

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

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

**2 952 175**

②① **N° d'enregistrement national :** **10 04265**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **G 01 D 5/12 (2011.01)**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ **ELEMENT MAGNETIQUE FORMANT CODEUR A UTILISER DANS UN SYSTEME DE MESURE DE POSITION.**

②② **Date de dépôt :** 29.10.10.

③③ **Priorité :** 05.11.09 US 12/613376.

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

○ **Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** INFINEON TECHNOLOGIES AG — DE.

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 06.05.11 Bulletin 11/18.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 07.06.19 Bulletin 19/23.

⑦② **Inventeur(s) :** AUSSERLECHNER UDO, WERTH TOBIAS, SLAMA PETER, ZIMMER JUERGEN, RABERG WOLFGAN, SCHMITT STEPHAN et ORASCH MARTIN.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

⑦③ **Titulaire(s) :** INFINEON TECHNOLOGIES AG.

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑦④ **Mandataire(s) :** CABINET FLECHNER.

**FR 2 952 175 - B1**



**ÉLÉMENT MAGNÉTIQUE FORMANT CODEUR  
À UTILISER DANS UN SYSTÈME DE MESURE DE POSITION**

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention se rapporte à des éléments  
5 magnétiques formant codeur à utiliser dans un système de  
mesure de position, comprenant des capteurs de champ  
magnétique, en particulier des roues magnétiques formant  
codeur, à utiliser dans des systèmes de mesure de  
position angulaire ou de vitesse de rotation.

10 ARRIÈRE-PLAN

Afin de détecter la position angulaire, la vitesse ou  
l'accélération d'un angle, il est connu d'adjoindre une  
roue magnétique formant codeur à l'arbre et un capteur de  
champ magnétique à côté. La roue magnétique formant  
15 codeur a une pluralité (habituellement 60) d'aimants  
permanents aimantés en alternance disposés côte à côte le  
long de sa circonférence en produisant ainsi une  
configuration magnétique d'aimantation alternée. Le  
détecteur détecte les variations du champ magnétique  
20 lorsque la roue formant codeur tourne en détectant ainsi  
le mouvement de l'arbre.

Les capteurs habituels sont des capteurs à effet hall et  
des capteurs magnéto-résistifs. Depuis peu, on utilise  
des capteurs XMR, XMR signifiant l'un de ce qui suit :  
25 AMR (anisotropique magnéto-résistive, c'est-à-dire  
magnéto-résistif anisotrope), GMR (giant magnéto-

résistive, ce qui signifie magnéto-résistif géant), TMR (tunneling magneto-resistive, ce qui signifie magnéto-résistif à tunnel), CMR (colossal magneto-resistive, ce qui signifie magnéto-résistif colossal) ou analogue.

5 Le trait commun de ces capteurs XMR est qu'ils ont une mince couche ferromagnétique, dans laquelle l'aimantation peut tourner librement. La direction dans laquelle l'aimantation s'aligne dépend d'un champ magnétique extérieur et de divers termes d'anisotropie. Un terme  
10 d'anisotropie est déterminé par la forme géométrique du capteur. C'est ainsi, par exemple, que, dans des capteurs GMR, l'anisotropie de forme de la mince structure en couche force l'aimantation dans le plan de la couche ferromagnétique. En outre, si la GMR a la forme d'une  
15 bande rectangulaire oblongue, l'anisotropie de forme tire l'aimantation dans la direction du grand côté de la bande, qui est dénommée "axe d'aimantation facile". Si des champs magnétiques extérieurs ayant des composantes dans le plan de la couche GMR (dénommés dans ce qui suit  
20 "champ dans le plan") et perpendiculaires au grand côté de la bande GMR sont appliqués, il s'ensuit que l'aimantation tourne hors de l'axe d'aimantation facile. Le capteur est ainsi sensible à des composantes du champ magnétique dans le plan, perpendiculaires à l'axe  
25 d'aimantation facile.

Des composantes du champ dans le plan parallèles à l'axe d'aimantation facile peuvent avoir des effets néfastes si elles passent de valeurs d'aimantation positives à négatives ou vice-versa. Dans ce cas, le vecteur  
30 d'aimantation bascule, c'est-à-dire que la projection du vecteur d'aimantation sur l'axe d'aimantation facile change d'orientation. Ce basculement d'aimantation (se

produisant un court laps de temps après un passage par zéro correspondant de la composante pertinente du champ magnétique) provoque une discontinuité (c'est-à-dire un changement brusque) de la résistance macroscopique du capteur magnéto-résistif, ce qui porte atteinte à la mesure de position.

Cet effet néfaste peut se produire dans des systèmes de mesure utilisant des roues formant codeur utilisées couramment. On a donc ainsi, d'une manière générale, besoin d'une roue améliorée formant codeur qui soit conçue de manière à ce que le basculement de l'aimantation dans le capteur soit empêché.

On y parvient suivant l'invention par un élément magnétique formant codeur à utiliser dans un système de mesure de position, comprenant un capteur de champ magnétique pour mesurer une position le long d'une première direction, l'élément formant codeur étant caractérisé en ce qu'il comprend une première piste comprenant un matériau procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration magnétique étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente, qui a une amplitude variable en fonction d'une position le long de la première direction, le vecteur d'aimantation rémanente pointant essentiellement dans une direction et ne changeant pas d'orientation le long de la première direction.

De préférence :

- la configuration magnétique de la première piste comprend une pluralité de premiers et deuxièmes segments consécutifs le long de la première direction, la valeur absolue du vecteur d'aimantation rémanente

étant essentiellement inférieure à un seuil d'aimantation dans les premiers segments et supérieure au seuil d'aimantation dans les deuxièmes segments,

- 5 - l'amplitude du vecteur d'aimantation rémanente est sensiblement égale à zéro dans les premiers segments,
- les premiers et deuxièmes segments sont disposés dans un plan défini par la première direction et par une deuxième direction perpendiculaire à la première direction et le vecteur d'aimantation rémanente pointe  
10 dans une troisième direction perpendiculaire au plan,
- les premiers segments sont basculés par rapport à une ligne perpendiculaire à la première direction ou ont une largeur variable perpendiculairement à la première direction,
- 15 - l'élément magnétique a une seule piste comprenant le matériau procurant la configuration magnétique,
- une deuxième piste comprend un matériau procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration magnétique de la deuxième  
20 piste étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude qui dépend d'une position de la première direction, le vecteur d'aimantation rémanente de la première piste et le vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste  
25 sont orientés essentiellement de manière antiparallèle, et ne changent pas d'orientation le long de la première direction, et les première et deuxième pistes sont disposées côte à côte et les configurations magnétiques des première et deuxième  
30 pistes sont décalées l'une par rapport à l'autre dans la première direction,

- la configuration magnétique de la deuxième piste comprend une pluralité de premiers et deuxièmes segments consécutifs le long de la première direction, la valeur absolue du vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste étant sensiblement inférieure à un seuil d'aimantation dans les premiers segments et supérieure au seuil d'aimantation dans les deuxièmes segments de la deuxième piste,
- le décalage relatif entre les configurations magnétiques des première et deuxième pistes est tel qu'un premier segment de la première piste est disposé en vis-à-vis d'un deuxième segment de la deuxième piste,
- le décalage relatif entre les configurations magnétiques des première et deuxième pistes est sensiblement égal à la largeur des premiers et deuxièmes segments le long de la première direction,
- les premiers et deuxièmes segments sont disposés dans un plan défini par la première direction et par une deuxième direction perpendiculaire à la première direction et le vecteur d'aimantation rémanente pointe dans une troisième direction perpendiculaire au plan,
- l'élément magnétique a seulement deux pistes comprenant le matériau procurant les configurations magnétiques,
- les premiers segments de la configuration magnétique de la première piste s'étendent en partie dans les deuxièmes segments de la configuration magnétique de la deuxième piste, un chevauchement des configurations magnétiques des première et deuxième pistes étant

inférieur à une moitié de la largeur des pistes perpendiculairement à la première direction,

- les première et deuxième pistes sont disposées côte à côte à une distance donnée, la distance entre les pistes étant inférieure à la largeur des pistes perpendiculairement à la première direction,
- l'élément formant codeur est une roue, la première piste étant disposée autour de la circonférence de la roue ou sur l'avant de la roue dans une direction circonférentielle, la première direction étant ainsi une direction circonférentielle,
- le matériau procurant la configuration magnétique est une bande de matière plastique d'aimants permanents liés par de la matière plastique et adjoints à l'élément formant codeur le long de la première direction en formant ainsi la première piste.

L'invention a aussi pour objet un élément magnétique formant codeur à utiliser dans un système de mesure de position, comprenant un capteur de champ magnétique, l'élément formant codeur étant caractérisé en ce qu'il comprend une première piste comprenant un matériau procurant une configuration magnétique le long d'une première direction, la configuration magnétique étant formée par un premier vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude variable et une orientation qui dépend d'une position le long de la première direction, la configuration magnétique étant superposée par un deuxième vecteur d'aimantation rémanente qui pointe sensiblement dans une deuxième direction perpendiculaire à la première direction et ne changeant pas d'orientation la long de la première direction.

De préférence :

- la configuration magnétique de la première piste comprend des premiers et deuxièmes segments le long de la première direction, l'orientation du premier vecteur d'aimantation rémanente étant antiparallèle dans les premiers et les deuxièmes segments,
- le deuxième vecteur d'aimantation rémanente a une amplitude sensiblement constante et une orientation le long de la première direction.

L'invention a aussi pour objet un élément magnétique formant codeur à utiliser dans un système de mesure de position, comprenant un capteur de champ magnétique pour mesurer une position le long d'une première direction, l'élément formant codeur étant caractérisé en ce qu'il comprend une première piste comprenant un matériau procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration magnétique étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude variable et une orientation qui dépend d'une position le long de la première direction, et une deuxième piste disposée le long de la première piste et comprenant un matériau procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente orienté dans la même direction que le vecteur d'aimantation de la première piste mais ne changeant pas d'orientation le long de la première direction.

De préférence :

- la configuration magnétique de la première piste comprend des premiers et deuxièmes segments le long de la première direction, l'orientation du vecteur

d'aimantation rémanente étant antiparallèle dans les premiers et deuxièmes segments,

- le vecteur d'aimantation rémanente dans la deuxième piste a une amplitude sensiblement constante et une orientation le long de la première direction,
- une troisième piste disposée le long de la première piste de manière à ce que la première piste soit enfermée par la deuxième et par la troisième piste, la troisième piste comprenant un matériau procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente orienté de manière antiparallèle au vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste et ne changeant pas son orientation le long de la première direction,
- le vecteur d'aimantation rémanente dans la troisième piste a une amplitude sensiblement constante et une orientation le long de la première direction.

