

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 800 459

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

99 13436

⑤1 Int Cl⁷ : G 01 D 5/20

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 27.10.99.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.05.01 Bulletin 01/18.

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) : SIEMENS AUTOMOTIVE SA Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : GENOT BERNARD PIERRE ANDRE, DORDET YVES et JANSSEUNE LUC.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BONNET THIRION.

⑤4 CAPTEUR ANALOGIQUE DE POSITION SANS CONTACT A COUPLAGE DIFFERENTIEL.

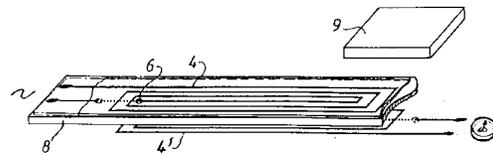
⑤7 Capteur analogique de position linéaire ou angulaire sans contact, du type magnétique à inductance, caractérisé en ce qu'il comporte :

1 / une première partie (1) comprenant au moins une couche noyau (8) en matériau à forte perméabilité magnétique et faible champ de saturation et deux bobines (4, 4') plates, une première bobine (4) dite émettrice étant alimentée en courant alternatif,

2 / une seconde partie (2) comprenant au moins un aimant (9) mobile selon une direction généralement parallèle à la première partie (1),

3 / un dispositif de traitement de signal mesuré aux bornes de la seconde bobine (4') dite réceptrice,

le couplage entre les bobines émettrice (4) et réceptrice (4') étant modifié par le déplacement d'un aimant (9) au regard de la couche noyau (8).



FR 2 800 459 - A1



"Capteur analogique de position sans contact à couplage différentiel"

L'invention est du domaine des capteurs de position. Elle concerne en particulier un capteur utilisé dans le domaine automobile pour détecter la position d'éléments moteurs ou d'éléments de commandes, tels que colonne de direction, manettes de commandes des lumières, des essuie-glaces, etc.

5

Dans le domaine automobile en particulier, il existe un besoin important de connaissance de position de manettes mobiles, par exemple pour des commandes de contrôle du véhicule, ou de niveaux, par exemple d'essence ou autres fluides moteurs. De plus, on constate aujourd'hui, avec l'augmentation
10 du contenu électronique des véhicules, un souhait de connaître plus de paramètres de fonctionnement de tous les éléments du moteur, avec par exemple la position de commandes ou d'actionneurs, le couple appliqué sur la barre de direction, la position du levier de vitesse etc.

Des capteurs de positions précis, économiques à réaliser et de petite
15 taille sont donc de plus en plus indispensables.

On utilise couramment dans ce domaine des potentiomètres résistifs. Pour des raisons de fiabilité, il est souhaitable de remplacer ce type de capteurs par des capteurs sans contact, sans pour autant augmenter leur coût.

20 On connaît par ailleurs déjà des capteurs de position inductifs sans contact. On peut citer en particulier dans ce domaine le document US 5.204.621 (Position Sensor Employing a Soft Magnetic Core) qui décrit un dispositif comprenant une bobine de mesure encadrée par deux bobines d'excitation de polarité opposée disposées sur un cylindre (ou sur une feuille plate) qui comporte
25 une feuille interne en V de matériau ferromagnétique, dans lequel est mobile en translation un petit aimant.

L'aimant génère dans le noyau une zone de saturation qui interrompt les lignes de champ créées par les bobines d'excitation, modifiant la part de chacune d'elles dans le signal mesuré aux bornes de la bobine de mesure.
30 L'aimant est alors attaché à la pièce mobile dont on souhaite mesurer le déplacement. Dans le cas de dispositif plan, le petit aimant est mobile au contact

d'une couche de protection et de glissement en face de deux bobines et la mesure est réalisée de façon différentielle également.

On comprend que ce dispositif n'est pas adapté à une mesure de position à distance ou à travers une paroi. Par ailleurs, il est relativement
5 complexe dans le cas de réalisation en cylindre, et conduit à des phénomènes de frottement indésirables dans le cas de dispositif plan.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précités, en proposant un capteur analogique de position sans contact
10 économique à réaliser, simple à mettre en œuvre, et adapté à mesurer une position à travers une paroi.

A cet effet, l'invention propose un capteur analogique de position linéaire ou angulaire sans contact, du type magnétique à inductance,
15 caractérisé en ce qu'il comporte :

1/ une première partie comprenant au moins une couche noyau en matériau à forte perméabilité magnétique et faible champ de saturation et deux bobines plates, une première bobine dite émettrice étant alimentée en courant alternatif,

20 2/ une seconde partie comprenant au moins un aimant mobile selon une direction généralement parallèle à la première partie,

3/ un dispositif de traitement de signal mesuré aux bornes de la seconde bobine dite réceptrice,

le couplage entre les bobines émettrice et réceptrice étant modifié par
25 le déplacement d'un aimant au regard de la couche noyau

Dans un premier mode de réalisation, le capteur comporte une seule couche noyau, les bobines sont disposées de part et d'autre de cette couche noyau, la saturation de la couche noyau par un aimant déplacé au regard de
30 cette couche noyau créant un couplage entre les bobines.

On comprend que ce dispositif est adapté à créer un couplage positif si le substrat est disposé entre les deux bobines, et si les bobines sont entourées de deux couches de matériau ferromagnétique.

Dans un second mode de réalisation, le capteur comporte deux couches noyau disposées de part et d'autre d'un substrat portant les deux bobines, la saturation de la couche noyau par un aimant déplacé au regard de cette couche noyau réduisant le coefficient de couplage entre les bobines.

5 On comprend que ce dispositif est adapté à créer un couplage négatif entre les bobines si le matériau ferromagnétique est disposé entre les deux bobines.

La présente demande est déposée conjointement avec un groupe de
10 demandes intitulées :

- "Capteur analogique de position sans contact",
- "Capteur analogique de position sans contact à couche noyau de
largeur variable"
- "Procédé de fabrication de capteur analogique de position sans
15 contact"

La description et les dessins qui suivent permettront de mieux
comprendre les buts et avantages de l'invention. Il est clair que cette description
n'est donnée qu'à titre d'exemple, et n'a pas de caractère limitatif.

