

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第3848670号
(P3848670)

(45) 発行日 平成18年11月22日(2006.11.22)

(24) 登録日 平成18年9月1日(2006.9.1)

(51) Int. Cl. F I
G O 1 D 5/18 (2006.01) G O 1 D 5/18 N

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2005-209396 (P2005-209396)	(73) 特許権者	398006970
(22) 出願日	平成17年7月20日(2005.7.20)		株式会社トーメンエレクトロニクス
審査請求日	平成18年7月4日(2006.7.4)		東京都港区港南1丁目8番27号 日新ビル
		(74) 代理人	100092820
			弁理士 伊丹 勝
		(74) 代理人	100064539
			弁理士 右田 登志男
		(74) 代理人	100075063
			弁理士 黒田 英文
		(72) 発明者	栗原 武雄
			東京都港区港南1丁目8番27号 株式会社トーメンエレクトロニクス内
		審査官	井上 昌宏
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転角度検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

検出対象に取り付けられて前記検出対象と共に回転して回転磁場を生成する回転磁石と

、この回転磁石で生成される回転磁場内に配置され、複数の磁気抵抗効果型素子をブリッジ接続してなるセンサユニットを互いの磁化容易軸を45°ずらして配置してなる磁気センサと、

前記磁気センサの近傍に配置され前記磁気センサが配置された領域における前記回転磁石による0°～360°の回転磁場から0°～180°の合成回転磁場を生成する4極補助磁石と

を備えてなることを特徴とする回転角度検出装置。

【請求項2】

前記磁気センサに付与される、前記回転磁石の磁気モーメントと前記4極補助磁石の合成磁気モーメントの大きさがほぼ等しいことを特徴とする請求項1記載の回転角度検出装置。

【請求項3】

前記4極補助磁石は、前記回転磁石の回転面と並行に配置されたリング状磁石であることを特徴とする請求項1記載の回転角度検出装置。

【請求項4】

前記4極補助磁石は、前記回転磁石の回転軸と同軸配置され、

10

20

前記磁気センサは、前記4極補助磁石の均質磁界部に配置されていることを特徴とする請求項3記載の回転角度検出装置。

【請求項5】

前記4極磁石は、前記回転磁石の回転面と同一面上の前記回転軸に対してずれた位置に配置され、

前記磁気センサは、前記4極磁石の均質磁界部に配置されていることを特徴とする請求項3記載の回転角度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の磁気抵抗効果型素子（以下、「MR素子」と呼ぶ。）をブリッジ接続してなる磁気センサを使用して、検出対象の回転角度を検出する回転角度検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

回転軸等の検出対象の回転角度の検出等に利用される、MRセンサを使用した非接触型の回転角度検出装置は、例えば特許文献1等により知られている。

【0003】

以下、図9及び図10により従来この種の回転角度検出装置について説明する。

【0004】

図9に示すように、回転角度検出装置は、検出対象としての回転軸101に取り付けられて回転軸101と共に回転する回転磁石102と、この回転磁石102の近傍に回転軸101とは非接触に配置された磁気センサ103とから構成されている。

【0005】

磁気センサ103は、例えば図10に示すように、それぞれが4つのMR素子111をブリッジ接続して構成された一対のセンサユニット121, 122からなる。各センサユニット121, 122を構成するMR素子111は物理的属性として磁気異方性を有し、磁化容易軸方向の磁場と、これと直交する磁化困難軸方向の磁場とで異なる抵抗値を示す。各センサユニット121, 122を構成する4つのMR素子111は、互いの磁化容易軸を90°ずつずらして配置されている。また、センサユニット121のMR素子111と、センサユニット122のMR素子111とは、互いの磁化容易軸を45°傾けて配置されている。この磁気センサ103は、基板104上で回転磁石102の均質磁界部に配置される。

【0006】

このような回転角度検出装置において、回転軸101が回転すると、回転軸101に取り付けられている回転磁石102も回転するので、磁気センサ103には回転磁界が付与される。これに伴い、各MR素子111に抵抗変化が生じ、ブリッジに流れる電流値を正弦波状に変化させるので、磁気センサ103から正弦波状信号が出力される。この正弦波状信号から回転軸101の回転角度を検出することができる。

