

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4936299号  
(P4936299)

(45) 発行日 平成24年5月23日 (2012.5.23)

(24) 登録日 平成24年3月2日 (2012.3.2)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 D 5/14 (2006.01)

GO 1 D 5/14 H

GO 1 B 7/30 (2006.01)

GO 1 D 5/14 F

GO 1 R 33/07 (2006.01)

GO 1 B 7/30 H

GO 1 R 33/06 H

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-356684 (P2000-356684)  
(22) 出願日 平成12年11月22日 (2000.11.22)  
(65) 公開番号 特開2002-71381 (P2002-71381A)  
(43) 公開日 平成14年3月8日 (2002.3.8)  
審査請求日 平成19年11月21日 (2007.11.21)  
(31) 優先権主張番号 20001645/00  
(32) 優先日 平成12年8月21日 (2000.8.21)  
(33) 優先権主張国 スイス (CH)

(73) 特許権者 510214089  
メレクシス・テクノロジーズ・ナムローゼ  
フェンノートシャップ  
ベルギー・BE-3980・テッセンデル  
ロ・トランスポルトストラート・1  
(74) 代理人 100108453  
弁理士 村山 靖彦  
(74) 代理人 100064908  
弁理士 志賀 正武  
(74) 代理人 100089037  
弁理士 渡邊 隆  
(74) 代理人 100110364  
弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁場方向検出センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体チップ (1) と、  
少なくとも第 1 のホール効果素子 (2 . 1) 及び第 2 のホール効果素子 (2 . 2)、又は少なくともホール効果素子 (2 . 1, 2 . 2) の第 1 のグループ (1 4) 及びホール効果素子 (2 . 3, 2 . 4) の第 2 のグループ (1 5) と、  
略平らな形状を有すると共に前記半導体チップ (1) の表面上に配置された単一の磁場コンセントレータ (3) と、を備え、  
前記ホール効果素子が前記半導体チップ (1) に集積されていると共に、前記磁場コンセントレータ (3) の周縁端部 (4) 領域に配置され、且つ前記磁場コンセントレータの前記周縁端部の領域において前記半導体チップ (1) の前記表面に対して略垂直に走る磁力線が通過する磁場方向検出センサ。

【請求項 2】

前記磁場コンセントレータ (3) は、対称中心 (5) を有し、  
第 3 のホール効果素子 (2 . 3) 及び第 4 のホール効果素子 (2 . 4) 又はホール効果素子 (2 . 5, 2 . 6) の第 3 のグループ (1 6) 及びホール効果素子 (2 . 7, 2 . 8) の第 4 のグループ (1 7) が存在し、  
前記ホール効果素子が前記磁場コンセントレータ (3) の前記周縁端部 (4) 領域内に位置しており、  
前記第 1 のホール効果素子 (2 . 1) と前記第 3 のホール効果素子 (2 . 3) とが、又

は前記ホール効果素子(2.1, 2.2)の第1のグループ(14)と前記ホール効果素子(2.5, 2.6)の第3のグループ(16)とが、前記対称中心(5)に対して対称に配置されており、

前記第1のホール効果素子(2.1)のホール電圧が前記第3のホール効果素子(2.3)のホール電圧から引かれ、又は前記ホール効果素子(2.1, 2.2)の第1のグループ(14)のホール電圧が前記ホール効果素子(2.5, 2.6)の第3のグループ(16)のホール電圧から引かれ、

前記第2のホール効果素子(2.2)と前記第4のホール効果素子(2.4)とが、又は前記ホール効果素子(2.3, 2.4)の第2のグループ(15)と前記ホール効果素子(2.7, 2.8)の第4のグループ(17)とが、前記対称中心(5)に対して対称に配置されており、

10

前記第2のホール効果素子(2.2)のホール電圧が前記第4のホール効果素子(2.4)のホール電圧から引かれ、又は前記ホール効果素子(2.3, 2.4)の第2のグループ(15)のホール電圧が前記ホール効果素子(2.7, 2.8)の第4のグループ(17)のホール電圧から引かれる請求項1に記載の磁場方向検出センサ。

