(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 563 880**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **85 06538**

(51) Int Cl⁴ : F 16 F 9/16, 9/46, 15/04 // F 16 M 7/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 30 avril 1985.

(30) Priorité : JP, 3 mai 1984, n° 89085/1984.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 45 du 8 novembre 1985.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *TOYODA GOSEI CO., LTD et TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, sociétés de droit japonais.* — JP.

(72) Inventeur(s) : Isao Ozawa, Noboru Ito, Masaaki Takizawa, Yoshio Ohta et Kiyoteru Ijichi.

(73) Titulaire(s) :

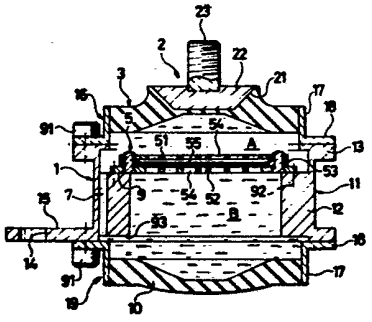
(74) Mandataire(s) : Cabinet Malémont.

(54) Dispositif amortisseur hydraulique.

(57) *a.* Dispositif amortisseur comprenant des premier et second organes de support 1, 2, dont un est fixé sur un élément de support et l'autre sur un élément suspendu, une cale élastique 3 en une matière élastique déformable permettant de relier élastiquement entre eux les deux organes de support et un espace fermé rempli d'un liquide.

b. Un organe de cloisonnage 5 a sa périphérie fixée sur le premier organe de support 1 et divise l'espace fermé en deux chambres A, B. L'organe de cloisonnage 5 comporte un organe 55 mobile sur une faible distance. Des passages à fluide 7 sont réalisés dans une portion de paroi du premier organe de support 1 de façon à assurer la communication entre les deux chambres A, B et à imposer une résistance à l'écoulement du liquide qui les traverse. L'organe de cloisonnage peut être suspendu au premier organe de support par une feuille élastique et peut être mobile dans le sens axial du premier organe de support. Un solénoïde est monté sur la paroi intérieure du premier organe de support. Lors de l'excitation du solénoïde, l'organe de cloisonnage peut être fixé sur le premier organe de support.

c. Application : suspension de moteur de véhicule.



FR 2 563 880 - A1

Dispositif amortisseur hydraulique.

La présente invention concerne un dispostif amortisseur destiné à amortir des vibrations transmises entre un élément de support et un élément suspendu lorsqu'un élément lourd constituant une source de vibrations est porté par l'élément de support ou lorsqu'un tel élément est porté par et assujetti à l'élément de support auquel des vibrations externes sont susceptibles d'être transmises. Le dispositif amortisseur conforme à la présente invention est adapté de manière appropriée au support et à la fixation d'un moteur sur un châssis de véhicule.

Dans un dispositif amortisseur et notamment dans un dispositif amortisseur destiné à être utilisé dans une suspension de moteur de véhicule, on utilise ordinairement un élément élastique épais tel qu'une cale de caoutchouc. Toutefois, une telle cale présente en général une flexibilité et une élasticité élevées. Pour cette raison, la cale ne peut pas toujours assurer un bon effet d'amortissement contre des vibrations de fréquences et d'amplitudes s'étendant sur un large intervalle.

Un dispositif amortisseur classique est décrit par le brevet US n° 4 159 091, et le brevet DE n° 2 727 244. Dans ce dispositif, un espace fermé est délimité par une cale de caoutchouc et de plaques d'armature. L'espace fermé est divisé en deux chambres par une cloison qui est fixée sur une plaque d'armature et qui comporte un organe mobile et qui est percé d'un orifice. Un liquide remplit l'espace fermé jusqu'à un niveau tel qu'au moins la cloison est immergée dans le liquide. Lorsque des vibrations sont transmises à la cale, si elles proviennent d'un moteur en marche et si elles présentent une fréquence élevée et une très faible amplitude, un changement de volume d'une chambre lors de la déformation de la cale de caoutchouc est compensé par un déplacement de l'organe mobile dans la cloison, ce qui maintient la raideur de la cale de caoutchouc à un niveau très faible. Par contre, si les vibrations transmises à la cale de caoutchouc sont d'une faible fréquence et d'une amplitude élevée, telle que les vibrations d'un moteur tournant au ralenti, un changement de volume d'une chambre fait que le liquide passe d'une chambre vers l'autre chambre en traversant l'orifice percé dans la cloison, et

la raideur de la cale de caoutchouc augmente de manière importante en raison de la résistance à l'écoulement du liquide par l'orifice.

Dans le dispositif amortisseur précité, afin d'amortir des vibrations d'une amplitude supérieure à 0,5 mm, le liquide passe d'une chambre à l'autre à travers l'orifice percé dans la cloison, et la résistance à l'écoulement du liquide assure un effet amortisseur. Toutefois, l'orifice est réalisé dans l'organe mobile qui est constitué d'une plaque mince d'un matériau rigide tel qu'un métal ou d'une matière élastique telle que du caoutchouc. En variante, l'orifice peut être défini par l'interstice d'un trou circulaire percé dans l'organe mobile et une broche fixée sur la ou les cales en caoutchouc et venant s'insérer dans le trou circulaire. La résistance à l'écoulement du liquide traversant l'orifice étant déterminée par la surface de passage utile en section transversale de l'orifice et par sa longueur, si un orifice est réalisé dans une plaque mince, la surface utile en section doit être ajustée avec précision parce que la longueur du passage est limitée par l'épaisseur de la plaque mince. Si un orifice est défini par l'interstice entre un trou circulaire et une broche, il faut assurer une précision d'usinage élevée du trou circulaire de l'organe mobile et de la surface circonférentielle extérieure de la broche. En outre, lorsque l'organe mobile et la broche glissent l'un contre l'autre, la surface de passage utile en section change par suite de l'usure. Pour cette raison, il est difficile d'ajuster correctement la résistance à l'écoulement du liquide traversant l'orifice et l'usinage et l'assemblage des composants respectifs appellent une précision élevée.

Un but principal de la présente invention est de réaliser un dispositif amortisseur hydraulique du type décrit ci-dessus comprenant un espace fermé délimité par une cale élastique déformable et deux éléments d'armature, une cloison destinée à diviser ledit espace fermé en deux chambres et un passage à fluide faisant communiquer les deux dites chambres et communiquant une résistance à l'écoulement du fluide traversant ce passage en raison d'une déformation de la cale élastique, la détermination

de la résistance à l'écoulement étant réalisée aisément selon une combinaison de la longueur, de la surface en section et du nombre des passages à fluide, ce qui permet un usinage aisé des passages à fluide.

Un autre but de la présente invention est de réaliser un dispositif amortisseur hydraulique utilisable comme suspension de moteur de véhicule dans lequel la cloison précitée n'est pas fixée sur l'organe d'armature mais est suspendue dans l'espace fermé par une feuille élastique en un matériau élastique souple, caractérisé en ce que, lorsqu'un effet amortisseur utilisant la résistance à l'écoulement du liquide enfermé dans l'espace fermé n'est pas nécessaire, c'est-à-dire lorsque le moteur tourne au ralenti, la cloison n'est pas fixée à la plaque d'armature ; lorsque l'effet amortisseur utilisant le liquide enfermé dans l'espace fermé est nécessaire, c'est-à-dire en régime de marche du véhicule, la cloison est attirée par un solénoïde fixé sur une plaque d'armature pour y être maintenue de manière adhérente et les vibrations sont amorties seulement par déplacement d'une plaque mobile où une résistance à l'écoulement est communiquée au liquide passant d'une chambre à l'autre chambre en traversant les passages à fluide réalisés dans une plaque d'armature.

La présente invention concerne essentiellement un dispositif amortisseur hydraulique comprenant deux organes de support, dont un est relié à un élément de support et l'autre est relié à un élément suspendu ; une cale élastique épaisse qui est fixée par un bord périphérique extérieur à un premier organe de support des deux organes de support et par une portion sensiblement centrale à un second organe de support des deux organes de support de façon à réunir élastiquement les premier et second organes de support afin de permettre entre ceux-ci un mouvement relatif selon au moins une direction ; un espace fermé entouré d'au moins la cale élastique, une plaque inférieure élastique fermant une extrémité du premier organe de support situé en face du côté du second organe de support et le premier organe de support ; du liquide chargé dans ledit espace fermé ; et un organe de cloisonnage qui divise l'espace fermé en des première et seconde

chambres et qui comporte un organe mobile apte à se déplacer sur une faible distance selon une direction du mouvement relatif des premier et second organes de support.

