

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 640 828**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **89 00589**

⑤1 Int Cl⁶ : H 02 K 41/02, 1/06, 15/03; H 01 F 41/02 /
G 11 B 7/09.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 19 janvier 1989.

③0 Priorité : JP, 21 juillet 1988, n° 182 418/88 et 26 août 1988, n° 211 637/88.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPi « Brevets » n° 25 du 22 juin 1990.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparités :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : SEIKO EPSON CORPORATION. — JP.

⑦2 Inventeur(s) : Mitsuhiro Horikawa, Hiroshi Ito, Tsugio Ide, Michio Yanagisawa, Tatsuya Shimoda et Koji Akioka, Seiko Epson Corporation.

⑦3 Titulaire(s) :

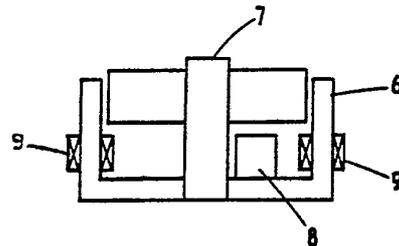
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Flechner.

⑤4 Actionneur électromagnétique.

⑤7 L'invention concerne les actionneurs électromagnétiques produisant à la fois un mouvement de rotation et un mouvement de translation.

Un actionneur conforme à l'invention comprend un aimant cylindrique ayant des frontières d'aimantation dans la direction périphérique et dans la direction axiale, dans lequel une aimantation multipolaire est établie dans la direction axiale, et des culasses 6, 7 portant des bobines respectives 9 et comportant des pôles magnétiques situés face aux frontières d'aimantation.

Application aux actionneurs d'objectif pour les mémoires à disque optique.



FR 2 640 828 - A1

D

La présente invention concerne un actionneur à deux mouvements, procurant une rotation (θ) autour d'un arbre et un mouvement rectiligne (z) dans la direction axiale de l'arbre, et on appellera ci-après ce dispositif un actionneur du type à aimant mobile θ - z .

La grande majorité des actionneurs θ - z de l'art antérieur destinés à l'entraînement d'un objectif dans une tête optique, par exemple dans un dispositif d'entraînement pour une mémoire à disque optique, entrent dans la catégorie des actionneurs du type à bobine mobile qui sont décrits dans la publication de brevet du Japon n° 210456/1982. D'autre part, un actionneur pour un objectif du type à aimants mobiles est décrit dans la publication du brevet du Japon n° 37830/1988.

Il apparaît cependant des problèmes dans l'art antérieur, dans le cas de l'actionneur du type à bobine mobile, et ces problèmes consistent en une déconnexion d'une ligne d'alimentation dirigée vers la bobine mobile, en une dégradation de la fixation sous l'effet d'un échauffement excessif de la bobine, et également en une déformation thermique résultante de la bobine. La connexion de la ligne d'alimentation nécessite des opérations complexes et malcommodes. La ligne d'alimentation elle-même exerce des influences défavorables sur le fonctionnement rapide de l'unité mobile. En outre, une configuration non uniforme des conducteurs de la bobine fait souvent apparaître un déséquilibre de masse de l'unité mobile, ce qui entraîne à son tour l'apparition d'une résonance d'ordre supérieur. Ces facteurs sont des obstacles à un fonctionnement rapide. Lorsque l'actionneur du type à bobine mobile est appliqué par exemple à une tête optique d'un dispositif d'entraînement de mémoire à disque optique, on ne peut pas augmenter la fréquence de rotation d'un disque optique, ce qui impose une limite à la cadence de transfert de données. Une modification des spécifications de la bobine (le nombre de spires, le diamètre du fil, etc.) entraîne des variations de la masse de l'unité mobile, et exige donc de

répéter un processus d'ajustement par approximations successives, faisant intervenir des modifications de la structure de l'actionneur pour satisfaire des spécifications optiques de la bobine.

5 D'autre part, l'actionneur du type à aimants mobiles présente les problèmes suivants. Un ensemble de circuits magnétiques et d'aimants sont nécessaires pour obtenir un fonctionnement bidimensionnel. Cette configuration conduit à une structure complexe. Pour cette raison, la masse de l'unité
10 mobile est souvent déséquilibrée. De plus, une augmentation du poids de l'unité mobile exerce une influence défavorable sur la rapidité de réponse. Ce type d'actionneur présente en outre le défaut d'être coûteux.

Un but essentiel de l'invention, qui élimine les
15 problèmes précités inhérents à l'art antérieur, est de procurer un actionneur ayant d'excellentes caractéristiques de fonctionnement à vitesse élevée, dont l'unité mobile présente une masse bien équilibrée, et qui ait une structure ne nécessitant pas de fournir de l'énergie électrique à l'unité mobi-
20 le.

La structure de l'actionneur conforme à l'invention correspond à deux types qui sont définis dans les revendications 1 et 2.

Le premier type d'actionneur, correspondant à la re-
25 vendication 1, présente les caractéristiques suivantes :

(1) suppression du risque de déformation thermique d'une bobine et de dégradation de la fixation, et

(2) maîtrise plus aisée des entrefers entre les circuits magnétiques.

30 Ces caractéristiques distinguent cet actionneur vis-à-vis de l'actionneur de la revendication 2.

Le second type d'actionneur, correspondant à la revendication 2, présente les caractéristiques suivantes, différentes de celles de l'actionneur de la revendication 1 :

35 (1) possibilité de minimiser remarquablement la

dispersion, aussi bien en ce qui concerne le poids d'une bobine que la valeur de sa résistance, pour augmenter la productivité, et

(2) bonne adaptation à un actionneur rapide, du fait que la sensibilité dans la région de fréquence supérieure ne diminue pas, à cause d'une faible inductance.

On en déduit donc que les actionneurs des revendications 1 et 2 peuvent coexister, bien qu'ils présentent une différence de conception.

10 Il est possible d'obtenir un dispositif d'entraînement pour une mémoire optique présentant une fiabilité élevée et capable de transférer des données à une cadence élevée, avec une configuration qui permet d'utiliser l'un quelconque de ces actionneurs en tant qu'actionneur d'objectif.

15 Pour atteindre le but précité, conformément à un aspect de l'invention, un actionneur qui est capable de tourner autour d'un arbre de support et de se déplacer de façon rectiligne dans la direction axiale de l'arbre de support, présente le perfectionnement qui est caractérisé par le fait
20 que l'actionneur comprend (a) un aimant cylindrique, dans lequel une aimantation multipolaire est établie dans la direction radiale, avec des frontières d'aimantation dans les directions périphérique et axiale, et (b) une culasse comportant des pôles magnétiques qui sont respectivement placés
25 face aux frontières d'aimantation, et avec une bobine pour chaque pôle.

Selon un autre aspect de l'invention, un actionneur qui peut tourner autour d'un arbre de support et qui peut effectuer un mouvement rectiligne dans la direction axiale
30 de l'arbre de support, comporte le perfectionnement caractérisé en ce que cet actionneur comprend (a) un aimant cylindrique, dans lequel une aimantation multipolaire est établie dans la direction radiale, avec des frontières d'aimantation dans les directions périphérique et axiale, et (b) une cu-
35 lasse ayant une surface, placée face aux frontières d'aiman-

tation, sur laquelle une bobine est collée en regard de la surface cylindrique de l'aimant.

Dans l'actionneur conforme à l'invention, on peut considérer que l'aimant cylindrique dans lequel l'aimantation multipolaire est établie, constitue une unité mobile. Le poids diminue lorsqu'on réduit l'épaisseur. Il est donc très efficace d'employer un aimant du type aggloméré par une résine, pouvant être mis en oeuvre aisément et permettant d'obtenir une productivité élevée, et en particulier un aimant du type aggloméré par une résine et consistant en un système samarium (Sm)-cobalt (Co), ayant d'excellentes performances. On peut cependant obtenir des propriétés magnétiques suffisantes avec un aimant dans lequel Sm est remplacé partiellement par au moins une sorte de métal léger de la série des terres rares, ayant pour principaux éléments le néodyme (Nd), le cérium (Ce) et le praséodyme (Pr), ou avec un aimant du type aggloméré par une résine et consistant en un système métal de la série des terres rares (R) - fer (Fe) - bore (B). Des aimants de ce type sont avantageux en ce qui concerne la disponibilité des matériaux ainsi que le prix.

On peut améliorer les caractéristiques d'entraînement de l'actionneur en utilisant l'aimant à hautes performances qui est constitué par le système R-Fe-B. On peut également obtenir des propriétés magnétiques suffisantes même si on utilise un aimant fritté dont la composition fondamentale comprend R, Fe, B et du zirconium (Zr). Ce type d'aimant est également avantageux en ce qui concerne la disponibilité des matériaux ainsi que le prix.

Lorsqu'on utilise un aimant consistant en une pièce coulée avec le système R-M-X, il est possible d'obtenir un actionneur de hautes performances ayant un faible coût. Cependant, M doit consister au moins en un métal de transition et X doit consister au moins en un élément du groupe IIIB.

L'actionneur conforme à l'invention convient particulièrement bien pour l'actionneur d'objectif qui effectue

des opérations de focalisation et de poursuite dans le dispositif d'entraînement de mémoire à disque optique, du fait qu'il présente d'excellentes caractéristiques de fonctionnement rapide en mode θ -z, et qu'on peut aisément le miniaturiser et diminuer son épaisseur. On peut également appliquer l'actionneur de l'invention à un dispositif de positionnement précis utilisé dans la fabrication d'un circuit intégré à semiconducteurs.