【0007】

ところで、上述の磁気センサ103は、その特性により角度検出可能な範囲が+側の磁化容易軸から-側の磁化容易軸までの180°であり、0°~360°の範囲の角度を一義的に検出することはできない。

【0008】

そこで、例えば磁気センサに加えて、磁気センサの近傍にホール素子を配置することにより、0°~360°の範囲の回転角度検出を可能にした技術が知られている（特許文献2）。

【0009】

また、磁気センサの磁気異方性を増強するデバイスとして、永久磁石を使用した角度センサも知られている（特許文献3）。

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開平7-260414号公報

【特許文献2】特開平11-94512号公報

【特許文献3】特開2003-4480号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、上記特許文献2に開示された装置では、磁気センサの他にホール素子を設け、両者の信号を処理しなければならないため、処理回路が複雑になるという問題がある。また、特許文献3は、回転磁石の回転角度との詳細な関係を何ら開示していない。

【0011】

本発明は、このような点に鑑みなされたもので、極めて簡単な構成の付加により、 0° ~ 360° の範囲の回転角度検出が可能になる回転角度検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明に係る回転角度検出装置は、検出対象に取り付けられて前記検出対象と共に回転して回転磁場を生成する回転磁石と、この回転磁石で生成される回転磁場内に配置され、複数の磁気抵抗効果型素子をブリッジ接続してなるセンサユニットを互いの磁化容易軸を 45° ずらして配置してなる磁気センサと、前記磁気センサの近傍に配置され前記磁気センサが配置された領域における前記回転磁石による 0° ~ 360° の回転磁場から 0° ~ 180° の合成回転磁場を生成する4極補助磁石とを備えてなることを特徴とする。

【0013】

本発明の好ましい実施形態においては、前記磁気センサに付与される、前記回転磁石の磁気モーメントと前記4極補助磁石の合成磁気モーメントの大きさがほぼ等しいことを特徴とする。

【0014】

前記4極補助磁石は、例えば前記回転磁石の回転面と並行に配置されたリング状磁石である。また、好ましい実施形態においては、前記4極補助磁石は、前記回転磁石の回転軸と同軸配置され、前記磁気センサは、前記4極補助磁石の均質磁界部に配置されている。更に他の実施形態においては、前記4極磁石は、前記回転磁石の回転面と同一面上の前記回転軸に対してずれた位置に配置され、前記磁気センサは、前記4極磁石の均質磁界部に配置されている。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、磁気センサの近傍に4極補助磁石を設けているので、4極補助磁石の合成磁気モーメントと回転磁石による磁気モーメントの合成磁気モーメントが、回転磁石による 0° ~ 360° の回転を 0° ~ 180° の回転に変換する。これにより、磁気センサでの 0° ~ 180° の回転角度検出値を、検出対象の 0° ~ 360° の回転角度検出値として求めることが可能になる。

【0016】

本発明によれば、単に4極補助磁石を追加するだけで、信号処理ための回路は、従来の回路をそのまま利用することが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、添付の図面を参照して、この発明の実施の形態を説明する。

【0018】

[第1の実施形態]

図1は、本発明の第1の実施形態に係る回転角度検出装置の構成を示す側面図、図2は同じく平面図である。この回転角度検出装置は、検出対象である回転軸11の端部に装着された回転磁石12と、この回転磁石12に非接触で対向する基板13上に装着された4

10

20

30

40

50

極補助磁石 1 4 と、基板 1 3 の反対側に装着された磁気センサ 1 5 とを備えて構成されている。

【 0 0 1 9 】

検出対象は、例えばモータ等の回転軸 1 1 であり、この実施形態 1 では、軸端が利用可能な場合を示している。回転磁石 1 2 は直方体からなり、その長手方向の両端を極とする 2 極の永久磁石である。4 極補助磁石 1 4 は、回転軸 1 1 と同軸配置されたリング状磁石であり、図 2 において、中心を通る水平線に対して + 4 5 ° 及び - 4 5 ° の向きに磁気モーメントが形成されるように着磁されている。磁気センサ 1 5 は、図 1 0 と同様のもので、回転磁石 1 2 及び 4 極補助磁石 1 4 によって生成される均質磁界部に配置されるように、回転中心からずれた位置に装着されている。

