

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②①

**N° 81 00123**

---

⑤④ Dispositif électrique à conducteurs rotatifs, tel que notamment moteur, accumulateur d'énergie et convertisseur.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). H 02 K 41/06, 57/00.

②② Date de dépôt..... 7 janvier 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 27 du 9-7-1982.

---

⑦① Déposant : HAGER Bror Olof et ASK Jonas Waldemar, résidant en Suède.

⑦② Invention de : Bror Olof Hager et Jonas Waldemar Ask.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Armengaud Aîné,  
3, av. Bugeaud, 75116 Paris.

Cette invention est relative à de nouvelles constructions de moteurs électriques, accumulateurs etc... obtenues par un arrangement des groupes de conducteurs électriques généralement reliés en série, qui tournent librement dans un flux magnétique radial. Il résulte de cette invention qu'il est clair que des courants et tensions électriques peuvent être transformés et que de l'énergie ou de la puissance électrique peuvent être transférés à une énergie ou une puissance mécanique en rotation et également transformés dans la direction opposée. Cette invention concerne également des types tout-à-fait nouveaux d'unités de puissance mécaniquement actives.

L'effet inductif  $E_1 = \frac{d\phi}{dt}$ , utilisé dans les dispositifs électriques connus et la force  $F = I.B.L$ . ne sont généralement pas directement couplés aux énergies de rotation de la forme  $\frac{I\omega^2}{2}$ . Pour transformer des tensions et des courants sans moyens mécaniques, par l'intermédiaire de convertisseurs rotatifs, on a utilisé que des champs alternant pour l'effet  $\frac{d\phi}{dt}$ . Par ailleurs il est utile pour les dispositifs électriques rotatifs que les conducteurs électriques actifs soient rigidement connectés aux masses en rotation. Le flux magnétique nécessaire traverse une section du dispositif fixe dans l'espace ou fixée au dispositif.

L'un des principes essentiels sur lequel repose la présente invention est que seuls les conducteurs portant le courant sont entraînés en rotation circulaire dans un flux magnétique dirigé radialement et que l'unité produisant le champ magnétique n'a pas besoin d'être fixé dans l'espace.

Selon une caractéristique essentielle de cette invention les procédés utilisés pour réaliser cette rotation des conducteurs de courant dans l'unité magnétique mettent en oeuvre un roulement des conducteurs exempt de glissement et de frottement, entre les surfaces cylindriques environnantes. A cet effet, on prévoit un nombre  $2N$  de rouleaux conçus spécialement dans ce but, supportés respectivement par des rouleaux de support, l'ensemble desdits rouleaux étant positionné dans une enceinte ou cavité cylindrique.

Selon cette invention on prévoit deux groupes principaux de fonctionnement mécanique des rouleaux. Dans le premier cas les rouleaux, tournant à vitesse continue et constante, ne sont

soumis à aucune influence tangentielle de la part du système environnant (ou n'ont aucune influence sur ce système). Dans le second cas, les rouleaux coopèrent mécaniquement, par contact de frottement, avec le système environnant. Ce système environnant est alors formé par deux moitiés concentriques, tournant librement.

D'autres caractéristiques et avantages de cette invention ressortiront de la description faite ci-après en référence aux dessins annexés qui en illustrent divers exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif. Sur les dessins :

- les figures 1a à 1c, 2a-2c, 3a-3c, 4a-4c sont des vues schématiques illustrant le premier type de fonctionnement mécanique des rouleaux 1. Dans ce type de fonctionnement, ces rouleaux 1 entraînés selon une vitesse de rotation continue et constante, sont totalement exempts d'influence tangentielle de la part du système environnant 3 (Fig 1a-1d ; Fig 2a-2c et Fig 4a-4c) ou des parties 3 et 4 de ce système (Fig 3a-3c);
- les figures 5a-5d et 6a-6d illustrent de façon schématique le mode de fonctionnement selon lequel les rouleaux 1 coopèrent mécaniquement par contact de frottement avec le système environnant, lequel est ici constitué par deux moitiés concentriques, tournant librement 5 et 6 ;
- les figures 7a et 7b sont respectivement des vues en élévation frontale et latérale d'un exemple de réalisation de l'invention et ;
- les figures 8a à 8d illustrent des applications de l'invention à la réalisation de générateurs en courant alternatif et de convertisseurs courant continu-courant alternatif.

