

ROYAUME DE BELGIQUE

SPF ECONOMIE, P.M.E.,
CLASSES MOYENNES & ENERGIE

Office de la Propriété intellectuelle

NUMERO DE PUBLICATION : 1017875A5

NUMERO DE DEPOT : 2007/0007

Classif. Internat. : H01L G01R

Date de délivrance le : 06 Octobre 2009

Le Ministre pour l'entreprise,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété intellectuelle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 09 Janvier 2007 à 15H00 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE:ARTICLE 1.- Il est délivré à : DENSO CORPORATION
1-1, Showa-cho, Kariya-city, AICHI-PREF. 448-8661(JAPON)

représenté(e)(s) par : CLAEYS Pierre, GEVERS & VANDER HAEGHEN, Holidaystraat 5, - B 1831 DIEGEM.

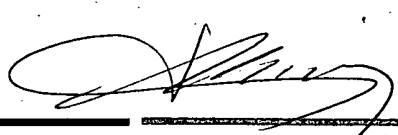
un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : CAPTEUR MAGNETIQUE ET PROCEDE POUR DETECTER UN CHAMP MAGNETIQUE.

INVENTEUR(S) : Oohira Satoshi, c/o Denso Corporation, 1-1 Showa-cho, Kariya-city, Aichi-pref., 448-8661 (JP); Fujii Tetsuo, c/o Denso Corporation, 1-1, Showa-cho, Kariya-city, Aichi-pref., 448-8661 (JP)

PRIORITE(S) 13.01.06 JPJPA06006465 11.10.06 JPJPA06278087

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Pour expédition certifiée conforme

Bruxelles, le 06 Octobre 2009
PAR DELEGATION SPECIALE :
DRISQUE S.
Conseiller
S. DRISQUE
Conseiller**.be**

**“CAPTEUR MAGNETIQUE ET PROCÉDÉ POUR DETECTER UN
CHAMP MAGNÉTIQUE”**

La présente invention se rapporte à un capteur magnétique et un procédé pour détecter un champ magnétique.

5 Dans les récentes années, des capteurs magnétiques utilisant l'élément vertical de Hall pour détecter une composante horizontale de champ magnétique par rapport à la surface d'un substrat ont été proposés dans, par exemple, « Three-dimensional integrated magnetic sensor », Journal of IEE Japan C, pages 483-490, No. 7, Vol.
10 109, 1989. Les figures 26A et 26B sont des vues schématiques de construction montrant un exemple de l'élément vertical de Hall ci-dessus, où la Fig. 26A est une vue en plan, et Fig. 26B est une vue en coupe le long de la ligne XXVIB-XXVIB de la Fig. 26A.

 Tel qu'il est montré dans les Figs. 26A et 26B, un élément
15 de Hall 30 de type vertical comporte un substrat semi-conducteur 31 constitué avec, par exemple, du silicium de type P, et une couche semi-conductrice 32. La couche semi-conductrice 32 est constituée avec du silicium de type N formé, par exemple, par croissance épitaxiale sur une
20 couche enterrée 36 formée par l'introduction d'impuretés de type N sur la surface du substrat semi-conducteur 31. La couche enterrée 36 est constituée par du type N de concentration plus haute que celle de la couche semi-conductrice 32. En outre, des électrodes 35a à 35c pour fournir un courant électrique d'alimentation et des électrodes 35d et 35e pour détecter un voltage de Hall sont agencés sur la couche semi-
25 conductrice 32. Ici, l'électrode 35a est intercalée entre les deux électrodes 35b et 35c et les électrodes 35d et 35e sont agencés dans

une forme perpendiculaire à ces électrodes 35b et 35c. En outre, des couches de diffusion N⁺ 33a à 33e constituées par du type N d'une concentration plus haute que celle de la couche semi-conductrice 32 sont formés sur la surface de la couche semi-conductrice 32 de manière à former un contact ohmique avec ces électrodes 35a à 35e. En outre, une zone de diffusion 34 de type P est formée sur la couche semi-conductrice 32 avec une forme entourant la circonférence de toutes les électrodes 35a à 35e. En outre, des zones de diffusion 34a et 34b de type P sont formées dans la zone de diffusion 34 dans une forme entourant la circonférence d'électrodes 35a, 35d, 35e. Ici, des zones de diffusion 34a et 34b sont étendues dans un mode connecté à la couche enterrée 36 formée sur une face inférieure de la couche semi-conductrice 32. En outre, la zone de diffusion 34 est étendue dans un mode connecté au substrat semi-conducteur 31. Dans cet élément de Hall 30, une portion partitionnée par leurs zones de diffusion 34a, 34b et la zone enterrée 36 devient une dénommée portion de détection magnétique HP. En fait, dans cet élément de Hall 30, le magnétisme (champ magnétique) appliqué à cette portion de détection magnétique HP est détecté. Par exemple, quand un courant électrique constant est fait passer respectivement entre les électrodes 35a et 35b et entre les électrodes 35a et 35c, le courant électrique incluant un composant perpendiculaire à la surface du substrat est fait passer de l'électrode 35a à la couche enterrée 36. À ce moment, quand un champ magnétique incluant une composante horizontale par rapport à la surface du substrat est appliqué à cet élément de Hall 30, un voltage de Hall est généré entre les électrodes 35d et 35e par l'effet de Hall. Donc, la composante horizontale du champ magnétique peut être calculée en détectant ce voltage de Hall à travers ces électrodes 35d et 35e.

L'élément de Hall 30 du type vertical ci-dessus est compliqué en structure en comparaison avec un élément de Hall latéral. Par conséquent, un déséquilibre dans une distribution de potentiel

électrique est causé par une influence telle qu'un décalage en alignement, la forme d'un élément, etc., et un décalage de voltage (voltage déséquilibré) est facilement causé. Le décalage de voltage correspond à un voltage de sortie quand aucun champ magnétique n'est appliqué.

En outre, tel qu'illustré dans les figs. 27A et 27B, des électrodes 45a et 45b pour fournir le courant électrique d'alimentation et des électrodes 45c et 45d pour détecter le voltage de Hall sont respectivement agencées aux quatre coins d'une portion entourée d'une zone de diffusion 43 dans des formes opposées sur une couche semi-conductrice 42 dans l'élément de Hall 40 du type latéral. Des terminaux S, G, Va, Vb sont respectivement connectés électriquement à des électrodes 45a à 45d respectives. En conséquence, tel qu'illustré dans la Fig. 27C, une composante de champ magnétique perpendiculaire à la surface du substrat est détectée tandis que les terminaux S, G (électrodes 45a, 45b) pour fournir le courant électrique d'alimentation et les terminaux Va, Vb (électrodes 45c, 45d) pour détecter le voltage de Hall sont remplacés et une direction de flux du courant électrique d'alimentation est commutée dans les directions XXVIIA et XVIIIB (c.à.d., tandis qu'un procédé de courant rotatif est appliqué). Donc, le décalage de voltage peut être réduit (annulé). Les figs. 27A à 27C sont des vues schématiques de construction montrant un exemple de l'élément de Hall conventionnel 40 de type latéral, où la fig. 27 est une vue en plan, et la fig. 27B est une vue en coupe le long de la ligne L12-L12 de la fig. 27A, et la fig. 27C est une vue typique pour expliquer le procédé de courant rotatif. Le chiffre de référence 41 dans les figs. 27 A à 27C désigne un substrat semi-conducteur constitué avec, par exemple du silicium de type P (premier type de conductivité électrique). Le chiffre de référence 42 désigne une couche semi-conductrice constituée avec du silicium de type N (deuxième type de conductivité électrique) formé, par exemple, par croissance épitaxiale. Le chiffre de référence 43 désigne une zone de

diffusion de type P pour séparer l'élément de Hall 40 d'autres éléments. Le chiffre de référence 44 désigne des zones de contact 44a à 44d formées sur la surface de la couche semi-conductrice 42 de manière à former un contact ohmique avec les électrodes 45a à 45d.

5 Néanmoins, dans le cas de l'élément de Hall 30 de type vertical ci-dessus, tel qu'illustré dans la Fig. 26A, les électrodes 35d, 35e pour détecter le voltage de Hall sont agencés de manière à ce que l'électrode 35a pourvue pour fournir le courant électrique entre ceux-là y soit intercalée. En fait, quatre électrodes composées par les électrodes
10 35a, 35b (à 35c) pour fournir le courant électrique et les électrodes 35d, 35e pour détecter le voltage de Hall sont agencés asymétriquement. Par conséquent, même quant un courant rotatif est effectué, aucun décalage de voltage ne peut être réduit comme dans l'élément de Hall 40 de type latéral ci-dessus.

15 En vue du problème décrit ci-dessus, un sujet de la présente divulgation est celui de pourvoir un capteur magnétique. Un autre sujet de la présente divulgation est celui de pourvoir un procédé pour détecter un champ magnétique.

Suivant un premier aspect de la présente divulgation, un
20 capteur magnétique inclut : un substrat, une région semi-conductrice disposée dans le substrat et ayant un type conducteur prédéterminé, une partie de détection de champ magnétique disposée dans la région semi-conductrice, un couple de premières électrodes disposées sur une surface de la région semi-conductrice, et deux couples de deuxièmes
25 électrodes disposées sur la surface de la région semi-conductrice, où une des premières électrodes est intercalée entre un couple de deuxièmes électrodes, et l'autre des premières électrodes est intercalée l'autre couple de deuxièmes électrodes. L'un couple de deuxièmes électrodes inclut des premier et deuxième terminaux, et l'autre couple de
30 deuxièmes électrodes inclut des troisième et quatrième terminaux. Les premier et troisième terminaux sont disposés d'un côté d'une ligne reliant

les premières électrodes, et les deuxième et quatrième terminaux sont disposés de l'autre côté de cette ligne. Les premier et quatrième terminaux sont connectés électriquement avec un premier fil conducteur, et les deuxième et troisième terminaux sont connectés électriquement
5 avec un deuxième fil conducteur. La partie de détection magnétique, les premières électrodes et les deuxièmes électrodes forment un élément de Hall vertical. L'élément de Hall vertical génère un voltage de Hall correspondant à un champ magnétique quand le champ magnétique parallèle à la surface du substrat est appliqué à la portion de détection de
10 champ magnétique, et un courant d'alimentation est fourni à la portion de détection de champ magnétique. Unes des premières et deuxièmes électrodes fournissent le courant d'alimentation, et les autres des premières et deuxièmes électrodes détectent le voltage de Hall.

Dans le capteur ci-dessus, le voltage de Hall est détecte en
15 commutant les premières et deuxièmes électrodes entre électrodes d'alimentation en courant et électrodes de détection de voltage de Hall de manière à réduire le décalage de voltage du capteur.

Suivant un deuxième aspect de la présente divulgation, un capteur magnétique inclut : un substrat, une région semi-conductrice
20 disposée dans ledit substrat et ayant un type conducteur prédéterminé, une partie de détection de champ magnétique disposée dans la région semi-conductrice, une première électrode ayant des premier, deuxième et troisième contacts, qui sont disposés sur une surface de la région semi-conductrice et alignés sur une ligne tracée entre les première et
25 troisième contacts de telle manière que le deuxième contact est intercalé entre les premier et troisième contacts, et une deuxième électrode ayant un premier à un sixième terminaux disposés sur la surface de la région semi-conductrice, où le premier contact est intercalé entre les premier et deuxième terminaux, le deuxième contact est intercalé entre les troisième
30 et quatrième terminaux, et le troisième contact est intercalé entre les cinquième et sixième terminaux. Les premier, troisième et cinquième

terminaux sont disposés d'un côté d'une ligne reliant les premier et troisième contacts, et les deuxième, quatrième et sixième terminaux sont disposés de l'autre côté de la ligne. Les premier, quatrième et cinquième terminaux sont connectés électriquement avec un septième fil conducteur, et les deuxième, troisième et sixième terminaux sont connectés électriquement avec un huitième fil conducteur. La portion de détection de champ magnétique, la première électrode et la deuxième électrode forment un élément de Hall vertical. L'élément de Hall vertical génère un voltage de Hall correspondant à un champ magnétique quand le champ magnétique parallèle à la surface du substrat est appliqué à la portion de détection de champ magnétique. Une des première et deuxième électrodes fournit le courant d'alimentation et l'autre des première et deuxième électrodes détecte le voltage de Hall.

Dans le capteur ci-dessus, le voltage de Hall est détecté en commutant les première et deuxième électrodes entre électrode d'alimentation de courant et électrode de détection de voltage de Hall, de manière à ce que le décalage de voltage du capteur soit réduit.

Suivant un troisième aspect de la présente divulgation, un procédé pour détecter un champ magnétique inclut : fournir un courant d'alimentation à une partie de détection de champ magnétique, où la partie de détection de champ magnétique est disposée dans une région semi-conductrice ayant un type conducteur prédéterminé, et où la région semi-conductrice est disposée dans un substrat, et détecter un voltage de Hall correspondant au champ magnétique parallèle à surface du substrat et appliqué à la portion de détection du champ magnétique. Un couple de premières électrodes est disposé sur la surface de la région semi-conductrice. Deux couples de deuxièmees électrodes sont disposés sur la surface de la région semi-conductrice. Une des premières électrodes est intercalée entre un couple de deuxièmees électrodes, et l'autre des premières électrodes est intercalée entre l'autre couple de deuxièmees électrodes. L'un couple de deuxièmees électrodes inclut des

premier et deuxième terminaux, et l'autre couple de deuxièmes électrodes inclut des troisième et quatrième terminaux. Les premier et troisième terminaux sont disposés d'un côté d'une ligne reliant les premières électrodes, et les deuxième et quatrième terminaux sont disposés de l'autre côté de la ligne. Les premier et quatrième terminaux sont connectés électriquement avec un premier fil conducteur, et les deuxième et troisième terminaux sont électriquement connectés avec un deuxième fil conducteur. La partie de détection de champ magnétique, les premières électrodes et les deuxièmes électrodes forment un élément de Hall vertical. Le courant d'alimentation est fourni à la partie de détection de champ magnétique à travers unes des premières et deuxièmes électrodes de manière à ce que les unes des premières et deuxièmes électrodes forment des électrodes d'alimentation en courant. Le voltage de Hall est détecté à travers les autres des premières et deuxièmes électrodes de manière à ce que les autres des premières et deuxièmes électrodes forment des électrodes de détection de voltage de Hall. Le procédé inclut en outre : la commutation d'un des premières et deuxièmes électrodes d'électrodes d'alimentation en courant en électrodes de détection de voltage de Hall, et la commutation des autres des premières et deuxièmes électrodes d'électrodes de détection de voltage de Hall en électrodes d'alimentation en courant.

Dans le procédé ci-dessus, le voltage de Hall est détecté en commutant les premières et deuxièmes électrodes entre électrodes d'alimentation en courant et électrodes de détection de voltage de Hall de manière à réduire le décalage de voltage du capteur.

Suivant un quatrième aspect de la présente divulgation, un procédé pour détecter un champ magnétique inclut : fournir un courant d'alimentation à une partie de détection de champ magnétique, où la partie de détection de champ magnétique est disposée dans une région semi-conductrice ayant un type conducteur prédéterminé, et où la région semi-conductrice est disposée dans un substrat, et détecter un voltage

de Hall correspondant au champ magnétique parallèle à la surface du substrat et appliqué à la portion de détection de champ magnétique. Une première électrode inclut des premier, deuxième et troisième contacts disposés sur une surface de la région semi-conductrice et alignés sur

5 une ligne reliant les premier et troisième contacts de manière à ce que le deuxième contact soit intercalé entre les premier et troisième contacts. Une deuxième électrode inclut des premier à sixième terminaux disposés sur la surface de la région semi-conductrice. Le premier contact est intercalé entre les premier et deuxième terminaux, le deuxième contact

10 est intercalé entre les troisième et quatrième terminaux, et le troisième contact est intercalé entre les cinquième et sixième terminaux. Les premier, troisième et cinquième terminaux sont disposés d'un côté d'une ligne reliant les premier et troisième contacts, et les deuxième, quatrième et sixième terminaux sont disposés de l'autre côté de la ligne. Les

15 premier, quatrième et cinquième terminaux sont connectés électriquement avec un septième fil conducteur, et les deuxième, troisième et sixième terminaux sont connectés électriquement avec un huitième fil conducteur. La partie de détection de champ magnétique, la première électrode et la deuxième électrode forment un élément de Hall

20 vertical. Le courant d'alimentation est fourni à la portion de détection de champ magnétique à travers l'une des première et deuxième électrodes de manière à ce que l'une des première et deuxième électrodes forme une électrode d'alimentation en courant. Le voltage de Hall est détecté à travers l'autre des première et deuxième électrodes de manière à ce que

25 cette autre des première et deuxième électrodes forme une électrode de détection de voltage de Hall. Le procédé inclut en outre : la commutation de l'une des première et deuxième électrodes d'électrode d'alimentation en courant en électrode de détection de voltage de Hall, et la commutation de l'autre des première et deuxième électrodes d'électrode

30 de détection de voltage de Hall en électrode d'alimentation en courant.

Dans le procédé ci-dessus, le voltage de Hall est détecté en commutant les première et deuxième électrodes entre électrode d'alimentation en courant et électrode de voltage de Hall de manière à réduire un décalage de voltage du capteur.

5 Les sujets, caractéristiques et avantages ci-dessus et autres vont être plus apparents avec la suivante description détaillée faite en référence aux dessins accompagnateurs. Dans les dessins :

La fig. 1A est une vue en plan montrant un capteur
10 magnétique suivant un premier mode de réalisation, et la fig. 1b une vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne IB-IB dans la fig. 1A,

la fig. 2A est un diagramme schématique montrant un élément de Hall dans le capteur, et la fig. 2B est un diagramme de circuit
15 montrant un circuit équivalent de l'élément de Hall,

la fig. 3 est un tableau explicatif du procédé de rotation de courant,

la fig. 4A est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant une modification du premier mode de réalisation, et
20 la fig. 4B est une vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne IVB-IVB dans la fig. 4A,

la fig. 5A est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un deuxième mode de réalisation, et la fig. 5B est une vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne VB-VB
25 dans la fig. 5A,

la fig. 6A est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant une modification du deuxième mode de réalisation, et la fig. 6B est une vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne VIB-VIB dans la fig. 6A,

30 la fig. 7A est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un troisième mode de réalisation, et la fig. 7B est une

vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne VIIB-VIIB dans la fig. 7A,

la fig. 8A est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un quatrième mode de réalisation, et la fig. 8B est une vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne VIIIB-VIIIB dans la fig. 8A,

la fig. 9A est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un cinquième mode de réalisation, et la fig. 9B est une vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne IXB-IXB dans la fig. 9A,

la fig. 10A est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un sixième mode de réalisation, et la fig. 10B est un diagramme schématique montrant des connexions dans le capteur,

la fig. 11 est un diagramme schématique montrant des connexions dans le capteur suivant une modification du sixième mode de réalisation,

la fig. 12 est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un septième mode de réalisation,

la fig. 13 est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un huitième mode de réalisation,

la fig. 14 est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un neuvième mode de réalisation,

la fig. 15 est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant une modification du neuvième mode de réalisation,

la fig. 16A est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un dixième mode de réalisation; et la fig. 16B est une vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne XVIB-XVIB dans la fig. 16A,

la fig. 17A est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un onzième mode de réalisation, et la fig. 17B est

une vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne XVIIIB-XVIIIB dans la fig. 17A,

la fig. 18A est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un douzième mode de réalisation, et la fig. 18B est
5 une vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne XVIIIIB-XVIIIIB dans la fig. 18A,

la Fig. 19 est une vue en coupe montrant un capteur magnétique suivant une modification du douzième mode de réalisation,

la Fig. 20 est une vue en coupe montrant un capteur
10 magnétique suivant une autre modification du douzième mode de réalisation,

la fig. 21 est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant un treizième mode de réalisation,

la fig. 22 est une vue en plan montrant un capteur
15 magnétique suivant un quatorzième mode de réalisation,

la fig. 23 est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant une modification du quatorzième mode de réalisation,

la fig. 24 est une vue en plan montrant un capteur
20 magnétique suivant un quinzième mode de réalisation,

la fig. 25 est une vue en plan montrant un capteur magnétique suivant une modification du quinzième mode de réalisation,

la fig. 26A est une vue en plan montrant un capteur magnétique de type vertical suivant un art antérieur, et la fig. 26B est une
25 vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne XXVIB-XXVIB dans la fig. 26A,

la fig. 27A est une vue en plan montrant un capteur magnétique de type latéral suivant un art antérieur, la fig. 27B est une
vue en coupe montrant le capteur, prise le long de la ligne XXVIIIB-
30 XXVIIIB dans la fig. 27A, et la fig. 27C est un diagramme explicatif d'un procédé de rotation de courant.

(Premier mode de réalisation)

Les figs. 1A et 1B sont des vues montrant la construction schématique d'un capteur magnétique suivant un premier mode de réalisation, où la fig. 1A est une vue en plan et la fig. 1B est une vue en coupe le long de la ligne IB-IB de la fig. 1A.

Tel qu'il est montré dans les figs. 1A et 1B, un capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation est constitué en formant un élément de Hall 10 de type vertical dans un substrat (substrat semi-conducteur) 11 constitué d'un seul type conducteur. L'élément de Hall 10 est formé en utilisant un procédé CMOS. Le présent demandeur a précédemment divulgué JP-A-2005-333103 comme capteur magnétique 100 (élément de Hall vertical 10) d'une telle structure. Par conséquent, les parties caractéristiques de ce mode de réalisation vont être centralement expliquées ensuite.

Par exemple, l'élément de Hall 10 de type vertical est constitué en agencant un substrat de silicium (P-sub) de type P comme un substrat 11 avec une face coupée dans un plan (100), et une zone semi-conductrice (N-well) 12 de type N formée comme une couche de diffusion (puits) en y introduisant des impuretés conductrices de type N sur une surface de substrat. Cette zone semi-conductrice 12 est formée avec une forme entourée par le substrat 11.

Une couche de diffusion (barrière de séparation de diffusion de type P) 13 constitué par du type P est formé dans le substrat 11 de manière à séparer l'élément de Hall 10 d'autres éléments. Dans une zone (zone active) entourée par cette couche de diffusion 13 sur la surface de la zone semi-conductrice 12, des zones de contact (couche de diffusion N^+) 14a à 14f sont formées avec une forme appropriée pour sélectivement augmenter la concentration d'impuretés (type N) sur la même surface. Donc, un contact de préférence ohmique est formé entre

ces zones de contact 14a à 14f respectives et les électrodes agencées dans ces zones de contact 14a à 14f.

Deux électrodes 15a, 15c formées le long de la ligne IB-IB parmi six électrodes 15a à 15f correspondent à un premier groupe d'électrodes, et forment un premier couple d'électrodes. Une électrode 15a du premier couple d'électrodes est agencée entre deux électrodes 15e, 15f. L'autre électrode 15c est agencée entre deux électrodes 15b, 15d. En fait, les électrodes 15b, 15d à 15f correspondent à un deuxième groupe d'électrodes. Dans le couple d'électrodes formé par les électrodes 15b, 15d et le couple d'électrodes formé par les électrodes 15e, 15f, où chaque électrode de chaque couple est placée d'un côté ou autre d'une ligne droite (ligne IB-IB) définie par les deux électrodes 15a, 15c du premier couple, les électrodes 15b et 15f et les électrodes 15d et 15e sont respectivement connectées électriquement par des fils conducteurs 16a, 16b agencés sur le substrat 11.

Dans ce mode de réalisation, dans le deuxième groupe d'électrodes formé par les électrodes 15b, 15d à 15f, les couples d'électrodes formés par les électrodes 15e et 15f et les électrodes 15b et 15d sont respectivement symétriquement agencés en relation à la ligne droite (ligne IB-IB) définie par les deux électrodes 15a, 15c formant le premier couple d'électrodes. En outre, des fils conducteurs 16a, 16b sont ajustés de manière à ce que leurs résistances soient approximativement égales. Dans ce mode de réalisation, les fils conducteurs sont formés dans le même matériau (p.e. aluminium), et ajustés de telle manière que leurs sections et longueurs deviennent approximativement égales.

Comme montre la fig. 1A, une zone (zone active) entourée par la couche de diffusion 13 est divisée dans des zones 12a, 12b séparées par une couche de diffusion (barrière de séparation de diffusion de type P) 13a de type P à travers une séparation de jonction PN faisant usage de chaque couche de diffusion. Ici, la couche de diffusion 13a correspond à une barrière de potentiel électrique, a une profondeur de

diffusion moindre que celle de la zone semi-conductrice 12, et forme un chemin de courant électrique en restreignant sélectivement le voisinage d'une face inférieure de la zone semi-conductrice 12. En outre, tel qu'il est montré dans la fig. 1B, une zone partitionnée électriquement est aussi
5 formée dans le substrat dans les zones 12a, 12b. La zone partitionnée électriquement dans le substrat dans ces zones 12a, 12b devient une dénommée partie de détection magnétique (plaque de Hall) HP. Dans des zones 12a, 12b, des zones de contact 14a, 14e, 14f (électrodes 15a, 15e, 15f) sont formées dans la zone 12a, et les zones de contact 14b à
10 14d (électrodes 15b à 15d) sont formées dans la zone 12b.

L'élément de Hall 10 constitué de cette manière peut être formé par un procédé CMOS général. En conséquence, l'intégration (formation dans une seule puce) avec un circuit périphérique peut être facilement effectuée, et le coût de production peut être réduit en
15 comparaison à un procédé bipolaire.

Ensuite, l'opération du capteur magnétique 100 (élément de Hall 10) suivant ce mode de réalisation va être expliquée. Les terminaux V1, V2, V3 et V4 montrés dans les figs. 1A et 1B sont des terminaux respectivement connectés électriquement aux électrodes 15a, 15b, 15c
20 et 15d. Dans ces quatre terminaux V1 à V4, les terminaux V1 et V3 constituent un couple, et les terminaux V2 et V4 constituent un couple.

Par exemple, quand un voltage est appliqué entre les terminaux V1 et V3 formant un couple, et un courant électrique d'alimentation constant est fourni de l'électrode 15a à la zone semi-conductrice 12, le courant électrique d'alimentation circule de la zone de contact 14a à la zone de contact 14c à travers la partie de détection magnétique HP et une partie inférieure de la couche de diffusion 13a. En fait, dans ce cas, le courant électrique comportant une composante perpendiculaire à la surface du substrat est circulé vers la partie de
25 détection magnétique HP. En conséquence, quand un champ magnétique (p.e., le champ magnétique désigné par la flèche B dans la
30

Fig. 1A) incluant une composante parallèle à la surface du substrat est appliqué à la partie de détection magnétique HP de l'élément de Hall 10 dans un état de circulation de ce courant électrique d'alimentation, un voltage de Hall V_H correspondant à ce champ magnétique est généré par l'effet de Hall entre les terminaux V2 et V4 constituant un couple. Par conséquent, une composante de champ magnétique détectée, c.à.d. une composante de champ magnétique parallèle à la surface du substrat utilisé dans l'élément de Hall 10 est calculée en détectant ce signal de voltage de Hall V_H généré entre ces terminaux V2 et V4. En outre, la direction du courant d'alimentation dans cet élément de Hall 10 est arbitraire, et le champ magnétique (magnétisme) peut aussi être détecté en inversant le couple de terminaux d'alimentation en courant et le couple de terminaux de détection du voltage de Hall.

Ensuite, un mode de pilotage du capteur magnétique 100 (élément de Hall 10) suivant ce mode de réalisation va être expliqué en faisant usage des figs. 2A et 2B. La fig. 2A est une vue en plan de l'élément de Hall 10. La fig. 2B est un circuit équivalent à l'élément de Hall 10.

Le voltage de Hall, qui est le résultat de l'action de la force de Lorentz causée par un champ magnétique sur des porteurs de charges électriques en mouvement dans une substance et les distribuant inégalement, est associé à un champ électrique tendant à équilibrer cette force de Lorentz. Par conséquent, par exemple, quand le champ magnétique dans la direction désignée par la flèche B est appliqué dans un état dans lequel un courant électrique d'alimentation constant s'écoule vers l'élément de Hall 10, tel qu'il est montré dans les figs. 2A et 2B, du terminal V1 au terminal V3, le potentiel électrique du terminal V2 est augmenté d'un voltage de Hall V_H par rapport au potentiel électrique du terminal V4. En outre, quand le champ magnétique dans la direction indiquée par la flèche B est appliqué dans un état dans lequel un courant électrique d'alimentation constant s'écoule du terminal V2 vers le terminal

V4, le potentiel électrique du terminal V3 est augmenté d'un voltage de Hall V_{H31} par rapport au potentiel électrique du terminal V1. À ce point, si l'élément de Hall 10 est fait parfaitement symétrique entre les terminaux V1 à V4, les voltages V24 et V31 deviennent, respectivement, « $V24 = V_{H24}$ » et « $V31 = V_{H31}$ ».

Toutefois, la précision de l'arrangement des positions des électrodes 15a à 15f est restreinte par un décalage de position (décalage d'alignement) causé par une erreur d'alignement de masque dans une ligne de production du dispositif. Par conséquent, il est très difficile de faire l'élément de Hall 10 parfaitement symétrique entre les terminaux V1 à V4. Par conséquent, un décalage de voltage (voltage déséquilibré) est introduit dans le voltage effectif de sortie en outre du voltage de Hall. En fait, les voltages de sortie V24 et V31 deviennent, respectivement, « $V24 = V_{H24} + \Delta V24$ » et « $V31 = V_{H31} + \Delta V31$ ». Quand le décalage de voltage est introduit de cette façon dans le voltage de sortie, une détérioration des caractéristiques de température causées par le décalage de voltage, etc. est facilement causée et on craint une réduction de la capacité de détection magnétique. Dans ce regard, le décalage de voltage dont il est question ici correspond au voltage de sortie fourni quand aucun champ magnétique n'est appliqué.

Ici, lorsque l'élément de Hall 10 est considéré comme un pont de résistance comme montré dans la fig. 2B, le décalage de voltage $\Delta V24$ pendant l'écoulement d'un courant électrique d'alimentation constant $I13$ du terminal V1 au terminal V3 devient comme suit.

$$\Delta V24 = I13 \times (R23 \times R41 - R12 \times R34) / (R12 + R23 + R34 + R41)$$

En outre, le décalage de voltage $\Delta V31$ pendant l'écoulement d'un courant électrique d'alimentation constant $I24$ du terminal V2 au terminal V4 devient comme suit.

$$\Delta V31 = I24 \times (R12 \times R34 - R23 \times R41) / (R12 + R23 + R34 + R41)$$

En fait, ces décalages de voltage $\Delta V24$ et $\Delta V31$ suivent la relation « $\Delta V24 \times I24 = - \Delta V31 \times I13$ ».