【請求項3】

前記ホール効果素子(2)は、前記磁場コンセンレータ(3)の前記対称中心に向いて前記磁場コンセンレータ(3)の前記周縁端部(4)側における前記磁場コンセンレータ(3)の下に位置する水平ホール効果素子である請求項1又は2に記載の磁場方向検出センサ。

20

【請求項4】

前記ホール効果素子(2)は、前記磁場コンセンレータの前記周縁端部の領域において前記半導体チップ(1)の前記表面に対して略垂直に走る前記磁力線が曲がり、前記半導体チップ(1)の前記表面に対して略水平に走る前記磁場コンセンレータ(3)の前記周縁端部(4)外に位置する垂直ホール効果素子である請求項1又は2に記載の磁場方向検出センサ。

【請求項5】

半導体チップ(1)と、

前記半導体チップ(1)の表面上の対称中心(19)について対称な面に配置された略平らな形状を有する少なくとも3つの磁場コンセンレータ(18.1, 18.2, 18.3; 18.1, 18.2, 18.3, 18.4)であって、互いに対向する隣接する端部(20)が前記対称中心(19)の領域においてそれぞれに対して部分的に平行に走る少なくとも3つの磁場コンセンレータ(18.1, 18.2, 18.3; 18.1, 18.2, 18.3, 18.4)と、

30

前記磁場コンセンレータのそれぞれに対するホール効果素子の一グループ又はホール効果素子(2.1, 2.2, 2.3; 2.1, 2.2, 2.3, 2.4)と、を備え、

前記ホール効果素子は前記半導体チップ(1)に集積されていると共に、関連付けられた前記磁場コンセンレータ(3)の周縁端部(4)の平行に延びるヘリ(20)の領域に配置され、且つ前記磁場コンセンレータの前記周縁端部の領域における前記半導体チップ(1)の前記表面に対して略垂直に走る磁力線が通過する磁場方向検出センサ。

40

【請求項6】

前記ホール効果素子(2.1, 2.2, 2.3; 2.1, 2.2, 2.3, 2.4)は水平ホール効果素子であり、

前記ホール効果素子(2)は前記磁場コンセンレータ(3)の下に位置する請求項5に記載の磁場方向検出センサ。

【請求項7】

前記磁場コンセンレータ又は磁場コンセンレータ群(3; 18.1, 18.2, 18.3)は金属ガラスから成る請求項1から6のいずれか一項に記載の磁場方向検出センサ。

【請求項8】

50

回転軸(11)の回りに回転可能な物体の回転位置を決定する角度センサであって、前記回転軸(11)に固定された永久磁石(10)と、請求項1から7のいずれか一項に記載のセンサとを備えた角度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、請求項1の前提部で指定したタイプの磁場の方向を検出するセンサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

このようなセンサは、例えば、複数のコイルを備えたステーターを有するブラシレス電気モータの制御用の角度センサとして適している。電気モータのローターはコイルの位相適合性制御に対する回転依存信号の角度を生成するセンサと結びつく永久磁石を有する。このような構成は欧州特許出願EP954085によって周知である。複数のアームを有する垂直ホール効果素子はセンサとして作用し、それによって、永久磁石の回転位置に依存するホール電圧が各アームに生成される。垂直ホール効果素子は、チップの表面に平行に走る永久磁石が生成した磁場の成分に敏感である。垂直ホール効果素子は特別な半導体技術を基礎にしているので、同じチップ上で処理エレクトロニクスと共に実現することができないという欠点を有する。