En se référant aux figures 1a à 1d et 2a et 2b ainsi qu'aux figures 4a à 4d et 5a à 5d, respectivement, on voit clairement comment chaque second rouleau de support 2 est placé à l'extérieur du plan passant par les centres des axes des rouleaux 1 adjacents, lorsque l'angle B que fait la ligne passant par son centre et le centre de l'un des rouleaux 1, est inférieur à  $90^\circ$  (figure 4 à 4d) et comment chaque second rouleau de support 2 est placé à l'intérieur de ce plan lorsque  $B > 90^\circ$  (figures 1a à 1d, 2a - 2b et 5a - 5d). Un rapport univoque des rayons des rouleaux de support pour obtenir une rotation et un roulement exempt de glissement est obtenu à partir des formules des figures

7a et 7b. Les mesures et les angles indiqués sur les figures 1a à 2b et 4a à 5d et 7a - 7b ainsi que les formules de ces dernières figures définissent le rapport réel des rayons. On peut également donner aux rouleaux principaux 1, un rapport univoque de rayons, avec des rouleaux de support 2 totalement cylindriques. Pour de telles variantes on peut utiliser des formules quelque peu modifiées. La même possibilité existe pour une combinaison de différents rapports de rayons pour les rouleaux et les rouleaux supports. Le nombre uniforme de tous les rouleaux, des valeurs absolues des rayons des rouleaux et de la cavité 7, ainsi que les dimensions axiales sont libres dans certaines limites larges. Une limite inférieure, respectivement supérieure  $\Delta$  a été indiquée sur les figures pour l'un des rayons de la cavité. On donne deux valeurs de diamètre à l'une des surfaces cylindriques entourant la cavité cylindrique, une valeur à la partie qui est au contact des conducteurs - rouleaux, l'autre partie ayant un diamètre tel qu'elle ne touche pas le conducteur - rouleau ayant l'autre diamètre, tout en étant très proche du rouleau.

Les figures 3a à 3c illustrent un exemple de réalisation de l'invention comportant deux cavités concentriques 7 et 8 pour l'accumulation de l'énergie. Pour simplifier le dessin seule la moitié des rouleaux 1 a été représentée. Cet exemple est du type pour lequel  $B > 90^\circ$ . D'autres modes d'exécution avec un certain nombre de systèmes concentriques de rouleaux permettent d'obtenir une bonne exploitation du volume et de cette façon une densité élevée d'énergie. On ne décrira pas ici comment sont produits les flux dans les différentes cavités, ni les possibilités qui existent de contrôler, de distribuer et de faire varier ces flux étant donné que les principes essentiels de cette invention ne sont pas affectés.

Sur la figure 3c on a représenté un exemple non limitatif de réalisation d'un rouleau 1 qui comporte des parties d'extrémité et centrale électriquement conductrices, respectivement 10 et 9, la partie centrale essentielle 12 du rouleau, électriquement conductrice, étant de préférence réalisée à partir d'un matériau bon conducteur magnétique. Sur les deux côtés du bâti on fixe un nombre N de sections collectrices 13, 14 qui sont isolées les unes des autres et également du bâti, ces sections

collectrices 13, 14 formant à la fois surfaces de roulement et connexions de courant pour les conducteurs - rouleaux 1. Dans l'exemple de réalisation générale avec une cavité<sup>7</sup> accessible de l'extérieur (figures 1a - 1d, fig. 2a - 2b, Fig 4a - 4d, Fig 5a - 5d, Fig 6a - 6d) on peut prévoir des connexions isolées sur chaque section collectrice de chaque côté afin d'obtenir une connexion en série et/ou en parallèle pour un ou plusieurs groupes de sections. Dans l'exemple de réalisation illustré par les figures 3a à 3c, afin d'obtenir une connexion en série interne simple de tous les conducteurs - rouleaux, les segments 14 pour les deux cavités, ont été déplacés mutuellement de A degrés avec l'intercouplage 15, à l'exception cependant d'un intercouplage 16 qui est utilisé pour des connecteurs de courant extérieurs. L'angle A est défini par  $A = \frac{360}{2N}$ .

En se référant toujours à la figure 3 on voit que lorsque le dispositif est connecté à une tension externe en courant continu, une inductance, par exemple, limitant le courant du départ, les rotations circulaires en sens inverse des deux sections de rouleaux débutent et ces rouleaux atteignent rapidement les vitesses circulaires  $\omega$  et  $K\omega$  répondant à la relation

$$E_i = \frac{1 + k \omega \cdot N \cdot \phi}{2};$$

La différence entre la tension venant de l'extérieur E et la tension interne induite  $E_i$  donne lieu à un courant au travers des rouleaux - conducteurs et de la résistance R du système. A un équilibre de rotation, le courant de circuit fermé, sa force de commande et le moment angulaire compensent les pertes ohmiques, de frottement et d'hysteresis dans les sections de rouleaux. Si ces pertes sont différentes pour les deux sections de rouleaux on a  $\omega \neq K\omega$ , mais on peut cependant atteindre une égalité à l'aide d'une densité de flux adaptée en shuntant le champ dans l'une des cavités, ou par une distribution de courant différente etc... La consommation de puissance de la source de tension extérieure pour une rotation continue et pour une faible valeur de R est pratiquement indépendante de cette résistance et elle est proportionnelle aux pertes par frottement et par hysteresis. Etant donné que les pertes par frottement, notamment dans les systèmes sous vide, sont pratiquement nulles et que les autres pertes peuvent être réduites à un minimum par le choix d'un matériau ferromagnétique adapté et d'une construction limitant les

pertes par courant de Foucault, les pertes à vide sont négligeables.