L'invention a aussi pour objet un élément magnétique formant codeur à utiliser dans un système de mesure de position, comprenant un capteur de champ magnétique pour mesurer une position le long d'une première direction, l'élément formant codeur étant caractérisé en ce qu'il comprend au moins une première piste comprenant un matériau procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration magnétique étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente qui a une amplitude variable dépendant d'une position le long de la première direction, dans lequel la configuration magnétique de la première piste comprend une pluralité de premiers et deuxièmes segments consécutifs placés dans un plan le long de la première direction, la valeur absolue

du vecteur d'aimantation rémanente étant sensiblement inférieure à un seuil d'aimantation dans les premiers segments et supérieure au seuil d'aimantation dans les deuxièmes segments, dans lequel le gradient du vecteur  
5 d'aimantation rémanente est tel qu'un champ magnétique résultant dans un corridor au-dessus de la première piste et à une distance définie à l'avance au-dessus du plan, comprend une composante de champ perpendiculaire à la première direction qui ne change pas de signe le long de  
10 la première direction.

L'invention a aussi pour objet un agencement de capteur pour une mesure sans contact de position et/ou de vitesse d'un élément magnétique mobile formant codeur le long d'une première direction, l'agencement étant caractérisé  
15 en ce qu'il comprend l'élément magnétique formant codeur ayant une première piste comprenant un matériau qui procure une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration magnétique étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente qui a une  
20 amplitude variable en fonction d'une position le long de la première direction, un capteur de champ magnétique disposé au voisinage de l'élément magnétique formant codeur en laissant un intervalle défini à l'avance entre eux, le capteur ayant une mince couche magnétique  
25 sensible aux composantes du champ magnétique dans la première direction provenant de la configuration magnétique de l'élément formant codeur, dans lequel le gradient du vecteur d'aimantation rémanente est tel que dans la couche magnétique une composante résultant du  
30 champ magnétique dans une deuxième direction perpendiculaire à la première direction ne change pas de signe le long de la première direction.

De préférence :

- le vecteur d'aimantation rémanente formant la configuration magnétique de la première piste pointe sensiblement dans une seule direction et ne change pas d'orientation le long de la première direction,  
5
- l'élément formant codeur comprend une deuxième piste, comprenant un matériau qui procure une configuration magnétique le long de la première direction et la configuration magnétique de la deuxième piste étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude qui dépend d'une position le long de la première direction, dans lequel le vecteur d'aimantation rémanente de la première piste et le vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste sont orientés sensiblement de manière antiparallèle et ne changent pas d'orientation le long de la première direction, et dans lequel la première et la deuxième pistes sont disposées côte à côte et les configurations magnétiques des première et deuxième pistes sont décalées l'une par rapport l'autre dans la première direction,  
10  
15  
20
- la configuration magnétique de la première piste est formée par un premier vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude variable et une orientation qui dépend d'une position le long de la première direction, et dans lequel la configuration magnétique de la première piste est superposée par un deuxième vecteur d'aimantation rémanente qui pointe sensiblement dans une deuxième direction qui est perpendiculaire à la première direction et qui est parallèle à un axe d'aimantation facile de la mince  
25  
30

couche magnétique et ne change pas d'orientation le long de la première direction,

- 5 - la configuration magnétique de la première piste est formée par un premier vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude variable et une orientation qui dépend d'une position le long de la première direction, dans lequel l'élément formant codeur comprend, en outre, une deuxième piste disposée le long de la première piste et comprenant un matériau procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente orientée dans la même direction que le vecteur d'aimantation rémanente de la première piste mais en ne changeant pas d'orientation le long de la première direction, 10
- 15 - l'élément formant codeur comprend, en outre, une troisième piste disposée le long de la première piste de manière à ce que la première piste soit enfermée par la deuxième et la troisième pistes, la troisième piste comprenant un matériau procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente orienté de manière antiparallèle par rapport au vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste et ne changeant pas d'orientation le long de la première direction. 20
- 25

Suivant l'invention, le gradient du vecteur d'aimantation rémanente est tel qu'un champ magnétique qui s'ensuit dans un corridor au-dessus de la première piste et à une distance définie à l'avance au-dessus du plan comprend 30 une composante de champ perpendiculaire à la première

direction qui ne change pas de signe le long de la première direction.

#### DESCRIPTION SUCCINCTE DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise en se reportant aux  
5 dessins et à la description qui va suivre. Les éléments dans les figures ne sont pas nécessairement à l'échelle, au lieu de cela, on met l'accent sur l'illustration des principes de l'invention. En outre, dans les figures, de mêmes repères désignent des parties qui se correspondent.

10 Aux dessins :

la Figure 1 illustre la disposition générale de mesure comprenant une roue magnétique formant codeur et un capteur magnéto-résistif (MR) de mesure de position angulaire ;

15 la Figure 2 illustre l'effet peu souhaitable d'un basculement (inversion) d'aimantation dans une mince couche MR dû à un champ magnétique alterné dans une direction latérale perpendiculaire à l'axe sensible (axe des x)  
20 de la couche MR ;

la Figure 3 illustre l'effet d'une variation brusque de la résistance du capteur MR due à un passage par zéro de la composante pertinente du champ magnétique ;

25 la Figure 4 illustre au moyen d'un graphique les formes d'ondes du champ magnétique qui dépendent de la position le long de la direction de déplacement pour des positions de décalage latéral différentes du capteur MR ;

la Figure 5 illustre une configuration magnétique d'un élément formant codeur suivant un exemple de l'invention ;

la Figure 6 illustre un autre exemple d'un agencement  
5 d'un élément formant codeur ;

la Figure 7 illustre une configuration magnétique d'un élément formant codeur suivant un autre exemple de l'invention ;

la Figure 8 illustre une configuration magnétique d'un  
10 élément formant codeur suivant un autre exemple de l'invention ;

la Figure 9 illustre une version agrandie de l'exemple de la Figure 8.

#### DESCRIPTION DÉTAILLÉE

15 La Figure 1 illustre une disposition générale de mesure de position angulaire de vitesse ou d'accélération par un capteur magnéto-résistif de champ magnétique et par un élément 10 magnétique formant codeur, qui, dans l'exemple présent, est une roue magnétique formant codeur. Mais on  
20 peut employer des dispositions semblables pour mesurer une position linéaire, une vitesse ou une accélération. Dans des cas de ce genre, on utilise des éléments formant codeur linéaires, par exemple, des barres magnétique formant codeur ou analogue. L'élément 20 formant capteur  
25 MR est disposé habituellement à une distance définie à l'avance de l'élément 20 formant codeur en laissant entre eux un entrefer  $\delta$ . On notera que l'entrefer vrai est la distance allant de la surface de l'élément 10 formant codeur à l'axe sensible au sein de la puce formant  
30 capteur. La distance esquissée à la Figure 1 est

l'entrefer "apparent", qui n'est qu'une approximation de l'entrefer vrai.

La roue magnétique formant codeur comprend une piste comprenant du matériau aimanté procurant une configuration magnétique. La configuration magnétique est habituellement binaire. Cela signifie qu'elle comprend des segments jointifs qui sont aimantés dans des directions en alternance, le vecteur d'aimantation rémanente pointant en direction du capteur dans une direction (direction z) perpendiculaire à la direction du déplacement de l'élément formant codeur (direction x) ou antiparallèlement à cette direction. Une configuration magnétique alternée est ainsi procurée.

Les segments aimantés qui alternent sont constitués habituellement par des aimants permanents liés par de la matière plastique. Une bande de matière plastique, qui comprend un matériau dur magnétiquement (par exemple de la poudre de ferrite ayant une aimantation rémanente de 120 kA/m, ou une rémanence de 150 mT), est aimantée segment par segment dans des directions en alternance et opposées en donnant une structure telle qu'illustrée, par exemple, par l'élément 10 formant codeur de la Figure 1. La bande en matière plastique aimantée peut être adjointe à une roue en acier, qui est montée sur un arbre (non représenté), dont il faut mesurer la position angulaire ou la vitesse.

Pour simplifier la discussion à venir, on définit un système de coordonnées cartésien. On gardera à l'esprit que cette définition est choisie d'une manière plutôt arbitraire, mais qu'elle aide à définir des positions relatives des éléments représentés aux Figures 1 et 2

ainsi que la direction de l'aimantation qui s'ensuit et des champs magnétiques.

Comme mentionné ci-dessus, la direction du déplacement doit être la direction  $x$ . C'est-à-dire que l'élément  
5 formant codeur se déplace dans une direction  $x$ , qui est, dans le cas d'une roue formant codeur, une direction circonférentielle. Les vecteurs d'aimantation présente dans les segments respectifs de la roue 10 formant codeur pointent parallèlement à la direction  $z$  ou  
10 antiparallèlement à celle-ci, c'est-à-dire la direction perpendiculaire au plan, dans lequel les aimants permanents liés par de la matière plastique sont placés. La direction  $z$  est, dans le cas d'une roue formant codeur, une direction radiale. Enfin la direction  
15 latérale perpendiculaire à la direction  $x$  et à la direction  $z$  est la direction  $y$  et, dans le cas d'une roue formant codeur, c'est une direction axiale.

En faisant l'hypothèse d'une aimantation rémanente  $M = \{0, 0, M_z\}$  des aimants permanents seulement dans les  
20 directions  $z$ , on peut observer un champ magnétique en trois dimensions  $H = \{H_x, H_y, H_z\}$  en une position  $z = \delta$  (entrefer) au-dessus de la surface de l'élément formant codeur, dans lequel, dans un plan de symétrie de l'élément 10 formant codeur (le plan  $x-z$ ), la composante  
25  $y$   $H_y$  du champ magnétique est idéalement nulle, tandis que la composante  $x$   $H_x$  varie d'une manière à peu près sinusoïdale au fur et à mesure que la roue 10 formant codeur se déplace dans la direction  $x$  (voir le graphique de la Figure 4). Le capteur MR est placé de manière à ce  
30 que sa direction sensible se trouve dans la direction  $x$ , de manière à mesurer la composante  $x$  sinusoïdale  $H_x$  du champ magnétique provenant de l'aimantation rémanente

dirigée suivant  $x$  de la roue 10 formant codeur. Mais cela doit être considéré comme un exemple, le capteur 20 pouvant être placé aussi dans d'autres positions par rapport à la roue 10 formant codeur, si l'aimantation rémanente de la roue formant codeur est orientée de manière appropriée.

La Figure 2 illustre à titre d'exemple la partie sensible d'un capteur MR. Bien que l'on connaisse de nombreux types de capteurs MR (GMR : magnéto-résistance géante, AMR : magnéto-résistance anisotrope, TMR : magnéto-résistance à tunnel, CMR : magnéto-résistance colossale, XMR : terme collectif pour GMR, AMR, TMR, CMR, etc.), le problème décrit ci-dessous est commun à tous les types de capteurs MR (c'est-à-dire de capteurs XMR).

Les capteurs XMR sont des capteurs à film mince et comprennent une pluralité de minces couches ferromagnétiques ("bandes") (par exemple rectangulaires ayant un grand rapport d'aspect dans le cas d'un capteur GMR), le vecteur d'aimantation pouvant tourner librement. La direction dans laquelle l'aimantation s'aligne dépend du champ magnétique extérieur et de divers termes d'anisotropie. Un terme d'anisotropie est déterminé par la forme géométrique du capteur. C'est ainsi, par exemple que, dans des capteurs GMR, l'anisotropie de forme de la mince structure en couche force l'aimantation dans le plan de la couche ferromagnétique. En outre, si un capteur XMR a la forme, par exemple, d'une bande rectangulaire oblongue (c'est le cas des capteurs GMR), l'anisotropie de forme tire l'aimantation dans la direction du grand côté de la bande, qui est dénommée "axe d'aimantation facile". Si des champs magnétiques extérieurs ayant des composantes dans le plan du XMR

(dénommés dans ce qui suit "champs dans le plan") et perpendiculaires au grand côté de la bande sont appliqués, l'aimantation tourne hors de l'axe d'aimantation facile, ce qui provoque une variation de la  
5 résistance ohmique. Le capteur est ainsi sensible à des composantes du champ magnétique dans le plan (composantes de champ  $H_x$ ) perpendiculaires à l'axe d'aimantation facile (qui se trouve dans la direction  $y$ ). Cet effet est illustré à la Figure 2a.