L'actionneur de l'invention est conçu de façon que l'aimant se déplace de façon rectiligne dans la direction axiale de l'arbre de support, sous l'effet de l'attraction et de la répulsion magnétiques entre l'aimant cylindrique dans lequel l'aimantation multipolaire est établie dans la direction radiale, et les pôles magnétiques qui sont formés sur la surface de la culasse, face aux frontières d'aimantation dans la direction périphérique (on appellera ci-après simplement "pôles magnétiques" les positions auxquelles sont formés les pôles magnétiques sur la surface de la culasse qui est placée face aux frontières magnétiques de l'aimant). L'aimant est également mis en rotation autour de l'arbre de support sous l'effet de l'attraction et de la répulsion magnétiques entre l'aimant et les pôles magnétiques de la culasse qui se trouvent face aux frontières d'aimantation dans la direction axiale. On peut ainsi réaliser un entraînement bidimensionnel (θ -z) avec un aimant en une seule pièce.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre de modes de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs. La suite de la description se réfère aux dessins annexés dans lesquels :

Les figures 1(a), 1(b) et 1(c) forment un schéma synoptique qui illustre un mode de réalisation d'un actionneur d'objectif conforme à l'invention, qui est défini dans la revendication 1; la figure 1(a) est une vue en plan de l'actionneur; la figure 1(b) est une vue en élévation de

l'actionneur; et la figure 1(c) est une coupe de l'actionneur;

Les figures 2(a), 2(b) et 2(c) forment un schéma synoptique qui illustre un mode de réalisation d'un actionneur d'objectif conforme à l'invention, qui est défini dans la revendication 2; la figure 2(a) est une vue en plan de l'actionneur; la figure 2(b) est une vue en élévation de l'actionneur; et la figure 2(c) est une vue en coupe de l'actionneur;

La figure 3 est un schéma explicatif représentant un palier;

10 La figure 4 est un schéma explicatif représentant une bague de culasse;

La figure 5 est un schéma développé qui montre une configuration d'aimantation d'un aimant;

La figure 6 est une représentation en perspective schématique qui illustre un mode de réalisation de l'actionneur d'objectif ayant une autre structure conforme à l'invention, qui est définie dans la revendication 1;

15 La figure 7 est une représentation en perspective schématique qui illustre un mode de réalisation d'un actionneur d'objectif ayant une autre structure conforme à l'invention, qui est définie dans la revendication 2;

Les figures 8(a) à 8(c) sont des schémas représentant chacun une configuration d'un circuit magnétique;

25 Les figures 9(a) et 9(b) sont des schémas développés, représentant chacun une configuration d'aimantation de l'aimant;

La figure 10 est un organigramme d'un processus de fabrication d'un aimant du type aggloméré par une résine, consistant en un système Sm-Co;

30 La figure 11 est un organigramme d'un processus de fabrication d'un aimant du type aggloméré par une résine, consistant en un système Nd-Fe-B;

La figure 12 est un organigramme d'un processus de fabrication d'un aimant consistant en un système Nd-Fe-B;

35 La figure 13 est un organigramme d'un processus de

fabrication d'un aimant fritté dont la composition fondamentale comprend R, Fe, B et Zr;

La figure 14 est un organigramme d'un processus de fabrication d'un aimant coulé consistant en un système R-X-5 M;

La figure 15 est un schéma explicatif représentant un lingot coulé et une capsule;

La figure 16 est un schéma facilitant l'explication d'une opération d'extrusion à chaud du lingot coulé;

La figure 17 est un schéma explicatif qui représente un dispositif d'application de pression pour l'opération d'extrusion à chaud;

La figure 18 est un schéma facilitant l'explication d'un procédé d'aimantation;

Les figures 19(a) et 19(b) sont des schémas explicatifs représentant chacun une culasse d'aimantation;

La figure 20 est un schéma représentant un mécanisme d'un dispositif d'entraînement de mémoire à disque optique qui utilise une tête optique employant l'actionneur conforme à l'invention; et

La figure 21 est un schéma synoptique qui représente un système optique de la tête optique prévue pour l'utilisation avec un dispositif d'entraînement de mémoire à disque magnéto-optique.

25 Premier mode de réalisation

On décrira ci-après un mode de réalisation d'un actionneur défini dans la revendication 1.

Les figures 1(a) à 1(c) sont des schémas synoptiques qui représentent en combinaison un cas dans lequel l'actionneur d'un mode de réalisation de la présente invention est défini comme étant un actionneur d'objectif. La figure 1(a) est une vue en plan de l'actionneur; la figure 1(b) est une vue en élévation de l'actionneur; et la figure 1(c) est une coupe de l'actionneur. Un aimant désigné par la référence 1 présente une configuration cylindrique. On mentionnera ulté-

rieurement les dimensions (diamètre intérieur, diamètre extérieur et hauteur) de l'aimant 1. Une monture d'objectif 2, en matière plastique, est fixée à l'intérieur de l'aimant 1, et la partie centrale de cette monture a une forme prévue
5 pour définir un palier. Il est possible d'utiliser dans ce cas une configuration dans laquelle une douille rapportée 11, en matière plastique, représentée sur la figure 3, remplit la fonction d'un palier. Comme on le voit sur la figure 4, une bague de culasse 12 peut être interposée, à titre de culasse
10 arrière, entre l'aimant 1 et la monture d'objectif 2. Un objectif 3 est fixé à une partie de montage d'objectif de la monture d'objectif 2, et cet objectif peut tourner autour d'un arbre de support 5 qui se dresse sur une base 4, et il peut également se déplacer de façon rectiligne dans la di-
15 rection axiale de l'axe de support 5, ce qui permet un mouvement bidimensionnel d'un foyer d'un faisceau laser. La figure 4 est un schéma développé de l'aimant, montrant sa configuration d'aimantation. On envisagera ultérieurement les détails du procédé d'aimantation. On établit une aimantation multipo-
20 laire dans la direction radiale du cylindre. Comme le montre la figure 5, un pôle N et un pôle S apparaissent sur la surface d' l'aimant. Le rapport des aires de ces pôles est presque le même et dépend de la facilité d'aimantation. Le rapport des aires n'est pas limité à ceci, mais les pôles magné-
25 tiques de la culasse peuvent faire face aux frontières d'aimantation. Sur la figure, les symboles w, x, y et z indiquent respectivement des positions opposées aux pôles magnétiques, correspondant aux symboles qui sont représentés sur la figure 1(a). Les pôles magnétiques w et y correspondent aux extré-
30 mités d'une culasse 6, tandis que les pôles magnétiques x et z correspondent aux extrémités d'une culasse 7. Des forces répulsives sont générées si les pôles de même nom de l'aimant 1 sont disposés face à deux pôles magnétiques de la même culasse et, par conséquent, la position dans laquelle les pôles
35 magnétiques font face aux frontières d'aimantation est la

plus stable. Il en résulte qu'une unité mobile peut être maintenue en position neutre, ce qui élimine la nécessité d'un ressort de maintien en position neutre. Comme le montre la figure 1(a), les largeurs des pôles magnétiques x et z sont plus faibles que celles des pôles magnétiques w et y. Comme le montrent les figures 1(a) - 1(c), si l'objectif 3 est placé dans une position située face au pôle magnétique w ou y, il peut exister un entrefer suffisant pour laisser passer le faisceau laser entre les pôles magnétiques de focalisation (w et y) et les pôles magnétiques de poursuite (x et z). Comme le montrent les figures 1(a) - 1(c), un miroir réfléchissant 8 est monté de façon à procurer une structure mince. Comme le montrent les figures 1(a) - 1(c), des bobines 9 et 10 sont respectivement bobinées sur les culasses 6 et 7. On peut voir sur les figures 1(b) et 1(c) que la bobine 9 qui est bobinée sur la culasse 6 est employée pour la commande de focalisation (la bobine 10 pour la commande de poursuite n'est pas représentée sur la figure 1(b)), tandis que la bobine 10 qui est bobinée sur la culasse 7 est utilisée pour la commande de poursuite (la bobine 9 pour la commande de focalisation n'est pas représentée sur la figure 1(c)). Lorsqu'un courant de commande circule de façon à générer les mêmes pôles dans deux structures de pôles magnétiques de la même culasse, l'aimant se déplace très peu au voisinage de la position neutre.

On note que la structure n'est pas spécialement limitée à la configuration dans laquelle les bobines sont bobinées directement sur les culasses, et que, selon une variante, on peut employer un mandrin de bobine. Cependant, dans le cas où les bobines sont directement bobinées sur les culasses, il est évidemment nécessaire de prévoir une isolation suffisante.

L'actionneur conforme à l'invention ne comprend aucune bobine dans les entrefers entre l'aimant et les pôles magnétiques. On peut donc minimiser la taille des entrefers

en augmentant la précision dimensionnelle de l'aimant. L'actionneur présente de bonnes caractéristiques courant-poussée (couple), et il a donc une grande efficacité.

Second mode de réalisation

5 La description concerné ici l'actionneur qui est spécifié dans la revendication 2. A l'exception de la bobine, la structure est pratiquement la même que celle du premier mode de réalisation.

10 Les figures 2(a) à 2(c) sont des schémas synoptiques qui illustrent en combinaison un cas dans lequel l'actionneur d'un mode de réalisation de l'invention est employé en tant qu'actionneur d'objectif. La figure 2(a) est une vue en plan de l'actionneur; la figure 2(b) est une vue en élévation de l'actionneur; et la figure 2(c) est une coupe de l'actionneur.

15 Comme le montrent les figures 2(a) - 2(c), les bobines 9 et 10 sont respectivement collées sur les culasses 6 et 7. On peut voir sur les figures 2(b) et 2(c) que la bobine 9 qui est collée sur la culasse 6 est employée pour la commande de focalisation (la bobine 10 pour la commande de poursuite

20 n'est pas représentée sur la figure 2(b)), tandis que la bobine 10 qui est collée sur la culasse 7 est utilisée pour la commande de poursuite (la bobine 9 pour la commande de focalisation n'est pas représentée sur la figure 2(c)). On note que la bobine comprend une structure dans laquelle son substrat est constitué par un polyamide résistant à la chaleur,

25 la bobine elle-même consiste en cuivre formé par le procédé de dépôt chimique, dans lequel un motif de bobine est formé par photolithographie. Sur la base de ce procédé, il est possible de réduire à la fois la largeur et le pas d'une bobine, ce qui permet d'obtenir un grand nombre de spires de

30 bobine. On peut aisément réaliser des bobines multicouches, en fonction des particularités de conception. Dans ce mode de réalisation, les bobines sont revêtues de résine époxy pour leur protection ainsi que pour leur isolation.

35 La sensibilité de la bobine ainsi obtenue ne peut

pas diminuer, même dans la région correspondant à des fréquences supérieures, à cause d'une faible inductance. On peut fabriquer l'actionneur rapide en utilisant ce type de bobines. Cet actionneur convient par exemple pour l'utilisation dans
5 une tête optique pour une mémoire à disque optique, capable de fonctionner à une vitesse de rotation élevée. La bobine basée sur le procédé de photolithographie permet d'obtenir une productivité élevée, tout en permettant de minimiser les irrégularités de qualité. Il faut noter qu'en plus du cuivre,
10 le matériau utilisable dans ce cas pour la bobine comprend l'aluminium et un alliage aluminium-cuivre. Le procédé de fabrication n'est pas limité au procédé de dépôt chimique, et on peut également utiliser un procédé par séchage, tel qu'un procédé de pulvérisation. En outre, l'isolation de la bobine
15 n'est pas limitée au procédé décrit ci-dessus.

