

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 491 258

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 20843

(54) Dispositif opto-électronique pour appareils à sonde électronique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 J 37/141, 37/26.

(22) Date de dépôt 29 septembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : K. A. Makarov, O. P. Bratov, A. F. Panov, V. I. Morozov, G. D. Kisel, L. V. Kazarov, V. V. Gurin et M. V. Deripaska.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 13 du 2-4-1982.

(71) Déposant : LENINGRADSKOE NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOE OBIEDINENIE « BUREVEST-NIK », résidant en URSS.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne l'optique électronique, plus particulièrement les dispositifs d'analyse de la surface d'échantillons à l'aide d'une sonde électronique, et a notamment pour objet un dispositif optoélectronique pour appareils à sonde électronique.

Plus particulièrement, la présente invention a trait à la construction des lentilles électromagnétiques pour les dispositifs optoélectroniques des appareils à sonde électronique.

10 L'invention est largement applicable aux divers appareils à sonde électronique, par exemple aux microscopes électroniques du type à transmission, à balayage et autres, et aux micro-analyseurs à rayons X, tant stationnaires que portatifs.

15 A l'aide d'appareils à sonde électronique tels que les microscopes électroniques à transmission et à balayage, les micro-analyseurs à rayons X et d'autres appareils similaires, on peut effectuer des études micromorphologiques de la surface d'un échantillon solide ou une analyse spectrographique aux rayons X de la composition chimique de cet échantillon. Tant au cours de la fabrication que pendant le fonctionnement de tels appareils, une grande importance est accordée à la précision de l'accord et de l'ajustage du dispositif optoélectronique qui fait partie d'un tel 20 appareil et qui comporte en général plusieurs lentilles électromagnétiques assurant la formation et la focalisation d'un faisceau de travail assez mince d'électrons rapides au moyen duquel on effectue le sondage de l'échantillon à étudier par bombardement de sa surface extérieure par ces électrons. Les difficultés essentielles rencontrées dans ce travail consistent à assurer un alignement exact 25 de toutes les lentilles électromagnétiques constituant le dispositif optoélectronique sur l'axe commun des orifices intérieurs des pôles, ainsi qu'à assurer une dépression poussée des gaz dans le canal de travail de ce dispositif, dont le degré dépend du nombre d'éléments d'étanchéité 30 au vide, tant mobiles qu'immobiles, qu'il comporte.

La présente invention a pour but de simplifier la construction d'un tel dispositif optoélectronique et d'éliminer lesdites difficultés.

On connaît un dispositif optoélectronique (voir, 5 par exemple, le recueil "XI conférence générale sur la microscopie électronique en URSS, thèses d'exposés, volume 1, Physique", édité à Moscou en 1979 par la maison d'édition "Naouka", article de V.D. Gelever "Petite colonne à quatre lentilles d'un microscope électronique à balayage", 10 p.18), dans lequel se trouvent plusieurs lentilles électromagnétiques disposées en série et qui est composé d'enroulements d'excitation, d'un circuit magnétique comportant un noyau intérieur, une partie latérale extérieure et des joues en bout et dépôles. Le circuit magnétique de chacune 15 des lentilles électromagnétiques de ce dispositif est une pièce fabriquée en un seul morceau de matériau. Le nombre de pièces est donc égal au nombre de lentilles électromagnétiques utilisées dans ce dispositif, chaque pièce représentant deux cylindres creux de diamètre différents 20 disposés sur un axe commun de chaque côté d'une partie annulaire commune de faible épaisseur. Toutes les pièces citées sont assemblées en un tout de telle sorte que les surfaces en bout des cylindres creux de grand diamètre de chaque pièce soient aboutées l'une à l'autre sur la 25 surface périphérique de la partie annulaire, en formant la partie latérale extérieure du circuit magnétique du dispositif, alors que les parois des cylindres creux de petit diamètre constituent le noyau intérieur dudit circuit magnétique, chaque jeu existant entre la face en bout 30 du cylindre creux d'une pièce et la partie annulaire de la pièce voisine formant alors l'interstice non magnétique d'une lentille électromagnétique. La partie annulaire de l'une des pièces forme l'une des joues en bout du circuit magnétique du dispositif, tandis que la deuxième 35 joue du circuit magnétique est formée par un élément en forme de douille raccordé à la partie annulaire de l'autre pièce extrême.

