

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 26.03.99.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 29.09.00 Bulletin 00/39.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : VALEO EQUIPEMENTS ELECTRI-
QUES MOTEUR Société anonyme — FR.

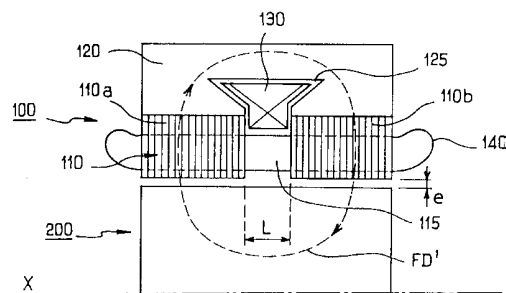
72 Inventeur(s) : AKEMAKOU DOKOU ANTOINE.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

54 MACHINE TOURNANTE COMPRENANT DES MOYENS D'EXCITATION PERFECTIONNES.

57 Machine électrique tournante, notamment un alterna-
teur ou un alerno-démarrreur de véhicule automobile, com-
prenant un stator (100) pourvu d'au moins un bobinage
d'induit (140) logé dans des encoches délimitées par des
pôles, et un rotor (200) monté rotatif à l'intérieur du stator, le
rotor possédant des pôles magnétiques définis par des aimants
et des pôles magnétiques à réluctance distincts des
pôles magnétiques définis par des aimants, caractérisée en
ce que la machine possède un bobinage d'excitation (130)
apte à faire varier l'excitation du rotor, et en ce que la réparti-
tion dans le rotor des pôles magnétiques à aimants et des
pôles magnétiques à réluctance est telle que le flux magné-
tique (FD') créé par le bobinage d'excitation (130) et circu-
lant entre le rotor et le stator passe essentiellement par les
pôles à réluctance du rotor.



La présente invention concerne d'une façon générale les machines électriques tournantes, et en particulier une machine tournante synchrone possédant un rotor à aimants permanents, telle qu'un alternateur de véhicule automobile.

On connaît déjà dans l'état de la technique des machines tournantes dont le rotor possède une série d'aimants permanents, par exemple agencés en surface ou enterrés à une certaine distance au-dessous de la surface du rotor, de manière à définir une répartition appropriée de pôles Sud et Nord.

Une telle machine possédant une excitation imposée de façon permanente par les aimants du rotor, il est nécessaire de prévoir, dans le cas d'un alternateur, des dispositions pour ajuster la puissance électrique que délivre la machine à des charges en sortie : en effet, celui-ci est couramment relié à des charges dont la consommation varie dans le temps.

Dans le cas des alternateurs de véhicule automobile, la charge reliée à l'induit de l'alternateur peut ainsi varier fortement, cette charge pouvant même être nulle ou quasi nulle alors que le rotor inducteur de l'alternateur est en mouvement.

Pour ajuster la puissance électrique délivrée par la machine tournante, une solution connue consiste à interposer entre les aimants du rotor des parties magnétiques de défluxage pour canaliser une partie du flux magnétique circulant entre le rotor et le stator. Ce flux de défluxage ne contribue pas à la génération de courant par les bobinages du stator induit. L'intensité de ce flux s'ajuste d'elle-même, en fonction de la charge imposée à la sortie de l'induit.

Une solution de défluxage connue est ainsi illustrée sur la figure 1, où un rotor 20 comprend des aimants 22S définissant des pôles Sud et des aimants 22N définissant des pôles Nord, en alternance. Cette solution connue consiste à interposer entre chaque paire d'aimants adjacents une pièce magnétique de défluxage 25, ces pièces étant aptes à coopérer avec les pôles du stator pour autoriser un défluxage.

On a par ailleurs illustré sur la figure 2, de façon développée, le comportement schématisé et imagé de ce rotor en coopération avec un stator 10 possédant des dents 16 délimitées par des encoches 14 abritant des bobinages d'induit 18, avec un flux induit FI créé par les aimants et un flux inverse de défluxage FD. On observe sur cette figure que le flux induit et le flux de défluxage sont mal individualisés. On a constaté que cette superposition partielle des flux induits et des flux de défluxage, circulant dans des sens inverses, limitait les capacités de défluxage de la machine, et donc la gamme d'excitations possibles de la machine.

Le but de l'invention est de permettre de réaliser des machines tournantes délivrant une énergie électrique optimisée en fonction de la charge reliée à l'induit de la machine.

Afin d'atteindre ce but, l'invention propose une machine électrique tournante, notamment un alternateur ou un alterno-démarrreur de véhicule automobile, comprenant un stator pourvu d'au moins un bobinage d'induit logé dans des encoches délimitées par des pôles, et un rotor monté rotatif à l'intérieur du stator, le rotor possédant des pôles magnétiques définis par des aimants et des pôles magnétiques à réluctance distincts des pôles magnétiques définis par des aimants, caractérisée en ce que la machine possède un bobinage d'excitation apte à faire varier l'excitation du rotor, et en ce que la répartition dans le rotor des pôles magnétiques à aimants et des pôles magnétiques à réluctance est telle que le flux magnétique créé par le bobinage d'excitation et circulant entre le rotor et le stator passe essentiellement par les pôles à réluctance du rotor.

Des aspects préférés, mais non limitatifs de la machine tournante selon l'invention sont les suivants :

- le bobinage d'excitation est fixe et monté autour du stator, le stator présente deux parties magnétiques séparées par une région amagnétique au droit du bobinage d'excitation, du côté intérieur de celui-ci, et il est prévu en outre un trajet magnétique entre les deux parties magnétiques du stator, passant à l'extérieur dudit bobinage d'excitation, de telle sorte que le flux magnétique engendré par le bobinage d'excitation puisse se

- propager par lesdites parties magnétiques du stator, en traversant le rotor.
- il est prévu une pièce magnétique entourant lesdites parties magnétiques du stator et en contact avec elles de manière à permettre la fermeture dudit trajet magnétique dans le stator, ladite pièce magnétique comprenant une encoche pour recevoir le bobinage d'excitation.
 - la largeur axiale de la région amagnétique est sensiblement supérieure à la largeur de l'entrefer séparant le rotor du stator.
 - le bobinage d'excitation est tournant et monté à l'intérieur du rotor.
 - le rotor est un rotor à griffes imbriquées ou a une structure analogue à celle d'un rotor à griffes et le bobinage d'excitation est séparé de l'axe de rotation de la machine par un noyau en matière magnétique qui coopère magnétiquement avec des parties d'extrémité axiale de pièces polaires du rotor afin de permettre la fermeture du flux généré par le bobinage d'excitation.
 - les pièces polaires du rotor sont du type à demi-noyau.
 - les aimants du rotor sont disposés de manière dissymétrique par rapport au plan médian transversal à l'axe de rotation du rotor qui est situé au droit du bobinage d'excitation.
 - les aimants du rotor occupent un espace dont la largeur, selon une direction tangentielle du rotor, varie quand on se déplace selon une direction parallèle à l'axe de rotation du rotor.
 - ledit au moins un bobinage d'excitation globale est relié à une alimentation électrique variable de sorte que le flux magnétique généré par ledit bobinage d'excitation globale peut renforcer les flux induits entre le rotor et le stator.
 - il est prévu des moyens pour inverser le signe de l'alimentation du bobinage d'excitation globale, de sorte que le flux magnétique généré par le bobinage d'excitation globale diminue les flux induits dans le stator.
 - le rotor possède une série d'aimants de polarités alternées et juxtées par des parties magnétiques à réluctance associées respectivement auxdits aimants, chaque ensemble d'un aimant et d'une partie magnétique associée définissant un pôle de rotor, et au moins certains

desdits pôles possèdent alternativement, suivant une direction généralement tangentielle, un aimant suivi de sa partie magnétique et un aimant précédé de sa partie magnétique.