En outre, dans ce mode de réalisation, le champ magnétique est détecté pendant que le couple de terminaux (couple d'électrodes) utilisé pour détecter le voltage de Hall est remplacé dans une période prédéterminé. En fait, la détection de voltage entre les terminaux V2 et V4 pendant l'écoulement du courant d'alimentation entre les terminaux V1 et V3, et la détection de voltage entre les terminaux V1 et V3 pendant l'écoulement du courant d'alimentation entre les terminaux V2 et V4, sont exécutées de manière répétée dans la période prédéterminée. Donc, l'élément de Hall est opéré suivant un dénommé procédé de rotation de courant.

En outre, dans l'élément de Hall 10, des électrodes 15e, 15f constituant le deuxième groupe d'électrodes ont une relation symétrique linéaire par rapport à une ligne droite (ligne IB-IB) formée par les électrodes 15a, 15c tandis que l'électrode 15a du premier couple d'électrodes est intercalée entre les électrodes 15e, 15f. En outre, les électrodes 15b, 15d constituant le deuxième groupe d'électrodes ont une relation symétrique linéaire par rapport à la ligne droite (ligne L1-L1) formée par les électrodes 15a, 15c tandis qu'une électrode 15c du premier couple d'électrodes est intercalée entre les électrodes 15b, 15d. En outre, les électrodes 15b et 15f et les électrodes 15d et 15e, entre lesquelles la ligne droite (ligne IB-IB) définie par les électrodes 15a, 15c est intercalée, sont respectivement connectées électriquement par les conducteurs 16a, 16b agencés sur le substrat 11 (voir fig. 1A). Par conséquent, le voltage de Hall peut être similairement détecté lorsqu'un couple de terminaux parmi le couple formé par les terminaux V1 et V3 (premier couple d'électrodes 15a et 15c) et celui formé par les terminaux V2 et V4 (deuxième couple d'électrodes 15c et 15d) est utilisé comme couple de terminaux (couple d'électrodes) de détection de voltage de Hall. En fait, les voltages V24 et V31 produits respectivement entre les terminaux V2 et V4 et entre les terminaux V1 et V3 ont la relation « $V24 \approx V31$ ».

En outre, à ce moment, la magnitude du courant d'alimentation fourni entre les terminaux V1 et V3 et la magnitude du courant d'alimentation fourni entre les terminaux V2 et V4 sont ajustés pour être égales. En fait, on atteint « $I_{13}=I_{24}$ ». Quand la somme de V24 et V31 est faite, le décalage de voltage est en principe parfaitement annulé, puisque $V_{24}+V_{31}=V_{H24}+V_{H31}$. Donc, le magnétisme (champ magnétique) correspondant au voltage de Hall détecté dans la période prédéterminée est calculé à partir de ce voltage de Hall de manière à restreindre le décalage de voltage. Par exemple, il est possible de diminuer l'influence d'une fluctuation dans la résistance due à l'expansion d'un défaut dans la structure cristalline, des fluctuations de température, ou autres. Donc, le champ magnétique peut être détecté avec une plus haute précision.

Donc, dans le capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation, le magnétisme (champ magnétique) peut être détecté alors que le décalage de voltage est annulé à travers la structure et procédé de pilotage ci-dessus.

Dans l'explication du mode de pilotage, ce mode de réalisation montre un exemple dans lequel la détection du voltage entre les terminaux V2 et V4 pendant le passage d'un courant électrique d'alimentation du terminal V1 au terminal V3, et la détection du voltage entre les terminaux V3 et V1 pendant le passage d'un courant électrique d'alimentation du terminal V2 au terminal V4 sont réalisées de manière répétée pendant la période prédéterminée, et le décalage de voltage est réduit (annulé). Toutefois, le capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation est aussi constitué de manière à réaliser la détection du voltage entre les terminaux V4 et V2 pendant le passage d'un courant électrique d'alimentation du terminal V3 au terminal V1, et la détection du voltage entre les terminaux V1 et V3 pendant le passage d'un courant électrique d'alimentation du terminal V4 au terminal V2. Le magnétisme (champ magnétique) peut aussi être détecté par ces deux combinaisons

5 tout en annulant le décalage de voltage. En fait, tout mode de pilotage pouvant détecter le magnétisme (champ magnétique) en commutant le couple de terminaux (couple d'électrodes) pour le courant électrique d'alimentation et la direction d'écoulement du courant électrique d'alimentation (en effectuant une rotation de courant), tout en réduisant (annulant) le décalage de voltage, peut être adopté. Par exemple, tel qu'il est montré dans la fig. 3, le décalage de voltage peut aussi être réduit (annulé) en faisant circuler le courant électrique d'alimentation suivant quatre combinaisons différentes et calculant la moyenne du voltage de Hall. La fig. 3 est une vue montrant un exemple du procédé de rotation de courant.

15 En outre, ce mode de réalisation montre un exemple dans lequel la couche de diffusion 13 est agencée de manière à entourer la zone semi-conductrice 12. Toutefois, une structure ayant seulement la couche de diffusion 13a dans la couche de diffusion 13 peut aussi être disposée.

20 En outre, ce mode de réalisation montre un exemple dans lequel la couche de diffusion 13a de type P est adoptée comme barrière de potentiel électrique, et la couche de diffusion 13 de type P entoure la zone semi-conductrice 12. Toutefois, tel qu'il est montré dans les figs. 4A et 4B, des fosses 19, 19a (correspondant à une zone de séparation de fosse) contenant un film isolant peuvent aussi être adoptées en lieu des couches de diffusion 13, 13a. Une fosse profonde et une fosse peu profonde peuvent aussi être utilisées comme fosses 19, 19a. Dans une telle construction, le magnétisme peut être détecté de manière similaire au cas utilisant la couche de diffusion 13a comme barrière de potentiel électrique. Les figs. 4A et 4B sont des vues montrant un exemple modifié dans lequel la fig. 4A est une vue en plan et la fig. 4B est une vue en coupe le long de la ligne IVB-IVB de la fig. 4A.

30 (Deuxième mode de réalisation)

Un deuxième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base des figs. 5A et 5B. Les figs. 5A et 5B sont des vues montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le deuxième mode de réalisation, où la fig. 5A est une vue en plan et la fig. 5B est une vue en coupe le long de la ligne VB-VB de la fig. 5A.

Le capteur magnétique suivant le deuxième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 du premier mode de réalisation.

Dans le capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation, l'élément de Hall 10 de type vertical est formé en utilisant un procédé bipolaire. L'opération et mode de pilotage du capteur magnétique 100 sont similaires à ceux du premier mode de réalisation.

Tel qu'il est montré dans les figs. 5A, 5B, le substrat 11 est formé par un substrat semi-conducteur 11a formé par, par exemple, du silicium de type P (premier type de conductivité électrique) et une couche semi-conductrice 11b formée par du silicium de type N (deuxième type de conductivité électrique) formé par, par exemple, une croissance épitaxiale sur le substrat semi-conducteur 11a. Le silicium de type N à une mobilité des porteurs de charge généralement plus grande que le silicium de type P. Par conséquent, le silicium de type N est particulièrement approprié comme matériau pour la couche semi-conductrice 11b.

Similairement au premier mode de réalisation, six électrodes 15a à 15f sont formées sur la couche semi-conductrice 11b. Une électrode 15a du premier couple d'électrodes (premier groupe d'électrodes) formées le long de la ligne VB-VB est agencée entre deux électrodes 15e, 15f formant un couple d'électrodes du deuxième groupe d'électrodes. L'autre électrode 15c est agencée entre deux électrodes 15b, 15d formant l'autre couple d'électrodes du deuxième groupe d'électrodes. Dans le couple d'électrodes formé par les électrodes 15b, 15d et le couple d'électrodes formé par les électrodes 15e, 15f, où

chaque électrode de chaque couple est placée d'un côté ou autre d'une ligne droite (ligne VB-VB) définie par les deux électrodes 15a, 15c du premier couple, les électrodes 15b et 15f et les électrodes 15d et 15e sont respectivement connectées électriquement par des fils conducteurs
5 16a, 16b agencés sur le substrat 11.

Dans ce mode de réalisation, dans le deuxième groupe d'électrodes formé par les électrodes 15b, 15d à 15f, les couples d'électrodes formés par les électrodes 15e et 15f et les électrodes 15b et 15d sont respectivement symétriquement agencés en relation à la ligne
10 droite (ligne VB-VB) définie par les deux électrodes 15a, 15c formant le premier couple d'électrodes. En outre, des fils conducteurs 16a, 16b sont ajustés de manière à ce que leurs résistances soient approximativement égales.

En outre, une zone de diffusion 17 de type P (premier type de conductivité électrique) est formée dans la couche semi-conductrice
15 11b avec une forme entourant la circonférence de toutes les électrodes 15a à 15f. En outre, une zone de diffusion 17a de type P (premier type de conductivité électrique) est formée dans la couche semi-conductrice 11b avec une forme partitionnant des parties respectives entre les électrodes
20 15a, 15e, 15f et les électrodes 15b à 15d. Cette zone de diffusion 17 est une première barrière de potentiel électrique, et la zone de diffusion 17a correspond à une deuxième barrière de potentiel électrique. La zone de diffusion 17a est formée sur une face inférieure de la couche semi-conductrice 11b, et est étendue dans un mode connecté à la couche
25 enterrée 18 formée par du type N (deuxième type de conductivité électrique) de concentration plus haute que celle de la couche semi-conductrice 11b. Chaque zone de diffusion 17 est étendue dans un mode connecté au substrat semi-conducteur 11a.

Une partie partitionnée par ces zones de diffusion 17, 17a,
30 le substrat semi-conducteur 11a et la couche enterrée 18 est la zone semi-conductrice 12 dans la couche semi-conductrice 11b. La zone semi-

conductrice 12 est partitionnée électriquement dans deux zones 12a, 12b par la zone de diffusion 17a. En outre, cette zone semi-conductrice 12 devient une partie de détection magnétique HP. Les zones de contact 14a à 14f sont formées sur la surface de la couche semi-conductrice 11b de manière à former un contact ohmique avec les électrodes 15a à 15f.

Par exemple, quand un voltage est appliqué entre le terminal V1 et le terminal V3 et un courant électrique d'alimentation constant est fourni à partir de l'électrode 15a vers la couche semi-conductrice 11b dans l'élément de Hall 10 constitué de cette manière, ce courant électrique circule à travers la zone 12a vers la couche enterrée 18. Ce courant électrique atteint une partie inférieure de l'électrode 15c à travers un passage pour le courant électrique formé sélectivement à proximité de la face inférieure de la couche semi-conductrice 11b par la zone de diffusion 17, en tant que barrière de potentiel électrique, c.à.d. en passant par la couche enterrée 18. Après cela, ce courant électrique est conduit vers l'électrode 15c à travers la zone 12b. À ce moment, le courant électrique incluant une composante perpendiculaire à la surface du substrat est conduit vers la partie de détection magnétique HP. Par conséquent, quand un champ magnétique incluant une composante horizontale par rapport à la surface du substrat est appliqué, un voltage de Hall est généré par l'effet de Hall entre les électrodes 15b et 15d. De cette manière, la composante de champ magnétique horizontale par rapport à la surface du substrat 11 est calculée en détectant ce signal de voltage de Hall généré entre les terminaux V2 et V4. En outre, la direction du courant électrique d'alimentation dans cet élément de Hall 10 est arbitraire, et le champ magnétique (magnétisme) peut aussi être détecté en établissant le courant électrique d'alimentation ci-dessus dans un sens opposé. En outre, le champ magnétique (magnétisme) peut aussi être détecté en inversant le couple de terminaux d'alimentation en courant électrique et le couple de terminaux de détection du voltage de Hall. En outre, le champ magnétique (magnétisme) peut être

similairement détecté quand le sens du courant électrique d'alimentation et inversé, p.ex., dans un cas où le courant électrique d'alimentation circule de l'électrode 15c à l'électrode 15a.

De cette manière, dans le capteur magnétique 100 suivant
5 ce mode de réalisation similaire au premier mode de réalisation, six électrodes 15a à 15f sont aussi formées, et des effets similaires à ceux du premier mode de réalisation peuvent aussi être espérés.

En outre, dans ce mode de réalisation, l'élément de Hall 10
peut être formé en faisant usage d'un procédé bipolaire conventionnel.
10 Le procédé bipolaire est normalement un procédé approprié pour la fabrication de circuits analogues utilisés conventionnellement comme circuits de pilotage de capteur. Donc, l'élément de Hall 10 et un circuit périphérique peuvent être facilement intégrés.

En outre, ce mode de réalisation montre un exemple
15 d'adaptation de zones de diffusion 17, 17a de type P comme première et deuxième barrières de potentiel électrique. Ainsi, l'élément de Hall 10 peut être plus facilement fabriqué, et le coût du capteur magnétique 100 peut être réduit.

En outre, ce mode de réalisation montre un exemple
20 d'adaptation de zones de diffusion 17, 17a de type P comme première et deuxième barrières de potentiel électrique. Toutefois, tel qu'il est montré dans les figs. 6A et 6B, des fosses 19, 19a remplies d'un film isolant peuvent aussi être adoptées en lieu des zones de diffusion 17, 17a du type P. La fosse 19a est agencée dans un mode connecté à la couche
25 enterrée et chaque fosse 19 est étendue dans un mode connecté au substrat semi-conducteur 11a. Le magnétisme peut aussi être détecté avec un tel arrangement de manière similaire à celle dans l'arrangement utilisant des zones de diffusion 17, 17a du type P comme première et deuxième barrières de potentiel électrique. Les figs. 6A et 6B sont des
30 vues montrant un exemple modifié dans lequel la fig. 6A est une vue en

plan et la fig. 6B est une vue en coupe le long de la ligne VIB-VIB de la fig. 6A.

(Troisième mode de réalisation)

Un troisième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base des figs. 7A et 7B. Les figs. 7A et 7B sont des vues montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le deuxième mode de réalisation, où la fig. 7A est une vue en plan et la fig. 7B est une vue en coupe le long de la ligne VIIB-VIIB de la fig. 7A.

Le capteur magnétique suivant le troisième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 des premier et deuxième modes de réalisation.

Tel qu'il est montré dans les figs. 7A et B, le capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation a fondamentalement à peu près la même structure que le capteur magnétique 100 montré dans le premier mode de réalisation, et son mode d'opération est aussi tel qu'il a été mentionné ci-dessus. Dans ce mode de réalisation, un matériau électriquement conducteur 21 en forme de plaque plate fabriqué avec p.ex. de l'aluminium, du silicium polycristallin, etc. est agencé sur un film isolant 20, fabriqué avec p.ex. du PSG, de l'oxyde de silicium, etc. et posé sur le substrat 11 dans une forme couvrant une surface d'élément incluant la zone semi-conductrice 12. En outre, le matériau électriquement conducteur 21 est couplé à un potentiel électrique prédéterminé (p.ex., un potentiel électrique de prise de terre (GND)) à travers des fils conducteurs ensemble avec des couches de diffusion 13,13a.

Des ions de sodium (Na), etc. mobiles existent à l'intérieur d'un film isolant intercalé (p.ex. le film isolant 20) formé sur la surface d'élément, etc. Donc, ces ions mobiles sont déplacés vers l'élément de Hall 10 en conséquence de changements de conductivité électrique, de température, etc. Par conséquence, le potentiel électrique près d'un terminal de sortie de voltage sur la surface du substrat peut devenir

instable, et le très petit signal de voltage de Hall produit par l'élément de Hall 10 fluctuer. Cette fluctuation est appelée changement en fonction du temps ou dérive, et cause une erreur de détection du champ magnétique sur la base de ce voltage. Quand le capteur magnétique 100 est
5 particulièrement utilisé comme capteur angulaire, la détérioration de ces caractéristiques de détection ne peut pas être évitée et est sérieuse.

En contraste avec ceci, dans le capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation, le matériau électriquement conducteur 21 est agencé et couplé, ensemble avec des couches de diffusion 13,13a, à
10 un potentiel électrique prédéterminé, le potentiel électrique d'une surface d'élément étant fixé et son périmètre étant aussi placé dans un environnement électrique stable. En conséquence, le mouvement des ions mobiles est restreint, les fluctuations temporelles et autres causées par ces ions mobiles sont réduites, et la précision de détection du
15 capteur magnétique 100 est bien maintenue. En outre, comme le matériau électriquement conducteur 21 fonctionne aussi comme écran par rapport à des bruits originaires du haut de l'élément, la résistance de l'élément de Hall 10 envers le bruit est aussi augmentée.

Par conséquent, suivant le capteur magnétique 100 dans ce
20 mode de réalisation, une influence due à des ions mobiles, et donc une réduction de la précision de détection, peuvent aussi être réduites, en outre des effets décrits dans le premier mode de réalisation. En outre, la résistance au bruit de l'élément de Hall 10 peut être augmentée.

Quoique dans ce mode de réalisation, le matériau
25 électriquement conducteur 21 est couplé au potentiel de prise de terre, alternativement, le matériau électriquement conducteur 21 peut aussi être couplé au potentiel électrique d'une source d'alimentation électrique.

En outre, dans ce mode de réalisation, les couches de diffusion 13, 13a peuvent aussi couplées à un potentiel électrique
30 prédéterminé, de manière à fermement fixer le potentiel électrique, mais cet arrangement n'est pas indispensable. Si au moins le matériau

électriquement conducteur 21 est couplé à un potentiel électrique prédéterminé, des effets similaires à ceux décrits ci-dessus pourront être obtenus.

En outre, ce mode de réalisation montre un exemple
5 d'agencement du matériau électriquement conducteur 21 par rapport à la structure illustrée dans le premier mode de réalisation. Toutefois, des effets similaires à ceux décrits ci-dessus peuvent aussi être obtenus en agencant le matériau électriquement conducteur 21 dans la structure illustrée dans le deuxième mode de réalisation.

10 (Quatrième mode de réalisation)

Un quatrième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base des figs. 8A et 8B. Les figs. 8A et 8B sont des vues montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le deuxième mode de réalisation, où la fig. 8A est une vue en plan et la fig.
15 8B est une vue en coupe le long de la ligne VIIIB-VIIIB de la fig. 8A.

Le capteur magnétique suivant le quatrième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 des premier à troisième modes de réalisation.

Tel qu'il est montré dans les figs. 8A et 8B, le capteur
20 magnétique 100 suivant ce mode de réalisation a fondamentalement à peu près la même structure que le capteur magnétique 100 montré dans le premier mode de réalisation, et son mode d'opération est aussi tel qu'il a été mentionné ci-dessus. Dans ce mode de réalisation, un film d'oxyde LOCOS 22 est agencé sur le substrat 11 avec une forme couvrant
25 approximativement l'entièreté de la surface de l'élément sauf les zones de contact 14a à 14f.

Le comportement des ions mobiles dans un film isolant intercalaire, etc. formé sur la surface de l'élément a une influence sur la précision de détection de l'élément tel que mentionné ci-dessus. En
30 contraste avec ceci, dans ce mode de réalisation, la surface de l'élément (zone semi-conductrice 12, etc.) est recouverte d'un film d'oxyde LOCOS

22, de manière à protéger cette surface de l'élément. En conséquence, on restreint l'influence des ions mobiles, et donc leur réduction de la précision de détection. En outre, ce film d'oxyde LOCOS 22 peut être (simultanément) formé ensemble avec un film d'oxyde LOCOS utilisé
5 pour la séparation d'éléments dans un circuit périphérique du capteur magnétique 100. Après que l'élément de Hall soit formé, la surface de l'élément est protégée par le film d'oxyde LOCOS HL1 même pendant qu'un traitement par implantation d'ions, un traitement par plasma, etc. est effectué sur la face entière du substrat, p.ex. pour le procédé de
10 fabrication de ce circuit périphérique. Par conséquent, le dommage souffert par cet élément de Hall à cause de ces traitements, etc. est réduit.

Par conséquent, suivant le capteur magnétique 100 dans ce mode de réalisation, l'influence due à des ions mobiles, et donc une
15 réduction de la précision de détection, peuvent aussi être réduites, en outre des effets décrits dans le premier mode de réalisation.

Le film d'oxyde LOCOS 22 peut être simultanément formé ensemble avec un film d'oxyde LOCOS utilisé pour la séparation d'éléments dans un circuit périphérique du capteur magnétique 100. Par
20 conséquent, la surface de l'élément est protégée par le film d'oxyde LOCOS HL1 même pendant qu'un traitement par implantation d'ions, un traitement par plasma, etc. est effectué sur la face entière du substrat, p.ex. pour le procédé de fabrication de ce circuit périphérique après que l'élément de Hall 10 soit formé. Par conséquent, le dommage souffert par
25 cet élément de Hall à cause de ces traitements, etc. est réduit.

Ce mode de réalisation montre un exemple où un film d'oxyde LOCOS 22 est agencé dans une forme couvrant approximativement l'entièreté de la surface de l'élément sauf les zones de contact 14a à 14f. Toutefois, des effets similaires à ceux ci-dessus
30 peuvent être obtenus si le film d'oxyde LOCOS est agencé de manière à couvrir au moins la zone semi-conductrice 12.

En outre, ce mode de réalisation montre un exemple d'agencement du film d'oxyde LOCOS 22 par rapport à la structure illustrée dans le premier mode de réalisation. Toutefois, des effets similaires à ceux décrits ci-dessus peuvent aussi être obtenus en agencant le film d'oxyde LOCOS 22 dans les structures illustrées dans les deuxième et troisième modes de réalisation.

(Cinquième mode de réalisation)

Un cinquième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base des figs. 9A et 9B. Les figs. 9A et 9B sont des vues montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le cinquième mode de réalisation, où la fig. 9A est une vue en plan et la fig. 9B est une vue en coupe le long de la ligne IXB-IXB de la fig. 9A.

Le capteur magnétique suivant le cinquième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 des premier à quatrième modes de réalisation.

Tel qu'il est montré dans les figs. 9A et 9B, le capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation a fondamentalement à peu près la même structure que le capteur magnétique 100 montré dans le premier mode de réalisation, et son mode d'opération est aussi tel qu'il a été mentionné ci-dessus. Dans ce mode de réalisation, des impuretés de type P (p.ex. du bore), en tant que type de conductivité électrique différent à celui de la zone semi-conductrice 12, sont introduites dans le substrat 11, et une couche d'impuretés 23 de type P est formée avec une forme couvrant approximativement l'entièreté de la surface de l'élément sauf les zones de contact 14a à 14f.

Le comportement des ions mobiles dans un film isolant intercalaire, etc. formé sur la surface de l'élément a une influence sur la précision de détection de l'élément tel que mentionné ci-dessus. En contraste avec ceci, dans le capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation, par exemple, l'élément de Hall 10 est préparé pour appliquer un voltage de polarisation à l'inverse entre la couche d'impuretés 23 et la

zone semi-conductrice 12. Par conséquent, la surface de l'élément est protégée par une couche d'appauvrissement formée par l'application de ce voltage près de la jonction PN. En conséquence, l'influence des ions mobiles, et donc une réduction de la précision de détection, sont
5 restreintes.

Par conséquent, suivant le capteur magnétique 100 dans ce mode de réalisation, une influence due à des ions mobiles, et donc une réduction de la précision de détection, peuvent aussi être réduites, en outre des effets décrits dans le premier mode de réalisation.

10 Ce mode de réalisation montre un exemple où la couche d'impuretés 23 est agencée avec une forme couvrant approximativement l'entièreté de la surface de l'élément sauf les zones de contact 14a à 14f. Toutefois, des effets similaires à ceux ci-dessus peuvent être obtenus si la couche d'impuretés 23 est agencée de manière à couvrir au moins la
15 zone semi-conductrice 12.

En outre, ce mode de réalisation montre un exemple d'agencement de la couche d'impuretés 23 par rapport à la structure illustrée dans le premier mode de réalisation. Toutefois, des effets similaires à ceux décrits ci-dessus peuvent aussi être obtenus en
20 agençant la couche d'impuretés 23 dans les structures illustrées dans les deuxième et troisième modes de réalisation.

(Sixième mode de réalisation)

Un sixième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base des figs. 10A et 10B. Les figs. 10A et 10B sont des vues montrant
25 schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le sixième mode de réalisation, où la fig. 10A est une vue en plan et la fig. 10B est une vue typique montrant les connexions entre les éléments respectifs. Dans la fig. 10B, chaque élément de Hall 10 est simplifié, illustrant seulement les terminaux V1 à V4.

Le capteur magnétique suivant le sixième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 des premier à cinquième modes de réalisation.

Tel qu'il est montré dans les figs. 10A et 10B, le capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation est fabriqué en connectant électriquement quatre éléments de Hall 10 (10a à 10d) en parallèle, de manière à réduire un décalage de voltage et en intégrant ces éléments de Hall 10 dans une seule puce. La structure du capteur magnétique 100 suivant chacun des modes de réalisation ci-dessus peut être adoptée comme celle de l'élément de Hall 10. Dans ce mode de réalisation, on adopte la structure montrée dans le premier mode de réalisation (voir figs. 1A et 1B) pour chacun des quatre éléments de Hall 10.

Concrètement, dans les quatre éléments de Hall 10a à 10b formés par le même agencement sur le même substrat 11, les terminaux correspondant au potentiel électrique le plus haut dans chaque couple de terminaux d'alimentation en courant électrique sont collectivement connectés électriquement par des fils conducteurs au terminal D1. Les terminaux correspondant au potentiel électrique le plus bas dans chaque couple de terminaux d'alimentation en courant électrique sont collectivement connectés électriquement par des fils conducteurs au terminal D2. En outre, les terminaux correspondant au potentiel électrique le plus haut dans chaque couple de terminaux de détection du voltage de Hall sont collectivement connectés électriquement par des fils conducteurs au terminal H1. Les terminaux correspondant au potentiel électrique le plus bas sont collectivement connectés électriquement par des fils conducteurs au terminal H2. En fait, le capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation est constitué de telle manière que le courant électrique d'alimentation soit conduit du terminal D1 au terminal D2 et le voltage de Hall généré par ce courant électrique d'alimentation est détecté par les terminaux H1, H2.

Quand l'élément de Hall 10 est produit en masse ou plusieurs éléments de Hall 10 sont formés sur un même substrat 11, une dispersion des voltages de sortie (voltages de Hall) et des décalages de voltage (voltage de déséquilibre) est générée par la dispersion des conditions de cette production, etc. En contraste avec ceci, dans ce mode de réalisation, le capteur magnétique 100 est formé en connectant une pluralité d'éléments de Hall 10 en parallèle. Par conséquent, le voltage de sortie (signal de voltage de Hall) et le décalage de voltage sont moyennés sur l'entièreté du capteur et une haute précision de détection magnétique du capteur magnétique 100 est maintenue.

En outre, dans ce mode de réalisation, dans les éléments de Hall 10a à 10d, des terminaux différents sont connectés respectivement au terminal D1 à haut potentiel électrique et au terminal D2 à bas potentiel électrique du couple de terminaux d'alimentation en courant électrique, et aussi respectivement au terminal H1 à haut potentiel électrique et au terminal H2 à bas potentiel électrique du couple de terminaux de détection de voltage de Hall. Concrètement le terminal V1 de l'élément de Hall 10a, le terminal V2 de l'élément de Hall 10b, le terminal V3 de l'élément de Hall 10c et le terminal V4 de l'élément de Hall 10d sont connectés au terminal D1. En outre, le terminal V3 de l'élément de Hall 10a, le terminal V4 de l'élément de Hall 10b, le terminal V1 de l'élément de Hall 10c et le terminal V2 de l'élément de Hall 10d sont connectés au terminal D2. Le terminal V2 de l'élément de Hall 10a, le terminal V3 de l'élément de Hall 10b, le terminal V4 de l'élément de Hall 10c et le terminal V1 de l'élément de Hall 10d sont connectés au terminal H1. Le terminal V3 de l'élément de Hall 10a, le terminal V1 de l'élément de Hall 10b, le terminal V2 de l'élément de Hall 10c et le terminal V3 de l'élément de Hall 10d sont connectés au terminal H2. De ce fait, les directions d'écoulement du courant électrique d'alimentation sont différentes dans les quatre éléments de Hall 10a à 10d. Dans l'ensemble d'éléments de Hall 10a et 10b, les décalages de voltage générés dans

chaque élément de Hall s'annulent mutuellement. Dans l'ensemble d'éléments de Hall 10c et 10d, les décalages de voltage générés dans chaque élément de Hall s'annulent mutuellement. En fait, des effets similaires à ceux obtenus avec le procédé de rotation de courant dans l'un élément de Hall montré dans le premier mode de réalisation sont obtenus avec une pluralité d'éléments de Hall 10a à 10d.

De cette manière, suivant le capteur magnétique 100 dans ce mode de réalisation, le voltage de sortie du capteur entier peut être moyenné en connectant la pluralité d'éléments de Hall 10a à 10d en parallèle. En outre, le décalage de voltage (voltage de déséquilibre) peut être réduit en le moyennant. De cette manière, le décalage de voltage peut être réduit encore plus par rapport au cas où le décalage de voltage est réduit par le procédé de rotation de courant dans un élément de Hall. De cette manière, une haute précision de détection magnétique du capteur magnétique 100 est maintenue.

Ce mode de réalisation montre un exemple de réduction du décalage de voltage en moyennant le décalage de voltage de quatre éléments de Hall 10a à 10b. Toutefois, le nombre d'éléments de Hall 10 n'est pas limité à quatre. Le nombre d'éléments de Hall 10 peut être placé à un nombre approprié pour annuler le décalage de voltage. Le nombre d'éléments de Hall 10 est convenablement un nombre pair. Tel qu'il est montré dans la fig. 11, des effets similaires peuvent aussi être espérés avec, p.ex. deux éléments de Hall 10e, 10f. Dans ce cas, une constitution physique compacte par rapport à l'exemple adoptant quatre éléments de Hall 10 peut être obtenue. Toutefois, l'effet de moyennner augmente avec le nombre d'éléments de Hall. La fig. 11 est une vue typique montrant un exemple modifié. Un mode approprié pour annuler les décalages de voltages en utilisant deux éléments de Hall 10e, 10f n'est pas limité à l'exemple de la fig. 11.