Lorsque l'on déconnecte la source de tension externe après le démarrage du système, l'énergie de rotation interne du système demeure. Le système agit comme un accumulateur électromécanique. Le réglage de tension, lorsqu'on connecte une charge extérieure, est effectué en réglant la force du champ de façon qu'elle soit inversement proportionnelle à la vitesse de révolution. Sans charge extérieure, les pertes à vide dues à l'hysteresis peuvent être réduites à zéro par une démagnétisation totale  $\phi = 0$ . Ceci donne une possibilité de conservation d'énergie de longue durée, limitée seulement par les pertes d'hysteresis dues aux déformations mécaniques résultant des forces centrifuges et les pertes provenant de micro-glissements.

Pour obtenir une conservation maximale de l'énergie les rouleaux du système doivent pouvoir tourner librement dans l'espace avec une vitesse de surface maximale autorisée et une marge de sécurité acceptée jusqu'à la limite d'explosion. Etant donné que les vitesses de surface sont proportionnelles aux rayons externes des cavités, ceci signifie que les vitesses de rotation des sections doivent être réglées de façon inversement proportionnelle à ces rayons avec par exemple, des densités de flux ajustées.

Dans le cas général avec des rotations circulaires de même direction, l'énergie de rotation emmagasinée dans les rouleaux peut être également transformée en énergie de rotation du système entourant la cavité ou les cavités, si ce système est fixé sur un arbre muni de paliers, c'est-à-dire si le système présente les performances d'un moteur. La transformation est effectuée en court-circuitant les connexions aux collecteurs, respectivement, en réglant le flux magnétique. Sans charge mécanique extérieure sur l'arbre du système, un tel transfert d'énergie et une rotation totale du système seront obtenus rapidement en interrompant la rotation relative entre le système et les rouleaux et en faisant cesser la tension induite interne ainsi que le courant au travers des rouleaux -conducteurs. Cependant, si l'arbre est simultanément chargé par un couple externe, c'est-à-dire si le dispositif fonctionne comme un moteur d'entraînement, on atteint finalement une situation pour laquelle toute l'énergie

de rotation interne et relative est transférée à la charge extérieure et la force d'entraînement disparaît.

On obtient une action motrice continue et constante à partir des effets décrits ci-dessus avec un contrôle de temps et  
 5 une commutation alternée entre la conservation d'énergie et la fourniture d'énergie. L'inertie de la charge égalise alors les pulsations (variations). Pendant la période du stockage de l'énergie, la réaction du système n'a pas d'influence sur la charge, mais elle est transférée et couplée au bâti du dispositif, ce  
 10 qui se traduit par exemple par une addition d'un couplage exempt de contre-rotation à la charge.

Une variante consiste en un prélèvement d'énergie et une admission simultanée d'énergie. Une partie déterminée du système de rouleaux et de façon plus simple pour les systèmes comportant une cavité, fonctionne alors en court-circuit avec un  
 15 effet de verrouillage électromagnétique entre la consommation d'énergie extérieure du système de rouleaux et son énergie interne. On donne, à d'autres parties du système de rouleaux, une énergie de rotation déterminée à partir d'une source d'énergie électrique, par l'intermédiaire de contacts de collecteurs ouverts, appartenant à ces parties, qui sont alors connectées à une source de tension extérieure. La commutation alternée des forces de rotation au bâti, respectivement au rotor, peut être conçue avec deux systèmes de flux fonctionnant alternativement,  
 20 formés dans le rotor, respectivement du bâti. Les systèmes de rouleaux et de flux auront alors des activités simultanées.

La fonction du transfert de l'énergie électrique vers d'autres formes d'énergie électrique, c'est-à-dire la transformation tension-courant, est résolue en utilisant des contacts du  
 30 type transformateur échelonné à partir des collecteurs des conducteurs connectés en série. En variante, on peut utiliser des groupes partiels séparés électriquement les uns des autres, appartenant au nombre total des rouleaux actifs. On obtient ainsi selon l'expression des transformateurs, les rapports de courant  
 35 suivants :  $I_1 N_1 = I_2 N_2 = \text{etc.}$  et des rapports de tension :  $\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2} = \text{etc.}$

On n'a pas décrit ici la fonction de moteur inversé réalisée par le système selon cette invention, c'est-à-dire la génération

d'énergie électrique à partir d'énergie mécanique avec ses caractéristiques symétriques. De la même façon qu'on l'a expliqué ci-dessus, le courant est ramené à la source de tension  $E = I \cdot R_y$  lorsque le moment connecté à l'extérieur oblige la rotation à  
 5 changer de sens et que :  $E_i = I(R + R_y)$  ou  $E_i = IR + E$