10

【 0 0 2 0 】

図 3 は、磁気センサ 1 5 に接続される信号処理回路を示す図である。磁気センサ 1 5 の各出力端子 D , E , B , G から出力される検出信号は、A / D 変換回路 2 1 ~ 2 4 でそれぞれ A / D 変換され、CPU 2 5 に入力される。CPU 2 5 は、EEPROM 2 6 に記憶されたプログラムに従って、所定の信号処理を実行し、回転角度検出データを算出する。この検出データが D / A 変換回路 2 7 でアナログ信号に変換されて回転角度検出信号 V o として出力される。

【 0 0 2 1 】

次に、このように構成された第 1 の実施形態に係る角度検出装置の検出原理について説明する。

20

【 0 0 2 2 】

図 4 は、図 2 における水平方向を X 軸、垂直方向を Y 軸とし、回転磁石 1 2 の磁気モーメントを M r , 4 極補助磁石 1 4 の合成磁気モーメントを M h , M r と M h の合成磁気モーメントを M , 磁気モーメント M r , M の回転角度をそれぞれ θ , ϕ としたときのこれらの関係を示す図である。これらの間には、次のような関係が成り立つ。

【 0 0 2 3 】

$$M \cos \theta = M h + M r \cos \phi \quad \dots (1)$$

$$M \sin \theta = M r \sin \phi \quad \dots (2)$$

ここで、 $M r = M h$ であるとすると、(1) 式は、次のようになる。

【 0 0 2 4 】

$$\begin{aligned} M \cos \theta &= M r (1 + \cos \phi) \\ &= M r \{ (2 \cos (\phi / 2) * \cos (\theta - \phi / 2)) \} \quad \dots (3) \end{aligned}$$

同様に、(2) 式は、次のようになる。

【 0 0 2 5 】

$$M \sin \theta = M r \{ (2 \sin (\phi / 2) * \cos (\theta - \phi / 2)) \} \quad \dots (4)$$

次に、(4) / (3) を求めると、

$$\begin{aligned} \tan \theta &= \sin (\phi / 2) / \cos (\theta - \phi / 2) \\ &= \tan (\phi / 2) \quad \dots (5) \end{aligned}$$

となる。よって、 $\theta = \phi / 2$ となる。すなわち、回転磁石 1 2 の磁気モーメント M r と 4 極補助磁石 1 4 の合成磁気モーメント M h とが同じ場合には、回転磁石 1 2 の回転角度 θ に対して合成磁気モーメント M の回転角度 ϕ は、丁度 1 / 2 になるので、回転磁石 1 2 の 3 6 0 ° の回転に対して、合成磁気モーメント M は 1 8 0 ° の範囲で変化する。

40

【 0 0 2 6 】

図 5 (a) ~ (d) は、回転磁石 1 2 の回転角度 θ が 0 ° , 9 0 ° , 1 8 0 ° , 2 7 0 ° と順次回転したときの磁気センサ 1 5 に及ぼす合成磁気モーメント M の変化を示している。

【 0 0 2 7 】

4 極補助磁石 1 4 の合成磁気モーメント M h は 0 ° に固定なので、回転磁石 1 2 の回転角度 θ が 0 ° , 9 0 ° , 2 7 0 ° (- 9 0 °) と変化すると、合成磁気モーメント M は、0 ° , 4 5 ° , - 4 5 ° と変化する。但し、 $\theta = 1 8 0 °$ では、 $M = 0$ となる。よって、

50

図6に示すように、回転磁石12の0°～360°の回転に対して、合成磁気モーメントMは、0°～90°、-90°～0°の計180°の範囲で変化する。従って、この変化を磁気センサ15で検出することにより、回転軸11の0°～360°の変化を検出することが可能になる。

【0028】

次に、 $M_h = M_r$ とするための校正手順について説明する。

【0029】

[ステップ1] まず、磁気センサ15と4極補助磁石14とを互いの基準軸が0°をなすように、配置する。そのためには、下記ステップ1a, 1bを実行する。

【0030】

[ステップ1a] 磁気センサ15と信号処理回路を、基板13の下面にマークされた位置に、基板13と磁気センサ15の基準軸が0°となるように配置する。

【0031】

[ステップ1b] 信号処理回路の出力信号 V_o をオシロスコープ等でモニターしながら、オフセットを校正した後、その出力信号 V_o がデジタルマルチメータの読み取り値として0°を示す値になるように、基板13の上面(回転磁石12側)にマークされた位置に4極補助磁石14を配置する。

