

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6954139号
(P6954139)

(45) 発行日 令和3年10月27日 (2021. 10. 27)

(24) 登録日 令和3年10月4日 (2021. 10. 4)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 D 5/14 (2006.01)
 GO 1 D 5/14 F
 GO 1 D 5/14 H

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2018-4645 (P2018-4645)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成30年1月16日 (2018. 1. 16)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2019-124545 (P2019-124545A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	令和1年7月25日 (2019. 7. 25)	(74) 代理人	100093779
審査請求日	令和2年12月16日 (2020. 12. 16)		弁理士 服部 雅紀
		(72) 発明者	犬塚 孝範
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	河野 禎之
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		審査官	岩本 太一

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】

回転体 (1 1) の回転角度を検出する回転角度検出装置であって、
 前記回転体の回転軸心 (A X) に垂直な径方向に配置された極を有し、前記回転体と共に回転する磁石 (1 2) と、

前記磁石に対する径方向外側にリング状に配置され、周方向の複数箇所にギャップ (1 7、1 8、3 5、3 6、4 5、4 6、5 5、5 6) を設けている磁性部 (1 3、3 1、4 1、5 1) と、

複数の前記ギャップのうちの1つの特定ギャップ (1 7、3 5、4 5、5 5) に配置され、磁場の接線方向磁束成分および径方向磁束成分を検出する磁気検出部 (1 4、3 2) と、

を備え、

前記磁気検出部による接線方向磁束成分の検出感度と径方向磁束成分の検出感度との比を感度比 () とし、

前記磁気検出部の配置箇所における磁場の接線方向磁束成分の最大値と径方向磁束成分の最大値との比を磁束成分比 () とすると、

前記磁気検出部が前記特定ギャップの径方向中央に位置する場合と比べて、前記磁束成分比と前記感度比の逆比との差が小さくなるように前記磁気検出部と前記磁石との径方向距離 (d) が調整されている回転角度検出装置。

【請求項 2】

10

20

前記磁気検出部は、

磁場の径方向磁束成分を検出する横型ホール素子（２７）と、

前記横型ホール素子と比べて感度が低く、磁場の接線方向磁束成分を検出する縦型ホール素子（２８）と、

を有する請求項１に記載の回転角度検出装置。

【請求項３】

前記磁束成分比と前記感度比の逆比とが一致するように前記磁気検出部と前記磁石との径方向距離が調整されている請求項１または２に記載の回転角度検出装置。

【請求項４】

前記磁気検出部を設けるために必要な空間の接線方向の最小幅を必要最小幅とすると、

前記特定ギャップの接線方向幅（ w ）が前記必要最小幅である場合と比べて、前記磁束成分比と前記感度比の逆比との差が小さくなるように前記特定ギャップの接線方向幅が調整されている請求項１～３のいずれか一項に記載の回転角度検出装置。

【請求項５】

前記磁束成分比と前記感度比の逆比とが一致するように前記特定ギャップの接線方向幅が調整されている請求項４に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、回転角度検出装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、回転体と共に回転する磁石に対して径方向外側に磁気検出部を設け、その磁場の接線方向磁束成分と径方向磁束成分とを検出し、それらの検出値に基づき回転体の回転角度を検出する回転角度検出装置が知られている。特許文献１では、接線方向磁束成分を検出する検出素子と、径方向磁束成分を検出する検出素子とが設けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特表２００９－５１６１８６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

特許文献１の回転角度検出装置では、磁石の外側の磁場において、径方向磁束成分と比べて接線方向磁束成分が格段に小さくなる。そのため、接線方向用の磁気素子の出力信号をゲイン調整するための電子回路が必要となり、構成が複雑になる。また、ゲインを上げることでノイズが多くなり、検出精度が低下する。