10 Des composantes de champ dans le plan parallèles à l'axe d'aimantation facile (composantes de champ  $H_y$ ) peuvent avoir des effets néfastes, si elles passent de valeurs d'aimantation positives à des valeurs d'aimantation négatives ou vice-versa. Dans ce cas, le vecteur  
15 d'aimantation bascule, c'est-à-dire que la projection du vecteur d'aimantation sur l'axe d'aimantation facile change d'orientation. Ce basculement de l'aimantation entraîne une discontinuité (par exemple un changement soudain) de la résistance macroscopique  $R_{\text{SENSOR}}$  du  
20 capteur 20 magnéto-résistif, qui porte atteinte à la mesure de position. Le basculement de l'aimantation est illustré à la Figure 2b. La discontinuité de la résistance du capteur  $R_{\text{SENSOR}}$  due à un passage par zéro du champ magnétique  $H_y$  est illustrée à la Figure 3. On  
25 notera que pour un basculement d'aimantation qui n'est pas souhaité, il suffit que la composante  $y$  du vecteur d'aimantation passe d'une valeur positive à une valeur négative (et vice-versa). Une inversion complète du vecteur d'aimantation n'est pas nécessaire pour observer  
30 la discontinuité peu souhaitable de la résistance du capteur. En outre, les composantes de champ  $H_x$  et  $H_y$  sont en quadrature lorsque le codeur se déplace dans la direction  $x$ , ce qui entraîne un vecteur de champ

magnétique dans le plan qui tourne  $H = \{H_x, H_y\}$ , qui provoque un basculement continu de l'aimantation dans la mince couche magnétique du capteur MR.

Comme mentionné ci-dessus, dans un agencement de mesure symétrique d'une manière idéale, dans lequel le capteur MR est disposé dans un plan de symétrie de l'élément 10 formant codeur (plan x-z), la composante y du champ magnétique extérieur produit par les aimants permanents de l'élément 10 formant codeur doit être nulle comme illustré dans le graphique de la Figure 4. Mais si l'élément formant capteur est disposé hors du plan de symétrie en une position  $y \neq 0$  (ce qui est probablement le cas dû à des tolérances de montage), la composante latérale du champ magnétique  $H_y$  varie aussi d'une manière sinusoïdale alternée (voir la Figure 4). Lors d'un passage par zéro de la composante  $H_y$  du champ magnétique, un basculement de l'aimantation se produira probablement (voir la Figure 2b). Ce problème est encore rendu plus aigu par ce que l'on appelle la zone d'index (voir aussi les Figures 5 à 9, zone d'index 14) présente dans la plupart des éléments formant codeur utilisés en pratique. Dans la zone d'index, les segments aimantés sont plus larges que dans le reste de l'élément 10 formant codeur, afin d'obtenir une référence nulle. L'amplitude de la composante  $H_y$  latérale du champ magnétique est même plus grande dans cette zone d'index, ce qui fait qu'un passage par zéro est encore plus probable. Si un basculement d'aimantation se produit lorsque la zone d'index de l'élément 10 formant codeur passe devant le capteur MR, la référence nulle peut être détectée d'une manière impropre, ce qui fausse les mesures suivantes. La Figure 4 montre que la zone d'index est "vue" par le capteur MR. Le pic au milieu indique la zone d'index. On

notera que la densité  $B$  du flux magnétique est utilisée dans le graphique de la Figure 4 au lieu de l'intensité  $H$  du champ magnétique. Mais cela entraîne seulement un changement d'échelle de l'axe des ordonnées du graphique, 5 puisque  $B = \mu_0 H$  ( $\mu_0$  est la perméabilité dans le vide).

Afin d'éviter le basculement d'aimantation qui n'est pas souhaité, l'élément 10 formant codeur doit être conçu de manière à ce que le champ  $H_y$  magnétique dans une direction latérale (direction  $y$ ) perpendiculaire à la 10 direction de déplacement (direction  $x$ ) soit toujours positif ou soit toujours négatif et ne change pas de signe. Cela signifie que le gradient de l'aimantation rémanente fourni par l'élément formant codeur lorsqu'il se déplace est tel qu'un champ magnétique qui s'ensuit 15 dans la partie sensible du capteur de champ comprend une composante de champ perpendiculaire à la direction du mouvement, qui ne change pas de signe le long de la première direction.

Pour résoudre le problème décrit ci-dessus, la 20 configuration magnétique nord-sud classique (voir la Figure 1) peut être modifiée comme illustré à la Figure 5 suivant l'exemple de la présente invention. A la Figure 5a (ainsi que dans les figures suivantes), un élément magnétique formant codeur ayant une piste est 25 représenté dans une vue en plan (c'est-à-dire tel que vu lorsqu'on regarde dans le sens contraire à la direction  $z$ ). La position de l'axe  $x$  représente le déplacement de l'élément formant codeur (mesuré par exemple en millimètre ou en degré). La Figure 5b illustre 30 un exemple du vecteur d'aimantation rémanente  $M = \{0, 0, M_z(x)\}$ , qui représente l'aimantation de la configuration magnétique le long de la direction du déplacement

(direction  $x$ ). Dans cet exemple, l'aimantation  $M_z(x)$  est dirigée seulement dans la direction  $z$  et est une fonction de la position. En bref, l'élément formant codeur de la Figure 5 comprend une première piste 15 comprenant un matériau procurant une configuration magnétique le long de la première direction. La configuration magnétique est ainsi formée par un vecteur d'aimantation rémanente du matériau, le vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude variable en fonction d'une position le long de la première direction (c'est-à-dire la direction de déplacement, direction  $x$ ) et pointant essentiellement dans une seule direction (par exemple la direction  $z$ ) et ne changeant pas d'orientation le long de la première direction. Cela signifie essentiellement que le capteur "voit" soit seulement des pôles nord, soit seulement des pôles sud sur la configuration magnétique de la première piste 15, l'intensité de l'aimantation  $M_z$  rémanente variant le long de la direction  $x$  de manière à moduler le signal de sortie du capteur MR.

Afin d'obtenir une grande modulation de la sortie du capteur, lorsqu'on déplace l'élément formant codeur, la configuration magnétique de la première piste 15 peut comprendre une pluralité de premiers et deuxièmes segments 11, 12 consécutifs le long de la première direction, l'aimantation  $M_z$  rémanente étant basse (notée par l'aimantation  $M_{LOW}$  à la Figure 5b) ou essentiellement nulle dans les premiers segments 11 et ayant une amplitude grande (positive ou négative) (notée par l'aimantation  $M_{MAX}$  à la Figure 5b) dans les deuxièmes segments 12. Les premiers et les deuxièmes segments sont proches les uns des autres, un premier segment suivant un deuxième segment, etc. C'est seulement dans la zone 14 d'index que deux ou plus de deux (trois dans l'exemple de

la Figure 5) premiers segments suivent un nombre égal de  
 deuxièmes segments pour donner une référence nulle. Par  
 définition, la coordonnée  $x$  est zéro au milieu de la zone  
 d'index. La longueur  $L$  des premiers et deuxièmes segments  
 5 peut être égale. Dans le cas d'une roue formant codeur,  
 un segment recouvre typiquement la circonférence sur  $3^\circ$   
 ( $\pi/60$  rad). Dans le présent exemple, les vecteurs  
 d'aimantation rémanente doivent être orientés  
 parallèlement à la direction  $z$ , c'est-à-dire  
 10 perpendiculairement au plan dans lequel la première piste  
 15 et ainsi les premiers et deuxièmes segments sont  
 disposés. Une raison du choix mentionné de direction  
 l'aimantation est donnée plus bas dans le texte ci-  
 dessous.

15 D'une manière plus générale, les premiers et deuxièmes  
 segments peuvent être distingués en définissant un niveau  
 $M_{TH}$  de seuil de l'aimantation rémanente. Suivant cela,  
 dans les premiers segments 11, l'aimantation rémanente  
 est inférieure au seuil  $M_{TH}$  (c'est-à-dire  $M_z < M_{TH}$ ) et dans  
 20 les deuxièmes segments 12 l'aimantation rémanente est  
 supérieure au seuil  $M_{TH}$  (c'est-à-dire  $M_z > M_{TH}$ ). Cette  
 situation est illustrée à la Figure 5c. Ne serait-ce que  
 pour donner un exemple, on peut fixer le seuil à  
 $\mu_0 M_{MAX} = 50$  mT (millitesla). Dans l'exemple de la  
 25 Figure 5b, l'aimantation (mise à l'échelle par la  
 perméabilité  $\mu_0$  dans le vide) est d'environ de 10 mT dans  
 les premiers segments 11 et va jusqu'à  $\mu_0 M_{MAX} \approx 150$  mT  
 dans les deuxièmes segments. La mesure essentielle est la  
 différence des niveaux d'aimantation rémanente dans les  
 30 premiers et deuxièmes segments ; la dynamique à la sortie  
 du capteur sera d'autant plus grande que la différence de  
 magnétisation est plus grande. Il peut toutefois être  
 utile de fixer l'aimantation dans les premiers segments à

environ 10 à 30 pour cent de l'aimantation dans les deuxièmes segments (au lieu de zéro) afin d'obtenir un champ magnétique plus homogène. Au vu de la Figure 5b, cette relation pourrait s'écrire  $M_{LOW} \approx (0,1...0,3) \cdot M_{MAX}$ .

5 On peut fabriquer les segments en aimantant les premiers et deuxièmes segments jusqu'à un grand niveau d'aimantation rémanente, puis en désaimantant sélectivement les premiers segments. Comme il est difficile de les désaimanter exactement à zéro, il peut

10 être utile de choisir une valeur cible légèrement plus grande que zéro (par exemple 10 pour cent de l'aimantation maximum telle que mentionnée ci-dessus), de manière à ce qu'en dépit des tolérances de production inévitables, un changement de signe (c'est-à-dire

15 d'orientation) de l'aimantation soit évité dans tous les cas. On notera que ce qui précède s'applique à tous les exemples de l'invention et  $M_{LOW}$  n'a pas nécessairement besoin d'être égal à zéro dans les premiers segments mais peut être fixé à n'importe quelle valeur basse (par

20 rapport à la valeur d'aimantation des deuxièmes segments), qui fournit une dynamique suffisante à la sortie du capteur).