【0032】

[ステップ2] 次に、回転磁石12と4極補助磁石14とを、両者の磁気モーメント M_h, M_r が直交するように(図5(b)のような関係となるように)配置する。そのためには、下記ステップ2a, 2bを実行する。

【0033】

[ステップ2a] ステップ1にて決定した0°を基準にし、ステップ1bと同様に、信号処理回路の出力信号 V_o が、デジタルマルチメータの読み取り値として0°を示す値になるように回転磁石12の位置を確定する。これが回転磁石12の0°の基準となる。

【0034】

[ステップ2b] ステップ2aで確定した回転磁石12の0°を基準にして、回転磁石12を90°回転させるには、例えば、131,072(=2¹⁷)パルス/回転(1パルス当りの角度=0.0027°)の分解能を有するアブソリュートエンコーダ(株式会社ニコン製MAR-M30又はその同等品)を使い、少なくとも0.01°の精度で回転磁石12が90.00°±0.01°以内となるように角度を確定する。

【0035】

[ステップ3] ステップ2にて確定した回転磁石12の配置に対し、ステップ2aと同様に、信号処理回路の出力信号 V_o を、オシロスコープでモニターしながら、デジタルマルチメータで読み取り、その読取値から前述の0°の読取値を差引いた値を補正角度値()に換算する。CPU25は、磁気センサ15の出力が = 45°であるか、すなわち $M_r = M_h$ であるかどうかを判定し、もし、 $M_r = M_h$ であれば、校正処理を終了するが、 $M_r \neq M_h$ 、すなわち = 45°でない場合には、

$$M_r = \tan \theta \cdot M_h \quad \dots (6)$$

となるので、 M_h を $\tan \theta$ 倍すれば、 M_r と同じ値になる。ここで「 $\tan \theta$ 」を補正係数と呼ぶ。

【0036】

[第2の実施形態]

図7は、本発明の第2の実施形態に係る回転角度検出装置の構成を示す側面図である。この実施形態では、自動車のステアリング角度を、アシスト用電動モータの軸回転角度で検出するような軸端が利用できない用途に適した実施形態である。

【0037】

検出対象である回転軸31には、リング状の回転磁石32が装着されている。この回転磁石32の回転面と同一面に配置された基板33上に、リング状の4極補助磁石34が装

10

20

30

40

50

着されている。また、基板 33 の裏面に磁気センサ 35 が実装されている。磁気センサ 35 は、図 10 のものと同様で、4 極補助磁石 34 よって生成される均質磁界部に配置されるように、4 極補助磁石 34 の中心からずれた位置に装着されている。

【0038】

この実施形態においても、図 8 (a) ~ (d) に示すように、回転磁石 32 の $0^\circ \sim 360^\circ$ の回転に対して、合成磁気モーメント M は、 $0^\circ \sim 90^\circ$ 、 $-90^\circ \sim 0^\circ$ の計 180° の範囲で変化する。従って、この変化を磁気センサ 35 で検出することにより、回転軸 31 の $0^\circ \sim 360^\circ$ の変化を検出することが可能になる。

【0039】

なお、以上は、4 極補助磁石として円環状の永久磁石を使用した。4 極補助磁石は、特に円環状に限定されない。例えば楕円状の磁石を使用することもできる。この場合には、短軸又は長軸に対して対称な角度で 4 極着磁すれば良い。

10

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る回転角度検出装置の構成を示す側面図である。

【図 2】同装置の簡略的な平面図である。

【図 3】同装置の回路構成を示すブロック図である。

【図 4】同装置の回転角度検出原理を説明するためのベクトル図である。

【図 5】同装置の動作を説明するための側面図及び平面図である。

【図 6】同装置の動作を説明するためのベクトル図である。

20

【図 7】本発明の第 2 の実施形態に係る回転角度検出装置の構成を示す側面図である。

【図 8】同装置の動作を説明するための側面図及び平面図である。

【図 9】従来の回転角度検出装置の構成を示す側面図である。

【図 10】磁気センサの詳細を示す回路図である。

【符号の説明】

【0041】

11, 31, 101 ... 回転軸、12, 32, 102 ... 回転磁石、13, 33, 104 ... 基板、14, 34 ... 4 極補助磁石、15, 35, 103 ... 磁気センサ、111 ... 磁気抵抗 (MR) 効果素子、121, 122 ... センサユニット。