【０００５】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、その目的は、構成が簡素であり、また、検出精度が向上した回転角度検出装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明の回転角度検出装置は、磁石（１２）、磁性部（１３、３１、４１、５１）および磁気検出部（１４、３２）を備えている。磁石は、回転体の回転軸心（ＡＸ）に垂直な径方向に配置された極を有し、回転体と共に回転する。磁性部は、磁石に対する径方向外側にリング状に配置され、周方向の複数箇所にギャップ（１７、１８、３５、３６、４５、４６、５５、５６）を設けている。磁気検出部は、複数のギャップのうちの１つの特定ギャップ（１７、３５、４５、５５）に配置され、磁場の接線方向磁束成分および径方向磁束成分を検出する。磁気検出部による接線方向磁束成分の検出感度と径方向磁束成分の検出感度との比を感度比（ ）とし、磁気検出部の配置箇所における磁場の接線方向磁束

10

20

30

40

50

成分の最大値と径方向磁束成分の最大値との比を磁束成分比()とすると、磁気検出部が特定ギャップの径方向中央に位置する場合と比べて、磁束成分比と感度比の逆比との差が小さくなるように磁気検出部と磁石との径方向距離(d)が調整されている。

【 0 0 0 7 】

そのため、磁気検出部の検出値に対応する \sin 波形信号および \cos 波形信号に基づきアークタンジェント演算を行うことで、回転体の 360° の回転角度を算出することができる。

【 0 0 0 8 】

また、磁石の周りにリング状の磁性部が配置され、磁性部の特定ギャップに磁気検出部が配置されることで、磁気検出部が検出する接線方向磁束成分と径方向磁束成分とのバランスを最適化することができる。つまり、接線方向磁束成分と径方向磁束成分との比が所望の値になるように設計することができる。そのため、一方の磁束成分に基づく出力信号のゲインを上げる必要がなくなり、ゲイン調整するための電子回路が必要なくなる。また、ゲインを上げないため、ノイズの増加に起因する検出精度低下が生じない。したがって、回転角度検出装置の構成が簡素になり、また、検出精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】第 1 実施形態の回転角度検出装置を概略的に示す模式図である。

【図 2】第 1 実施形態の磁気検出部を説明するブロック図である。

【図 3】第 1 実施形態において、回転体の回転角度と第 1 ホール素子の出力信号と関係を示す図である。

【図 4】第 1 実施形態において、回転体の回転角度と第 2 ホール素子の出力信号と関係を示す図である。

【図 5】第 1 実施形態において、磁気検出部の径方向位置と径方向磁束成分の最大磁束値との関係、および、磁気検出部の径方向位置と接線方向磁束成分の最大磁束値との関係を示す図である。

【図 6】第 1 実施形態において、回転体の回転角度と径方向磁束成分との関係、および、回転体の回転角度と接線方向磁束成分との関係を示す図である。

【図 7】第 2 実施形態の回転角度検出装置を概略的に示す模式図である。

【図 8】第 2 実施形態において、特定ギャップの接線方向幅と径方向磁束成分の最大磁束値との関係、および、特定ギャップの接線方向幅と接線方向磁束成分の最大磁束値との関係を示す図である。

【図 9】第 1 の他の実施形態の回転角度検出装置を概略的に示す模式図である。

【図 10】第 2 の他の実施形態の回転角度検出装置を概略的に示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、複数の実施形態を図面に基づき説明する。実施形態同士で実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。装置の構造を示す図面は、構成を分かり易くするために模式的に示している。各部の寸法、角度および寸法比は必ずしも正確なものではない。

【 0 0 1 1 】

[第 1 実施形態]

第 1 実施形態の回転角度検出装置 10 を図 1 に示す。回転角度検出装置 10 は、回転体 11 の回転角度を検出する装置であり、磁石 12、磁性部 13 および磁気検出部 14 を備えている。磁気検出部 14 からの回転角度信号は、外部の図示しない ECU (Electronic Control Unit) 等に伝達される。

【 0 0 1 2 】

以下の説明において、回転体 11 の回転軸心 AX に垂直な方向のことを「径方向」と記載する。また、回転体 11 の横断面において回転軸心 AX を中心とする円の接線の方

10

20

30

40

50

と記載する。

【0013】

磁石12は、回転体11の径方向に配置された極を有している。この極は、N極およびS極を含む。第1実施形態では、磁石12は、回転方向に沿う円弧状の第1磁石部15および第2磁石部16から構成されている。N極とS極は、第1磁石部15および第2磁石部16の板厚方向に配置されている。第1磁石部15は、回転体11の一方の側面に固定されている。第2磁石部16は、回転体11の他方の側面に固定されている。磁石12は、回転体11と共に回転する。