Cependant, bien que la plupart des pièces de ce

dispositif ayant une même forme, la construction de ce dispositif optoélectronique connu est assez compliquée et n'assure pas un degré suffisamment élevé d'alignement des orifices intérieurs des pôles de toutes les lentilles électromagnétiques constituant le dispositif, du fait que cet alignement dépend ici tant de la précision de fabrication de chacune de ses pièces que de la précision de leur montage comportant un nombre relativement grand d'ajustements. Le non-alignement des orifices mentionnés entraîne l'apparition dans le dispositif optoélectronique d'une aberration géométrique connue sous le nom d'astigmatisme axial. En cas d'apparition d'une aberration de ce type, on constate un flou des images électroniques intermédiaires dans les lentilles isolées et un accroissement du diamètre du faisceau électronique de travail. Ce phénomène entraîne une diminution de la densité du courant dans le faisceau électronique et affecte le pouvoir de résolution de l'appareil contenant ce dispositif optoélectronique.

Outre cela, la production du dispositif optoélectrique en question exige beaucoup de main-d'œuvre et nécessite une quantité importante de matériau, du fait que le circuit magnétique de chaque lentille est réalisé à partir d'une pièce brute dont le diamètre est plus grand que celui du grand cylindre creux du circuit magnétique, de sorte que l'alésage de l'orifice intérieur de ce grand cylindre et le tournage de la surface extérieure du petit cylindre creux du circuit magnétique jusqu'à l'obtention des dimensions précises voulues prennent beaucoup de temps.

Il faut également noter que la construction de ce dispositif optoélectronique connu prévoit un nombre relativement grand de raccords entre ses différentes pièces, ce qui complique la création du vide nécessaire dans le canal de travail de ce dispositif formé par les orifices intérieurs du petit cylindre du circuit magnétique.

On connaît aussi un autre dispositif optoélectronique (voir le certificat d'auteur URSS, publié le 14 Mars 1973 sous le n° 366512), qui fait partie d'un microscope électronique et consiste en un jeu de lentilles de condensateur à

courte distance focale. Ce dispositif optoélectronique qu'on peut considérer comme prototype de l'invention, comprend deux lentilles électromagnétiques composées d'un enroulement commun d'excitation, d'un circuit magnétique ayant une partie latérale extérieure, des joues en bout et un noyau intérieur, ainsi que de pôles. Le noyau intérieur du circuit magnétique comprend trois éléments indépendants qui ont sensiblement la forme d'un cylindre avec des orifices axiaux intérieurs, et entre lesquels sont interposées des pièces d'insertion annulaires aplatis, réalisées en un matériau amagnétique et constituant des espaces non-magnétiques. Lesdits éléments cylindriques et les pièces d'insertion annulaires non magnétiques sont alignés suivant un axe commun et raccordés entre eux par joints brasés, en formant ainsi le corps du noyau intérieur avec un canal intérieur pour la transmission du faisceau électronique. Dans cette construction, deux éléments indépendants et la pièce d'insertion non-magnétique installée entre eux forment les pôles d'une lentille électromagnétique.

Cependant, la construction de ce dispositif optoélectronique connu n'assure pas, lui non plus, un degré suffisamment élevé d'alignement des orifices intérieurs des pôles de toutes les lentilles électromagnétiques constituant ledit dispositif, bien que la construction en question soit moins complexe que celle décrite précédemment du fait que ses éléments isolés ont une forme géométrique plus simple. Dans cette construction, tout comme dans la construction décrite précédemment, il est extrêmement difficile d'assurer un degré élevé d'alignement desdits orifices, car pour le montage de ces dispositifs, il est nécessaire d'accomplir plusieurs ajustements qu'il faut exécuter avec une grande précision. L'utilisation d'ajustements et de joints brasés étanches au vide entre les éléments individuels du noyau intérieur du circuit magnétique et le fait que ces éléments doivent être des pièces de précision, tant par la précision de leur fabrication qu'en ce qui concerne le degré de finition de leurs surfaces, compliquent de façon considérable la technologie de fabrication d'un tel dispositif optoélec-

tronique. En outre, la présence dans cette construction, comme dans celle décrite précédemment, d'un nombre relativement élevé de joints brasés étanches au vide entre les différentes pièces et d'éléments d'étanchéité au vide

5 complique également l'obtention du degré nécessaire de dépression dans le canal de travail du dispositif et prolonge le temps nécessaire à l'obtention du degré voulu de dépression.