(Septième exemple de réalisation)

Un septième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base de la fig. 12. La fig. 12 est une vue en plan montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le septième mode de réalisation.

5 Le capteur magnétique suivant le septième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 des premier à sixième modes de réalisation.

Tel qu'il est montré dans la fig. 12, dans ce mode de réalisation, des éléments de Hall 10 agencés de manière à pouvoir
10 détecter des champs magnétiques (les champs magnétiques indiqués par les flèches Bx et By dans la fig. 12) appliqués dans deux directions perpendiculaires l'une à l'autre, c.à.d. au moins deux éléments de Hall 10 agencés avec des orientations perpendiculaires l'une à l'autre, sont intégrés dans une seule puce de manière à former le capteur magnétique
15 100. Dans ce mode de réalisation, un élément magnétique 10 avec la structure (voir les figs. 1A et 1B) illustrée dans le premier mode de réalisation est adopté comme élément de Hall 10.

Dans le capteur magnétique 100 constitué de cette manière, par exemple, un traitement approprié (traitement arithmétique)
20 des signaux de voltage de Hall provenant des deux éléments de Hall 10 agencés orthogonalement est effectué par un circuit périphérique agencé dans le substrat 11, un circuit de traitement de signaux agencé séparément du substrat 11, etc. Donc, le champ magnétique peut être détecté dans toutes les directions dans un plan, c.à.d. sur un angle large
25 de 360°.

Lorsque deux éléments de Hall 10 sont intégrés de cette manière dans une puce on craint que leur complémentarité soit détériorée par la dispersion, etc. de plusieurs types de conditions dans leur procédé de fabrication. Par conséquent, il est souhaitable de les
30 rapprocher mutuellement et d'agencer les deux éléments de Hall 10 dans un intervalle de, p.ex. 100 μm . La dispersion entre les deux éléments de

Hall causée par le procédé de fabrication, etc. est restreinte en établissant un tel agencement, et une meilleure complémentarité est obtenue. En outre, la dispersion entre les deux éléments de Hall est aussi restreinte par rapport à la température environnementale pendant
5 le temps d'utilisation, et une meilleure complémentarité est aussi obtenue dans ce sens.

Par conséquent, suivant le capteur magnétique 100 dans ce mode de réalisation, le champ magnétique peut être détecté dans un angle large de 360° en outre des effets décrits dans le premier mode de
10 réalisation. Une détection bidimensionnelle peut donc être effectuée.

Dans ce mode de réalisation, le capteur magnétique 100 est constitué en intégrant les deux éléments de Hall 10 dans une seule puce de façon à pouvoir détecter le champ magnétique appliqué dans deux axes, l'un perpendiculaire à l'autre. Alternativement, par exemple, des
15 effets correspondant aux effets ci-dessus peuvent aussi être obtenus par deux éléments de Hall 10 agencés de manière à ce qu'ils soient orientés avec un angle aigu l'un par rapport à l'autre.

En outre, ce mode de réalisation montre un exemple adoptant la structure illustrée dans le premier mode de réalisation comme
20 élément de Hall 10. Toutefois, les structures illustrées dans les deuxième à cinquième modes de réalisation peuvent aussi être adoptées. En outre, un nombre pluriel d'ensembles d'éléments de Hall 10 agencés orthogonalement peut être adopté, de manière à combiner aussi la structure montrée dans le sixième mode de réalisation.

25 (Huitième mode de réalisation)

Un huitième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base de la fig. 13. La fig. 13 est une vue en plan montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le
huitième mode de réalisation.

30 Le capteur magnétique suivant le huitième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique

100 des premier à septième modes de réalisation. Par conséquent, dans la description suivante, des explications détaillées des parties communes sont omises, et surtout les parties différentes seront expliquées.

5 Tel qu'il est montré dans la fig. 13, dans ce mode de réalisation, deux éléments de Hall 10 de type vertical agencés orthogonalement sont intégrés dans une puce ensemble avec un élément de Hall 40 de type latéral pour détecter une composante de champ magnétique perpendiculaire à la surface du substrat. Donc, un capteur magnétique tridimensionnel 100 est formé pour détecter des champs
10 magnétiques (champs magnétiques indiqués par Bx, By, Bz dans la fig. 13) provenant de directions sur trois axes perpendiculaires les uns aux autres. Dans ce mode de réalisation, l'élément de Hall 10 de la structure (voir figs. 1A et 1B) illustrée dans le premier mode de réalisation est adopté comme élément de Hall 10. En outre, l'élément de Hall 40 de type
15 latéral a aussi fondamentalement la structure illustré dans les précédentes figs. 27A à 27C. Toutefois, la couche semi-conductrice est ici formée comme une couche de diffusion (puits) au lieu d'un film épitaxial.

 Dans le capteur magnétique 100 constitué de cette
20 manière, par exemple, un traitement approprié (traitement arithmétique) des signaux de voltage de Hall provenant de chacun des éléments de Hall 10, 40 est effectué par un circuit périphérique agencé dans le substrat 11, un circuit de traitement de signaux agencé séparément du substrat 11, etc. Ainsi, apart de pouvoir être détecté sur toutes les
25 directions (directions bidimensionnelles) dans un plan, le champ magnétique peut aussi être détecté sur une direction dans un axe perpendiculaire à ces autres directions. En effet, une détection tridimensionnelle de champ magnétique est réalisée.

 Par conséquent, suivant le capteur magnétique 100 dans ce
30 mode de réalisation, le champ magnétique peut être détecté sur les

directions de trois axes perpendiculaires les uns aux autres en outre des effets décrits dans le premier mode de réalisation.

L'élément de Hall 40 de type latéral peut détecter une composante de champ magnétique perpendiculaire à la surface du substrat. Par conséquent, on peut aussi adopter l'élément de Hall 40 de la structure illustré dans les figs. 27A à 27C et un élément de Hall avec une constitution différente à cet élément de Hall 40.

En outre, ce mode de réalisation montre un exemple adoptant la structure illustrée dans le premier mode de réalisation comme élément de Hall 10. Toutefois, les structures illustrées dans les deuxième à cinquième modes de réalisation peuvent aussi être adoptées. En outre, un nombre pluriel d'ensembles d'éléments de Hall 10 de type vertical agencés orthogonalement peut être adopté, de manière à combiner aussi la structure montrée dans le sixième mode de réalisation. En outre, une pluralité d'éléments de Hall 40 de type latéral peut être adoptée, et une formation en parallèle ainsi que le procédé de rotation de courant peuvent aussi être simultanément réalisés de manière similaire au sixième mode de réalisation.

(Neuvième mode de réalisation)

Un neuvième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base de la fig. 14. La fig. 14 est une vue en plan montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le neuvième mode de réalisation.

Le capteur magnétique suivant le neuvième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 des premier à huitième modes de réalisation.

Tel qu'il est montré dans la fig. 14, dans ce mode de réalisation, des éléments de Hall 10 agencés de manière à pouvoir détecter des champs magnétiques (les champs magnétiques indiqués par les flèches Bx et By dans la fig. 12) appliqués dans deux directions perpendiculaires l'une à l'autre, c.à.d. au moins deux éléments de Hall 10

agencés avec des orientations perpendiculaires l'une à l'autre, sont intégrés dans une seule puce de manière à constituer le capteur magnétique. Toutefois, dans ce mode de réalisation, deux éléments de Hall 10g sont respectivement agencés pour chacun former un couple
5 avec un de deux éléments de Hall 10h agencé avec une orientation opposée dans la même direction. Suivant une telle construction, les voltages de sortie (voltages de Hall) de ces deux éléments de Hall 10 agencés mutuellement opposés et formant un couple sont moyennés, et les sorties de ces éléments de Hall 10 sont commutées, etc. de manière
10 à augmenter la précision de détection du capteur magnétique 100. Dans ce mode de réalisation, l'élément de Hall 10 de la structure (voir figs. 1A et 1B) illustrée dans le premier mode de réalisation est adopté pour tous les éléments de Hall 10.

Par conséquent, suivant le capteur magnétique 100 dans ce
15 mode de réalisation, la précision de détection magnétique du capteur magnétique peut être augmentée en outre des effets décrits dans le premier mode de réalisation.

Ce mode de réalisation montre un exemple dans lequel les deux couples respectivement formés par les deux éléments de Hall 10
20 sont agencés de manière à être orientés à 0° ou 90° par rapport à une face latérale du substrat 11 découpé comme une puce. Toutefois, comme il est montré dans la fig. 15, tant le couple d'éléments de Hall 10g et le couple d'éléments de Hall 10h peuvent aussi être agencés de manière à être inclinés d'un angle de 45° par rapport à une face latérale
25 du substrat 11 découpé comme une puce. Ainsi, les différents types d'efforts mécaniques appliqués de l'extérieur d'un élément ne peuvent facilement exercer aucune influence. En effet, le décalage de voltage de chacun de ces éléments de Hall 10g, 10h est convenablement réduit, et la précision de détection du capteur magnétique 100 peut être encore
30 augmentée. La fig. 15 est une vue en plan montrant un exemple modifié.

En outre, ce mode de réalisation montre un exemple adoptant la structure illustrée dans le premier mode de réalisation comme élément de Hall 10 (10g, 10h). Toutefois, les structures illustrées dans les deuxième à cinquième modes de réalisation peuvent aussi être adoptées. En outre, la structure montrée dans le sixième mode de réalisation peut aussi être combinée.

(Dixième mode de réalisation)

Un dixième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base des figs. 16A et 16B. Les figs. 16A et 16B sont des vues montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le dixième mode de réalisation, où la fig. 16A est une vue en plan et la fig. 16B est une vue en coupe le long de la ligne XVIB-XVIB de la fig. 16A.

Le capteur magnétique suivant le dixième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 des premier à neuvième modes de réalisation.

Tel qu'il est montré dans les figs. 16A et 16B, le capteur magnétique 200 suivant ce mode de réalisation a fondamentalement à peu près la même structure que le capteur magnétique 100 montré dans le premier mode de réalisation. Toutefois, ce mode de réalisation est caractérisé en ce qu'une zone semi-conductrice 112 est divisée en trois parties, et neuf électrodes 115a à 115i sont agencées.

Similairement au capteur magnétique 100 illustré dans le premier mode de réalisation, dans le capteur magnétique 200 suivant ce mode de réalisation, un élément de Hall 110 de type vertical est aussi constitué en formant un élément de Hall 110 d'un type vertical dans un substrat (substrat semi-conducteur) 111 constitué d'un seul type conducteur. L'élément de Hall 110 est formé en utilisant un procédé CMOS.

L'élément de Hall 110 de type vertical est constitué en agençant un substrat de silicium (P-sub) de type P comme substrat 111, ayant, par exemple, une face coupée dans un plan (110), et une zone

semi-conductrice (N-well) 112 de type N formée comme une couche de diffusion (puits) en y introduisant des impuretés conductrices de type N sur une surface de substrat. Cette zone semi-conductrice 112 est formée avec une forme entourée par le substrat 111.

5 Une couche de diffusion (barrière de séparation de diffusion du type P) 113 constitué dans du type P est formé dans le substrat 111 de manière à séparer l'élément de Hall 110 d'autres éléments. Dans une zone (zone active) entourée par cette couche de diffusion 113 sur la surface de la zone semi-conductrice 112, des zones de contact (couche
10 de diffusion N⁺) 114a à 114i sont formées avec une forme appropriée pour augmenter la concentration d'impuretés (type N) sur la même surface. Donc, un contact de préférence ohmique est formé entre ces zones de contact 114a à 114i respectives et les électrodes agencées dans ces zones de contact 114a à 114i.

15 Trois électrodes 115a, 115c, 115i formées le long de la ligne XVIB-XVIB parmi les neuf électrodes 115a à 115i correspondent à un premier groupe d'électrodes. L'électrode 115a à une extrémité du premier groupe d'électrodes est agencée entre deux électrodes 115e, 115f. L'électrode centrale 115c du premier groupe d'électrodes est
20 agencée entre deux électrodes 115g, 115h. L'électrode 115i, à l'autre extrémité du premier groupe d'électrodes, est agencée entre deux électrodes 115b, 115d. En fait, les électrodes 115b, 115d à 115h correspondent à un deuxième groupe d'électrodes.

 En outre, parmi les six électrodes 115b, 115d à 115h
25 constituant le deuxième groupe d'électrodes, les électrodes 115f et 115d (électrodes 115e et 115b) situées aux deux extrémités du même côté d'une ligne droite (ligne XVIB-XVIB) définie par les électrodes du premier groupe d'électrodes sont connectées électriquement par un fil conducteur 116a (fil conducteur 116b) formé sur le substrat en passant par
30 l'électrode 115g (électrode 115h) du côté opposé de la ligne droite (ligne XVIB-XVIB) dans un couple central d'électrodes intercalé entre les

couples d'électrodes des deux extrémités. En outre, parmi les trois électrodes 115a, 115c, 115i constituant le premier groupe d'électrodes, les électrodes 115a, 115i des deux extrémités sont connectées par un fil conducteur 116c formé sur le substrat.

5 Dans ce mode de réalisation, parmi les six électrodes 115b, 115d à 115h constituant le deuxième groupe d'électrodes, les électrodes 115e et 115f, les électrodes 115g et 115h et les électrodes 115b et 115d sont respectivement agencées de manière symétrique linéaire par rapport à la ligne droite (ligne XVIB-XVIB) formée par trois électrodes
10 115a, 115c, 115i constituant le premier groupe d'électrodes. En outre, les fils conducteurs 116a, 116b sont ajustés de manière à ce que leurs résistances soient approximativement égales. Dans ce mode de réalisation ces fils conducteurs sont constitués avec un même matériau (p. ex. aluminium), et sont ajustés de manière à ce que leurs sections et
15 longueurs soient approximativement égales.

En outre, tel qu'il est montré dans la fig. 16A, une zone (zone active) entourée par la couche de diffusion 113 est divisée dans des zones 112a à 112c séparées par des couches de diffusion (barrières de diffusion de type P) 113a, 113b de type P par une séparation par
20 jonction PN en utilisant chaque couche de diffusion. Ici, des couches de diffusion 113a, 113b correspondent à une barrière de potentiel électrique, et ont une profondeur de diffusion moins profonde que celle de la zone semi-conductrice 112, et forment un chemin de courant électrique en restreignant sélectivement le voisinage d'une face inférieure de la zone
25 semi-conductrice 112. En outre, tel qu'il est montré dans la fig. 16B, une zone partitionnée électriquement est aussi formée dans le substrat dans les zones 112a à 112c. La zone partitionnée électriquement dans le substrat dans ces zones 112a à 112c devient une partie de détection magnétique HP. Dans des zones 112a à 112c des zones de contact
30 114a, 114e, 114f (électrodes 115a, 115e, 115f) sont formées dans la zone 112a, des zones de contact 114c, 114g, 114h (électrodes 115c,

115g, 115h) sont formées dans la zone 112b, et des zones de contact 114b, 114d, 114i (électrodes 115b, 115d, 115i) sont formées dans la zone 112c.

En outre, une (115a dans cet exemple) des électrodes
5 115a, 115i des deux extrémités et l'électrode centrale 115c intercalée entre les deux électrodes 115a, 115i du premier groupe d'électrodes sont établies comme premier couple d'électrodes. Un des couples d'électrodes des extrémités du deuxième groupe d'électrodes est établi
10 comme deuxième couple d'électrodes (les couple d'électrodes 115b et 115d dans cet exemple). Tel qu'illustré dans les figs. 16A et 16B, le terminal V1 est électriquement connecté à l'électrode 115a, le terminal V2 est électriquement connecté à l'électrode 115b, le terminal V3 est électriquement connecté à l'électrode 115c, et le terminal V4 est électriquement connecté à l'électrode 115d. Parmi ces quatre terminaux
15 V1 à V4, les terminaux V1 et V3 constituent un couple et les terminaux V2 et V4 constituent un couple.

Par exemple, quand un voltage est appliqué entre les terminaux V1 et V3 formant un couple, et un courant électrique d'alimentation constant est fourni de l'électrode 115a à la zone semi-conductrice 112, le courant électrique d'alimentation circule de la zone de
20 contact 114a à la zone de contact 114c à travers la partie de détection magnétique HP et une partie inférieure de la couche de diffusion 113a. En fait, dans ce cas, le courant électrique comportant une composante perpendiculaire à la surface du substrat est circulé vers la portion de
25 détection magnétique HP. En conséquence, quand un champ magnétique (p.e., le champ magnétique désigné par la flèche B dans la Fig. 16A) incluant une composante parallèle à la surface du substrat est appliqué à la portion de détection magnétique HP de l'élément de Hall 10 dans un état de circulation de ce courant électrique d'alimentation, un
30 voltage de Hall V_H correspondant à ce champ magnétique est généré par l'effet de Hall entre les terminaux V2 et V4 constituant un couple. Par

conséquent, une composante de champ magnétique détectée, c.à.d. une composante de champ magnétique parallèle à la surface du substrat utilisé dans l'élément de Hall 10 est calculée en détectant ce signal de voltage de Hall V_H généré entre ces terminaux V2 et V4. En outre, la direction du courant d'alimentation dans cet élément de Hall 10 est arbitraire, et le champ magnétique (magnétisme) peut aussi être détecté en inversant la direction du courant électrique d'alimentation ci-dessus. En outre, le champ magnétique (magnétisme) peut aussi être détecté en inversant le couple de terminaux d'alimentation en courant et le couple de terminaux de détection du voltage de Hall.

En outre, similairement au premier mode de réalisation, la détection du voltage entre les terminaux V2 et V4 pendant le passage d'un courant électrique d'alimentation du terminal V1 au terminal V3, et la détection du voltage entre les terminaux V3 et V1 pendant le passage d'un courant électrique d'alimentation du terminal V2 au terminal V4 sont réalisées de manière répétée pendant la période prédéterminée, et le décalage de voltage est réduit (annulé).

Ainsi, des effets similaires à ceux du premier mode de réalisation peuvent aussi être espérés avec le capteur magnétique 200 suivant ce mode de réalisation. En outre, puisque le nombre d'électrodes est augmenté par rapport à celui de la structure illustrée dans le premier mode de réalisation, le décalage de voltage est moyenné et la précision de détection magnétique du capteur magnétique 100 peut être améliorée.

En outre, le capteur magnétique 200 suivant ce mode de réalisation est aussi constitué pour effectuer une détection de voltage avec les terminaux V4 et V2 en circulant le courant électrique d'alimentation du terminal V3 au terminal V1, et une détection de voltage avec les terminaux V1 et V3 en circulant le courant électrique d'alimentation du terminal V4 au terminal V2. Le magnétisme (champ magnétique) peut aussi être détecté par ces deux combinaisons tout en annulant le décalage de voltage. En fait, tout mode de pilotage pouvant

détecter le magnétisme (champ magnétique) en commutant le couple de terminaux (couple d'électrodes) pour le courant électrique d'alimentation et la direction d'écoulement du courant électrique d'alimentation (en effectuant une rotation de courant), tout en réduisant (annulant) le
5 décalage de voltage, peut être adopté. Par exemple, tel qu'il a été montré dans le premier mode de réalisation, le décalage de voltage peut aussi être réduit (annulé) en faisant passer le courant électrique d'alimentation suivant quatre combinaisons différentes (voir fig. 3) et calculant la moyenne du voltage de Hall.

10 Les structures illustrées dans chacun des deuxième à neuvième modes de réalisation peuvent aussi être adoptées pour le capteur magnétique 200 suivant ce mode de réalisation.

En outre, dans ce mode de réalisation, la zone semi-conductrice 112 est divisée en trois zones 112a à 112c. Une électrode du
15 premier groupe d'électrodes est intercalée entre deux électrodes du deuxième groupe d'électrodes dans chacune des zones 112a à 112c. Dans les zones 112a et 112b (zones 112b et 112c) adjacentes l'une de l'autre, les électrodes 115f et 115g (électrodes 115g et 115d) et les électrodes 115e et 115h (électrodes 115h et 115b) situées d'un et autre
20 côté d'une ligne droite (ligne XVIB-XVIB) définie par les premières électrodes 115a, 115c, 115i sont respectivement connectés par des fils conducteurs 116a, 116b. En fait, en outre de par la structure illustrée dans ce mode de réalisation, des effets similaires à ceux de ce mode de réalisation peuvent aussi être espérés avec, p.ex. une structure dans
25 laquelle la zone semi-conductrice 12 est divisée dans un nombre impair de parties, et des électrodes de chaque côté d'une ligne droite définie par une première électrode, dans des zones adjacentes, sont connectés électriquement par un fil conducteur.

(Onzième mode de réalisation)

30 Un onzième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base des figs. 17A et 17B. Les figs. 17A et 17B sont des vues

montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le dixième mode de réalisation, où la fig. 17A est une vue en plan et la fig. 17B est une vue en coupe le long de la ligne XVIIB-XVIIB de la fig. 17A.

5 Le capteur magnétique suivant l'onzième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 du premier mode de réalisation.

 Tel qu'il est montré dans les figs. 17A et 17B, le capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation a fondamentalement à
10 peu près la même structure que le capteur magnétique 100 montré dans le premier mode de réalisation, et son mode d'opération est aussi tel que mentionné ci-dessus. Dans ce mode de réalisation, similaire aux figs. 4A et 4B montrées dans le premier mode de réalisation, une fosse 19a est adoptée comme barrière de potentiel électrique, et la zone semi-
15 conductrice 12 est entourée par une fosse 19. Les surfaces des fosses 19, 19a sont couvertes avec une couche de diffusion 24 du type P.

 Ici, dans le cas d'une structure dans laquelle les fosses 19, 19a viennent directement en contact avec la zone semi-conductrice 12, on peut craindre des fluctuations des porteurs de charge conduits vers la
20 zone semi-conductrice 12 à cause d'un film isolant (p.ex. un film d'oxyde), etc. dans les fosses 19, 19a, causant du bruit. Ceci est à cause de la formation d'un excès de liaisons libres dans les atomes de silicium formant le substrat 11 causé par la formation des fosses 19, 19a dans le substrat 11. En contraste avec ceci, dans ce mode de réalisation, les
25 surfaces des fosses 19, 19a sont couvertes par une couche de diffusion 24 d'un type de conductivité électrique différent à celui de la zone semi-conductrice 12, et une polarité inversée par rapport à celle de la zone semi-conductrice 12 est appliquée à la couche de diffusion 24. Par conséquent, la fluctuation dans les porteurs de charge conduits vers la
30 zone semi-conductrice 12 peut être réduite par une séparation à jonction PN.

Ce mode de réalisation montre un exemple d'agencement de la couche de diffusion 24 par rapport à la structure (figs. 4A et 4B) montrée dans le premier mode de réalisation. Toutefois, des effets similaires à ceux ci-dessus peuvent aussi être obtenus sur la structure (figs. 6A et 6B) illustrée dans le deuxième mode de réalisation en y agencant la couche de diffusion 24.

(Douzième mode de réalisation)

Un onzième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base des figs. 18A et 18B. Les figs. 18A et 18B sont des vues montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le dixième mode de réalisation, où la fig. 18A est une vue en plan et la fig. 18B est une vue en coupe le long de la ligne XVIII B-XVIII B de la fig. 18A.

Le capteur magnétique suivant le dixième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 du premier mode de réalisation. Par conséquent, dans la description suivante, des explications détaillées des parties communes sont omises, et surtout les parties différentes seront expliquées.

Tel qu'il est montré dans les figs. 18A et 18B, le capteur magnétique 100 suivant ce mode de réalisation a fondamentalement à peu près la même structure que le capteur magnétique 100 montré dans le premier mode de réalisation, et son mode d'opération est aussi tel que mentionné ci-dessus. Dans ce mode de réalisation, le substrat 11 est constitué par un substrat de support 11c formé par, p.ex. du silicium de type N, une couche isolante 11d agencée sur le substrat de support 11c et formée par, p.ex. un film d'oxyde de silicium, et une couche semi-conductrice 11e formée par, p.ex. croissance épitaxiale sur la couche isolante 11d et le substrat de support 11c et constitué par du silicium de type P. Une zone semi-conductrice 12 de type N est constituée dans une couche superficielle face arrière d'une face de connexion avec la couche

semi-conductrice 11e sur la couche isolante 11d comme substrat semi-conducteur.

Ainsi, une structure similaire à celle du substrat 11 illustré dans le premier mode de réalisation peut aussi être réalisée par rapport à la couche semi-conductrice 11e (la couche semi-conductrice 11e du substrat 11 à structure de silicium sur isolant de ce mode de réalisation) constitué sur le substrat de support 11c et la couche isolante 11d.

En outre, dans ce mode de réalisation, tel qu'il est montré dans la fig. 18B, le substrat de support 11c est fixé sur un potentiel électrique prédéterminé (potentiel électrique de prise de terre dans la fig. 18B). Lorsqu'une telle structure est adoptée, un bruit provenant du bas du substrat 11 (élément de Hall 10) est arrêté et l'élément de Hall peut aussi être protégé du bruit. En particulier, la résistance de l'élément de Hall au bruit peut être encore améliorée dans une combinaison avec une structure d'écran de protection par rapport au bruit provenant du haut du substrat 11 tel que montrée dans les troisième à cinquième modes de réalisation. Le potentiel électrique prédéterminé n'est pas limité au potentiel électrique de prise de terre, mais peut aussi être fixé sur, p. ex. le potentiel électrique d'une source d'énergie électrique.

Ce mode de réalisation montre un exemple d'adoption d'un substrat 11 (couche semi-conductrice 11e) à structure de silicium sur isolant par rapport à la structure montrée dans le premier mode de réalisation. Toutefois, des combinaisons avec les structures montrées dans chacun des modes de réalisation ci-dessus peuvent être faites. Par exemple, tel qu'illustré dans la fig. 19, une structure similaire à celle de la couche semi-conductrice 11b montrée dans le deuxième mode de réalisation peut aussi être réalisée dans la couche semi-conductrice 11e du substrat 11 constitué par un substrat de support 11c formé par, p.ex. du silicium de type P, une couche isolante 11d agencée sur le substrat de support 11c et formée par, p.ex. un film d'oxyde de silicium, et une couche semi-conductrice 11e formée par, p.ex. croissance épitaxiale sur

le substrat de support 11c et la couche isolante 11d est constitué de silicium de type N. Dans la fig. 19, similaire aux figs. 6A et 6B du deuxième mode de réalisation, des fosses 19, 19a remplies d'un film isolant sont adoptées comme première et deuxième barrières de potentiel électrique. Le magnétisme peut être détecté par une telle structure de manière similaire au deuxième mode de réalisation. En outre, tel qu'il est montré dans le onzième mode de réalisation, comme les surfaces des fosses 19, 19a sont recouvertes par la couche de diffusion 24, la fluctuation dans les porteurs de charge conduits vers la zone semi-conductrice peut être restreinte. En addition aux fosses 19, 19a, des zones de diffusion 17, 17a de type P peuvent aussi être adoptées comme les première et deuxième barrières de potentiel électrique comme mentionné ci-dessus. La fig. 19 est une vue en section montrant un exemple modifié.

En outre, dans une structure pour former les fosses 19, 19a dans la couche semi-conductrice 11e formant le substrat 11, tel qu'illustré dans la fig. 20, il est préférable que la profondeur de la fosse 19 formant la première barrière de potentiel électrique soit ajustée pour être plus profonde que celle de la fosse 19a formant la deuxième barrière de potentiel électrique. Quand une telle structure est établie, la direction et amplitude d'écoulement du courant électrique d'alimentation peuvent être restreintes encore plus par la fosse 19. Par conséquent, le courant électrique d'alimentation est facilement conduit dans la direction longitudinale dans la partie de détection magnétique HP, et on peut espérer former un capteur magnétique 100 de haute précision. De tels effets ne sont pas limités à la couche semi-conductrice 11b du substrat 11 montrée dans ce mode de réalisation. De tels effets peuvent aussi être appliqués à la couche semi-conductrice 11b du substrat 11 montré dans le deuxième mode de réalisation. En outre, quoique la structure ci-dessus est appliquée aux fosses 19, 19a, la structure peut aussi être

appliquée aux première et deuxième barrières de potentiel électrique. La fig. 20 est une vue en section montrant un exemple modifié.

(Treizième mode de réalisation)

Un treizième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base de la fig. 21. La fig. 21 est une vue en plan montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le neuvième mode de réalisation.

Le capteur magnétique suivant le treizième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 du premier mode de réalisation.

Le premier mode de réalisation montre un exemple dans lequel une électrode 15a (15c) du premier groupe d'électrodes, dans une zone partitionnée 12a (12b) dans la zone semi-conductrice 12, et un couple d'électrodes 15e, 15f (15b, 15d) du deuxième groupe d'électrodes, entre lesquels cette électrode 15a (15c) est intercalée, sont agencés dans une ligne droite le long de la couche de diffusion 13a formant une barrière de potentiel électrique dans une direction planaire du substrat 11. Dans l'élément de Hall 10 de type vertical, la forme de l'élément de Hall 10 (l'agencement de l'électrode) a une forme déformée par rapport à la forme idéale (p.ex. l'élément de Hall latéral montré dans la fig. 27A). Ainsi, dans la forme déformée, l'effet de Lorentz près de l'électrode est dévié et une zone affaiblissant un champ électrique de Hall à proximité de l'électrode augmente. Ainsi, une courbe est créée dans le passage du courant électrique en utilisant le champ magnétique. Comme résultat, la résistance augmente, et la sensibilité est réduite par rapport à la forme idéale.