20 Dans les dessins :

- la figure 1 représente de façon schématique un capteur de position à
mesure de couplage différentiel ;
- la figure 2 représente une bobine spirale allongée utilisée dans le
détecteur;
- 25 - la figure 3 est une vue en coupe des éléments composants le
détecteur;
- la figure 4 illustre une variante comportant des bobines à plusieurs
enroulements parallèles ;
- la figure 5 illustre une variante de détecteur de déplacement
30 angulaire ;
- la figure 6 illustre en vue de dessus la zone de saturation générée
par l'aimant lors de son déplacement ;

- la figure 7 illustre une variante de détecteur utilisant deux bobines disposées bout à bout ;
- la figure 8 illustre une variante de capteur, pour la mesure de déplacement angulaire d'amplitude 360°;
- 5 - la figure 9 illustre une variante de capteur selon l'invention, avec une couche noyau de largeur variable ;
 - les figures 10A et 10B illustrent une variante de profil de couche noyau, et le signal de sortie correspondant ;
 - les figures 11A et 11B illustrent une variante de profil de couche
- 10 noyau, et le signal de sortie correspondant ;
 - les figures 12A et 12B illustrent une variante de profil de couche noyau, et le signal de sortie correspondant ;
 - les figures 13A et 13B illustrent deux variantes de profil de couche noyau, utilisant des sous-bandes ;
- 15 - les figures 14A et 14B illustrent en vue de dessus deux variantes de capteur différentiel ;
 - la figure 15 illustre une autre variante de capteur différentiel avec une couche noyau de largeur variable au regard de chaque bobine;
 - la figure 16 illustre une premier mode de réalisation de capteur de
- 20 position dans deux dimensions ;
 - la figure 17 illustre une second mode de réalisation de capteur de position dans deux dimensions ;
 - la figure 18 illustre une troisième mode de réalisation de capteur de position dans deux dimensions.

25

Le principe fondamental est l'utilisation d'une bobine formant inductance, disposée sur un substrat mince, prise en sandwich entre deux couches (par défaut une seule) de matériau de type mumétal (à forte perméabilité magnétique). Dans la suite de la description, on utilisera le terme de mumétal pour désigner plus généralement les matériaux présentant des caractéristiques magnétiques analogues, c'est à dire forte perméabilité magnétique par exemple de l'ordre de 100 000 x celle de l'air, et champ de saturation faible, par exemple de 0.8 Tesla)

30

Le mumétal se comporte comme un amplificateur de l'inductance L mesurée aux bornes de la bobine (effet de stockage de champ magnétique).

Quand un aimant passe devant la feuille de mumétal, son champ magnétique entraîne une saturation locale dudit mumétal (dont on a vu qu'il est
5 choisi tel qu'il soit saturé par un champ relativement faible), dont la perméabilité magnétique s'effondre sur la surface saturée.

Il en résulte une baisse de la valeur de l'inductance L , proportionnelle à la surface de bobine couverte par du mumétal saturé.

Cette baisse de l'inductance est naturellement mesurable aux bornes
10 de ladite inductance, et on en déduit une estimation de la surface de la bobine couverte par du mumétal saturé.

On peut également utiliser deux bobines disposées en parallèle entre les couches de mumétal, l'une alimentée par un courant alternatif et l'autre reliée aux bornes d'un dispositif de mesure de tension. Dans ce cas, le couplage entre
15 les deux bobines est favorisé par la présence du mumétal. La saturation de ce dernier par le champ magnétique de l'aimant entraîne une variation de ce couplage, proportionnelle à la surface de bobine couverte par du mumétal saturé, qui est mesurable aux bornes de la seconde bobine.

En choisissant une forme et une disposition judicieuse de la bobine, du
20 mumétal et de l'aimant, on obtient un signal électrique (fonction de la variation d'inductance ou de couplage) liée à un déplacement de l'aimant selon une direction prédéterminée.

Le capteur selon l'invention comporte deux parties dont la première
25 partie 1 constitue le détecteur proprement dit, et la seconde partie 2 est solidaire de la pièce mobile dont on souhaite mesurer le déplacement (figure 1).

Le détecteur 1 est un circuit imprimé multicouche composé (figure 3), d'une couche noyau 8 en matériau ferromagnétique de forme très allongée autour duquel sont disposées deux bobines 4, 4'.

30 Dans un mode de réalisation particulier (figure 2), les deux bobines 4, 4' sont réalisées sous la forme de pistes de cuivre très allongées, déposées chacune sur une feuille substrat 3, 3' isolant en matière synthétique de type époxy ou polyimide. Dans le présent exemple décrit à titre non limitatif, chaque

feuille substrat 3, 3' a une longueur de quelques centimètres pour une largeur de 1 centimètre environ, et une épaisseur de 0.1 mm.

Chaque feuille de substrat 3 porte une bobine plate 4 de type spirale allongée, par exemple dix fois plus longue que large. Cette bobine comporte
5 préférentiellement un grand nombre de spires (tours), puisque l'on sait que l'inductance est proportionnelle au carré du nombre de spires. On utilise une bobine spirale pour provoquer une addition des champs magnétiques créés par les spires concentriques et non leur soustraction deux à deux.

La bobine plate 4 étant de forme sensiblement rectangulaire allongée il
10 existe en ses deux extrémités des zones particulières 5 de repliement des spires, pour lesquelles l'inductance n'est pas proportionnelle à la dimension longitudinale de la bobine 4.

En variante (figure 4), on utilise des bobines 4, 4' à plusieurs
15 enroulements 7 parallèles, de manière à augmenter l'inductance mutuelle des enroulements 7 et à réduire les effets de non linéarité aux zones de repliement 5. Par contre il est connu que la multiplication des épaisseurs de bobine et de substrat conduit à une augmentation à la fois du coût de production et également de la résistance magnétique de l'ensemble. Or l'inductance est inversement
20 proportionnelle à cette résistance magnétique. Il est donc souhaitable de restreindre le nombre de couches d'isolant.

Chaque enroulement 7 comprend typiquement une demi-douzaine de spires, et un chemin conducteur 6 est ménagé au centre de la bobine 4 pour la connexion soit à un autre enroulement, soit à un dispositif électronique. La
25 distance entre les pistes de l'enroulement est de l'ordre de 50 à 150 microns, de même que leur largeur. Leur épaisseur est dans le présent exemple comprise entre 5 et 40 microns.

La couche noyau 8 qui sépare les substrats 3, 3' de ces bobines 4, 4'
30 est constituée de matériau ferromagnétique à forte perméabilité (typiquement supérieure d'un facteur 100 000 par rapport à l'air) et de faible champ de saturation (typiquement 0.8 T).

Le matériau à forte perméabilité est par exemple du mumétal proprement dit, ou un alliage amorphe (également appelé verre métallique), ou encore un alliage nanocristallin.