【要約】

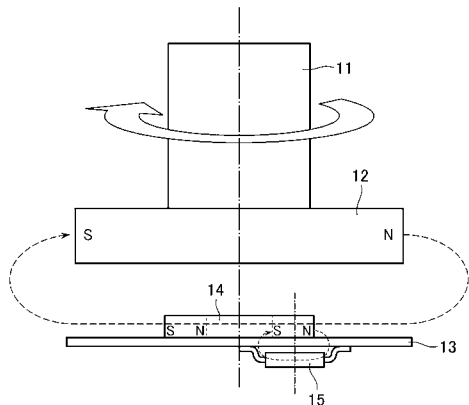
30

【課題】 極めて簡単な構成の付加により、 $0^\circ \sim 360^\circ$ の範囲の回転角度検出を可能にする。

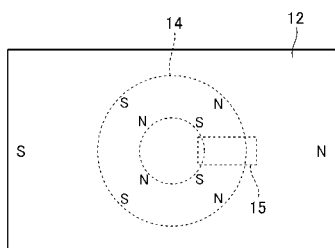
【解決手段】 回転軸 11 の端部に装着された回転磁石 12 と、この回転磁石 12 に非接触で対向する基板 13 上に装着された 4 極補助磁石 14 と、基板 13 の反対側に装着された磁気センサ 15 とを備える。4 極補助磁石 14 は、磁気センサ 15 が配置された領域における回転磁石 12 による $0^\circ \sim 360^\circ$ の回転磁場を $0^\circ \sim 180^\circ$ の回転磁場に変換する。