- 5 - le rotor possède, suivant ladite direction généralement tangentielle, des paires d'aimants adjacents correspondant à des pôles n et $n+1$ en alternance avec des paires de parties magnétiques adjacentes correspondant à des pôles $n+1$ et $n+2$.
- 10 - le rotor possède suivant sa direction tangentielle une répartition de parties polaires à aimant(s) permanent(s) définissant chacune deux pôles de polarité imposée par aimant(s) et de parties polaires à réluctance définissant chacune deux pôles de polarités libres.
- chaque partie polaire à aimant(s) permanent(s) comprend deux aimants disposés à proximité de la périphérie du rotor.
- les aimants sont des aimants à flux essentiellement radial.

15 D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de diverses formes de réalisation de celle-ci, données à titre d'exemple non limitatif et faites par référence aux dessins annexés, sur lesquels outre les figures 1 et 2 déjà décrites :

- 20 - la figure 3 est une demi-vue schématique en coupe axiale d'une première forme de réalisation d'une machine selon l'invention, illustrant le principe général de fonctionnement de l'invention qui met en œuvre un bobinage d'excitation dite « globale »,
- la figure 4 est une vue schématique partielle d'une machine tournante
25 selon l'invention,
- la figure 5 est une vue développée en plan d'un premier mode de réalisation d'un rotor destiné à être mis en oeuvre dans une machine selon l'invention,
- la figure 6 est une vue en perspective du rotor correspondant à la vue
30 développée de la figure 5,
- la figure 7 est une vue développée en plan d'un deuxième mode de réalisation d'un rotor destiné à être mis en oeuvre dans une machine selon l'invention,

- la figure 8 est une vue en perspective du rotor correspondant à la vue développée de la figure 7,
- la figure 9 est une vue en perspective d'un troisième mode de réalisation d'un rotor destiné à être mis en œuvre dans une machine selon l'invention,
- les figures 10a et 10b sont deux vues schématiques partielles d'une machine selon l'invention mettant en œuvre le rotor de la figure 9,
- la figure 11 est une vue de détail d'une griffe de rotor d'une machine selon l'invention,
- la figure 12 est une demi-vue schématique d'une machine tournante selon l'invention dans laquelle le bobinage d'excitation « globale » est intégré dans le rotor.

La figure 3 montre schématiquement en coupe radiale une moitié de machine tournante qui comprend autour d'un axe central X un rotor inducteur 200 entouré par un stator induit 100, un entrefer de largeur e séparant les deux éléments.

La structure du rotor peut être celle, connue en soi, d'un rotor tel que représenté sur les figures 1 et 2 et mettant en œuvre une alternance de pôles Nord et Sud définis par des aimants permanents, séparés par des pièces magnétiques de défluxage. Comme on le verra dans la suite de ce texte, la structure du rotor peut également être adaptée de manière spécifique pour augmenter encore les capacités de défluxage de la machine.

Le stator 100 est principalement composé de quatre éléments :

- une carcasse de stator formée d'une superposition 110 de tôles statoriques de forme généralement annulaire, qui entoure le rotor. Comme on le verra par la suite, les tôles peuvent avoir une géométrie classique et comporter sur leur périphérie interne une série d'encoches similaires aux encoches 14 de la figure 2, délimitées par des pôles statoriques. Les tôles statoriques ne forment pas un empilement ininterrompu selon la direction axiale parallèle à l'axe X. Au contraire, les tôles sont réparties en deux paquets 110a et 110b adjacents aux deux extrémités axiales respectives de la machine, définissant ainsi un espace central 115 amagnétique qui débouche sur l'entrefer. L'espace 115 peut

être laissé libre (c'est à dire rempli d'air), ou comprendre tout matériau amagnétique connu,

- le stator est entouré selon la direction radiale par une deuxième carcasse magnétique annulaire de retour de flux 120, avec laquelle les tôles de stator sont en contact. La carcasse 120 comporte sur sa périphérie interne et dans une région axialement médiane un évidement annulaire 125 communiquant avec l'espace 115,
- un bobinage d'excitation dite « globale » 130, alimenté par une source de tension de signe et d'amplitude variables et logé dans l'évidement 125,
- et des bobinages d'induit polyphasés 140 enroulés autour des pôles statoriques. Les bobinages 140 (dont les chignons sont schématiquement représentés au-delà des tôles qu'ils entourent) sont classiques.

On comprend que lorsque le bobinage d'excitation 130 est alimenté, il crée dans la région du rotor, via les carcasses 120 et 110, un flux magnétique FD' rentrant dans le stator d'un côté par rapport à la région axialement médiane, et en sortant de l'autre côté. Ce flux se superpose aux autres flux résultant de l'interaction entre le rotor et le stator.

A cet égard, il est important d'observer que la largeur suivant la direction axiale de l'espace 115, notée L , est sensiblement supérieure à l'épaisseur e de l'entrefer. Cette disposition permet de garantir que le flux FD' généré par le bobinage d'excitation ne se ferme pas à l'intérieur du stator en transitant directement entre les paquets de tôles 110a et 110b, mais que ce flux passe obligatoirement à travers le rotor.

Ainsi, le bobinage d'excitation 130 génère un flux FD' de géométrie sensiblement torique entre le stator et le rotor, et ce flux va pouvoir, notamment avec les exemples de rotors décrits plus loin, modifier l'excitation de la machine, de façon réglable selon le signe et l'amplitude de l'alimentation du bobinage d'excitation.

Dans le cas d'un alternateur de véhicule automobile, il est possible de concevoir le rotor et le stator de manière à produire, en l'absence du flux FD' généré par le bobinage d'excitation globale 130, une énergie électrique inférieure à celle exigée en charge maximale.

On adapte ensuite l'énergie électrique délivrée par l'alternateur en jouant sur l'alimentation du bobinage d'excitation globale 130 : ce bobinage peut ainsi être alimenté avec une tension d'un premier signe de manière à renforcer l'intensité du flux totalisé dans l'induit face à une augmentation de la charge.