【0003】

チップの表面上に垂直に入射する永久磁場によって生成された磁場の成分に敏感な水平ホール効果素子を使用することも周知である。これらのホール効果素子は同じチップ上の処理エレクトロニクスに集積することができる。しかしながら、この解決策には、磁場の垂直成分が最大の永久磁場の端部領域にホール効果素子を配置しなければならないという欠点がある。回転軸の領域では垂直成分は小さい。より大きな永久磁石を用いると、ホール効果素子を一つの半導体チップ上にホール効果素子を集積することはもはや経済的とは言えない。

【0004】

磁気抵抗効果に基づく磁場センサ素子を有する角度センサが欧州特許出願EP893668によって周知である。測定可能角度範囲を180°以上に増加するために、別のホール効果素子がある。しかしながら、磁場センサ素子が回転永久磁石の磁場の水平成分を測定しなければならないし、一方、ホール効果素子磁場の垂直成分を測定しなければならないので、ホール効果素子は磁場センサ素子に対して異なる位置に位置させなければならない。さらに、磁気抵抗効果をもとにしたセンサは解像度を制限するヒステリシス効果を示す。

【0005】

チップの表面に平行にそろった磁場に敏感でかつ半導体チップ上でエレクトロニクスと共に実現可能な磁場センサが、欧州特許出願EP772046によって周知である。しかしながら、このような磁場センサを用いると、磁場の単一成分しか測定できない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、始めに述べた欠点を有さないセンサを提案することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は請求項1に記載した特徴を備えている。有利な構成が従属項にクレームされている。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施形態を図面を用いてさらに詳細に説明する。

【0009】

10

20

30

40

50

図 1 は、例えば、3 個のコイルを有するブラシレス電気モータの制御用の角度センサとして適した発明に対応するセンサの平面図を示している。センサは 2 . 1 から 2 . 6 の 6 個の水平ホール効果素子を有する半導体チップ 1 と 1 個の磁場センサ集線装置（コンセントレータ）3 とを備えている。この最初の例を用いると、磁場コンセントレータ 3 がディスク上に形成され、かつ、6 個のホール効果素子 2 は磁場コンセントレータ 3 の端部 4 に沿って等距離で分散して配置している。

【 0 0 1 0 】

ホール効果素子 2 . 1 から 2 . 6 は、p ドープ基板 7（図 2）における n ドープ井戸 6（図 2）として、一般に周知の技術、好適には C M O S 技術を用いて実現されている。水平ホール効果素子は、半導体チップ 1 の表面 8 上に垂直に入射する磁場の成分に敏感である。例では、ホール効果素子 2 . 1 から 2 . 6 は、好ましくは [ 1 0 0 ] 結晶軸に平行に並んだ十字型構造を有し、そのため、ホール信号上での機械的応力を変化させる影響をできる限り小さく維持する。

10

【 0 0 1 1 】

磁場コンセントレータ 3 は強磁性材料から成り、好適には、例えば約 1 5  $\mu\text{m}$  から 3 0  $\mu\text{m}$  の膜厚のテープとして使用可能な、パーマロイ又はミューメタル又はメタルガラスから成る。比較的低い保持力を有する金属ガラスが好適であり、そのため、ヒステリシス効果は生じない。さらに、それらの磁化は非常に等方的である。

【 0 0 1 2 】

磁場コンセントレータ 3 は平面 9 に延びており、平たい形状を有し、すなわち、その厚さは面上での広がり比べてかなり小さい。磁場コンセントレータ 3 は等しい厚さを有することが好ましい。しかしながら、端部より中央部で厚く形成することもできる。従って、磁場コンセントレータ 3 は、面上に存在する磁場の成分に対してコンセントレータとして作用する。磁場コンセントレータ 3 の機能を図 2 をもとに詳細を説明する。この例では、磁場コンセントレータ 3 は対称中心 5 を有する。すなわち、それは回転対称である。