Par conséquent, dans ce mode de réalisation, tel qu'il est montré dans la fig. 21, les positions des électrodes respectives 15a à 15f sont établies telles que, parmi les électrodes 15b, 15d à 15f constituant le deuxième groupe d'électrodes, la distance dans la direction planaire du substrat 11 entre les électrodes 15b et 15e et celle entre les électrodes

15d et 15f placées du même côté d'une ligne droite définie par les électrodes 15a, 15c constituant un premier groupe d'électrodes (premier couple d'électrodes) devient plus petite que la distance entre les électrode 15a et 15c constituant le premier groupe d'électrodes. Plus

5 concrètement, tel qu'il est illustré dans la fig. 21, les électrodes 15a, 15c constituant le premier groupe d'électrodes (premier couple d'électrodes) sont formées approximativement dans les positions centrales (lignes de tirets illustrées dans la fig. 21) des zones respectives 12a, 12b dans la direction dans laquelle la zone semi-conductrice 12 est partitionnée par la

10 couche de diffusion 13a en tant que barrière de potentiel électrique. En contraste avec ceci, les électrodes respectives 15b, 15d à 15f constituant le deuxième groupe d'électrodes sont formées de manière à approcher le côté de la couche de diffusion 13a (barrière de potentiel électrique) à partir des positions approximativement centrales des zones respectives

15 12a, 12b dans la direction du partitionnement par la couche de diffusion 13a comme barrière de potentiel électrique. En contraste avec ceci, des électrodes respectives 15b, 15d à 15f constituant le deuxième groupe d'électrodes sont formées de manière à approcher le côté de la couche de diffusion 13a (barrière de potentiel électrique) à partir des positions

20 approximativement centrales des zones respectives 12a, 12b dans la direction du partitionnement par la couche de diffusion 13a comme barrière de potentiel électrique. En conséquence, la distance entre les électrodes 15b et 15e et la distance entre les électrodes 15d et 15f sont respectivement plus courtes que la distance entre les électrodes 15a et

25 15c. Quand une telle structure est adoptée, l'influence d'un effet de forme de l'élément ci-dessus peut être réduite en comparaison avec une structure (la structure dans laquelle la distance entre les électrodes 15b et 15e (entre les électrodes 15d et 15f) situées du même côté est égale à la distance entre les électrodes 15a et 15c constituant le premier groupe

30 d'électrodes) dans laquelle une électrode 15a (15c) du premier groupe d'électrodes et un couple d'électrodes 15e, 15f (15b, 15d) du deuxième

groupe d'électrodes sont agencés dans une ligne droite dans des zones respectives 12a, 12b. En fait, la sensibilité du capteur magnétique 100 (élément de Hall 10) peut être améliorée.

En outre, ce mode de réalisation montre un exemple
5 d'application de l'agencement de chacune des électrodes 15a à 15f à la structure illustrée dans le premier mode de réalisation. Toutefois, des effets similaires aux effets ci-dessus peuvent être aussi obtenus en appliquant l'agencement des électrodes 15a à 15f illustré dans ce mode de réalisation à la structure montrée dans chacun des modes de
10 réalisation sauf le dixième mode de réalisation.

(Quatorzième mode de réalisation)

Un quatorzième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base de la fig. 22. La fig. 22 est une vue en plan montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le
15 neuvième mode de réalisation. Dans la fig. 22, pour faciliter la compréhension, une zone de contact 14 est omise de l'illustration.

Le capteur magnétique suivant le quatorzième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 du premier mode de réalisation.

20 Le premier mode de réalisation montre un exemple dans lequel une électrode 15a (15c) du premier groupe d'électrodes (premier couple d'électrodes) et un couple d'électrodes 15e, 15f (15b, 15d) du deuxième groupe d'électrodes entre lesquelles cette électrode 15a est intercalée sont agencées dans la zone partitionnée 12a (12b) de la zone
25 semi-conductrice 12. En contraste avec ceci, dans ce mode de réalisation, tel qu'illustré dans la fig. 22, les électrodes 15i, 15j (15g, 15h) sont agencées dans la zone partitionnée 12a (12b) de telle manière qu'une électrode 15a (15c) du premier groupe d'électrode et un couple d'électrodes 15e, 15f (15b, 15d) du deuxième groupe d'électrodes entre
30 lesquelles cette électrode 15a (15c) est intercalée sont intercalées entre ces électrodes 15i, 15j (15g, 15h). Au moins un couple d'électrodes

(désigné à partir d'ici comme couple d'électrodes auxiliaires 15i, 15j (15g, 15h)) formé par les électrodes 15i, 15j (15g, 15h) est formé par rapport à chaque électrode 15a (15c) du premier groupe d'électrodes. L'électrode 15a (15c) est respectivement connectée électriquement à un couple
5 d'électrodes auxiliaires 15g, 15h (15i, 15j) entre lesquelles l'autre électrode 15c (15a) du premier groupe est intercalée par des fils conducteurs 16c, 16d. Le capteur magnétique 100 constitué de cette manière a la même opération et mode de pilotage que la structure illustrée dans le premier mode de réalisation.

10 Quand une telle structure est établie, des dispersions dans la forme et taille des électrodes 15 sont moyennées et le décalage de voltage (voltage de déséquilibre) est réduit tout en étant moyenné en comparaison avec une structure n'ayant pas de couple d'électrodes auxiliaires 15i, 15j (15g, 15h). Par conséquent, la précision de détection
15 magnétique du capteur magnétique 100 est bien maintenue.

 La structure illustrée dans la fig. 22 montre un exemple d'agencement respectif d'un couple d'électrodes auxiliaires 15i, 15j (15g, 15h) de manière correspondante avec une électrode 15a (15c) du premier groupe d'électrodes (premier couple d'électrodes). Toutefois, un
20 agencement de plusieurs couples d'électrodes auxiliaires par rapport à une électrode 15a (15c) (p.ex., un autre couple d'électrodes auxiliaires est agencé entre lesquelles les électrodes 15i, 15j peuvent être intercalées) peut aussi être établi. Ainsi, même avec plusieurs couples d'électrodes auxiliaires (autant de doublures), l'électrode 15a (15c) peut
25 être respectivement connectée électriquement à tous les couples d'électrodes auxiliaires entre lesquelles l'autre électrode 15c (15a) du premier groupe d'électrodes est intercalée.

 En outre, la suivante structure de connexion peut aussi être établie dans une structure dans laquelle l'au moins un couple
30 d'électrodes auxiliaires mentionné ci-dessus est formé par rapport à chaque électrode 15a (15c) du premier groupe d'électrodes en addition

aux électrodes 15a à 15f des premier et deuxième groupes d'électrodes. Concrètement, tel qu'illustré dans la fig. 23, elle pourrait être établie dans une structure dans laquelle les électrodes correspondantes 15a, 15c sont différentes, et des électrodes (électrodes 15i et 15h et électrodes 15j et 15g) ordonnées de manière à être placées d'un et autre côté d'une ligne droite définie par le premier groupe d'électrodes sont respectivement connectées électriquement par des fils conducteurs 16e, 16f agencés sur le substrat 11 de manière à former des couples d'électrodes auxiliaires (couple d'électrodes auxiliaires 15i, 15j et couple d'électrodes auxiliaires 15g, 15h) dans lesquelles le nombre d'électrodes qu'y sont intercalées est égal. Dans une telle structure, un couple d'électrodes parmi le couple d'électrodes 15a, 15c constituant le premier groupe d'électrodes, et un couple d'électrodes auxiliaires 15i, 15j (couple d'électrodes auxiliaires 15g, 15h) ensemble avec un couple d'électrodes 15b, 15d (15e, 15f) constituant du deuxième groupe d'électrodes et le nombre d'électrodes 15 qu'y sont intercalées, est adopté comme couple d'électrodes d'alimentation en courant électrique. L'autre est adopté comme couple d'électrodes de détection du voltage de Hall. Quand un tel agencement est mis en œuvre, le décalage de voltage peut être réduit ainsi que le champ magnétique (magnétisme) détectable. La fig. 23 est une vue en plan montrant un exemple modifié.

Par exemple, lorsqu'un voltage est appliqué entre le terminal V1 et le terminal V3 constituant un couple et un courant électrique d'alimentation constant est fourni de l'électrode 15a à la zone semi-conductrice 12, le courant électrique d'alimentation est conduit vers l'électrode 15c à travers la partie de détection magnétique HP et une partie inférieure de la couche de diffusion 13a. En fait, le courant électrique incluant une composante perpendiculaire à la surface du substrat est conduit à la partie de détection magnétique HP. Ainsi, quand le champ magnétique (le champ magnétique désigné par la flèche B dans la fig. 23) incluant une composante parallèle à la surface du

substrat est appliqué à la partie de détection magnétique HP de l'élément de Hall 10 dans un état d'écoulement de ce courant électrique d'alimentation, un voltage de Hall V_H correspondant à ce champ magnétique est généré par l'effet de Hall entre le terminal V2 et le terminal V4 constituant un couple et entre le terminal V5 et le terminal V6 constituant un couple. Par conséquent, un champ magnétique à détecter, c.à.d, une composante de champ magnétique parallèle à la surface du substrat utilisé dans l'élément de Hall 10 est calculée en détectant (ajoutant) les signaux de voltage de Hall générés entre les terminaux V2, V4 et les terminaux V5, V6. En outre, la direction d'écoulement du courant électrique d'alimentation est arbitraire dans cet élément de Hall 10, et le champ magnétique (magnétisme) peut aussi être détecté en inversant la direction du courant électrique d'alimentation ci-dessus. En outre, le champ magnétique (magnétisme) peut aussi être détecté en inversant le couple de terminaux d'alimentation en courant électrique et le couple de terminaux de détection du voltage de Hall. Lorsque les terminaux V1, V3 sont adoptés pour la détection, la composante de champ magnétique à détecter est calculée en appliquant respectivement des voltages entre le terminal V2 et le terminal V4 et entre le terminal V5 et le terminal V6, et en détectant (ajoutant) les signaux de voltage de Hall correspondants respectivement générés aux terminaux V1, V3. Dans cette structure, similairement au premier mode de réalisation, le décalage de voltage peut aussi être réduit (annulé) en commutant un couple d'électrodes d'alimentation en courant électrique et un couple de détection du voltage de Hall dans une période prédéterminée.

Dans la structure illustrée dans la fig. 23, similairement à la structure illustrée dans la fig. 22, une structure pour agencer plusieurs couples d'électrodes auxiliaires (p.ex., un couple d'électrodes auxiliaires est agencé entre lesquels les électrodes 15i, 15j peuvent être intercalées) par rapport à une électrode 15a (15c) peut aussi être adoptée. Ainsi, même avec une pluralité de couples d'électrodes

auxiliaires (autant de doublures), une structure peut être adoptée dans laquelle les électrodes correspondantes 15a, 15c sont différentes et les électrodes agencées de manière à ce que une ligne droite définie par le premier groupe d'électrodes soient intercalée entre elles sont
5 respectivement connectées électriquement de manière à former des couples d'électrodes avec un même nombre d'électrodes 15 qu'y soient intercalées. Les couples d'électrodes auxiliaires peuvent alors être adoptés comme couples d'électrodes d'alimentation en courant électrique ou comme couples d'électrodes de détection du voltage de Hall
10 ensemble avec un couple d'électrodes du deuxième groupe d'électrodes.

En outre, ce mode de réalisation montre un exemple d'agencement d'un couple d'électrodes auxiliaires 15i, 15j (15g, 15h) par rapport à la structure illustrée dans le premier mode de réalisation. Toutefois, des effets similaires aux effets ci-dessus peuvent aussi être
15 obtenus en appliquant le couple d'électrodes auxiliaires 15i, 15j (15g, 15h) montré dans ce mode de réalisation à la structure montrée dans chacun des modes de réalisation sauf pour le dixième mode de réalisation.

(Quinzième mode de réalisation)

20 Un quinzième mode de réalisation sera expliqué ensuite sur la base de la fig. 24. La fig. 24 est une vue en plan montrant schématiquement l'agencement d'un capteur magnétique suivant le neuvième mode de réalisation. Dans la fig. 24, pour faciliter la compréhension, une zone de contact 14 est omise de l'illustration.

25 Le capteur magnétique suivant le quinzième mode de réalisation a plusieurs parties en commun avec le capteur magnétique 100 du septième mode de réalisation. Par conséquent, dans la description suivante, des explications détaillées des parties communes sont omises, et surtout les parties différentes seront expliquées.

30 Le septième mode de réalisation (Fig. 12) montre un exemple dans lequel deux éléments de Hall 10 sont agencées de

manière perpendiculaire l'un à l'autre de manière à détecter des champs magnétiques appliqués dans des directions perpendiculaires l'une à l'autre. En contraste avec ceci, dans ce mode de réalisation, une des électrodes du premier groupe d'électrodes est utilisée en commun dans
5 deux éléments de Hall 10 agencés orthogonalement.

Concrètement, comme illustré dans la fig. 24, l'électrode 15a (15a') du premier groupe d'électrodes est utilisée en commun dans deux éléments de Hall 10, 10' agencés orthogonalement. En outre, le couple d'électrodes 15e, 15f et le couple d'électrodes 15e', 15f' sont
10 respectivement agencés de manière à être perpendiculaires l'un à l'autre avec l'électrode 15a (15a') entre eux. Les zones partitionnées 12a, 12a' sont intégrées l'une à l'autre, et prennent une forme de croix planaire. En outre, la zone 12b est agencée de manière à être opposée à la zone 12a et la zone 12b' est agencée de manière à être opposée à la zone 12a'.
15 Les électrodes 15b et 15f sont électriquement connectées par le fil conducteur 16a et les électrodes 15d et 15e sont électriquement connectées par le fil conducteur 16b de manière à y intercaler une ligne droite définie par les électrodes 15a, 15c du premier groupe d'électrodes de l'élément de Hall 10. En outre, les électrodes 15b' et 15f' sont
20 électriquement connectées par le fil conducteur 16a' et les électrodes 15d' et 15e' sont électriquement connectées par le fil conducteur 16b' de manière à y intercaler une ligne droite définie par les électrodes 15a', 15c' du premier groupe d'électrodes de l'élément de Hall 10'.

Dans le capteur magnétique 100 constitué de cette
25 manière, par exemple, un traitement approprié (traitement arithmétique) des signaux de voltage de Hall provenant des deux éléments de Hall 10, 10' agencés orthogonalement est effectué par un circuit périphérique agencé dans le substrat 11, un circuit de traitement de signaux agencé séparément du substrat 11, etc. Donc, le champ magnétique peut être
30 détecté dans toutes les directions dans un plan, c.à.d. sur un angle large

de 360°. En fait, une détection bidimensionnelle peut être effectuée en addition aux effets décrits dans le premier mode de réalisation.

En outre, dans les deux éléments de Hall 10, 10' agencés orthogonalement, la taille du substrat 11 (c.à.d., la constitution physique du capteur magnétique 100) dans la direction planaire peut être compacte par rapport à une structure sans utilisation commune d'une des électrodes du premier groupe d'électrodes.

Ce mode de réalisation montre un exemple dans lequel une des électrodes constituant le premier groupe d'électrodes est utilisée de manière commune dans les deux éléments de Hall 10, 10' agencés orthogonalement. Alternativement, par exemple, il est aussi possible d'adopter une structure pour utiliser de manière commune une des électrodes constituant le premier groupe d'électrodes dans deux éléments de Hall 10, 10' agencés de manière à se croiser avec un angle aigu, et des effets correspondant aux effet ci-dessus peuvent être obtenus.

En outre, ce mode de réalisation montre un exemple pour adopter la structure montrée dans le premier mode de réalisation comme élément de Hall. Toutefois, une combinaison avec la structure montrée dans chacun des modes de réalisation ci-dessus peut être faite. Par exemple, tel qu'illustré dans la fig. 25, la structure montrée dans l'onzième mode de réalisation peut aussi être adoptée comme l'élément de Hall. Dans la fig. 25 ; l'électrode 115c (115c') du premier groupe d'électrodes est utilisée de manière commune dans deux éléments de Hall 110, 110' agencés orthogonalement. Le couple d'électrodes 115g, 115h et le couple d'électrodes 115g', 115h' sont agencés respectivement de manière à être perpendiculaires l'un à l'autre avec l'électrode 115c (115c') entre eux, et les zones partitionnées 112b, 112b' sont intégrées l'une à l'autre, et prennent une forme de croix planaire. En outre, les zones 112a, 112c opposées à la zone 112b sont agencées avec la zone 112b entre elles, et les zones 112a', 112c' opposées à la zone 112b' sont

agencées avec la zone 112b' entre elles. Les électrodes 115b, 115h, 115e sont électriquement connectés par le fil conducteur 116b et les électrodes 115d, 115g, 115f sont électriquement connectées par un fil conducteur 116a de manière à ce qu'une ligne droite définie par le premier groupe d'électrodes 115a, 115c, 115i constituant l'élément de Hall 110 y soit intercalée. En outre, les électrodes 115a et 115i sont connectées électriquement par le fil conducteur 116c. Similairement, les électrodes 115b', 115h', 115e' sont électriquement connectés par le fil conducteur 116b' et les électrodes 115d', 115g', 115f' sont électriquement connectées par un fil conducteur 116a' de manière à ce qu'une ligne droite définie par le premier groupe d'électrodes 115a', 115c', 115i' constituant l'élément de Hall 110' y soit intercalée. En outre, les électrodes 115a' et 115i' sont connectées électriquement par le fil conducteur 116c'. Dans ce cas, dans les deux éléments de Hall 110, 110' orthogonalement agencés, la taille du substrat 111 (c.à.d., la constitution physique du capteur magnétique 200) dans la direction planaire peut aussi être disposée de manière compacte par rapport à une structure sans utilisation commune d'une des électrodes du premier groupe d'électrodes. La fig. 25 est une vue en plan montrant un exemple modifié. La fig. 25 montre un exemple dans lequel l'électrode 115c (115c') située dans trois centres dans le premier groupe d'électrode est utilisée en commun. Toutefois, une électrode (p.ex., les électrodes 115 et 115a') située dans une partie d'extrémité peut aussi être utilisée en commun.

Le matériau du substrat est du silicium, avec lequel l'élément de Hall 10 est constitué. Toutefois, un matériau autre que du silicium peut aussi être utilisé suivant le procédé de fabrication, une condition structurelle, etc. Par exemple, un composé chimique semi-conducteur tel que GaAs, InSb, InAs, etc. et Ge, etc. peut aussi être convenablement adopté. En particulier, GaAs et InAs sont des matériaux excellents dans leurs caractéristiques de température, et sont appropriés

pour augmenter la sensibilité des éléments de Hall 10, 110 (capteurs magnétiques 100, 200) montrés dans les modes de réalisation présents.

Le matériau du substrat est du silicium, et le plan azimutal du silicium et le plan (100). Toutefois, du silicium ayant un plan (110) et un plan (111) comme face coupée peut aussi être adoptée en addition au plan (100) en considération des caractéristiques d'un procédé de fabrication, un circuit, autres dispositifs, etc.

La divulgation ci-dessus a les aspects suivants.

Suivant un premier aspect de la présente divulgation, un capteur magnétique inclut : un substrat, une région semi-conductrice disposée dans le substrat et ayant un type conducteur prédéterminé, une partie de détection de champ magnétique disposée dans la région semi-conductrice, un couple de premières électrodes disposées sur une surface de la région semi-conductrice, et deux couples de deuxièmes électrodes disposées sur la surface de la région semi-conductrice, où une des premières électrodes est intercalée entre un couple de deuxièmes électrodes, et l'autre des premières électrodes est intercalée entre l'autre couple de deuxièmes électrodes. L'un couple de deuxièmes électrodes inclut des premier et deuxième terminaux, et l'autre couple de deuxièmes électrodes inclut des troisième et quatrième terminaux. Les premier et troisième terminaux sont disposées d'un côté d'une ligne reliant les premières électrodes, et les deuxième et quatrième terminaux sont disposés de l'autre côté de la ligne. Les premier et quatrième terminaux sont connectés électriquement avec un premier fil conducteur, et les deuxième et troisième terminaux sont connectés électriquement avec un deuxième fil conducteur. La partie de détection de champ magnétique, les premières électrodes et les deuxièmes électrodes forment un élément de Hall vertical. L'élément de Hall vertical génère un voltage de Hall correspondant à un champ magnétique lorsque le champ magnétique parallèle à la surface du substrat est appliqué à la partie de détection de champ magnétique, et un courant d'alimentation est fourni à

la partie de détection de champ magnétique. Unes des premières et deuxièmes électrodes fournissent le courant d'alimentation et les autres des premières et deuxièmes électrodes détectent le voltage de Hall.

Dans le capteur ci-dessus, le voltage de Hall est détecté en
5 commutant les premières et deuxièmes électrodes entre électrodes d'alimentation en courant et électrodes de détection de voltage de Hall de manière a ce qu'un décalage de voltage du capteur soit réduit.

Alternativement, une distance entre les premier et troisième
10 terminaux peut être sensiblement égale à la distance entre les deuxième et quatrième terminaux, et une distance entre les premières électrodes peut être plus longue que la distance entre les premier et troisième terminaux. Dans ce cas l'influence de la forme du capteur est réduite de manière à améliorer la sensibilité du capteur.

Alternativement, l'un couple de deuxièmes électrodes peut
15 inclure en outre des cinquième et sixième terminaux, et l'autre couple de deuxièmes électrodes inclut en outre des septième et huitième terminaux. Les premier et deuxième terminaux et l'une des premières électrodes sont intercalés entre le cinquième et sixième terminaux, et le troisième et quatrième terminaux et l'autre des premières électrodes sont
20 intercalés entre les septième et huitième terminaux. Les cinquième et septième terminaux sont disposés sur un côté de la ligne reliant les premières électrodes, et les sixième et huitième terminaux sont disposés de l'autre côté de la ligne. Les cinquième et huitième terminaux sont connectés électriquement avec un troisième fil conducteur, et les sixième
25 et septième terminaux sont connectés électriquement avec un quatrième fil conducteur. Dans ce cas, la forme et dimensions des électrodes sont variées de manière à uniformiser et réduire un décalage de voltage, c.à.d., un voltage de déséquilibre. Ainsi, la précision de détection de champ magnétique est améliorée.

30 Alternativement, l'une des premières électrodes peut inclure des premier, deuxième et troisième contacts, et l'autre des premières

électrodes peut inclure des quatrième, cinquième et sixième contacts. Le premier contact est intercalé entre les premier et deuxième terminaux, et le quatrième contact est intercalé entre les troisième et quatrième terminaux. Les premier et deuxième terminaux et le premier contact sont
5 intercalés entre les deuxième et troisième contacts, et les troisième et quatrième terminaux et le quatrième contact sont intercalés entre les cinquième et sixième contacts. Les premier et troisième terminaux et les deuxième et cinquième contacts sont disposés d'un côté de la ligne reliant les premier et quatrième contacts, et les deuxième et quatrième
10 terminaux et les troisième et sixième contacts sont disposés de l'autre côté de la ligne. Les premier, cinquième et sixième contacts sont connectés électriquement avec un cinquième fil conducteur, et les deuxième, troisième et quatrième contacts sont connectés électriquement avec un sixième fil conducteur. Dans ce cas, la précision
15 de détection du champ magnétique est améliorée.

Alternativement, les premier et deuxième terminaux peuvent être agencés d'une manière symétrique linéaire par rapport à la ligne reliant les premières électrodes, et les troisième et quatrième terminaux peuvent être agencés d'une manière symétrique linéaire par rapport à la
20 ligne. Dans ce cas, le décalage de voltage est fort réduit.

Alternativement, le capteur peut inclure en outre une barrière de séparation disposée dans la région semi-conductrice. Le substrat inclut un substrat semi-conducteur ayant un premier type conducteur. La région semi-conductrice est une couche de diffusion
25 ayant un deuxième type conducteur. La barrière de séparation a une profondeur moindre que la profondeur de la région semi-conductrice. La barrière de séparation divise électriquement la région semi-conductrice dans des première et deuxième régions semi-conductrices. L'une des premières électrodes et les premier et deuxième terminaux sont disposés
30 dans la première région semi-conductrice. L'autre des premières électrodes et les troisième et quatrième terminaux sont placés dans la

deuxième région semi-conductrice. Dans ce cas, le capteur peut être fabriqué par un procédé CMOS conventionnel, de manière à ce qu'un circuit périphérique et le capteur soient facilement intégrés dans une seule puce. Ainsi, le coût de fabrication est réduit.

5 Alternativement, la barrière de séparation peut être une couche de diffusion ayant le premier type conducteur.

 Alternativement, la barrière de séparation peut être une région de fosse de séparation ayant une fosse et un film isolant dans la fosse. En outre, la région de fosse de séparation peut inclure en outre un
10 film de diffusion ayant le premier type conducteur, et le film de diffusion recouvre une paroi intérieure de la fosse de manière à ce que le film isolant soit disposé dans la fosse sur le film de diffusion. Dans ce cas, une jonction PN entre le film de diffusion et la région semi-conductrice limite la fluctuation de porteurs de charge dans la région semi-
15 conductrice.

 Alternativement, le substrat peut inclure en outre un substrat de support et une couche d'isolation. Le substrat semi-conducteur, la couche d'isolation et le substrat de support sont empilés dans cet ordre, et la région semi-conductrice est disposée dans le
20 substrat semi-conducteur. En outre, le substrat de support peut avoir un potentiel électrique fixe prédéterminé. Dans ce cas un bruit provenant du côté inférieur du substrat peut être bloqué de manière à ce que l'élément de Hall soit protégé du bruit.

 Alternativement, le capteur peut inclure en outre des
25 première et deuxième barrières de séparation disposées dans le substrat et connectées l'une à l'autre. Le substrat inclut un substrat de support ayant un premier type conducteur et une couche semi-conductrice ayant un deuxième type conducteur. La couche semi-conductrice est disposée sur le substrat de support. La région semi-conductrice est disposée dans
30 la couche semi-conductrice. La première barrière de séparation entoure la région semi-conductrice de telle manière que la première barrière de

séparation sépare électriquement la région semi-conductrice de la couche semi-conductrice. La deuxième barrière de séparation est disposée dans la région semi-conductrice de manière à ce que la deuxième barrière de séparation pourvoie un chemin de courant près d'un fond de la région semi-conductrice. La deuxième barrière de séparation divise la région semi-conductrice dans des première et deuxième régions semi-conductrices. L'une des premières électrodes et les premier et deuxième terminaux sont disposés dans la première région semi-conductrice. L'autre des premières électrodes et les troisième et quatrième terminaux sont disposés dans la deuxième région semi-conductrice. Dans ce cas, le capteur peut être fabriqué par un procédé bipolaire conventionnel, lequel est convenablement utilisé pour un circuit analogue comme circuit de pilotage pour le capteur. Ainsi, le capteur et un circuit périphérique sont facilement intégrés. En outre, le capteur peut être utilisé ensemble avec un circuit à bas bruit de manière à ce que le capteur aille une caractéristique de bas bruit et haute précision.

Alternativement, le capteur peut inclure en outre une couche encastrée disposée entre la couche semi-conductrice et le substrat de support. La couche encastrée a le deuxième type conducteur et une concentration d'impuretés plus haute qu'une concentration d'impuretés de la région semi-conductrice. La couche encastrée pourvoie le chemin de courant, et la deuxième barrière de séparation contacte la couche encastrée. Dans ce cas, le courant d'alimentation s'écoule de manière appropriée à travers le chemin de courant.

Alternativement, la première barrière de séparation peut avoir une profondeur supérieure à la profondeur de la deuxième barrière de séparation.

Alternativement, le capteur peut inclure en outre des première et deuxième barrières de séparation disposées dans le substrat et connectées l'une à l'autre. Le substrat inclut une couche semi-conductrice ayant un premier type conducteur, une couche d'isolation et

un substrat de support ayant un deuxième type conducteur. La couche semi-conductrice, la couche d'isolation et le substrat de support sont empilés dans cet ordre. La région semi-conductrice est disposée dans la couche semi-conductrice. La première barrière de séparation entoure la région semi-conductrice de telle manière que la première barrière de séparation sépare électriquement la région semi-conductrice de la couche semi-conductrice. La deuxième barrière de séparation est disposée dans la région semi-conductrice de manière à ce que la deuxième barrière de séparation pourvoie un chemin de courant près d'un fond de la région semi-conductrice. La deuxième barrière de séparation divise la région semi-conductrice dans des première et deuxième régions semi-conductrices. L'une des premières électrodes et les premier et deuxième terminaux sont disposés dans la première région semi-conductrice, et l'autre des premières électrodes et les troisième et quatrième terminaux sont disposés dans la deuxième région semi-conductrice. En outre, le substrat de support peut avoir un potentiel électrique fixe prédéterminé.

Alternativement, le capteur peut inclure en outre une électrode planaire disposée sur la surface du substrat. L'électrode planaire est électriquement séparée du substrat avec un film d'isolation. En outre, l'électrode planaire peut couvrir au moins la région semi-conductrice, et l'électrode planaire a un potentiel électrique fixe prédéterminé.

Alternativement, le capteur peut inclure en outre un film d'oxyde de champ ayant une structure LOCOS disposé sur la surface du substrat. Le film d'oxyde de champ couvre au moins la région semi-conductrice.

Alternativement, le capteur peut inclure en outre un film de premier type conducteur disposé sur la surface du substrat. Le film de premier type conducteur couvre au moins la région semi-conductrice.

Alternativement, le capteur peut inclure en outre : une pluralité de régions semi-conductrices, une pluralité de parties de détection de champ magnétique, une pluralité de couples de premières électrodes disposées sur la surface de la région semi-conductrice, et une

5 pluralité de paires de couples de deuxièmes électrodes disposées sur la surface de la région semi-conductrice. Chaque portion de détection de champ magnétique, chaque couple de premières électrodes et chaque paire de couples de deuxièmes électrodes pourvoient un élément de Hall vertical de manière qu'une pluralité d'éléments de Hall verticaux est

10 disposée dans le substrat, et les éléments de Hall verticaux sont connectés électriquement en parallèle ensemble de façon à ce qu'un décalage de voltage du capteur soit réduit. En outre, une ligne reliant les premières électrodes dans un des éléments de Hall verticaux peut être parallèle à une autre ligne reliant les premières électrodes dans un autre

15 des éléments de Hall verticaux. En outre, le substrat peut former une puce semi-conductrice ayant quatre côtés, et un angle entre l'une ligne dans l'un des éléments de Hall verticaux et un côté de la puce semi-conductrice est presque 45 degrés.

Alternativement, une ligne reliant les premières électrodes

20 dans un des éléments de Hall verticaux peut être perpendiculaire à une autre ligne reliant les premières électrodes dans un autre des éléments de Hall verticaux. En outre, le capteur peut inclure en outre un élément de Hall latéral pour détecter un champ magnétique perpendiculaire à la surface du substrat. Chaque élément de Hall vertical détecte le champ

25 magnétique parallèle à la surface du substrat, et les éléments de Hall verticaux et l'élément de Hall latéral détectent le champ magnétique tridimensionnellement. Alternativement, les premières électrodes dans l'un des éléments de Hall verticaux peuvent être communes avec les premières électrodes dans l'autre des éléments de Hall verticaux.