La présente invention a donc pour objet un dispositif amortisseur hydraulique dans lequel l'organe de cloisonnage est porté de manière fixe à sa périphérie par le premier organe de support et au moins un passage à fluide est réalisé dans une portion de paroi constituant le premier organe de support, le passage à fluide faisant communiquer les première et seconde chambres de l'espace fermé divisé par l'organe de cloisonnage et communiquant une résistance à l'écoulement au liquide traversant celui-ci.

L'invention a également pour objet un dispositif amortisseur hydraulique dans lequel un solénoïde est disposé au niveau d'une paroi intérieure du premier organe de support, une portion centrale du solénoïde comporte une ouverture et une surface d'attraction/fixation du solénoïde est positionnée sensiblement perpendiculairement à une direction de mouvement relatif entre les premier et second organes de support ; l'organe de cloisonnage est inséré entre la surface d'attraction/fixation du solénoïde et la cale élastique ; l'organe de cloisonnage est fixé par son bord périphérique extérieur sur un bord périphérique intérieur d'une feuille élastique en un matériau élastique déformable et un bord périphérique extérieur de la feuille élastique est solidaire du premier organe de support pour suspendre l'organe de cloisonnage de façon à lui permettre de se déplacer selon ladite une direction de mouvement relatif entre les premier et second organes de support ; au moins un passage à fluide est réalisé dans la portion de paroi constituant le premier organe de support, chacune des extrémités dudit passage à fluide débouchant dans l'espace fermé au niveau de chacune des deux positions latérales de la surface d'attraction/fixation du solénoïde par rapport à ladite une direction de mouvement relatif entre les premier et second organes de support respectivement, et communiquant une résistance à l'écoulement au liquide traversant celui-ci ; et l'organe de cloisonnage est attiré vers une position où il est maintenu par le solénoïde à l'encontre de l'élasticité de

la feuille élastique pour diviser l'espace fermé en des permière et seconde chambres et pour faire communiquer entre elles les première et seconde chambres lors de l'excitation du solénoïde.

Une forme d'exécution de la présente invention est décrite ci-après à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une une vue en coupe d'un premier mode de réalisation de la présente invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe d'un second mode de réalisation de la présente invention ;
- la figure 3 est une vue en coupe représentant un état d'un troisième mode de réalisation de la présente invention dans lequel un solénoïde prévu par ce mode de réalisation est désexcité ;
- la figure 4 est une vue en coupe représentant un état du troisième mode de réalisation dans lequel le solénoïde est excité ;
- la figure 5 est une vue en coupe d'un état d'un quatrième mode de réalisation de la présente invention dans lequel un solénoïde est désexcité ; et
- la figure 6 est une vue en coupe d'un état d'un quatrième mode de réalisation dans lequel le solénoïde est excité.

La figure 1 est une vue en coupe d'un premier mode de réalisation de la présente invention pour le cas où la présente invention s'applique à un dispositif amortisseur hydraulique utilisable comme suspension de moteur, destiné au support et à la fixation d'un moteur sur la carrosserie ou sur le châssis d'un véhicule.

Un premier organe de support 1, destiné à être monté sur la carrosserie ou sur le châssis d'un véhicule, comprend une armature principale 11, une armature supérieure 16 et une armature inférieure 19. L'armature principale 11 comprend une portion principale sous forme de portion de base cylindrique mince 12 et comprend à son extrémité ouverte (selon la direction axiale) une bride 13 et à son autre extrémité ouverte une bride de montage 15 d'une forme triangulaire sensiblement plate qui est percée d'un

trou de montage 14 destiné à recevoir un boulon de montage sur la carrosserie ou le châssis. L'armature supérieure 16 comprend une portion cylindrique 17 s'étendant concentriquement par rapport à l'armature principale 11 et une bride 18 située à une extrémité ouverte de la portion cylindrique 17. L'armature inférieure 19 comprend une portion cylindrique 17 et une bride 18 semblable à celle de l'armature supérieure 16. Les armatures principale, supérieure et inférieure 11, 16 et 19, sont respectivement en un matériau métallique. Des boulons 91 assurent l'étanchéité et le serrage entre la bride 13 de l'armature principale 11 et la bride 18 de l'armature supérieure 16 ainsi qu'entre la bride de montage 15 de l'armature principale 11 et la bride 18 de l'armature inférieure 19.

Un second organe de support 2 destiné à être monté sur le moteur de véhicule comprend un corps principal d'organe de support métallique 22 sous forme de bloc présentant une surface troncônique 21 et un boulon 23 destiné à être inséré dans un trou percé dans un châssis de support du bloc moteur pour rendre le corps principal 22 solidaire du bloc moteur à l'aide d'un écrou. Le boulon 23 dépasse le corps principal d'organe de support 22 auquel il est assujetti de façon à être coaxial par rapport à la surface troncônique 21 du corps principal 22.

Une cale élastique épaisse (une cale de caoutchouc 3 dans ce cas de réalisation) est fixée entre la surface troncônique 21 du corps principal 22 du second organe de support 2 et la paroi intérieure de la portion cylindrique 17 de l'armature supérieure 16 du premier organe de support 1. La surface moyenne de la cale de caoutchouc 3 est disposée dans un plan perpendiculaire à l'axe central de la surface circonférentielle intérieure de la portion de base cylindrique 12 de l'armature principale 11. La surface circonférentielle extérieure de la cale de caoutchouc 3 est fixée sur la paroi intérieure de la portion cylindrique 17 de l'armature supérieure 16. Le corps principal 22 de l'organe de support est noyé dans la portion centrale de la cale caoutchouc 3 de façon que le boulon 23 du second organe de support 2 soit coaxial par rapport à l'axe central de la surface circonférentielle inté-

rieure de la portion de base cylindrique 12. Grâce à cet agencement, les premier et second organes de support 1 et 2 sont reliés entre eux par l'élasticité de la cale de caoutchouc 3 de façon à pouvoir se déplacer principalement selon ledit axe central.

Une plaque inférieure en une matière élastique déformable en forme de disque, par exemple une plaque inférieure en caoutchouc 10, est fixée par sa surface circonférentielle extérieure sur la paroi intérieure de la portion cylindrique 17 de l'armature inférieure 19 du premier organe de support 1 de façon à fermer une extrémité du premier organe de support 1 qui est en face du second organe de support 2. Ainsi, un espace fermé est délimité par la cale de caoutchouc 3, le premier organe de support 1 et la plaque inférieure en caoutchouc 10. Un liquide, par exemple de l'eau, remplit cet espace fermé.

La portion de base cylindrique 12 de l'armature principale 11 est épaisse. A une extrémité de la portion de base cylindrique 12, extrémité située du côté de l'armature supérieure 16 de fixation de la cale de caoutchouc 3, on prévoit une portion étagée 9 qui présente, du côté de l'armature supérieure 16, un diamètre intérieur plus grand que celui de la partie principale de la portion de base 12 et qui présente une surface perpendiculaire à l'axe central de la base 12. Un organe de cloisonnage 5 est fixé par sa périphérie extérieure sur ladite surface de la portion étagée 9 par des vis 92 (non représentées : seuls les axes centraux sont illustrés). L'organe de cloisonnage 5 divise l'espace fermé en une première chambre A située entre l'organe de cloisonnage 5 et la cale de caoutchouc 3 et une seconde chambre B délimitée par l'organe de cloisonnage 5 et la plaque inférieure en caoutchouc 10. L'organe de cloisonnage 5 comprend deux plaques plates et minces sensiblement en forme de disque 51 et 52 ainsi qu'une entretoise 53 en résine synthétique interposée entre celles-ci. L'entretoise 53 a une forme annulaire et un diamètre extérieur sensiblement identique à celui de la plaque 51. Un certain nombre de trous 54 sont percés dans les plaques 51 et 52, selon un alignement correspondant au diamètre intérieur de la base cylindrique 12. Un organe mobile 55, constitué par une

plaque mince en forme de disque, est disposé dans l'espace délimité par l'entretoise 53 et les plaques 51 et 52. L'organe mobile 55 est apte à se déplacer selon une direction perpendiculaire aux surfaces des plaques 51 et 52, c'est-à-dire selon l'axe central de la paroi intérieure de la portion de base cylindrique 12. L'organe mobile 55 est de préférence réalisé à partir d'une matière élastique souple telle qu'une résine synthétique ou d'une matière solide et présente un diamètre extérieur légèrement inférieure au diamètre intérieur de l'entretoise 53. Le déplacement éventuel de l'organe mobile 55 sur ledit axe central est limité à 5 mm environ au moins, ce qui correspond grosso modo à la différence entre la distance séparant les plaques 51 et 52 et l'épaisseur de l'organe mobile 55.