【0014】

磁性部13は、磁石12の周り、すなわち磁石12に対する径方向外側にリング状に配置され、周方向の複数箇所にギャップ17、18を設けている。磁性部13は、磁石12に対して径方向に離間して配置されている。磁石12と磁性部13との間には、環状の隙間19が設けられている。第1実施形態では、磁性部13は、回転方向に沿う円弧状の第1磁性体21および第2磁性体22から構成されている。第1磁性体21は、磁石12に対して径方向一方側に配置されている。第2磁性体22は、磁石12に対して第1磁性体21とは反対側に設けられている。第1磁性体21の周方向一方の端部23と第2磁性体22の周方向他方の端部24との間にはギャップ17が形成されている。また、第1磁性体21の周方向他方の端部25と第2磁性体22の周方向一方の端部26との間にはギャップ18が形成されている。磁性部13は、例えば図示しない固定部材などに一体に保持される。

【0015】

第1磁性体21および第2磁性体22は、回転軸心AXに対して点対称に配置されている。また、ギャップ17およびギャップ18は、回転軸心AXに対して点対称に設けられている。つまり、ギャップ17およびギャップ18は、接線方向幅が同じであり、かつ、回転軸心AXを挟んだ正反対位置に位置している。

【0016】

磁気検出部14は、ギャップ17に配置され、磁場の磁束密度の接線方向成分（以下、接線方向磁束成分）および磁束密度の径方向成分（以下、径方向磁束成分）を検出する。ギャップ17は、複数のギャップ17、18のうちの1つの特定のギャップである。以下、ギャップ17のことを適宜「特定ギャップ17」と記載する。磁気検出部14は、磁性部13と同様に前記固定部材などに一体に保持される。

【0017】

第1実施形態では、磁気検出部14は、図2に示すように第1ホール素子27、第2ホール素子28、および回転角演算回路29等を有している。

【0018】

第1ホール素子27は、磁気検出部14の配置箇所の磁場の径方向磁束成分を検出する。第2ホール素子28は、磁気検出部14の配置箇所の磁場の接線方向磁束成分を検出する。第1ホール素子27および第2ホール素子28は、検出面の向きが互いに90°異なるように配置されている。図3に示すように、第2ホール素子28は、接線方向磁束成分に基づく出力信号Syを出力する。出力信号SyはSin波形信号である。図4に示すように、第1ホール素子27は、径方向磁束成分に基づく出力信号Sxを出力する。出力信号SxはCos波形信号である。Sin波形信号とCos波形信号は、互いに90°の位相差を有する信号である。

【0019】

ここで、図1に示す所定の基準位置P1から磁気検出部14までの径方向距離xと、磁気検出部14の配置箇所における磁束成分の最大値（以下、最大磁束値B）との関係について説明する。基準位置P1は、磁性部13に外接する仮想円Cv1上であって、特定ギャップ17の接線方向幅wの中央位置である。特定ギャップ17の接線方向幅wは、例えば5.5mmである。特定ギャップ17の接線方向幅wは、基準位置P1から内側位置P2まで例えば5.5mmである。内側位置P2は、磁性部13に外接する仮想円Cv2

10

20

30

40

50

上であって、特定ギャップ 17 の接線方向幅 w の中央位置である。最大磁束値 B は、回転体 11 の回転角度が 360° 変化する中で磁束成分が最大となる値である。「径方向距離 x を調整すること」は、言い換えれば、「磁気検出部 14 と磁石 12 との径方向距離 d を調整すること」に等しい。

【0020】

図 5 に示すように、径方向距離 x が 0 から 5.0 まで大きくなるに従って、径方向磁束成分の最大磁束値 B_{x_max} は指数関数的に大きくなる。一方、径方向距離 x が 0 から 5.0 まで大きくなる間、接線方向磁束成分の最大磁束値 B_{y_max} はあまり変化しない。つまり、最大磁束値 B_{y_max} は、非常に緩やかに増えるか又は変化しないかである。