20

【 0 0 1 3 】

図 2 は、図 1 の線 I - I に沿ったセンサの断面図であって、例えば、3 個のコイルを有するブラシレス電気モータ 1 2 の回転軸 1 1 上に載置された磁場を生成する永久磁石 1 0 を示している。その環境内では、磁場コンセントレータ 3 は、磁力線 1 3 のコースを変え、特に、磁場コンセントレータ 3 がいない場合に半導体チップ 1 の表面 8 にほとんど垂直に走る磁力線が、表面 8 に対してほとんど垂直にホール効果素子 2 . 1 を貫くという効果を有する。磁場コンセントレータ 3 の材料の相対透磁率は 1 0 0 0 より大きく、一方、空気及び半導体基板 7 の相対透磁率は約 1 である。従って、磁力線は実際はいつも磁場コンセントレータ 3 の表面に対して垂直に並んでいる。ホール効果素子 2 . 1 から 2 . 6 は、磁場の垂直成分が最大なので、磁場コンセントレータ 3 の面方向端部 4 領域に配置している。

30

【 0 0 1 4 】

回転中心に対して径方向に反対に位置するホール効果素子は、出力信号の各生成に対して一対形成し、それによって一つのホール効果素子のホール電圧が他のホール効果素子のホール電圧から引かれる。磁力線が垂直方向に反対の一対のホール効果素子の両方を貫くので、磁場の“再方向付け”によって生成した電圧が蓄積し、一方、例えば、垂直にホール効果素子を貫く外側干渉磁場のために、生成したホール電圧が互いにキャンセルする。さらに、技術依存オフセット電圧は少なくとも部分的に補償される。従って、ホール効果素子 2 . 1 と 2 . 4 とは信号 S 1 を生成し、ホール効果素子 2 . 2 と 2 . 5 とは信号 S 2 を生成し、ホール効果素子 2 . 3 と 2 . 6 とは信号 S 3 を生成する。出力信号 S 1、S 2 及び S 3 の強さは面 9 における磁場の方向に依存する。

40

【 0 0 1 5 】

永久磁石 1 0 が回転軸 1 1 の回りを回転すると、磁場はそれと共に回転し、1 2 0 ° だけ位相シフトした正弦波出力信号 S 1、S 2 及び S 3 を生成する。永久磁石 1 0 の磁場の方向が 2 つのホール効果素子 2 . 1 及び 2 . 4 を結合する軸に対して平行であるときには、出力信号 S 1 は常に最大であり、また、永久磁石 1 0 の磁場の方向が 2 つのホール効果素

50

子 2 . 3 及び 2 . 5 を結合する軸に対して平行であるときには、出力信号 S 2 が常に最大であり、...。欧州特許出願 E P 9 5 4 0 8 5 に記載されているように、出力信号 S 1、S 2 及び S 3 を電気モータ 1 2 の 3 個のコイルを制御するのに用いることができる。

#### 【 0 0 1 6 】

しかしながら、出力信号 S 1、S 2 及び S 3 は電気モータ 1 2 が静止しているときに回転軸 1 1 の回転角 を決定するためにも用いることができる。ここで、可能な限り、永久磁石 1 0 の磁場に起因しない出力信号 S 1、S 2 及び S 3 上に信号が重ならないことが重要である。ペアとして結合した各ホール効果素子を使った提案例はこれに対して特に適している。というのは、外部干渉場の影響が主に除去されかつ技術依存オフセット電圧がほとんど補償されるからである。個々のホール効果素子 2 . 1 から 2 . 6 の代わりに、2 個又は 3 個以上のホール効果素子を備えたホール効果素子のグループを用いるとき、これによって電流方向が 1 グループの様々なホール効果素子で異なるので、技術依存オフセット電圧はさらに低減することができる。