Un ou une pluralité de passages à fluide 7 sont réalisés dans la portion de base cylindrique épaisse 12 de l'armature principale 11 en une position ou des positions situées radialement vers l'extérieur par rapport au bord périphérique extérieur de l'organe de cloisonnage 5 et s'étend ou s'étendent parallèlement à l'axe central de la base 12 depuis la surface de la portion étagée 9. Le passage à fluide 7 fait communiquer entre elles les première et seconde chambres A et B. La surface en section transversale et la longueur du passage à fluide 7 sont déterminées de façon à établir une certaine résistance à l'écoulement du liquide qui le traverse (la résistance à l'écoulement étant déterminée par la surface en section transversale du passage et sa longueur axiale). Lorsque le passage est réalisé par rectification ou polissage à l'aide d'un outil, la surface en section transversale du passage 7 est déterminée par le diamètre extérieur de l'outil utilisé, et la longueur du passage 7 est déterminée par la position de la portion étagée 9 réalisée sur la portion de base cylindrique 12 le long de son axe central. Un ajustement fin de la longueur du passage à fluide 7 peut être aisément réalisé en prévoyant une seconde portion étagée 93 au niveau d'une partie de la portion de base cylindrique 12 située à proximité de l'armature inférieure 19. Lorsque la bride 18 de l'armature inférieure 19 gêne le passage de fluide dans le passa-

ge 7, la seconde portion étagée 93 permet effectivement un écoulement de liquide entre les première et seconde chambresA et B.

On va décrire les fonctions et les avantages de ce mode de réalisation. Le premier organe de support 1 est monté sur la carrosserie ou le châssis d'un véhicule grâce à la bride de montage 15 et le second organe de support 2 est rendu solidaire du moteur grâce au boulon 23. Lorsqu'il se produit des vibrations dans la caisse d'un véhicule, vibrations dues aux vibrations du moteur ou à la surface irrégulière de la chaussée, la cale de caoutchouc 3 se déforme pour permettre aux premier et second organes de support 1 et 2 de se déplacer l'un par rapport à l'autre. Lors de ce déplacement relatif, les volumes et les pressions internes des chambres A et B se trouvent modifiés. Ensuite, le liquide enfermé dans l'espace fermé passe de la première chambre A vers la seconde chambre B ou inversement. Les surfaces de l'organe mobile 55 situées dans l'ouverture de l'organe de cloisonnage 5 étant exposées aux pressions de fluide régnant dans les chambres A et B à travers les trous 54 percés dans les deux plaques 51 et 52, l'organe mobile se déplace dans la direction d'écoulement du liquide lors du déplacement relatif entre les premier et second organes de support 1 et 2. Comme ce déplacement relatif (c'est-à-dire l'amplitude des vibrations) est faible et que le déplacement de l'organe mobile 55 est inférieur à une valeur admissible, c'est-à-dire la valeur obtenue en soustrayant l'épaisseur de l'organe mobile 55 de la distance séparant les plaques 51 et 52, l'organe mobile 55 se déplace librement entre les plaques 51 et 52 de l'organe de cloisonnage 5 lors du mouvement relatif des premier et second organes de support 1 et 2. Ensuite, aucune différence de pression n'étant établie entre les première et seconde chambres A et B, le moteur est porté élastiquement par la cale de caoutchouc 3. Lorsque l'amplitude des vibrations s'accroît, le mouvement relatif entre les premier et second organes de support 1 et 2 augmente et il s'établit une différence de pression qui a pour effet de provoquer un déplacement de l'organe mobile 55 dépassant la distance admissible, et l'organe mobile 55 est plaqué contre une des plaques 51 et 52

pour fermer les trous 54 percés dans la plaque sur laquelle il est en butée. En se référant à la figure 1, lorsque le second organe 2 se déplace vers le bas, l'organe mobile 55 est plaqué contre la seconde plaque 52 et la pression à l'intérieur de la première chambre A augmente. Ensuite, le liquide présent dans la première chambre A passe dans la seconde chambre B en traversant les passages à fluide 7. Le liquide passant ainsi entre les deux chambres étant exposé à la résistance à l'écoulement déterminée par la surface en section transversale, la longueur et le nombre des passages à fluide 7, le mouvement relatif entre les premier et second organes de support 1 et 2, mouvement provoqué par l'amplitude des vibrations, diminue et les vibrations sont de ce fait amorties. En même temps, pendant que la résistance à l'écoulement assurée par les passages d'écoulement 7 agit sur le liquide, un effet analogue à celui obtenu lorsque le liquide remplit la première chambre A est communiqué à la cale de caoutchouc 3, le dispositif amortisseur dans son ensemble se trouvant alors doté d'une grande raideur comme suspension de moteur.

Du fait que les passages à fluide 7 destinés à établir une résistance à l'écoulement du liquide sont réalisés dans la portion de base cylindrique 12 de l'armature principale 11 du premier organe de support 1, en des positions qui ne sont pas touchées par l'organe de cloisonnage 5 et notamment par son organe mobile 55, la surface en section transversale, la longueur et le nombre des passages à fluide peuvent être librement déterminés. Par conséquent, on peut donner une valeur désirée à la résistance à l'écoulement devant être imposée au liquide.

Un dispositif amortisseur utilisé comme suspension de moteur d'un véhicule est ordinairement exposé aux types de vibration suivants :

a) lors de la mise en route du moteur
   5-15 Hz
b) marche au ralenti du moteur
   5-15 Hz
c) vibrations dues à une surface irrégulière de chaussée sur

laquelle le véhicule roule

5-30 Hz

d) vibrations dues au changement de couple pendant la marche du véhicule

30-200 Hz

Parmi ces divers types de vibration, les vibrations dues à la mise en marche du moteur sont engendrées lors du lancement du moteur par le démarreur. Par conséquent, ces vibrations présentent des formes d'onde non seulement irrégulières et par intervalle mais d'une grande amplitude, ce qui fait qu'il est préférable de maintenir la suspension raide lors de la mise en marche.

Les vibrations engendrées lors de la marche au ralenti du moteur, selon B, présentent une faible fréquence et une grande amplitude des vibrations qui sont plus régulières que les vibrations dues à la mise en marche. Toutefois, la marche au ralenti du moteur se faisant lorsque le véhicule est à l'arrêt, la suspension du moteur est isolée du système d'entraînement du véhicule par un embrayage ou un convertisseur de couple. Par conséquent, pour tenir compte des caractéristiques d'un moteur à combustion interne, il est préférable de maintenir la suspension tendre pour qu'il supporte le moteur élastiquement et pour que celui-ci puisse vibrer librement.

Pour le cas des vibrations C et D ci-dessus comme pour les vibrations de faible amplitude, il est préférable de maintenir la suspension du moteur raide en fonction de l'amplitude des vibrations.

Les vibrations du moteur ou les vibrations transmises au bloc moteur depuis la surface plane d'une chaussée lors du roulement normal du véhicule présentent une fréquence élevée et une faible amplitude de vibrations. Dans ce cas, le déplacement de l'organe mobile 55 dans l'organe de cloisonnage 5 est d'une très faible ampleur. Par conséquent, la suspension tendre du moteur est assurée par l'élasticité de la cale caoutchouc 3.

Lorsque le véhicule roule sur une chaussée irrégulière, les vibrations selon c) ci-dessus sont transmises à la suspension du moteur. Lorsque la variation de couple du moteur est importante,

des vibrations de faible fréquence et de grande amplitude, selon d) ci-dessus sont transmises à la suspension du moteur. Ensuite, le déplacement de l'organe mobile 55 de l'organe de cloisonnage 5 dépasse une valeur admissible et le liquide passe entre les première et seconde chambres A et B en empruntant les passages à fluide 7. De ce fait, les vibrations de grande amplitude sont amorties et la suspension du moteur est maintenue raide.