5 La couche noyau 8 est de l'ordre de 20 à 50 microns, pour permettre une saturation par un faible champ magnétique extérieur. L'épaisseur de ces couches noyau 8 peut aller de quelques angströms à quelques dizaines de microns. Pour obtenir une épaisseur extrêmement faible, une telle couche noyau 8 peut éventuellement être obtenue par dépôt sous vide, au moins pour certains types de matériau ferromagnétique.

10 L'ensemble est réalisé sous forme d'une plaque de faible épaisseur, par exemple environ 0.5 mm.

La couche noyau 8 n'est disposée qu'entre les parties centrales desdites bobines 4, 4' et non entre leurs extrémités 5, pour éviter les problèmes de non linéarité de ces zones 5 pour lesquelles un déplacement d'aimant en vis à vis ne conduit pas à une variation d'inductance proportionnelle à la distance longitudinale.

La longueur de la couche noyau 8 est sensiblement égale à la longueur de la zone linéaire de la bobine 4.

20

La première bobine 4 est reliée à un moyen d'alimentation en courant alternatif (de type sinusoïdal, triangulaire, carré ou toute autre forme telle qu'un flux magnétique variable soit généré).

25 La seconde bobine 4' est reliée à un dispositif de mesure de tension de type classique.

Ce détecteur 1 est destiné à être utilisé en coopération avec un aimant 9 fixé sur une pièce mobile relativement au détecteur 1, et venant passer en face de celui-ci lors de son déplacement, à une distance suffisamment faible pour que le champ magnétique généré par l'aimant 9 puisse créer une saturation locale de la couche noyau 8.

30

En ce qui concerne l'aimant 9 utilisé, il est choisi de telle sorte que le champ magnétique qu'il engendre permet la saturation de la quasi-totalité de la

couche noyau 8. Les dimensions de l'aimant 9 lui-même sont moins importantes que les dimensions de la zone dans laquelle il engendre un champ supérieur à la valeur de saturation des couche noyau 8.

5 La largeur minimale de la zone 10 saturée à 100% (figure 6) doit être supérieure, quelles que soient les variations de champ dues aux conditions climatiques ou aux tolérances mécaniques et dimensionnelles, à la largeur active de la bobine couverte de mumétal, de manière à réduire l'influence de ces erreurs sur la mesure.

10 On utilise typiquement deux types d'aimants 9. Dans un premier cas on choisit un aimant 9 puissant, qui génère un fort champ magnétique, et qui peut donc être de petite taille. Un tel type d'aimant 9 peut-être réalisé avec un alliage Néodyme Fer Bore.

15 Un second type d'aimant 9 utilise un champ beaucoup plus faible, et donc un aimant 9 de dimensions sensiblement égales à la taille des couches noyau 8. Le matériau de ces aimants 9 peut alors être de type plastoferrite ou nanoferrite. L'intérêt du matériau plastoferrite est évidemment sa capacité à prendre une forme extrêmement variable.

20 L'épaisseur de l'aimant 9 est de l'ordre du millimètre, en fonction du matériau utilisé. La direction de magnétisation dudit aimant 9 est parallèle ou perpendiculaire à celle des couches noyau 8A, 8B de matériau ferromagnétique.

25 On note que de façon intéressante, la distance A ("airgap" en anglais) entre l'aimant 9 et le détecteur 1, qui est naturellement fonction du type d'aimant 9 utilisé, peut être très supérieure à l'épaisseur du détecteur 1 (une distance de 1 à 15 mm est obtenue dans l'exemple décrit ici). Il est alors possible qu'un matériau secondaire soit intercalé entre l'aimant 9 et le détecteur 1 sans gêner le fonctionnement du détecteur 1.

30 Cette particularité permet de disposer la partie mobile 2 au sein d'un équipement et le détecteur 1 à l'extérieur dudit équipement, pourvu que la paroi soit constituée d'un matériau amagnétique tel qu'aluminium ou matière plastique. On comprend que cette disposition est particulièrement favorable pour mesurer une position à l'intérieur d'un carter, d'un réservoir, etc.

Il est clair que les dimensions exactes du détecteur 1 et de l'aimant 9 sont fonctions des besoins spécifiques aux applications considérées.

5 En fonctionnement (figure 6), un courant alternatif est appliqué aux bornes de la première bobine 4, dite "excitatrice", et on observe par le dispositif de mesure le signal aux bornes de la seconde bobine 4', dite "réceptrice".

La couche noyau 8 vient alors en général capter le champ magnétique créé par le passage du courant alternatif dans la première bobine 4, et le signal observé en sortie de la seconde bobine 4' est de ce fait extrêmement faible. Le
10 coefficient de couplage entre les deux bobines 4, 4' est alors très proche de zéro.

Par contre, lorsque un aimant 9 est approché de l'ensemble, son champ magnétique vient saturer la couche noyau 8 localement, selon la position et les caractéristiques de l'aimant 9.

Lors de la saturation de la couche noyau 8, sa perméabilité diminue
15 considérablement dans la zone de saturation 10. Cette couche noyau 8 ne fait donc plus écran entre les deux bobines 4, 4', le coefficient de couplage entre les bobines augmente, et le signal observé en sortie de la seconde bobine 4' est significativement plus élevé que dans le cas précédent.

On comprend que l'on peut faire varier la surface de couche noyau 8
20 saturée par l'aimant 9 selon le déplacement longitudinal X de celui-ci, que ce soit en utilisant un aimant 9 de grande dimensions venant couvrir progressivement toute la couche noyau 8, ou en utilisant un aimant 9 de plus faibles dimensions, et une couche noyau 8 de perméabilité magnétique variable longitudinalement.

La mesure de position s'effectue de façon simple en calculant, par un
25 dispositif électronique adapté, le rapport entre la tension appliquée aux bornes de la première bobine 4 et de la tension induite dans la seconde bobine 4'. Ce rapport est alors directement fonction de la position de l'aimant 9 au dessus du détecteur 1.

Le traitement du signal aux bornes de la bobine réceptrice 4' est
30 réalisé par un dispositif électronique de type connu en soi, et donc non détaillé ici. Il est clair que ce dispositif de traitement de signal peut avantageusement être disposé sur le même substrat 3 que les bobines 4, 4', par simplification de réalisation, ou pour augmenter l'intégration des composants.

Dans une variante à une mesure de position angulaire, un dispositif tel qu'illustré figure 5 est utilisable. Dans ce cas, les deux bobines 4, 4' excitatrice et réceptrice sont spirales circulaires, et une couche noyau 8 semi-circulaire les sépare sur une moitié de leur surface. Un aimant 9 également semi-circulaire, concentrique avec les bobines 4, 4' et la couche noyau 8, est mobile en rotation autour de l'axe du détecteur 1. Selon l'angle de déplacement de l'aimant 9, le coefficient de couplage entre les deux bobines 4, 4' varie, et est mesuré.