【0021】

図 1 に戻って、第 1 ホール素子 27 は横型ホール素子である。第 2 ホール素子 28 は、横型ホール素子と比べて感度が低い縦型ホール素子である。第 1 ホール素子 27 による径方向磁束成分の検出感度と第 2 ホール素子 28 による接線方向磁束成分の検出感度との比を感度比 とすると、第 1 実施形態では、感度比 は「3 : 1」である。また、磁気検出部 14 は、特定ギャップ 17 の接線方向幅 w の中央位置であって、径方向距離 $x = 2.0$ となる位置に配置されている。最大磁束値 B_{x_max} と最大磁束値 B_{y_max} との比を磁束成分比 とすると、図 5、図 6 に示すように磁束成分比 は「1 : 3」である。これにより、磁気検出部 14 が特定ギャップ 17 の径方向中央（径方向距離 $x = 2.75$ ）に位置する場合と比べて、磁束成分比 と感度比 の逆比との差が小さくなるように磁気検出部 14 と磁石 12 との径方向距離 d が調整されている。特に、第 1 実施形態では、磁束成分比 と感度比 の逆比とが一致するように径方向距離 d が調整されている。

【0022】

上述のような径方向距離 d の調整による「磁束成分比 と感度比 の逆比との一致」により、出力信号 S_y の振幅は、出力信号 S_x の振幅と同じになる（図 3、図 4 参照）。回転角演算回路 29 は、これらの出力信号 S_y および出力信号 S_x に基づきアークタンジェント演算を行い、回転体 11 の 360° の回転角度を算出する。

【0023】

（効果）

以上説明したように、第 1 実施形態では、回転角度検出装置 10 は、磁石 12、磁性部 13 および磁気検出部 14 を備えている。磁石 12 は、回転体 11 の回転軸心 Ax に垂直な径方向に配置された極を有し、回転体 11 と共に回転する。磁性部 13 は、磁石 12 に対する径方向外側にリング状に配置され、周方向の複数箇所にギャップ 17、18 を設けている。磁気検出部 14 は、複数のギャップ 17、18 のうちの 1 つの特定ギャップ 17 に配置され、磁場の接線方向磁束成分および径方向磁束成分を検出する。

【0024】

そのため、磁気検出部 14 の検出値に対応する \sin 波形信号および \cos 波形信号に基づきアークタンジェント演算を行うことで、回転体 11 の 360° の回転角度を算出することができる。

【0025】

また、磁石 12 の周りにリング状の磁性部 13 が配置され、磁性部 13 の特定ギャップ 17 に磁気検出部 14 が配置されることで、磁気検出部 14 が検出する接線方向磁束成分と径方向磁束成分とのバランスを最適化することができる。つまり、接線方向磁束成分と径方向磁束成分との比が所望の値になるように設計することができる。そのため、一方の磁束成分に基づく出力信号のゲインを上げる必要がなくなり、ゲイン調整するための電子回路が必要なくなる。また、ゲインを上げないため、ノイズの増加に起因する検出精度低下が生じない。したがって、回転角度検出装置 10 の構成が簡素になり、また、検出精度が向上する。

【0026】

また、第 1 実施形態では、磁気検出部 14 は、磁場の径方向磁束成分を検出する第 1 ホール素子 27 と、磁場の接線方向磁束成分を検出する第 2 ホール素子 28 とを有する。第

10

20

30

40

50

1 ホール素子 27 は横型ホール素子である。第2ホール素子 28 は、横型ホール素子と比べて感度が低い縦型ホール素子である。これにより、感度比 は、磁気検出部 14 の配置箇所の磁気特性から得られる磁束成分比 に適合したものとなる。

【0027】

また、第1実施形態では、磁気検出部 14 が特定ギャップ 17 の径方向中央に位置する場合と比べて、磁束成分比 と感度比 の逆比との差が小さくなるように磁気検出部 14 と磁石 12 との径方向距離 d が調整されている。特に、第1実施形態では、磁束成分比 と感度比 の逆比とが一致するように径方向距離 d が調整されている。これにより、検出精度をより一層向上させることができる。

【0028】

10

[第2実施形態]

第2実施形態では、図7に示すように、回転角度検出装置 30 は、磁石 12、磁性部 31 および磁気検出部 32 を備えている。磁性部 31 は、円弧状の第1磁石部 33 および第2磁石部 34 から構成されており、ギャップ 35、36 を設けている。ギャップ 35 (以下、特定ギャップ 35) には磁気検出部 32 が設けられている。