#### 【 0 0 1 7 】

このような例を、4 つのグループ 1 4 から 1 7 がそれぞれ 2 つのホール効果素子 2 . 1 から 2 . 8 と共に利用可能な図 3 で示す。ホール効果素子の径方向に反対に位置するグループが結合してペアとなり、そのため、センサが 2 つの出力信号 S 1 と S 2 とを出す。従って、これは、出力信号 S 1 がホール効果素子 2 . 1、2 . 2、2 . 5 及び 2 . 6 のホール電圧から形成され、かつ、出力信号 S 2 がホール効果素子 2 . 3、2 . 4、2 . 7 及び 2 . 8 のホール電圧から形成される。図 3 では、ホール効果素子は十字形状であり、各ホール効果素子は、ホール効果素子内の電流方向を示す矢印によって指定される。この例を用いると、磁場コンセントレータ 3 も、前の例で示したような円状構造に向かい合うように、ホール効果素子の位置での磁場をより大きくすることにつながる十字構造を有する。必要ならば、出力信号 S 1 及び S 2 の値を回転角 の関数として格納することが可能である。出力信号 S 1 及び S 2 は位相シフトしているので、出力信号 S 1 及び S 2 をもとに、回転角 を容易に明瞭にかつ唯一つ決定することができる。

#### 【 0 0 1 8 】

図 4 は、第 1 の例のセンサを参照して倍率表示でなく概略図として、回転軸 1 1 ( 図 1 も参照 ) に対して面の径方向反対側に位置した 2 つの集積ホール効果素子 2 . 1 と 2 . 4 とを備えた半導体チップ 1 と円状磁場コンセントレータ 3 とを示している。2 つのホール効果素子 2 . 1 及び 2 . 4 の領域における永久磁石 1 0 ( 図 2 ) によって生成された場の強さ及び方向は垂直軸で示している。x 軸の正方向における磁場コンセントレータ 3 の理想位置からのシフトは、ホール効果素子 2 . 1 のホール電圧の低下とホール効果素子 2 . 4 のホール電圧の増加との原因となる。好適には、磁場コンセントレータ 3 の直径は 2 つのホール効果素子 2 . 1 と 2 . 4 との間の距離に適用され、そのため、ホール効果素子 2 . 1 及び 2 . 4 に対する磁場コンセントレータ 3 の理想位置付けと共に、2 つのホール効果素子 2 . 1 及び 2 . 4 は磁場の強さが最大に達するゾーン内に位置していない：ホール効果素子 2 . 1 及び 2 . 4 は図 4 で示した中心により近接しているか、または、中心からさらに離れて位置しているかいずれかである。このように、2 つのホール効果素子 2 . 1 及び 2 . 4 はに対する磁場コンセントレータ 3 の様々な位置変動の影響は最小化されている。

#### 【 0 0 1 9 】

センサは電気モータの制御だけを行い、そしてモータが静止しているときの回転角は重要でないならば、一対のホール効果素子が使用可能なときにだけで十分である。第 1 の実施形態では、これらはホール効果素子 2 . 1 及び 2 . 4 である。

#### 【 0 0 2 0 】

円状磁場コンセントレータの代わりに、例えば多角形の形状の磁場コンセントレータを使用することができる。特に、フォトリソグラフィのために、ポリゴンによって円形に近づくことが賢明である。同様に、ホール効果素子の数を増やすことができる。

#### 【 0 0 2 1 】

10

20

30

40

50

図5は、垂直ホール効果素子2を有する実施形態を示している。垂直ホール効果素子は、ホール効果素子を貫通する磁場の半導体チップ1の表面8に平行な成分に敏感である。エレクトロニクスで集積することができる垂直ホール効果素子は例えば米国特許5572058に記載されている。垂直ホール効果素子2は磁場コンセンレータ3の端部4に対して接線方向に並んでいる。それらは、磁場コンセンレータ3の端部4の領域に位置するが、磁場コンセンレータ3や水平ホール効果素子の下ではなく、半導体チップ1の表面8に平行に走る磁場の磁力線13(図2)が最大である磁場コンセンレータ3が最大のところである磁場コンセンレータ3のそとへ面方向にはずれたしたところである。