Les Figures 5d et 5e illustrent de légères modifications de la configuration magnétique de la Figure 5a, dans

25 laquelle les premiers et deuxièmes segments 11, 12 ont essentiellement une forme rectangulaire telle que vue dans la vue en plan. Comme représenté à la Figure 5d et à la Figure 5e, les premiers et deuxièmes segments 11, 12 pourraient aussi avoir une forme en rhomboïde ou en trapézoïde. Mais la forme réelle pourrait encore varier

30 en fonction de l'outil par lequel les segments magnétiques sont produits. Les dimensions des premiers et des deuxièmes segments n'ont pas besoin d'être les mêmes

(longueur L) dans la direction (direction x) de déplacement et (largeur W) dans la direction latérale (direction y). Les modifications décrites ci-dessus s'appliquent aussi aux exemples décrits plus bas en regard des figures suivantes.

Par un élément formant un codeur, en particulier par une roue formant codeur, ayant une configuration magnétique comme illustré à la Figure 5, on peut empêcher un basculement d'aimantation dans la couche MR du capteur, en particulier si l'élément sensible du capteur MR (par exemple les bandes GMR) est placé avec un décalage petit, hors du plan de symétrie (plan x-z) s'étendant le long de la direction de déplacement et perpendiculairement au plan défini par la première piste 15 (plan x-y). La valeur réelle du décalage peut varier de 0,1 mm à quelques millimètres (par exemple 3 mm) en fonction des dimensions réelles du système total de mesure. On notera que la position du capteur MR est défini comme étant la position du centroïde de la couche sensible magnéto-résistive au sein de la puce formant capteur.

La Figure 6 illustre un autre exemple d'un agencement d'un élément formant codeur. Suivant cela, en plus de la première piste 15 illustrée à la Figure 5, le présent exemple comprend une deuxième piste 16 ayant un matériau qui procure une configuration magnétique le long de la première direction. Cette configuration magnétique de la deuxième piste 16 est formée aussi par un vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude variable en fonction d'une position le long de la première direction. Mais le vecteur d'aimantation rémanente de la première piste et le vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste sont orientés essentiellement de manière

antiparallèle et ne changent pas d'orientation le long de la première direction. En outre, les configurations magnétiques des première et deuxième pistes sont décalées l'une par rapport à l'autre par rapport à la première direction. Ce décalage ne doit pas être trop petit. Il est égal, par exemple, à la longueur  $L$  d'un segment. Mais des écarts à cette valeur idéale sont permis et le décalage peut ainsi être compris entre  $L/2$  et  $3L/2$ . Si le décalage relatif est trop petit (ou trop grand), un premier segment 11 de la première piste ayant une aimantation petite (ou nulle) et un premier segment 11 de la deuxième piste sont placés presque côte à côte, ce qui donne un champ  $H_Y$  magnétique latéral petit dans la couche de capteur MR ; situation que l'on cherche à éviter.

Comme illustré à la Figure 5a, les deux pistes peuvent être disposées le long l'une de l'autre et directement voisines l'une de l'autre. Les configurations magnétiques des deux pistes 15 et 16 peuvent ainsi être réalisées sous la forme d'aimants liés par de la matière plastique sur une bande unique de matière plastique portant les deux pistes. Cette situation qui est illustrée à la Figure 6 est désignée aussi par métaphore "configuration en fermeture à glissière".

Comme on l'a déjà mentionné en regard de la Figure 5, la configuration magnétique de la deuxième piste 16 peut comprendre aussi des premiers et deuxièmes segments 11, 12 le long de la première direction, l'aimantation  $M_Z$  rémanente étant petite ou essentiellement nulle dans les premiers segments 11 et ayant une grande amplitude dans les deuxièmes segments 12 (cependant orientée inversement à l'orientation dans la première piste 15). En outre, la deuxième piste 16 est conçue d'une manière très similaire

à la première piste 15, de sorte que la description ci-dessus en se reportant à la Figure 5 s'applique aussi au présent exemple autant que possible.

Comme illustré à la Figure 6b, les deux pistes 15 et 16 n'ont pas nécessairement à être proches l'une de l'autre mais peuvent aussi être distantes l'une de l'autre d'un petit décalage  $dy$ . Toutefois, les pistes restent parallèles l'une à l'autre sur l'élément formant codeur. Le décalage maximum  $dy$  autorisé dépend habituellement de divers paramètres, en particulier des dimensions du système total de mesure. En particulier, le décalage  $dy$  doit rester plus petit qu'une largeur  $W$  des pistes 15, 16. La Figure 6c illustre le cas dans lequel la zone aimantée sud (S) d'un deuxième segment 12 de la deuxième piste 16 s'étend dans le premier segment 11 de la première piste et vice-versa. Un chevauchement  $dy$  partiel qui est une fraction de la largeur  $W$  d'un segment ne pose pas problème pour autant que le chevauchement  $dy$  soit petit par rapport à la largeur  $W$ . C'est ainsi, par exemple, que le chevauchement  $dy$  doit rester plus petit que la moitié de la largeur  $W$  d'un segment.

En utilisant un élément magnétique comme codeur, tel qu'illustré à la Figure 6, la partie sensible d'un capteur MR doit être dans la plage de  $-W_{15}/2 < y < W_{16}/2$  (en faisant l'hypothèse que la piste 15 ait une largeur  $W_{15}$  et la piste 16 ait une largeur  $W_{16}$  et que l'origine  $y=0$  est au milieu entre les pistes). On notera que la largeur des pistes 15, 16 n'a pas à être nécessairement la même.

Un autre exemple d'un élément 10 magnétique formant codeur suivant la présente invention est illustré à la Figure 7. Cet élément 10 formant codeur, donné à titre

d'exemple et illustré à la Figure 7a, comprend une première piste 15' comprenant un matériau procurant une configuration magnétique le long de la première direction (direction  $x$ ). La configuration magnétique est ainsi formée par un premier vecteur  $M_z$  d'aimantation rémanente (voir la Figure 7b), qui a une amplitude qui dépend d'une position le long de la première direction et qui pointe essentiellement dans une direction, en particulier dans la direction  $z$  comme dans les exemples précédentes décrits ci-dessus. Mais dans l'exemple présent, le premier vecteur  $M_z$  d'aimantation rémanente peut comprendre des composantes  $M_z$  d'aimantation positive et négative et, comme illustré à la Figure 7b, un segment 11 de pôle nord est suivi d'un segment 12' de pôle sud.

En plus du premier vecteur  $M_z$  d'aimantation, la configuration magnétique est superposée par un deuxième vecteur  $M_y$  d'aimantation rémanente qui pointe essentiellement dans une deuxième direction perpendiculaire à la direction de déplacement et qui ne change pas de déplacement le long de la direction de déplacement. Dans l'exemple de la Figure 7, le deuxième vecteur  $M_y$  d'aimantation rémanente se trouve essentiellement dans le plan  $x$ - $y$ . Mais cela n'est pas nécessairement le cas. Suivant l'orientation du capteur MR, le deuxième vecteur  $M_y$  d'aimantation rémanente peut pointer perpendiculairement au premier vecteur  $M_z$  d'aimantation rémanente (comme illustré à la Figure 7b). En outre, par exemple, le deuxième vecteur  $M_y$  d'aimantation rémanente peut être constant le long de la direction de déplacement (direction  $x$ ) comme illustré à la Figure 7c. En d'autres termes, une aimantation  $M_y$  rémanente unipolaire (c'est-à-dire ne changeant pas de direction), en particulier uniforme dans la direction

latérale (direction  $y$ ), se superpose à l'aimantation  $M_z$  N-S alterné dans la direction  $z$ .

Comme mentionné dans le paragraphe ci-dessus, lorsqu'on utilise une orientation différente du capteur, le deuxième vecteur d'aimantation rémanente peut pointer  
5 parallèlement au premier vecteur d'aimantation rémanente en se superposant ainsi directement au premier vecteur  $M_z$  d'aimantation. Dans ce cas, le deuxième vecteur d'aimantation rémanente sera plutôt noté  $M_z'$  au lieu de  
10  $M_y$  par souci de cohérence dans la notation. Si les valeurs absolues des premiers et deuxièmes vecteurs d'aimantation rémanente sont égales (le premier vecteur d'aimantation rémanente changeant toutefois  
d'orientation, tandis que le deuxième ne le fait pas  
15 (cette superposition, c'est-à-dire  $M_z+M_z'$ ) donne le même résultat que la configuration magnétique unipolaire illustrée à la Figure 5.

D'une manière générale, le deuxième vecteur d'aimantation rémanente doit pointer dans la direction de l'axe  
20 d'aimantation facile du capteur XMR utilisé avec l'élément formant codeur. Dans ce cas général, le deuxième vecteur d'aimantation rémanente pourrait plutôt être noté par  $M_{e.a.}$  (e.a. signifiant "axe d'aimantation facile") au lieu de  $M_y$  ou  $M_z'$  par souci de cohérence dans  
25 la notation. L'axe d'aimantation facile se trouve dans le plan  $x-y$  dans l'exemple de la Figure 7. Mais l'axe d'aimantation facile pourrait pointer dans n'importe quelle direction et dépend seulement de l'orientation du capteur MR. Dans de nombreuses applications, l'axe  
30 d'aimantation facile est confondu avec l'axe  $y$  (comme c'est le cas dans l'exemple de la Figure 7b) ou avec l'axe  $z$ .

Un capteur MR utilisé avec un élément 10 formant codeur, tel qu'illustré à la Figure 7, peut être placé dans le plan de symétrie (plan x-y) ou près de ce plan au-dessus de la première piste 15 sans danger d'un basculement d'aimantation dans la couche MR magnéto-sensible du capteur 20.

Suivant un autre exemple (voir la Figure 8) de l'invention, la superposition de l'aimantation  $M_z$  N-S alternée dans la direction z avec une aimantation  $M_y$  unipolaire dans la direction latérale peut être remplacée par une deuxième piste 16' ayant une aimantation  $M_z$  unipolaire parallèle à l'aimantation de la première piste 15'. Suivant cela, la première piste 15' de l'élément 10 formant codeur comprend un matériau qui procure une configuration magnétique le long de la première direction. La configuration magnétique est formée par un vecteur  $M_z$  d'aimantation rémanente qui a une amplitude variable en fonction d'une position le long de la direction de déplacement (direction x, voir la Figure 8b) et qui pointe sensiblement dans une seule direction (mais toutefois changeant d'orientation), en particulier parallèle à la direction z. L'élément 10 formant codeur comprend, en outre, une deuxième piste 16' disposée de la première piste et comprenant un matériau procurant une configuration magnétique le long de la première direction. La configuration est formée par un vecteur d'aimantation rémanente orienté dans la même direction que le vecteur d'aimantation rémanente de la première piste, mais ne changeant pas d'orientation le long de la première direction. En particulier, l'aimantation  $M_z$  rémanente de la deuxième piste 16' est uniforme le long de la direction de déplacement (direction x, voir Figure 8c). Les segments ayant une aimantation N

rémanente forment ainsi une structure en peigne, comme on peut le voir à la Figure 7a. Bien entendu, l'orientation de l'aimantation rémanente peut être changée dans les deux pistes en inversant toutes les composantes du champ magnétique sans rien changer d'autre.