En adaptant les lignes de courant alternatif ordinaire aux systèmes électromagnétiques décrits ci-dessus et en premier lieu aux moteurs, convertisseurs et accumulateurs, il est nécessaire que le champ magnétique varie en synchronisme avec la source de  
 10 tension extérieure, de façon appropriée avec des enroulements d'excitation alimentés en parallèle. Pour des générateurs en courant alternatif et pour des convertisseurs courant continu - courant alternatif, auxquels se réfèrent les figures 8a à 8d, dans lesquels les segments de collecteur sont à connexions croi-  
 15 sées, on obtient des courants alternatifs de forme carrée (figure 8c) lorsque le flux de l'aimant est constant. L'amplitude de ce flux magnétique détermine la fréquence de rotation  $\omega$

$$\omega = \frac{2\pi \cdot E}{N \cdot \phi} \quad \text{et à partir de là la fréquence de pulsation}$$

$$f = \frac{E}{\phi}$$

20 Si on désire une tension de sortie ondulatoire (sinusoïdale), chaque segment de collecteur peut être divisé en une courbe égale de segments partiels, par exemple 6, ce qui donne la courbe représentée sur la figure 8d, la tension pouvant être filtrée alternativement par tout procédé connu ou engendrée par un flux  
 25 de champ magnétique contrôlé et sinusoïdal.

Les figures 5a à 5d illustrent une variante mécanique des formes de réalisation de l'invention représentée sur les figures 1a à 4d avec une cavité ou des cavités entourant un système homogène. Sur ces figures 5a à 5d on peut voir un système pour lequel  
 30 on a  $B > 90^\circ$ , ce système étant comparable à un moteur/générateur ordinaire avec une unité rotor et une unité stator. Les conducteurs rouleaux et ensuite la moitié du nombre total N de ceux-ci, ont un contact direct avec respectivement le rayon interne et le rayon externe de la cavité. De l'énergie électrique est  
 35 transférée en énergie rotative par l'intermédiaire des forces tangentielles. Ceci est également vrai pour la forme de réalisation selon laquelle  $B < 90^\circ$  qui peut être comparée aux figures 4a à 4d, où cependant les rouleaux doivent être au contact des surfaces cylindriques environnantes. La rotation du rotor sera

ici égale à la double rotation des conducteurs - rouleaux de la même manière que dans un palier de rouleau classique. La reluctance dans la cavité décroît ici étant donné qu'il existe seulement deux zones de dérivation pour le flux partiel au travers d'un conducteur-rouleau, mais elle augmente totalement en même temps par la distance  $\Delta$ , entre les parties extérieures et intérieures du système. Selon une autre variante avec des conducteurs rouleaux comportant des cannelures ou des crans, on peut supprimer les rouleaux de support étant donné que la division angulaire entre les rouleaux individuels peut être maintenue par un pas de pignons adapté sur les rouleaux et les surfaces cylindriques.

Selon encore une autre variante représentée aux figures 6a à 6d, on réalise un système stator-rotor qui permet de mettre en oeuvre des rouleaux-conducteurs externes et internes, similaires et de mêmes dimensions sans rapport spécifique de rayons. Les rotations des rouleaux et du rotor s'effectuent en sens inverse avec une réduction ce qui permet d'obtenir des systèmes moteur/générateur à faible vitesse.

En dehors des applications mentionnées ci-dessus qui s'appliquent aux systèmes électromagnétiques connus, il existe bien d'autres possibilités d'application particulièrement avec des systèmes d'aimant extérieur fermés et homogènes. A titre d'exemples non limitatifs on a cité les applications suivantes :

- 1 Stockage de l'énergie, démarrage, roulage, freinage avec des roues de blocage et de stockage d'énergie, à contrôle de commandes extérieures ;
- 2 Activateurs de couple sur des arbres, leviers et similaires sans contact mécanique externe ;
- 3 Stockage d'énergie sans gyroscope par inertie adaptée de composants contra-rotatifs ;
- 4 Systèmes tampons d'accumulation d'énergie sur des lignes omnibus ;
- 5 Générateurs d'impulsions ;
- 6 Egalisateurs élastiques mécaniques pour transmissions mécaniques ;
- 7 Convertisseurs de fréquences etc...

Il demeure bien entendu que cette invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation ou de mise en oeuvre décrits et représentés ici mais qu'elle en englobe toutes les variantes.

REVENDEICATIONS

1.- Dispositif qui comprend un système électromagnétique rotatif, remplaçant pratiquement les moteurs électriques, les générateurs, les convertisseurs et les accumulateurs d'énergie  
5 à l'aide d'un champ magnétique radial, caractérisé en ce que il comporte des conducteurs (1 - 2) se déplaçant librement selon un mouvement de rotation dans des logements circulaires (7), dans le champ magnétique, en ce que chaque conducteur extérieur roule sur une ou sur des surfaces cylindriques orientées vers  
10 l'extérieur et limitées vers l'intérieur et chaque autre conducteur roule sur une, ou sur des surfaces cylindriques orientées vers l'intérieur et limitées vers l'extérieur et en ce que les conducteurs voisins roulent les uns contre les autres.