La présente invention a donc pour but de réaliser
10 un dispositif optoélectronique simple pour appareils à sonde électronique, dans lequel la construction des lentilles électromagnétiques assurerait un alignement exact des orifices des pôles desdites lentilles suivant un axe commun.

Pour résoudre ce problème, l'invention a pour objet
15 un dispositif optoélectronique pour appareils à sonde électronique, comprenant au moins deux lentilles électromagnétiques constituées d'un enroulement d'excitation, d'un circuit magnétique avec un noyau intérieur, une partie latérale extérieure et des joues en bout, ainsi que de pôles,
20 ledit dispositif étant caractérisé, selon l'invention, en ce que le noyau intérieur du circuit magnétique est commun à toutes les lentilles électromagnétiques du dispositif et est réalisé sous forme d'un cylindre creux muni de rainures annulaires pratiquées à sa surface extérieure et
25 formant, avec les pièces voisines du noyau intérieur disposées de chaque côté de chacune de ces rainures, les pôles de lentilles électromagnétiques, le nombre desdites rainures étant égal au nombre de lentilles électromagnétiques utilisées dans le dispositif.

30 La construction proposée du dispositif optoélectronique assure une position très précise des orifices intérieurs des pôles de toutes les lentilles électromagnétiques utilisées dans ce dispositif, du fait que le noyau intérieur du circuit magnétique de ce dispositif est
35 fabriqué à partir d'un seul morceau de matériau, par suite de quoi le degré d'alignement desdits orifices intérieurs n'est déterminé que par la précision de réalisation de l'orifice axial interne du noyau intérieur.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre d'un mode de réalisation donné uniquement à titre d'exemple 5 non limitatif avec référence au dessin unique annexé représentant une vue en coupe transversale du dispositif optoélectronique conforme à l'invention.

A noter que le dessin ci-joint est une représentation schématique et est donné uniquement à titre d'illustration 10 de la présente invention sans aucune limitation des dimensions des éléments composant ce dispositif optoélectronique, des rapports de ces dimensions, etc.

En se reportant audit dessin, on voit que le dispositif optoélectronique, objet de l'invention, comprend un circuit magnétique 1 qui a la forme d'une bobine fermée et comporte un noyau intérieur 2, une partie latérale extérieure 3, une joue en bout 4 supérieure et une joue en bout 5 inférieure. Le circuit magnétique 1 est réalisé en matériau ferromagnétique possédant une haute perméabilité magnétique, notamment 15 en fer électrotechnique spécial. Le circuit magnétique 1 est réuni en un tout à l'aide de goujons ou tiges de serrage 6 munis d'écrous 7 et introduits dans des orifices 8 disposés suivant la circonference de brides discolides 9 et 10 superposées aux joues en bout respectives 4 et 5 et servant 20 en outre à la jonction du dispositif optoélectronique en question aux autres dispositifs constituant l'appareil à sonde électronique. Ainsi, par exemple, si le dispositif optoélectronique considéré est utilisé dans un microscope électronique en tant que jeu de lentilles de condensateur 25 au moyen duquel on effectue la focalisation préliminaire du faisceau électronique de travail, la bride supérieure 9 assure la jonction au canon électronique d'un tel appareil à sonde électronique, tandis que la bride inférieure 10 assure la jonction à la lentille formatrice finale de 30 l'appareil. La bride supérieure 9 et la bride inférieure 10 sont munies d'orifices centraux respectifs 11 et 12 qui servent d'orifices d'entrée et de sortie, respectivement, pour la transmission du faisceau électronique.

Un enroulement d'excitation 13 commun à toutes les lentilles électromagnétiques du dispositif optoélectronique est disposé autour du noyau intérieur 2, dans l'espace intérieur du circuit magnétique 1, les spires de fils en cuivre isolés de cet enroulement étant logées dans une carcasse 14 en matériau amagnétique.