L'exemple présent peut être considéré aussi comme une décomposition de l'aimantation de la configuration magnétique de la Figure 5 en deux configurations magnétiques placées sur deux pistes parallèles. Une superposition théorique de l'aimantation rémanente de la première piste 15' et de la deuxième piste 16' peut fournir la configuration magnétique illustrée à la Figure 5. En conséquence, on peut conclure que la superposition (théorique), c'est-à-dire la somme des vecteurs du vecteur de l'aimantation rémanente de la première piste 15' et du vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste 16' ne doit pas, pour toutes les positions  $x$  possibles le long de la direction  $x$ , inverser son orientation. Cela signifie que la composante  $z$  de la somme doit être soit toujours positive, soit toujours négative.

La configuration magnétique de la première piste comprend des premiers et deuxièmes segments 11, 12' le long de la direction  $x$ , l'orientation du premier vecteur  $M_z$  d'aimantation rémanente étant antiparallèle dans le premier et dans le deuxième segment 11, 12'. Cela signifie que l'aimantation dans la direction  $x$  change de signe le long de la direction de déplacement (direction  $x$ ).

La Figure 9 illustre, comme autre exemple de la présente invention, un autre élément 10 magnétique formant codeur similaire à l'élément 10 formant codeur de la Figure 8.

En plus de l'exemple de la Figure 8, la roue formant codeur peut comprendre une troisième piste 17 disposée le long de la première piste 15', de manière à ce que la première piste 15' soit enfermée par la deuxième piste 16' et par la troisième piste 17. En outre, la troisième piste 17 comprend un matériau procurant une configuration magnétique le long de la direction de déplacement (direction  $x$ ), la configuration étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente orienté de manière antiparallèle au vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste, mais ne changeant pas d'orientation le long de la première direction. Les segments ayant une aimantation  $S$  rémanente forment ainsi une deuxième structure en peigne, qui s'entrelace avec la structure en peigne constituée de l'aimantation  $N$ , comme on peut le voir à la Figure 9a. En particulier, l'aimantation  $M_z$  de la deuxième piste 16' et de la troisième piste 17 peuvent être uniformes le long de la direction de déplacement mais en étant orientées en opposition, c'est-à-dire que la deuxième piste 16' peut être aimantée  $N$  d'une manière uniforme tandis que la troisième piste 17 peut être aimantée  $S$  et la première piste 15' entre elles est aimantée en alternance  $N$  et  $S$ .

L'aimantation des aimants permanents répartis le long de la direction de déplacement, par exemple le long du périmètre d'une roue 10 formant codeur, est aimantée habituellement principalement dans la direction  $z$  (c'est-à-dire dans une direction radiale dans le cas d'une roue formant codeur et dans une direction perpendiculaire à une surface principale d'un élément linéaire formant codeur, qui porte les configurations magnétiques). Cela a été décrit ci-dessus à propos de tous les exemples illustrés aux Figures 5 à 9, à l'exception de l'exemple

de la Figure 7, dans lequel la configuration magnétique est aimantée supplémenta-  
irement dans une direction latérale. L'élément 10 magnétique formant codeur, que ce  
soit une roue formant codeur ou un codeur linéaire, comprend habituellement un dos en acier (par exemple un  
5 flasque en acier ou un plateau en acier), non seulement à des fins de stabilité mécanique. Le dos en acier est  
habituellement ferromagnétique, doux magnétiquement et a une grande perméabilité. Il s'ensuit que le dos en acier  
10 force les lignes du flux magnétique à passer dans la surface du dos en acier perpendiculairement à la surface,  
ce qui double efficacement - pour des raisons de symétrie - le volume des aimants permanents adjoints au  
dos en acier. C'est pourquoi, l'aimantation rémanente des  
15 aimants permanents est choisie habituellement de manière à être orientée perpendiculairement à la surface du dos  
en acier. Cela signifie en pratique que la bande en matière plastique comprenant les aimants permanents liés  
par de la matière plastique est aimantée  
20 perpendiculairement à la surface principale de la bande en matière plastique. Dans l'exemple de la Figure 7, une  
aimantation supplémentaire dans le plan est prévue dans la direction latérale.

Les exemples décrits ci-dessus se rapportent à un élément  
25 magnétique formant codeur à utiliser dans un système de mesure de position. D'autres exemples de l'invention  
couvrent un agencement de capteur pour une mesure de position et/ou de vitesse sans contact d'un élément  
mobile formant codeur le long d'une première direction,  
30 dans lequel on peut utiliser les codeurs décrits ci-dessus. La constitution principale d'un agencement de ce  
genre est illustrée à la Figure 1.

Bien que l'invention et ses avantages aient été décrits en détail, il va de soi que l'on peut y faire divers changements, remplacements et modifications sans sortir de l'esprit et de la portée de l'invention. C'est ainsi  
5 que l'homme du métier comprendra facilement que les aimantations et leur orientation peuvent être modifiées tout le temps en restant dans la portée de la présente invention.

En outre, la portée de la présente invention ne doit pas  
10 être limitée à des modes de réalisation particuliers des opérations, machines, fabrications, compositions de matière, moyens, procédés et stades décrits dans le présent mémoire. Comme le comprendra facilement un homme du métier par la description de la présente invention,  
15 des opérations, machines, fabrications, compositions de matière, moyens, procédés ou stades existant présentement ou qui seront développés ultérieurement, qui donnent sensiblement la même fonction ou permettent d'obtenir sensiblement le même résultat que les modes de  
20 réalisation correspondant décrits dans le présent mémoire peuvent être utilisés dans la présente invention.

REVENDICATIONS

1. Elément (10) magnétique formant codeur à utiliser dans un système de mesure de position, comprenant un  
5 capteur de champ magnétique pour mesurer une position le long d'une première direction, l'élément formant codeur étant caractérisé en ce qu'il comprend :

une première piste (15) en un matériau magnétique procurant une configuration magnétique le long de la  
10 première direction, la configuration magnétique étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente, qui a une amplitude variable en fonction d'une position le long de la première direction,

le vecteur d'aimantation rémanente pointant  
15 essentiellement dans une direction et ne changeant pas d'orientation le long de la première direction.

2. Elément magnétique formant codeur suivant la revendication 1,

20 caractérisé en ce que la configuration magnétique de la première piste (15) comprend une pluralité de premiers et deuxièmes segments (11, 12) consécutifs le long de la première direction,

la valeur absolue du vecteur d'aimantation  
25 rémanente étant essentiellement inférieure à un seuil d'aimantation dans les premiers segments (11) et supérieure au seuil d'aimantation dans les deuxièmes segments (12).

3. Elément magnétique formant codeur suivant la revendication 2,

caractérisé en ce que l'amplitude du vecteur d'aimantation rémanente est sensiblement égale à zéro dans les premiers segments (11).

4. Elément magnétique formant codeur suivant la revendication 2 ou 3,

caractérisé en ce que les premiers et deuxièmes segments (12) sont disposés dans un plan défini par la première direction et par une deuxième direction perpendiculaire à la première direction et

en ce que le vecteur d'aimantation rémanente pointe dans une troisième direction perpendiculaire au plan.

5. Elément magnétique formant codeur suivant l'une quelconque des revendications 2 à 4,

caractérisé en ce que les premiers segments (11) sont basculés par rapport à une ligne perpendiculaire à la première direction ou ont une largeur variable perpendiculairement à la première direction.

6. Elément magnétique formant codeur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5,

caractérisé en ce qu'il a une seule piste (15) en le matériau magnétique procurant la configuration magnétique.

7. Elément magnétique formant codeur suivant l'une quelconque des revendications 2 à 5,

caractérisé par une deuxième piste (16) en un matériau magnétique procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la

configuration magnétique de la deuxième piste (13) étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude qui dépend d'une position de la première direction,

5 dans lequel le vecteur d'aimantation rémanente de la première piste (15) et le vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste (16) sont orientés essentiellement de manière antiparallèle, et ne changent pas d'orientation le long de la première direction, et

10 dans lequel les première et deuxième pistes (15, 16) sont disposées côte à côte et les configurations magnétiques des première et deuxième pistes (15, 16) sont décalées l'une par rapport à l'autre dans la première direction.

15

8. Élément magnétique formant codeur suivant la revendication 7,

caractérisé en ce que la configuration magnétique de la deuxième piste (16) comprend une pluralité de premiers et deuxièmes segments (11, 12) consécutifs le long de la première direction,

20 la valeur absolue du vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste (16) étant sensiblement inférieure à un seuil d'aimantation dans les premiers segments (11) et supérieure au seuil d'aimantation dans les deuxièmes segments (12) de la deuxième piste (16).

9. Élément magnétique formant codeur suivant la revendication 7 ou 8,

30 caractérisé en ce que le décalage relatif entre les configurations magnétiques des première et deuxième pistes (15, 16) est tel qu'un premier segment (11) de la première piste (15) est disposé en vis-à-vis d'un deuxième segment (12) de la deuxième piste (16).

10. Elément magnétique formant codeur suivant la revendication 7 ou 8,

caractérisé en ce que le décalage relatif entre  
5 les configurations magnétiques des première et deuxième pistes (15, 16) est sensiblement égal à la largeur des premiers et deuxièmes segments (11, 12) le long de la première direction.

10 11. Elément magnétique formant codeur suivant la revendication 8,

caractérisé en ce que les premiers et deuxièmes segments (11, 12) sont disposés dans un plan défini par la première direction et par une deuxième direction  
15 perpendiculaire à la première direction et

dans lequel le vecteur d'aimantation rémanente pointe dans une troisième direction perpendiculaire au plan.

20 12. Elément magnétique formant codeur suivant l'une quelconque des revendications 7 à 11,

caractérisé en ce qu'il a seulement deux pistes (15, 16) en le matériau magnétique procurant les configurations magnétiques.

25

13. Elément magnétique formant codeur suivant la revendication 8,

caractérisé en ce que les premiers segments (11) de la configuration magnétique de la première piste (15)  
30 s'étendent en partie dans les deuxièmes segments (12) de la configuration magnétique de la deuxième piste (16),

un chevauchement des configurations magnétiques des première et deuxième pistes (15, 16) étant inférieur

à une moitié de la largeur des pistes (15, 16) perpendiculairement à la première direction.

14. Elément magnétique formant codeur suivant la  
5 revendication 8,

caractérisé en ce que les première et deuxième pistes (15, 16) sont disposées côte à côte à une distance donnée, la distance entre les pistes (15, 16) étant inférieure à la largeur des pistes (15, 16)  
10 perpendiculairement à la première direction.

15. Elément magnétique formant codeur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 14,

caractérisé en ce que l'élément formant codeur  
15 est une roue (10), la première piste (15) étant disposée autour de la circonférence de la roue (10) ou sur l'avant de la roue dans une direction circonférentielle, la première direction étant ainsi une direction circonférentielle.

20

16. Elément magnétique formant codeur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 15,

caractérisé en ce que le matériau magnétique procurant la configuration magnétique est une bande de  
25 matière plastique d'aimants permanents liés par de la matière plastique et adjoints à l'élément (10) formant codeur le long de la première direction en formant ainsi la première piste (15).