【0029】

ここで、特定ギャップ 35 の接線方向幅 w と、磁気検出部 32 の配置箇所における最大磁束値 B との関係について説明する。径方向距離 x は、例えば 2.5 mm である。図8に示すように、接線方向幅 w が 1.5 から 7.5 まで大きくなるに従って、接線方向磁束成分の最大磁束値 B_{y_max} は小さくなる。一方、接線方向幅 w が 1.5 から 7.5 まで大きくなるに従って、径方向磁束成分の最大磁束値 B_{x_max} は大きくなる。

20

【0030】

図7に戻って、第2実施形態では、感度比 は「3:1」である。また、接線方向幅 w が 4.2 であり、図8に示すように磁束成分比 は「1:3」である。これにより、特定ギャップ 35 の接線方向幅 w が必要最小幅である場合と比べて、磁束成分比 と感度比 の逆比との差が小さくなるように特定ギャップ 35 の接線方向幅 w が調整されている。必要最小幅とは、磁気検出部 14 を設けるために必要な空間の接線方向の最小幅のことである。特に、第2実施形態では、磁束成分比 と感度比 の逆比とが一致するように特定ギャップ 35 の接線方向幅 w が調整されている。

【0031】

30

上述のような接線方向幅 w の調整による「磁束成分比 と感度比 の逆比との一致」により、第1実施形態と同様に、出力信号 S_y の振幅は出力信号 S_x の振幅と同じになる。

【0032】

(効果)

以上説明したように、第2実施形態においても、磁石 12 に対する径方向外側にリング状の磁性部 31 が設けられている。磁気検出部 32 は、複数のギャップ 35、36 のうちの1つの特定ギャップ 35 に配置され、磁場の接線方向磁束成分および径方向磁束成分を検出する。したがって、第1実施形態と同様に、回転角度検出装置 10 の構成が簡素になり、また、検出精度が向上する。

【0033】

40

また、第2実施形態においても、磁気検出部 32 の第1ホール素子 27 は横型ホール素子であり、第2ホール素子 28 は縦型ホール素子である。したがって、第1実施形態と同様に、感度比 は、磁気検出部 32 の配置箇所の磁気特性から得られる磁束成分比 に適合したものとなる。

【0034】

また、第2実施形態では、特定ギャップ 35 の接線方向幅 w が必要最小幅である場合と比べて、磁束成分比 と感度比 の逆比との差が小さくなるように特定ギャップ 35 の接線方向幅 w が調整されている。特に、第2実施形態では、磁束成分比 と感度比 の逆比とが一致するように特定ギャップ 35 の接線方向幅 w が調整されている。これにより、検出精度をより一層向上させることができる。

50

【 0 0 3 5 】

〔 他の実施形態 〕

他の実施形態では、磁気検出部の径方向距離および特定ギャップの接線方向幅は、適宜変更可能である。径方向距離および接線方向幅の両方を変えながら、磁気検出部が検出する接線方向磁束成分と径方向磁束成分とのバランスを最適化してもよい。また、他の実施形態では、磁気検出部は、特定ギャップの接線方向幅の中央位置から外れた位置に設けられてもよい。

【 0 0 3 6 】

例えば、他の実施形態では、図 5 において径方向距離 $x = 3.6 \text{ mm}$ とすることで磁束成分比 を「1 : 1」とするとともに、感度比 を「1 : 1」に設計してもよい。また、他の実施形態では、図 5 において径方向距離 $x = 5.0 \text{ mm}$ とすることで磁束成分比 を「2 : 1」とするとともに、感度比 を「1 : 2」に設計してもよい。

10

【 0 0 3 7 】

他の実施形態では、磁性部の各ギャップの接線方向幅は、同じでなくてもよい。例えば、図 9 に示すように、回転角度検出装置 40 の磁性部 41 は、第 1 磁石部 43 および第 2 磁石部 44 を有する。特定ギャップ 45 は、他のギャップ 46 よりも大きい。一方、他の実施形態では、逆に、特定ギャップが他のギャップよりも小さくてもよい。

