

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 838.847

N° 1.267.638

Classification internationale :

H 02 k

**Moteur électrique.** (Invention : Erich RABE.)

M. ERNST VOELK résidant en République Fédérale Allemande.

Demandé le 17 septembre 1960, à 10^h 11^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 12 juin 1961.

*(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 29 de 1961.)**(2 demandes de brevets déposées en République Fédérale Allemande les 18 septembre 1959, sous le n° V 17.266, et 22 octobre 1959, sous le n° V 17.447, au nom du demandeur.)*

L'invention est relative à un moteur électrique de rendement élevé et de construction simple et économique.

Un tel moteur selon l'invention est caractérisé par le fait que les champs magnétiques des enroulements du stator et du rotor sont en série, et que le rotor comporte une ou plusieurs roues polaires avec pôles à aimants permanents disposés axialement ou radialement, dont les champs magnétiques sortent des surfaces des disques tournés vers les enroulements du stator, respectivement des surfaces périphériques tournées vers les tôles polaires qui les entourent à la manière d'une cage, tandis que, dans le flux magnétique, en regardant chaque fois dans la direction de l'axe du moteur, des pôles magnétiques contraires se succèdent et qu'avec la disposition de plusieurs roues polaires, les enroulements de stator sont disposés entre ces dernières, de sorte que leur flux magnétique s'écoule à travers les roues polaires. Le flux magnétique peut être chaque fois shunté à l'extrémité du moteur, soit par les disques d'extrémité du rotor qui sont, en ce cas, fermés magnétiquement de manière connue sur leur côté extérieur, ou bien les enroulements de stator situés à l'extrémité de l'axe du moteur sont court-circuités de manière connue par des cosses.

Le moteur réalisé suivant l'invention peut être obtenu par le simple assemblage de pièces détachées peu nombreuses, qui se répètent un grand nombre de fois dans le même moteur.

Les figures ci-annexées représentent diverses formes d'exécution de moteurs électriques réalisés suivant l'invention. Les figures 1 à 7 montrent une première forme d'exécution, où la fig. 1 est une vue en coupe médiane à travers le moteur assemblé les fig. 2 et 3 des vues, respectivement en coupe médiane et latérale, du rotor, les fig. 4 et 5 des vues, respectivement de face et de côté, d'un corps de bobine, et les fig. 6 et 7 des vues montrant, respectivement

en coupe médiane et de côté, un support de bobine.

Les fig. 8 à 15 représentent une variante d'exécution d'un moteur électrique réalisé suivant l'invention où la fig. 8 est, à nouveau, une vue en coupe médiane à travers le moteur assemblé, dans lequel ont été seulement enlevés les couvercles latéraux et le carter cylindrique, les fig. 9 et 10 montrent respectivement de face et de côté, le corps de stator, les fig. 11 et 12 représentent, de face et de côté, un paquet de tôles polaires et les fig. 13 et 14 représentent, respectivement de face et de côté, un corps de bobine.

Les fig. 15 à 23 représentent une troisième forme d'exécution d'un moteur électrique réalisé suivant l'invention, où les fig. 15 et 16 représentent, respectivement en coupe médiane et latérale, l'ensemble du moteur, les fig. 17 et 18 montrent, respectivement, de face et de côté, le corps du stator; dans ces figures, le couvercle de fermeture fixé latéralement au moteur n'est pas représenté; la fig. 19 est une vue de face d'une tôle polaire, la fig. 20 une vue latérale d'un corps de bobine, les fig. 21 et 22 montrent, respectivement de face et de côté, une cosse, et la fig. 23 est une vue de face d'un couvercle latéral.

Les fig. 24 et 25 sont des vues montrant de face deux autres variantes d'exécution d'un corps de stator pour un moteur électrique réalisé suivant l'invention.