30 17. Elément magnétique formant codeur à utiliser dans un système de mesure de position, comprenant un capteur de champ magnétique, l'élément (10) formant codeur étant caractérisé en ce qu'il comprend :

une première piste (15) en un matériau magnétique procurant une configuration magnétique le long d'une première direction, la configuration magnétique étant formée par un premier vecteur d'aimantation rémanente  
5 ayant une amplitude variable et une orientation qui dépend d'une position le long de la première direction,

la configuration magnétique étant superposée par un deuxième vecteur d'aimantation rémanente qui pointe sensiblement dans une deuxième direction perpendiculaire  
10 à la première direction et ne changeant pas d'orientation la long de la première direction.

18. Élément magnétique formant codeur suivant la revendication 17,

15 caractérisé en ce que la configuration magnétique de la première piste comprend des premiers et deuxièmes segments (11, 12) le long de la première direction,

l'orientation du premier vecteur d'aimantation rémanente étant antiparallèle dans les premiers et les  
20 deuxièmes segments (11, 12).

19. Élément magnétique formant codeur suivant la revendication 17 ou 18,

25 caractérisé en ce que le deuxième vecteur d'aimantation rémanente a une amplitude sensiblement constante et une orientation le long de la première direction.

20. Élément magnétique formant codeur à utiliser dans un  
30 système de mesure de position, comprenant un capteur de champ magnétique pour mesurer une position le long d'une première direction, l'élément formant codeur étant caractérisé en ce qu'il comprend :

une première piste (15) en un matériau magnétique procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration magnétique étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude variable et une orientation qui dépend d'une position le long de la première direction, et

une deuxième piste (16) disposée le long de la première piste (15) et comprenant un matériau magnétique procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente orienté dans la même direction que le vecteur d'aimantation de la première piste (15) mais ne changeant pas d'orientation le long de la première direction.

15

21. Élément magnétique formant codeur suivant la revendication 20,

caractérisé en ce que la configuration magnétique de la première piste (15) comprend des premiers et deuxièmes segments (11, 12) le long de la première direction,

l'orientation du vecteur d'aimantation rémanente étant antiparallèle dans les premiers et deuxièmes segments (11, 12).

25

22. Élément magnétique formant codeur suivant la revendication 20 ou 21,

caractérisé en ce que le vecteur d'aimantation rémanente dans la deuxième piste (16) a une amplitude sensiblement constante et une orientation le long de la première direction.

23. Élément magnétique formant codeur suivant la revendication 20 ou 21, comprenant, en outre :

une troisième piste (17) disposée le long de la première piste (15) de manière à ce que la première piste (15) soit enfermée par la deuxième et par la troisième piste (16, 17), la troisième piste (17) en un matériau  
5 magnétique procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente orienté de manière antiparallèle au vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste (16) et ne changeant pas son orientation  
10 le long de la première direction.

24. Élément magnétique formant codeur suivant la revendication 23,

caractérisé en ce que le vecteur d'aimantation  
15 rémanente dans la troisième piste (17) a une amplitude sensiblement constante et une orientation le long de la première direction.

25. Élément magnétique formant codeur à utiliser dans un  
20 système de mesure de position, comprenant un capteur de champ magnétique pour mesurer une position le long d'une première direction, l'élément formant codeur étant caractérisé en ce qu'il comprend :

au moins une première piste (15) en un matériau  
25 magnétique procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration magnétique étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente qui a une amplitude variable dépendant d'une position le long de la première direction,

30 dans lequel la configuration magnétique de la première piste (15) comprend une pluralité de premiers et deuxièmes segments (11, 12) consécutifs placés dans un plan le long de la première direction,

la valeur absolue du vecteur d'aimantation rémanente étant sensiblement inférieure à un seuil d'aimantation dans les premiers segments (11) et supérieure au seuil d'aimantation dans les deuxièmes segments (12),

dans lequel le gradient du vecteur d'aimantation rémanente est tel qu'un champ magnétique résultant dans un corridor au-dessus de la première piste (15) et à une distance définie à l'avance au-dessus du plan, comprend une composante de champ perpendiculaire à la première direction qui ne change pas de signe le long de la première direction.

26. Agencement de capteur pour une mesure sans contact de position et/ou de vitesse d'un élément magnétique mobile formant codeur le long d'une première direction, l'agencement étant caractérisé en ce qu'il comprend :

l'élément magnétique formant codeur ayant une première piste (15) en un matériau magnétique qui procure une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration magnétique étant formée par un vecteur d'aimantation rémanente qui a une amplitude variable en fonction d'une position le long de la première direction,

un capteur de champ magnétique disposé au voisinage de l'élément magnétique formant codeur en laissant un intervalle défini à l'avance entre eux, le capteur ayant une mince couche magnétique sensible aux composantes du champ magnétique dans la première direction provenant de la configuration magnétique de l'élément formant codeur,

dans lequel le gradient du vecteur d'aimantation rémanente est tel que dans la couche magnétique une composante résultant du champ magnétique dans une

deuxième direction perpendiculaire à la première direction ne change pas de signe le long de la première direction.

5 27. Agencement de capteur suivant la revendication 26,  
caractérisé en ce que le vecteur d'aimantation  
rémanente formant la configuration magnétique de la  
première piste (15) pointe sensiblement dans une seule  
direction et ne change pas d'orientation le long de la  
10 première direction.

28. Agencement de capteur suivant la revendication 26 ou 27,  
caractérisé en ce que l'élément formant codeur  
comprend une deuxième piste (16) en un matériau  
15 magnétique qui procure une configuration magnétique le  
long de la première direction et la configuration  
magnétique de la deuxième piste (16) étant formée par un  
vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude qui  
dépend d'une position le long de la première direction,  
20 dans lequel le vecteur d'aimantation rémanente de  
la première piste (15) et le vecteur d'aimantation  
rémanente de la deuxième piste (16) sont orientés  
sensiblement de manière antiparallèle et ne changent pas  
d'orientation le long de la première direction, et  
25 dans lequel la première et la deuxième pistes  
(15, 16) sont disposées côte à côte et les configurations  
magnétiques des première et deuxième pistes (15, 16) sont  
décalées l'une par rapport l'autre dans la première  
direction.

30 29. Agencement de capteur suivant l'une quelconque des  
revendications 26 à 28,  
caractérisé en ce que la configuration magnétique  
de la première piste (15) est formée par un premier

vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude variable et une orientation qui dépend d'une position le long de la première direction, et

5 dans lequel la configuration magnétique de la première piste (15) est superposée par un deuxième vecteur d'aimantation rémanente qui pointe sensiblement dans une deuxième direction qui est perpendiculaire à la première direction et qui est parallèle à un axe d'aimantation facile de la mince couche magnétique et ne  
10 change pas d'orientation le long de la première direction.

30. Agencement de capteur suivant l'une quelconque des revendications 26 à 28,

15 caractérisé en ce que la configuration magnétique de la première piste (15) est formée par un premier vecteur d'aimantation rémanente ayant une amplitude variable et une orientation qui dépend d'une position le long de la première direction,

20 dans lequel l'élément formant codeur comprend, en outre, une deuxième piste (16) disposée le long de la première piste (15) et comprenant un matériau magnétique procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration étant formée par un  
25 vecteur d'aimantation rémanente orientée dans la même direction que le vecteur d'aimantation rémanente de la première piste (15) mais en ne changeant pas d'orientation le long de la première direction.

30 31. Agencement de capteur suivant la revendication 28,

caractérisé en ce que l'élément formant codeur comprend, en outre, une troisième piste (17) disposée le long de la première piste (15) de manière à ce que la première piste (15) soit enfermée par la deuxième et la

troisième pistes (16, 17),

la troisième piste (17) en un matériau magnétique procurant une configuration magnétique le long de la première direction, la configuration étant formée par un  
5 vecteur d'aimantation rémanente orienté de manière antiparallèle par rapport au vecteur d'aimantation rémanente de la deuxième piste (16) et ne changeant pas d'orientation le long de la première direction.