Lors du lancement du moteur, le moteur est entraîné par le démarreur et des vibrations sous forme d'impulsions de grande amplitude lors de l'allumage et de l'explosion du combustible sont transmises à la suspension du moteur. Les vibrations selon a) ci-dessus sont par conséquent produites. Du fait que le vilebrequin du moteur est entraîné de manière positive dans ce cas, il est préférable de maintenir la suspension du moteur raide. Dans ce mode de réalisation, lorsque des vibrations de grande amplitude sont transmises par suite du lancement du moteur, le déplacement de l'organe mobile 55 de l'organe de cloisonnage 5 dépasse la valeur admissible pour créer une différence de pression instantanée entre les première et seconde chambres A et B. Par conséquent, la suspension du moteur peut être maintenue raide.

La figure 2 est une vue en coupe d'une variante de réalisation de la présente invention pour une suspension de moteur de véhicule. Cette variante de réalisation est identique au premier mode de réalisation comme représenté sur la figure 1 sauf en ce qui concerne les détails suivants. La plaque inférieure en caoutchouc 10 fixée sur l'armature inférieure 19 du premier mode de réalisation est remplacée par une cale de caoutchouc 31 du même matériau et de la même structure que la cale de caoutchouc 3. La cale de caoutchouc 31 est disposée de façon que sa surface moyenne se situe dans un plan perpendiculaire à l'axe central de la surface circonférentielle intérieure de la portion de base cylindrique 12 de l'aramature principale 11. La surface circonférentielle extérieure de la cale de caoutchouc 31 est assujettie à la paroi intérieure de la portion cylindrique 17 de l' armature inférieure 19. Un troisième organe de support 25 en forme de

disque est noyé dans une portion centrale de la cale de caoutchouc 31 et comporte sur sa circonférence extérieure une surface troncônique 26 présentant la même forme que celle du corps principal 22 du second organe de support 2. Un boulon 27, dépassant le troisième organe de support 25, est coaxial par rapport au boulon 23 dépassant le corps principal 22. Le troisième organe de support 25 et le corps principal 22 sont reliés entre eux par un organe de liaison métallique en U 28 de largeur appropriée. Des butées en caoutchouc 32 et 33 sont disposées au niveau des parties des portions cylindriques 17 des armatures supérieure et inférieure 16 et 19 en face de l'organe de liaison 28 de façon à faire bloc avec les cales de caoutchouc 3 et 31. Les autres éléments représentés sur la figure 2 et portant les mêmes numéros de référence désignent les mêmes éléments représentés sur la figure 1 et on en omet une description détaillée.

Dans cette variante de réalisation, une extrémité du premier organe de support 1 qui est située du côté opposé de la cale de caoutchouc 3 est fermée par la cale de caoutchouc 31 de même matériau et de même forme que ceux de la cale 3. Le troisième organe de support 25, relié à la cale de caoutchouc 31, est relié au second organe de support 2 par l'organe de liaison 28. Par conséquent, le troisième organe de support 25 se déplace en totalité avec le second organe de support 2 par rapport au premier organe de support 1. Le degré de déformation de la cale de caoutchouc 31 est identique à celui de la cale de caoutchouc 3. Le volume de l'espace fermé ne change par conséquent pratiquement pas lors de la transmission des vibrations et la suspension du moteur est tendre grâce à l'élasticité des cales de caoutchouc 3 et 31.

Dans ce mode de réalisation, on peut prévoir des éléments identiques pour les armatures supérieure et inférieure 16 et 19 du premier organe de support 1 afin de stabiliser la qualité des produits. En outre, ce mode de réalisation assure les mêmes fonctions et les mêmes avantages que celui de la figure 1. En outre, les butées 32 et 33 viennent en butée contre l'organe de liaison 28 pour protéger la suspension du moteur lorsqu'elle est exposée

à des vibrations d'une amplitude dépassant une valeur déterminée selon les valeurs données lors de la conception à l'organe de cloisonnage 5 et aux passages à fluide 7.

On va décrire une autre variante de réalisation de l'invention en se référant aux dessins annexés. Les premier et second modes de réalisation jouent bien le rôle de dispositif amortisseur contre les vibrations signalées sous a), c) et d) ci-dessus. Toutefois, quand il s'agit de vibrations générées lorsque le moteur marche au ralenti selon b), les dispositifs amortisseurs de ces modes de réalisation assurent des suspensions de moteur raides analogues à l'état de lancement du moteur selon a) ci-dessus. Toutefois, les modes de réalisation suivants peuvent assurer une suspension de moteur tendre apte à amortir les vibrations produites en marche au ralenti du moteur selon b) ci-dessus si bien que le dispositif amortisseur est efficace contre toutes les vibrations.

On va décrire un troisième mode de réalisation en se référant à la figure 3 pour le cas où la présente invention s'applique à un dispositif amortisseur hydraulique comme suspension de moteur destiné au support et à la fixation d'un moteur sur la caisse ou le châssis d'un véhicule.

Ce mode de réalisation présente les caractéristiques suivantes en plus de celles du premier mode de réalisation représentées sur la figure 1. Un solénoïde 4 est disposé à l'intérieur de la paroi intérieure d'une base cylindrique 12 d'une armature principale 11 d'un premier organe de support 1. Un organe de cloisonnage 5 est interposé entre le solénoïde 4 et un second organe de support 2. L'organe de cloisonnage 5 est porté, par rapport au premier organe de support 1, par une feuille élastique en une matière élastique souple. Lors de l'excitation du solénoïde 4, l'organe de cloisonnage 5 est attiré par lui et est maintenu de manière adhérente contre le premier organe de support 1 pour diviser l'espace fermé en des première et seconde chambres A et B.

Une chambre annulaire 41 débouchant sur la surface d'une portion étagée 9 est réalisée dans la portion de base cylindrique

12 de l'armature principale 11. Le solénoïde 4 comprenant un bobinage de forme annulaire, logé dans un boîtier annulaire d'un matériau magnétique, est disposé dans la chambre 41. L'ouverture de la chambre 41 est rendue étanche par un agent de remplissage 42 en résine synthétique pour former une surface d'attraction/fixation 43 du solénoïde 4. Au lieu d'insérer le solénoïde 4 dans la chambre 41, un solénoïde préparé indépendamment peut être fixé par sa surface circonférentielle extérieure à la paroi intérieure de la portion de base cylindrique 12. Un fil 44 assure la liaison du solénoïde 4 avec une alimentation en courant continu par l'intermédiaire d'un interrupteur (non représentés). Le fil 44 traverse une coiffe de protection 46 de manière étanche au liquide et traverse la paroi circonférentielle de la portion de base cylindrique 12 par un trou 45 et sort de manière étanche vers l'extérieur de la coiffe de protection 46. La surface d'attraction/fixation 43 du solénoïde 4 se situe dans un plan perpendiculaire à l'axe central de la surface de la paroi intérieure de la portion de base cylindrique 12 pour être au même niveau que la portion étagée 9.

Une plaque de support annulaire 61 est fixée de manière étanche entre une bride 13 de l'armature principale 11 du premier organe de support 1 et une bride 18 de l'armature supérieure 16. Le bord périphérique intérieur de la plaque de support 61 se prolonge jusque dans l'espace fermé. Le bord périphérique extérieur de l'organe de cloisonnage 5 est fixé sur le bord périphérique inférieur d'une feuille de caoutchouc mince 16 de forme annulaire et est fixé par le bord périphérique extérieur de la feuille 6 au bord périphérique intérieur de la plaque de support 61. Ainsi, l'organe de cloisonnage 5 est suspendu de façon à pouvoir se déplacer sur une faible distance le long de l'axe central de la portion de base cylindrique 12 de l'armature principale 11 grâce à l'élasticité de la feuille de caoutchouc 6. Une plaque plate 52 constituant une surface de l'organe de cloisonnage 5 en face du solénoïde 4 est en un matériau magnétique tel que du fer. La plaque plate 52 est suspendue par la feuille de caoutchouc 6 de façon à être située à une distance d'environ 0,3 à

1,5 mm de la surface d'attraction/fixation du solénoïde 4 lorsque le solénoïde 4 est désexcité. Au lieu de prévoir une plaque plate 52 en un matériau magnétique, les plaques plates 51 et 52 peuvent être réunies entre elles grâce à une entretoise 53 et un certain nombre de vis de matériau magnétique. Des trous 62 sont percés à des intervalles réguliers dans le sens circonférentiel de la feuille de caoutchouc 6.

Les mêmes numéros de référence que sur la figure 1 désignent les mêmes éléments sur la figure 3 et on en omet une description détaillée ici.