Le moteur électrique suivant la forme d'exécution des fig. 1 à 7 comprend un rotor avec trois roues polaires 1, 1' et 1'', dont chacune est aimantée de façon permanente, de manière connue, en ce sens qu'à ses deux extrémités frontales se trouvent alternativement des pôles négatifs et positifs. Chacune de ces roues polaires est montée, avec interposition d'un carter cylindrique 2 en matière non magnétique, sur l'axe 4 du moteur. Les surfaces frontales extérieures des deux roues polaires d'extrémité 1 et 1'' sont recouvertes chacune par un dis-

que en fer 5 qui provoque un shunt magnétique. En regardant dans la direction de l'axe du moteur, des pôles toujours contraires se succèdent sur les diverses roues polaires. On constitue ainsi dans un tel rotor des sortes d'aimants en U qui s'ouvrent vers l'intérieur du moteur. Comme la roue polaire centrale 1' ne présente pas de shunt magnétique, le flux magnétique des deux roues polaires 1 et 1'' d'extrémité passe, avec une disposition réciproque correspondante des trois roues polaires, à travers les parties à aimantation permanente de la roue polaire centrale 1' et il s'ajoute à ses champs magnétiques.

Entre ce rotor en forme de disque sont montés, sur des corps de bobines 6 correspondants, les enroulements de stator 7. Leurs champs magnétiques pénètrent donc dans les roues polaires 1, 1' et 1'' respectivement, et il se produit ainsi (aussi bien avec du courant alternatif qu'avec du courant continu en disposant un collecteur) un champ magnétique alternatif qui provoque le couple de rotation en copérant avec les champs magnétiques permanents des roues polaires. Les divers enroulements de stator sont connectés entre eux de manière connue.

Pour maintenir les diverses pièces du moteur, on utilise deux demi-cuvettes 8 d'un carter, qui sont maintenues ensemble à l'aide d'un couvercle 9 muni d'une gorge annulaire 10. Dans chacun de ces couvercles 9 est ménagé un évidement cylindrique 11, qui reçoit un support de palier 12 pour monter l'axe 4. Ce dernier est centré dans sa position axiale à l'aide de perles insérées 13. Les supports de bobine peuvent être réalisés avantageusement sous la forme de demi-cuvettes 16 en matériau isolant par exemple par le procédé d'injection. Ils sont munis de flasques 14 qui sont maintenus en positions, par exemple par des nervures 15, disposées sur le côté intérieur des demi-cuvettes 8.

Dans l'exemple d'exécution représenté sur les fig. 8 à 14, le rotor ne comporte que deux roues polaires 1 et 1'' et un enroulement de stator 7 disposé entre elles deux. Pour maintenir l'enroulement de stator et les tôles polaires du stator, le corps de stator 17 a une partie centrale 18, de forme tubulaire, emmanchée sur l'axe 14. A ses deux extrémités, ce corps 17 comporte respectivement un flasque 19 muni de six encoches radiales 20. Ces encoches 20 reçoivent les parties coudées des paquets de tôles polaires 21. Chacun de ces paquets de tôles polaires est entouré, en son milieu, par une bobine et est coudé vers l'extérieur, en 23, à ses deux extrémités. Le corps de bobine 24 monté sur la partie centrale 22 de chaque paquet est muni, en 25, d'une fente latérale légèrement plus étroite que le prolongement radial de la partie médiane 22. Chaque corps de bobine 24 est muni de deux flasques d'extrémités 26, qui sont également fendus sur le côté et dont le profil en forme de segment correspond

au nombre de pôles choisi. Les corps de bobine 24 sont emmanchés dans le sens latéral sur les paquets de tôles polaires 21, les fentes 25 s'écartant élastiquement et revenant, lorsque le paquet de tôle a été introduit entièrement dans leur position de départ. Puis, les enroulements de stator 7 sont bobinés sur ces corps de bobine 24.

Comme dans la forme d'exécution représentée par les fig. 1 à 7, les diverses pièces peuvent, à nouveau, être maintenues assemblées à l'aide de demi-cuvettes et de couvercles latéraux, non représentés.

On peut également faire glisser latéralement les pièces du moteur, après assemblage, sur le manchon cylindrique réalisé en une seule pièce, lesdites pièces étant également fermées par deux couvercles.