30 Suivant un deuxième aspect de la présente divulgation, un capteur magnétique inclut : un substrat, une région semi-conductrice

disposée dans le substrat et ayant un type conducteur prédéterminé, une partie de détection de champ magnétique disposée dans la région semi-conductrice, une première électrode ayant des premier, deuxième et troisième contacts disposés sur une surface de la région semi-conductrice et alignés sur une ligne reliant les premier et troisième contacts de façon à ce que le deuxième contact soit intercalé entre les premier et troisième contacts, et une deuxième électrode ayant des premier à sixième terminaux disposés sur la surface de la région semi-conductrice, où le premier contact est intercalé entre les premier et deuxième terminaux, le deuxième contact est intercalé entre les troisième et quatrième terminaux, et le troisième contact est intercalé entre les cinquième et sixième terminaux. Les premier, troisième et cinquième terminaux sont disposés d'un côté d'une ligne reliant les premier et troisième contacts, et les deuxième, quatrième et sixième terminaux sont disposés de l'autre côté de la ligne. Les premier, quatrième et cinquième terminaux sont connectés électriquement avec un septième fil conducteur, et les deuxième, troisième et sixième terminaux sont connectés électriquement avec un huitième fil conducteur. La partie de détection de champ magnétique, la première électrode et la deuxième électrode pourvoient un élément de Hall vertical. L'élément de Hall vertical génère un voltage de Hall correspondant à un champ magnétique lorsque le champ magnétique parallèle à la surface du substrat est appliqué à la partie de détection magnétique, et un courant d'alimentation est fourni à la partie de détection magnétique. Une des première et deuxième électrodes fournit le courant d'alimentation et l'autre des première et deuxième électrodes détecte le voltage de Hall.

Dans le capteur ci-dessus, le voltage de Hall est détecté en commutant les première et deuxième électrodes entre électrode d'alimentation en courant et électrode de détection de voltage de Hall de manière à ce qu'un décalage de voltage du capteur soit réduit.

Alternativement, les premier et deuxième terminaux peuvent être agencés d'une manière symétrique linéaire par rapport à la ligne reliant les premier et deuxième contacts, les troisième et quatrième terminaux peuvent être agencés d'une manière symétrique linéaire par rapport à la ligne, et les cinquième et sixième terminaux peuvent être agencés d'une manière symétrique linéaire par rapport à la ligne.

Alternativement, le capteur peut inclure en outre une barrière de séparation disposée dans la région semi-conductrice. Le substrat inclut un substrat semi-conducteur ayant un premier type conducteur. La région semi-conductrice est une couche de diffusion ayant un deuxième type conducteur. La barrière de séparation a une profondeur moindre que la profondeur de la région semi-conductrice. La barrière de séparation divise électriquement la région semi-conductrice dans des première à troisième régions semi-conductrices. Le premier contact et les premier et deuxième terminaux sont disposés dans la première région semi-conductrice. Le deuxième contact et les troisième et quatrième terminaux sont placés dans la deuxième région semi-conductrice. Le troisième contact et les cinquième et sixième terminaux sont placés dans la troisième région semi-conductrice.

Suivant un troisième aspect de la présente divulgation, un procédé pour détecter un champ magnétique inclut : fournir un courant d'alimentation à une partie de détection de champ magnétique, où la partie de détection de champ magnétique est disposée dans une région semi-conductrice ayant un type conducteur prédéterminé, et où la région semi-conductrice est disposée dans un substrat, et détecter un voltage de Hall correspondant au champ magnétique parallèle à la surface du substrat et appliqué à la partie de détection magnétique. Un couple de premières électrodes est disposé sur la surface de la région semi-conductrice. Deux couples de deuxièmees électrodes sont disposés sur la surface de la région semi-conductrice. Une des premières électrodes est intercalée dans un couple de deuxièmees électrodes, et l'autre des

premières électrodes est intercalée dans l'autre couple de deuxièmes électrodes. L'un couple de deuxièmes électrodes inclut des premier et deuxième terminaux, et l'autre couple de deuxièmes électrodes inclut des troisième et quatrième terminaux. Les premier et troisième terminaux sont disposés d'un côté d'une ligne reliant les premières électrodes, et les deuxième et quatrième terminaux sont disposés de l'autre côté de la ligne. Les premier et quatrième terminaux sont connectés électriquement avec un premier fil conducteur, et les deuxième et troisième terminaux sont électriquement connectés avec un deuxième fil conducteur. La partie de détection de champ magnétique, les premières électrodes et les deuxièmes électrodes pourvoient un élément de Hall vertical. Le courant d'alimentation est fourni à la partie de détection magnétique à travers les unes des premières et deuxièmes électrodes, de façon à ce qu'un des premières et secondes électrodes pourvoient des électrodes d'alimentation en courant. Le voltage de Hall est détecté à travers les autres des premières et deuxièmes électrodes de façon à ce que les autres des premières et deuxièmes électrodes pourvoient des électrodes de détection de voltage de Hall. Le procédé inclut en outre : commuter les unes des premières et deuxièmes électrodes d'électrodes d'alimentation en courant à électrodes de détection du voltage de Hall, et commuter les autres des premières et deuxièmes électrodes d'électrodes de détection de voltage de Hall en électrodes d'alimentation en courant.

Dans le capteur ci-dessus, le voltage de Hall est détecté en commutant les premières et deuxièmes électrodes entre électrodes d'alimentation en courant et électrodes de détection de voltage de Hall de manière à ce qu'un décalage de voltage du capteur soit réduit.

Alternativement, le courant d'alimentation peut être un courant constant prédéterminé. Alternativement, les premier et deuxième terminaux peuvent être agencés de manière symétrique linéaire par rapport à la ligne reliant les premières électrodes, et les troisième et

quatrième terminaux peuvent être agencés de manière symétrique linéaire par rapport à la ligne.

Suivant un quatrième aspect de la présente divulgation, un procédé pour détecter un champ magnétique inclut : fournir un courant d'alimentation à une partie de détection de champ magnétique, où la partie de détection de champ magnétique est disposée dans une région semi-conductrice ayant un type conducteur prédéterminé, et où la région semi-conductrice est disposée dans un substrat, et détecter un voltage de Hall correspondant au champ magnétique parallèle à la surface du substrat et appliqué à la partie de détection magnétique. Une première électrode comporte des premier, deuxième et troisième contacts disposés sur la surface de la région semi-conductrice et alignés sur une ligne reliant les premier et troisième contacts de manière à ce que le deuxième contact soit intercalé entre les premier et troisième contacts.

Une deuxième électrode comporte des premier à sixième terminaux disposés sur la surface de la région semi-conductrice. Le premier contact est intercalé entre les premier et deuxième terminaux, le deuxième contact est intercalé entre les troisième et quatrième terminaux, et le troisième contact est intercalé entre les cinquième et sixième terminaux.

Les premier, troisième et cinquième terminaux sont disposés d'un côté d'une ligne reliant les premier et troisième contacts, et les deuxième, quatrième et sixième terminaux sont disposés de l'autre côté de la ligne. Les premier, quatrième et cinquième terminaux sont connectés électriquement avec un septième fil conducteur, et les deuxième, troisième et sixième terminaux sont électriquement connectés avec un huitième fil conducteur. La partie de détection de champ magnétique, la première électrode et la deuxième électrode pourvoient un élément de Hall vertical. Le courant d'alimentation est fourni à la partie de détection magnétique à travers l'une des première et deuxième électrodes, de façon à ce que l'une des première et deuxième électrodes forme une électrode d'alimentation en courant. Le voltage de Hall est détecté à

travers l'autre des première et deuxième électrodes de façon à ce que l'autre des première et deuxième électrodes forme une électrode de détection de voltage de Hall. Le procédé inclut en outre : commuter l'une des première et deuxième électrode d'électrode d'alimentation en courant
5 à électrode de détection du voltage de Hall, et commuter l'autre des première et deuxième électrodes d'électrode de détection de voltage de Hall en électrode d'alimentation en courant.

Dans le procédé ci-dessus, le voltage de Hall est détecté en commutant les première et deuxième électrodes entre électrode
10 d'alimentation en courant et électrode de détection de voltage de manière à ce qu'un décalage de voltage du capteur soit réduit.

Quoique l'invention a été décrite avec référence à ses modes de réalisation préférés, il doit être entendu que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisations et structures préférés. L'invention
15 est envisagée couvrir des différentes modifications et agencements équivalents. En addition, quoique ces différentes combinaisons et configurations soient préférées, d'autres combinaisons et configurations, incluant plus, moins ou un seul élément, sont aussi dans l'esprit et la portée de l'invention.

TRADUCTION DES DESSINS

Fig. 3 :

« CURRENT DIRECTION » : DIRECTION DU COURANT

5 « V_H DETECTION » : DÉTECTION DE V_H

Fig. 5B :

« BURRIED LAYER » : COUCHE ENTÉRRÉE

Fig. 6B :

« BURRIED LAYER » : COUCHE ENTÉRRÉE

10 Fig. 26A :

« PRIOR ART » : ART ANTERIEUR

Fig. 26B :

« PRIOR ART » : ART ANTERIEUR

« BURRIED LAYER » : COUCHE ENTÉRRÉE

15

REVENDECATIONS**1. Un capteur magnétique comprenant :**

- un substrat (11, 111),
 une région semi-conductrice (12, 112) disposée dans le substrat (11, 111) et ayant un type conducteur prédéterminé,
 5 une partie de détection de champ magnétique (HP) disposée dans la région semi-conductrice (12, 112),
 un couple de premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') disposées sur une surface de la région
 10 semi-conductrice (12, 112), et
 deux couples de deuxièmes électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h') disposées sur la surface de la région semi-conductrice (12, 112), où une des premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') est
 15 intercalée entre un couple de deuxièmes électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h'), et l'autre des premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') est intercalée entre l'autre couple de deuxièmes électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h'), où
 20 l'un couple de deuxièmes électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h') inclut des premier et deuxième terminaux (15e, 15e', 15f, 15f', 115e, 115e', 115f, 115f'), et l'autre couple de deuxièmes électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h') inclut des troisième et quatrième terminaux (15b, 15b', 15d, 15d', 115g, 115g', 115h, 115h'),
 25 le premier et troisième terminaux (15b, 15b', 15e, 15e', 115e, 115e', 115g, 115g') sont disposées d'un côté d'une ligne reliant les premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i'), et les deuxième et quatrième terminaux (15d, 15d', 15f, 15f', 115f, 115f', 115h, 115h') sont disposés de l'autre côté de la ligne,

- les premier et quatrième terminaux (15d, 15d', 15e, 15e', 115e, 115e', 115h, 115h') sont connectés électriquement avec un premier fil conducteur (16b, 16b', 116b, 116b'), et les deuxième et troisième terminaux (15b, 15b', 15f, 15f', 115f, 115f', 115g, 115g') sont connectés électriquement avec un deuxième fil conducteur (16a, 16a', 116a, 116a'),
- 5 la partie de détection de champ magnétique (HP), les premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') et les deuxièmes électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h') forment un élément de Hall vertical
- 10 (10,110),
- l'élément de Hall vertical (10,110) génère un voltage de Hall correspondant à un champ magnétique lorsque le champ magnétique parallèle à la surface du substrat (11,111) est appliqué à la partie de détection magnétique (HP), et un courant d'alimentation est fourni à la
- 15 partie de détection magnétique (HP), et
- unes des premières et deuxièmes électrodes (15a-15j, 15a'-15f', 115a-115i, 115a'-115i') fournissent le courant d'alimentation et les autres des premières et deuxièmes électrodes (15a-15j, 15a'-15f', 115a-115i, 115a'-115i') détectent le voltage de Hall,
- 20 caractérisé en ce que
- l'un couple de deuxièmes électrodes (15b, 15d-15j) inclut en outre des cinquième et sixième terminaux (15i-15j), et l'autre couple de deuxièmes électrodes (15b, 15d-15j) inclut en outre des septième et huitième terminaux (15g-15h),
- 25 les premier et deuxième terminaux (15e, 15f) et l'une des premières électrodes (15a, 15c) sont intercalés entre le cinquième et sixième terminaux (15i-15j), et le troisième et quatrième terminaux (15b, 15d) et l'autre des premières électrodes (15a, 15c) sont intercalés entre les septième et huitième terminaux (15g-15h),

les cinquième et septième terminaux (15g, 15i) sont disposés sur un côté de la ligne reliant les premières électrodes (15a, 15c), et les sixième et huitième terminaux (15h, 15j) sont disposés de l'autre côté de la ligne, et les cinquième et huitième terminaux (15h, 15i) sont connectés électriquement avec un troisième fil conducteur (16f), et les sixième et septième terminaux (15g, 15j) sont connectés électriquement avec un quatrième fil conducteur (16e).

2. Le capteur suivant la revendication 1, où une distance entre les premier et troisième terminaux (15b, 15e) est sensiblement égale à la distance entre les deuxième et quatrième terminaux (15d, 15f), et une distance entre les premières électrodes (15a, 15c) est plus longue que la distance entre les premier et troisième terminaux (15b, 15e).

3. Un capteur magnétique comprenant :
un substrat (11, 111),
une région semi-conductrice (12, 112) disposée dans le substrat (11, 111) et ayant un type conducteur prédéterminé,
une partie de détection de champ magnétique (HP) disposée dans la région semi-conductrice (12, 112),
un couple de premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') disposées sur une surface de la région semi-conductrice (12, 112), et
deux couples de deuxième électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h') disposées sur la surface de la région semi-conductrice (12, 112), où
l'un couple de deuxième électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h') inclut des premier et deuxième terminaux (15e, 15e', 15f, 15f', 115e, 115e', 115f, 115f'), et l'autre couple de deuxième électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-

115h, 115d'-115h') inclut des troisième et quatrième terminaux (15b, 15b', 15d, 15d', 115g, 115g', 115h, 115h'),

le premier et troisième terminaux (15b, 15b', 15e, 15e', 115e, 115e', 115g, 115g') sont disposés d'un côté d'une ligne reliant les premières

5 électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i'), et les deuxième et quatrième terminaux (15d, 15d', 15f, 15f', 115f, 115f', 115h, 115h') sont disposés de l'autre côté de la ligne,

les premier et quatrième terminaux (15d, 15d', 15e, 15e', 115e, 115e', 115h, 115h') sont connectés électriquement avec un premier fil

10 conducteur (16b, 16b', 116b, 116b'), et les deuxième et troisième terminaux (15b, 15b', 15f, 15f', 115f, 115f', 115g, 115g') sont connectés électriquement avec un deuxième fil conducteur (16a, 16a', 116a, 116a'),

la partie de détection de champ magnétique (HP), les premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i,

15 115i') et les deuxièmes électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f, 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h') forment un élément de Hall vertical (10,110),

l'élément de Hall vertical (10,110) génère un voltage de Hall correspondant à un champ magnétique lorsque le champ magnétique

20 parallèle à la surface du substrat (11,111) est appliqué à la partie de détection magnétique (HP), et un courant d'alimentation est fourni à la partie de détection magnétique (HP), et

l'une des premières et deuxièmes électrodes (15a-15j, 15a'-15f, 115a-115i, 115a'-115i') fournissent le courant d'alimentation et l'autre des

25 premières et deuxièmes électrodes (15a-15j, 15a'-15f, 115a-115i, 115a'-115i') détectent le voltage de Hall où

l'une des premières électrodes (15a, 15c, 15g-15j) inclut des premier, deuxième et troisième contacts (15a, 15i, 15j), et l'autre des premières électrodes (15a, 15c, 15g-15j) inclut des quatrième, cinquième et sixième

30 contacts (15c, 15g, 15h),

le premier contact (15a) est intercalé entre les premier et deuxième terminaux (15e, 15f), et le quatrième contact (15c) est intercalé entre les troisième et quatrième terminaux (15b, 15d),
 les premier et deuxième terminaux (15e, 15f) et le premier contact (15a)
 5 sont intercalés entre les deuxième et troisième contacts (15i, 15j), et les troisième et quatrième terminaux (15b, 15d) et le quatrième contact (15c) sont intercalés entre les cinquième et sixième contacts (15g, 15h),
 les premier et troisième terminaux (15b, 15e) et les deuxième et cinquième contacts (15g, 15i) sont disposés d'un côté de la ligne reliant
 10 les premier et quatrième contacts (15a, 15c), et les deuxième et quatrième terminaux (15d, 15f) et les troisième et sixième contacts (15h, 15j) sont disposés de l'autre côté de la ligne, et
 les premier, cinquième et sixième contacts (15a, 15g, 15h) sont connectés électriquement avec un cinquième fil conducteur (16c), et les
 15 deuxième, troisième et quatrième contacts (15c, 15i, 15j) sont connectés électriquement avec un sixième fil conducteur (16d).

4. Le capteur suivant une quelconque des revendications 1-3, où
 les premier et deuxième terminaux (15e, 15e', 15f, 15f', 115e, 115e',
 20 115f, 115f') sont agencés d'une manière symétrique linéaire par rapport à la ligne reliant les premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i'), et
 les troisième et quatrième terminaux (15b, 15b', 15d, 15d', 115g, 115g', 115h, 115h') peuvent être agencés d'une manière symétrique linéaire par
 25 rapport à la ligne.

5. Le capteur suivant une quelconque des revendications 1-4, comprenant en outre :
 une barrière de séparation (13, 19, 113) disposée dans la région semi-conductrice (12, 112), où

- le substrat (11, 111) inclut un substrat semi-conducteur (11a, 11e, 111) ayant un premier type conducteur,
la région semi-conductrice (12, 112) est une couche de diffusion ayant un deuxième type conducteur,
- 5 la barrière de séparation (13, 19, 113) a une profondeur moindre que la profondeur de la région semi-conductrice (12, 112),
la barrière de séparation (13, 19, 113) divise électriquement la région semi-conductrice (12, 112) dans des première et deuxième régions semi-conductrices (12a, 13b, 112a, 112a', 112b, 112b'),
- 10 l'une des premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') et les premier et deuxième terminaux (15e, 15e', 15f, 15f', 115e, 115e', 115f, 115f') sont disposés dans la première région semi-conductrice (12a, 12a', 112a, 112a'), et
l'autre des premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') et les troisième et quatrième terminaux
- 15 (15b, 15b', 15d, 15d', 115g, 115g', 115h, 115h') sont placés dans la deuxième région semi-conductrice (12b, 12b', 112b, 112b').
6. Le capteur suivant la revendication 5, où
la barrière de séparation (13, 113) est une couche de diffusion ayant le
- 20 premier type conducteur.
7. Le capteur suivant la revendication 5, où
la barrière de séparation (19) est une région de fosse de séparation (19, 24) ayant une fosse (19) et un film isolant (19) dans la fosse (19).
8. Le capteur suivant la revendication 7, où
- 25 la région de fosse de séparation (19, 24) inclut en outre un film de diffusion (24) ayant le premier type conducteur, et
le film de diffusion (24) recouvre une paroi intérieure de la fosse (19) de manière à ce que le film isolant (19) soit disposé dans la fosse (19) sur le film de diffusion (24).

9. Le capteur suivant une quelconque des revendications 5-8, où
- le substrat (11) inclut en outre un substrat de support (11c) et une couche d'isolation (11d),
- 5 le substrat semi-conducteur (11e), la couche d'isolation (11d) et le substrat de support (11c) sont empilés dans cet ordre, et la région semi-conductrice (12) est disposée dans le substrat semi-conducteur (11e).
10. Le capteur suivant la revendication 7, où
- 10 le substrat de support (11c) a un potentiel électrique fixe prédéterminé.
11. Le capteur suivant une quelconque des revendications 1-4, comprenant en outre :
- des première et deuxième barrières de séparation (13, 13a, 17, 17a, 19, 19a) disposées dans le substrat (11) et connectées l'une à l'autre, où
- 15 le substrat (11) inclut un substrat de support (11a, 11c) ayant un premier type conducteur et une couche semi-conductrice (11b, 11e) ayant un deuxième type conducteur,
- la couche semi-conductrice (11b, 11e) est disposée sur le substrat de support (11a, 11c),
- 20 la région semi-conductrice (12) est disposée dans la couche semi-conductrice (11b, 11e),
- la première barrière de séparation (13, 17, 19) entoure la région semi-conductrice (12) de telle manière que la première barrière de séparation (13, 17, 19) sépare électriquement la région semi-conductrice (12) de la
- 25 couche semi-conductrice (11b, 11e),
- la deuxième barrière de séparation (13a, 17a, 19a) est disposée dans la région semi-conductrice (12) de manière à ce que la deuxième barrière de séparation (13a, 17a, 19a) pourvoie un chemin de courant près d'un fond de la région semi-conductrice (12),

la deuxième barrière de séparation (13a, 17a, 19a) divise la région semi-conductrice (12) dans des première et deuxième régions semi-conductrices (12a, 12b),

5 l'une des premières électrodes (15a, 15c) et les premier et deuxième terminaux (15e, 15f) sont disposés dans la première région semi-conductrice (12a), et

l'autre des premières électrodes (15a, 15c) et les troisième et quatrième terminaux (15b, 15d) sont disposés dans la deuxième région semi-conductrice (12b).

10 12. Le capteur suivant la revendication 11, comprenant en outre :

une couche encastrée (18) disposée entre la couche semi-conductrice (11b) et le substrat de support (11a), où

15 la couche encastrée a le deuxième type conducteur (18) et une concentration d'impuretés plus haute qu'une concentration d'impuretés de la région semi-conductrice (12),

la couche encastrée (18) pourvoie le chemin de courant, et

la deuxième barrière de séparation (17a) contacte la couche encastrée (18).

20 13. Le capteur suivant les revendications 11 ou 12, où la deuxième barrière de séparation (13a, 17a) est une couche de diffusion ayant le premier type conducteur.

14. Le capteur suivant les revendications 11 ou 12, où la deuxième barrière de séparation (19) est une région de fosse de
25 séparation (19) ayant une fosse (19) et un film isolant (19) dans la fosse (19).

15. Le capteur suivant les revendications 11 ou 12, où la première barrière de séparation (13, 17, 19) a une profondeur supérieure à la profondeur de la deuxième barrière de séparation (13a,
30 17a, 19a).

16. Le capteur suivant une quelconque des revendications 1-4, comprenant en outre :
- des première et deuxième barrières de séparation (13, 13a) disposées dans le substrat (11) et connectées l'une à l'autre, où
- 5 le substrat (11) inclut une couche semi-conductrice (11e) ayant un premier type conducteur, une couche d'isolation (11d) et un substrat de support (11c) ayant un deuxième type conducteur, la couche semi-conductrice (11e), la couche d'isolation (11d) et le substrat de support (11c) sont empilés dans cet ordre,
- 10 la région semi-conductrice (12) est disposée dans la couche semi-conductrice (11e), la première barrière de séparation (13) entoure la région semi-conductrice (12) de telle manière que la première barrière de séparation (13) sépare électriquement la région semi-conductrice (12) de la couche
- 15 semi-conductrice (11e), la deuxième barrière de séparation (13a) est disposée dans la région semi-conductrice (12) de manière à ce que la deuxième barrière de séparation (13a) pourvoie un chemin de courant près d'un fond de la région semi-conductrice (12),
- 20 la deuxième barrière de séparation (13a) divise la région semi-conductrice (12) dans des première et deuxième régions semi-conductrices (12a, 12b), l'une des premières électrodes (15a, 15c) et les premier et deuxième terminaux (15e, 15f) sont disposés dans la première région semi-
- 25 conductrice (12a), et l'autre des premières électrodes (15a, 15c) et les troisième et quatrième terminaux (15b, 15d) sont disposés dans la deuxième région semi-conductrice (12b).
17. Le capteur suivant la revendication 16, où
- 30 le substrat de support (11c) a un potentiel électrique fixe prédéterminé.

18. Le capteur suivant les revendications 16 ou 17, où les première et deuxième barrières de séparation (13, 13a) sont des couches de diffusion ayant le premier type conducteur.

5 19. Le capteur suivant les revendications 16 ou 17, où les première et deuxième barrières de séparation sont des régions de fosse de séparation ayant une fosse et un film isolant dans la fosse.

20. Le capteur suivant la revendication 19, où la région de fosse de séparation inclut en outre un film de diffusion ayant le premier type conducteur, et
10 le film de diffusion recouvre une paroi intérieure de la fosse de manière à ce que le film isolant soit disposé dans la fosse sur le film de diffusion.

21. Le capteur suivant une quelconque des revendications 16-20, où la première barrière de séparation (13) a une profondeur supérieure à la
15 profondeur de la deuxième barrière de séparation (13a).

22. Le capteur suivant l'une quelconque des revendications 1-21, comprenant en outre : une électrode planaire (21) disposée sur la surface du substrat (11), où l'électrode planaire (21) est électriquement séparée du substrat (11) avec
20 un film d'isolation (20).

23. Le capteur suivant la revendication 22, où l'électrode planaire (21) couvre au moins la région semi-conductrice (12), et l'électrode planaire (21) a un potentiel électrique fixe prédéterminé.

25 24. Le capteur suivant l'une quelconque des revendications 1-21, comprenant en outre : un film d'oxyde de champ (22) ayant une structure LOCOS disposé sur la surface du substrat (11), où le film d'oxyde de champ (22) couvre au moins la région semi-
30 conductrice (12).

25. Le capteur suivant l'une quelconque des revendications 1-21, comprenant en outre :

un film de premier type conducteur (23) disposé sur la surface du substrat (11), où

5 le film de premier type conducteur (23) couvre au moins la région semi-conductrice (12).

26. Le capteur suivant l'une quelconque des revendications 1-25, comprenant en outre :

une pluralité de régions semi-conductrices (12, 112),

10 une pluralité de parties de détection de champ magnétique (HP) disposées dans les régions semi-conductrices (12, 112),

une pluralité de couples de premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') disposées sur la surface de la région semi-conductrice (12, 112), et

15 une pluralité de paires de couples de deuxièmes électrodes (15b, 15b', 15d-15f, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h') disposées sur la surface de la région semi-conductrice (12, 112), où

chaque portion de détection de champ magnétique (HP), chaque couple de premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') et chaque paire de couples de deuxièmes électrodes (15b, 15b', 15d-15f, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h') pourvoient un élément de Hall vertical (10, 110) de manière qu'une pluralité d'éléments de Hall verticaux (10, 110) est disposée dans le substrat, et les éléments de Hall verticaux (10, 110) sont connectés électriquement en parallèle ensemble de façon à ce qu'un décalage de voltage du capteur soit réduit.

27. Le capteur suivant la revendication 26, où
une ligne reliant les premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') dans un des éléments de Hall verticaux (10, 110) est parallèle à une autre ligne reliant les premières électrodes

(15a, 15a', 15c, 15c', 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') dans un autre des éléments de Hall verticaux (10, 110).

28. Le capteur suivant la revendication 27, où
le substrat (11) forme une puce semi-conductrice (11) ayant quatre
5 côtés, et
un angle entre l'une ligne dans l'un des éléments de Hall verticaux (10)
et un côté de la puce semi-conductrice (11) est presque 45 degrés.

29. Le capteur suivant la revendication 26, où
une ligne reliant les premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 115a,
10 115a', 115c, 115c', 115i, 115i') dans un des éléments de Hall verticaux
(10, 110) est perpendiculaire à une autre ligne reliant les premières
électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i')
dans un autre des éléments de Hall verticaux (10, 110).

30. Le capteur suivant la revendication 29, comprenant en
15 outre :
un élément de Hall latéral (40) pour détecter un champ magnétique
perpendiculaire à la surface du substrat (11), où
chaque élément de Hall vertical (10) détecte le champ magnétique
parallèle à la surface du substrat (11), et
20 les éléments de Hall verticaux (10) et l'élément de Hall latéral (40)
détectent le champ magnétique tridimensionnellement.

31. Le capteur suivant la revendication 29, où
les premières électrodes (15a, 15a', 115c, 115c') dans l'un des éléments
de Hall verticaux (10, 110) sont communes avec les premières
25 électrodes (15a, 15a', 115c, 115c') dans l'autre des éléments de Hall
verticaux (10, 110).

32. Un capteur magnétique comprenant :
un substrat (111), une région semi-conductrice (112) disposée dans le
substrat (111) et ayant un type conducteur prédéterminé,

une partie de détection de champ magnétique (HP) disposée dans la région semi-conductrice (112),

une première électrode (115a, 115c, 115i) ayant des premier, deuxième et troisième contacts (115a, 115c, 115i) disposés sur une surface de la région semi-conductrice (112) et alignés sur une ligne reliant les premier et troisième contacts (115a, 115i) de façon à ce que le deuxième contact (115c) soit intercalé entre les premier et troisième contacts (115a, 115i), et

une deuxième électrode (115b, 115d-115h) ayant des premier à sixième terminaux (115b, 115d-115h) disposés sur la surface de la région semi-conductrice (112), où le premier contact (115a) est intercalé entre les premier et deuxième terminaux (115e, 115f), le deuxième contact (115c) est intercalé entre les troisième et quatrième terminaux (115g, 115h), et le troisième contact (115i) est intercalé entre les cinquième et sixième terminaux (115b, 115d), où

les premier, troisième et cinquième terminaux (115b, 115e, 115g) sont disposées d'un côté d'une ligne reliant les premier et troisième contacts (115a, 115i), et les deuxième, quatrième et sixième terminaux (115d, 115f, 115g) sont disposés de l'autre côté de la ligne,

les premier, quatrième et cinquième terminaux (115b, 115e, 115h) sont connectés électriquement avec un septième fil conducteur (116b), et les deuxième, troisième et sixième terminaux (115d, 115f, 115g) sont connectés électriquement avec un huitième fil conducteur (116b),

la partie de détection de champ magnétique (HP), la première électrode (115a, 115c, 115i) et la deuxième électrode (115b, 115d-115h) forment un élément de Hall vertical (110),

l'élément de Hall vertical (110) génère un voltage de Hall correspondant à un champ magnétique lorsque le champ magnétique parallèle à la surface du substrat (111) est appliqué à la partie de détection

magnétique (HP), et un courant d'alimentation est fourni à la partie de détection magnétique (HP), et
une des première et deuxième électrodes (115a-115i) fournit le courant d'alimentation et l'autre des première et deuxième électrodes (115a-115i)
5 détecte le voltage de Hall.