Dans ce mode de réalisation, lorsque le bobinage du solénoïde 4 est relié à une source d'alimentation en courant continu, comme le montre la figure 4, l'organe de cloisonnage 5 est attiré vers la surface d'attraction/fixation 43 du solénoïde 4 et est maintenu de manière adhérente contre le premier organe de support 1. Par conséquent, l'organe de cloisonnage 5 a pour effet de diviser l'espace fermé en des première et seconde chambres A et B, le dispositif amortisseur hydraulique conforme à ce mode de réalisation assurant les mêmes fonctions et les mêmes avantages du dispositif appliqué à la suspension d'un moteur représenté sur la figure 1.

Dans ce mode de réalisation, lorsque la connexion entre le bobinage du solénoïde 4 et la source d'alimentation est interrompue et que le solénoïde 4 est désexcité, la paroi de cloisonnage 5 s'éloigne de la surface d'attraction/fixation 43 du solénoïde 4 et ne divise plus l'espace fermé en deux chambres, comme le montre la figure 3. A cet état, quelle que soit l'amplitude des vibrations appliquées entre les premier et second organes de support 1 et 2, l'organe de cloisonnage 5 oscille librement dans le liquide et l'effet amortisseur dû à la résistance à l'écoulement dans les passages à fluide 7 ne s'établit pas. Cet état est à préférer pour une suspension de moteur tournant au ralenti. Les vibrations d'un moteur tournant au ralenti selon b) ci-dessus ont une faible fréquence et une grande amplitude. Toutefois, du fait que la suspension de moteur n'assure pas l'effet amortisseur établi par l'organe de cloisonnage 5, le moteur n'est porté que par l'élas-

ticité de la cale de caoutchouc 3, assurant de ce fait une suspension de moteur tendre qui permet au moteur d'osciller librement.

La figure 5 représente un quatrième mode de réalisation de la présente invention appliqué à une suspension de moteur. Dans ce mode de réalisation, la plaque inférieure en caoutchouc 10 de l'armature inférieure 19 et la cale de caoutchouc 3 du mode de réalisation représenté sur la figure 3 sont remplacées par les cales en caoutchouc 31 et 3 de la figure 2 et un organe de liaison 28 relie un second organe de support 2 avec un troisième organe de support 25 fixé sur la cale en caoutchouc 31. Les mêmes numéros de référence que sur les figures 3 et 2 désignent les mêmes éléments sur la figure 5 et on en omet une description détaillée ici.

Dans ce mode de réalisation, lorsqu'un organe de cloisonnage 5 est attiré vers la surface d'attraction/fixation 43 du solénoïde 4 et est maintenu de manière adhérente contre le premier organe de support 1, il assure les mêmes fonctions et les mêmes avantages que ceux de la suspension de moteur de la figure 2. Lors de la désexcitation du solénoïde 4, qui entraîne l'éloignement de l'organe de cloisonnage 5 de la surface d'attraction/fixation 43 du solénoïde 4, ce mode de réalisation assure une suspension de moteur tendre analogue à celle décrite en référence à la figure 3, qui s'oppose aux vibrations lorsque le moteur tourne au ralenti.

Dans les troisième et quatrième mode de réalisations de la présente invention, le solénoïde 4 est connecté à une source d'alimentation en courant continu par un interrupteur. Lors du lancement du moteur par un démarreur ou lorsque le véhicule roule sur route, l'interrupteur est fermé pour alimenter le solénoïde 4. Lorsque le moteur tourne au ralenti, l'interrupteur est ouvert pour couper l'alimentation du solénoïde 4. Un tel interrupteur peut être réalisé aisément par un homme du métier sous forme d'interrupteur automatique, pour lequel un circuit parallèle constitué d'un commutateur d'allumage comme interrupteur princi-

pal du véhicule pour la mise en mode de lancement du véhicule et un interrupteur fermé lors de la détection de la rotation du vilebrequin ou du compte-tours et ouvert lors de la détection de l'interruption de cette rotation est intercalé entre le solénoïde 4 et l'alimentation en courant continu.

La présente invention concerne donc un dispositif amortisseur hydraulique comprenant deux organes de support, dont un est relié à un élément du support et l'autre est relié à un élément suspendu ; une cale élastique épaisse qui est fixée par un bord périphérique extérieur sur un premier organe de support des deux organes de support et par une portion sensiblement centrale à un second organe de support des deux organes de support pour relier élastiquement entre eux les premier et second organes de support afin de permettre un mouvement relatif entre eux suivant au moins une direction ; un espace fermé entouré d'au moins la cale élastique épaisse, une plaque inférieure élastique fermant une extrémité du premier organe de support en face du côté du second organe de support et le premier organe de support ; un liquide remplissant ledit espace fermé ; et un organe de cloisonnage qui est disposé dans l'espace fermé et qui comporte un organe mobile sensible à l'écoulement du liquide lors du mouvement relatif des premier et second organes de support suivant une direction. Par conséquent, lorsque des vibrations d'une fréquence élevée et d'une faible amplitude sont transmises au dispositif amortisseur par l'élément de support et l'élément suspendu, l'organe mobile se déplace sur une distance correspondant à l'amplitude des vibrations pour compenser la déformation de la cale élastique et pour maintenir la raideur de la cale à un faible niveau. Toutefois, lorsque des vibrations de faible fréquence et de grande amplitude et que le déplacement de l'organe mobile dans l'organe de cloisonnage ne peut seul compenser une telle déformation, le liquide passe d'une chambre de l'espace fermé dans l'autre chambre délimitée par la paroi de cloisonnage de façon à imposer une résistance à l'écoulement du liquide, ce qui a pour effet d'amortir les vibrations.

Selon la présente invention, au moins un passage à fluide permettant au liquide de passer d'une chambre de l'espace fermé dans l'autre chambre délimitée par l'organe de cloisonnage est réalisé dans la portion de paroi constituant le premier organe de support de façon à permettre la communication entre les deux chambres de l'espace fermé qui sont divisées par l'organe de cloisonnage et l'établissement d'une résistance à l'écoulement du liquide qui le traverse. Grâce à cette disposition, la surface en section transversale, la longueur et le nombre de passages à fluide peuvent être sélectionnés de manière arbitraire et les positions de réalisation de ces passages à fluide peuvent être sélectionnés dans une plus grande zone.

Lorsque la périphérie de l'organe de cloisonnage est fixée sur le premier organe de support pour diviser l'espace fermé en des première et seconde chambres, la présente invention permet d'obtenir un dispositif amortisseur simple qui assure un effet amortisseur tendre vis-à-vis des vibrations de fréquence élevée et de faible amplitude et un effet amortisseur raide vis-à-vis des vibrations de faible fréquence et d'une grande amplitude, grâce au déplacement de l'organe mobile, qui est apte à se déplacer sur une faible distance dans la direction du mouvement relatif, et grâce aux passages à fluide qui sont réalisés dans la portion de paroi constituant le premier organe de support et qui permettent aux première et seconde chambres de communiquer entre elles pour autoriser l'écoulement de liquide en vue d'amortir ces vibrations et permettant en outre la réalisation de passages à fluide indépendamment de la configuration de l'organe de cloisonnage et un ajustement facile de la résistance à l'écoulement.

En outre, conformément à la présente invention, le solénoïde comprenant une ouverture au niveau de sa portion centrale et la surface d'attraction/fixation de celui-ci étant sensiblement perpendiculaire à ladite une direction du mouvement relatif, est disposé dans la paroi intérieure du premier organe de support. L'organe de cloisonnage est interposé entre la surface d'attraction/fixation du solénoïde et la cale élastique. Le bord périphérique extérieur de la feuille élastique en une matière élastique

souple est fixé sur le premier organe de support tandis que le bord périphérique intérieur de la feuille élastique est fixé sur le bord périphérique extérieur de l'organe de cloisonnage. Par conséquent, l'organe de cloisonnage est apte à se déplacer dans la direction de mouvement relatif entre les premier et second organes, si bien que, lorsque le solénoïde est alimenté en courant, l'organe de cloisonnage est maintenu de manière adhérente contre la surface d'attraction/fixation du solénoïde à l'encontre de l'élasticité de la feuille élastique pour diviser l'espace fermé en des première et seconde chambres. Avec cette disposition, lorsqu'il s'agit de vibrations ne devant pas être amorties, le courant alimentant le solénoïde est coupé. Ensuite, l'organe de cloisonnage s'éloigne de la surface d'attraction/fixation du solénoïde grâce à l'élasticité de la feuille élastique et l'espace fermé constitue une seule chambre dans laquelle le liquide ne circule pas. Ainsi, le dispositif amortisseur amortit des vibrations seulement grâce à l'effet amortisseur de la cale élastique épaisse en une matière élastique souple. Toutefois, lorsqu'il s'agit de vibrations qui doivent être absorbées/amorties, le solénoïde est alimenté en courant pour attirer l'organe de cloisonnage vers la surface d'attraction/fixation du solénoïde et pour le maintenir de manière adhérente contre le premier organe de support, assurant de ce fait le même effet que pour le cas où la paroi de cloisonnage est fixée sur le premier organe de support.