【0022】

図6では、矢印は垂直ホール効果素子2の領域の磁場の平行に走る磁力線(図2)の強さを示している。ここで、矢印の長さは磁場の強さに比例する。

10

【0023】

従来技術で周知の解決策と比較してこの解決策は以下のような利点を有する：

a) ホール効果素子は磁場の垂直成分が最大である永久磁石の端部領域に位置せず、水平成分が最大である回転軸領域に位置するので、永久磁石に対するホール効果素子の位置は決定的に重要ではなく、そのため、ホール効果素子を集積するホール効果素子の配置は永久磁石の端部の位置に独立して行うことができる。

b) 磁場コンセンレータはさらにホール効果素子の領域の磁場を増幅する。

c) ホール効果素子の処理エレクトロニクスは同じチップ上に集積することができる。

d) 通常の処理許容範囲内の設定位置からの磁場の実際の位置のずれは生成される信号上にほとんど影響を与えない。

20

【0024】

記載したセンサも、始めに引用した欧州特許出願893668に記載した応用についての角度センサとして適している。

【0025】

図7aは、磁場コンセンレータ3がリング形状を有する発明に対応したセンサの第3の例を示している。これは、リングの中心において、ホール効果素子2'上への垂直入射を測定することができる磁場の成分を有するさらなる水平ホール効果素子の配置を可能にする。このようなセンサは例えば、それが3つの次元で外側磁場の方向の決定を可能にするように、ジョイスティックにおいて使用するのにも適している。

30

【0026】

磁場コンセンレータ3は非常に薄いので、ホール効果素子2'に垂直に入射する磁場の成分に実際には何の影響もない。図7bで示したセンサも、それが3つの次元で外側磁場の方向の決定を可能にする。しかしながら、ここで、始めに磁場コンセンレータ3が水平成分を増幅し、次に設定位置からの磁場コンセンレータ3のずれを伴って、磁場の水平成分も垂直方向にホール効果素子2'を貫通することができるので、垂直成分が水平成分に重なってしまうという意見が存在する。

【0027】

しかしながら、図7aによる例と共に、強磁性リングの幅が厚さと同程度であるときに、磁場コンセンレータ3も磁場の垂直成分に対してコンセンレータとして作用することができる。2つのホール効果素子2.1及び2.3の信号の和又は2つのホール効果素子2.2及び2.4の信号の和から、磁場の垂直成分に比例する信号を得ることができ、一方、上述で証明したように、差から磁場の水平成分を得ることができる。ホール効果素子2'は省略することができる。

40

【0028】

個々のホール効果素子は通常に数10 $\mu$ m×数10 $\mu$ mの比較的小さな面積を必要とする。円状磁場コンセンレータの直径は約0.2mmから0.5mmの値である。理想的な場合には、磁場コンセンレータの直径は、通常1.3mm又はそれ以上の値である永久磁石の直径より小さい。

【0029】

50

20 mT以上では、外側磁場は通常磁場コンセントレータにおいて飽和効果につながる。磁場コンセントレータが少なくとも部分的に磁場が飽和するように、永久磁石とセンサとの間の設定距離を選択したとき、これは、出力信号S1、S2等がセンサからの永久磁石の距離揺らぎに依存しないか又はわずかにだけ依存するという利点を有する。