Inversement, on peut alimenter le bobinage 130 par une tension de signe inverse de manière à réduire l'intensité du flux totalisé dans l'induit face à une diminution de la charge ; on conçoit à cet effet le bobinage 130 et son alimentation en fonction de la plage souhaitée de débit de sortie.

Les moyens de commande de cette excitation globale peuvent mettre en oeuvre soit un transistor de commutation unique dans le cas d'une alimentation de signe constant destinée simplement à renforcer les flux induits entre le rotor et le stator, soit un pont en H à quatre transistors dans le cas où l'on souhaite pouvoir inverser le signe de l'alimentation du bobinage d'excitation globale 130.

En référence maintenant à la figure 4, on a représenté schématiquement une machine tournante selon l'invention avec son stator 100 renfermant un bobinage d'excitation globale 130, les bobinages d'induit 140 n'étant pas représentés sur la figure. Le rotor 210 de cette machine possède à sa périphérie deux paires d'aimants 210N, 210S, alternés avec deux paires de pièces magnétiques 215 et 215'.

Bien entendu, on peut prévoir un rotor avec un nombre quelconque de paires d'aimants alternés avec des pièces magnétiques.

Grâce à une telle structure de rotor, et en particulier grâce au regroupement côte à côte des aimants permanents correspondant à deux pôles successifs n et $n+1$, et au regroupement des pièces magnétiques correspondant à deux pôles successifs $n+1$ et $n+2$, on peut obtenir de bonnes qualités de défluxage de la machine car les flux induits des aimants d'une part et de défluxage d'autre part sont mieux individualisés que dans le mode de réalisation connu des figures 1 et 2. On a constaté également que cet agencement permettait avantageusement de réduire les ondulations de couple lors du fonctionnement de la machine.

Ainsi, avec de bonnes capacités de défluxage, il est possible de recourir au bobinage 130 uniquement pour renforcer le flux, si bien que ce bobinage peut être alimenté par un courant unidirectionnel, ce qui évite le recours à un pont en H coûteux.

5 En référence maintenant aux figures 5 et 6, on va illustrer une première forme de réalisation concrète d'un rotor permettant de mettre en œuvre le bobinage d'excitation globale 130 pour modifier l'excitation.

Le rotor 220 possède ainsi des aimants triangulaires à flux radial. Plus précisément, un aimant Nord 220N présente la forme générale d'un triangle rectangle dont un grand côté est parallèle à l'axe de rotation et dont un petit côté affleure à une extrémité axiale du rotor pour définir un pôle. Cet aimant Nord 220N est adjacent, par son grand côté, au grand côté d'un aimant Sud 220S orienté tête-bêche, qui définit par son petit côté un pôle à l'extrémité opposée. Des parties magnétiques à réluctance 225, 225' s'étendent le long des aimants à partir de leurs hypoténuses.

15 Ici encore, on peut prévoir un nombre quelconque de paires d'aimants 220N, 220S en alternance avec un nombre correspondant de paires de pièces magnétiques.

Les figures 7 et 8 illustrent quant à elles l'application de la présente invention au cas d'un rotor 230 à griffes, selon un deuxième mode préféré de réalisation du rotor.

Un tel rotor à griffes possède, de façon classique en soi, une première pièce 231 possédant une première série de griffes généralement triangulaires 2310 et une seconde pièce 232 possédant une seconde série de griffes généralement triangulaires 2320, ces griffes s'imbriquant les unes dans les autres.

Dans ce cas, chaque griffe 2310 de la première série possède, dans un sens tangentiel donné (de la gauche vers la droite sur la figure 7), une pièce magnétique à réluctance 235 suivie d'un aimant 230N définissant un pôle Nord, tandis que chaque griffe 2320 de la seconde série possède, dans le même sens, un aimant 230S définissant un pôle Sud suivi d'une pièce magnétique à réluctance 235'. On retrouve ainsi une structure d'aimants et de pièces magnétiques de réluctance analogue à celle de la figure 4.

La figure 9 illustre une mise en œuvre de la présente invention avec un rotor 240 à griffes selon un troisième mode préféré de réalisation du rotor.

Le rotor 240 comporte de façon classique en soi une première partie 241 pourvue d'un certain nombre de griffes généralement triangulaires 2410, et une seconde partie 242 pourvue d'un certain nombre de griffes généralement triangulaires 2420, ces griffes 2410, 2420 s'imbriquant les unes les autres.

Dans ce cas, on prévoit dans la direction circonférentielle du rotor deux griffes à réluctance et deux griffes à aimants possédant des aimants surfaciques ou enterrés 240S et 240N pour y imposer des polarités Sud et Nord respectivement, et ainsi de suite.

Les figures 10a et 10b sont respectivement une demi-vue en coupe axiale d'une machine selon l'invention comportant le rotor à griffes 240 décrit en référence à la figure 9, et une vue développée partielle de ce rotor, un noyau magnétique 2450 reliant les pièces polaires 241 et 242. Ces pièces polaires peuvent également être de type à demi-noyau.

On comprend que le flux FD' créé par le bobinage 130 permet de renforcer (ou d'amoindrir, selon son signe) le flux totalisé dans l'induit. Sur la figure 10b, le flux FD' entre et sort du rotor principalement par les pôles des griffes à réluctance, évitant ainsi les pôles à aimants du fait que l'entrefer moyen équivalent sur un trajet qui passerait par les aimants est plus grand (il inclut deux fois l'épaisseur d'un aimant).

Ainsi pour renforcer le flux totalisé, aux pôles à aimants 2410, Sud, et 2420, Nord, on fera suivre selon la configuration de la figure 10b un pôle à réluctance 2430, Sud, et un pôle à réluctance 2440, Nord, ce qui correspond à une répartition régulière de pôles Sud-Nord-Sud-Nord pour un sens donné du courant d'excitation.

Pour amoindrir le flux totalisé dans l'induit, on inversera le signe du courant alimentant le bobinage 130, pour avoir selon une configuration non représentée sur les figures un pôle à réluctance 2430 Nord et un pôle à réluctance 2440 Sud, ce qui correspond à une répartition de pôles Sud-Nord-Nord-Sud. Si le courant inverse est tel que les pôles aimantés ont le même

flux en valeur absolue que le flux des pôles à réluctance, le flux totalisé est nul, ainsi que la puissance utile.

L'invention peut ainsi être mise en œuvre dans des machines tournantes diverses dont le rotor doit comporter des parties aimantées ou magnétiques ne s'étendant pas strictement parallèlement à l'axe de rotation du rotor de la machine.

La figure 11 montre un exemple de réalisation des griffes du rotor 240 dans le cas où celui-ci porte des aimants surfaciques, lesdits aimants surfaciques étant alors insérés à l'intérieur des griffes.