33. Le capteur suivant la revendication 32, où
les premier et deuxième terminaux (115e, 115f) sont agencés d'une manière symétrique linéaire par rapport à la ligne reliant les premier et deuxième contacts (115a, 115i),
10 les troisième et quatrième terminaux (115g, 115h) sont agencés d'une manière symétrique linéaire par rapport à la ligne, et
les cinquième et sixième terminaux (115b, 115d) sont agencés d'une manière symétrique linéaire par rapport à la ligne.

34. Le capteur suivant les revendications 32 ou 33,
15 comprenant en outre :
une barrière de séparation (113, 113a, 113b) disposée dans la région semi-conductrice (112), où
le substrat (111) inclut un substrat semi-conducteur (111) ayant un premier type conducteur,
20 a région semi-conductrice (112) est une couche de diffusion ayant un deuxième type conducteur,
la barrière de séparation (113, 113a, 113b) a une profondeur moindre que la profondeur de la région semi-conductrice (112),
la barrière de séparation (113, 113a, 113b) divise électriquement la
25 région semi-conductrice (112) dans des première à troisième régions semi-conductrices (112a-112c),
le premier contact (115a) et les premier et deuxième terminaux (115e, 115f) sont disposés dans la première région semi-conductrice,

le deuxième contact (115c) et les troisième et quatrième terminaux (115g, 115h) sont placés dans la deuxième région semi-conductrice (112b), et

le troisième contact (115i) et les cinquième et sixième terminaux (115b, 115d) sont placés dans la troisième région semi-conductrice (112c).

35. Le capteur suivant la revendication 34, où la barrière de séparation (113, 113a, 113b) est une couche de diffusion ayant le premier type conducteur.

36. Le capteur suivant la revendication 34, où la barrière de séparation est une région de fosse de séparation ayant une fosse et un film isolant dans la fosse.

37. Le capteur suivant la revendication 36, où la région de fosse de séparation inclut en outre un film de diffusion ayant le premier type conducteur, et le film de diffusion recouvre une paroi intérieure de la fosse de manière à ce que le film isolant soit disposé dans la fosse sur le film de diffusion.

38. Le capteur suivant une quelconque des revendications 34-37, où le substrat (111) inclut en outre un substrat de support et une couche d'isolation, le substrat semi-conducteur, la couche d'isolation et le substrat de support sont empilés dans cet ordre, et la région semi-conductrice est disposée dans le substrat semi-conducteur.

39. Le capteur suivant la revendication 38, où le substrat de support a un potentiel électrique fixe prédéterminé.

40. Un procédé pour détecter un champ magnétique comprenant :

fournir un courant d'alimentation à une partie de détection de champ magnétique (HP), où la partie de détection de champ magnétique est disposée dans une région semi-conductrice (112) ayant un type conducteur prédéterminé, et où la région semi-conductrice (112) est

5 disposée dans un substrat (111), et

détecter un voltage de Hall correspondant au champ magnétique parallèle à la surface du substrat (111) et appliqué à la partie de détection magnétique (HP), où

une première électrode (115a, 115c, 115i) comporte des premier,

10 deuxième et troisième contacts (115a, 115c, 115i) disposés sur la surface de la région semi-conductrice (112) et alignés sur une ligne reliant les premier et troisième contacts (115a, 115i) de manière à ce que le deuxième contact (115c) soit intercalé entre les premier et troisième contacts (115a, 115i),

15 une deuxième électrode (115b, 115d-115h) comporte des premier à sixième terminaux (115b, 115d-115h) disposés sur la surface de la région semi-conductrice (112),

le premier contact (115a) est intercalé entre les premier et deuxième terminaux (115e, 115f), le deuxième contact (115c) est intercalé entre les

20 troisième et quatrième terminaux (115g, 115h), et le troisième contact (115i) est intercalé entre les cinquième et sixième terminaux (115b, 115d),

les premier, troisième et cinquième terminaux (115b, 115e, 115g) sont disposés d'un côté d'une ligne reliant les premier et troisième contacts

25 (115a, 115i), et les deuxième, quatrième et sixième terminaux (115d, 115f, 115h) sont disposés de l'autre côté de la ligne,

les premier, quatrième et cinquième terminaux (115b, 115e, 115h) sont connectés électriquement avec un septième fil conducteur (116b), et les

deuxième, troisième et sixième terminaux (115d, 115f, 115g) sont

30 électriquement connectés avec un huitième fil conducteur (116a),

- la partie de détection de champ magnétique (HP), la première électrode (115a, 115c, 115i) et la deuxième électrode (115b, 115d-115h) pourvoient un élément de Hall vertical (110),
le courant d'alimentation est fourni à la partie de détection magnétique
5 (HP) à travers l'une des première et deuxième électrodes (115a-115i), de façon à ce que l'une des première et deuxième électrodes (115a-115i) forme une électrode d'alimentation en courant,
le voltage de Hall est détecté à travers l'autre des première et deuxième électrodes (115a-115i) de façon à ce que l'autre des première et
10 deuxième électrodes (115a-115i) forme une électrode de détection de voltage de Hall,
le procédé comprend en outre :
 commuter l'une des première et deuxième électrodes (115a-115i) d'électrode d'alimentation en courant à électrode de détection du voltage
15 de Hall, et commuter l'autre des première et deuxième électrodes (115a-115i) d'électrode de détection de voltage de Hall à électrode d'alimentation en courant.
41. Le procédé suivant la revendication 40, où
le courant d'alimentation est un courant constant prédéterminé.
- 20 42. Le procédé suivant les revendications 40 ou 41, où
les premier et deuxième terminaux (115e, 115f) sont agencés de manière symétrique linéaire par rapport à la ligne reliant les premier et troisième contacts,
les troisième et quatrième terminaux (115g, 115h) sont agencés de
25 manière symétrique linéaire par rapport à la ligne, et
les cinquième et sixième terminaux (115b, 115d) sont agencés de manière symétrique linéaire par rapport à la ligne.