#### 【0030】

ホール効果素子をパルス発生器として作動し、それによって、回転永久磁石が使用されるホール効果素子の数と同じ数だけ回転あたりのパルスを生成する。

#### 【0031】

図8は、第1の例におけるセンサと、角度規定素子として作用する永久磁石と共に、角度センサとして、3個のコイルを有する電気モータの制御に対して適している、3個の磁場コンセントレータ18.1、18.2と18.3を有する角度センサを示している。磁場コンセントレータ18は、対称点19に対して対称に、すなわち、120°の回転対称性を有して配置している。水平ホール効果素子2.1、2.2、又は2.3が、対称点19に向けた各磁場コンセントレータの端部4の領域に配置している。磁場コンセントレータの端部4は2つの範囲に分割される、すなわち、磁場の磁力線の密度が2つのヘリ20の間のギャップにおいて可能な限り一様でありかつピークの飽和が回避されるように磁場コンセントレータ18の反対のヘリ20が平行に走る内部範囲と、ここで磁場が“短絡”することを回避するために近傍の磁場コンセントレータの間の距離がはるかに大きい外側範囲とに分割される。磁場コンセントレータ18.1、18.2と18.3の外側端部21が、ホール効果素子2.1、2.2及び2.3の領域においてできるだけ効率的に外側磁場を集中するため、かつ、信号の角度依存性に影響を与える飽和ピークを回避するために、できるだけ大きな角度範囲に広がっている。この例によって、各ホール効果素子2.1、2.2及び2.3は出力信号S1、S2、及びS3を出す。

#### 【0032】

各ホール効果素子2.1、2.2及び2.3の代わりに、ホール効果素子のグループもそれらの間ですでにオフセット補正されたことを予め知ることが可能である。

#### 【0033】

図9及び図10は、磁場の方向を2次元において決めることが可能なさらに2つのセンサを示している。ここで、対称点19に関して互いに径方向で反対に位置した2個のホール効果素子が一對に結合している。ホール効果素子2.1と2.3とで出力信号S1を生成し、ホール効果素子2.2と2.4とで出力信号S2を生成する。出力信号S1及びS2から、センサの面9における磁場の方向を決定することができる。

#### 【0034】

図8から図10に示したセンサを用いて、磁場コンセントレータは平坦に形成する必要はない。それらは、ホール効果素子の領域にできるだけ効果的に磁場を集中するために、端部へいくほど厚くすること、あるいはさらなる外部磁場コンセントレータに結合することができる。

#### 【0035】

図11は、3個の磁場コンセントレータ18.1、18.2及び18.3と、隣接する磁場コンセントレータ18.1、18.2及び18.3の平行に延びるヘリ20の間の中心に各々配置する3個の垂直ホール効果素子2.1、2.2及び2.3とを有する実施形態を示している。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 水平ホール効果素子を有する本発明に係るセンサの一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】 図1のI-Iに沿ったセンサの断面図である。

【図3】 本発明に係るセンサの第2の実施形態を示す概略構成図である。

【図4】 本発明に係るセンサの詳細図である。

【図5】 垂直ホール効果素子を有する本発明に係るセンサの一実施形態を示す概略構成図である。

10

20

30

40

50

【図 6】 垂直ホール効果素子を有する本発明に係るセンサの一実施形態を示す概略構成図である。

【図 7】 (a) 外側磁場の方向を 3 方向で決定することができる本発明に係るセンサの概略構成図である。(b) 外側磁場の方向を 3 方向で決定することができる本発明に係るセンサの概略構成図である。

【図 8】 本発明に係る他のセンサの概略構成図である。

【図 9】 本発明に係る他のセンサの概略構成図である。

【図 10】 本発明に係る他のセンサの概略構成図である。

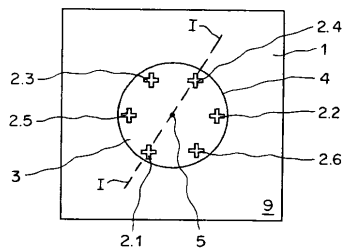
【図 11】 本発明に係る他のセンサの概略構成図である。

【符号の説明】

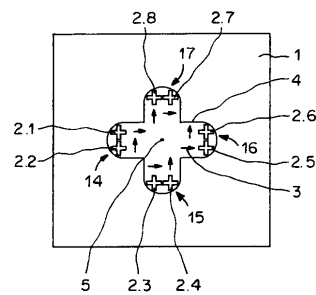
- 2 . 1、2 . 2、2 . 4、2 . 5 ホール効果素子  
 3、18 . 1、18 . 2、18 . 3、18 . 4 磁場コンセントレータ  
 4 端部  
 5、19 対称中心  
 10 永久磁石  
 11 回転軸  
 14、15、16、17 ホール効果素子  
 20 ヘリ