Il est ainsi possible de réaliser par matriçage la forme générale des parois latérales 2401 des griffes 2400, la forme définitive des griffes étant réalisée en usinant l'intérieur desdites faces latérales 2401 de manière à constituer des retours 2402 qui maintiendront les aimants en place.

La figure 12 illustre un autre mode de réalisation d'une machine tournante selon l'invention, dans laquelle un bobinage d'excitation globale 130' est intégré non pas au stator, mais au rotor de la machine. Dans cette configuration, le stator est de type classique, constitué d'un assemblage de tôles statoriques 100' et comprenant des bobinages d'induits polyphasés 140. Dans cette configuration, le bobinage d'excitation 130' est alimenté par l'intermédiaire de balais non représentés sur la figure.

On remarquera sur cette figure que le rotor, qui est ici de type à griffes et possède comme les rotors précédents 230 et 240 des pôles à aimants et des pôles à réluctance, comprend un noyau magnétique 2000 annulaire séparant le bobinage d'excitation de l'axe de rotation de la machine. Ce noyau magnétique est réalisé dans une matière magnétique pouvant être la même que celle des pôles à réluctance du rotor ; elle est en contact avec les pôles de rotor situés axialement des deux côtés de la machine (les pôles des deux côtés respectifs étant sur cette figure globalement référencés 2001 et 2002 respectivement), pour assurer la fermeture du flux généré par le bobinage d'excitation 130'. Les parties d'extrémité 2001 et 2002 peuvent être à demi-noyau.

Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux formes de réalisation décrites et représentées, mais l'homme du métier saura y apporter toutes variantes ou modifications conformes à son esprit.

5 Il est ainsi possible selon l'invention de prévoir plusieurs bobinages d'excitation tels que le bobinage 130, réparti dans plusieurs évidements de la carcasse 120, les trajets de retour de flux entre le stator et le rotor (qui correspondent sur la figure 3 aux deux zones axialement périphériques dans lesquelles les paquets de tôles respectifs 110a et 110b sont à proximité du rotor) devant alors encadrer l'ensemble des bobinages d'excitation.

10 En outre, en fonction de la capacité de défluxage souhaitée, on peut jouer sur la proportion entre les secteurs à pôles aimantés et les secteurs à pôles à réluctance prévus sur le rotor, et par exemple prévoir un secteur à deux pôles aimantés Sud et Nord, un second secteur identique à pôles aimantés Sud et Nord, un secteur à deux pôles à réluctance, puis à nouveau
15 deux secteurs à deux pôles aimantés chacun, etc. En tout état de cause, les modes préférés de réalisation de rotor décrits ci-dessus ne sont évidemment pas limitatifs.

De manière générale, en fonction de la capacité de défluxage souhaitée, on peut jouer sur les étendues relatives des aimants et des pièces
20 magnétiques à réluctance.

On peut également noter que le principe de défluxage proposé reste valable dans le cas des rotors à griffes même si le bobinage d'excitation est logé dans le rotor entre les griffes et le noyau et qu'il est alimenté via des balais comme dans le cas des alternateurs à griffes actuels des automobiles,
25 comme représenté sur la figure 12.

REVENDEICATIONS

- 5
10
15
20
25
30
1. Machine électrique tournante, notamment un alternateur ou un alterno-démarrreur de véhicule automobile, comprenant un stator (100, 100') pourvu d'au moins un bobinage d'induit (140) logé dans des encoches délimitées par des pôles, et un rotor (200, 210, 220, 230, 240) monté rotatif à l'intérieur du stator, le rotor possédant des pôles magnétiques (2410, 2420) définis par des aimants (210N, 210S, 220N, 220S, 230N, 230S, 240N, 240S) et des pôles magnétiques à réluctance (215, 215', 225, 225', 235, 235', 2430, 2440) distincts des pôles magnétiques définis par des aimants, caractérisée en ce que la machine possède un bobinage d'excitation (130, 130') apte à faire varier l'excitation du rotor, et en ce que la répartition dans le rotor des pôles magnétiques à aimants et des pôles magnétiques à réluctance est telle que le flux magnétique (FD') créé par le bobinage d'excitation (130, 130') et circulant entre le rotor et le stator passe essentiellement par les pôles à réluctance du rotor.
 2. Machine tournante selon la revendication 1, caractérisée en ce que le bobinage d'excitation (130) est fixe et monté autour du stator, en ce que le stator présente deux partie magnétiques (110a, 110b) séparées par une région amagnétique (115) au droit du bobinage d'excitation, du côté intérieur de celui-ci, et en ce qu'il est prévu en outre un trajet magnétique entre les deux parties magnétiques du stator, passant à l'extérieur dudit bobinage d'excitation, de telle sorte que le flux magnétique (FD') engendré par le bobinage d'excitation puisse se propager par lesdites parties magnétiques du stator (110a, 110b), en traversant le rotor.

- 5 3. Machine tournante selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'il est prévu une pièce magnétique (120) entourant lesdites parties magnétiques (110a, 110b) du stator et en contact avec elles de manière à permettre la fermeture dudit trajet magnétique dans le stator, ladite pièce magnétique (120) comprenant une encoche (125) pour recevoir le bobinage d'excitation (130).
- 10 4. Machine selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisée en ce que la largeur (L) axiale de la région amagnétique (115) est sensiblement supérieure à la largeur (e) de l'entrefer séparant le rotor du stator.
- 15 5. Machine tournante selon la revendication 1, caractérisée en ce que le bobinage d'excitation (130') est tournant et monté à l'intérieur du rotor.
- 20 6. Machine tournante selon la revendication 5, caractérisée en ce que le rotor est un rotor à griffes imbriquées ou a une structure analogue à celle d'un rotor à griffes et en ce que le bobinage d'excitation (130') est séparé de l'axe de rotation de la machine par un noyau en matière magnétique (2000) qui coopère magnétiquement avec des parties d'extrémité axiale de pièces polaires du rotor (2001, 2002) afin de permettre la fermeture du flux généré par le bobinage d'excitation.
- 25 7. Machine tournante selon la revendication 6, caractérisé en ce que les pièces polaires du rotor sont du type à demi-noyau.
- 30 8. Machine tournante selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les aimants du rotor sont disposés de manière dissymétrique par rapport au plan médian transversal à l'axe (X) de rotation du rotor qui est situé au droit du bobinage d'excitation (130, 130').