10 En variante avantageuse (figure 7), il est possible de réaliser une version de capteur de type différentiel, avec une bobine 4 "excitatrice" sur un côté, et deux bobines 4'A, 4'B "réceptrices" disposées bout à bout dans le même plan de l'autre côté de la couche noyau 8. Préférentiellement, ces deux bobines 4'A, 4'B sont enroulées en sens opposé, de manière à créer un point de tension nulle entre elles. Des couches noyau 8, 8' de matériau ferromagnétique couvrent les zones linéaires de ces bobines 4, 4'.

Dans ce cas, le déplacement d'un aimant 9, par exemple de faible puissance et de surface sensiblement identique à celle des d'une bobine réceptrice 4', est détecté par une mesure différentielle entre les signaux des deux bobines réceptrices 4'A, 4'B. Ici l'aimant 9 aura pour effet d'augmenter le facteur de couplage d'une bobine réceptrice 4'A tout en diminuant celui de l'autre bobine réceptrice 4'B simultanément.

25 Cette mesure en demi-pont est couramment utilisée pour compenser des tolérances des inductances (erreurs sur les dimensions de bobine 4, matériau ferromagnétique 8, distance aimant-bobine etc.), pour tenir compte de l'effet de la température (variation de champ magnétique généra par un même aimant 9 dans des conditions climatiques variables), et des tolérances sur la zone de saturation.

30 Dans une seconde variante de mise en œuvre, les bobines 4, 4' sont conformées en arc de cercle.

L'aimant 9 est alors également conformé en arc de cercle, concentrique du précédent. Le principe de fonctionnement reste identique à ce qui a été décrit.

5 Dans le cas d'un capteur 360° (figure 8A), on utilise alors deux capteurs 180° tels que décrits plus haut, décalés de 90°. Les capteurs 180° sont de type différentiel, ou en variante une compensation d'erreur est réalisée par calcul à partir de la zone de recouvrement angulaire des bobines réceptrices 4'A, 4'B de 90°. L'aimant 9 utilisé est un arc de cercle de 180°, concentrique avec les bobines.

10 Il est également possible de réaliser un capteur 360° par utilisation de trois bobines réceptrices de 120°, et un aimant 9 de 120°. Cette disposition évite les problèmes d'inductance mutuelle entre les bobines internes et externes du capteur 180°.

15 Il est également possible en variante de réaliser un capteur linéaire souple permettant de réaliser une mesure angulaire, en conformant ledit capteur le long d'un arc de circonférence de cylindre. Cette disposition permet la réalisation d'un capteur de déplacement angulaire de très faible encombrement.

20 Plus généralement, une variante de réalisation permet la mesure de déplacement dans un volume réglé, en utilisant une bobine 4 disposée sur une feuille plane, qui est ensuite conformée selon la surface du volume. On utilise alors éventuellement de façon correspondante un aimant 9 de type plastoferrite, qui est adapté à prendre la forme désirée.

25 Dans un autre mode de réalisation, on utilise de façon générale un détecteur 1 dont les caractéristiques magnétiques globales varient selon la position longitudinale (figure 9). Le dispositif comporte un aimant 9 de petite taille au regard de la taille des bobines 4, 4', et son déplacement dans la direction longitudinale X est mesuré par le fait que la couche noyau 8 possède une
30 "capacité de stockage magnétique" qui varie le long de la direction X de déplacement de l'aimant 9.

Dans ce cas, le signal mesuré aux bornes de la bobine réceptrice 4' varie le long de la direction longitudinale X en fonction de la position longitudinale.

La variation de capacité magnétique de la couche noyau 8 peut être
5 obtenue de diverses manières :

- une couche noyau 8 de largeur variable longitudinalement, et un aimant 9 de surface constante,

- une couche noyau 8 dont l'épaisseur varie selon la position
longitudinale,

- 10 - une variation de la proportion de surface de matériau ferromagnétique qui possède des propriétés magnétiques. Ceci est obtenu par exemple par modification des propriétés magnétiques d'une partie de la surface de mumétal.

En particulier, une possibilité consiste à "déstructurer" le matériau
15 ferromagnétique par réchauffement localisé au delà du point de Curie, soit environ 200°C à 500°C selon le matériau, ce qui détruit l'ordre cristallin du matériau ferromagnétique. Ceci revient à détruire les propriétés magnétiques de petites zones géométriques à la surface du matériau ferromagnétique. Selon le nombre de zones détruites par unité de longueur on n'obtient en fait une variation
20 longitudinale des propriété magnétique de la couche noyau 8.

Il est tout d'abord possible de faire varier la surface de la couche
noyau 8 au regard des bobines 4, 4', avec par exemple une largeur de couche
noyau 8 variable en fonction de la position longitudinale sur les bobines 4, 4'.

25

Dans une variante de réalisation de capteur sensiblement
rectangulaire allongé, on utilise une couche noyau 8 de forme triangulaire
(isocèle dans le cas présent). La courbe de réponse observée, lorsqu'un aimant 9
est déplacé longitudinalement (direction X), est décroissante au fur et à mesure
30 qu'une surface plus importante de matériau ferromagnétique de la couche noyau
8 est désaturée par le champ magnétique de l'aimant 9.

Dans une variante, on choisit une couche noyau 8 présentant une
forme de plus en plus effilée longitudinalement (figure 10A). Il est clair que plus

généralement, on peut modifier le profil de la couche noyau 8 selon le type de signal que l'on souhaite obtenir.

Un cas intéressant est celui pour lequel le signal de sortie présente un palier ou une série de paliers permettant par exemple de discerner plus
5 nettement un déplacement compris dans une petite plage, et de ne pas tenir compte des déplacements hors de cette plage comme. Ce cas peut, par exemple, trouver une application dans la détection de position d'un levier de vitesse, et l'approximation de la position du levier à une position correspondant à une vitesse définie par un signal donné. Dans ce cas, le profil de la couche noyau
10 8 est par exemple conforme à la figure 11A ou 12A. On constate (figure 12A) qu'il est loisible d'utiliser plusieurs surfaces coplanaires espacées pour former la couche noyau 8.

Un autre cas intéressant comporte une couche noyau 8 présentant un point de resserrement local. On observe alors en sortie de bobine 4 un signal
15 présentant un minimum local.