10

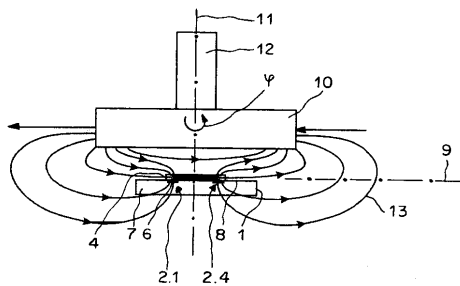
【図 1】



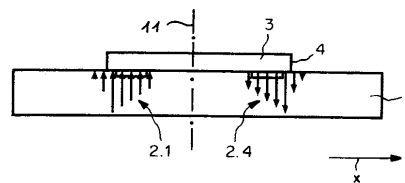
【図 3】



【図 2】

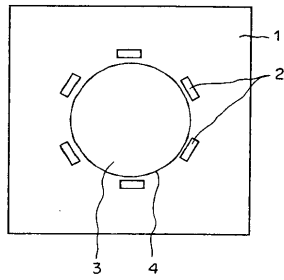


【図 4】

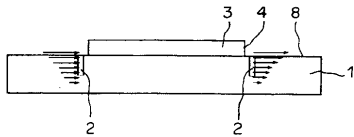




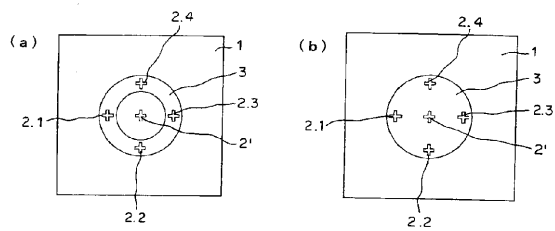
【図 5】



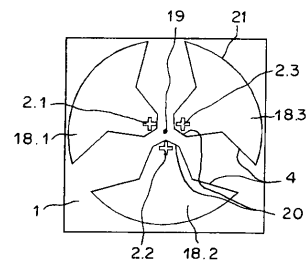
【図 6】



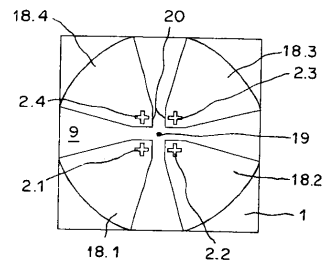
【図 7】



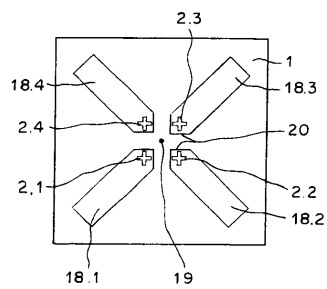
【図 8】



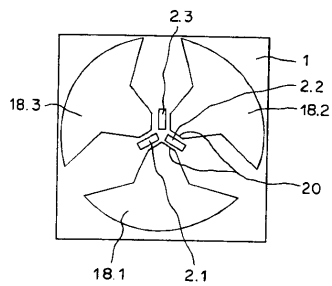
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ラディヴォジェ・ポボヴィッチ  
スイス・CH - 6 3 0 0・ツーク・フリートバッハ・2
- (72)発明者 ロベルト・ラッツ  
スイス・CH - 6 3 0 0・ツーク・ブライヒシュトラセ・9
- (72)発明者 クリスチャン・ショット  
スイス・CH - 1 1 1 0・モルジュ・アヴニュ・デュ・ドゥレ・4

審査官 岡田 卓弥

- (56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 1 6 5 6 1 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 1 6 1 9 0 5 ( J P , A )  
特開昭 6 0 - 3 7 7 9 1 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- G01D 5/00- 5/252
  - G01D 5/39- 5/62
  - G01B 7/00- 7/34
  - G01R33/00-33/26