En fonction de l'application de l'actionneur, on peut évidemment employer un nombre de spires nécessaire de fil électrique, au lieu d'utiliser la photolithographie. On peut également employer le procédé de définition du motif de
20 la bobine qui est associé à la technique d'impression.

Les premier et second modes de réalisation procurent des avantages dans la mesure où l'assemblage peut être facilité par l'absence d'utilisation d'un élément de support, tel qu'un ressort, pour maintenir l'unité mobile en position neutre, et par le fait qu'il est possible d'éviter la résonance
25 d'ordre supérieur de l'élément de support, qui est inhérente à l'actionneur de l'art antérieur. En outre, on peut définir de façon précise la répartition de masse de l'unité mobile au stade de la conception, ce qui permet d'obtenir une structure
30 ayant une masse bien équilibrée. On peut donc obtenir un fonctionnement stable à vitesse élevée. Au contraire, dans l'actionneur classique du type à bobine mobile, le défaut d'uniformité dans la configuration de la bobine provoque un déséquilibre de masse de l'unité mobile. Ceci entraîne en outre
35 une vibration parasite et un glissement intermittent sur

une surface de glissement du palier. Ces problèmes sont cependant éliminés dans ce mode de réalisation.

L'actionneur classique du type à aimants mobiles exige une opération consistant à combiner un ensemble d'aimants, et la structure devient complexe, ce qui entraîne des difficultés d'assemblage. En opposition totale avec ceci, on peut assembler aisément l'actionneur de ces modes de réalisation.

L'aimant qui est employé dans ces modes de réalisation est de préférence léger et il a d'excellentes performances. On décrira ci-après de façon complète l'aimant approprié en association avec son procédé de fabrication.

Troisième mode de réalisation

On va maintenant décrire un mode de réalisation d'une autre structure. On peut considérer une grande variété d'exemples de configuration du circuit magnétique, et celles qui sont représentées dans les premier et second modes de réalisation ne sont pas limitatives. La figure 6 est une représentation en perspective schématique qui illustre une configuration dans laquelle le circuit magnétique est établi indépendamment pour chaque pôle magnétique. On peut apporter diverses modifications à la structure du circuit magnétique, à savoir : comme le montre la figure 8(a), les pôles magnétiques peuvent être placés du côté intérieur et du côté extérieur de l'aimant 1, et une culasse 13 peut être formée d'un seul tenant; comme le montre la figure 8(b), la culasse peut être formée en deux pièces au lieu d'être formée d'un seul tenant; et, comme le montre la figure 8(c), le pôle magnétique peut être formé seulement du côté extérieur de l'aimant 1. Dans toutes les structures, il existe un ressort et un amortisseur appropriés (non représentés) pour maintenir l'unité mobile en position neutre. Si, comme représenté sur la figure 8(c), le pôle magnétique de chaque circuit magnétique est placé seulement du côté extérieur de l'aimant, on peut améliorer l'efficacité en fixant la bague de culasse à

l'intérieur de l'aimant 1, comme représenté sur la figure 4. Sauf pour l'exemple de la figure 5, la configuration d'aimantation possible de l'aimant peut comprendre celles qui sont représentées sur les figures 9(a) et 9(b).

5 Comme décrit ci-dessus, la ligne d'alimentation dirigée vers l'unité mobile peut être éliminée dans les premier, second et troisième modes de réalisation. Il n'y a aucun risque de déconnexion. L'assemblage peut également être facilité, du fait qu'aucune opération de connexion relative à la ligne
10 d'alimentation n'est nécessaire.

On va maintenant décrire le procédé de fabrication de l'aimant cylindrique dans lequel on établit l'aimantation multipolaire. En ce qui concerne le métal de la série des terres rares (R) qui est utilisé, la pureté du métal R total
15 est de 99,8% ou plus, et celle du métal R principal est supérieure à 99%.

En considérant la figure 10, on voit une illustration des étapes de fabrication d'un aimant du type consistant en un système Sm-Co, aggloméré par une résine. On forme
20 l'aimant de façon qu'il prenne la forme cylindrique en utilisant un procédé de moulage par compression (a), un procédé de moulage par injection (b) ou un procédé de moulage par extrusion (c). Il est souhaitable que l'aimant cylindrique qui est défini comme étant un composant de l'invention, présente
25 une anisotropie radiale, pour produire l'aimantation multipolaire dans la direction radiale. L'aimant du type consistant en un système Sm-Co aggloméré par une résine est donc remarquablement avantageux, du fait qu'on peut fabriquer avec une productivité élevée l'aimant à anisotropie radiale. Les
30 performances magnétiques élevées permettent de réduire à la fois la taille et le poids de l'unité mobile. De plus, on peut aisément obtenir une précision dimensionnelle élevée, ce qui permet de rétrécir les entrefers entre la surface de l'aimant et les pôles magnétiques. L'opération commence par
35 la fusion du matériau dans un four à induction, de façon que

la composition devienne Sm (Co_{0,672} Cu_{0,08} Fe_{0,02} Zr_{0,028})_{8,35}
Le lingot résultant est alors une solution solide qu'on
traite dans une atmosphère d'argon (Ar) à des températures
de 1120 à 1180° pendant 5 heures, et à laquelle on applique
5 en outre un traitement de maturation à 850°C pendant 4 heures.
On réduit en poudre l'alliage Sm₂TM₁₇ ainsi obtenu, de façon
que le diamètre de particule moyen soit de 20 µm (d'après un
appareil de classification appelé "Fisher Sub-Sieve Seizer").
On note que TM désigne un métal de transition. On ajoute 2%
10 en poids d'une résine époxy thermodurcissable à deux compo-
sants, et on la mélange avec la poudre correspondant à 98% en
poids, pour former ainsi un composé magnétique. On soumet le
composé magnétique à une orientation radiale dans un champ
magnétique, au moyen d'un dispositif de pression pour la mise
15 en forme de la poudre en présence d'un champ magnétique,
grâce à quoi le composé prend une configuration cylindrique.
Après cette étape, on applique au composé un traitement de
durcissement (aimant A correspondant à la partie (a) de la
figure 10). L'utilisation de ce type d'aimant obtenu par mou-
20 lage par compression permet de réaliser aisément un action-
neur d'objectif ayant une excellente rapidité de réponse. On
pulvérise un alliage Sm₂TM₁₇ obtenu par un procédé identique
à celui indiqué ci-dessus, de façon à lui donner un diamètre
de particules moyen de 20 µm. On mélange 40% en volume de
25 Nylon-12 avec 60% en volume de la poudre, pour produire ainsi
un composé magnétique. On soumet ensuite le composé magnéti-
que à une orientation radiale dans un champ magnétique, au
moyen d'une machine de moulage par injection en présence d'un
champ magnétique, grâce à quoi le composé magnétique prend la
30 configuration cylindrique. On recuit ensuite l'aimant cylin-
drique (aimant B correspondant à la partie (b) de la figure
10). On pulvérise un alliage métallique de Sm₂TM₁₇, obtenu
d'une manière identique à celle décrite ci-dessus, de façon
à obtenir un diamètre de particules moyen de 20 µm. On com-
35 bine en un composé magnétique 92% en poids de poudre magné-

tique et 8% en poids de Nylon-12. Après avoir mélangé les composants du composé magnétique à 200°C, on réduit le composé sous la forme de grains ayant chacun un diamètre extérieur de 3 à 6 mm, et on le soumet à une orientation radiale dans un champ magnétique, au moyen d'une machine de moulage par extrusion, de façon à donner une forme cylindrique au composé (aimant C correspondant à la partie (c) de la figure 10). L'aimant obtenu par moulage par injection et l'aimant obtenu par moulage par extrusion ont des performances magnétiques un peu inférieures, mais ils procurent une meilleure productivité que l'aimant obtenu par moulage par compression. On peut très aisément obtenir une configuration cylindrique mince, en particulier pour l'aimant fabriqué par moulage par extrusion. L'actionneur d'objectif employant les aimants obtenus par moulage par injection et par extrusion présente des propriétés suffisantes pour permettre son application à un dispositif d'entraînement de mémoire morte à disque optique ou un dispositif d'entraînement de mémoire à disque optique comprenant un disque optique dont la fréquence de rotation est faible.

On forme un aimant consistant en un système Sm-Nd-Ce-Co aggloméré par une résine, dans lequel le système Sm-Co est partiellement substitué par Nd.Ce, en utilisant le même procédé de moulage par compression que sur la figure 10. On réduit en poudre un alliage R_2TM_{17} ayant la composition Sm_{0,5} Nd_{0,4} Ce_{0,1} (Ce_{0,672} Cu_{0,08} Fe_{0,22} Zr_{0,028}) 8,35, de façon à obtenir un diamètre de particules moyen de 80 µm. On mélange 2% en poids d'une résine époxy thermodurcissable à deux composants, avec 98% en poids de poudre. On applique une orientation radiale, dans un champ magnétique, au composé magnétique ainsi obtenu, en lui donnant une forme cylindrique. A la suite de cette étape, on soumet l'aimant cylindrique au traitement de durcissement (aimant D). L'aimant du type aggloméré par une résine consistant en un système Sm-Co avec substitution partielle par Nd.Ce, présente des performances

magnétiques légèrement inférieures à celles de l'aimant correspondant au système Sm-Co, mais il est plus avantageux en ce qui concerne la disponibilité des matériaux et le coût. On peut obtenir des propriétés magnétiques suffisantes dans le cas d'une substitution partielle de Sm par Pr (aimant E). Ceci est également avantageux du point de vue de la disponibilité des matériaux, ainsi que du coût. On a confirmé l'obtention de vitesses de fonctionnement suffisamment élevées dans le cas de l'utilisation des aimants D et E.

10 En considérant la figure 11, on voit un organigramme d'un processus de fabrication d'un aimant consistant en un système Nd-Fe-B aggloméré par une résine. On traite un alliage ayant la composition Nd13 Fe82,7 B4,3 pour former un ruban dans lequel une phase cristalline et une phase amorphe sont
15 mélangées, en utilisant un procédé de fusion/filage; et on mélange avec la résine époxy la poudre magnétique obtenue par pulvérisation de ce ruban. On moule le mélange sous pression pour lui donner une forme cylindrique et on le soumet ensuite au traitement de durcissement (aimant F). Du fait que l'ai-
20 mant consistant en un système Nd-Fe-B aggloméré par une résine peut être fabriqué aisément, il est avantageux, en ce qui concerne la disponibilité des matériaux et le coût, d'utiliser cet aimant pour l'actionneur de l'invention.