FIG. 1A

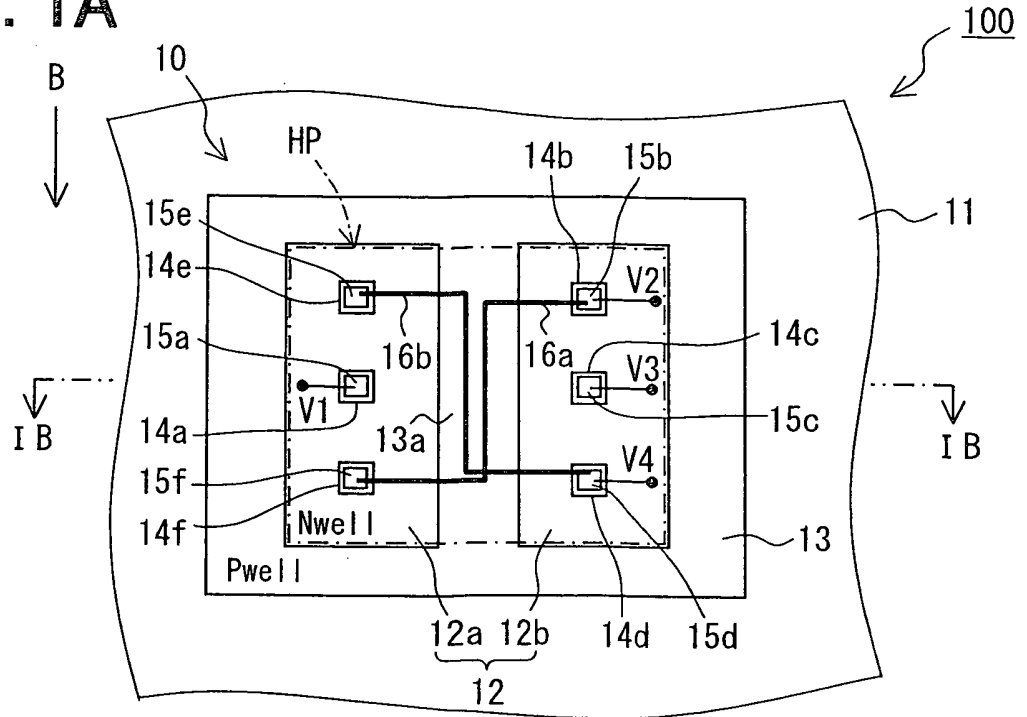


FIG. 1B

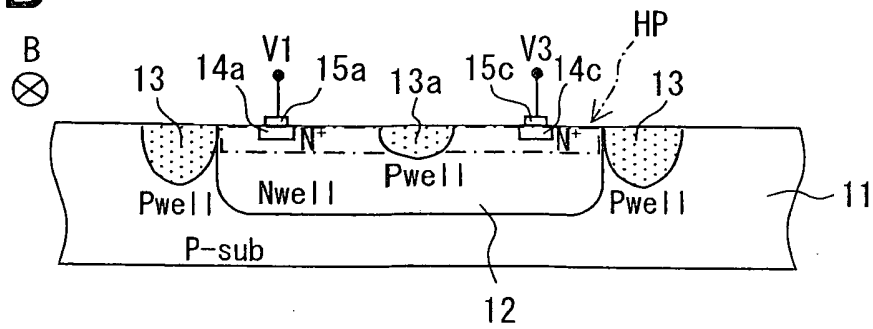


FIG. 2A

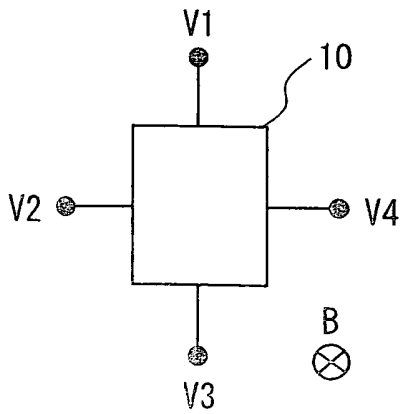


FIG. 2B

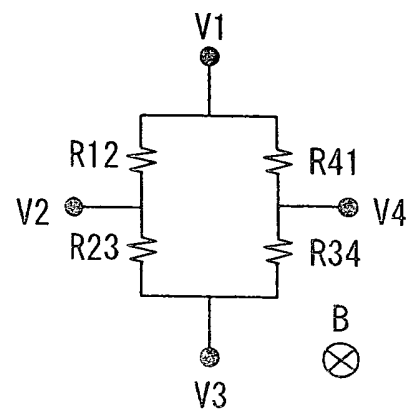


FIG. 3

CURRENT DIRECTION	V _H DETECTION
V1→V3	V2—V4
V2→V4	V3—V1
V3→V1	V4—V2
V4→V2	V1—V3

FIG. 11

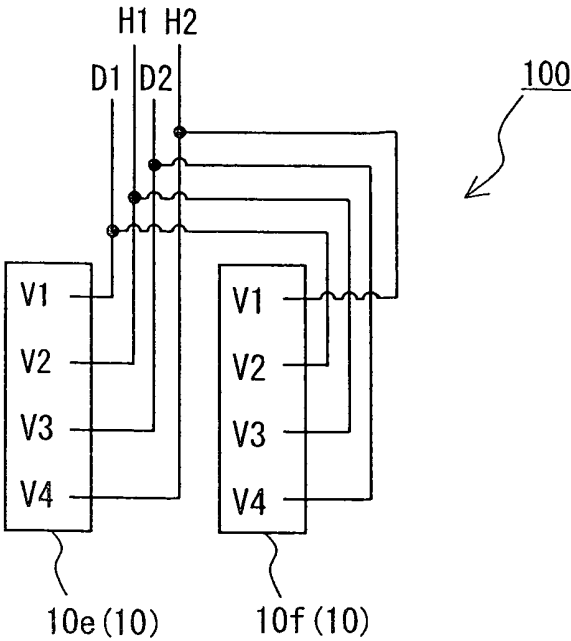


FIG. 4A

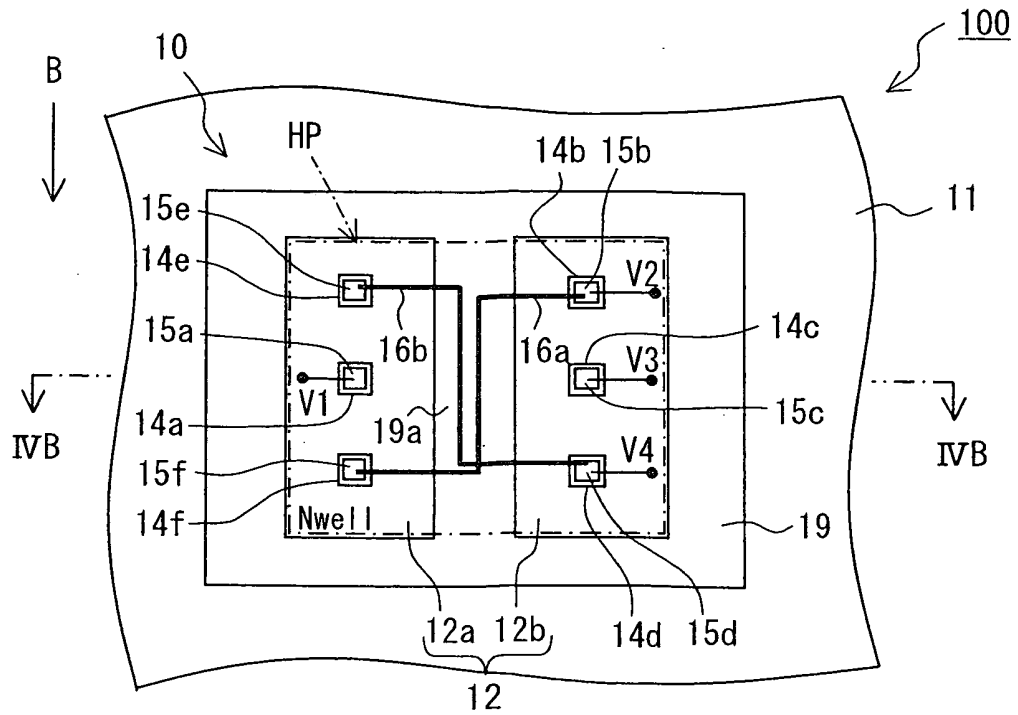


FIG. 4B

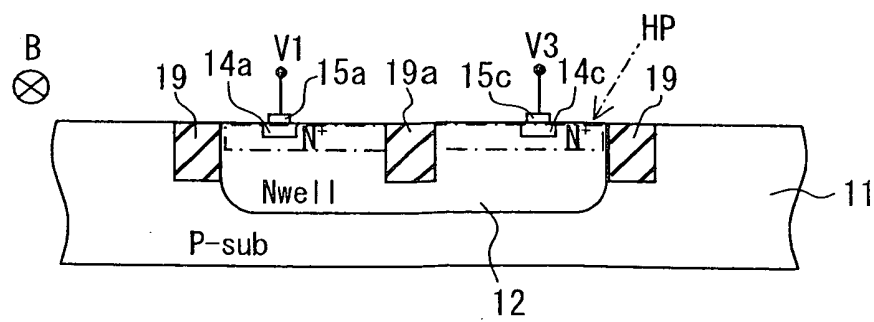


FIG. 5A

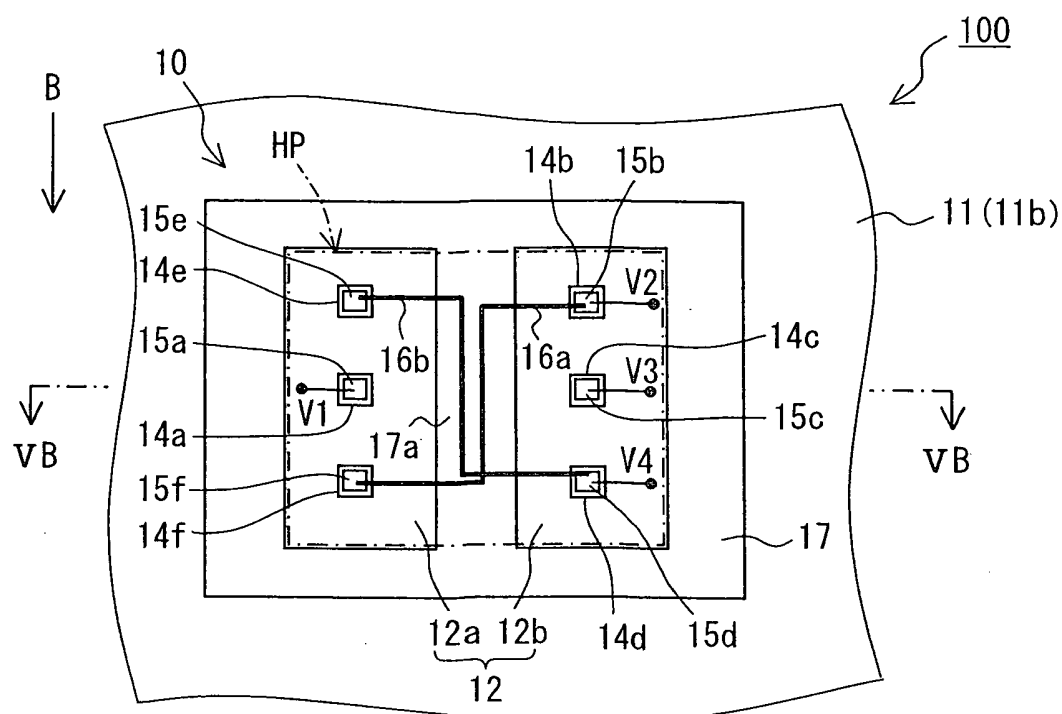


FIG. 5B

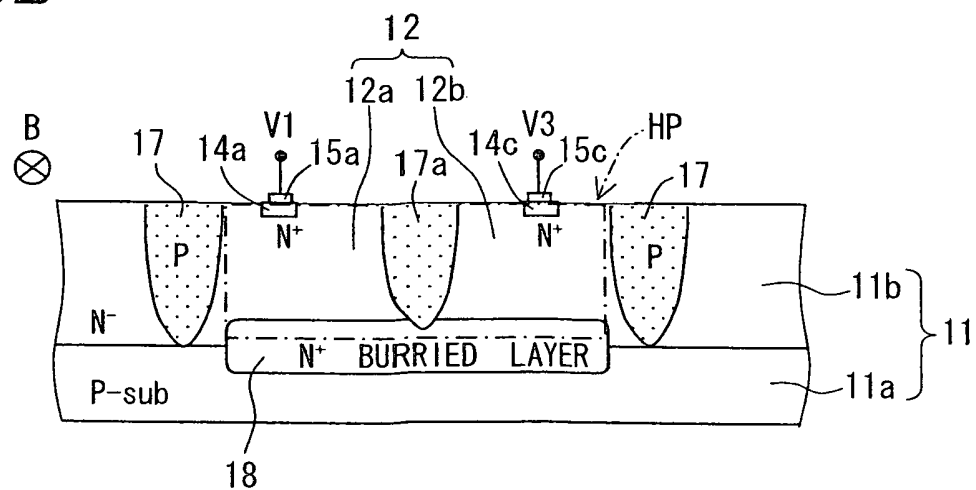


FIG. 6A

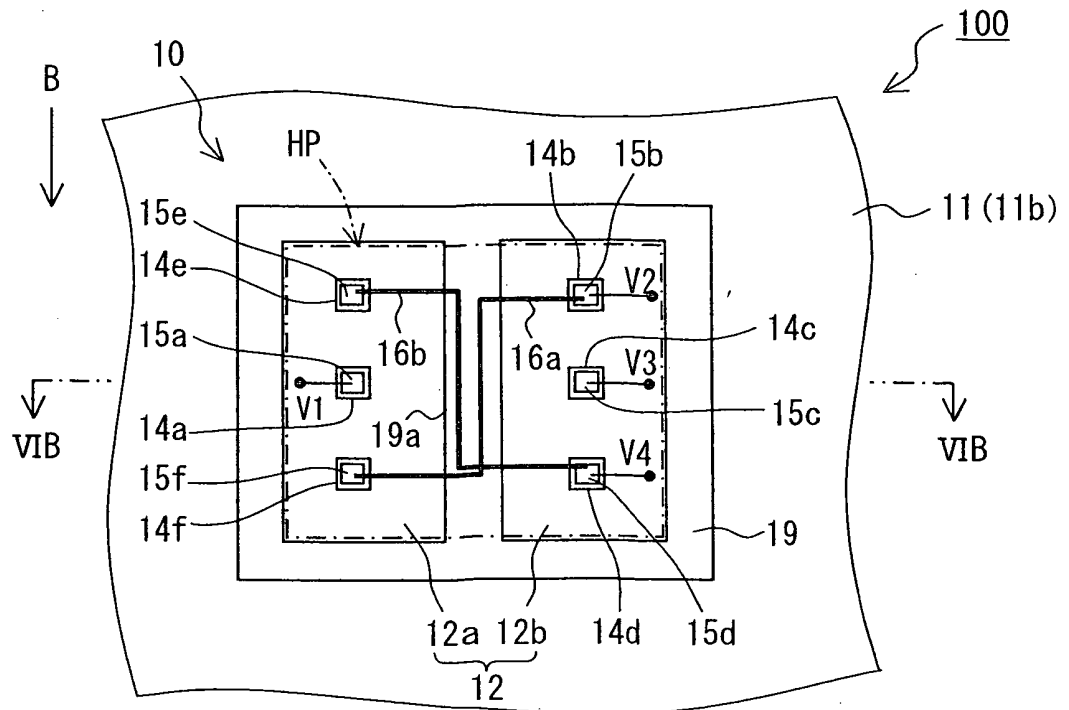


FIG. 6B

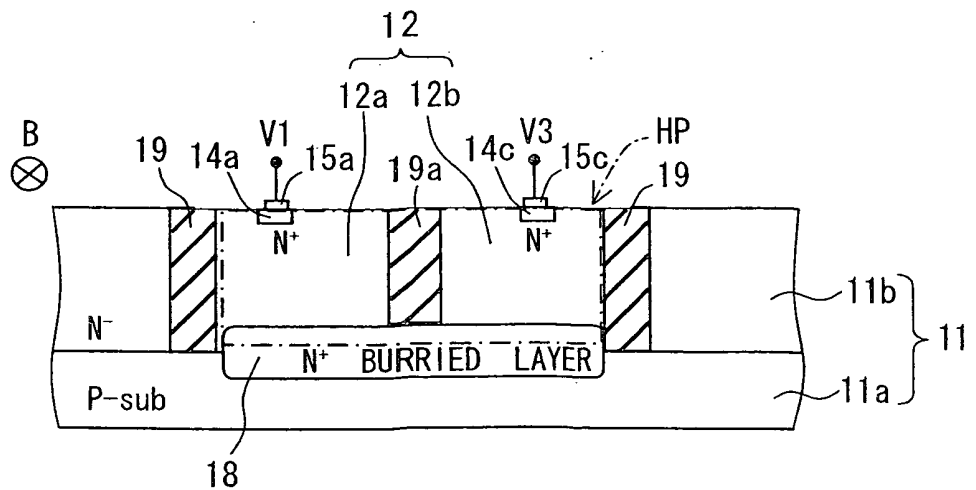


FIG. 7A

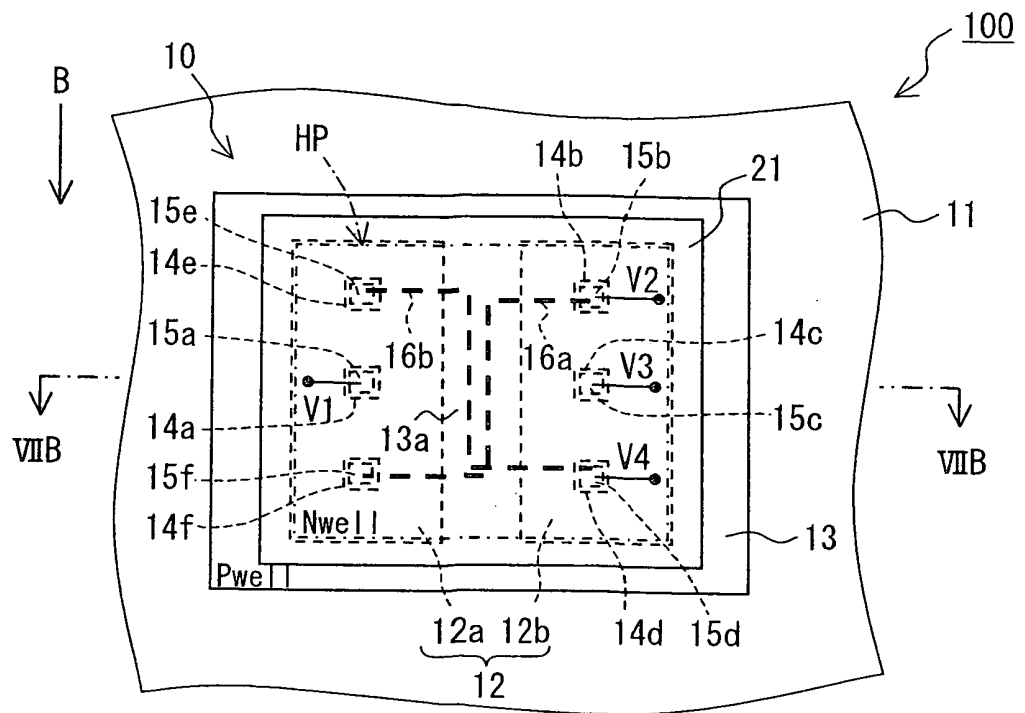


FIG. 7B

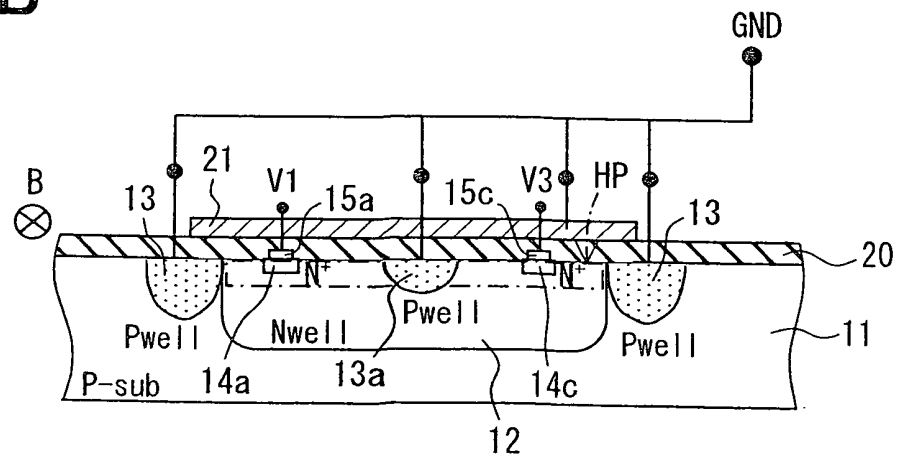


FIG. 8A

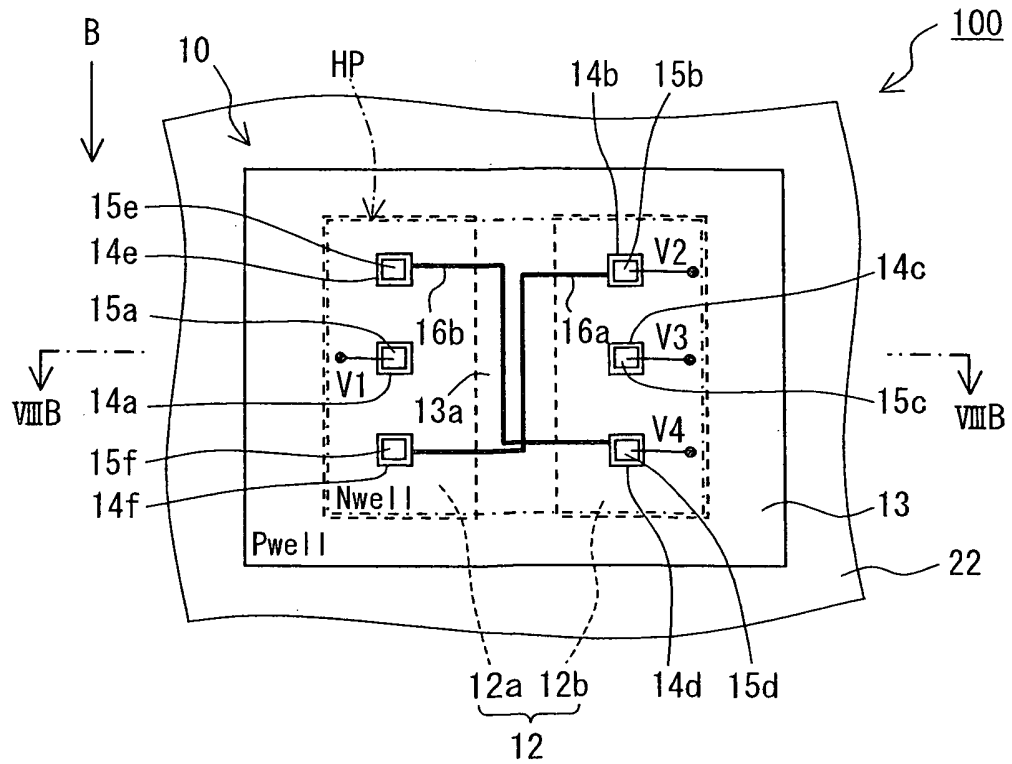


FIG. 8B

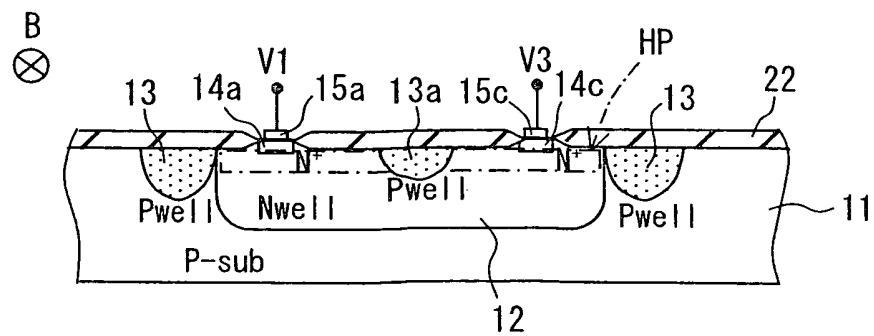


FIG. 9A

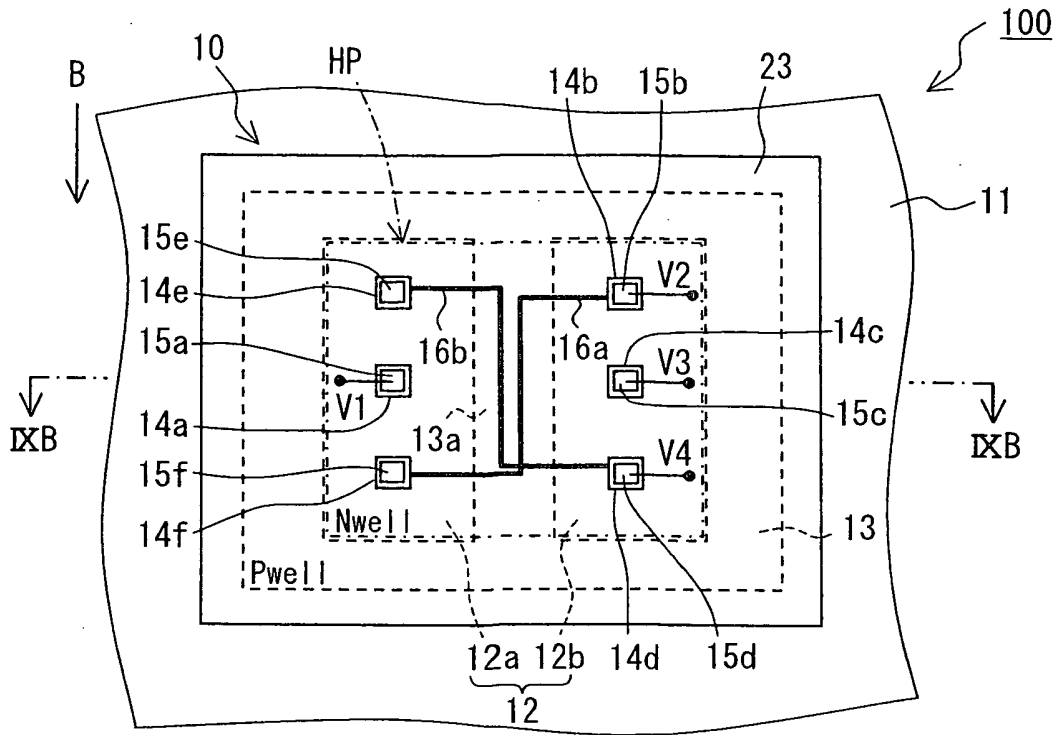


FIG. 9B

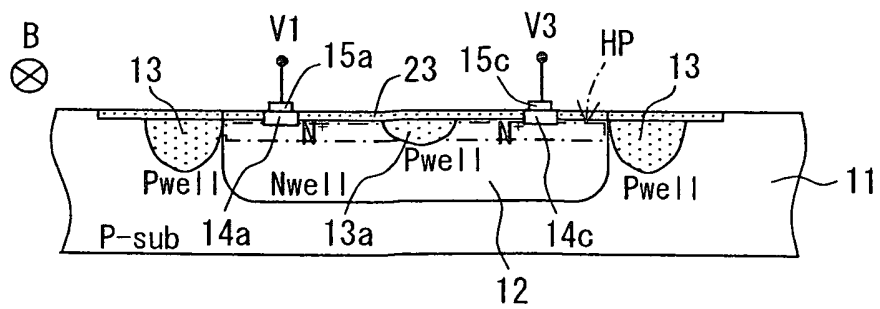


FIG. 10A

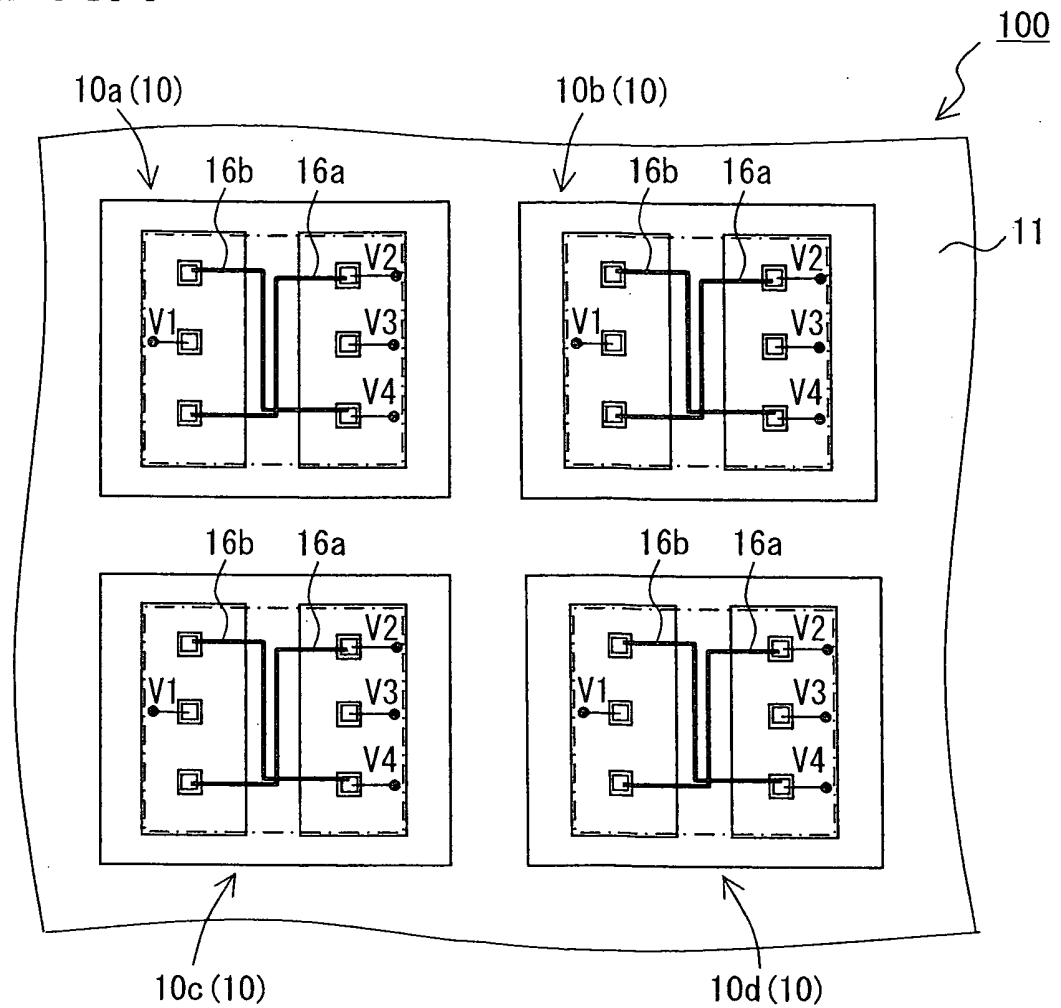


FIG. 10B

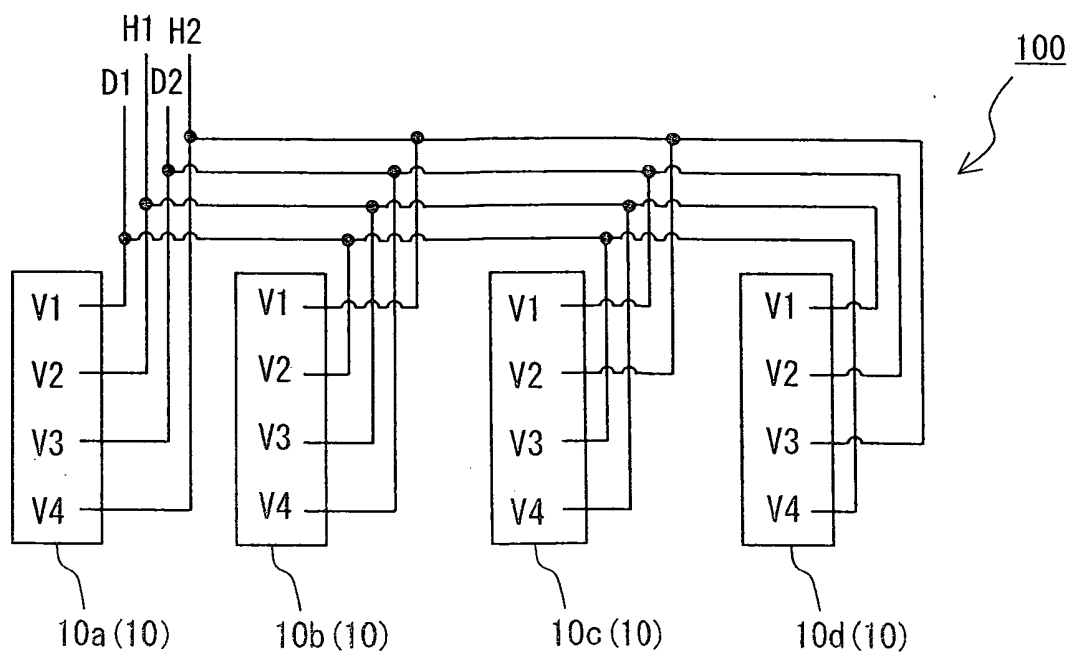
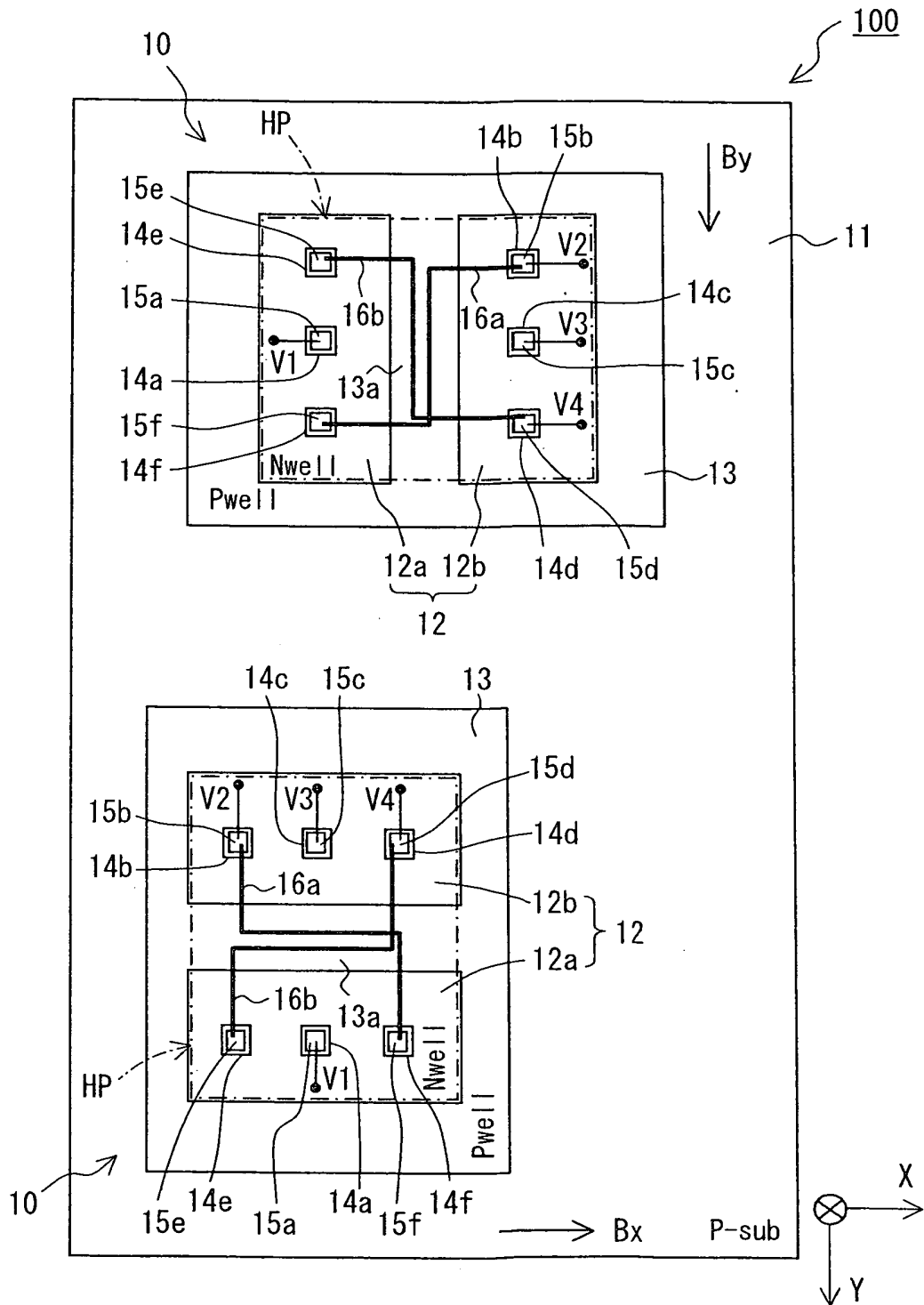


FIG. 12



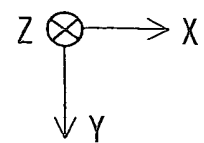
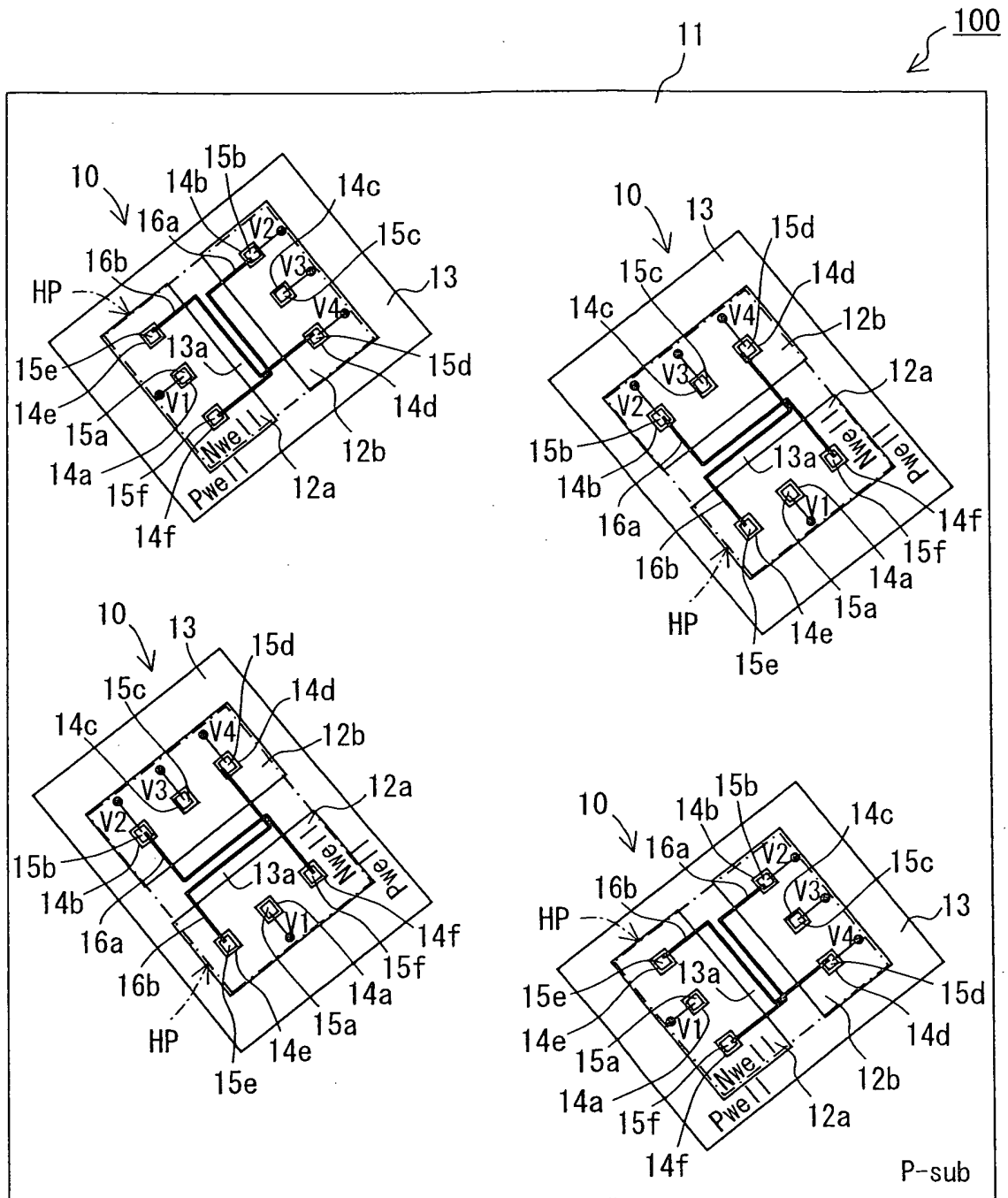


Figure 1 illustrates three plan views of a semiconductor device 100, labeled 10g(10), 10h(10), and 10i(10). The device is formed on a P-substrate (P-sub) and includes a central block 13. The block 13 contains several internal components: HP, 16a, 16b, 14b, 15b, 15e, 14e, 15a, 13a, 14a, 15f, 14f, Nwell, Pwell, and various transistors (V1, V2, V3, V4). The layouts are interconnected by lines 12a, 12b, 14c, 15c, 14d, and 15d. The overall structure is labeled 11 and 100.

FIG. 15



[illegible]