Dans cette forme d'exécution, les lignes de force du champ magnétique arrivent radialement des périphéries des roues polaires et le flux magnétique est fermé par les tôles polaires.

Il est naturellement possible de disposer, au lieu de deux, plusieurs roues polaires, les paquets de tôles polaires devant alors présenter le nombre de coudes correspondants. Il n'est d'ailleurs pas indispensable d'utiliser des tôles polaires lamellaires dans tous les cas.

La forme d'exécution suivant les fig. 15 à 23 ne diffère de celle suivant les fig. 8 à 14, qu'en ce que, notamment, elle ne compte qu'une seule roue polaire, laquelle comporte toutefois des enroulements de stator sur ses deux côtés frontaux. On peut se représenter cette forme d'exécution comme dérivée de la deuxième forme précitée, mais dans laquelle une des deux roues polaires, a été supprimée et un autre enroulement de stator a été disposé sur le côté frontal opposé de la roue polaire restante. Ce dispositif implique certes un autre mode de construction et il faut également y prévoir un shunt correct du flux magnétique.

Dans cette troisième forme d'exécution, une seule roue polaire 1 est montée sur l'axe 2, et au centre de cet axe, et il est à nouveau spécifié que cette roue polaire comporte sur chaque côté frontal trois pôles positifs et trois pôles négatifs. Après que la roue polaire 1 a été emmanchée et fixée sur l'axe 2, on emmanche sur chacune des deux extrémités de l'axe un corps de stator 17, lequel ne porte ici qu'un seul flasque 14, sur son extrémité tournée vers la roue polaire 1. Le corps de stator est réalisé en matériau isolant, par exemple en matière thermoplastique ou en résine synthétique moulée: il peut donc être facilement obtenu par injection ou par pressage. Le flasque 19 comporte une ouverture, qui entoure un jeu relativement grand l'axe 4, et qui forme le prolongement de l'ouverture tubulaire. Le diamètre et le profil de cette ouverture peuvent être circulaires, ou de forme polygonale. On peut utiliser, par exemple, un profil externe polygonal, le nombre n de côtés représentant le nom-

bre des pôles sur chaque côté frontal de la roue polaire 1, et étant par suite égal au nombre des corps de bobines 24 mentionnés ci-après. Dans le cas présent, $n = 6$.

Le flasque 14 comporte $n = 6$ encoches radiales 20, qui sont disposées à des intervalles de $360/n = 60^\circ$. A l'extrémité intérieure de chacune des encoches radiales 20 fait suite, du côté tourné vers la partie tubulaire 18, un évidement 9 de même largeur, qui ne s'étend toutefois que jusqu'à environ la moitié de l'épaisseur du flasque 19. Au centre entre deux encoches radiales 20 est à chaque fois disposé, sur le côté frontal du flasque 19 opposé à la partie tubulaire 18, un évidement 27 en forme de gouttière, qui est de même largeur et sensiblement de même longueur en direction radiale que les évidements 9. A chacun de ces évidements 8 fait suite une fente 28 de même largeur, qui traverse la totalité de la largeur du flasque 19. Au lieu de tôles polaires constituées par des paquets de feuilles, on utilise dans cette forme de réalisation des tôles polaires 21, constituées par des barres à section rectangulaire, en fer doux de perméabilité appropriée. Ces barres présentent deux courbures, de manière que leur extrémité la plus éloignée de l'axe entoure la roue polaire 1 à la manière d'une cage, tandis qu'elles portent dans leur autre partie les enroulements de stator. Les enroulements de stator 7 sont enroulés sur des corps de bobines 24 à flasques latéraux 26. Contrairement à la deuxième forme d'exécution, les corps de bobines et les flasques ne sont pas fendus latéralement, car ils doivent pouvoir être emmanchés sur les tôles polaires 21 en direction axiale. Pour réaliser le shunt magnétique aux extrémités extérieures des corps de stator 17, il est ici nécessaire de disposer pour chaque paire de pôles un joug polaire 30, qui est représenté sur les fig. 21 et 22.