- 5 9. Machine tournante selon la revendication 8, caractérisée en ce que les aimants du rotor occupent un espace dont la largeur, selon une direction tangentielle du rotor, varie quand on se déplace selon une direction parallèle à l'axe (X) de rotation du rotor.
- 10 10. Machine selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit au moins un bobinage d'excitation globale (130, 130') est relié à une alimentation électrique variable de sorte que le flux magnétique généré par ledit bobinage d'excitation globale peut renforcer les flux induits entre le rotor et le stator.
- 15 11. Machine selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'il est prévu des moyens pour inverser le signe de l'alimentation du bobinage d'excitation globale, de sorte que le flux magnétique généré par le bobinage d'excitation globale diminue les flux induits dans le stator.
- 20 12. Machine selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le rotor possède une série d'aimants (210N-210S, 220N-220S, 230N-230S) de polarités alternées et jouxtées par des parties magnétiques (215, 215', 225, 225', 235, 25 235') à réluctance associées respectivement auxdits aimants, chaque ensemble d'un aimant et d'une partie magnétique associée définissant un pôle de rotor, et au moins certains desdits pôles possèdent alternativement, suivant une direction généralement tangentielle, un aimant suivi de sa partie 30 magnétique et un aimant précédé de sa partie magnétique.
13. Machine selon la revendication 12, caractérisée en ce que le rotor possède, suivant ladite direction généralement tangentielle, des

paires d'aimants adjacents correspondant à des pôles n et $n+1$ en alternance avec des paires de parties magnétiques adjacentes correspondant à des pôles $n+1$ et $n+2$.

- 5 **14.** Machine selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que le rotor (240) possède suivant sa direction tangentielle une répartition de parties polaires à aimant(s) permanent(s) définissant chacune deux pôles de polarité imposée par aimant(s) et de parties polaires à réluctance définissant chacune deux pôles de polarités libres.
- 10
- 15.** Machine selon la revendication 14, caractérisée en ce que chaque partie polaire à aimant(s) permanent(s) comprend deux aimants disposés à proximité de la périphérie du rotor.
- 15
- 16.** Machine selon l'une des revendications 12 à 15, caractérisée en ce que les aimants sont des aimants à flux essentiellement radial.

