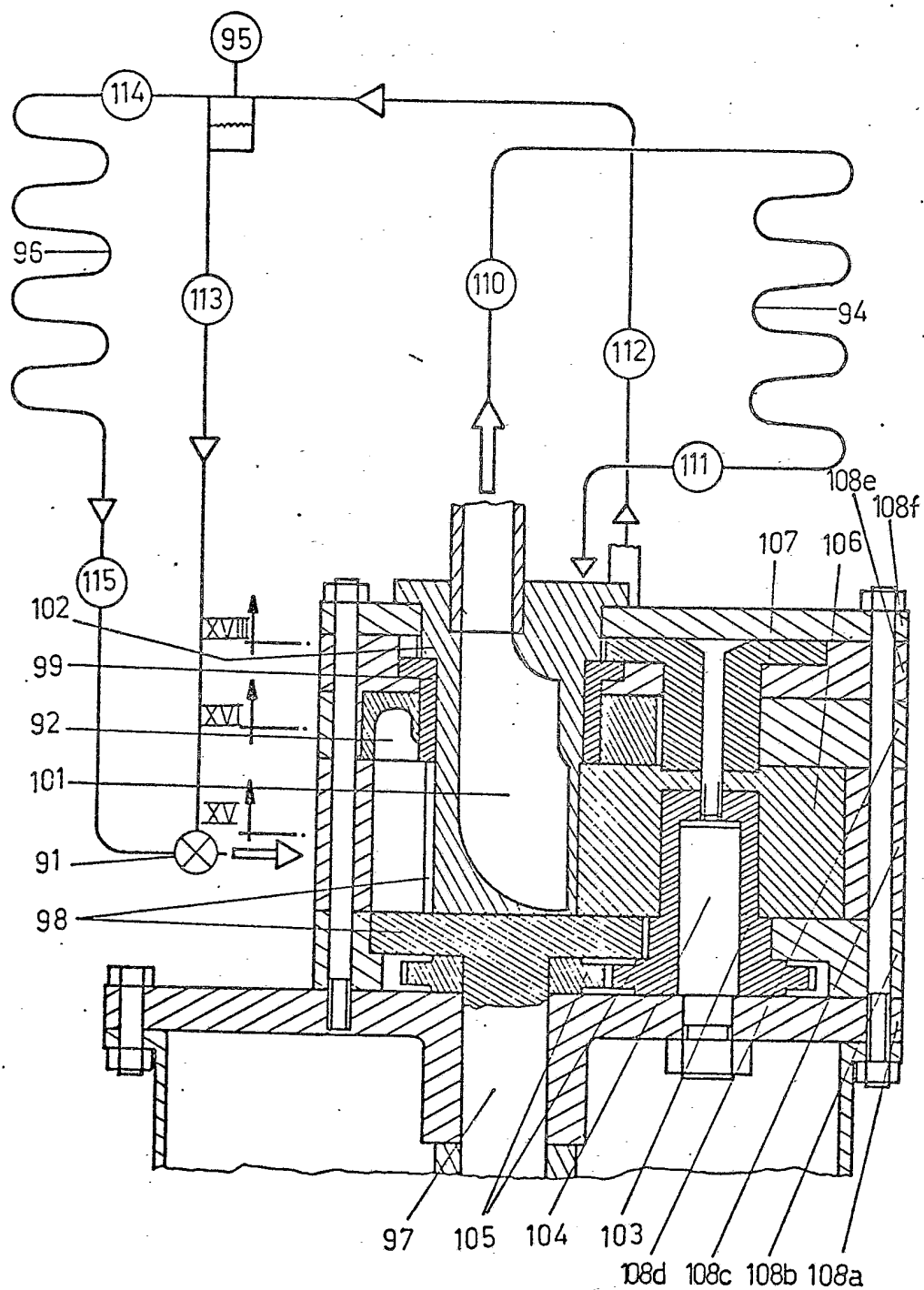


FIG. 15

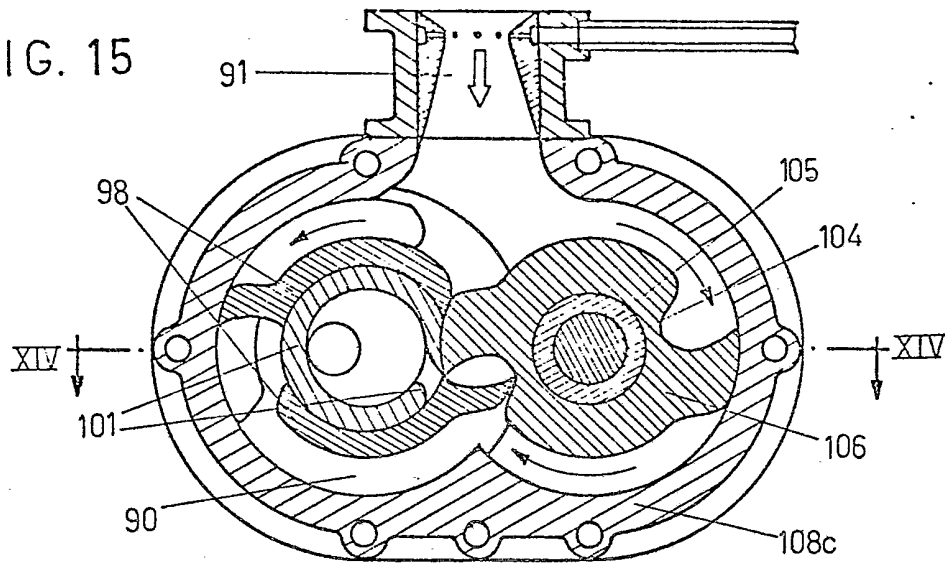


FIG. 16

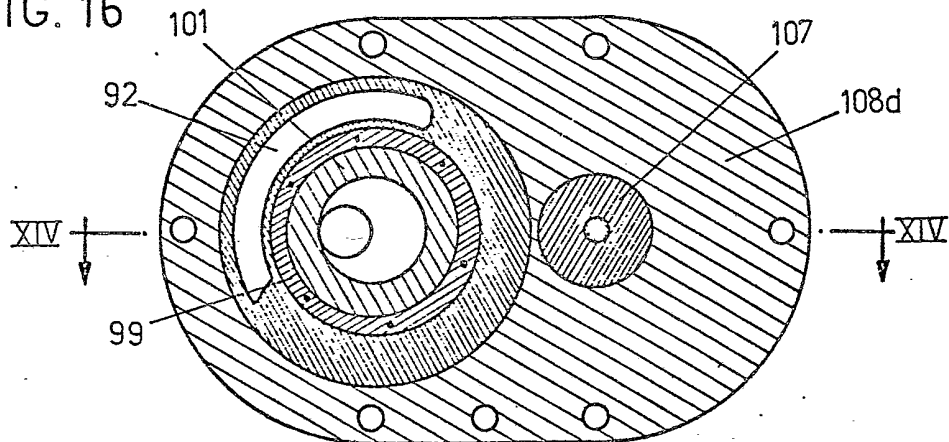


FIG. 17