Le noyau intérieur 2 est réalisé sous forme d'un cylindre creux de forme allongée dont la paroi est relativement épaisse et dont le volume intérieur forme un canal de travail 15. A travers ce dernier, pendant le fonctionnement de l'appareil à sonde électronique qui comporte le dispositif optoélectronique en question, passe un faisceau d'électrons qui bombardent l'échantillon à étudier. Trois rainures annulaires 16 sont réalisées sur la surface extérieure du corps du noyau intérieur 2. La profondeur de chacune des rainures annulaires 16 est choisie sensiblement plus grande que l'épaisseur des parois du cylindre de raccordement 17 reliant les parties voisines du noyau intérieur 2 situées des deux côtés de la rainure annulaire 16 et obtenue après la réalisation des rainures dans le corps du noyau intérieur 2. L'épaisseur des parois du cylindre de raccordement 17 n'est déterminée que par les exigences de la résistance mécanique auxquelles doit satisfaire le noyau intérieur 2, ce qui sera décrit de façon explicite plus loin.

Chacune des rainures annulaires 16, qui représente un espace non magnétique, forme avec les parties voisines du noyau intérieur 2, situées de chaque côté de la rainure, les pôles d'une lentille électromagnétique. De cette façon, le dispositif optoélectronique proposé comprend trois lentilles électromagnétiques, le noyau intérieur 2 étant commun à toutes les lentilles électromagnétiques du dispositif. Il est cependant bien entendu qu'en cas de nécessité on peut réaliser un nombre différent de rainures annulaires 16 sur la surface extérieure du noyau intérieur 2, le dispositif optoélectronique comportant alors un nombre différent de lentilles électromagnétiques. L'intervalle entre les rainures annulaires 16 est déterminé tant par la réduction optoélectronique exigée de la section transversale du

faisceau électronique créée par une lentille électromagnétique que par la réduction optoélectronique totale assurée par l'ensemble du dispositif. Les rainures annulaires 16 peuvent avoir des largeurs différentes (c'est-à-dire des intervalles 5 différents entre les flancs d'une telle rainure le long du noyau intérieur 2), suivant les différentes exigences concrètes auxquelles doit satisfaire chaque lentille électromagnétique. Dans l'exemple de réalisation considéré du dispositif optoélectronique, toutes les rainures annulaires 10 16 ont la même largeur. Les dimensions géométriques principales du noyau intérieur 2 et des rainures annulaires 16 sont données plus loin.

Chaque rainure annulaire 16 est réalisée dans le corps du noyau intérieur 2 de telle sorte que la partie 15 basse de celle-ci, la plus proche de l'axe du canal de travail 15, a une section rectangulaire tandis que sa partie supérieure, disposée auprès de la surface extérieure du noyau intérieur 2, a une section trapézoïdale allant en s'élargissant en direction de la surface extérieure du 20 noyau sous un angle compris entre 25 et 30° environ. Une telle forme de la rainure annulaire 16 assure la correction nécessaire de la saturation des pôles de la lentille électromagnétique formée par cette rainure.

Aux extrémités du noyau intérieur 2, le canal de 25 travail 15 s'élargit vers l'extérieur en vue de faciliter sa réalisation par perçage. Des épaulements circulaires extérieurs 18 formant des saillies cylindriques 19 sont prévus sur la surface extérieure du noyau intérieur 2, à ses extrémités, pour assurer la jonction avec alignement 30 précis des divers dispositifs de l'appareil à sonde électronique au dispositif optoélectronique.

Dans les joues en bout supérieure 4 et inférieure 5 du circuit magnétique 1, du côté de leurs surfaces extérieures, sont réalisés des évidements cylindriques respectifs 35 20 et 21 dans lesquels sont disposées des garnitures d'étanchéité 22 et 23 constituées chacune, comme le montre le dessin, de trois éléments annulaires et fabriquées en caoutchouc étanche à vide. Ces garnitures d'étanchéité 22

et 23 assurent l'étanchéité au vide des extrémités du noyau intérieur 2 sur sa surface extérieure.