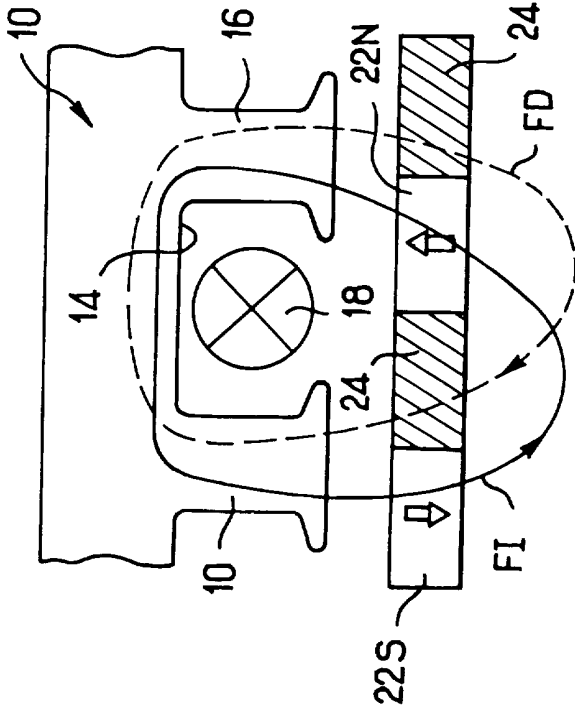


FIG. 1

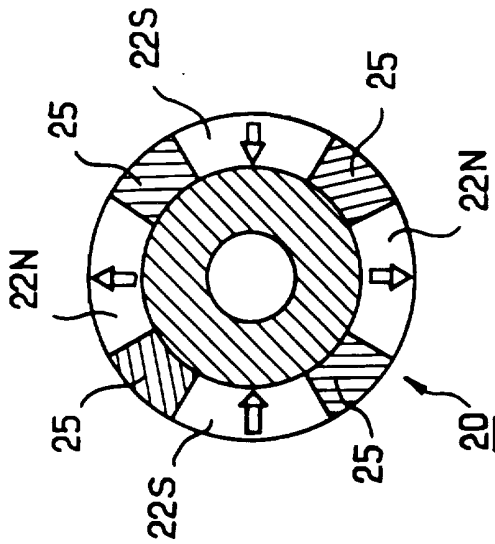


FIG. 2

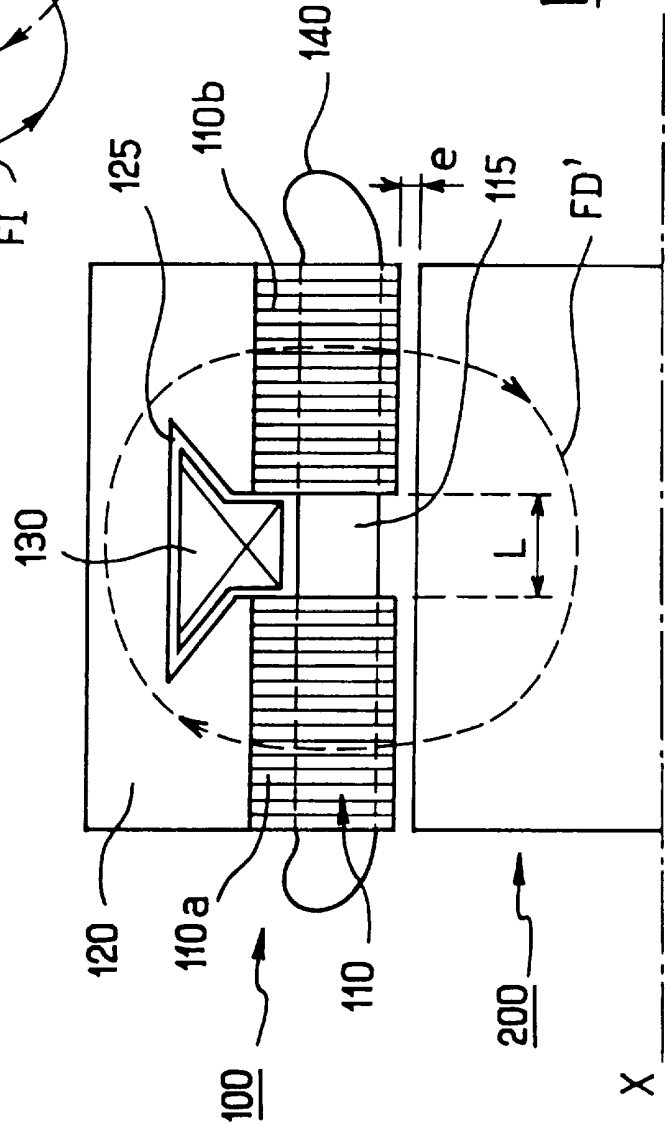