2.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce  
15 que l'unité (3) qui entoure la cavité cylindrique limitée par les deux surfaces tournées l'une contre l'autre, est homogène et elle est essentiellement constituée de matériau magnétique avec des systèmes pour engendrer un flux magnétique constant ou variable sur les surfaces cylindriques.

20 3.- Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la moitié, ou chaque moitié, des conducteurs-rouleaux, présente deux diamètres de roulement différents (F et G) pour rouler partiellement contre les surfaces cylindriques environnantes et partiellement mutuellement et en ce que le rap-  
25 port des diamètres est choisi de façon à éviter tout glissement

4.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'une des surfaces cylindriques entoure la cavité cylindrique, en ce qu'une partie de cette surface est au contact de ceux des rouleaux-conducteurs qui ont  
30 deux diamètres et ensuite l'un de ces diamètres (F) et en ce que l'autre partie possède un diamètre tel qu'elle ne touche pas, tout en en étant très près, la partie du rouleau-conducteur qui présente l'autre diamètre.

5.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications  
35 1, 3 et 4, caractérisé en ce que les surfaces cylindriques tournées l'une contre l'autre sont constituées par une unité extérieure (5) et une unité intérieure (6) qui peuvent tourner mutuellement.

6.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications

1, 3, 4 et 5, caractérisé en ce que la moitié des conducteurs-rouleaux roulent sur des unités (5 - 6) telles que spécifié dans la revendication 5 et en ce que l'autre moitié de ces conducteurs rouleaux roulent sur certaines des surfaces cylindriques environnantes et sur les conducteurs-rouleaux voisins.

7.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1, 3, 4, 5 et 6, caractérisé en ce que chaque rouleau appartenant à chaque moitié des conducteurs-roulements, roule sur des unités à rotation libre (5 - 6), telles que spécifié dans la revendication 5.

8.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'un certain nombre de cavités cylindriques (7, 8 ...) sont coaxialement munies de systèmes de rouleaux rotatifs ou contra-rotatifs.

9.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les rouleaux-conducteurs ou des sections de ces rouleaux sont isolés mutuellement les uns des autres et également à l'encontre des surfaces cylindriques environnantes (11) et en ce qu'ils comprennent un contact électrique roulant (10) placé aux extrémités et des collecteurs de courant (14) fixés dans le système extérieur.

10.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les conducteurs-rouleaux porteurs de courant ou des sections (12) de ces conducteurs-rouleaux sont constitués d'un matériau à haute conductivité magnétique.

11.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la ou les cavités circulaires sont totalement ou partiellement mises sous vide pour diminuer les pertes par frottement.

12.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que pour obtenir un effet gyroscopique le plus faible possible dans le système, le poids des rouleaux et leur moment d'inertie par rapport à leur sens de rotation sont choisis de façon à annuler partiellement ou totalement leur contribution à la somme totale de l'inertie.

Pl. I/8

FIG. 1a

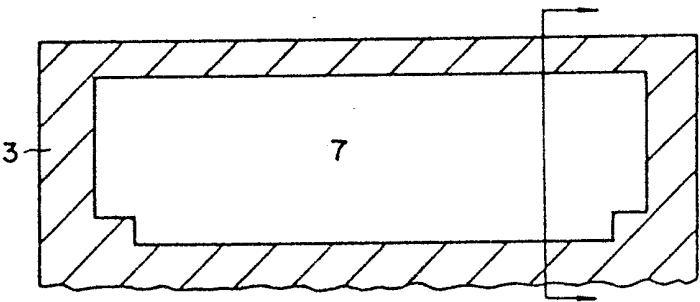
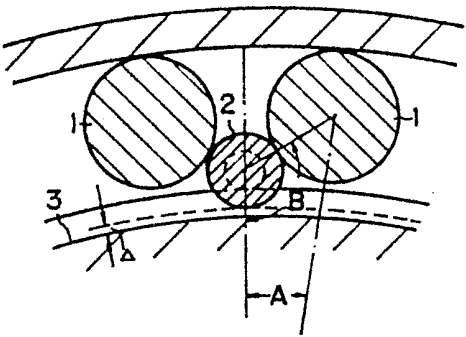