【選択図】 図 1

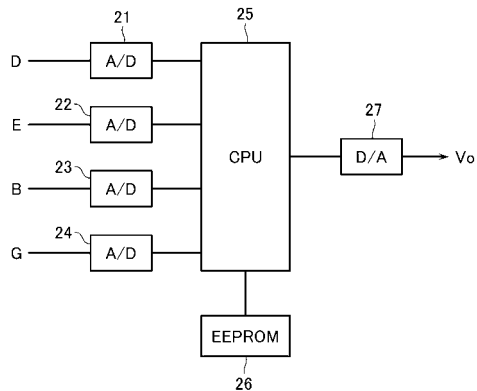
【 図 1 】



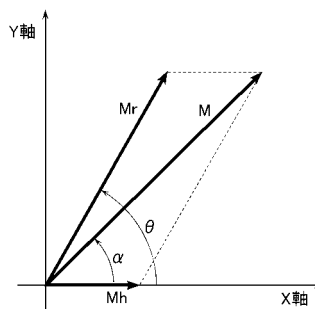
【 図 2 】



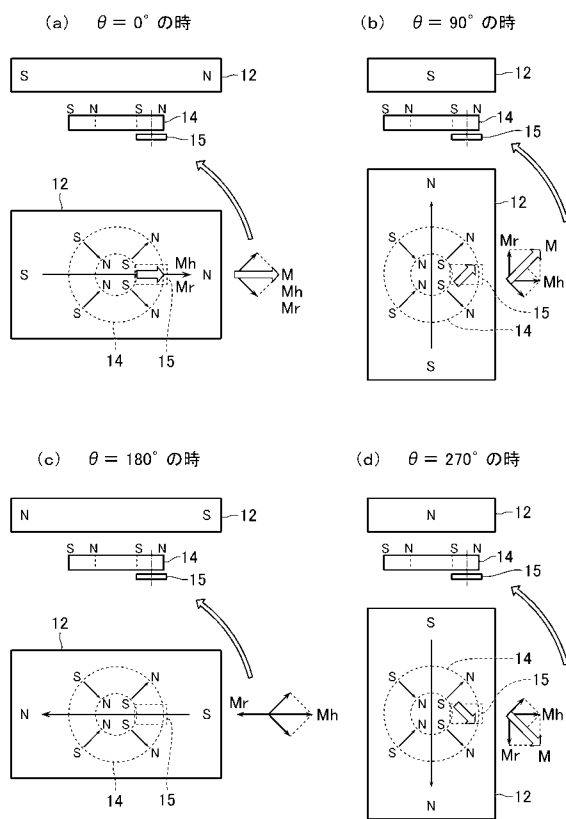
【 図 3 】



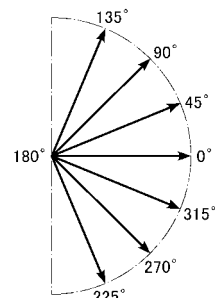
【 図 4 】



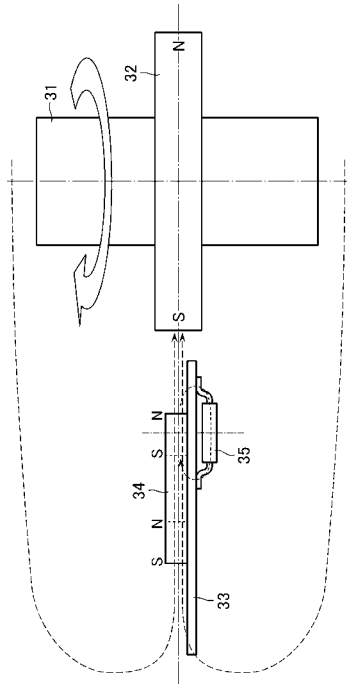
【 図 5 】



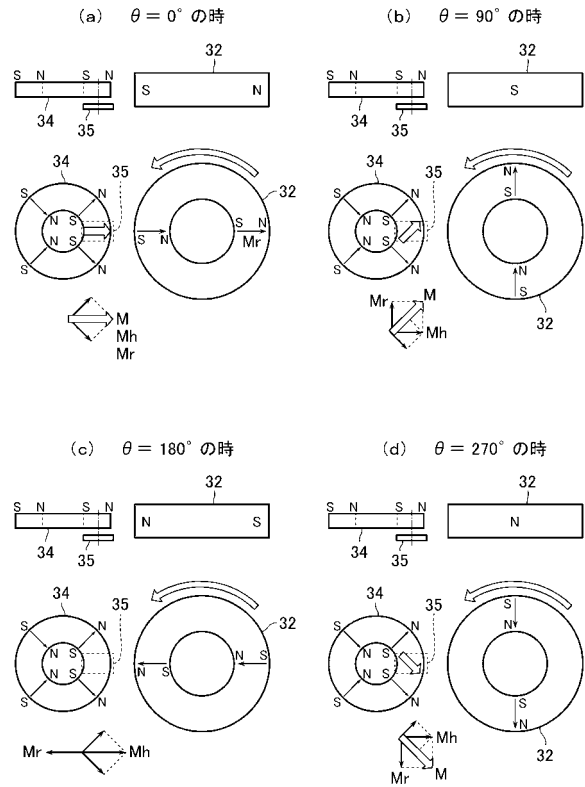
【 図 6 】



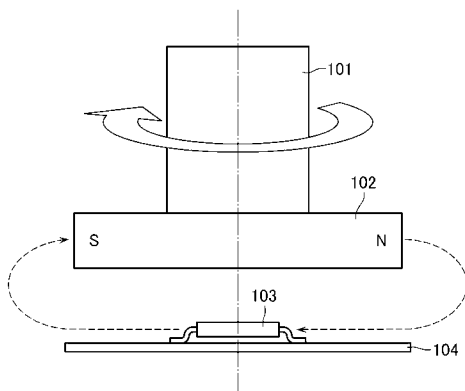
【 図 7 】



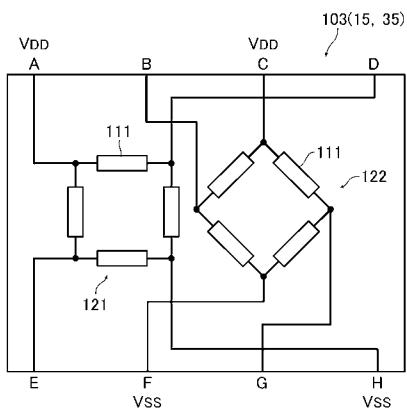
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-24282(JP,A)
米国特許出願公開第2004/12385(US,A1)
国際公開第2004/113928(WO,A2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01D5/00~5/62
G01B7/00~7/34