C'est ainsi que, lorsque le solénoïde est alimenté en courant, tant que les vibrations transmises au dispositif amortisseur sont des vibrations de faible amplitude, elles sont amorties grâce à la souplesse ou au manque de raideur de la cale. Toutefois, lorsque l'ampleur des vibrations dépasse une valeur prédéterminée, la raideur du dispositif amortisseur est augmentée par la résistance à l'écoulement imposée par les passages à fluide réalisés dans le premier organe de support. Lorsque l'alimentation du solénoïde est coupé, la fonction des passages à fluide n'est pas assurée dans le dispositif amortisseur et les

vibrations ne sont absorbées que par un effet amortisseur tendre de la cale élastique.

Dans les modes de réalisation décrits ci-dessus, les premier et second organes de support sont cylindriques. Toutefois, selon le principe de base de la présente invention, la section transversale des premier et second organes de support n'est pas limitée à un cercle et peut avoir d'autres formes telles qu'une forme polygônale.

REVENDICATIONS

1. Dispositif amortisseur hydraulique, caractérisé en ce qu'il comprend :

deux organes de support se composant d'un premier organe de support (1) devant être relié à un élément de support et d'un second organe de support (2) devant être relié à un élément suspendu ;

une cale élastique épaisse (3) en une matière élastique déformable comportant un bord périphérique extérieur fixé au premier organe de support (1) et une portion sensiblement centrale fixée au second organe de support (2) pour relier élastiquement entre eux les premier et second organes de support de façon à permettre entre eux un mouvement relatif suivant au moins une direction ;

un espace fermé entouré d'au moins ladite cale élastique épaisse (3), une plaque inférieure élastique (10) fermant une extrémité du premier organe de support (1) en face du côté du second organe de support (2) et ledit premier organe de support ; un liquide remplissant ledit espace fermé ; un organe de cloisonnage (5) fixé par une périphérie sur ledit premier organe de support pour diviser ledit espace fermé en des première et seconde chambres (A, B) et comportant un organe mobile (55) pouvant se déplacer à l'intérieur de celui-ci sur une faible distance suivant ladite une direction de mouvement relatif des premier et second organes de support ; et

au moins un passage à fluide (7) réalisé dans une portion de paroi (12) constituant le premier organe de support, pour faire communiquer entre elles lesdites première et seconde chambres (A, B) de l'espace fermé délimité par l'organe de cloisonnage (5) et pour imposer une résistance à l'écoulement du liquide qui le traverse.

2. Dispositif amortisseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la plaque inférieure élastique (10) fermant l'extrémité du premier organe de support (1) est réalisé sous forme d'une cale élastique épaisse (31) en une matière élastique déformable et est fixé par une portion sensiblement centrale à un

troisième organe de support (25), ce troisième organe de support (25) est rendu solidaire du second organe de support (2) par un élément de liaison (28).

3. Dispositif amortisseur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'organe de cloisonnage (5) se compose de deux plaques plates (51, 52) constituées chacune d'une plaque mince percée de trous (54) dans une portion sensiblement centrale et une entretoise (53) interposée entre celles-ci le long d'une circonférence entière de celles-ci, et en ce que ledit organe mobile (55) est constitué d'une plaque mince dimensionnée pour pouvoir fermer tous les trous (54) percés dans les deux plaques plates (51, 52) et est inséré dans un espace délimité par ladite entretoise (53) et les deux plaques plates (51, 52) de façon à pouvoir se déplacer suivant ladite direction de mouvement relatif entre les premier et second organes de support (1, 2).

4. Dispositif amortisseur hydraulique, caractérisé en ce qu'il comprend :

deux organes de support se composant d'un premier organe de support (1) devant être relié à un élément de support et d'un second organe de support (2) devant être relié à un élément suspendu ;.

une cale élastique épaisse (31) en une matière élastique déformable et comprenant un bord fixé sur le premier organe de support (1) et une portion sensiblement centrale fixée au second organe de support (2) pour relier élastiquement entre eux les premier et second organes de support de façon à autoriser un mouvement relatif entre eux suivant au moins une direction ;

un espace fermé entouré d'au moins ladite cale élastique épaisse (31), une plaque inférieure élastique (10) fermant une extrémité du premier organe de support (1) en face du côté du second organe de support (2) et ledit premier organe de support ;

un liquide remplissant ledit espace fermé ;

un solénoïde (4) disposé sur une paroi intérieure du premier organe de support (1), ledit solénoïde (4) étant percé dans une portion centrale d'une ouverture et comprenant une surface

d'attraction/fixation (43) sensiblement perpendiculaire à ladite une direction de mouvement relatif ;

un organe de cloisonnage en forme de plaque (52) interposé entre la surface d'attraction/fixation (43) du solénoïde (4) et la cale élastique (31), et comprenant un bord périphérique extérieur fixé sur un bord périphérique intérieur d'une feuille élastique (6) en une matière élastique déformable qui est fixée par un bord périphérique extérieur sur ledit premier organe de support (1), et un organe mobile (55) apte à se déplacer intérieurement de celui-ci sur une faible distance dans ladite une direction de mouvement relatif, ladite paroi de cloisonnage (55) étant mobile dans ladite direction de mouvement relatif par déformation de la feuille élastique (6) ; et

au moins un passage à fluide (7) réalisé dans une portion de paroi constituant le premier organe de support (1), ledit passage à fluide présentant des extrémités ouvertes dont chacune débouche dans ledit espace fermé au niveau de chacune des deux positions latérales de la surface d'attraction/fixation (43) du solénoïde (4) suivant ladite une direction de mouvement relatif, respectivement, et imposant une résistance à l'écoulement du liquide qui le traverse,

ledit organe de cloisonnage (5) étant maintenu de manière adhérente contre la surface d'attraction/fixation (43) du solénoïde (4) à l'encontre de l'élasticité de la feuille élastique par excitation dudit solénoïde de façon à diviser l'espace fermé en des première et seconde chambres (A, B), ledit passage à fluide (7) assurant la communication entre les première et second chambres (A, B).

5. Dispositif amortisseur selon la revendication 4, caractérisé en ce que la plaque inférieure élastique (10) fermant l'extrémité du premier organe de support (1) est réalisée sous forme d'une cale élastique épaisse (31) en une matière élastique déformable et est fixée par une portion sensiblement centrale à un troisième organe de support (25), ce troisième organe de support étant rendu solidaire du second organe de support (2) par un organe de liaison (28).

6. Dipositif amortisseur selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que l'organe de cloisonnage (5) se compose de deux plaques plates (51, 52) constituées chacune d'une plaque mince et percées d'un certain nombre de trous (54) dans une portion sensiblement centrale et d'une entretoise (53) interposée entre celles-ci le long d'une circonférence entière, et en ce que ledit organe mobile est réalisé sous forme d'une plaque mince dimensionnée pour lui permettre de fermer tous les trous (54) percés dans les deux plaques plates (51, 52) et est inséré dans un espace délimité par ladite entretoise (53) et lesdites deux plaques plates (51, 52) de façon à pouvoir se déplacer dans ladite une direction de mouvement relatif entre les premier et second organes de support (1, 2).