FIG. 1b

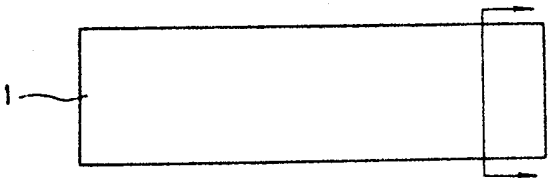


FIG. 1c

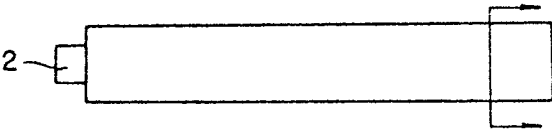


FIG. 1d

Pt. II/3

FIG. 2a

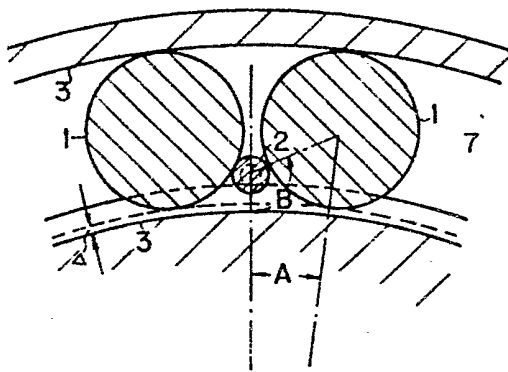
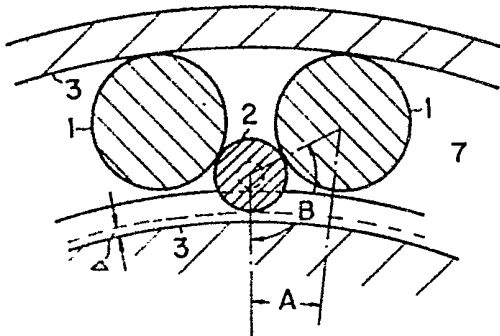


FIG. 2b



Pl. III/8

FIG. 3a

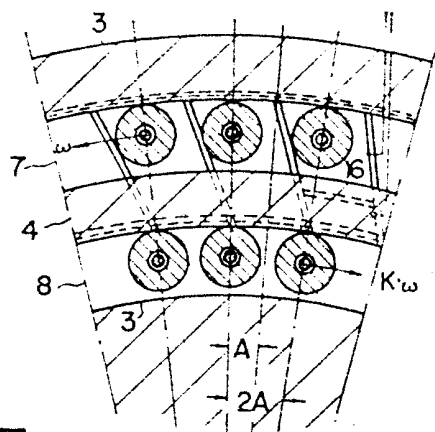


FIG. 3b

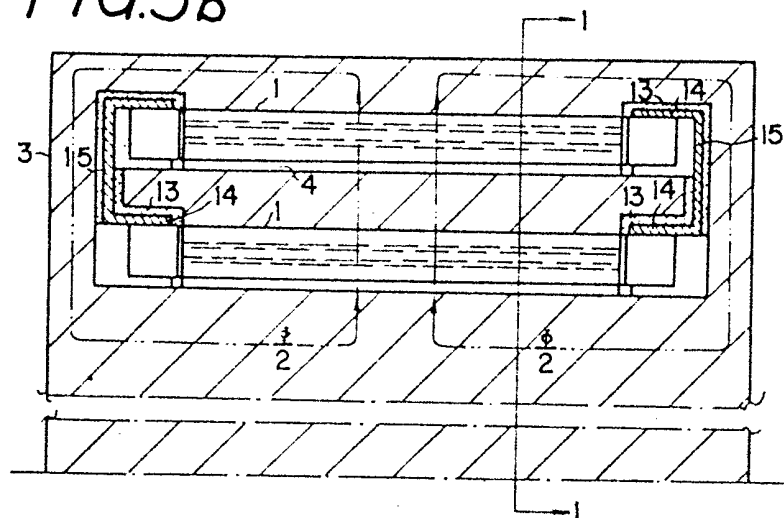
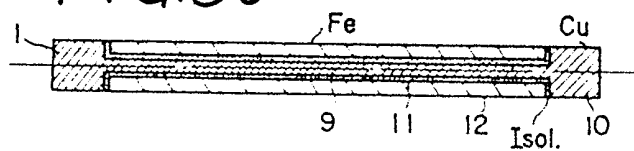