La figure 12 est un organigramme du processus de
25 fabrication d'un autre aimant consistant en un système Nd-Fe-B. En utilisant le procédé de fusion/filage, on traite un alliage ayant la composition Nd13 Fe82,7 B4,3 pour former un ruban dans lequel une phase cristalline et une phase amorphe sont mélangées. On réduit en poudre la matière mélangée pour
30 obtenir une poudre magnétique, et on place la poudre dans une matrice cylindrique, en préparation pour une opération de compression à chaud (aimant G correspondant à la partie (a) de la figure 12). L'aimant G présente d'excellentes performances magnétiques, du fait que la densité d'agglomération
35 de la poudre magnétique est plus élevée que celle de l'aimant

consistant en un système Nd-Fe-B aggloméré par une résine. Après les opérations de la partie (a) de la figure 12, on effectue une opération de façonnage à chaud sous pression dans la direction radiale du cylindre pendant qu'on chauffe ce
5 dernier (aimant H correspondant à la partie (b) de la figure 12), pour obtenir ainsi un aimant présentant une anisotropie radiale. Il est donc possible d'obtenir des propriétés magnétiques suffisamment élevées qui sont inhérentes à l'aimant constitué par le système Nd-Fe-B. L'utilisation des aimants
10 ainsi obtenus (G et H) consistant en systèmes Nd-Fe-B, permet de fabriquer un actionneur présentant une excellente rapidité de réponse.

La figure 13 est un organigramme d'un processus de fabrication d'un aimant fritté dont la composition fondamentale comprend R, Fe, B et Zr. On prépare un matériau pour un
15 aimant consistant en $Zr_{2,5} (Ce_{0,2} Pr_{0,2} Nd_{0,6})_{12,5} Fe_{69} Co_9 B_7$, au moyen d'un four à induction à haute fréquence, dans une atmosphère d'argon. On tasse dans la matrice cylindrique la poudre qui est obtenue par pulvérisation jusqu'à
20 un diamètre de particules moyen de 3 à 5 μm au moyen d'un bocard et d'un broyeur à billes. Après cette étape, on communique une orientation radiale à la poudre dans un champ magnétique de $1,1 \times 10^6$ A/m, et on comprime la poudre sous une pression de moulage de 1,5 à 2 MPa. On fritte ensuite le
25 matériau comprimé cru, à une température optimale de 1000 à 1250°C dans l'atmosphère d'argon. Si nécessaire, on effectue une opération de recuit à la température optimale de 400 à 1250°C, pour former ainsi un aimant fritté (aimant I). L'aimant fritté à anisotropie radiale ainsi obtenu présente
30 d'excellentes performances magnétiques et il est également avantageux du point de vue de la disponibilité des matériaux et du coût. On peut donc réaliser économiquement l'actionneur d'objectif ayant une vitesse de réponse élevée.

On décrira enfin de façon plus détaillée un procédé
35 de fabrication d'un aimant consistant en une pièce coulée qui

est constitué par le système R-M-X. La figure 14 montre des étapes de fabrication de l'aimant coulé constitué par le système R-M-X. Un métal de la série des terres rares (R) de la composition prévue pour l'aimant peut comprendre Y, La, Ce, 5 Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb et Lu. On peut choisir l'un de ces éléments, ou en combiner deux ou plus pour l'utilisation. Pr présente les meilleures performances magnétiques. A titre d'exemples d'un métal de transition (M), on peut citer Fe, Co, Ni et Cu. On peut choisir l'un de ces 10 métaux ou en combiner deux ou plus pour l'utilisation. L'élément du groupe IIIB comprend B, Al et Ga. On peut choisir l'un de ces éléments ou en combiner deux ou plus pour l'utilisation. Une faible quantité d'éléments additionnels tels qu'un métal lourd de la série des terres rares, comme Dy et 15 Tb, ou Si et Mo, augmente la coercivité. On pèse le matériau pour obtenir la composition Pr₁₇ Fe₇₆ Cu₂ B₅, après quoi on le fait fondre dans le four à induction, pour obtenir ainsi un lingot coulé cylindrique. A ce moment, on développe une structure colonnaire dans la direction axiale du cylindre, 20 par un procédé unidirectionnel. Ensuite, comme le montre la figure 15, on place un lingot coulé 14 dans une capsule en acier doux 15. Ensuite, on enferme hermétiquement le lingot coulé 14. La capsule 15 a une configuration adaptée à celle du lingot coulé, et elle comporte dans sa partie centrale un 25 trou de mandrin 16. Comme le montre la figure 16, on extrude à chaud, à une température de 850°C, la capsule contenant le lingot coulé. La référence 17 désigne une enceinte; la référence 18 désigne une plaque de poussée; la référence 19 désigne un mandrin; et la référence 20 désigne une filière. On 30 introduit le mandrin 19 dans le trou de mandrin. Comme le montre la figure 17, le lingot coulé est soumis à une pression dans la direction radiale, par l'action du mandrin et de la filière au moment de l'extrusion, et il subit alors l'orientation radiale. Après avoir enlevé la capsule, on ef- 35 fectue une opération de recuit à 1000°C pendant 24 heures,

et on obtient ainsi un aimant cylindrique (aimant J). On fabrique de la même manière un aimant ayant la composition Pr₁₇ Fe₇₅ Ga₂ Al₁ B₅ (aimant K). Les aimants ainsi obtenus (J et K) sont fabriqués par coulée et façonnage à chaud, sans
5 subir le traitement de réduction en poudre. Ces aimants ont donc une concentration en oxygène extrêmement faible, et ils présentent une excellente résistance aux agents atmosphériques. En outre, les aimants J et K présentent des performances magnétiques élevées et ils ont une résistance mécanique
10 élevée. Les coûts de fabrication sont également faibles. Il est donc possible de réaliser un actionneur économique ayant des performances élevées, prévu pour l'application à une grande variété de dispositifs d'entraînement de mémoire à disque optique.

15 Le Tableau 1 indique les compositions de divers aimants et les numéros de figures des organigrammes des processus de fabrication correspondants. Le Tableau 2 indique les propriétés magnétiques ((BH)_{max}), les coûts (pour les matériaux et la fabrication) et la facilité de réduction d'épaisseur d'aimants respectifs. Dans les Tableaux, les symboles Δ
20 ○ et ⊙ indiquent respectivement des coûts décroissants. Le symbole ⊙ dans une rubrique de facilité de réduction d'épaisseur indique la plus grande possibilité de réduction d'épaisseur; ○ indique une possibilité relativement élevée de réduction
25 tion d'épaisseur; et Δ indique que l'épaisseur peut probablement être réduite.

Tableau 1

Aimant	Composition	Procédé de fabrication
A	Sm(Co _{0,672} Cu _{0,08} Fe _{0,22} Zr _{0,028}) 8,35	FIG.10 (a)
B	Sm(Co _{0,672} Cu _{0,08} Fe _{0,22} Zr _{0,028}) 8,35	FIG.10 (b)
C	Sm(Co _{0,672} Cu _{0,08} Fe _{0,22} Zr _{0,028}) 8,35	FIG.10 (c)
D	Sm _{0,5} Nd _{0,4} Ce _{0,1} (Co _{0,672} Cu _{0,08} Fe _{0,22} Zr _{0,028}) 8,35	FIG.10 (a)
E	Sm _{0,5} Pr _{0,5} (Co _{0,672} Cu _{0,08} Fe _{0,22} Zr _{0,028}) 8,35	FIG.10 (a)
F	Nd ₁₃ Fe _{82,7} B _{4,3}	FIG.11
G	Nd ₁₃ Fe _{82,7} B _{4,3}	FIG.12 (a)
H	Nd ₁₃ Fe _{82,7} B _{4,3}	FIG.12 (b)
I	Zr _{2,5} (Ce _{0,2} Pr _{0,2} Nd _{0,6}) 12,5 Fe ₆₉ Co ₉ B ₇	FIG.13
J	Pr ₁₇ Fe ₇₆ Cu ₂ B ₅	FIG.14
K	Pr ₁₇ Fe ₇₅ Ga ₂ Al ₁ B ₅	FIG.14

Tableau 2

Aimant	(BH)max (T.A /m)	Coût	Facilité de réduction d'épaisseur
A	119×10^3	○	○
B	$75,6 \times 10^3$	⊙	○
C	$69,2 \times 10^3$	⊙	⊙
D	113×10^3	⊙	○
E	117×10^3	⊙	○
F	$66,1 \times 10^3$	○	○
G	104×10^3	△	△
H	247×10^3	△	△
I	263×10^3	○	△
J	279×10^3	⊙	△
K	273×10^3	⊙	△

La suite de la description traite de l'aimantation de l'aimant. En considérant la figure 8, on note que l'aimantation fait appel à l'utilisation d'une culasse d'aimantation cylindrique 21 et d'une alimentation à impulsions 22, du type à charge d'un condensateur. Dans ce cas, l'intensité d'un champ magnétique appliqué est 2,5 à 3 fois supérieure à la coercivité intrinsèque de l'aimant. Les figures 19(a) et 19(b) sont des représentations développées montrant chacune l'intérieur de la culasse d'aimantation. Comme le montre la figure 19(a), une rainure 23 est formée dans la partie interne. La culasse est en fer pur. Des fils électriques 24, indiqués en traits continus et en tirets, sont bobinés dans la

rainure 23. Un courant électrique circule de la manière qui est indiquée par une flèche sur la figure. Dans cet exemple, le champ magnétique orienté dans la direction axiale de la culasse d'aimantation est annulé, ce qui procure une aimanta-
5 tion bien équilibrée.

Chacun des Tableaux 3-1 et 3-2 indique la vitesse de réponse de l'actionneur dans le cas où on fait varier les dimensions (diamètres intérieurs et extérieurs) des aimants A à K indiqués dans le Tableau 2. Dans l'actionneur d'objectif,
10 une plage d'entraînement de ± 1 mm suffit pour la direction de focalisation (direction axiale), ce qui fait qu'on fixe à 5 mm la hauteur de l'aimant cylindrique, en prenant en considération cette plage. Si la plage d'entraînement est différente dans d'autres applications, on peut changer la hauteur de
15 façon correspondante. Le symbole © dans les Tableaux indique une vitesse de réponse extrêmement favorable; O indique une bonne vitesse de réponse, et Δ indique qu'il est possible d'envisager un fonctionnement rapide. D'autre part, le symbole - indique que la fabrication de l'aimant cylindrique est
20 difficile.