FIG. 17A

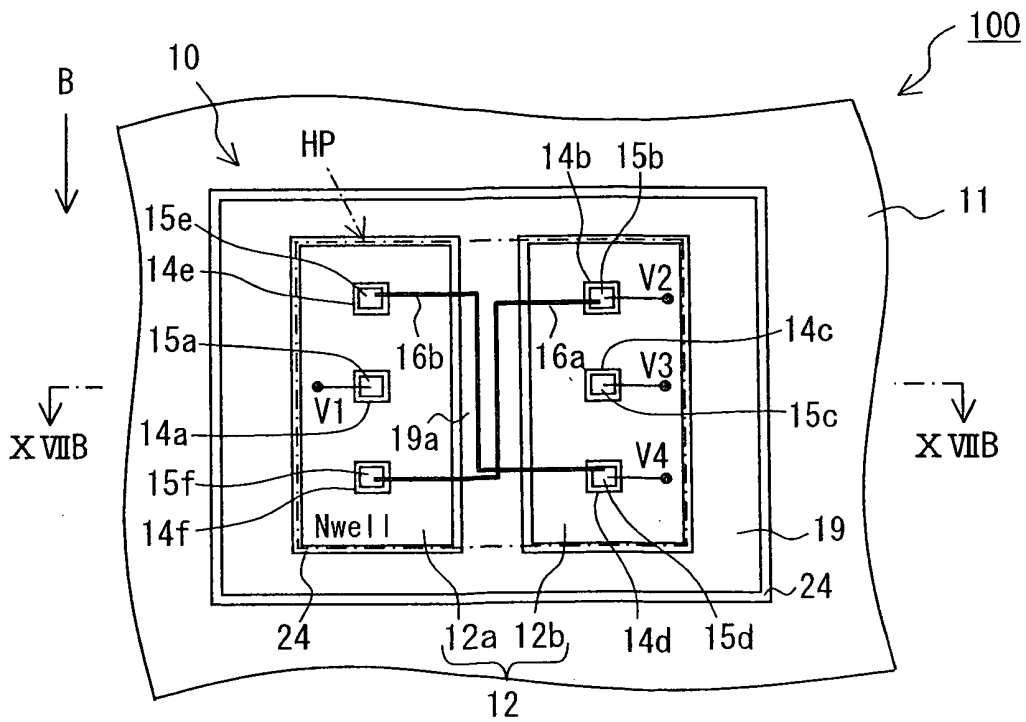


FIG. 17B

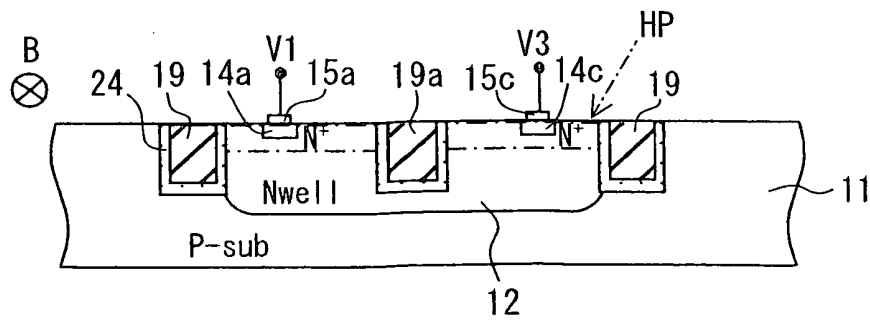


FIG. 18A

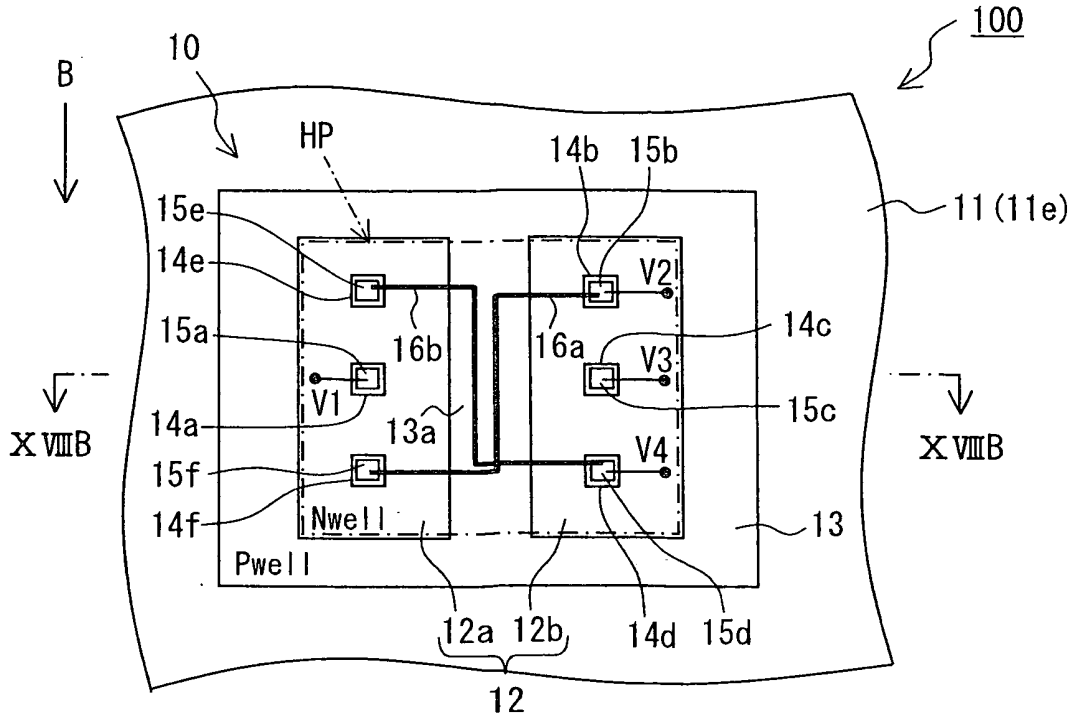


FIG. 18B

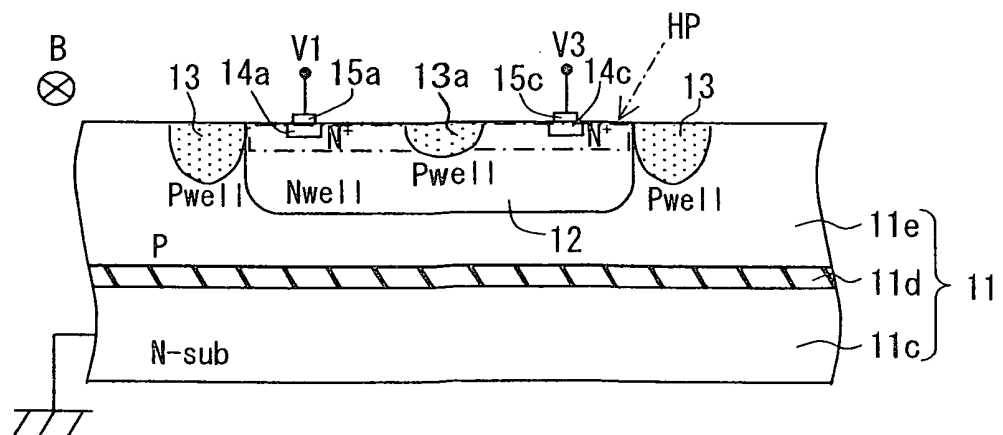


FIG. 19

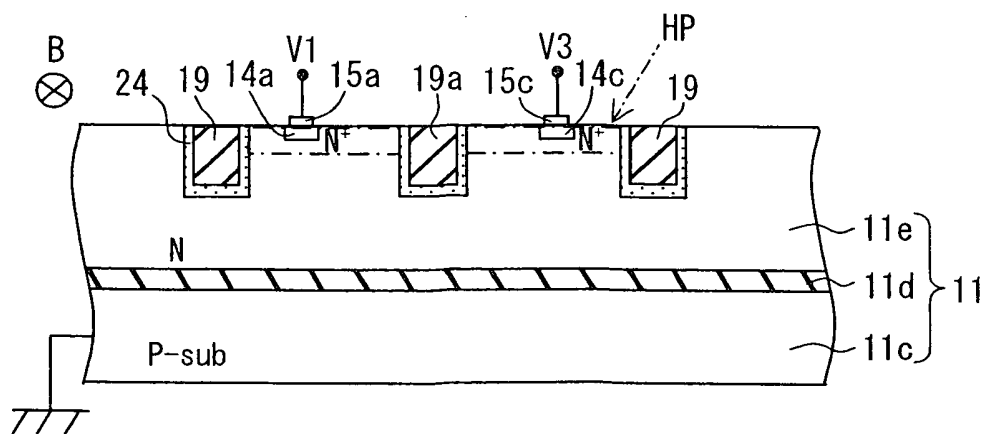


FIG. 20

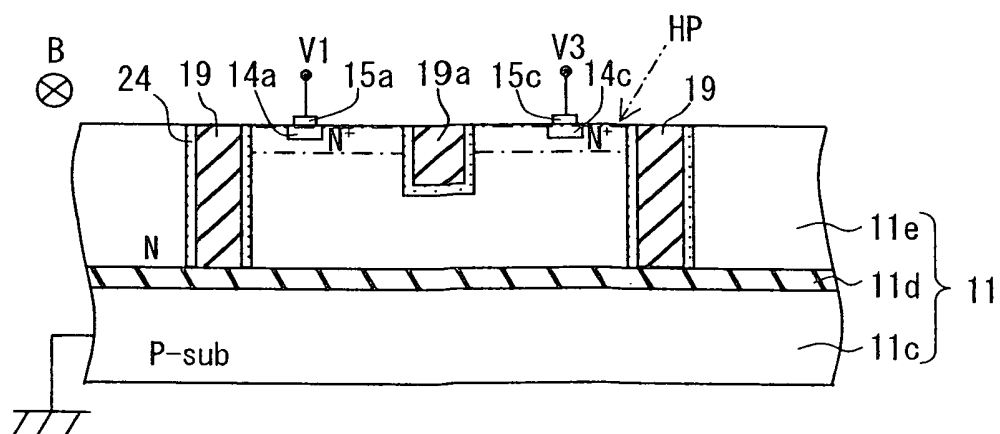


FIG. 21

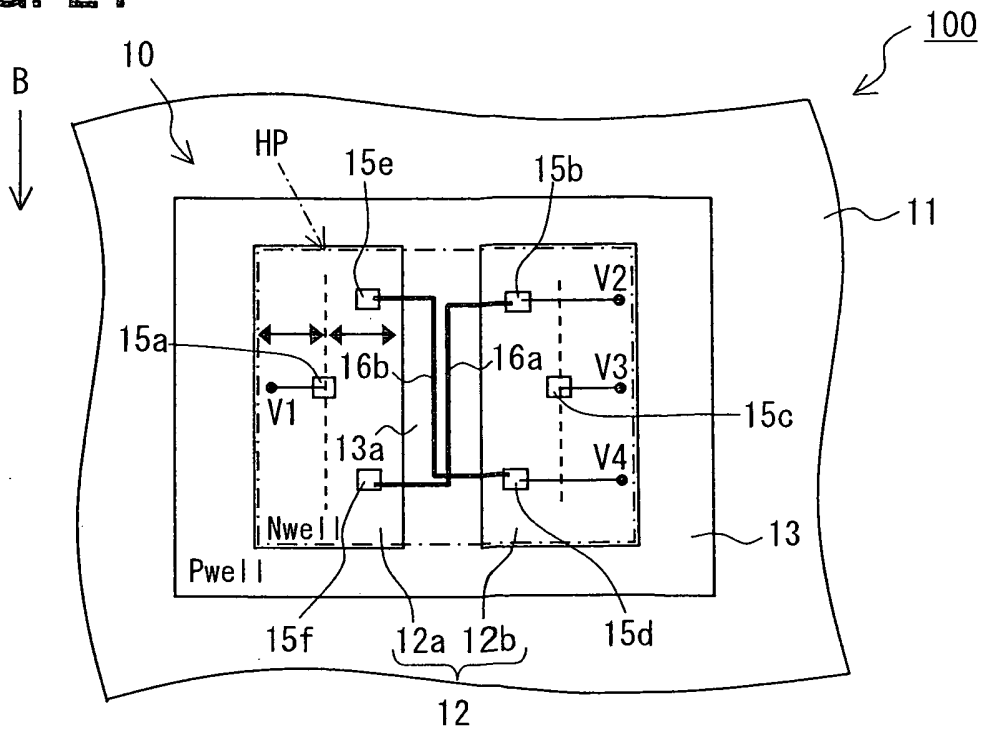


FIG. 22

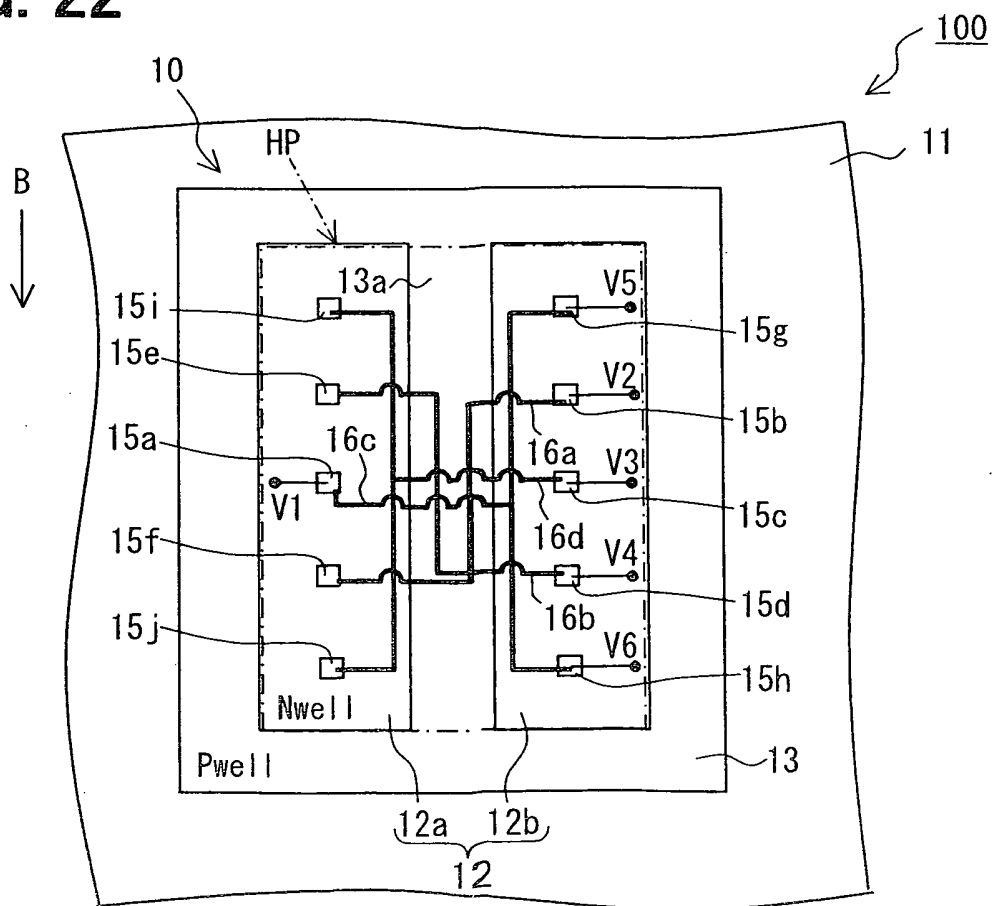


FIG. 23

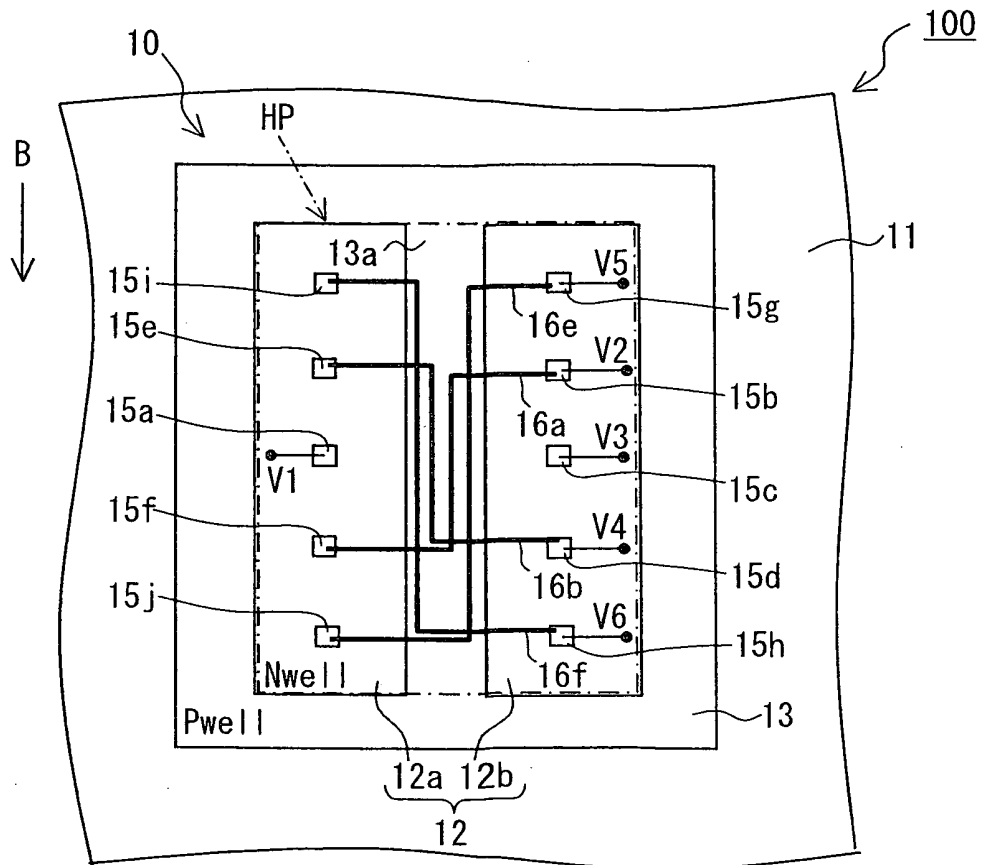


FIG. 24

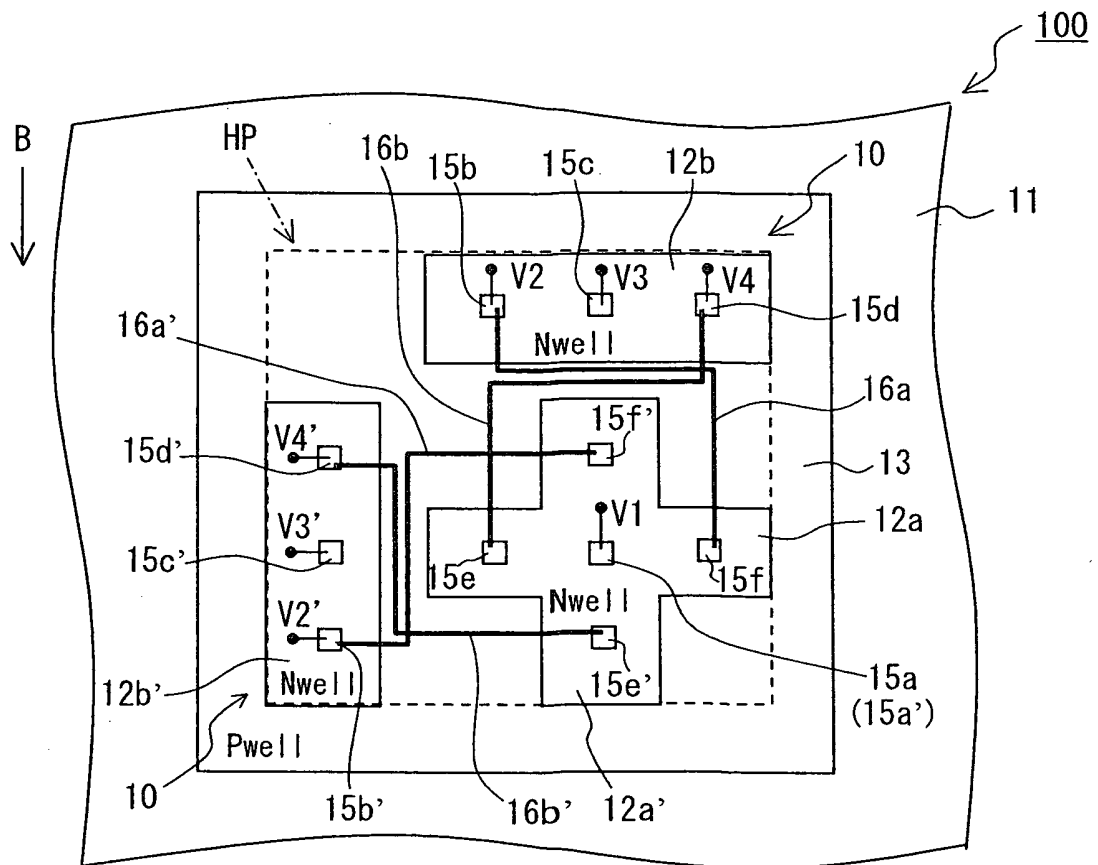
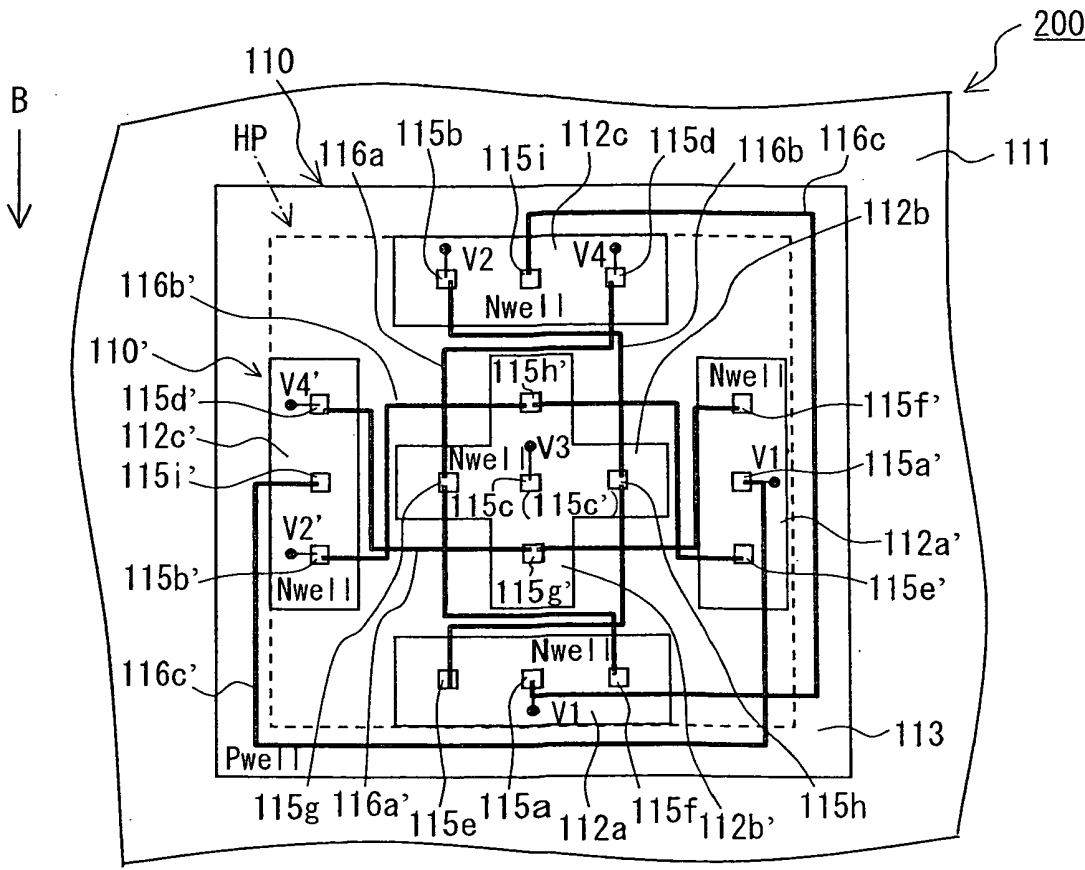


FIG. 25



- 109 -

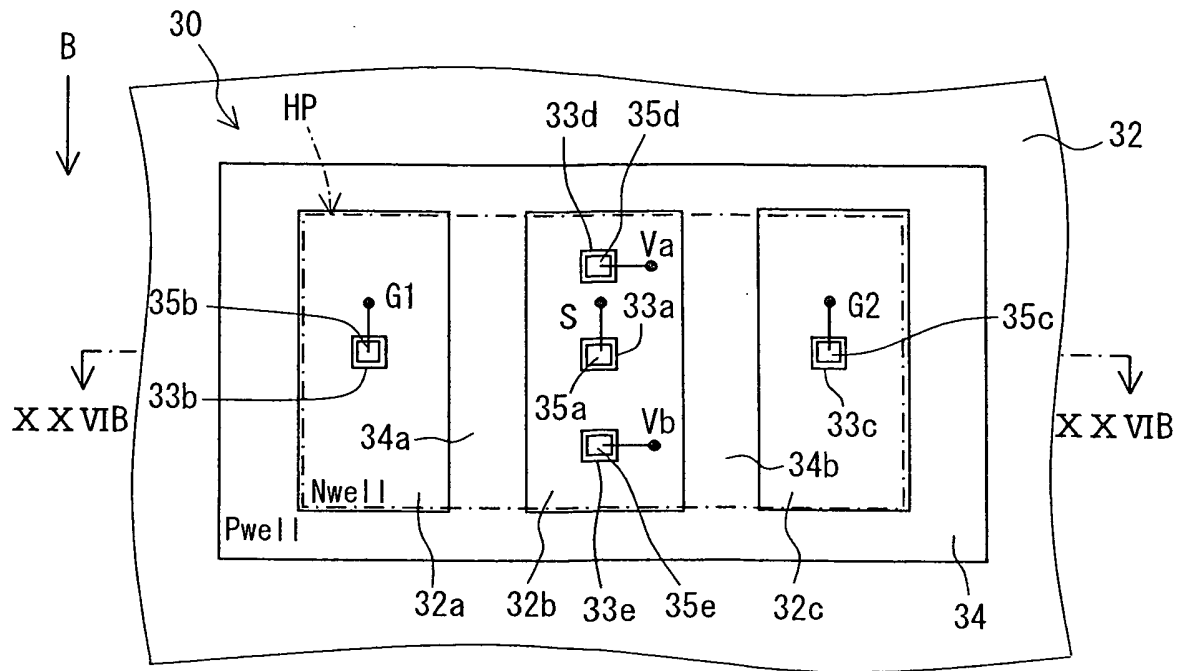


FIG. 26B PRIOR ART

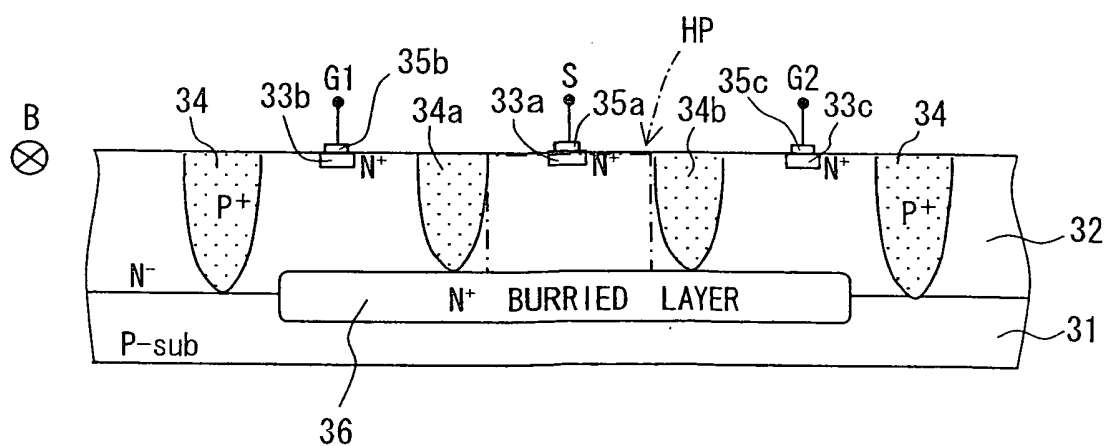


FIG. 27A

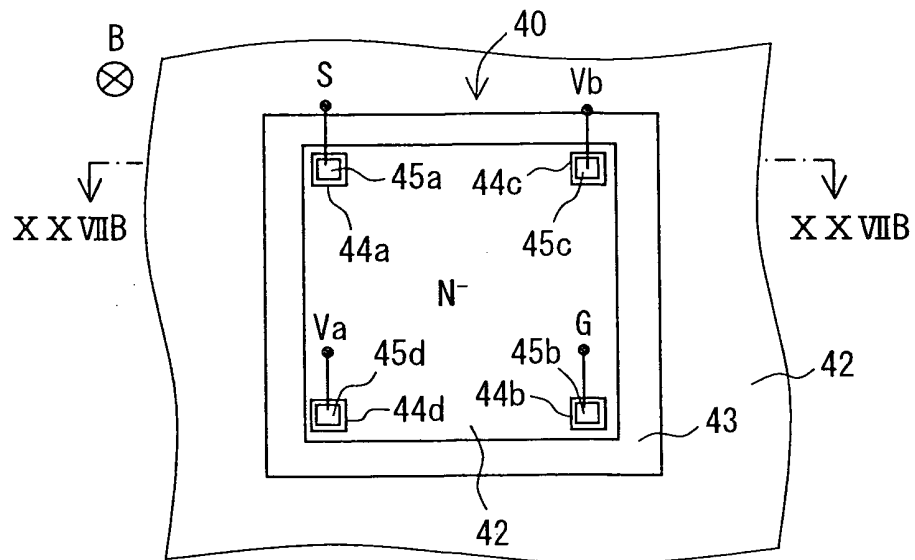


FIG. 27B

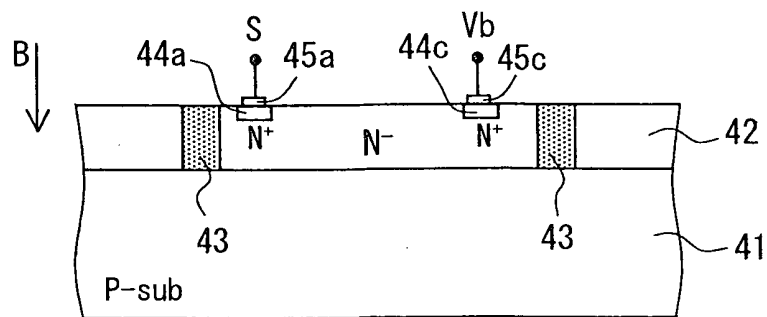
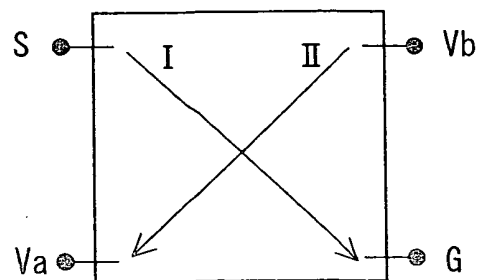


FIG. 27C



ABREGE

**“CAPTEUR MAGNETIQUE ET PROCÉDÉ POUR DETECTER UN
CHAMP MAGNÉTIQUE”**

- 5 Un capteur magnétique comprenant : un substrat (11, 111), une région semi-conductrice (12, 112), une partie de détection de champ magnétique (HP), un couple de premières électrodes (15a, 15a', 15c, 15c', 15g-15j, 115a, 115a', 115c, 115c', 115i, 115i'), et deux couples de deuxièmes électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h'). Un couple de deuxièmes électrodes (15b, 15b', 15d-15j, 15d'-15f', 115b, 115b', 115d-115h, 115d'-115h') inclut des premier et deuxième terminaux (15e, 15e', 15f, 15f', 115e, 115e', 115f, 115f'), et l'autre couple inclut des troisième et quatrième terminaux (15b, 15b', 15d, 15d', 115g, 115g', 115h, 115h'). Les premier et troisième terminaux (15b, 15b', 15e, 15e', 115e, 115e', 115g, 115g') sont disposés d'un côté, et les deuxième et quatrième terminaux (15d, 15d', 15f, 15f', 115f, 115f', 115h, 115h') sont disposés de l'autre côté. Les premier et quatrième terminaux (15d, 15d', 15e, 15e', 115e, 115e', 115h, 115h') sont connectés électriquement, et les deuxième et troisième terminaux (15b, 15b', 15f, 15f', 115f, 115f', 115g, 115g') sont connectés électriquement. La partie de détection de champ magnétique (HP), et les premières et deuxièmes électrodes (15a-15j, 15a'-15f', 115a-115i, 115a'-115i') forment un élément de Hall vertical (10,110). Unes des premières et deuxièmes électrodes (15a-15j, 15a'-15f', 115a-115i, 115a'-115i') fournissent le courant d'alimentation et les autres détectent le voltage de Hall.

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

BO 9273
BE 200700007

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	BG 44 192 A1 (RUMENIN CHAVDAR S) 14 octobre 1988 (1988-10-14)	1,2, 5-10, 23-32, 41-43	INV. H01L43/06 G01R33/07
A	* page 2, ligne 15 - page 4, ligne 14; figure 1 *	3,4, 11-22, 33-40, 44-46	
X	ROUMENIN CH S: "PARALLEL-FIELD HALL MICROSENSORS: AN OVERVIEW" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, vol. A30, no. 1 / 02, 1 janvier 1992 (1992-01-01), pages 77-87, XP000277696 ISSN: 0924-4247	1,2, 5-10, 23-32, 41-43	
A	* page 83, colonne de droite, ligne 41 - page 84, colonne de droite, ligne 39; figure 2(f) *	3,4, 11-22, 33-40, 44-46	
A	FR 2 233 718 A (PHILIPS NV [NL]) 10 janvier 1975 (1975-01-10) * figure 2 *	1-46	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01L G01R
A	JP 62 086880 A (JAPAN RADIO CO LTD) 21 avril 1987 (1987-04-21) * figures 1,2 *	1-46	
A	EPSTEIN M ET AL: "Multiple-element hall-effect sensor" PROCEEDINGS OF THE IEEE, IEEE. NEW YORK, US, vol. 47, no. 11, 1 novembre 1959 (1959-11-01), page 2014, XP009112169 ISSN: 0018-9219 * figure 3 *	1-46	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 février 2009		Gröger, Andreas	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 9273
BE 200700007

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

16-02-2009

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
BG 44192	A1	14-10-1988	AUCUN	
FR 2233718	A	10-01-1975	AT 351598 B	10-08-1979
			AU 7006474 A	18-12-1975
			BE 816526 A1	18-12-1974
			CA 1012257 A1	14-06-1977
			CH 574680 A5	15-04-1976
			DE 2426954 A1	09-01-1975
			ES 427289 A1	01-07-1976
			GB 1474812 A	25-05-1977
			IT 1015088 B	10-05-1977
			JP 967007 C	26-07-1979
			JP 50037397 A	08-04-1975
			JP 54001438 B	24-01-1979
			NL 7308409 A	20-12-1974
			SE 386312 B	02-08-1976
			SE 7407889 A	19-12-1974
JP 62086880	A	21-04-1987	AUCUN	

1. Il est fait référence aux documents suivants :

- D1 : BG 44192 A;
- D2 : Ch. S. Roumenin, "Parallel-filed Hall microsenors: an overview", Sensors and Actuators A, vol. A30, p. 77-87, (1992);
- D3 : FR 2 233 718;
- D4 : JP 62-86880 A;
- D5 : M. Epstein et al., "Multiple-Element Hall-Effect Sensor", Proceedings of the Institute of Radio Engineers, vol. 47, p. 2014, (1959).

2. La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet de des revendications 1 et 41 n'étant pas conforme au critère de nouveauté.

2.1 **Revendication 1:**

Le document D1, Fig. 1 dévoile un capteur magnétique, cf. D1, p. 1, l. 1 ("прибор на Хол" - "capteur de Hall") comprenant un substrat 1;

une région semi-conductrice 9 disposée dans le substrat 9 et ayant un type conducteur prédéterminé,

une partie de détection de champ magnétique à l'intérieur de la région 9 disposée dans la région semi-conductrice,

un couple de premières électrodes 2, 3 disposées sur une surface de la région semi-conductrice 9,

et

deux couples de deuxièmes électrodes 5, 6, 7, 8 disposées sur la surface de la région semi-conductrice, où une des premières électrodes 2 est intercalée entre un couple de deuxièmes électrodes 5, 6 et l'autre des premières électrodes 3 est intercalée entre l'autre couple de deuxièmes électrodes 7, 8,

où l'un couple de deuxièmes électrodes inclut des premier 5 et deuxième 6 terminaux, et l'autre couple de deuxième électrodes inclut des troisième 7 et quatrième 8 terminaux,

le premier et troisième terminaux 5 et 7 sont disposées d'un côté d'une ligne reliant les premières électrodes 2 et 3, et les deuxième et quatrième terminaux 6 et 8 sont disposés de l'autre côté de la ligne,

les premier et quatrième terminaux 5 et 8 sont connectées électriquement avec un premier fil conducteur, et les deuxième et troisième terminaux 6 et 7 sont connectés électriquement avec un deuxième fil conducteur - voir D1, p. 3, l. 22-24 ("Допуска се и диагонално свързване на холовите електроди 5-8 и 6-7" - "Les électrodes de Hall 5-8 et 6-7 peuvent également être connectées de manière diagonale");

la partie de détection de champ magnétique; les premières électrodes 2, 3 et les deuxième électrodes 5, 6, 7, 8 forment un élément de Hall vertical - voir direction du champ B dans la Fig. 1 de D1;

l'élément de Hall vertical génère un voltage de Hall correspondant à un champ magnétique lorsque le champ magnétique parallèle à la surface du substrat - voir D1, Fig. 1 - est appliqué à la partie de détection magnétique, et un courant d'alimentation est fourni à la partie de détection magnétique par la source de courant 4, voir D1, abrégé;

et

unes des premières 2, 3 et deuxième électrodes 5, 6, 7, 8 fournissent le courant d'alimentation et les autres des premières et deuxième électrodes détectent le voltage de Hall, voir D1, Fig. 1 et D1, p. 3, l. 22-24.

Ainsi, l'objet de la revendication 1 de la présente demande est anticipé par D1.

2.2 Revendication 41:

La revendication 41 définit des caractéristiques d'un procédé pour détecter un champ magnétiques équivalentes aux caractéristiques d'un dispositif définies par la revendication 1. Alors, la discussion des caractéristiques de la revendication 1 ci-dessus est également valable en vue de l'objet de la revendication 41.

2.3 Revendications 1 et 41:

Le document D2, Fig. 2(f) dévoile un capteur de Hall pareil au capteur de D1, Fig. 1. La configuration des contacts diagonale est dévoilé par référence du document

D2 au document D1, voir D2, p. 83, colonne de droite, l. 42, le document D1 étant la référence [18] de D1. Il est à noter que le numéro "BG80103" utilisé par D2 en faisant référence à D1 est le numéro de dépôt de D1.

Ainsi, l'objet des revendications 1 et 41 est également anticipé par le document D2.

3. Les revendications dépendantes 5, 42 et 43 ne contiennent aucune caractéristique qui, en combinaison avec celles de l'une quelconque des revendications à laquelle elles se réfèrent, définisse un objet qui satisfasse aux exigences de brevetabilité en ce qui concerne la nouveauté, et ce pour les raisons suivantes:

3.1 Revendications 5, 43:

Dans le capteur de D1, Fig. 1, les premier et deuxième terminaux 5 et 6 sont agencés d'une manière symétrique linéaire par rapport à la ligne reliant les premières électrodes 2 et 3, et les troisième et quatrième terminaux 7 et 8 peuvent être agencés d'une manière symétrique linéaire par rapport à la ligne.

3.2 Revendication 42:

La source du courant 4 du procédé de D1 fournit un courant constant prédéterminé.

4. Les revendications dépendantes 2, 6 à 11 et 23 à 32 ne contiennent aucune caractéristique qui, en combinaison avec celles de l'une quelconque des revendications à laquelle elles se réfèrent, définisse un objet qui satisfasse aux exigences de brevetabilité en ce qui concerne l'activité inventive, et ce pour les raisons suivantes:

4.1 Revendication 2:

L'homme du métier considérera une telle configuration en tant que une option évidente en réalisant le dispositif de D1.

4.2 Revendications 6 à 11:

Le capteur de D2, Fig. 2(f) comprend une barrière de séparation disposée dans la région semi-conductrice ayant une profondeur moindre que la profondeur le la

région semi-conductrice - impliqué par la trajectoire montrée dans D2, Fig. 2(f) - la barrière de séparation divisant électriquement la région semi-conductrice dans des première et deuxième régions semi-conductrices, l'une des premières électrodes et les premier et deuxième terminaux étant disposées dans la première région semi-conductrice et l'autre des premières électrodes et les troisième et quatrième terminaux étant placés dans la deuxième région semi-conductrice.

Les autres caractéristiques seront considérées par l'homme du métier de manière évidente en réalisant le dispositif de D2, Fig. 2(f).

4.2 Revendications 23 à 26:

Une électrode planaire tel que défini par les revendications 23 et 24 sera considérée par l'homme du métier dans la réalisation du capteur de D1 en tant que blindage contre des champs électriques extérieures. Une couche d'oxyde servira comme couche de séparation électrique contre la couche de blindage et la région de détection.

4.3 Revendications 27 à 32:

L'homme du métier considérera les caractéristiques définies par ces revendications lors d'un procédé d'intégration de plusieurs capteurs de D1 sur une puce électronique. La simple multiplication du nombre des capteurs sur un seul substrat ne représente pas une activité inventive.

5. Il paraît à l'instant que les **revendications 3, 4, 11 à 22, 33 à 40 et 44 à 46** définissent un objet qui est ni anticipé ni fait évident par l'art antérieur. Un problème résolu par ces caractéristiques peut être vu dans le fournissement d'un capteur Hall avec une bonne suppression d'une voltage offset.

5.1 Revendications 3, 4, 33 à 40 et 44 à 46:

Une configuration des contacts ou des terminaux tel que défini par ces revendications n'est pas dévoilée par l'art antérieur. D'ailleurs, l'homme du métier n'a aucune indication sur un effet quelconque d'une telle configuration. Alors, l'objet des revendications 3, 4, 33 à 40 et 44 à 46 semble remplir les conditions de brevetabilité.

- 5.2 D'ailleurs, l'objet des **revendications 11 à 22** semble également remplir les conditions de brevetabilité. Comme dans le cas de l'objet des revendications 3, 4, 33 à 40 et 44 à 46, l'homme du métier n'a aucune indication sur un effet

quelconque d'une deuxième barrière fourni par l'art antérieur.

6. Les autres documents cités ne dévoilent pas des informations qui pourraient guider l'homme du métier vers les solutions définies par les revendications définies par les revendications 3, 4, 33 à 40 et 44 à 46 ou 11 à 22.

Les documents D3 et D4 dévoilent des capteurs dans lesquels le champ magnétique est perpendiculaire à la surface - voir D3, Fig. 2 et D4, Fig. 2.

Le capteur de D5, Fig. 3 n'est pas un capteur planaire tel que défini par les revendications de la présente demande.