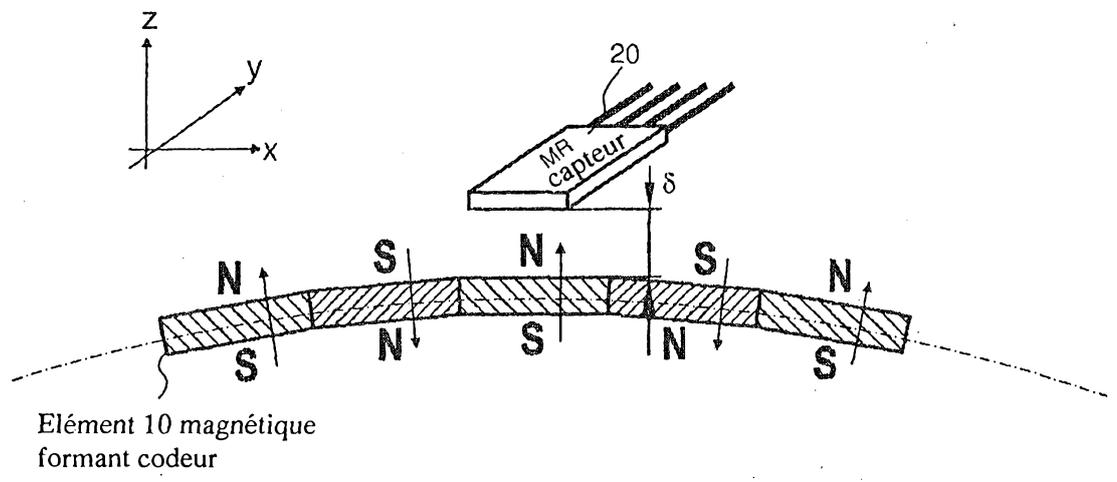


FIG. 1

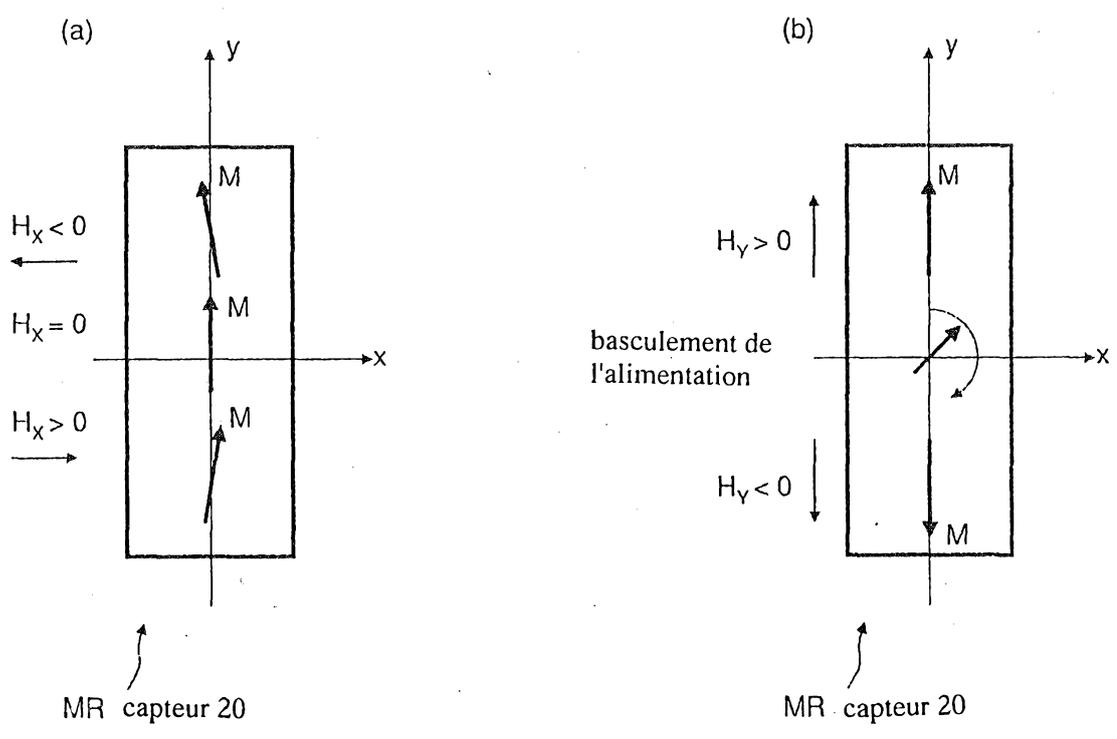


FIG. 2

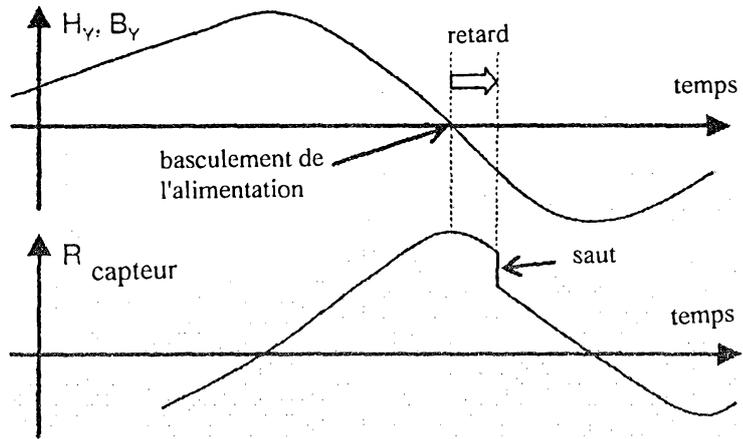


FIG. 3

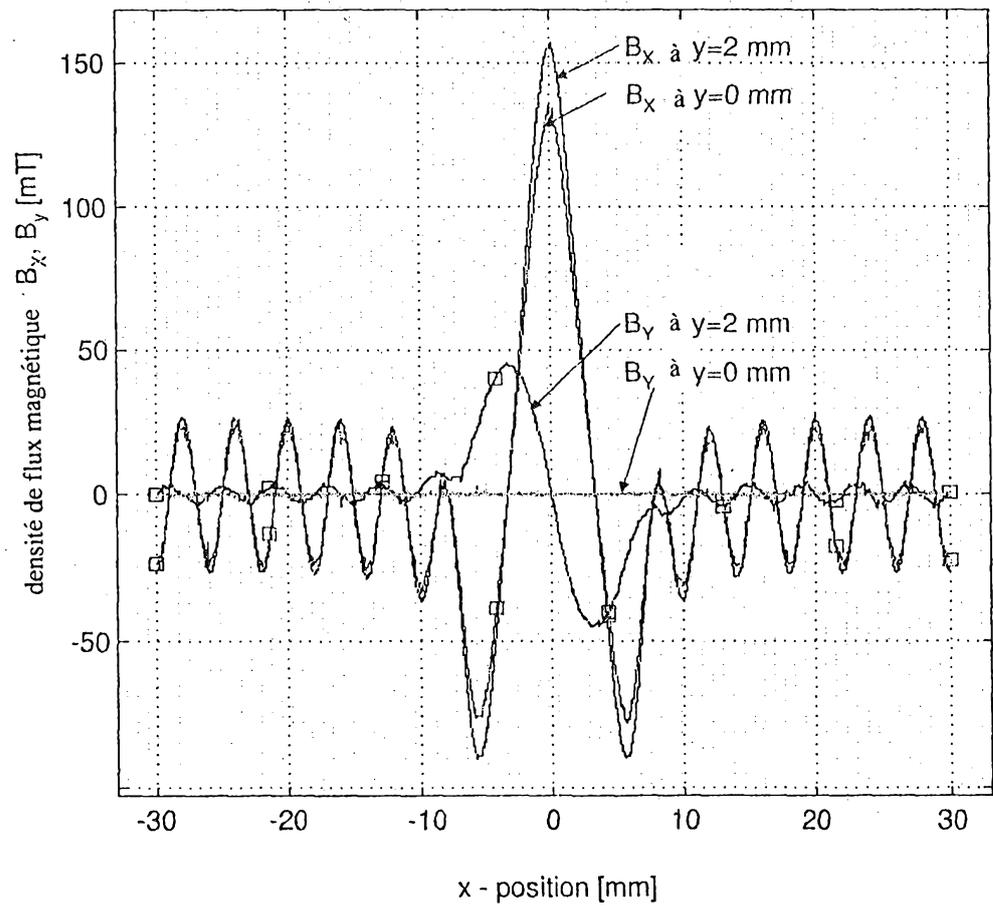


FIG. 4

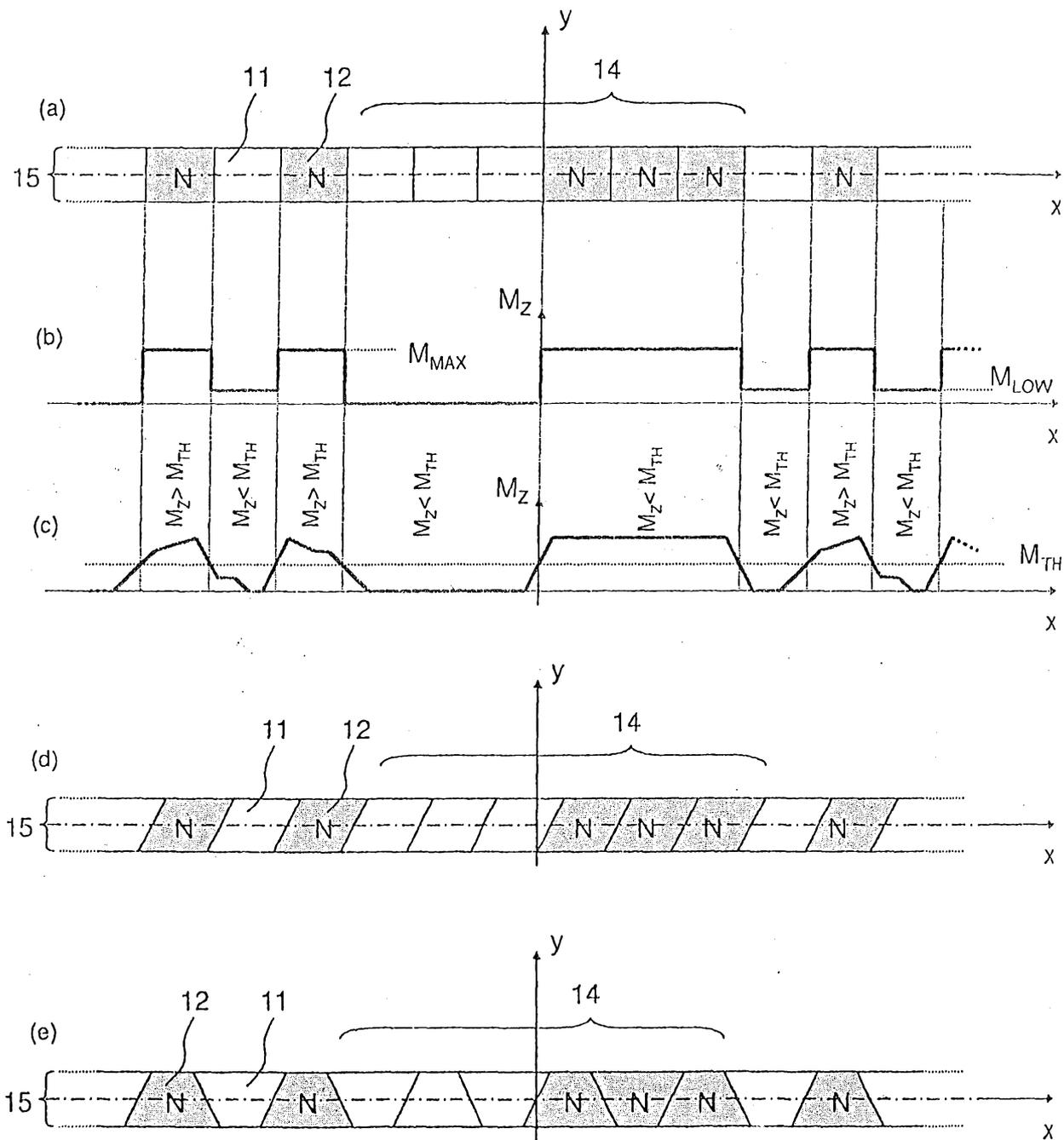


FIG. 5

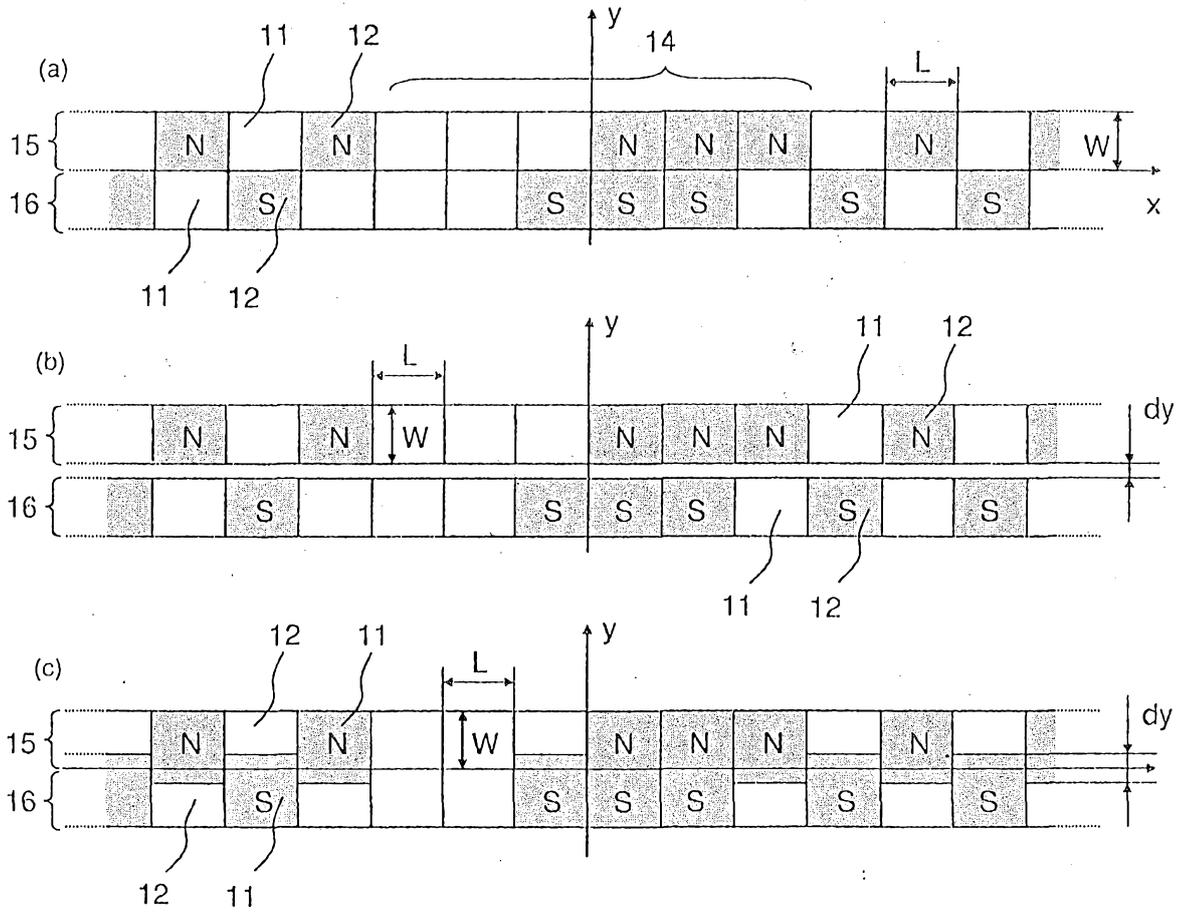


FIG. 6

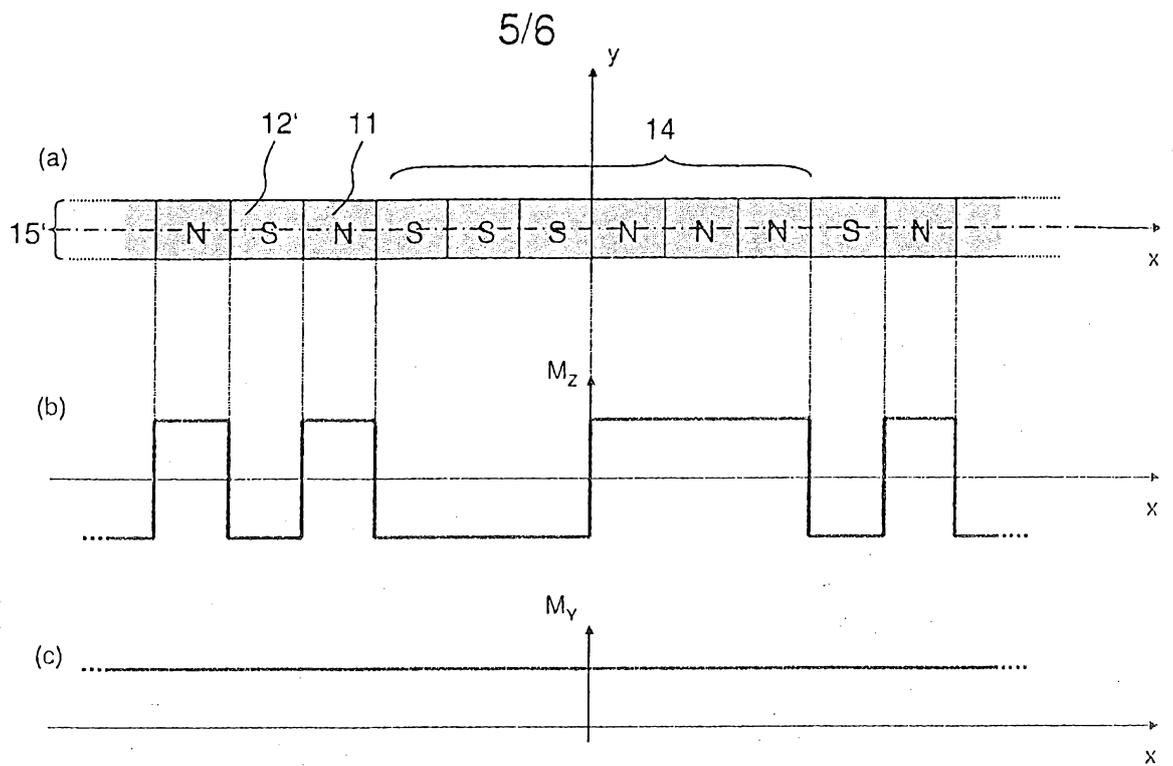


FIG. 7

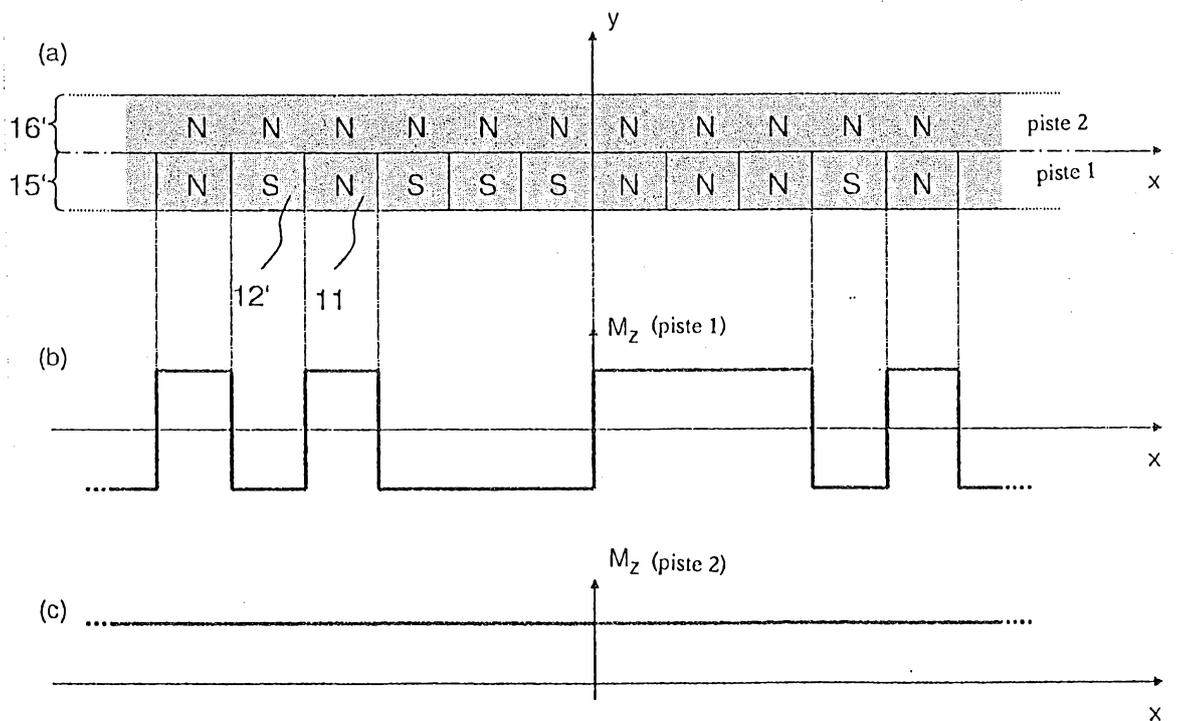


FIG. 8