Pour monter un moteur électrique suivant cet exemple d'exécution on introduit les tôles polaires 21 dans les fentes 28, et elles entourent le flasque 14 placé vis-à-vis de leur extrémité coudée, en se plaçant dans leur encoche 20, tandis que leur partie centrale coudée se trouve placée dans l'évidement 27 en forme de gouttière au-dessus de la fente 28. Les deux corps de stator 17 sont fixés à leur emplacement définitif après la mise en place des tôles polaires 21. Les extrémités coudées des tôles polaires entourent alors, à la manière d'une cage, la roue polaire 1. Dans cette disposition les tôles polaires 21 situées d'un côté de la roue polaire 1 sont décalées de 30° par rapport à celles situées de l'autre côté. Sur les extrémités non soutenues des tôles polaires 21 sont alors montés les corps de bobines 24 portant leurs enroulements de stator 7. Dans l'ouverture de chaque corps de bobine 24 s'adapte encore une des branches du joug polaire 30 réalisé en fer doux. Son autre branche est insérée dans l'ou-

verture du corps de bobines d'un pôle contraire.

Les corps de bobine 24 sont maintenant montés sur le corps de stator 17. Comme ils touchent à l'avant le flasque 14, on obtient, après la mise en place des corps de bobines et l'insertion des jougs polaires 30, un assemblage solide, les corps de stator se trouvent fixés des deux côtés et forment un tout avec les bobines. L'ouverture pratiquée dans chaque corps de bobine devra être de dimension telle que la partie non soutenue de la tôle polaire 21 et la branche correspondante du joug polaire 30 remplissent cette ouverture en s'y serrant étroitement.

Bien entendu, les enroulements de bobines devront être reliés les uns aux autres suivant le plan de montage prévu, et la disposition des diverses pièces par rapport les unes aux autres, se détermine de manière connue suivant le pas d'enroulement.

On place avantageusement sur l'ensemble ainsi obtenu un carter cylindrique 8 lequel, sans le présent cas, n'est toutefois pas nécessairement constitué par deux demi-cuvettes, et peut être formé d'une seule pièce. Sur les extrémités du carter 8 peuvent être placés des couvercles latéraux 9. Ces couvercles peuvent être assemblés au carter 8 de toute manière appropriée, par exemple par le rabattement des bords du carter.

La forme d'exécution suivant la fig. 24 ne diffère de celle des fig. 15 à 23 qu'en ce que les deux corps de stator sont reliés à l'aide de traverses 31 pour former un tout. La réalisation d'une telle unité n'est pas compliquée, mais elle doit être découpée le long d'un plan médian et, tant pour des raisons de fabrication que pour permettre de la monter autour de la roue polaire et de l'axe, on la réalisera sous la forme de deux demi-cuvettes. Le carter 8 peut alors être obtenu par coulée ou pressage. L'assemblage des deux demi-cuvettes peut être réalisé à l'aide de bagues ou de colliers, mais il est particulièrement avantageux d'utiliser les couvercles latéraux, comportant des gorges annulaires dans lesquelles s'inséreront les rebords du carter.

On peut voir d'après la fig. 24 que l'on peut aller encore plus loin, et que, dans l'élément moulé ainsi obtenu, on peut en même temps, suivant le mode de fabrication choisi pour obtenir cet élément, presser, injecter ou introduire d'autre manière les tôles polaires 21.

Un autre exemple d'exécution d'un tel élément est représenté par la fig. 25 et, dans ce cas, le carter 8 est injecté en même temps. Les deux coquilles de l'élément sont maintenues ensemble par des couvercles latéraux 9, dont chacun comporte une gorge annulaire 10 dans laquelle s'insère l'extrémité correspondante du carter 8.

Des machines réalisées suivant l'invention peuvent

aussi, naturellement, être construites sous la forme d'un moteur-générateur, de manière en soi connue. Un des côtés des bobines est, en ce cas, enroulé pour former moteur, et le côté opposé comme générateur. Des machines avec ce type d'enroulement fournissent également très correctement des tensions et des courants en décalage de phase de 90° qui présentent, suivant l'angle de phase, sur le côté générateur, des rapports définis relativement à la phase primaire.

Le nombre des tôles polaires peut être accru ou diminué de manière connue. Ce doit cependant être, suivant les principes connus, un nombre pair. La disposition de $2 \times n$ tôles polaires adoptée dans les exemples d'exécution suivant les fig. 15 à 25 s'est révélée avantageuse. Elle accroît le rendement, et la mise en place d'un nombre correspondant de pôles n'est pas difficile.

Le moteur réalisé suivant l'invention est très facile à construire; il comporte des pièces individuelles simples et peu nombreuses, qui peuvent être fabriquées en grandes séries. Le moteur travaille très économiquement, car il supprime les pertes par inversion d'aimantation qui se produisent dans les noyaux de fer des enroulements de stators. En outre, grâce à la suppression des phénomènes de rémanence (effets réciproques d'énergies entre le stator et le rotor), on obtient une marche douce et silencieuse. Le flux d'énergie des champs magnétiques obtenu par la construction suivant l'invention permet de combiner de manière simple en une seule unité sur un seul axe, plusieurs systèmes d'entraînement avec les enroulements correspondants de stators, et d'obtenir ainsi une augmentation de puissance.

Un autre avantage, pour les moteurs synchrones réside dans leur mise en route. Des moteurs réalisés suivant l'invention, notamment ceux comportant plusieurs roues polaires peuvent être réalisés, de manière simple, en évitant toutes difficultés de mise en route. Il suffit pour cela de disposer une roue polaire légèrement décalée par rapport aux autres. Au moment de la mise en route du moteur, il se produit alors obligatoirement un couple de rotation, en raison de cette asymétrie de champ.

RÉSUMÉ

Moteur électrique présentant, isolément ou en combinaison, les caractéristiques suivantes :

1° Les champs magnétiques des enroulements de stator et de rotor sont en série et le rotor est constitué par au moins une roue polaire avec pôles permanents aimantés axialement ou radialement, les champs magnétiques des roues polaires sortant des surfaces des disques tournées vers les enroulements de stator, respectivement des surfaces périphériques des roues polaires tournées vers les tôles polaires qui les entourent à la manière d'une cage, tandis

que, dans le flux magnétique, en regardant à chaque fois dans la direction de l'axe du moteur, des pôles magnétiques contraires se succèdent, et qu'avec la disposition de plusieurs roues polaires, les enroulements de stator sont disposés entre ces dernières, de sorte que leur flux magnétique s'écoule à travers les roues polaires;

2° Le moteur comporte au moins un enroulement de stator disposé entre deux roues polaires et peut s'assembler à l'aide d'au moins deux roues polaires montées sur un axe et comportant un nombre n de pôles magnétiques permanents; un corps de stator en matériau isolant, comprenant une partie centrale tubulaire et deux flasques en forme de disques, de diamètre plus grand que celui des roues polaires, et qui comporte un nombre n d'encoches en forme de gouttières, disposées à intervalles de $\frac{360^\circ}{n}$, un

nombre n de tôles polaires ou de paquets de feuilles polaires avec des enroulements de stator enroulés au-dessus d'une partie centrale, lesdits enroulements de stator étant montés sur le corps de stator et les tôles polaires ou les paquets de feuilles polaires comportant des extrémités qui entourent à la manière d'une cage la périphérie des roues polaires, et qui comporte également deux couvercles munis d'ouvertures pour le passage de l'axe et qui forment fermeture latérale, et ont sensiblement le diamètre des flasques, et enfin un carter cylindrique dans lequel ces couvercles sont fixés;

3° Les corps de bobines, en matière souple et élastique, pour les enroulements de stator, et leurs flasques sont munis, d'un côté, de fentes dont la largeur est légèrement inférieure à celle des tôles polaires ou des paquets de feuilles polaires, de sorte que lorsqu'on les met en place, elles s'écartent élastiquement pour se rapprocher ensuite;

4° Le moteur comporte, latéralement à la ou les roues polaires, des enroulements de stator, et peut s'assembler à l'aide d'au moins une roue polaire montée sur un axe et comportant un nombre n de pôles magnétiques permanents, deux corps de stator en matériau isolant, insérés latéralement sur l'axe avec interposition de paliers et comprenant chacun une partie tubulaire et un flasque en forme de disque, dont le diamètre est légèrement plus grand que celui de la roue polaire et qui comporte un nombre n de fentes disposées en cercle, sur le côté tourné vers la roue polaire, auxquelles fait suite un évidement en forme de gouttière orienté vers l'extérieur et dont la surface opposée à la roue polaire comprend un nombre n d'évidements se dirigeant vers le centre, à chacun desquels correspond une encoche radiale, lesdits évidements étant chaque fois disposés à intervalles de $\frac{360^\circ}{n}$, $2 \times n$ tôles polaires en forme de crochets, n jougs polaires, $2 \times n$ corps de bobines portant

des enroulements de stator, et munis d'évidements dans lesquels, à chaque fois, peuvent être introduits en assise ferme une tôle polaire et un joug polaire, les enroulements de stator remplissant l'espace compris entre le corps de bobine et le corps de stator; deux couvercles munis d'ouvertures pour le passage de l'axe — qui forment fermeture latérale, et qui ont sensiblement le diamètre des flasques, et un carter cylindrique dans lequel ces couvercles sont fixés;

5° Les deux corps de stator sont reliés l'un à l'autre par des traverses surplombant la roue polaire, et consistent en au moins deux parties, dont le plan d'intersection passe par le centre des flasques;

6° Dans les flasques du corps de stator, les tôles polaires sont simultanément disposées, entre les tra-

verses de liaison, par coulée, par injection ou par pressage, et les diverses pièces du corps de stator sont maintenues assemblées à l'aide de bagues, de couvercles latéraux débordant sur le carter ou par vissage ou emboîtement;

7° Le nombre des tôles polaires, des fentes correspondantes, des évidements et des encoches est pair;

8° Les enroulements de stator sont des bobines à air;

9° Au moins l'une des roues polaires est décalée par rapport à l'axe magnétique formé par les autres roues polaires.

ERNST VOELK

Par procuration :

Guy KANN

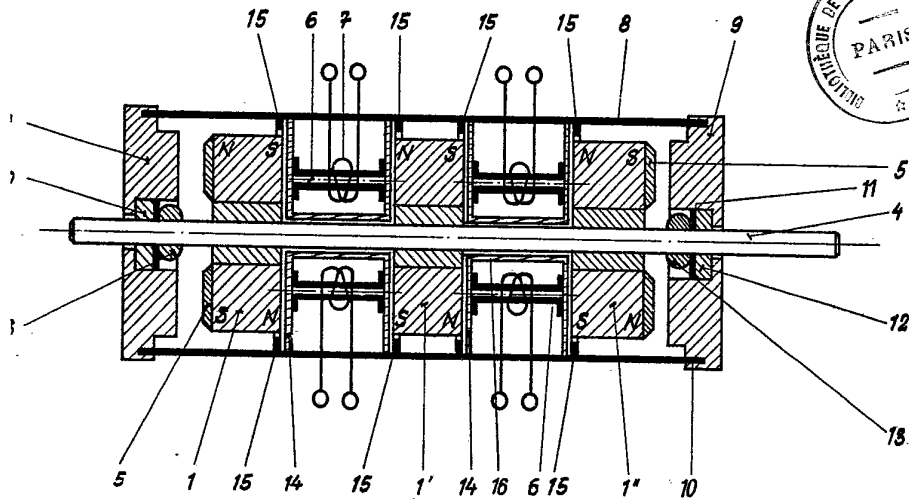


Fig. 1

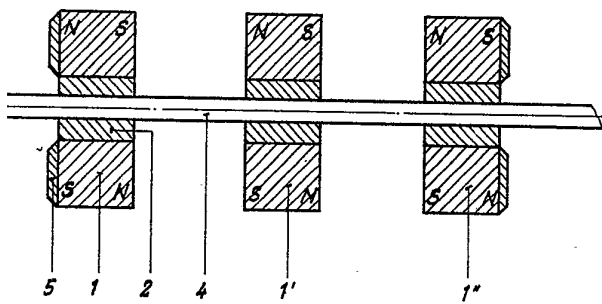


Fig. 2

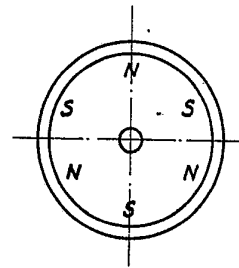


Fig. 3

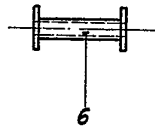


Fig. 4

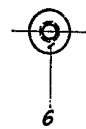


Fig. 5

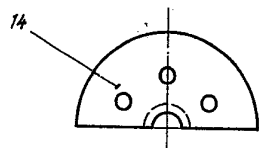


Fig. 7

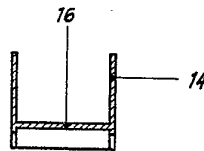
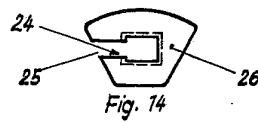
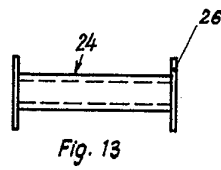
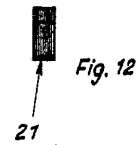
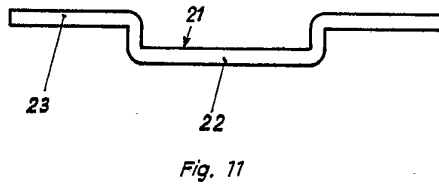
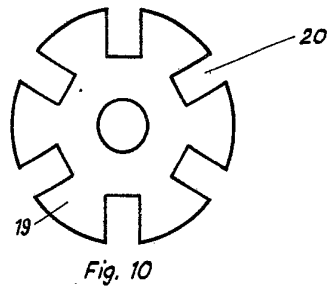
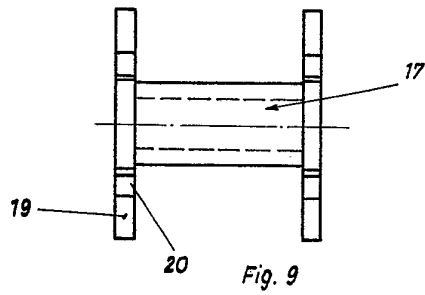
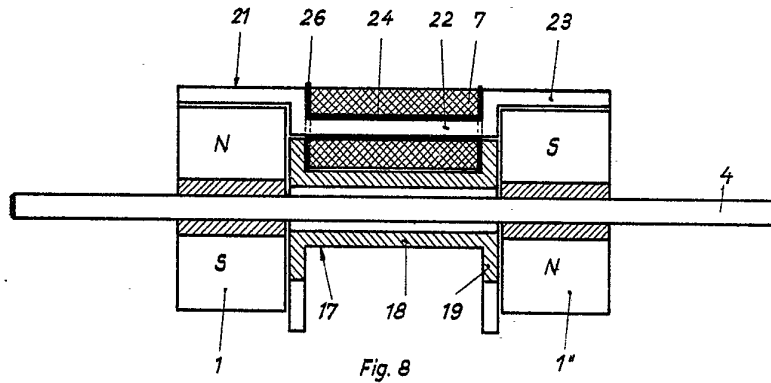


Fig. 6



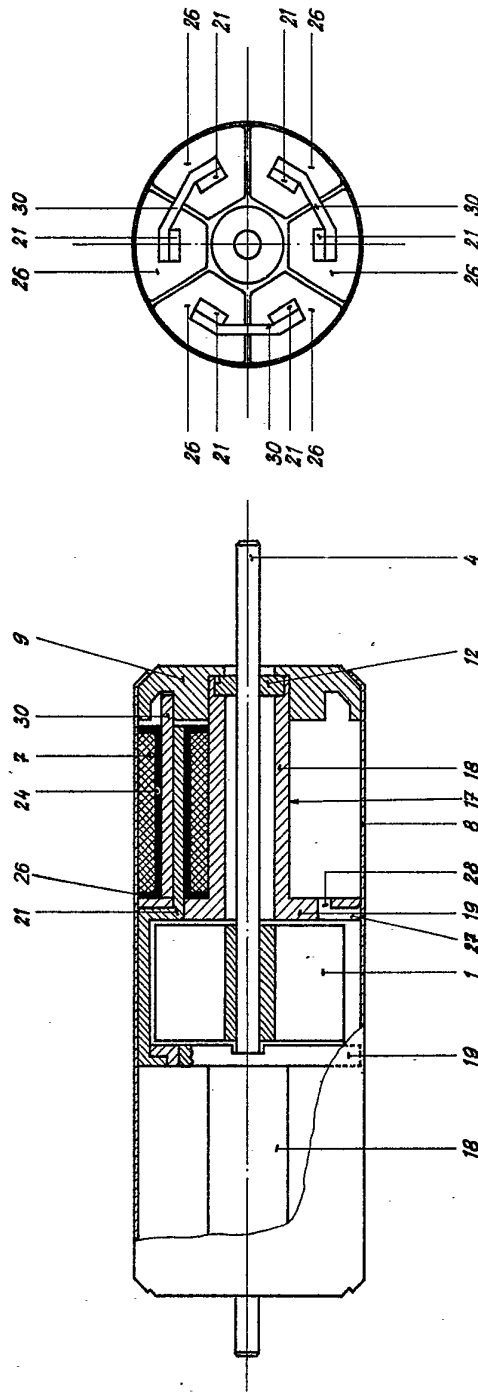


Fig. 16

Fig. 15

Fig. 17

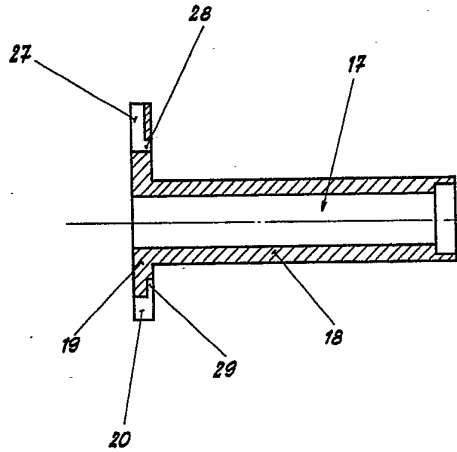


Fig. 18

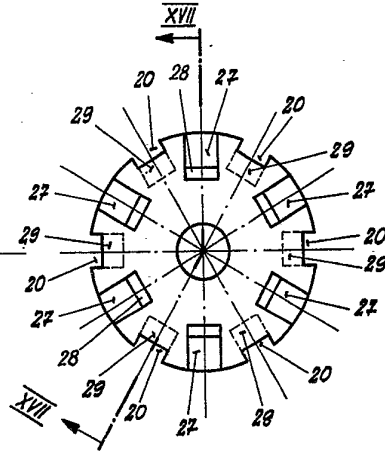


Fig. 19

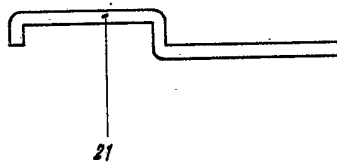


Fig. 20

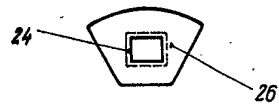


Fig. 22

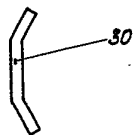


Fig. 21

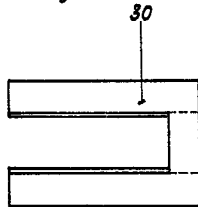


Fig. 23