FIG. 3c



Pl. IV/3

FIG. 4a

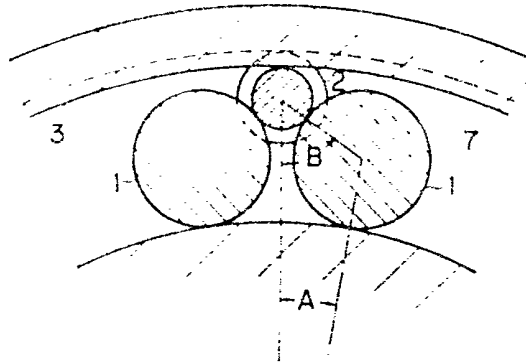
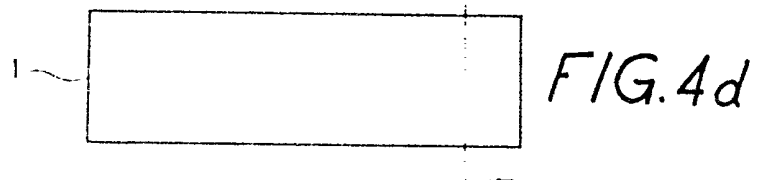
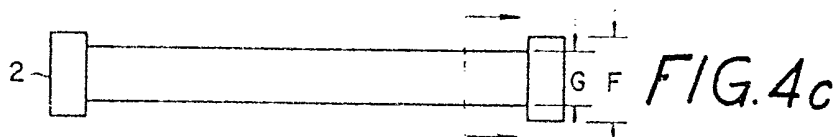
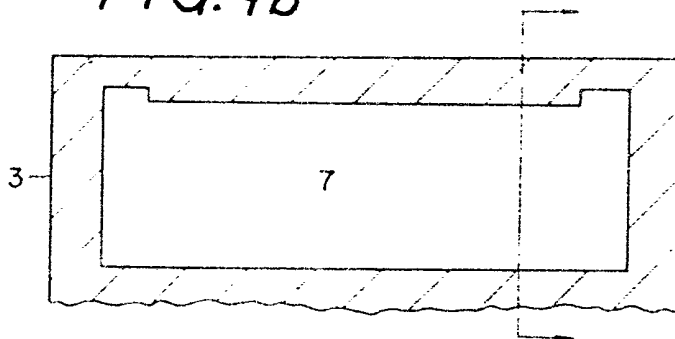


FIG. 4b



Pt. IV/8

FIG. 5a

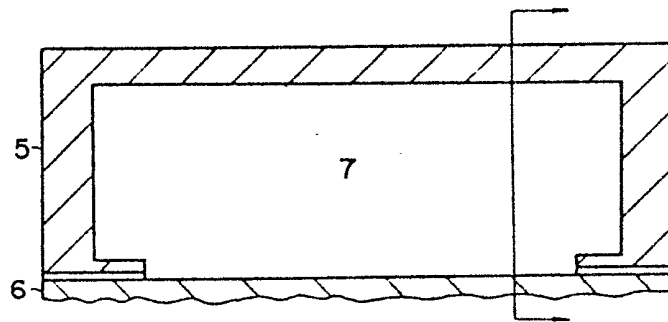
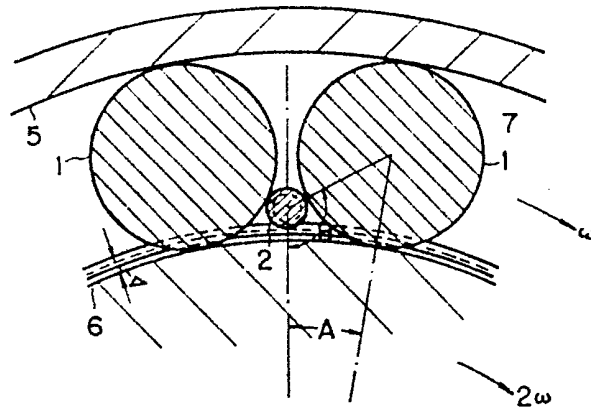


FIG. 5b

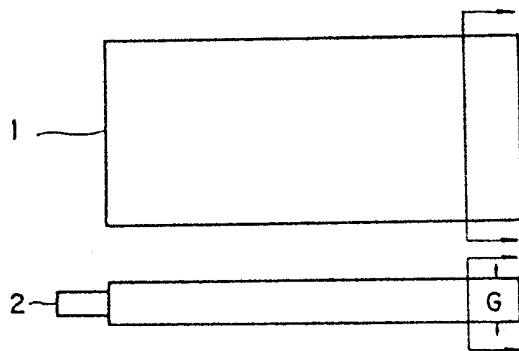


FIG. 5c

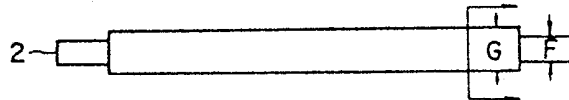


FIG. 5d

Pl. II/28

FIG. 6a

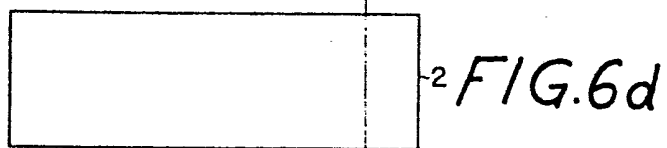
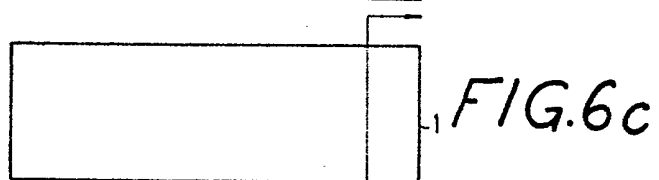
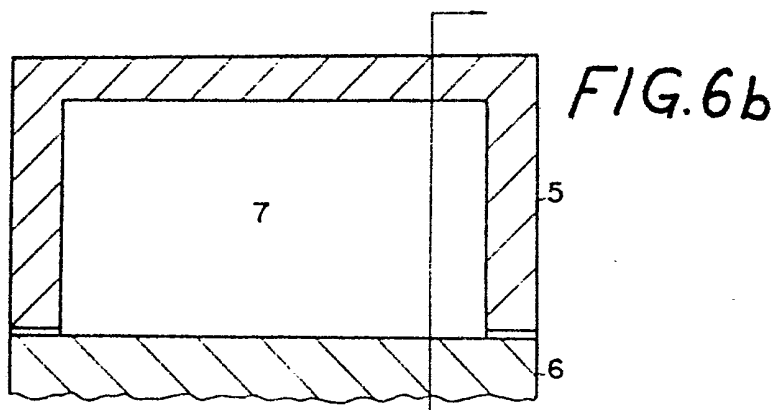
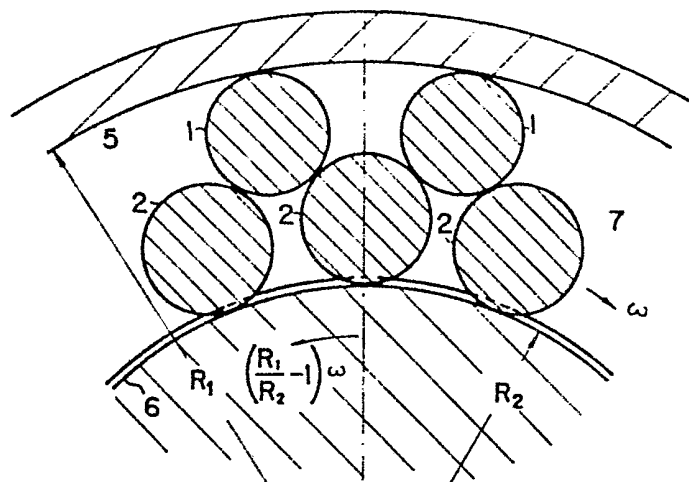


FIG.7a

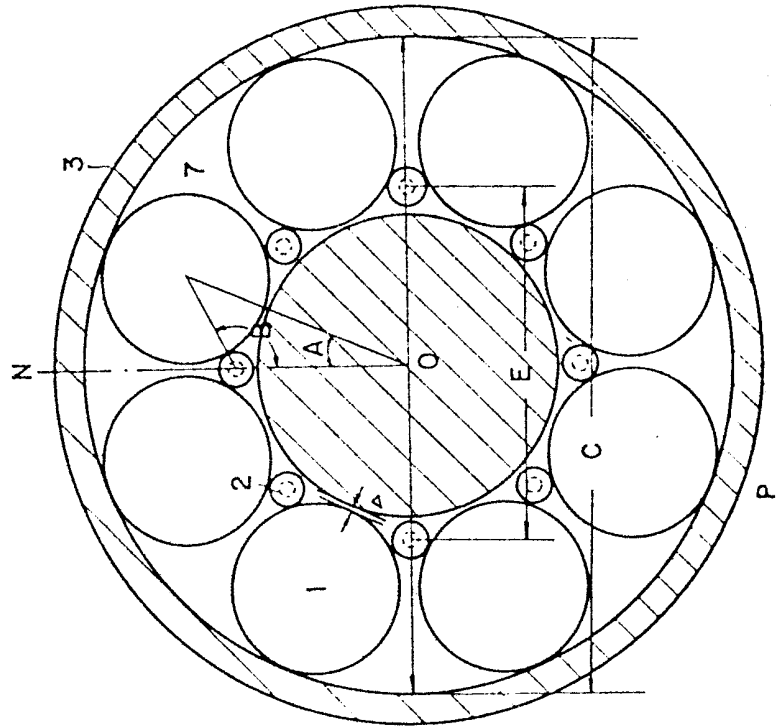
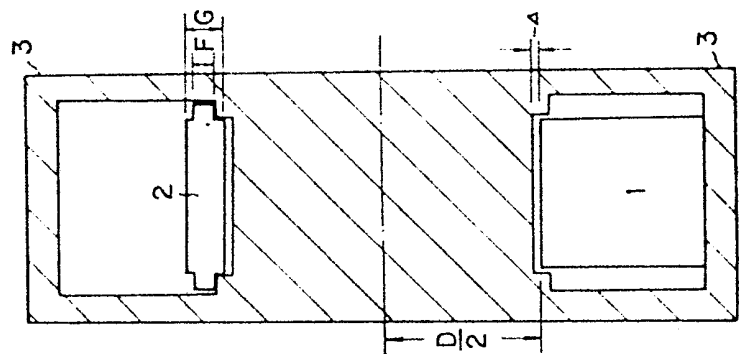


FIG.7b



P. 2: VIII/3