Les Tableaux 4-1 et 4-2, similaires aux Tableaux 3-1 et 3-2, se rapportent au second mode de réalisation.

Tableau 3-1

Dimension		Vitesse de réponse										
Diamètre intérieur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Aimant										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
10,0	10,6	-	-	△	-	-	-	-	-	-	-	-
	11,0	○	△	△	○	○	△	○	○	-	-	-
	12,0	⊙	△	△	○	⊙	△	○	○	-	○	○
	14,0	○	△	△	○	○	△	○	○	⊙	⊙	⊙
	16,0	△	△	-	△	△	△	△	△	△	△	△
15,0	15,6	-	-	△	-	-	-	-	-	-	-	-
	16,0	○	△	△	○	○	△	○	○	○	-	-
	17,0	⊙	△	△	○	⊙	△	○	○	○	○	○
	19,0	○	△	△	○	○	△	○	⊙	⊙	⊙	⊙
	21,0	△	△	-	△	△	△	○	○	○	○	○
20,0	20,6	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
	21,0	⊙	○	○	○	⊙	○	○	△	-	-	-
	22,0	⊙	○	△	⊙	⊙	△	○	○	○	⊙	⊙
	24,0	○	△	△	○	○	△	○	⊙	⊙	⊙	⊙
	28,0	△	△	-	△	△	△	△	○	○	○	○

Tableau 4-1

Dimension		Vitesse de réponse										
Diamètre intérieur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Aimant										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
10,0	10,6	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
	11,0	○	△	○	○	○	△	○	○	-	-	-
	12,0	⊙	△	○	○	⊙	△	○	○	-	○	○
	14,0	○	△	○	○	○	△	○	○	⊙	⊙	⊙
	16,0	△	△	-	△	⊙	△	△	△	○	○	○
15,0	15,6	-	-	△	-	-	-	-	-	-	-	-
	16,0	○	△	△	○	○	△	○	○	○	-	-
	17,0	⊙	△	△	○	⊙	△	○	⊙	⊙	⊙	⊙
	19,0	○	△	△	○	○	△	○	○	○	○	○
	21,0	△	△	-	△	△	△	○	○	○	○	○
20,0	20,6	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
	21,0	⊙	○	○	○	⊙	○	○	△	-	-	-
	22,0	⊙	○	△	⊙	⊙	△	○	○	○	⊙	⊙
	24,0	○	△	△	○	○	△	○	○	○	⊙	⊙
	28,0	△	△	-	△	△	△	△	○	○	○	○

On peut donner à l'actionneur des performances élevées, on peut le miniaturiser et on peut le fabriquer de façon économique, en employant l'aimant à base de terres rares à hautes performances qu'on appelle un aimant mobile (la com-
 5 position du matériau de l'aimant, ses conditions de fabrication et les dimensions de l'aimant qui sont indiquées dans les modes de réalisation précédents ne sont cependant pas limitatives), en combinaison avec le mécanisme décrit dans ce mode de réalisation. Ce type d'actionneur faisant fonction d'ac-
 10 tionneur d'objectif peut être appliqué à une variété de dispositifs d'entraînement de mémoire à disque optique.

Plus précisément, la configuration du premier mode de réalisation procure les avantages suivants :

(1) il n'y a aucun risque de déformation thermique
 15 de la bobine et de dégradation de la fixation; et

(2) la maîtrise des dimensions des entrefers entre les circuits magnétiques est facilitée.

La configuration du second mode de réalisation, dans laquelle les bobines collées sont fabriquées par photolitho-
 20 graphie, procure les avantages suivants :

(1) on peut diminuer considérablement la dispersion aussi bien en ce qui concerne le poids de la bobine que la valeur de résistance, ce qui entraîne une augmentation de productivité;

25 (2) il n'y a pas de diminution de la sensibilité dans la région des fréquences élevées, à cause de la faible inductance, ce qui permet l'adaptation à un actionneur rapide; et

(3) du fait qu'on peut obtenir une épaisseur très
 30 précise de la bobine, la maîtrise de l'entrefer par rapport à l'aimant est relativement facilitée.

Quatrième mode de réalisation

En considérant la figure 20, on voit un mode de réalisation dans lequel l'actionneur conforme à l'invention
 35 est appliqué à une tête optique. Ce type d'actionneur peut

être appliqué à une mémoire morte à disque optique, et également à une mémoire à disque optique à réécriture, du type à changement de phase. La tête se déplace d'un seul tenant sous l'effet du mouvement d'un moteur (ncn représenté), en étant supportée par un organe de support 27 de la figure 20. Ce mouvement constitue ce qu'on appelle un accès grossier. La focalisation est basée sur le mouvement longitudinal d'un arbre de support, tandis que la poursuite est basée sur la rotation autour de l'arbre de support 5. La figure 20 exemplifie un cas dans lequel l'entraînement est effectué par un moteur pas à pas. On peut remplacer ce système par un système à moteur linéaire, permettant ainsi un accès rapide.

Dans le cas de l'application à un disque optique à réécriture du type magnéto-optique, il est possible de modifier le système optique qui est représenté sur la figure 20, pour donner par exemple la structure de la figure 21.

Comme indiqué ci-dessus, et conformément à l'invention, l'aimant cylindrique dans lequel l'aimantation multipolaire est établie dans la direction radiale, remplit la fonction d'une unité mobile, et procure donc les avantages suivants :

(1) il ne se produit aucune déconnexion de la ligne d'alimentation;

(2) aucune opération de connexion de la ligne d'alimentation n'est nécessaire, ce qui facilite l'assemblage, et

(3) l'unité mobile a une masse bien équilibrée.

Ces raisons font qu'on peut obtenir un actionneur très fiable et très économique, ayant des performances élevées. En particulier, dans les structures qui sont représentées dans les premier et second modes de réalisation, aucun ressort de support n'est prévu, ce qui fait qu'il ne se produit pas de résonance d'ordre supérieur. On peut obtenir un actionneur ayant une excellente vitesse de réponse, et son assemblage est également facilité. Les points précédents

sont respectivement caractéristiques des premier et second modes de réalisation. Les premier et second modes de réalisation permettent de comprendre les avantages communs et les caractéristiques respectives des actionneurs des revendications 1 et 2.

On peut utiliser l'actionneur de l'invention en tant qu'actionneur d'objectif, ce qui permet d'appliquer l'actionneur au dispositif d'entraînement de mémoire à disque optique utilisé pour une mémoire d'ordinateur, un fichier à 10 disque optique et des mémoires à disques des types CD, CD-ROM et LVD. On obtiendra ainsi des effets extrêmement importants concernant l'augmentation des performances du dispositif et la réduction du coût. On peut en outre appliquer l'actionneur de l'invention à un dispositif de positionnement de précision 15 dans la fabrication d'un circuit intégré à semiconducteurs.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits et représentés, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Actionneur pouvant tourner autour d'un arbre de support et se déplacer de façon rectiligne dans la direction axiale de cet arbre de support, caractérisé en ce qu'il comprend : (a) un aimant cylindrique, dans lequel est établie une aimantation multipolaire dans la direction radiale, ayant des frontières d'aimantation à la fois dans la direction périphérique et dans la direction axiale; et (b) une culasse ayant des pôles magnétiques, avec chaque pôle placé face aux frontières d'aimantation et équipé d'une bobine.

2. Actionneur pouvant tourner autour d'un arbre de support et se déplacer de façon rectiligne dans la direction axiale de cet arbre de support, caractérisé en ce qu'il comprend : (a) un aimant cylindrique, dans lequel est établie une aimantation mutlipolaire dans la direction radiale, ayant des frontières d'aimantation à la fois dans la direction périphérique et dans la direction axiale; et (b) une culasse ayant une surface, située face aux frontières d'aimantation, sur laquelle une bobine est collée face à la surface cylindrique de l'aimant.

3. Actionneur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'aimant est un aimant consistant en un système Sm-Co aggloméré par une résine, qui est obtenu par les opérations consistant à produire une poudre magnétique en réduisant en poudre un alliage dont la composition fondamentale comprend du samarium (Sm) et du cobalt (Co), à mélanger cette poudre magnétique avec une résine et à effectuer une opération de moulage par compression, de moulage par injection ou de moulage par extrusion.

4. Actionneur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le Sm est partiellement substitué par au moins une sorte d'un métal léger de la série des terres rares, comprenant fondamentalement le néodyme (Nd), le cérium (Ce) et le praséodyme (Pr).

5. Actionneur selon l'une quelconque des revendica-

tions 1 ou 2, caractérisé en ce que l'aimant est un aimant consistant en un système R-Fe-B aggloméré par une résine qui est obtenu par les opérations consistant à amener un alliage dans un état mixte cristallin-amorphe, par un procédé de fusion-filage, cet alliage comprenant fondamentalement un métal de la série des terres rares (R), du fer (Fe) et du bore (B), à réduire ce mélange en poudre pour former une poudre magnétique, à mélanger la poudre magnétique avec une résine et à lui appliquer un traitement de durcissement après moulage par compression.

6. Actionneur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'aimant est un aimant consistant en un système R-Fe-B qui est obtenu par les opérations consistant à amener un alliage dans un état mixte cristallin-amorphe par le procédé de fusion/filage, à réduire ce mélange en poudre pour former une poudre magnétique, à placer la poudre magnétique dans une matrice cylindrique et à soumettre la poudre à une compression à chaud.

7. Actionneur selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'aimant consistant en un système R-Fe-B est comprimé à chaud en direction radiale dans une configuration cylindrique.

8. Actionneur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'aimant est un aimant fritté dont la composition fondamentale comprend R, Fe, B et du zirconium (Zr).

9. Actionneur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'aimant permanent est un aimant coulé consistant en un système R-M-X, dont la composition fondamentale comprend R, M (M représentant au moins une sorte de métal de transition) et X (X représentant au moins une sorte d'élément du groupe IIIB), auquel on applique des opérations de coulée et de façonnage à chaud.

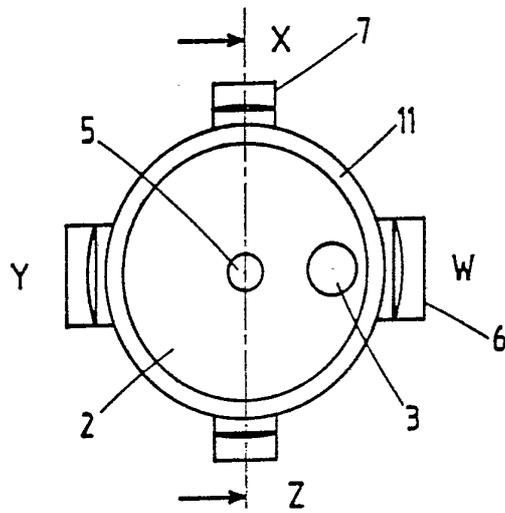


FIG-1(a)

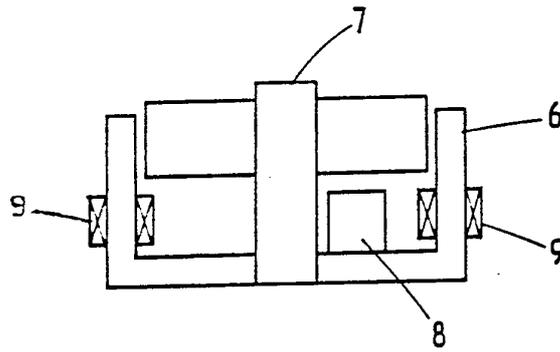


FIG-1(b)

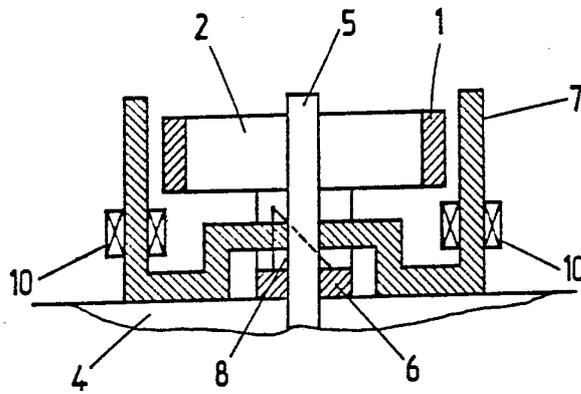


FIG-1(c)

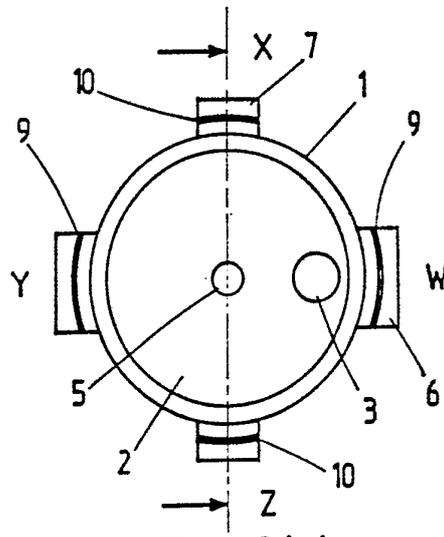


FIG-2(a)

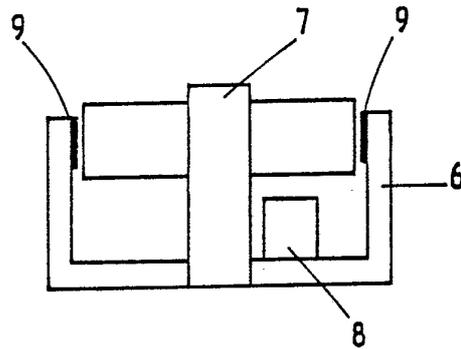


FIG-2(b)

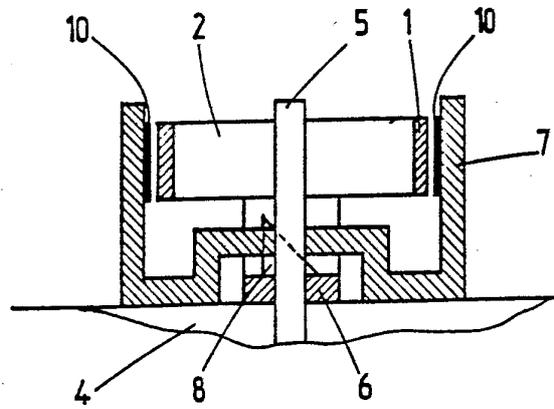


FIG2(c)

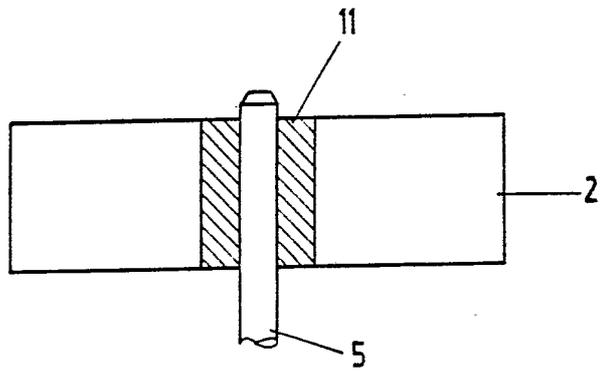


FIG-3

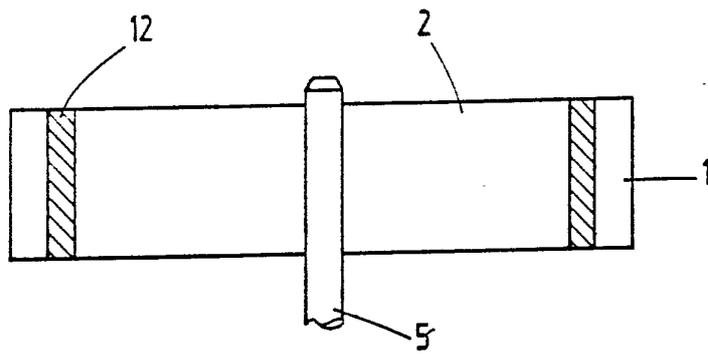


FIG-4

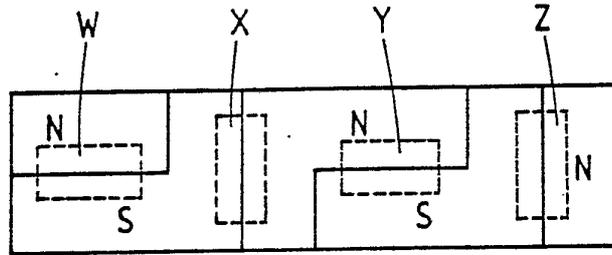


FIG-5

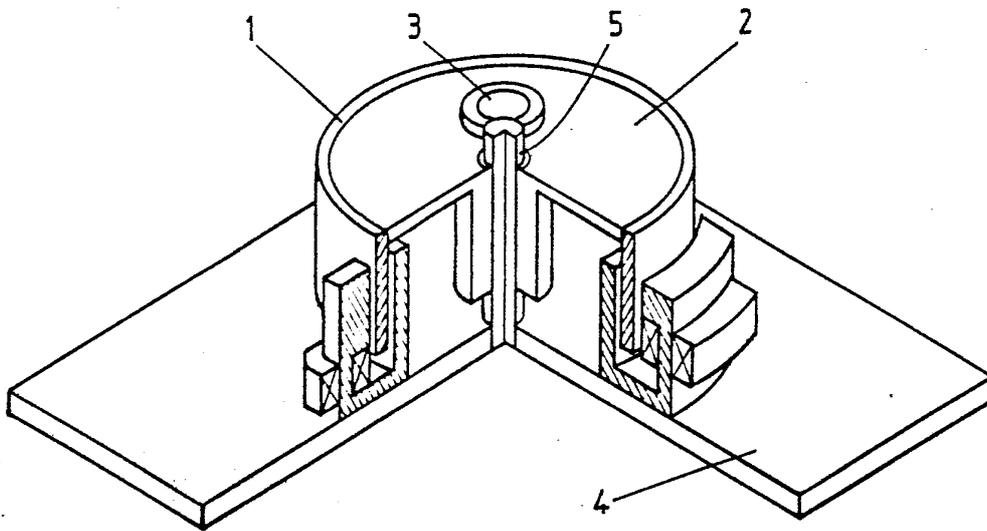


FIG-6

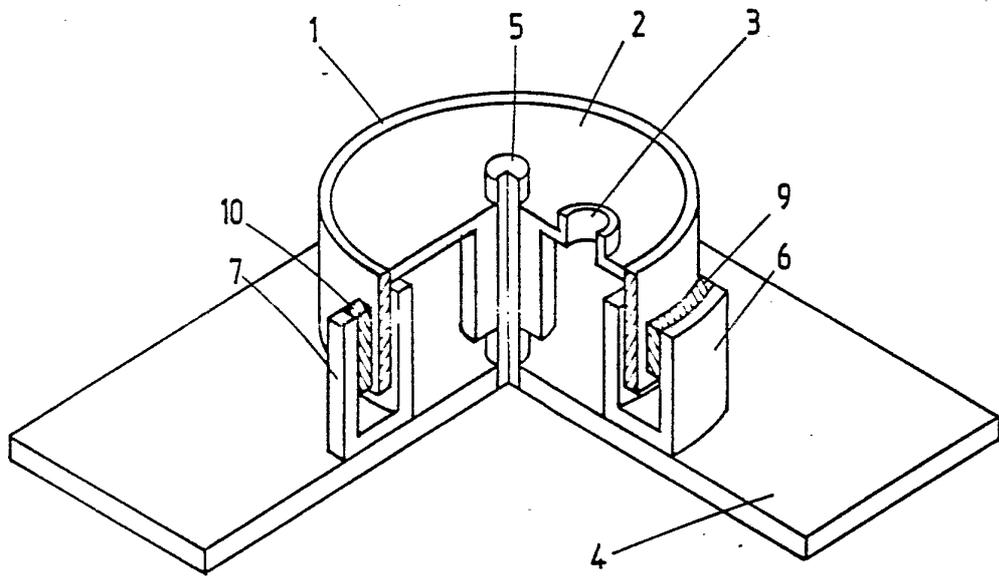


FIG-7

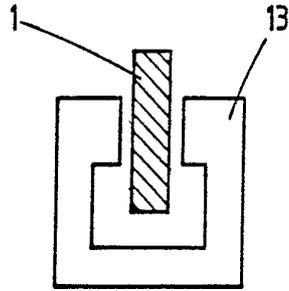


FIG-8(a)

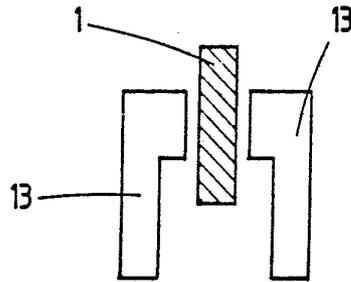


FIG-8(b)