Le dispositif optoélectronique conforme à la présente invention peut avoir les dimensions principales suivantes:

5	- longueur du noyau intérieur 2	186 mm
	- diamètre extérieur du noyau intérieur 2	35 mm
	- diamètre du canal de travail 15	12 mm
	- intervalle entre les rainures annulaires 16 le long du noyau intérieur 2	53 mm
10	- distance entre les faces en bout du noyau intérieur 2 et chacune des rainures annulaires extrêmes 16	40 mm
	- profondeur d'une rainure annulaire 16	11 mm
	- largeur d'une rainure annulaire 16	3 mm
15	- épaisseur du cylindre de raccordement 17	0,5 mm

Le dispositif optoélectronique ayant les dimensions indiquées comporte un enroulement d'excitation 13 calculé pour fonctionner à 3700 ampères-tours.

Le dispositif optoélectronique proposé, utilisé, par exemple, dans un microscope électronique à balayage en tant que jeu de lentilles de condensateur, fonctionne de la façon suivante.

Quand on branche l'enroulement d'excitation 13 sur une source d'alimentation appropriée (non représentée), il est parcouru par un courant électrique continu qui crée un flux magnétique se refermant sur lui-même suivant le circuit magnétique. Grâce à la présence des cylindres de raccordement 17 dans le corps du noyau intérieur 2, ce flux magnétique ne passe que par le matériau ferromagnétique dont est fabriqué le circuit magnétique 1. Toutefois, étant donné que l'épaisseur des cylindres de raccordement 17, comme on l'a mentionné précédemment, est beaucoup plus faible que celle des parois des autres parties du noyau intérieur 2 et que l'aire de section transversale de chaque cylindre de raccordement 17 est inférieure à $0,55 \text{ cm}^2$, tandis que l'aire de section transversale des parties du noyau intérieur 2 voisines du cylindre de raccordement 17 est égale à $10,8 \text{ cm}^2$ environ, la saturation magnétique des

zones de noyau intérieur 2 occupées par les cylindres de raccordement 17 se produit assez vite, même pour des flux magnétiques relativement faibles. Comme résultat de cette saturation, la plus grande partie du flux magnétique 5 se concentre entre les lèvres de la rainure annulaire 16, de sorte que le champ magnétique présente dans cette zone du noyau intérieur 2 une configuration spatiale telle que le champ présente dans la zone de la rainure annulaire 16 sensiblement la même configuration que le champ d'une lentille électromagnétique ordinaire à jeu non- 10 magnétique entre les parties polaires, et les lentilles électromagnétiques du dispositif optoélectronique proposé, formées par les rainures annulaires 16, fonctionnent de la façon habituelle.

15 Pendant le fonctionnement de l'appareil à sonde électronique, les électrons émis par le canon d'électrons (non représenté) en sortant sous la forme d'un faisceau fin divergent et entrent dans le canal de travail 15 par l'orifice central 11 d'entrée de la bride supérieure 9.
20 Dans le canal de travail 15, le faisceau électronique tombe tout d'abord dans le champ magnétique de la première lentille électromagnétique à laquelle correspond, selon le dessin, la zone qui environne la rainure annulaire 16 supérieure, cette lentille formant l'image de la section transversale
25 du faisceau électronique au-dessous du plan médian de ladite rainure. Cette image de la section du faisceau électronique sert d'objet pour la deuxième lentille électromagnétique intermédiaire, à laquelle correspond la zone qui environne la rainure annulaire 16 située au centre du noyau intérieur
30 2, cette deuxième lentille formant également, au-dessous du plan médian de cette rainure annulaire 16, l'image de la section transversale du faisceau électronique qui la traverse. L'image formée par la lentille électromagnétique intermédiaire sert, à son tour, d'objet pour la lentille
35 électromagnétique inférieure, à laquelle correspond la rainure annulaire 16 inférieure, l'image formée par cette lentille électromagnétique inférieure servant d'objet pour la lentille formatrice terminale (non représentée), qu'on

assemble au dispositif optoélectronique considéré à l'aide de la bride inférieure 10 et dans laquelle le faisceau électronique entre par l'orifice central 12 de ladite bride constituant la sortie du dispositif optoélectronique.