FIG. 1

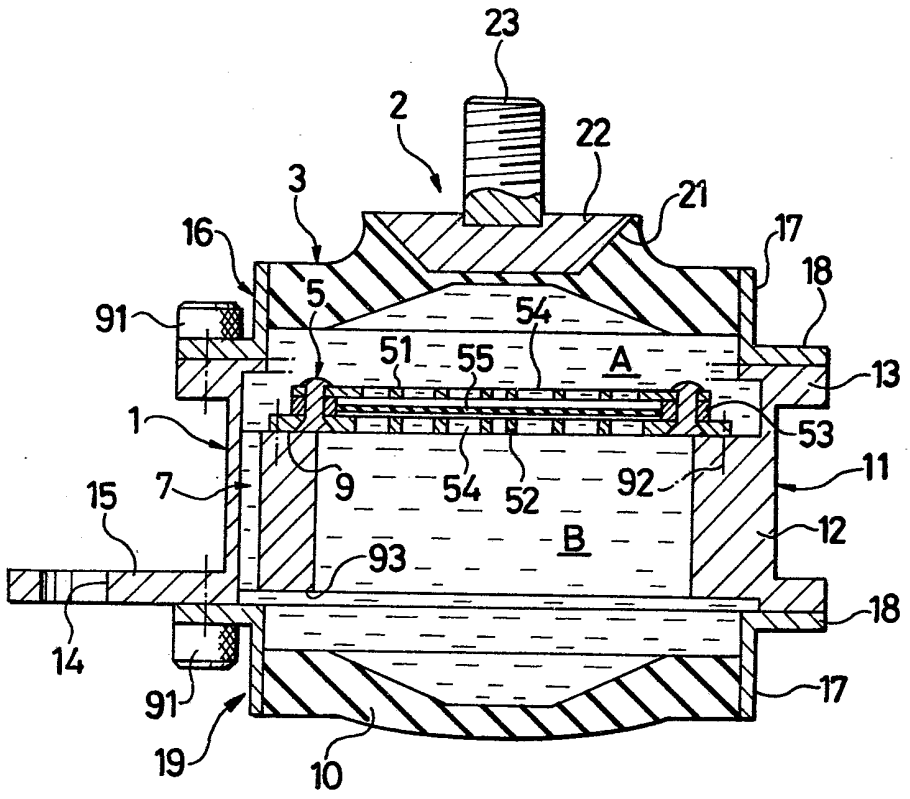

23
2
22
3
21
16
17
18
5
54
91
51
55
A
13
1
53
7
9
54
52
92
11
15
B
12
93
18
14
91
17
19
10

FIG. 2

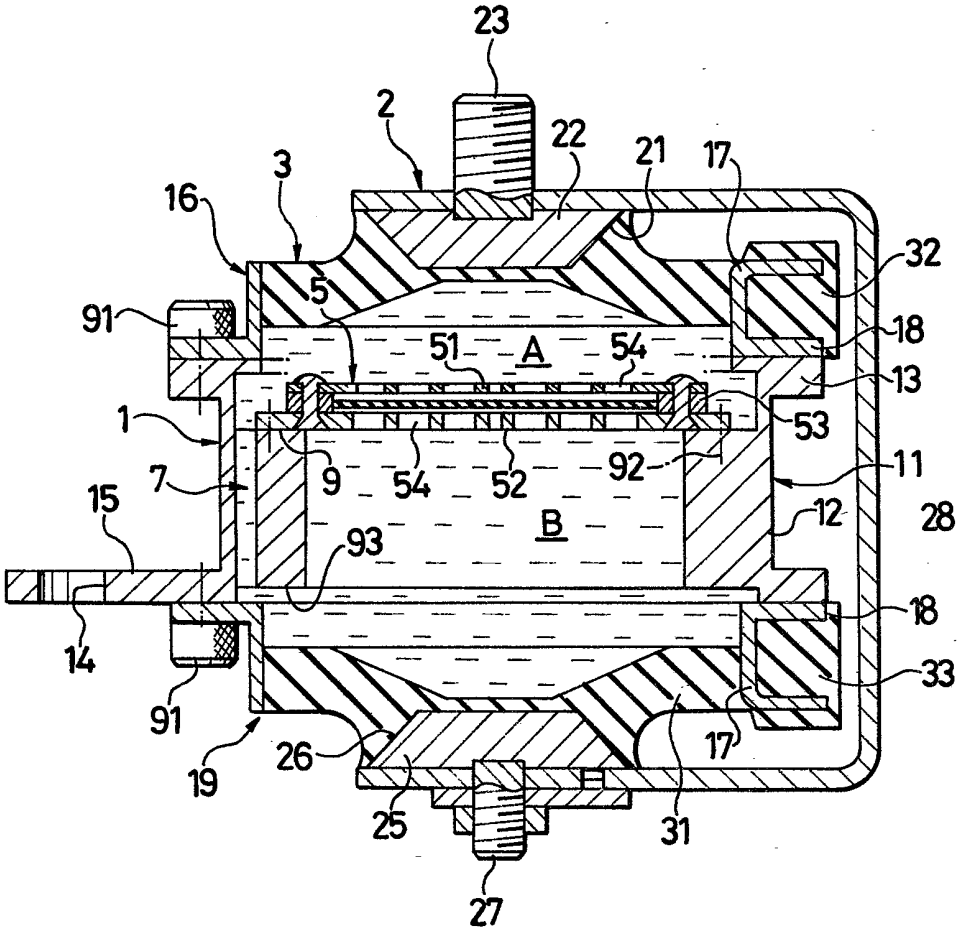

23
2
22
21
17
3
16
32
5
91
18
51
A
54
13
1
53
9
54
52
92
11
7
15
B
12
28
93
18
14
33
91
17
19
26
25
31
27

FIG.3

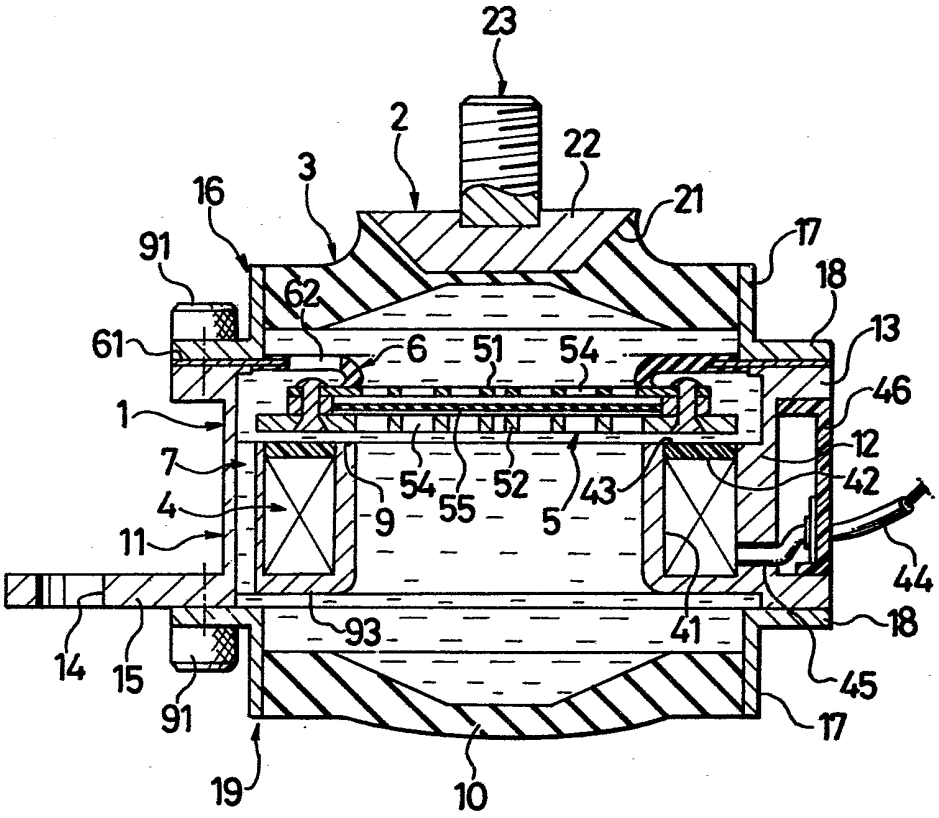

23
2
22
3
16
21
17
91
62
18
61
6
51
54
13
46
1
12
7
54
55
52
43
42
4
9
5
11
44
93
41
18
14
15
45
91
17
19
10