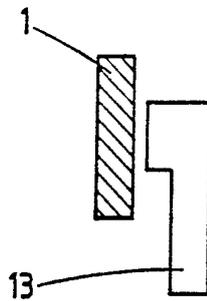


FIG-8(c)

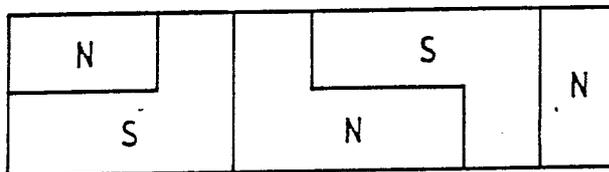


FIG-9(a)

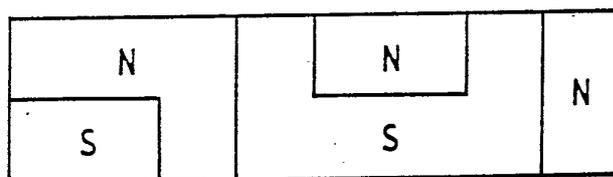


FIG-9(b)

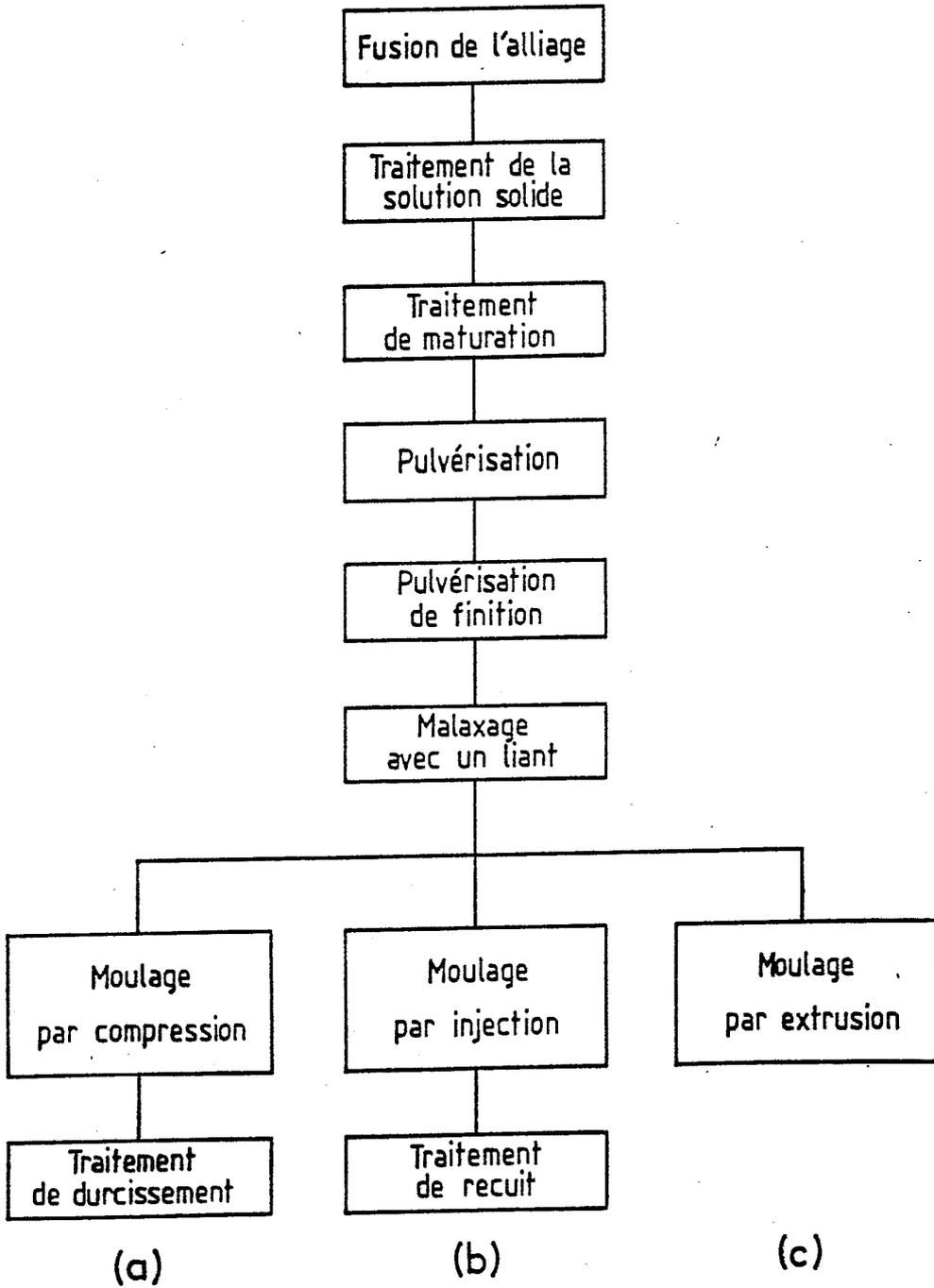


FIG-10

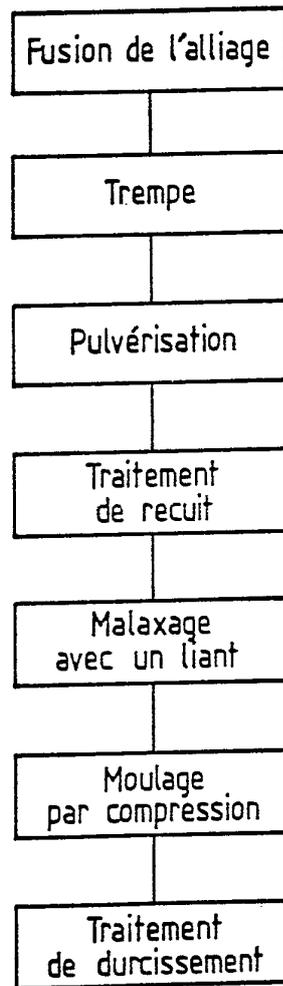


FIG-11

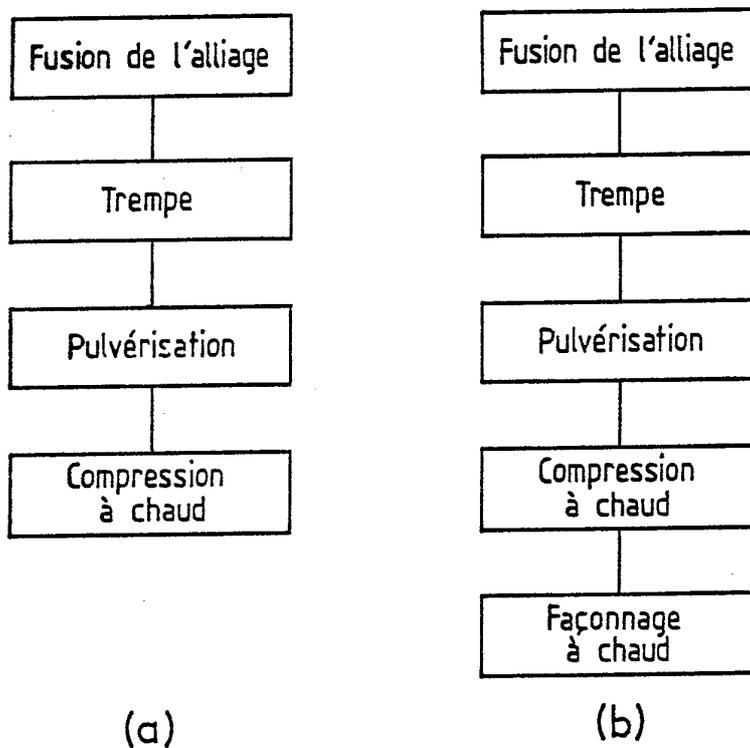


FIG-12

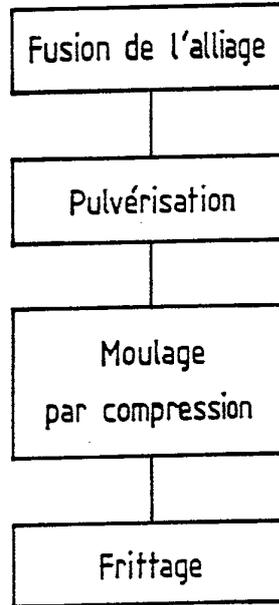


FIG-13

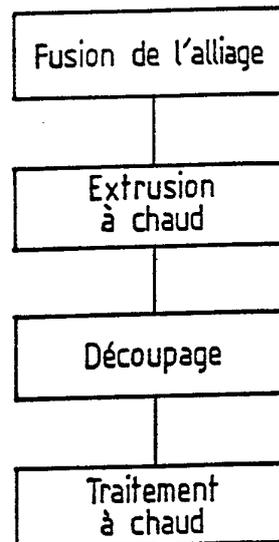


FIG-14