Il est également possible en variante de faire varier l'épaisseur de la couche noyau 8 au lieu de sa largeur, et on obtient ici encore une couche noyau 8 dont la perméabilité magnétique varie selon la position longitudinale.

Encore un autre mode de réalisation comprend la réalisation de "sous-
20 bandes", sous forme de hachures parallèles, préférentiellement obliques si on souhaite éviter des effets de palier dans le signal de sortie, ces sous-bandes étant plus ou moins serrées longitudinalement (figures 13A, 13B). Toutes ces sous-bandes sont alors jointes par un bord continu, de manière à créer une
25 continuité électrique, qui contribue par exemple à un meilleur blindage électromagnétique.

Une variante de ce mode de réalisation est la réalisation d'une couche noyau 8 par tramage bidimensionnel (par exemple par moyen offset), sous forme de grille dont la densité de matériau possédant des propriétés magnétiques varie
30 longitudinalement.

Il est clair que des variantes sous forme de capteur différentiel sont réalisables (figure 14). Dans un premier exemple, deux bobines 4, 4' parallèles coplanaires sont séparées par des couches noyau 8 triangulaires disposées tête

bêche. Dans un second exemple, une seule couche noyau 8 sous forme de parallélogramme allongé recouvre en partie chacune des deux bobines 4, 4', avec un effet identique au dispositif précédent.

5 Dans une autre réalisation, en modifiant les propriétés magnétiques de la couche noyau 8 de façon ponctuelle, par exemple par chauffage ponctuel par laser, ou par application locale de contrainte mécanique forte, on supprime localement les propriétés de perméabilité magnétique du matériau. On peut alors faire varier progressivement le long de la bande la densité de ces points qui ont
10 subi un traitement, et on obtient encore une perméabilité magnétique globale variant longitudinalement.

 Un telle disposition, avec un capteur différentiel (figure 15), comporte par exemple deux bobines 4, 4', deux couches noyau 8, 8' rectangulaires couvrant chacune une bobine dans sa zone linéaire (on comprend que
15 préférentiellement, dans toutes ces mises en œuvre, il est préférable, comme on l'a dit, de couvrir les deux faces de la bobine par une couche noyau), et présentant chacune une densité de matériau ayant des propriétés magnétiques variables longitudinalement, de façon inverse pour les deux couches noyau 8, 8'.

20 Dans encore une autre variante de capteur (non nécessairement différentiel), on applique un champ magnétique local à la bobine 4 et aux couches noyau 8, par exemple par collage (ou sérigravure) d'un aimant dit fixe de forme triangulaire. Dans ce cas, cet aimant fixe créé une saturation locale des couches noyau 8, qui varie longitudinalement. Un cas particulier de telle mise en
25 œuvre est le réglage d'un capteur durant le processus de fabrication, avec positionnement de la bande aimantée triangulaire fixe selon un signal de calibration prédéterminé correspondant à une position particulière.

 Dans une variante (figure 16) de réalisation propre à la mesure de
30 déplacement selon deux directions perpendiculaires X, Y (ou avec un mouvement linéaire et un mouvement angulaire), le détecteur comprend deux bobines 4, 4' allongées parallèles et coplanaires, recouvertes par une (ou deux) couche noyau 8 de type comportant une densité de "points déstructurés" variable

longitudinalement. Un aimant 9, de forme sensiblement carrée, est mobile au dessus de cette couche noyau 8. On comprend que son mouvement longitudinal (direction X) est mesuré grâce à la variation de densité de matériau ferromagnétique structuré de la couche noyau 8, et que son mouvement
5 transversal (direction Y) est mesuré par la couverture différentielle entre les deux bobines 4, 4'.

Une autre variante de capteur bidirectionnel (figure 17), avec deux groupes perpendiculaires comportant chacun deux bobines 4, 4', 4'', 4''', coplanaires parallèles, et un aimant 9 sensiblement carré se déplaçant dans la
10 zone de recouvrement des groupes de bobines.

Dans encore une autre variante (figure 18), quatre bobines spirales de forme sensiblement carrée chacune sont disposées en carré, une couche noyau couvre toutes les bobines, et un aimant de taille égale à celle de chaque bobine est déplacé au dessus desdites bobines.

15

La portée de la présente invention ne se limite pas aux détails des formes de réalisation ci-dessus considérées à titre d'exemple, mais s'étend au contraire aux modifications à la portée de l'homme de l'art.

REVENDICATIONS

1. Capteur analogique de position linéaire ou angulaire sans contact, du type magnétique à inductance,
- 5 caractérisé en ce qu'il comporte :
- 1/ une première partie (1) comprenant au moins une couche noyau (8) en matériau à forte perméabilité magnétique et faible champ de saturation et deux bobines (4, 4') plates, une première bobine (4) dite émettrice étant alimentée en courant alternatif,
- 10 2/ une seconde partie (2) comprenant au moins un aimant (9) mobile selon une direction généralement parallèle à la première partie (1),
- 3/ un dispositif de traitement de signal mesuré aux bornes de la seconde bobine (4') dite réceptrice,
- 15 le couplage entre les bobines émettrice (4) et réceptrice (4') étant modifié par le déplacement d'un aimant (9) au regard de la couche noyau (8)
2. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une seule couche noyau (8), en ce que les bobines (4, 4') sont disposées de part et d'autre de cette couche noyau (8), la saturation de la couche noyau (8) par un
- 20 aimant (9) déplacé au regard de cette couche noyau (8) créant un couplage entre les bobines (4, 4').
3. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte deux couches noyau (8, 8') disposées de part et d'autre d'un substrat (3) portant
- 25 les deux bobines (4, 4'), la saturation de la couche noyau (8, 8') par un aimant (9) déplacé au regard de cette couche noyau (8) réduisant le coefficient de couplage entre les bobines (4, 4').
4. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,
- 30 caractérisé en ce que au moins une bobine est de type spirale allongée
5. Capteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que la bobine spirale allongée comporte sensiblement 4 à 8 tours.

6. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'une bobine comporte plusieurs enroulements parallèles séparés par des épaisseurs d'isolant.

5

7. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les bobines sont de forme sensiblement rectangulaire.

8. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les bobines sont conformées en arc de cercle.

10

9. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte deux bobines réceptrices coplanaires disposées bout à bout.

15

10. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs couches noyau coplanaires espacées entre les bobines.

20

11. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la couche noyau présente un profil longitudinal de largeur variable.

12. Capteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que la couche noyau présente un profil en triangle.

25

13. Capteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que la couche noyau présente un profil effilé.

30

14. Capteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que la couche noyau présente un profil comportant au moins un palier de largeur constante.

15. Capteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que la couche noyau comporte une zone de rétrécissement local.

5 16. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que la couche noyau est d'épaisseur variable longitudinalement.

10 17. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que la couche noyau comporte une série de hachures obliques électriquement reliées.

15 18. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que la couche noyau comporte selon sa direction longitudinale une densité variable de points de même surface ayant subi un traitement adapté à modifier leurs propriétés magnétiques.

20 19. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que il comporte un aimant de présaturation disposé parallèlement aux bobines, et de largeur variable selon la direction longitudinale.

25 20. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que la perméabilité magnétique de la couche noyau est de l'ordre de 100 000 fois celle de l'air, et en ce que le champ de saturation est voisin de 0.8 Tesla.

21. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que l'aimant est un aimant permanent de type plastoferrite.

30 22. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que l'aimant est un aimant permanent de type Néodyme Fer Bore.

23. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, caractérisé en ce que la couche noyau a une épaisseur comprise entre quelques angströms et quelques dizaines de microns.

Fig. 1

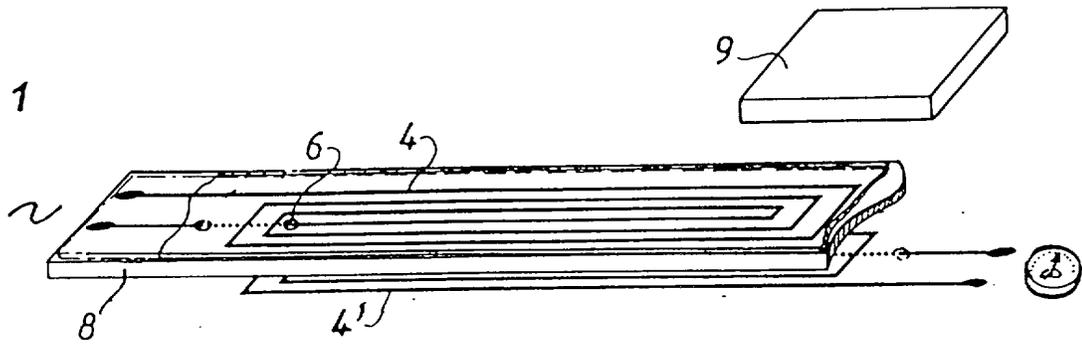


Fig. 2



Fig. 3

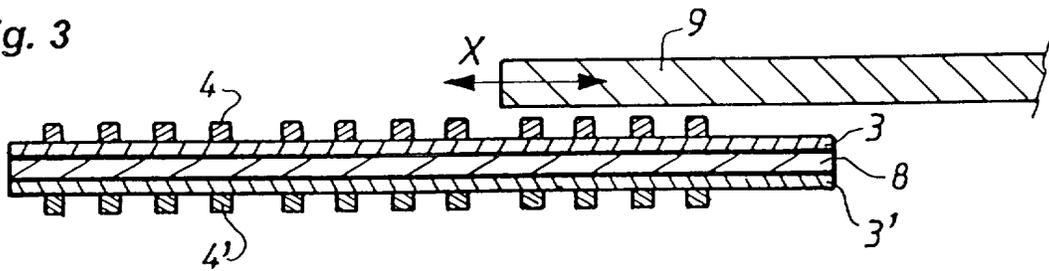
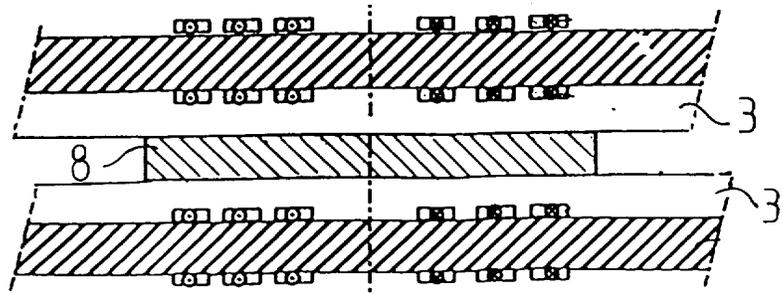


Fig. 4



2 / 5

Fig. 5

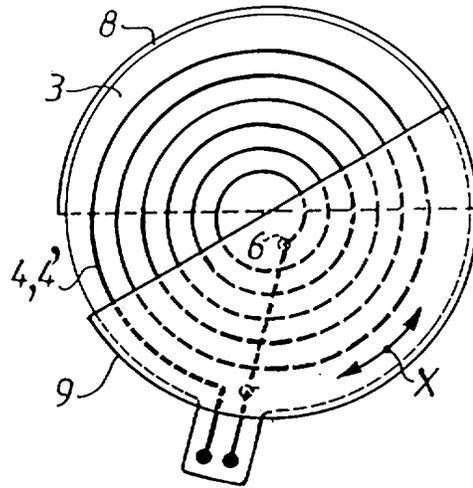


Fig. 6

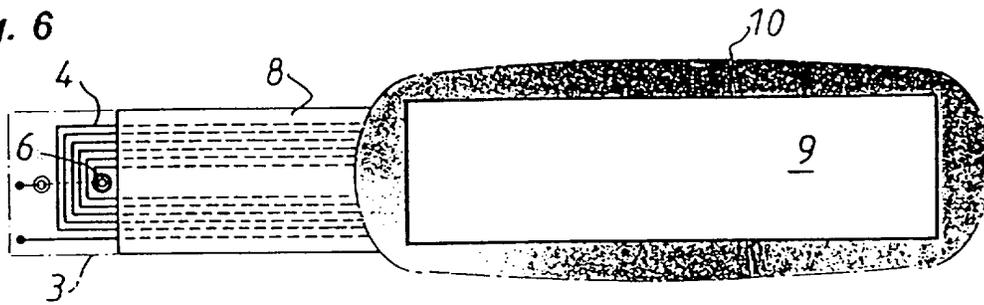


Fig. 7

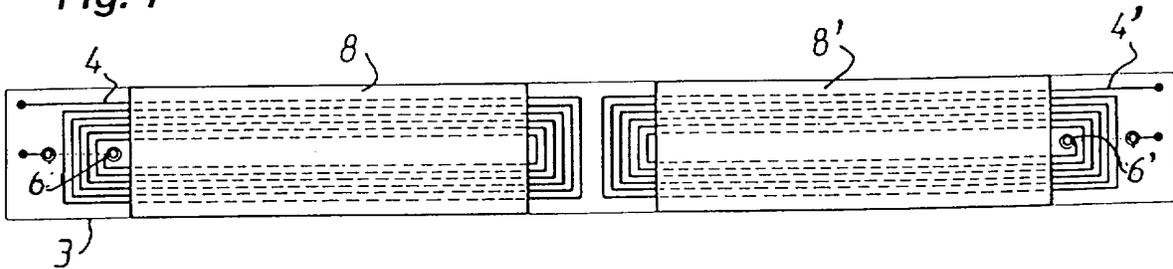


Fig. 8

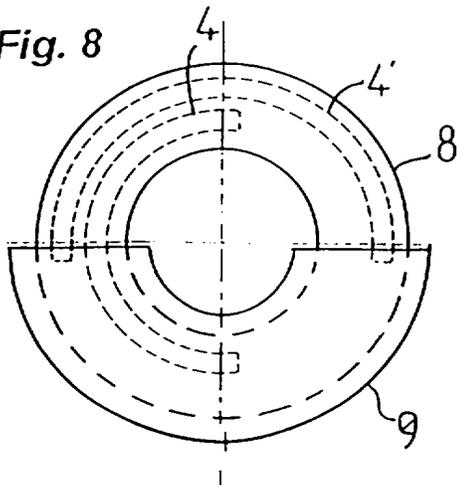
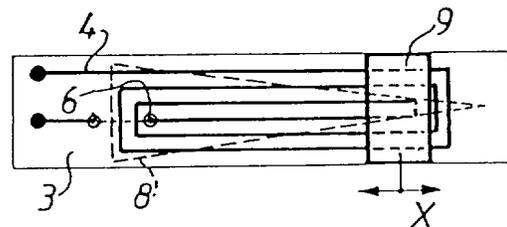


Fig 9



3/5

Fig 10A

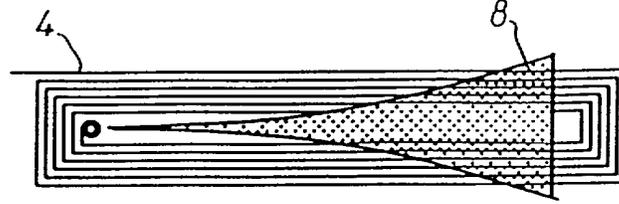


Fig 10B

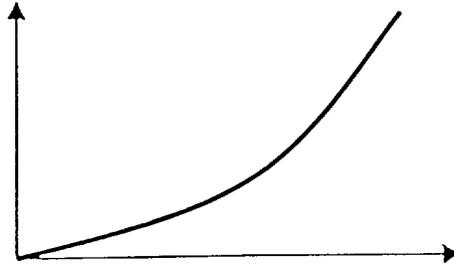


Fig 11A

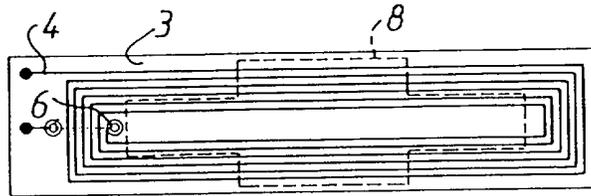


Fig 11B

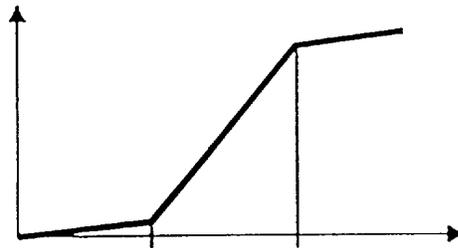


Fig. 12A

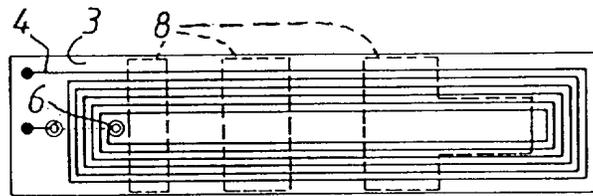


Fig. 12B



Fig. 13A

4 / 5

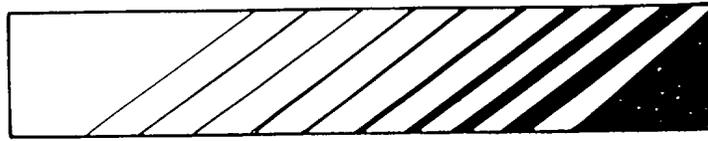


Fig. 13B

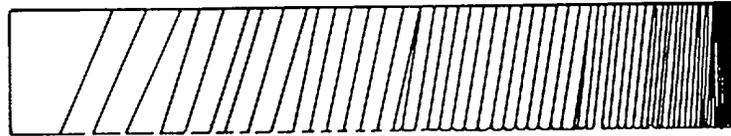


Fig 14A

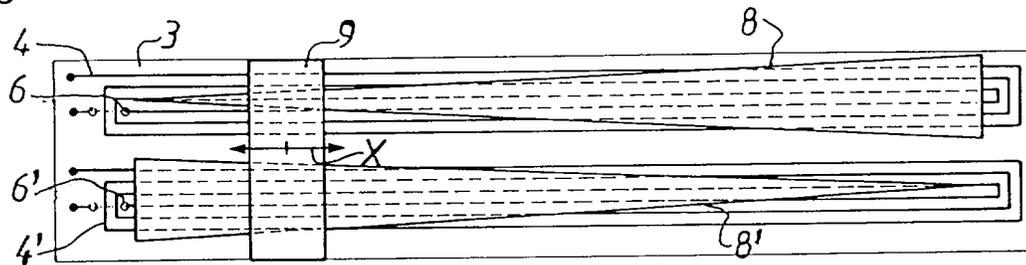


Fig. 14B

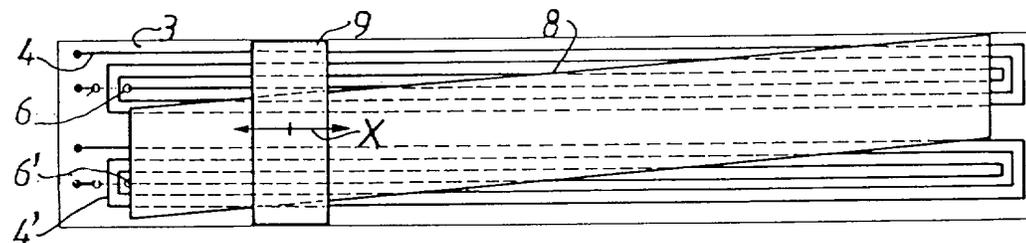


Fig. 15

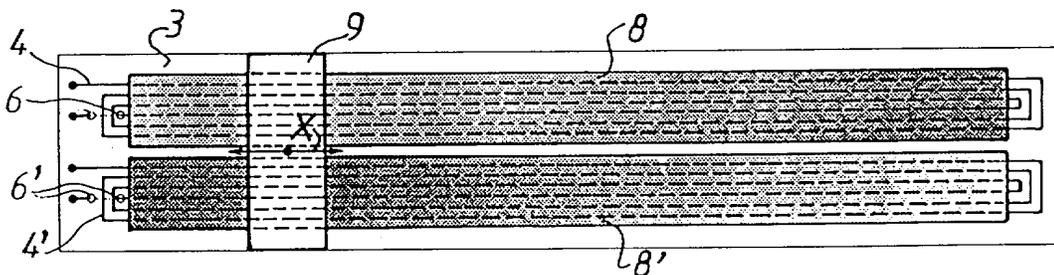
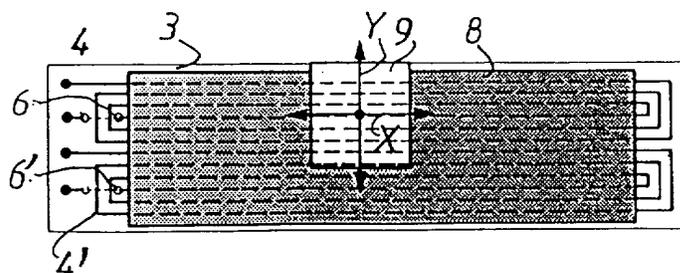


Fig. 16



5/5

Fig. 17

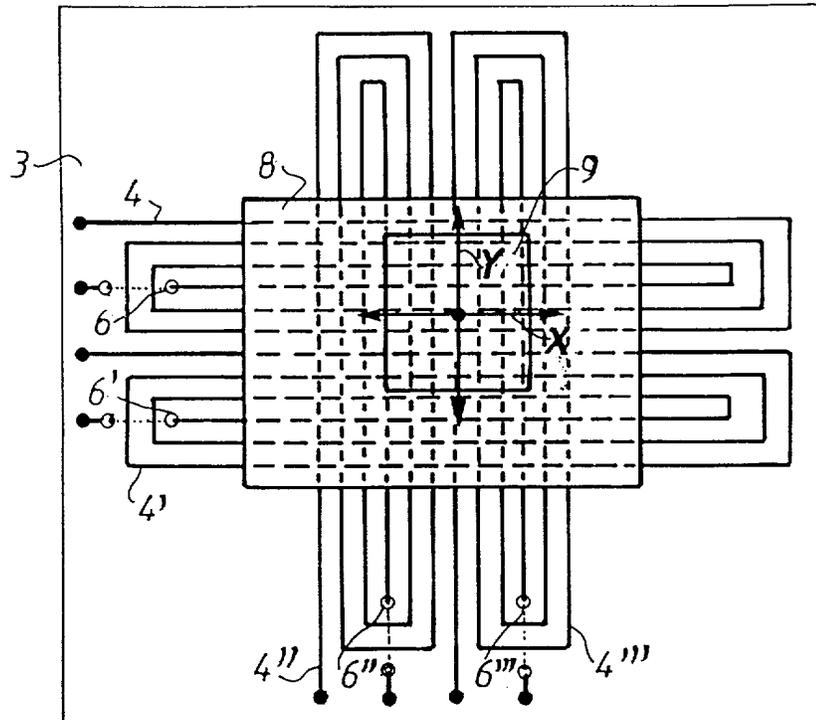
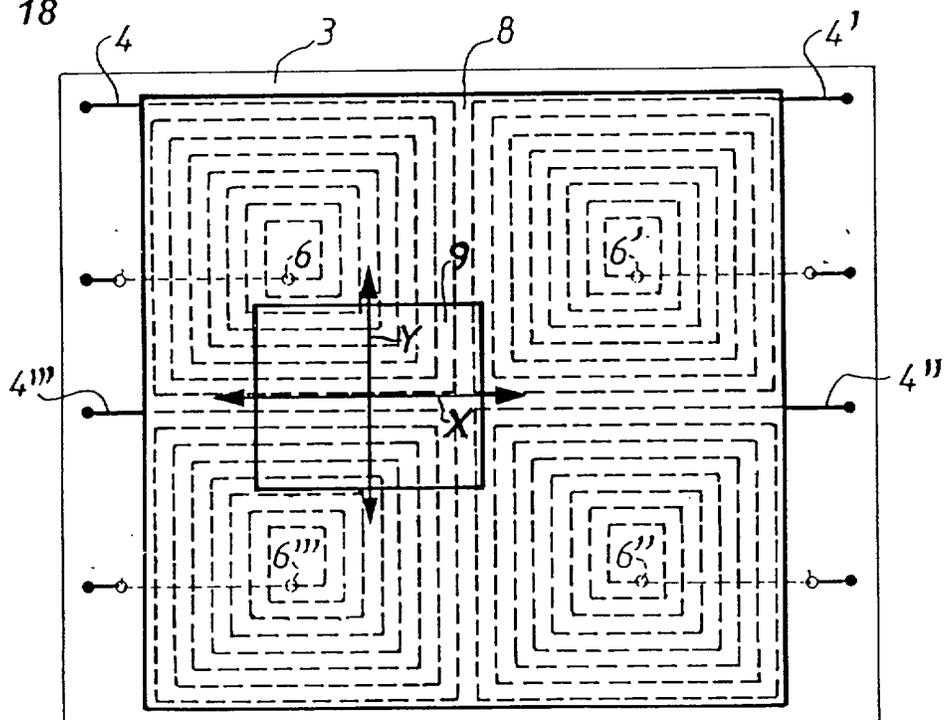


Fig. 18



DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 39 14 787 A (HERMANN MICHAEL DIPL PHYS) 8 novembre 1990 (1990-11-08) * le document en entier * ---	1,2,4,5, 11-15	G01D5/20
X	US 4 774 465 A (NILIUS HANS-JOACHIM) 27 septembre 1988 (1988-09-27) * le document en entier * ---	1,2,4,5	
D,X	US 5 204 621 A (HERMANN MICHAEL ET AL) 20 avril 1993 (1993-04-20) * colonne 4, ligne 30 - colonne 6, ligne 11; figures 4-12 * -----	1,2,7-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			G01D
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		26 juillet 2000	Lloyd, P
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>			
<p>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</p>			
<p>..... & : membre de la même famille, document correspondant</p>			