FIG.4

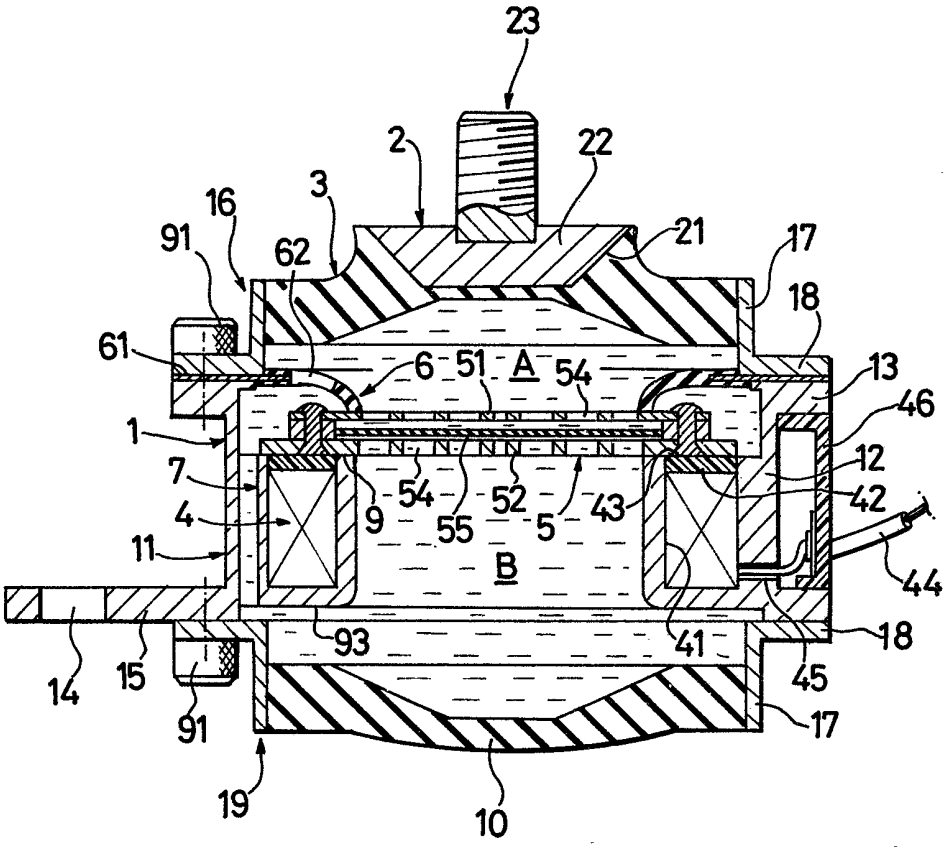

23
2
22
3
16
91
62
21
17
18
61
6
51
A
54
13
46
1
12
7
54
52
43
42
4
9
55
5
11
B
44
93
41
18
14
15
45
91
17
19
10

FIG.5

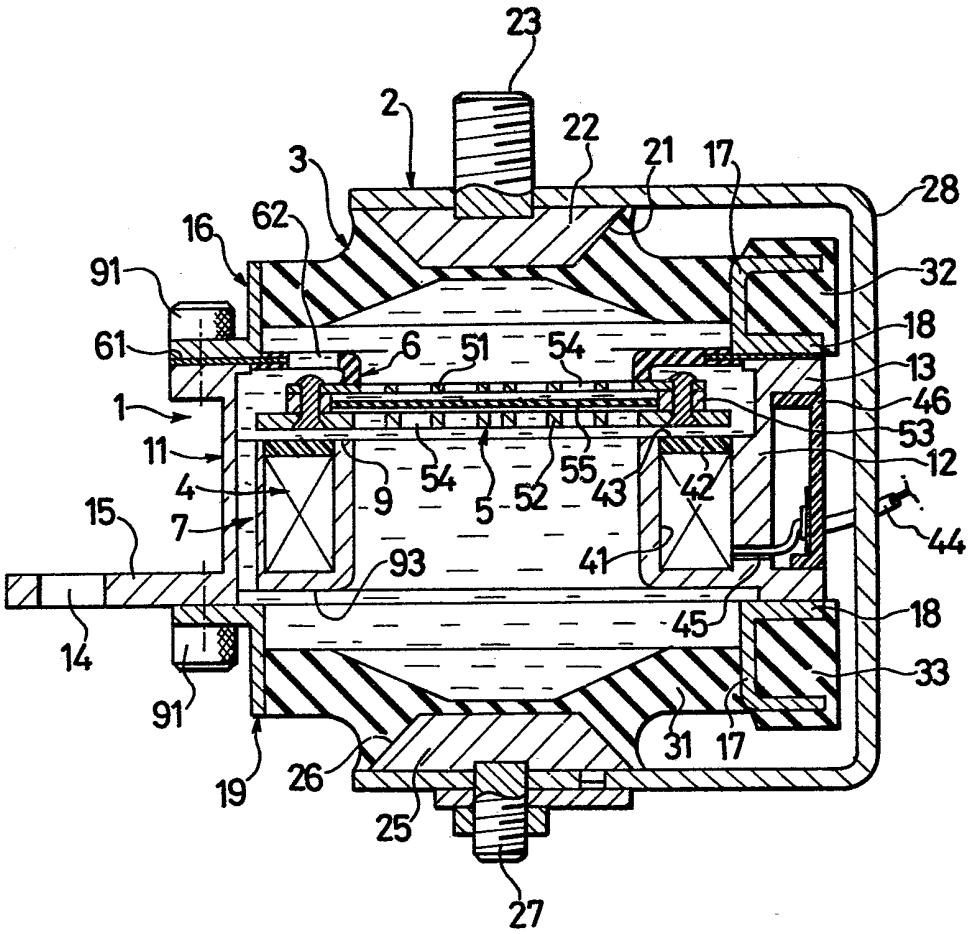
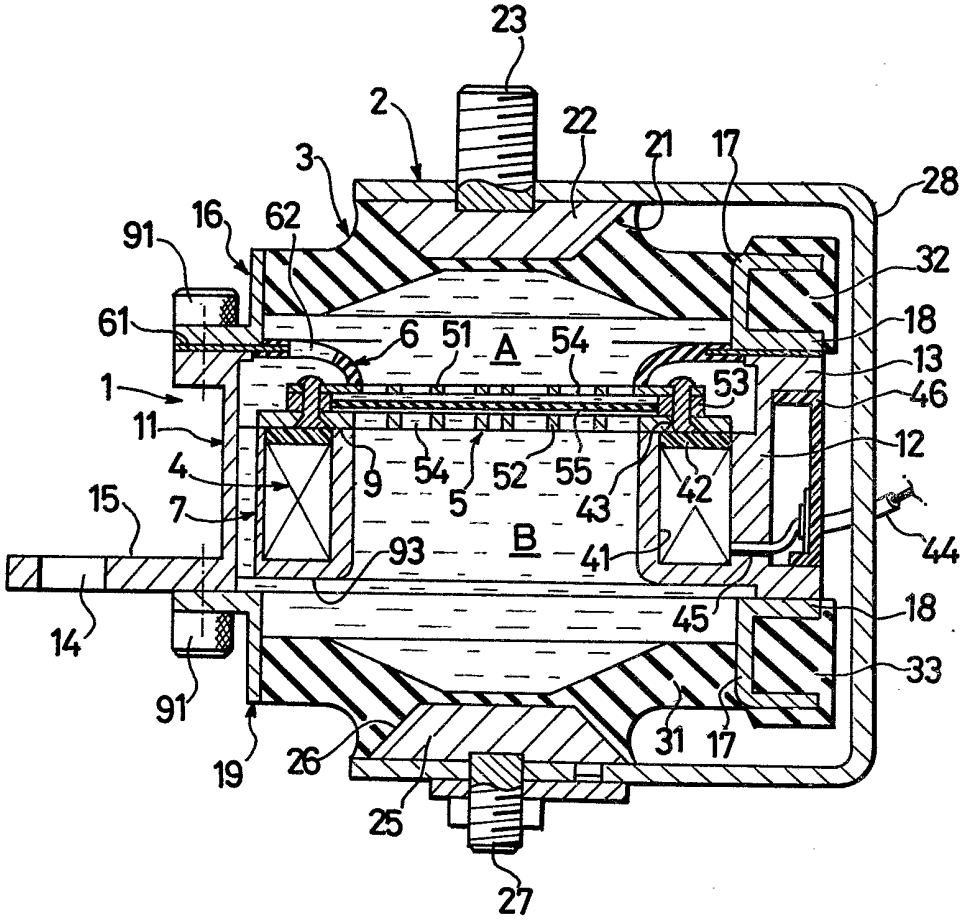

23
2
22
21
17
28
3
62
16
91
32
61
6
51
54
18
13
1
46
53
11
54
5
52
55
43
42
12
4
9
15
7
93
41
44
45
18
14
33
91
31
17
19
26
25
27

FIG.6


23
2
22
21
17
28
3
16
62
91
32
61
6
51
A
54
18
13
1
53
46
11
9
54
52
55
12
4
5
43
42
15
7
B
41
44
93
45
18
14
33
91
31
17
19
26
25
27