5 Ainsi, ayant passé au travers des champs magnétiques des trois lentilles électromagnétiques, le faisceau électronique subit une forte compression, si bien que l'aire de section transversale du faisceau électronique à la sortie du dispositif optoélectronique devient beaucoup plus petite que celle de la section dudit faisceau à l'entrée du dispositif. D'une façon plus précise, le diamètre du faisceau électronique dans le dispositif optoélectronique proposé ayant les paramètres principaux indiqués précédemment, devient 1700 fois plus petit. Il est également à 10 signaler que, lorsque le dispositif optoélectronique en question est utilisé en tant que jeu de condensateurs dans un microscope électronique à balayage, l'anode du canon électronique est située à 85 millimètres du plan médian de la rainure annulaire 16 supérieure, alors que l'intervalle 15 entre le milieu de l'interstice de la lentille formatrice terminale et le plan médian de la rainure annulaire 16 inférieure est égal à 148 millimètres ; si, alors, le segment avant de la lentille formatrice terminale est de 20 16 millimètres, la résolution d'un tel microscope électronique est meilleure que 100 angströms.

Par rapport aux dispositifs optoélectroniques connus d'application analogue, le dispositif optoélectronique pour appareils à sonde électronique de construction proposée possède les avantages suivants.

30 Tout d'abord, la simplicité évidente de la construction du dispositif optoélectronique conforme à la présente invention permet d'utiliser aisément dans ce dernier n'importe quel nombre de lentilles électromagnétiques indispensables pour obtenir la résolution exigée et le 35 contraste optimal de l'image dans l'appareil à sonde électronique dans lequel est utilisé ce dispositif, sans avoir à le compliquer sensiblement, les orifices intérieurs des pôles de toutes les lentilles pouvant être alignés

suivant un axe commun avec une précision telle que la valeur du non-alignement soit comprise dans les limites de 0,1 à 1,0 micron, tandis que la valeur du non-alignement des dispositifs optoélectroniques connus comportant 5 plusieurs lentilles électromagnétiques est de l'ordre de plusieurs dizaines de microns.

De plus, la possibilité d'assurer aisément un degré élevé d'alignement de toutes les lentilles électromagnétiques du dispositif optoélectronique permet de réduire la 10 main d'œuvre nécessaire à la fabrication de ce dispositif, de simplifier la technologie de sa fabrication, et, surtout, son réglage et son ajustage à l'usine, ainsi que de supprimer totalement la nécessité d'ajuster le dispositif pendant son exploitation. En outre, le degré élevé d'alignement 15 des lentilles électromagnétiques qu'on peut obtenir dans le dispositif optoélectronique proposé, donne pratiquement la possibilité d'exclure l'influence d'une aberration du type de l'astigmatisme axial.

Il faut aussi remarquer qu'on n'a pas besoin d'utiliser 20 des joints d'étanchéité au vide intermédiaire entre les différentes lentilles électromagnétiques, du fait que dans le dispositif optoélectronique proposé le noyau 25 intérieur du circuit magnétique des lentilles électromagnétiques est réalisé d'une seule pièce. Cela permet d'obtenir un degré de résolution plus élevé dans le canal de travail du dispositif optoélectronique et d'atteindre cette 30 résolution en un temps plus court tant au cours du réglage et des essais du dispositif en usine que pendant son exploitation, ce qui est surtout important pour les appareils à sonde électronique de grandes dimensions.

Tout cela permet de diminuer le coût de production et de réduire les frais d'entretien des appareils à sonde électronique dans lesquels est utilisé le dispositif opto-électronique faisant l'objet de la présente invention, 35 ainsi que d'améliorer le fonctionnement d'un tel dispositif et de réduire les dépenses improductives de temps pour sa préparation à l'analyse.

Bien entendu l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier elle comprend tous les moyens constituant des équivalents 5 techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en œuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

R E V E N D I C A T I O N

Dispositif optoélectronique pour appareils à sonde électronique, du type comportant au moins deux lentilles électromagnétiques composées d'un enroulement d'excitation, d'un circuit magnétique (1) comportant un noyau intérieur
5 (2), une partie latérale extérieure (3) et des joues en bout (4 et 5), ainsi que de pôles, caractérisé en ce que le noyau intérieur (2) du circuit magnétique (1) est commun à toutes les lentilles électromagnétiques du dispositif et est réalisé sous forme d'un cylindre creux ayant sur 10 sa surface extérieure des rainures annulaires (16) qui forment, avec les parties voisines dudit noyau intérieur (2) situées des deux côtés de chacune de ces rainures, les pôles des lentilles électromagnétiques, le nombre desdites rainures étant égal au nombre de lentilles 15 électromagnétiques utilisées dans le dispositif.