FIG. 3

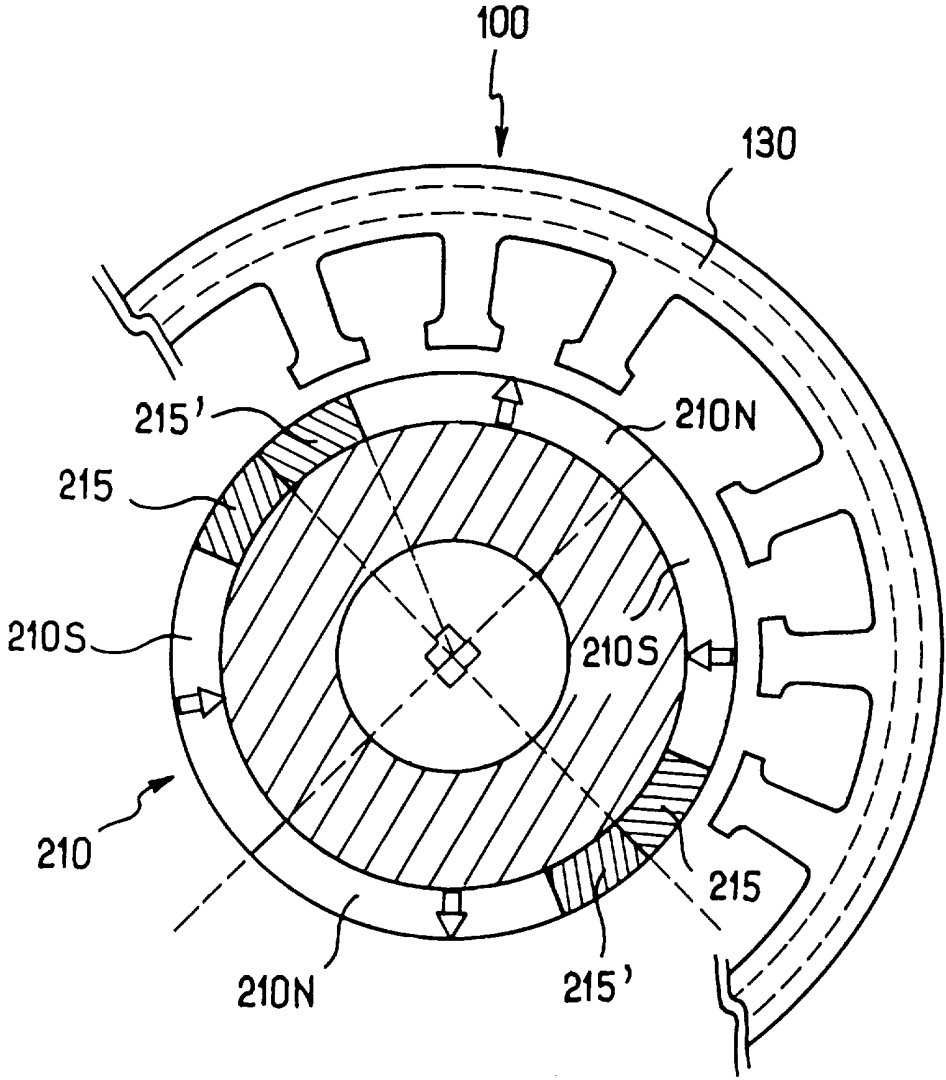


FIG. 4

3 / 6

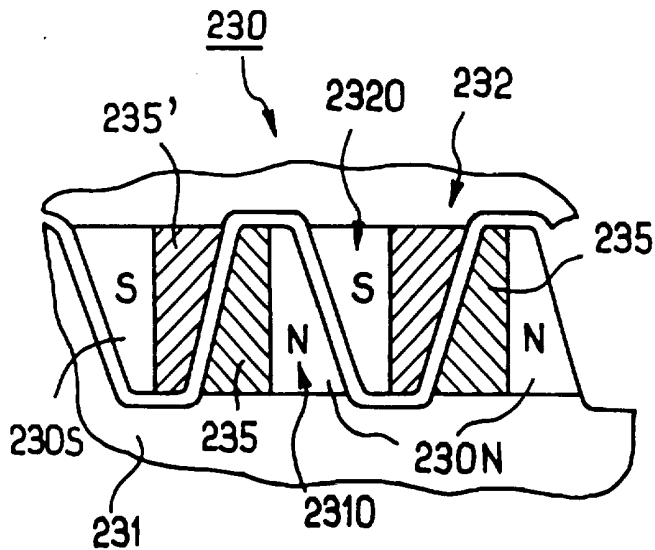
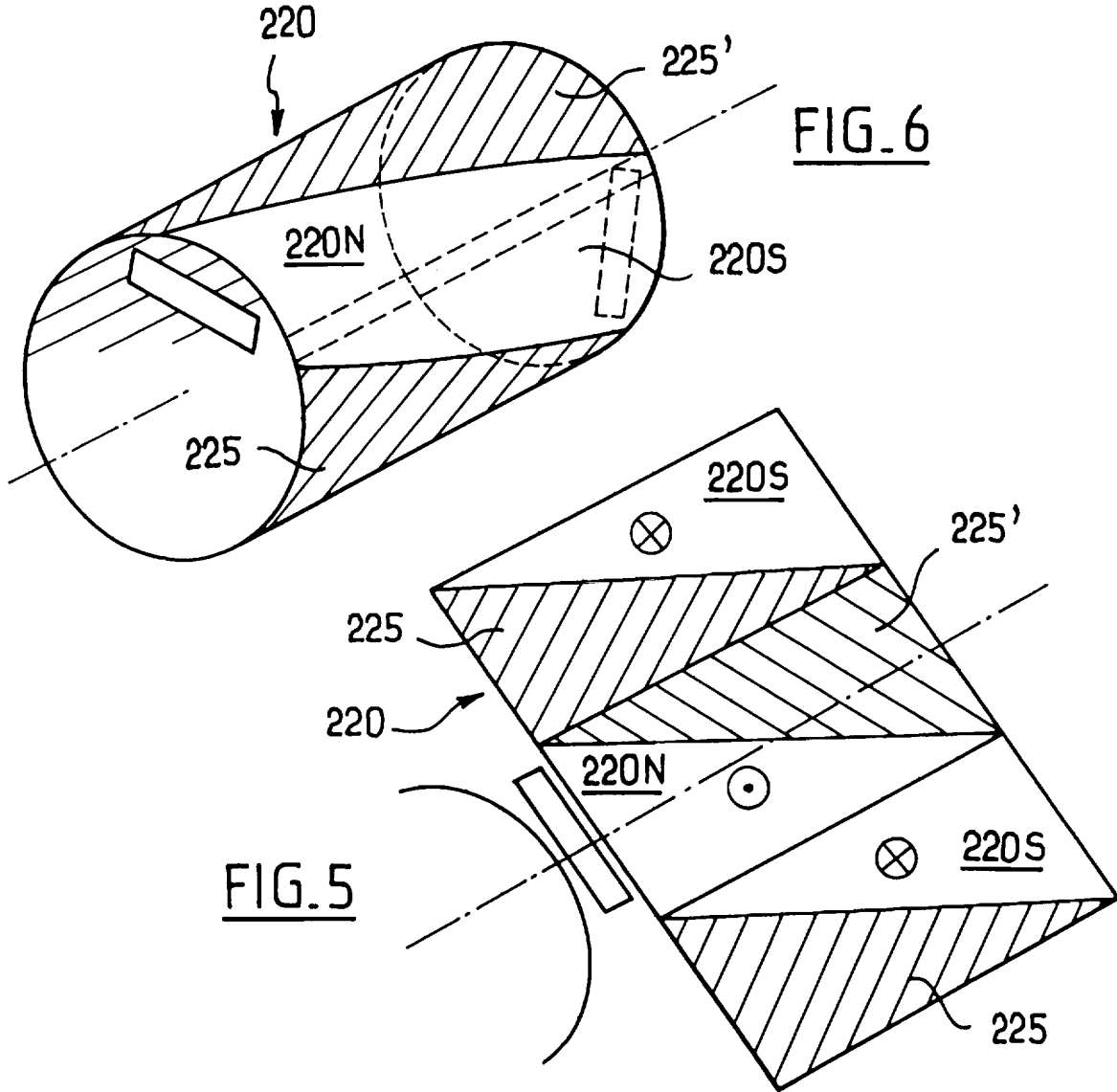


FIG. 7

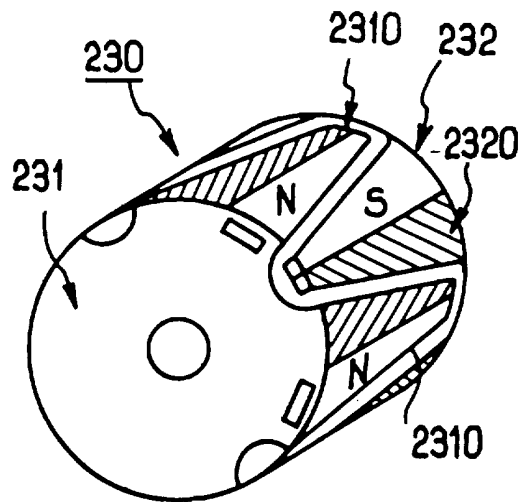


FIG. 8

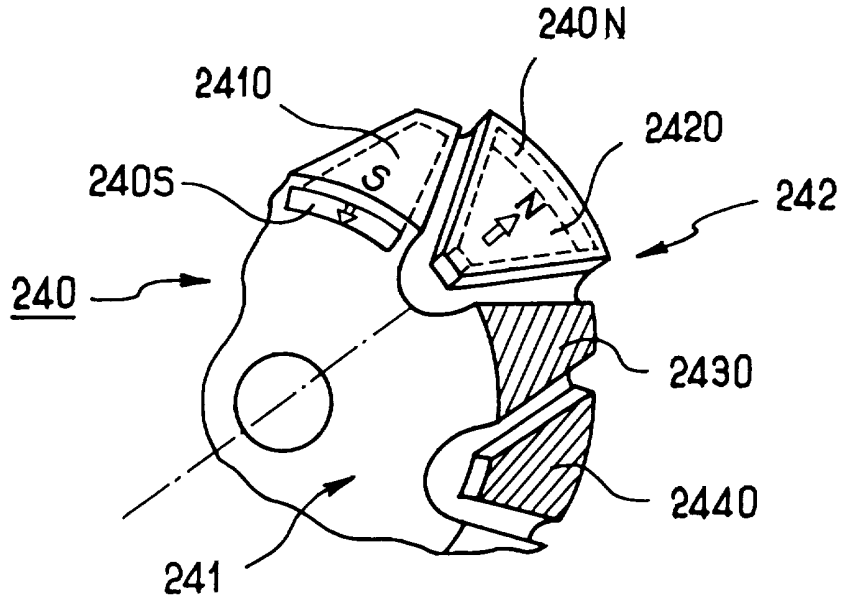


FIG. 9

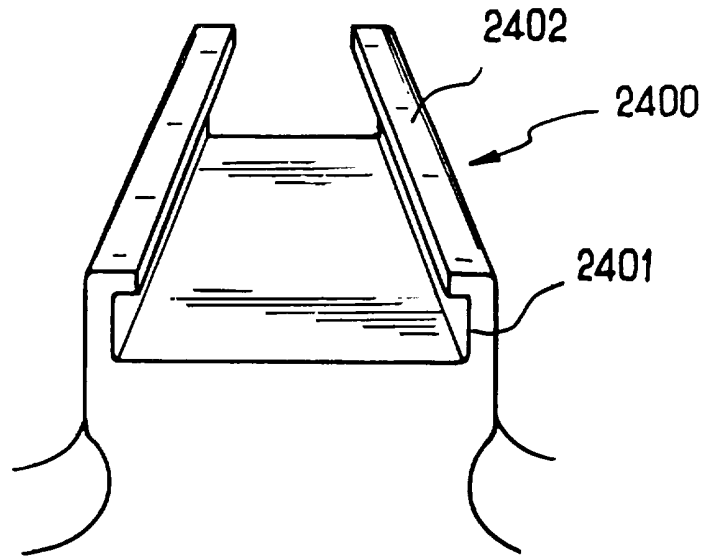


FIG. 11

5 / 6

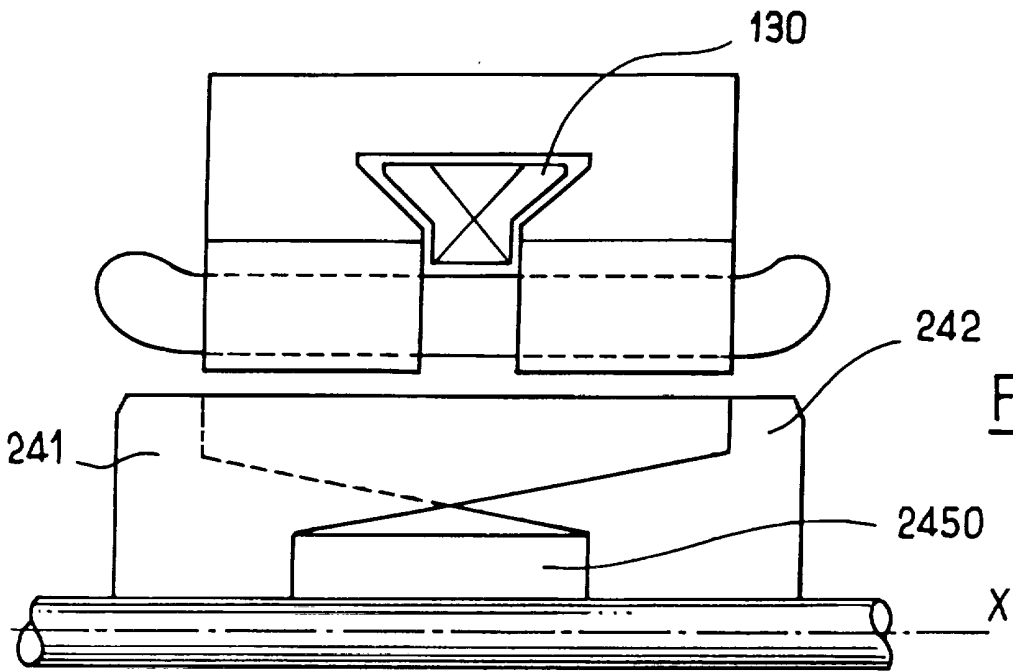


FIG. 10a

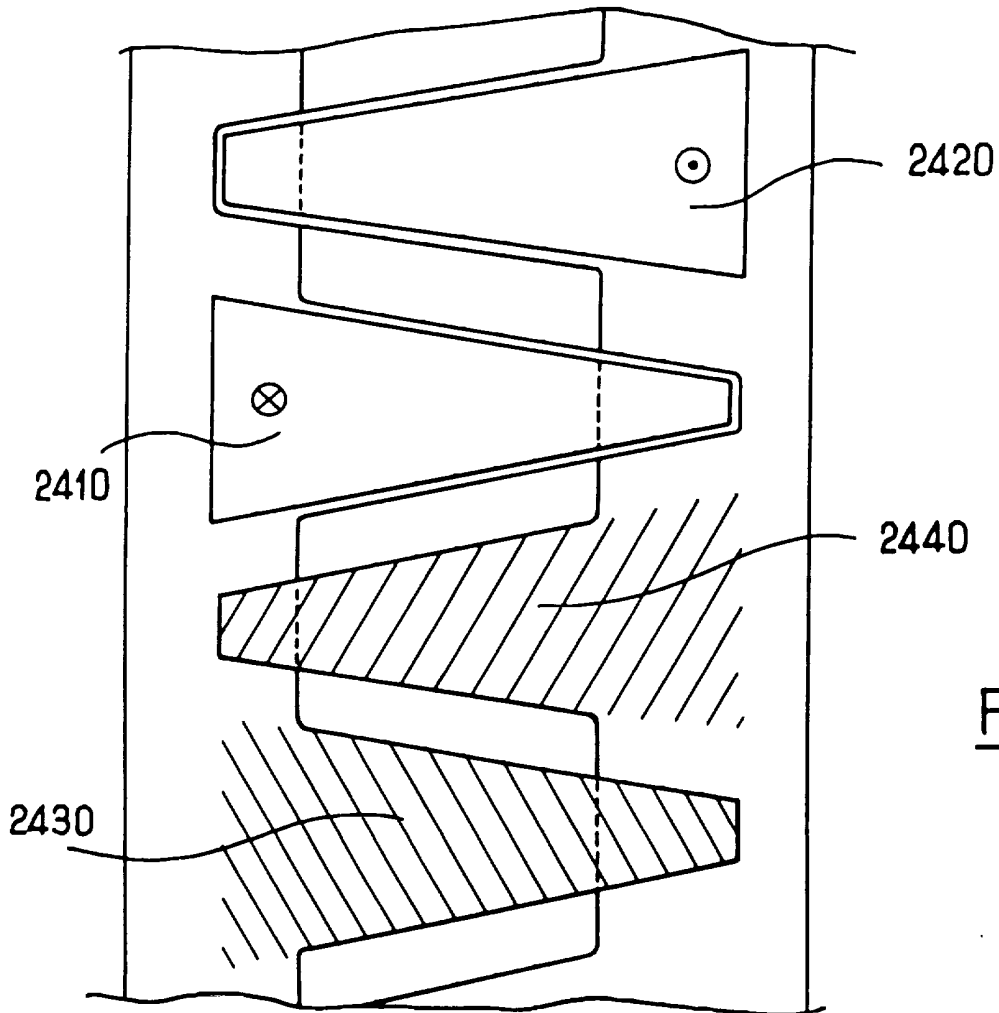
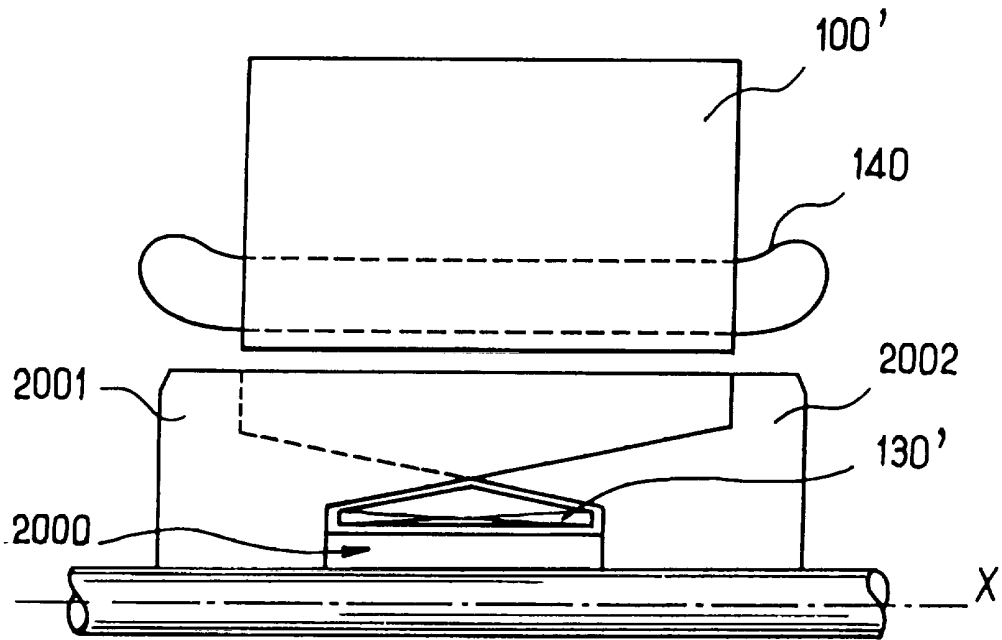


FIG. 10b

6 / 6

FIG. 12

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EP 0 741 444 A (FORD MOTOR CO) 6 novembre 1996 (1996-11-06) * le document en entier * ----	1,5-16
X	US 5 682 073 A (MIZUNO TAKAYUKI) 28 octobre 1997 (1997-10-28) * colonne 3, ligne 41 - colonne 6, ligne 34; figures 1-5 * ----	1,2,4, 10,11 3
Y		3
A		5-7
Y	US 4 496 868 A (ADVOLOTKIN NIKOLAI P ET AL) 29 janvier 1985 (1985-01-29) * figure 4 * -----	3
A		4
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H02K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
25 novembre 1999		Zanichelli, F
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)