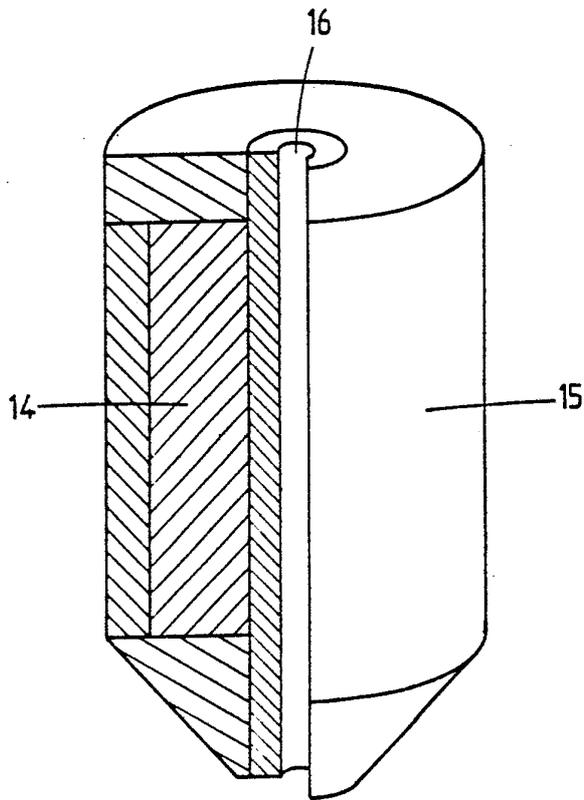


FIG-15

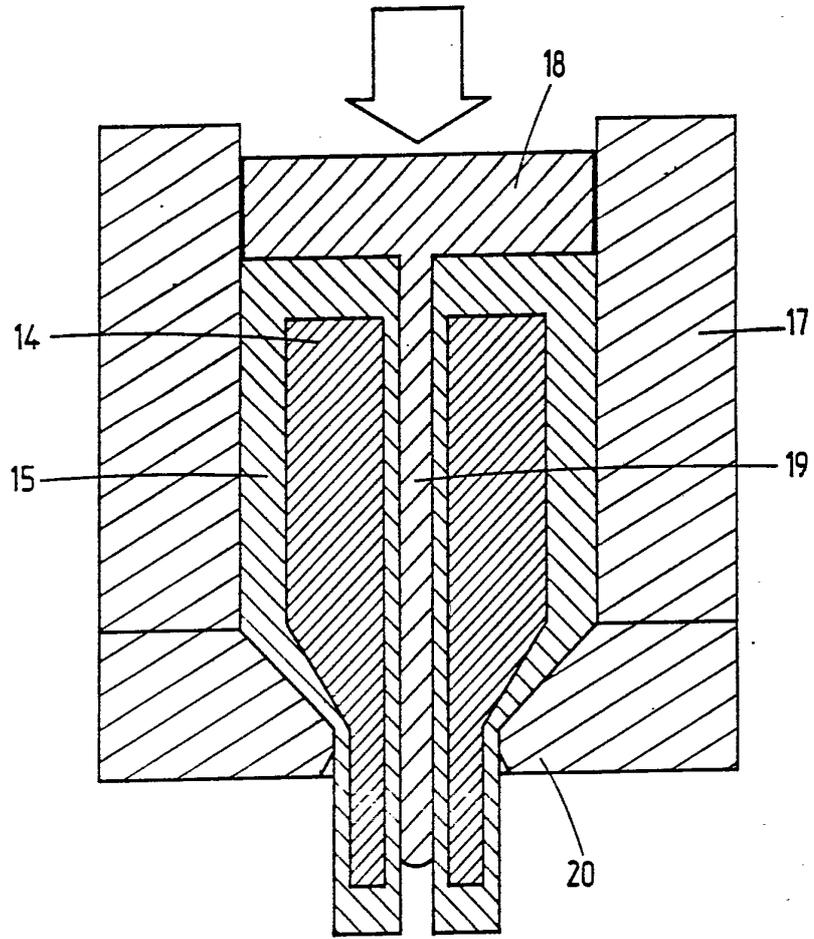


FIG-16

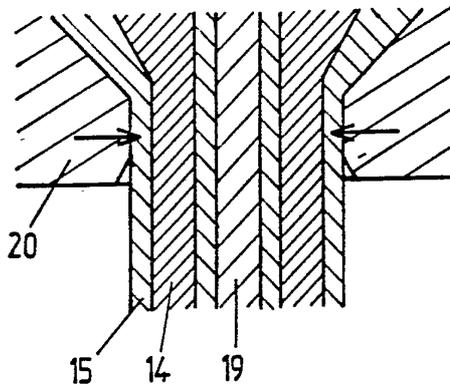


FIG-17

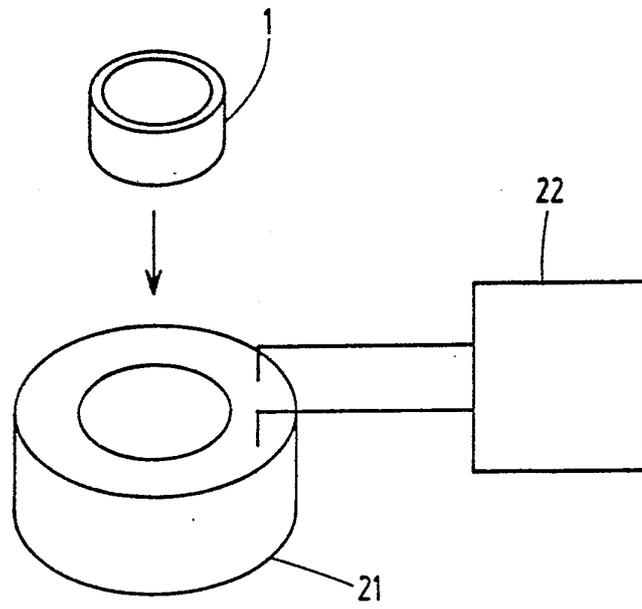


FIG-18

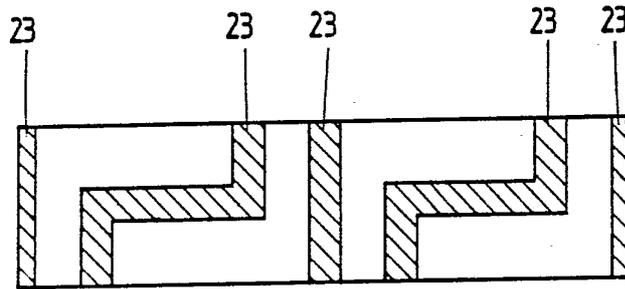


FIG-19(a)

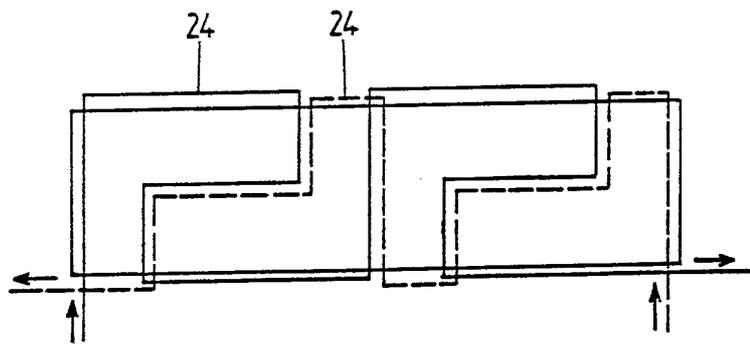


FIG-19(b)

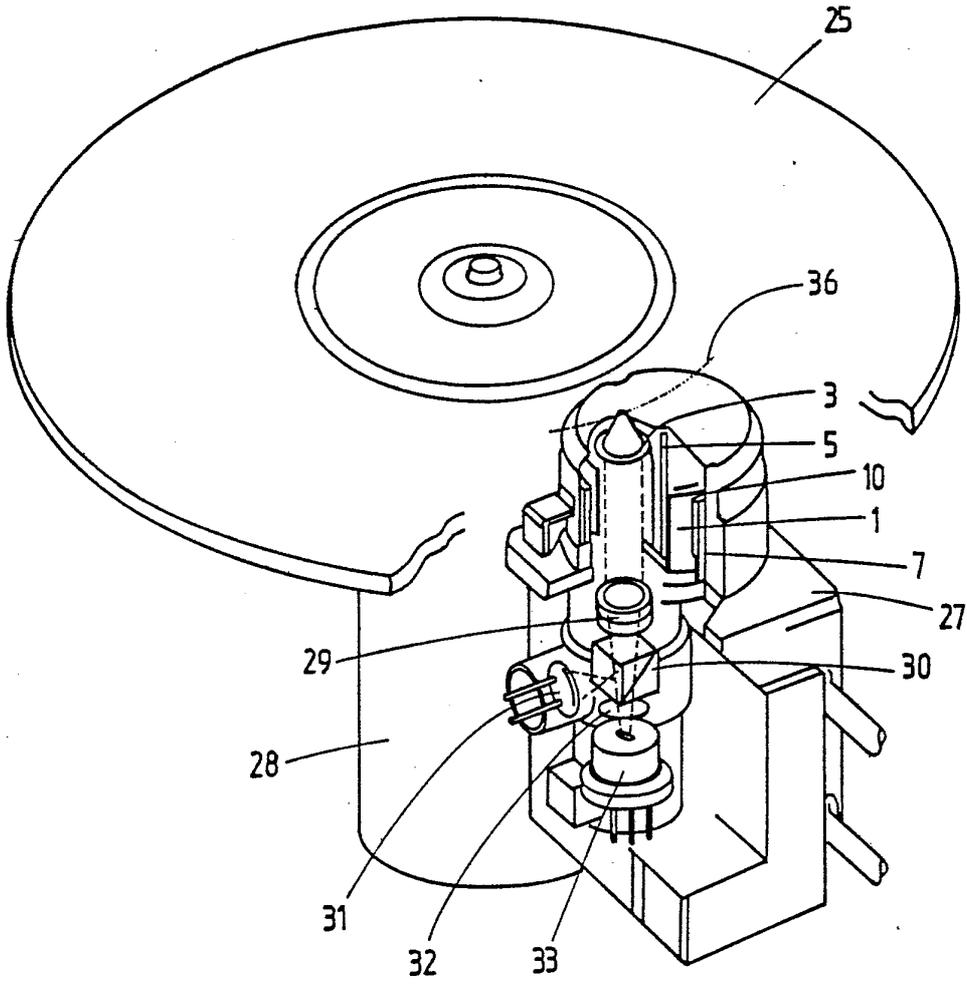


FIG-20

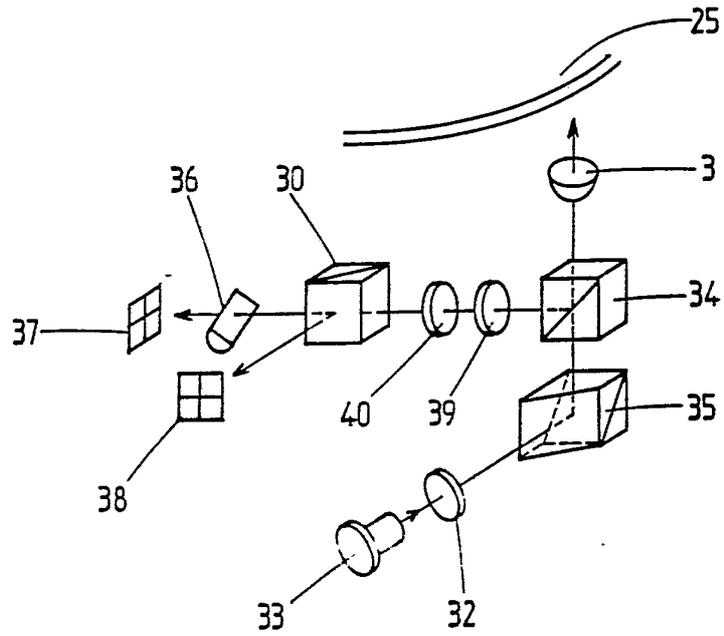


FIG-21