【 0 0 3 8 】

他の実施形態では、磁性部の各ギャップは、回転軸心に対して点対称に設けられなくてもよい。例えば、図 10 に示すように、回転角度検出装置 50 の磁性部 51 は、第 1 磁石部 53 および第 2 磁石部 54 を有する。他のギャップ 56 は、特定ギャップ 55 に対して、回転軸心 AX を挟んだ正反対位置から外れた位置に設けられている。

20

【 0 0 3 9 】

他の実施形態では、磁石は、2つの磁石部に限らず、1つの磁石部、或いは3つ以上の磁石部から構成されてもよい。また、各磁石部の配置および着磁は、前述のものに限らない。要するに、磁石は、回転体の回転軸心に垂直な径方向に配置された極を有するものであればよい。

【 0 0 4 0 】

他の実施形態では、回転角演算回路は、磁気検出部ではなく、その外部に設けられてもよい。また、他の実施形態では、磁気検出部は、ホール素子に限らず、MR素子等の他の磁気センサを用いてもよい。また、他の実施形態では、磁気検出部は、1つの素子で接線方向磁束成分と径方向磁束成分とを検出してもよい。

30

【 0 0 4 1 】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 2 】

10、30、40、50・・・回転角度検出装置

11・・・回転体

12・・・磁石

40

13、31、41、51・・・磁性部

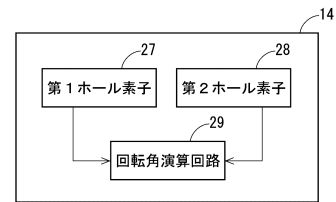
14、32・・・磁気検出部

17、18、35、36、45、46、55、56・・・ギャップ

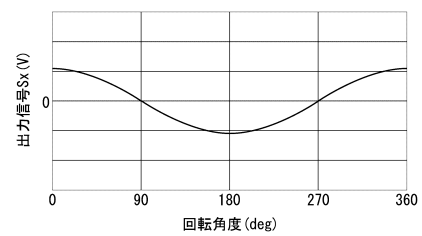
17、35、45、55・・・特定ギャップ

AX・・・回転軸心

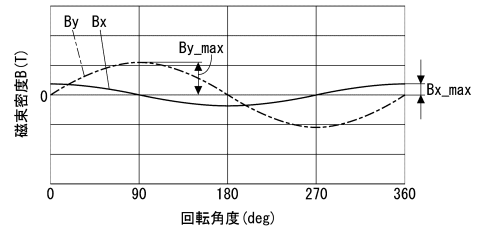
【 図 2 】



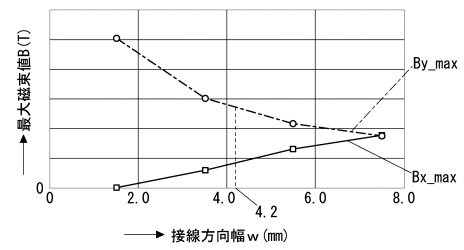
【圖 4】



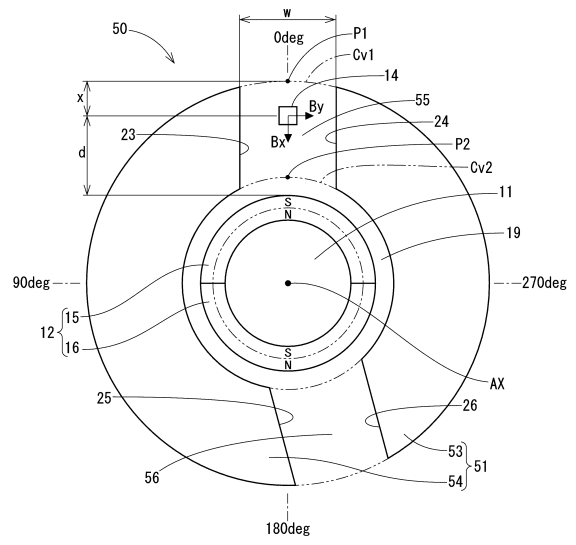
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 1 0 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-85389(JP,A)
特開2017-190975(JP,A)
米国特許出願公開第2006/0267581(US,A1)

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