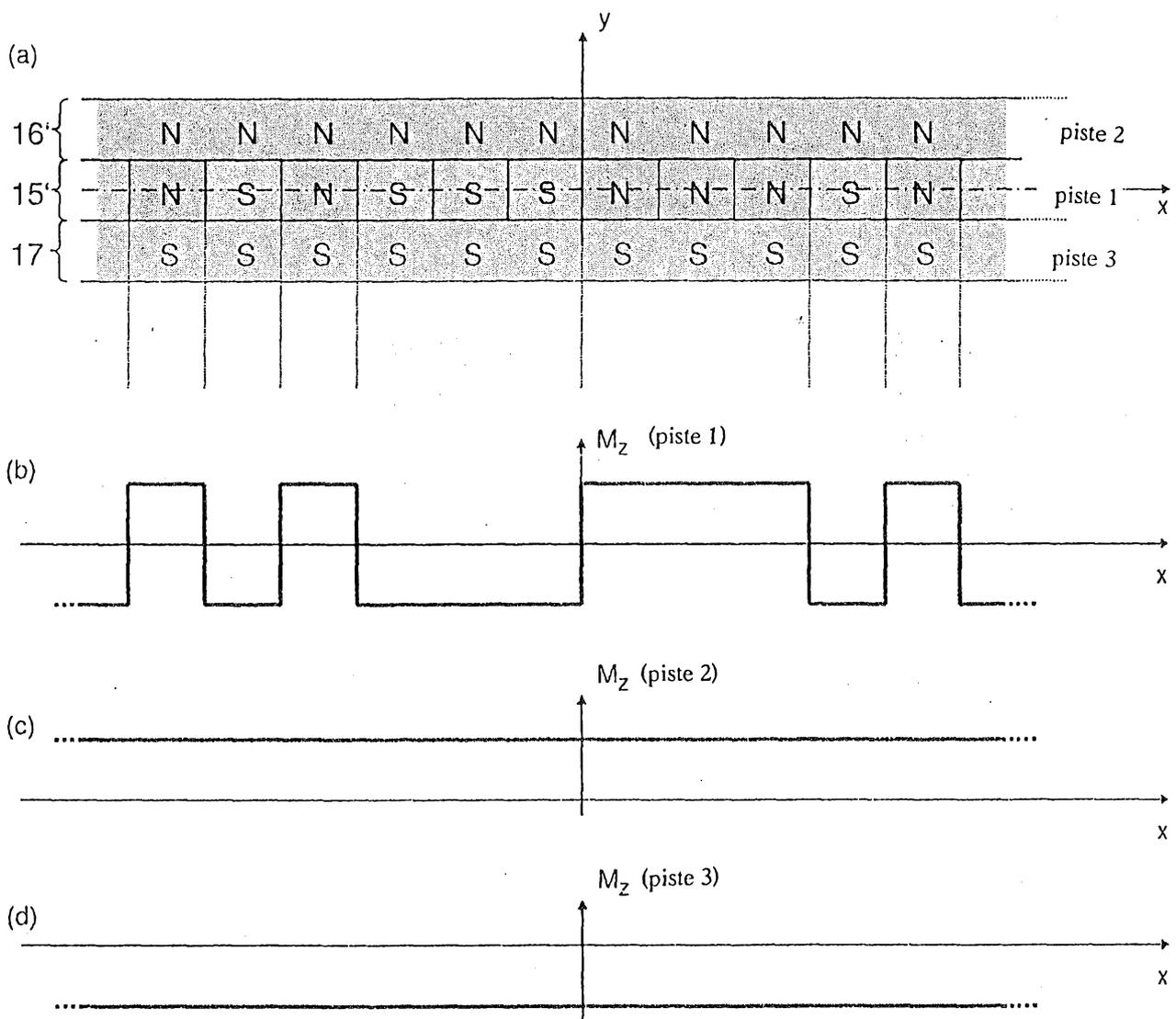


FIG. 9

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 6 147 487 A (SUGITANI) 14 novembre 2000 (2000-11-14)

US 4 851 771 A (IKEDA ET AL) 25 juillet 1989 (1989-07-25)

JP 2005 308559 A (NOK CORP) 4 novembre 2005 (2005-11-04)

US 3 585 550 A (DORSCH GERHARD ET AL) 15 juin 1971 (1971-06-15)

JP S58 26666 U (UNKNOWN) 21 février 1983 (1983-02-21)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT