

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年11月9日(09.11.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/191709 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 7/00 (2006.01) **G01D 5/20** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/009647
- (22) 国際出願日: 2017年3月10日(10.03.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-092623 2016年5月2日(02.05.2016) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 加藤 剛(KATO Takeshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 高橋 司(TAKAHASHI Tsukasa); 〒3128503 茨

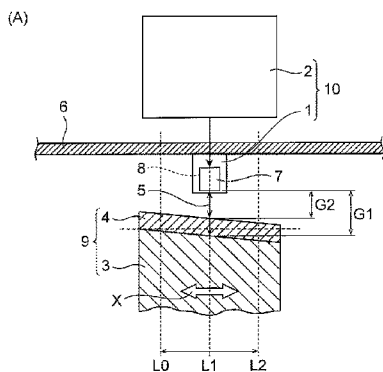
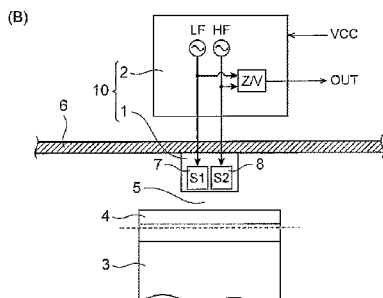
城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 五来 信章(GORAI Nobuaki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

(54) Title: POSITION DETECTION SENSOR, POSITION DETECTION SYSTEM USING SAID POSITION DETECTION SENSOR, AND BELT-TYPE CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION PROVIDED WITH SAID POSITION DETECTION SENSOR

(54) 発明の名称: 位置検出センサ、該位置検出センサを用いた位置検出システム、及び該位置検出センサを備えたベルト式無段変速機



(57) Abstract: Provided are a small position detection sensor, a position detection system that uses said position detection sensor, and a belt-type continuously variable transmission provided with said position detection sensor, which enable the accurate detection of a position in the movement direction of a target (9), even if the target is displaced (juddered) in a direction perpendicular to the movement direction. The target (9) has a second member (4) that is less magnetic than a first member (3) and is positioned on the outer surface of the first member (3). At least one of the outer surface of the first member (3) and the outer surface of the second member (4) is sloped with respect to a prescribed direction, or formed in a stepped configuration along the prescribed direction. There are a plurality of coils (7, 8) positioned so as to face the outer surface of the second member (4) of the target (9) and driven at different frequencies. The position of the target (9) is detected using the change in impedance of the plurality of coils (7, 8) when a body to be detected moves.



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: ターゲット (9) が移動方向に垂直な方向で変位する (がたつく) 場合でも、ターゲットの移動方向における位置を精度良く検出することのできる小型の位置検出センサ、該位置検出センサを用いた位置検出システム、及び該位置検出センサを備えたベルト式無段変速機を提供する。第1部材 (3) の外面に該第1部材 (3) より磁性の低い第2部材 (4) が配置され、前記第1部材 (3) の外面及び前記第2部材 (4) の外面の少なくとも一方が前記所定方向に対して傾斜している若しくは前記所定方向に沿って階段状に形成されているターゲット (9) の前記第2部材 (4) の外面に対面するように配置され、異なる周波数で駆動する複数のコイル (7, 8) を有し、被検出体が移動するときの前記複数のコイル (7, 8) のインピーダンス変化から、前記ターゲット (9) の位置を検出する。

明 細 書

発明の名称：

位置検出センサ、該位置検出センサを用いた位置検出システム、及び該位置検出センサを備えたベルト式無段変速機

技術分野

[0001] 本発明は、位置検出センサに係り、特に、所定方向に移動する被検出体（検出対象となる構造体）の位置を検出する非接触式の位置検出センサ、該位置検出センサを用いた位置検出システム、及び該位置検出センサを備えたベルト式無段変速機に関する。

背景技術

[0002] 移動するターゲット（被検出体）の位置（変位、移動量、ストローク）を検出する位置検出センサは、ターゲットまでの距離を計測する手段を有し、そのターゲットが移動して変位した物理量に対応した情報を出力することで、そのターゲットの位置を検出するものである。

[0003] 前記した位置検出センサとしては、ターゲットに直接接触させて前記距離を計測するものと、非接触で前記距離を計測するものが広く知られているが、使用される環境により、非接触でターゲットを検出しなくてはならない場合がある。

[0004] このように非接触で前記距離を計測してターゲットの位置を検出するものとしては、磁石を用いた方式、静電容量式、光学式、超音波式、渦電流式などのセンサがあるが、例えば磁石を用いた方式や光学式などのセンサは、ターゲットが配置されている周囲環境条件により、機械用オイル油中や異物コンタミの影響によって計測が不利な場合があるといった問題や、ターゲットの動作（移動）方向に対向して取り付けることが難しい場合があるといった問題がある。

[0005] それに対し、渦電流式のセンサは、ターゲットの測定面に磁界を付与し、その測定面に生じた渦電流によるインピーダンス変化をセンサ内のコイルで

求めることにより、ターゲットの移動に応じて変化する測定面とセンサとの間の距離を検出するものであり、センサ自体の構成が他のタイプのセンサと比べてコンパクトであり、センサ自体の取り付けも容易である。

[0006] 前述のような渦電流式の位置検出センサに関する従来技術として、特許文献 1、2 に記載の技術が既に知られている。

[0007] 特許文献 1 に開示されているベルト式無段変速機 (C V T : C o n t i n u o u s l y V a r i a b l e T r a n s m i s s i o n) は、可動シーブの外周端部に形成された測定面と、前記外周端部に離隔して設けられた変位センサであって、前記測定面と当該変位センサとの間の距離を測定する変位センサと、を有し、前記測定面が、可動シーブが軸方向に移動するにつれて、前記測定面と前記変位センサとの間の距離が変化するように形成されているものである。

[0008] 特許文献 2 に開示されている軸方向移動量計測システムは、回転体の回転軸に同心に設けられた円盤状のフランジ部と、前記フランジ部の一方の外周縁に対向して設置された第 1 の渦電流センサと、前記フランジ部の他方の外周縁に対向して設置された第 2 の渦電流センサと、前記第 1 の渦電流センサの出力値および前記第 2 の渦電流センサの出力値に基づいて前記回転体の軸方向の移動量を算出する移動量算出手段とを備えているものである。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献 1 : 特開 2 0 1 0 - 2 4 9 2 6 3 号公報

特許文献 2 : 特開 2 0 1 4 - 1 6 3 7 7 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 特許文献 1、2 に開示されている従来技術によれば、例えば、磁石等を使用せずに、機械用オイル油中にターゲットが置かれてもそれに影響されずに、非接触で前記距離を計測してターゲットの位置を検出することができる。

しかし、特許文献 1、2 に所載の従来技術では、ターゲットが移動方向に垂直な方向で変位する（がたつく）場合（例えば、特許文献 1 では、ターゲットとなる測定面を有する可動シーブがシャフトの軸方向への移動に伴って当該シャフトに対してがたつく場合、特許文献 2 では、ターゲットとなるフランジ部を有する回転体が回転軸の軸方向への移動に伴って当該回転軸に対してがたつく場合）、前記距離を精緻に計測することができなくなる。また、特許文献 2 に所載の従来技術では、計測精度を確保するために、2 つの渦電流センサを回転体の軸方向で離間して配置する必要があるといった問題もある。

[0011] 本発明は、前記課題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、例えばターゲットが移動方向に垂直な方向で変位する（がたつく）場合でも、ターゲットの移動方向における位置を精度良く検出することのできる小型の位置検出センサ、該位置検出センサを用いた位置検出システム、及び該位置検出センサを備えたベルト式無段変速機を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 上記する課題を解決するために、本発明に係る位置検出センサは、所定方向に移動自在となっている被検出体であって、第 1 部材の外面に該第 1 部材より磁性の低い第 2 部材が配置され、前記第 1 部材の外面及び前記第 2 部材の外面の少なくとも一方が前記所定方向に対して傾斜している若しくは前記所定方向に沿って階段状に形成されている被検出体の位置を検出する位置検出センサであって、異なる周波数で駆動する複数のコイルを有し、前記複数のコイルが前記被検出体の前記第 2 部材の外面に対面するように配置された状態で前記被検出体が移動するときの前記複数のコイルのインピーダンス変化から、前記被検出体の位置を検出することを特徴としている。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、複数のコイルを異なる周波数で駆動させ、被検出体が移動するときの前記複数のコイルのインピーダンス変化から、前記被検出体の（前記所定方向における）位置を検出することで、例えばターゲットが移動

方向に垂直な方向で変位する（がたつく）場合でも、ターゲットの移動方向における位置を精度良く検出することが可能となる。

[0014] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1] (A) は、本発明に係る位置検出センサを用いた位置検出システムの基本構成を示す配置図、(B) は、(A) の矢印U方向から見た矢視図。

[図2] (A) は、センサ検出部の内部構成図、(B) は、センサ検出部の下面図。

[図3] センサ検出部の他例の内部構成図。

[図4] (A)、(B) はそれぞれ、図1 (A) に示す位置検出システムの配置構成の他例を示す配置図。

[図5] ターゲットによるコイルのインピーダンス変化の原理図。

[図6] 図1 に示す位置検出センサのセンサ回路部のブロック構成を示す回路ブロック図。

[図7] 図6 に示すセンサ回路部のブロック構成の他例（その1）を示す回路ブロック図。

[図8] 図6 に示すセンサ回路部のブロック構成の他例（その2）を示す回路ブロック図。

[図9] コイルの励磁周波数とインピーダンス変化率の関係図。

[図10] (A) は、ターゲット位置とターゲットの第1及び第2部材ーコイル間のギャップの関係を示す説明図、(B) は、ターゲット位置とコイルのインピーダンス変化の関係を示す説明図。

[図11] (A) は、ターゲット位置とターゲットの第1及び第2部材ーコイル間のギャップの関係の他例（その1）を示す説明図、(B) は、ターゲット位置とコイルのインピーダンス変化の関係の他例（その1）を示す説明図。

[図12] (A) は、ターゲット位置とターゲットの第1及び第2部材ーコイル間のギャップの関係の他例（その2）を示す説明図、(B) は、ターゲット

位置とコイルのインピーダンス変化の関係の他例（その２）を示す説明図。

[図13]ターゲット位置とセンサ回路部の出力の関係を示す説明図。

[図14]（Ａ）～（Ｄ）はそれぞれ、図１に示す位置検出センサをロッドの位置を検出する位置検出システムに適用した例を示す図。

[図15]（Ａ）、（Ｂ）はそれぞれ、図１に示す位置検出センサをロッドの位置を検出する位置検出システムに適用した例を示す図。

[図16]（Ａ）～（Ｄ）はそれぞれ、図１に示す位置検出センサをロッドの位置を検出する位置検出システムに適用した例を示す図。

[図17]図１に示す位置検出センサをベルト式無段変速機のプーリ半体の位置を検出する位置検出システムに適用した例を示す図であり、（Ａ）は、基本構成を示す配置図、（Ｂ）は、（Ａ）の矢印Ｖ方向から見た矢視図、（Ｃ）は、（Ａ）のＷ部を拡大して示す一部拡大図。

[図18]図１ ７に示す位置検出センサのセンサ検出部の内部構成図。

[図19]図１ ７に示す位置検出センサのセンサ検出部の他例（その１）の内部構成図。

[図20]図１ ７に示す位置検出センサのセンサ検出部の他例（その２）の内部構成図。

[図21]図１ ７に示すプーリ半体の他例を示す図。

[図22]図１ ７に示すベルト式無段変速機（ＣＶＴ）が組み込まれるＣＶＴシステムの概略構成を示すシステム構成図。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[0017] ＜位置検出センサ及び位置検出システムの構成並びに動作＞

図１（Ａ）は、本発明に係る位置検出センサを用いた位置検出システムの基本構成を示す配置図、図１（Ｂ）は、図１（Ａ）の矢印Ｕ方向から見た矢視図である。また、図２（Ａ）は、センサ検出部の内部構成図、図２（Ｂ）は、センサ検出部の下面図である。

[0018] 図示するように、位置検出センサ１０は、所定方向（矢印Ｘ方向）に移動

するターゲット（被検出体）９の位置（変位、移動量、ストローク）を検出するもので、基本的に、複数（図示例では、２個）の検出コイル（以下、単にコイルという）７及び８を有するセンサ検出部１と、センサ検出部１により得られる信号の処理等を行うセンサ回路部２とで構成され、それらが電氣的に接続されている。

[0019] センサ検出部１は、検出対象となる金属製の第１部材３及び第２部材４からなるターゲット９の外表面（第２部材４の外表面）に対面した位置及び向きに配置されるように、空隙（ギャップ）５を挟んで保持部材としての筐体６に取り付いている。また、センサ検出部１に内蔵される複数のコイル７、８は、ターゲット９の外表面に対して平行（言い換えれば、ターゲット９の移動方向（矢印Ｘ方向）に垂直な方向）に並んで配置されている。

[0020] より詳しくは、前記センサ検出部１の各コイル７、８は、図２（Ａ）に示されるように、別個のコア材７ａ、８ａを使用し、そのコア材７ａ、８ａに巻線コイル７ｂ、８ｂが巻回されて構成されており、それらがモールド材などの非金属材料で一体化されるとともに、巻線コイル７ｂ、８ｂの端部からなる接続線７ｃ、８ｃを介してセンサ回路部２に電氣的に接続されている。なお、図２（Ｂ）等を示す例では、センサ検出部１に内蔵される複数のコイル７、８の下面（ターゲット９側の面）は、所定距離だけ離れて配置されているが、当該複数のコイル７、８（の下面）は、隣接して配置しても良い。

[0021] また、図３に示されるように、各コイル７、８で同一の（共通の）コア材（図示例では、略コの字状のコア材）１１を使用し、そのコア材１１に各コイル７、８の巻線コイル７ｂ、８ｂを巻回して構成しても良いことは勿論である。

[0022] 一方、センサ回路部２は、図１（Ｂ）を参照すればよく分かるように、センサ検出部１のコイル数に対応した励磁周波数を発生すべく、センサ検出部１のコイルと同数の周波数回路を有し、各々の周波数回路が異なる周波数を発生させて各コイル７、８に異なる周波数の交流電流を供給するとともに、コイル７、８のインピーダンスに対応した電圧変換出力回路を有し、その電

圧変換出力回路がコイル 7、8 のインピーダンス変化を電圧変化に変換 (Z/V) して出力するようになっている (詳細は後述)。なお、このセンサ回路部 2 は、外部からの電源 (VCC) 供給を受けて動作するようになっている。

[0023] なお、図示例では、位置検出センサ 10 を構成するセンサ検出部 1 とセンサ回路部 2 が分離して構成されているが、一体化しても良いことは当然である。

[0024] 前記位置検出センサ 10 (のセンサ検出部 1) に対面するように配置されるターゲット 9 は、単一の磁性金属で構成された第 1 部材 3 の外面 (位置検出センサ 10 (のセンサ検出部 1) 側の面) に単一の非磁性金属で構成された第 2 部材 4 を重ね合わせた構造を有し、その第 2 部材 4 の外面 (位置検出センサ 10 (のセンサ検出部 1) 側の面であって、第 1 部材 3 との界面とは反対側の面) がセンサ検出部 1 に対面するように配置されている。

[0025] また、ここでは、図 1 (A)、(B) を参照すればよく分かるように、ターゲット 9 を構成する第 1 部材 3 の外面 (ギャップ面ともいう) 及び第 2 部材 4 の外面 (ギャップ面ともいう) の双方が前記ターゲット 9 の移動方向 (矢印 X 方向) に対して同じ勾配 (傾斜角) で傾斜しており、ターゲット 9 全体がセンサ検出部 1 に対して (矢印 X 方向に) 移動すると、センサ検出部 1 の先端から垂直な方向でのターゲット 9 までのギャップ 5 が変化するようになり、そのギャップ 5 の大きさに対応した信号が前記センサ回路部 2 から出力される。

[0026] 図 1 (A) において、G 1 は、コイル 7 の直下から第 1 部材 3 までの距離、G 2 は、コイル 8 の直下から第 2 部材 4 までの距離、L 0 ~ L 1 ~ L 2 は、センサ検出部 1 の中央に対するターゲット 9 の移動範囲を表わしている。

[0027] なお、図 1 (A)、(B) に示す例では、ターゲット 9 を構成する第 1 部材 3 の外面及び第 2 部材 4 の外面の双方が前記ターゲット 9 の移動方向 (矢印 X 方向) に対して同じ勾配で傾斜しているが (言い換えれば、第 1 部材 3 の外面と第 2 部材 4 の外面とが平行であるが)、第 1 部材 3 の外面及び第 2 部材 4 の外面は、少なくとも一方が前記ターゲット 9 の移動方向 (矢印 X 方

向)に対して傾斜している若しくは前記ターゲット9の移動方向(矢印X方向)に沿って階段状に形成されていれば良い。例えば、図4(A)に示されるように、第1部材3の外表面と第2部材4の外表面を、前記ターゲット9の移動方向(矢印X方向)に対して互いに反対の勾配(傾斜角)で傾斜させても良いし、図4(B)に示されるように、第1部材3の外表面のみを前記ターゲット9の移動方向(矢印X方向)に対して傾斜させ、第2部材4の外表面を、前記ターゲット9の移動方向(矢印X方向)に平行(つまり、センサ検出部1(のコイル7、8)に対して平行)に形成しても良い。また、図示は省略するが、第1部材3の外表面を、前記ターゲット9の移動方向(矢印X方向)に平行(つまり、センサ検出部1(のコイル7、8)に対して平行)に形成し、第2部材4の外表面のみを前記ターゲット9の移動方向(矢印X方向)に対して傾斜させても良い。なお、図4(A)、(B)では、センサ回路部2が省略されている。

[0028] 図5は、ターゲット9(の第1部材3及び第2部材4)の接近又は離間によりコイル7、8のインピーダンス変化を検出するための電磁気的な原理構成を示したものである。前述のように、センサ回路部2は、コイル7、8へ励磁するため、特定周波数の交流電圧電流を発生する。また、センサ回路部2は、コイル7、8のインピーダンス変化を電圧変化として出力する回路構成を有する。

[0029] コイル7、8は、センサ回路部2の交流電圧電流によりインピーダンス値を有し、センサ回路部2のコイル7、8へ励磁するための特定周波数の交流電圧電流により交番した磁界を発生する。一方で、コイル7、8にターゲット9の第1部材3及び第2部材4が接近すると、ターゲット9の第1部材3及び第2部材4のコイル7、8に面した側に渦電流が発生し、コイル7、8の磁界方向に反した磁界が発生する。コイル7、8からの磁界とターゲット9の第1部材3及び第2部材4からの磁界の相互作用により、コイル7、8のインピーダンスは更に変動する。また、このコイル7、8のインピーダンスは、ターゲット9とコイル7、8間の距離の変化に応じて変動する。

[0030] なお、前記したコイル 7、8 のインピーダンス Z_L は、周波数を ω として、以下の数式により求まることが知られている。

[数 1]

$$X_L = \omega L$$

$$|Z_L| = \sqrt{X_L^2 + R_L^2}$$

[0031] 図 6 は、前記したコイル 7、8 のインピーダンス（変化）を求めるための、図 1 に示す位置検出センサのセンサ回路部のブロック構成を示す回路ブロック図である。

[0032] センサ回路部 2 は、センサ検出部 1 に設けられた各コイル 7、8 に対し、交流電圧電流源 F （ LF 、 HF ）とコイル 7、8 を含むブリッジ回路 BR （ $BR1$ 、 $BR2$ ）とフィルタ回路 PF （ LPF 、 HPF ）と増幅回路 AMP （ $AMP1$ 、 $AMP2$ ）とを有するとともに、増幅回路 AMP （ $AMP3$ ）と内部電源回路 REG とを備える。なお、図 6 では、他に付属して構成する回路の詳細は図示していない。また、センサ検出部 1 とセンサ回路部 2 とは、図示するような別体構成のほか、一体構成としても良いし、更に分割して別体構成としても良い。

[0033] 図 6 に示す検知コイル（ $S1$ ）7 は、センサ回路部 2 に含まれるブリッジ回路 $BR1$ の所定の位置に接続される。また、交流電圧電流源 LF は、ブリッジ回路 $BR1$ を経由してコイル（ $S1$ ）7 に接続される。ブリッジ回路 $BR1$ は、コイル（ $S1$ ）7 のインピーダンス変化による交流電圧の変化をフィルタ回路 LPF を経由して増幅回路 $AMP1$ に入力する。増幅回路 $AMP1$ は、ブリッジ回路 $BR1$ の電圧変化を差動増幅及び同期検波と直流電圧に整流して増幅回路 $AMP3$ に入力する。ここで、フィルタ回路 LPF は、交流電圧電流源 LF に近似した周波数成分以外を除去する。

- [0034] 同様に、図6に示すコイル(S2)8は、センサ回路部2に含まれるブリッジ回路BR2の所定の位置に接続される。また、交流電圧電流源HFは、ブリッジ回路BR2を経由してコイル(S2)8に接続される。ブリッジ回路BR2は、コイル(S2)8のインピーダンス変化による交流電圧の変化をフィルタ回路HPFを経由して増幅回路AMP2に入力する。増幅回路AMP2は、ブリッジ回路BR2の電圧変化を差動増幅及び同期検波と直流電圧に整流して増幅回路AMP3に入力する。ここで、フィルタ回路HPFは、交流電圧電流源HFに近似した周波数成分以外を除去する。
- [0035] 増幅回路AMP3は、ブリッジ回路BR1とブリッジ回路BR2からの信号を差動計算処理して直流電圧を出力する。これにより、前記したコイル7、8のインピーダンス変化が電圧変化として出力される。
- [0036] なお、センサ回路部2において、例えば、図7に示すように、コイル(S2)8のブリッジ回路BR2への接続箇所を変更しても良いし、図8に示すように、(図6に示す形態に対して)増幅回路AMP2の出力論理を反転させても良い。
- [0037] 図9は、特定形状のコイルとターゲットを構成する金属部材間の距離を変化させたときのコイルのインピーダンス変化率を、コイルに印加する交流電圧電流の周波数を横軸に、インピーダンス変化率を縦軸にして示したものである。なお、図9では、磁性特性金属(SPCC、S45C)と非磁性特性金属(SUS304、A2017)についてそれぞれ2種類、合計4種類の場合を示している。
- [0038] 図9に示されるように、相対的に低い周波数LF位置付近(10KHz付近)では、磁性材(SPCC、S45C)に対してインピーダンス変化率が大きく、相対的に高い周波数HF位置付近(100KHz付近)では、非磁性材(SUS304、A2017)に対してインピーダンス変化率がマイナス側に大きい。このことを利用し、相対的に低い周波数LFを一方のコイル7に印加し、相対的に高い周波数HFを他方のコイル8に印加することにより、コイル7で磁性材(相対的に磁性の高い第1部材3)に対する影響をインピーダンス変化として検出でき、コイル8で非磁性材(相対的に磁性の低い第2部材4)に対する影響をイン

ピーダンス変化として検出して選択的に抽出することができる。なお、コイル 7、8 に適用する周波数を変化させても良い。

[0039] 図 10～図 12 は、相対的に低い周波数をコイル (S 1) 7 に印加し、相対的に高い周波数をコイル (S 2) 8 に印加したときの、ターゲット位置とターゲットの第 1 及び第 2 部材—コイル間のギャップ (距離) の関係を示す説明図 (A)、及び、ターゲット位置とターゲットとのギャップによるコイルのインピーダンス変化の関係を示す説明図 (B) であり、図 10 (A)、(B) は、図 1 (A) に示される構成に対応したもの、図 11 (A)、(B) は、図 4 (A) に示される構成に対応したもの、図 12 (A)、(B) は、図 4 (B) に示される構成に対応したものである。また、図 13 は、ターゲット位置 (ターゲットの移動方向の位置) とセンサ回路部の出力電圧の関係を示す説明図である。

[0040] 図 10 (B)、図 11 (B)、図 12 (B) に示すように、ターゲット 9 (の第 1 部材 3 及び第 2 部材 4) とのギャップによる各コイル 7、8 のインピーダンス変化率がクロス特性を有していれば、図 13 に示すように、その差分で得られるセンサ回路部 2 の出力電圧から、ターゲット (被検出体) 9 の位置 (変位、移動量、ストローク) を検出することが可能となる。

[0041] なお、図 13 に実線で示す例のほかに、ターゲット 9 (の第 1 部材 3 及び第 2 部材 4) とセンサ回路部 2 の処理回路の組み合わせにより、センサ回路部 2 の出力電圧を、図 13 に実線で示す関係とは逆の論理 (点線) にしても良い。

[0042] <位置検出センサ及び位置検出システムの適用例 (その 1)>

次に、図 14～図 16 を参照して、図 1 に示す位置検出センサを、軸線方向に移動自在とされている棒状のロッド (被検出体) の位置を検出 (あるいは、移動距離を計測) する位置検出システムに適用した例について具体的に説明する。

[0043] 図 14 (A)～(D) に示す例におけるロッド 29 は、磁性材で構成された断面矩形状の (軸線方向に延びる) 第 1 部材 21 の位置検出センサ 10 の

センサ検出部 1 に対面する箇所（対向面）に、非磁性材で構成された断面矩形状の第 2 部材 2 2 が載置固定（例えば、張り合わせにより固定）されて構成されている。

[0044] 詳細には、図 1 4（A）に示す例では、第 1 部材 2 1 のセンサ検出部 1 に対面する箇所（対向面）を軸線方向（ロッド 2 9 の移動方向）に対して傾斜した面とし、その傾斜面に、センサ検出部 1 に対面する面が前記傾斜面と同一の勾配で形成された（つまり、第 1 部材 2 1 と第 2 部材 2 2 のセンサ検出部 1 に対面する面が平行であって、同一方向に傾斜した）第 2 部材 2 2 が載置固定されている（図 1（A）も併せて参照）。

[0045] 図 1 4（B）に示す例では、第 1 部材 2 1 のセンサ検出部 1 に対面する箇所（対向面）を軸線方向（ロッド 2 9 の移動方向）に対して傾斜した面とし、その傾斜面に、センサ検出部 1 に対面する面が前記傾斜面と軸線方向（ロッド 2 9 の移動方向）に対して反対の勾配で形成された第 2 部材 2 2 が載置固定されている（図 4（A）も併せて参照）。

[0046] 図 1 4（C）に示す例では、第 1 部材 2 1 のセンサ検出部 1 に対面する箇所（対向面）を軸線方向（ロッド 2 9 の移動方向）に平行な（勾配の無い）面とし、その平坦面に、センサ検出部 1 に対面する面が軸線方向（ロッド 2 9 の移動方向）に対して傾斜した（勾配の有る）第 2 部材 2 2 が載置固定されている。

[0047] 図 1 4（D）に示す例では、第 1 部材 2 1 のセンサ検出部 1 に対面する箇所（対向面）を軸線方向（ロッド 2 9 の移動方向）に対して傾斜した（勾配の有る）面とし、その傾斜面に、センサ検出部 1 に対面する面が軸線方向（ロッド 2 9 の移動方向）に平行とされた（勾配の無い）第 2 部材 2 2 が載置固定されている（図 4（B）も併せて参照）。

[0048] 位置検出センサ 1 0 のセンサ検出部 1 は、ロッド 2 9 の先端部に配置された第 2 部材 2 2 に対面し、且つ、センサ検出部 1 に内蔵されたコイル 7、8 がロッド 2 9 の移動方向に対して垂直な方向に並んで配設されるように、筐体 6 に配置されている。

- [0049] ターゲットとしてのロッド 29 が移動方向（矢印 X 方向）に移動した場合、第 1 部材（磁性材）21 と第 2 部材（非磁性材）22 で構成されたロッド 29 の前記第 1 部材 21 と第 2 部材 22 の傾斜面は、センサ検出部 1（のコイル 7、8）に対してギャップが変化するように動作する。前述のように、不図示のセンサ回路部 2 は、センサ検出部 1 内のコイル 7、8 で検知した信号（インピーダンス変化）をターゲット位置に対応した電圧信号として出力する。これにより、棒状のロッド（被検出体）29 の位置を検出（あるいは、移動距離を計測）することが可能となる。
- [0050] なお、図 14（C）及び図 14（D）に示すように、ロッド 29 の移動方向に平行な（勾配の無い）ターゲット面を少なくとも一つ構成すると、例えば外部からの振動などの影響でロッド 29（ターゲット）全体が移動方向に対して垂直な方向に変位する場合、勾配の無い平行なターゲット面と勾配の有るターゲット面とをセンサ回路部 2 によって差動増幅することにより、前記垂直な方向の変位をキャンセルすることができる。
- [0051] 図 15（A）に示す例におけるロッド 39 は、磁性材で構成された断面矩形状の（軸線方向に延びる）第 1 部材 31 の位置検出センサ 10 のセンサ検出部 1 に対面する箇所（対向面）に、非磁性材で構成された断面矩形状の第 2 部材 32 が載置固定されて構成されている。
- [0052] 詳細には、図 15（A）に示す例では、第 1 部材 31 のセンサ検出部 1 に対面する箇所（対向面）を軸線方向（ロッド 39 の移動方向）に沿って階段状に形成し、その階段状の面に、センサ検出部 1 に対面する面が（前記階段状の面と同様に）軸線方向（ロッド 39 の移動方向）に沿って階段状に形成された第 2 部材 32 が載置固定されている。
- [0053] また、図 15（B）に示す例におけるロッド 39 は、磁性材で構成された円柱状の（軸線方向に延びる）第 1 部材 31 の位置検出センサ 10 のセンサ検出部 1 に対面する箇所（対向面）に、非磁性材で構成された略円筒状の第 2 部材 32 が外挿固定されて構成されている。
- [0054] 詳細には、図 15（B）に示す例では、第 1 部材 31 のセンサ検出部 1 に

対面する箇所（対向面）に、センサ検出部 1 に対面する面（外周面）が軸線方向（ロッド 39 の移動方向）に沿って階段状に形成された第 2 部材 32 が外挿固定されている。

[0055] 図 15（A）及び図 15（B）に示す例では、ロッド（ターゲット）位置による位置検知センサ 10 のセンサ検出部 1 のコイル 7、8 から得られるセンサ回路部 2（不図示）の出力電圧が階段状になり、棒状のロッド（被検出体）39 の位置を階段状に（段階的に）検出（あるいは、移動を階段状に計測）することが可能となる。

[0056] また、図 15（B）に示す例では、ロッド 39 が軸線周りで回転した場合でも、そのロッド 39 の位置を確実に検出することが可能となる。

[0057] 図 16（A）～（D）に示す例におけるロッド 49 は、磁性材で構成された円柱状の（軸線方向に延びる）第 1 部材 41 の位置検出センサ 10 のセンサ検出部 1 に対面する箇所（対向面）に、非磁性材で構成された略円筒状の第 2 部材 42 が外挿されて構成されている。第 1 部材 41 と第 2 部材 42 とは、第 1 部材 41 の先端部（の外周）に設けられたネジ部（雄ネジ部）と第 2 部材（の内周）に設けられたネジ部（雌ネジ部）とが螺着されて一体的に固定されている。

[0058] なお、図 16（A）～（D）に示す例の第 1 部材 41 と第 2 部材 42 の外周面（ターゲット面）の勾配関係は、図 14（A）～（D）に基づき説明した例の勾配関係と同様であるので、ここでは、その詳細な説明は省略する。

[0059] 前述したように、図 16（A）～（D）に示す例でも、棒状のロッド（被検出体）49 の位置を検出（あるいは、移動距離を計測）することが可能となる。特に、ロッド 49 が軸線周りで回転した場合でも、そのロッド 49 の位置を確実に検出することが可能となる。

[0060] <位置検出センサ及び位置検出システムの適用例（その 2）>

次に、図 17～図 22 を参照して、図 1 に示す位置検出センサを、車両を駆動する原動機に組み込まれて変速比を無段階で変化させるベルト式無段変速機（CVT）のプーリ半体（プライマリシャフトに設けられたプライマリ

プーリ（駆動側プーリ）のプーリ半体、もしくは、セカンダリシャフトに設けられたセカンダリプーリ（従動側プーリ）のプーリ半体（被検出体）の位置を検出する位置検出システムに適用した例について具体的に説明する。

[0061] 図17は、図1に示す位置検出センサをベルト式無段変速機（CVT）のプーリ半体の位置を検出する位置検出システムに適用した例を示す図であり、図17（A）は、基本構成を示す配置図、図17（B）は、図17（A）の矢印V方向から見た矢視図、図17（C）は、図17（A）のW部を拡大して示す一部拡大図である。なお、図17（B）において、アクチュエータは図示が省略されている。また、図17においては、位置検出センサのセンサ回路部が省略されている。

[0062] CVT50自体の構成は一般に知られているので、ここではその詳細説明は割愛するが、図17に示すように、基本的に、入力軸（駆動軸）であるプライマリシャフト51aの回転速度を無段階に変速して出力軸（被駆動軸）であるセカンダリシャフト51bに伝達すべく、互いに平行に配置された2つの回転シャフトであるプライマリシャフト51a及びセカンダリシャフト51bと、プライマリシャフト51aに設けられたプライマリプーリ（駆動側プーリ）52aと、セカンダリシャフト51bに設けられたセカンダリプーリ（従動側プーリ）52bと、これらのプーリ52a、52bの間に掛け渡され、プライマリプーリ52aの動力をセカンダリプーリ52bに伝達する金属製のベルト53とを有する。各プーリ52a、52bは、それぞれが一对のプーリ半体で構成されるとともに、一对のプーリ半体の一方が、各シャフト51a、51bの軸線（回転軸線）方向に移動自在に取り付けられている。各シャフト51a、51bには、前記プーリ半体の位置を可変とする（つまり、前記プーリ半体を各シャフト51a、51bの軸線方向に連動して移動させる）ためのアクチュエータ54a、54bが配設されている。

[0063] また、図17（A）、（C）を参照すればよく分かるように、各プーリ52a、52bのプーリ半体（アクチュエータ54a、54bによって各シャフト51a、51bにおける軸線方向の位置が可変されるプーリ半体）の外

周部分には、前述した磁性材からなる第1部材55a、55bと非磁性材からなる第2部材56a、56bで構成された勾配構造（図1（A）も併せて参照）が設けられ、その各プーリ52a、52bのプーリ半体の外周面（外側に配置された第2部材56a、56bの外周面）に対向するように、当該プーリ半体の外側に位置検出センサ10a、10bのセンサ検出部1a、1bが筐体6a、6bに対して取り付けられている。

[0064] なお、本例では、各プーリ52a、52bのプーリ半体の外周部分に、図1（A）に示される構造と同様の勾配構造が適用されているが、例えば、図4（A）、（B）等にも示される構造と同様の勾配構造を適用しても良いことは勿論である。また、本例では、双方のプーリ52a、52bのプーリ半体に、前記勾配構造及び位置検出センサを適用しているが、プーリ52a、52bの一方のプーリのプーリ半体のみに、前記勾配構造及び位置検出センサを適用しても良いことは言うまでも無い。

[0065] また、ここでは、位置検出センサ10aのセンサ検出部1aに内蔵されたコイル7a、8aや位置検出センサ10bのセンサ検出部1bに内蔵されたコイル7b、8bは、図18を参照すればよく分かるように、第1部材55a、55bと第2部材56a、56bで構成した各プーリ52a、52bのプーリ半体の外側で、各シャフト51a、51bの軸線（回転軸線）方向に（つまり、各プーリ52a、52bのプーリ半体の移動方向）に垂直な方向に（直線状に）並んで配設されている。

[0066] ただし、前記したセンサ検出部1a内のコイル7a、8aやセンサ検出部1b内のコイル7b、8bは、例えば、図19に示すように、第1部材55a、55bと第2部材56a、56bで構成した各プーリ52a、52bのプーリ半体の外側で、各プーリ52a、52bのプーリ半体の回転方向に沿うように（言い換えれば、各プーリ52a、52bのプーリ半体の回転中心に向かうように）並んで配設しても良い。また、図20に示すように、前記したセンサ検出部1a内のコイル7a、8aやセンサ検出部1b内のコイル7b、8bをそれぞれ分離し、第1部材55a、55bと第2部材56a、

５６ｂで構成した各プーリ５２ａ、５２ｂのプーリ半体の外側で、各シャフト５１ａ、５１ｂの軸線（回転軸線）に対して反対側などに、且つ、各プーリ５２ａ、５２ｂのプーリ半体の回転中心に向かうように配設しても良い。

[0067] かかる構成とすることで、前述したように、ターゲット（被検出体）としての各プーリ５２ａ、５２ｂのプーリ半体が各シャフト５１ａ、５１ｂの軸線（回転軸線）方向で移動したときの当該各プーリ５２ａ、５２ｂのプーリ半体の位置を非接触で精度良く検出（あるいは、移動距離を精度良く計測）することが可能となる。

[0068] また、例えば、図２１に示すように、図１９に基づき説明した配置構成でセンサ検出部１ａ内のコイル７ａ、８ａやセンサ検出部１ｂ内のコイル７ｂ、８ｂを配置するとともに、磁性材からなる第１部材５５ａ、５５ｂの外周面や非磁性材からなる第２部材５６ａ、５６ｂの外周面に、各プーリ５２ａ、５２ｂのプーリ半体の回転方向に所定長さを有する凹部もしくは凸部（図２１に示す例では、凹部（凹状スリット））から形成される段差５７、５８を設ける（特に、各プーリ５２ａ、５２ｂのプーリ半体の回転方向に沿って、第１部材５５ａ、５５ｂの外周面と第２部材５６ａ、５６ｂの外周面とで異なる回転角度の位置に、前記段差５７、５８を設ける）ことにより、各プーリ５２ａ、５２ｂのプーリ半体の回転数や回転方向を同時に検出することも可能となる。

[0069] 図２２は、図１７に示すベルト式無段変速機（ＣＶＴ）が組み込まれるＣＶＴシステムの概略構成を示すシステム構成図である。

[0070] 図示するように、ＣＶＴシステム１００は、主に、前記した位置検出センサ１０（１０ａ、１０ｂ）が配備されたＣＶＴ５０と、ＣＶＴ５０の各プーリ５２ａ、５２ｂのプーリ半体の位置を油圧駆動するための油圧アクチュエータ６１と、油圧を発生させるための油圧ポンプ６２と、バルブを開閉して油圧を油圧アクチュエータ６１に供給するための油圧バルブ６３と、油圧ポンプ６２及び油圧バルブ６３（の開閉）を電氣的に駆動するドライバ６４と、油圧アクチュエータ６１に供給される油圧を検知するための油圧検知セン

サ65と、本CVTシステム100を制御するトランスミッション制御用コントロールユニット（TCU：Transmission Control Unit）60とを備える。

[0071] 前記した位置検出センサ10（10a、10b）が配備されたCVT50を本CVTシステム100に組み込むことにより、CVT50の各プーリ52a、52bのプーリ半体の位置を精度良く検出してTCU60にフィードバックすることができ、本CVTシステム100（例えば、そのドライバ64）をより精緻に且つ効率良く制御することが可能となる。

[0072] 以上の説明から分かるように、本実施形態によれば、複数のコイル7、8を異なる周波数で駆動させ、被検出体が移動するときの前記複数のコイル7、8のインピーダンス変化から、前記被検出体の位置を検出することで、例えばターゲットが移動方向に垂直な方向で変位する（がたつく）場合でも、ターゲットの移動方向における位置（変位、移動量、ストローク）を精度良く検出することが可能となる。

[0073] なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形形態が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0074] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

符号の説明

[0075] 1：センサ検出部
2：センサ回路部
3：第1部材（磁性材）

- 4 : 第2部材（非磁性材）
- 5 : 空隙
- 6 : 筐体
- 7 : コイル
- 8 : コイル
- 9 : ターゲット（被検出体）
- 10 : 位置検出センサ
- 21、31、41 : 第1部材（磁性材）
- 22、32、42 : 第2部材（非磁性材）
- 29、39、49 : ロッド（ターゲット）
- 50 : ベルト式無段変速機（CVT）
- 51a : プライマリシャフト
- 51b : セカンダリシャフト
- 52a : プライマリプーリ
- 52b : セカンダリプーリ
- 53 : ベルト
- 54a : アクチュエータ
- 54b : アクチュエータ
- 55a : プライマリプーリの第1部材
- 55b : セカンダリプーリの第1部材
- 56a : プライマリプーリの第2部材
- 56b : セカンダリプーリの第2部材
- 57、58 : 段差
- 60 : トランスミッション制御用コントロールユニット（TCU）
- 61 : 油圧アクチュエータ
- 62 : 油圧ポンプ
- 63 : 油圧バルブ
- 64 : ドライバ

65 : 油圧検知センサ

100 : C V T システム

請求の範囲

- [請求項1] 所定方向に移動自在となっている被検出体であって、第1部材の外面に該第1部材より磁性の低い第2部材が配置され、前記第1部材の外表面及び前記第2部材の外表面の少なくとも一方が前記所定方向に対して傾斜している若しくは前記所定方向に沿って階段状に形成されている被検出体の位置を検出する位置検出センサであって、
- 異なる周波数で駆動する複数のコイルを有し、
- 前記複数のコイルが前記被検出体の前記第2部材の外表面に対面するように配置された状態で前記被検出体が移動するときの前記複数のコイルのインピーダンス変化から、前記被検出体の位置を検出することを特徴とする位置検出センサ。
- [請求項2] 前記第1部材が磁性材で構成され、前記第2部材が非磁性材で構成されていることを特徴とする請求項1に記載の位置検出センサ。
- [請求項3] 前記複数のコイルは、前記所定方向に垂直な方向に並んで配設されていることを特徴とする請求項1に記載の位置検出センサ。
- [請求項4] 前記複数のコイルは、同一のコア、あるいは、別個のコアに取り付けられていることを特徴とする請求項1に記載の位置検出センサ。
- [請求項5] 前記被検出体が、前記所定方向に平行な方向に沿って延びる回転軸線周りで回転自在となっており、
- 前記複数のコイルは、前記被検出体の外側で前記所定方向に垂直な方向に並んで配設されるようになっていることを特徴とする請求項1に記載の位置検出センサ。
- [請求項6] 前記被検出体が、前記所定方向に平行な方向に沿って延びる回転軸線周りで回転自在となっており、
- 前記複数のコイルは、前記被検出体の外側で前記被検出体の回転方向に沿うように並んで配設されるようになっていることを特徴とする請求項1に記載の位置検出センサ。
- [請求項7] 前記被検出体が、前記所定方向に平行な方向に沿って延びる回転軸

線周りで回転自在となっており、

前記複数のコイルは、前記被検出体の外側で前記回転軸線に対して反対側に配設されるようになっていることを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出センサ。

[請求項8] 請求項 1 に記載の位置検出センサを用いた位置検出システムであって、

前記複数のコイルが前記被検出体の前記第 2 部材の外面对面するように前記位置検出センサを配置して前記複数のコイルを駆動させ、前記被検出体が移動するときの前記複数のコイルのインピーダンス変化から、前記被検出体の位置を検出することを特徴とする位置検出システム。

[請求項9] 前記被検出体が、前記所定方向に平行な方向に沿って延びる回転軸線周りで回転自在となっており、

前記第 1 部材の外表面及び前記第 2 部材の外表面の少なくとも一方に、前記被検出体の回転方向に沿う段差が設けられていることを特徴とする請求項 8 に記載の位置検出システム。

[請求項10] 前記第 1 部材の外表面及び前記第 2 部材の外表面の双方が前記所定方向に対して傾斜していることを特徴とする請求項 8 に記載の位置検出システム。

[請求項11] 前記第 1 部材の外表面及び前記第 2 部材の外表面が前記所定方向に対して同一もしくは反対の勾配で傾斜していることを特徴とする請求項 10 に記載の位置検出システム。

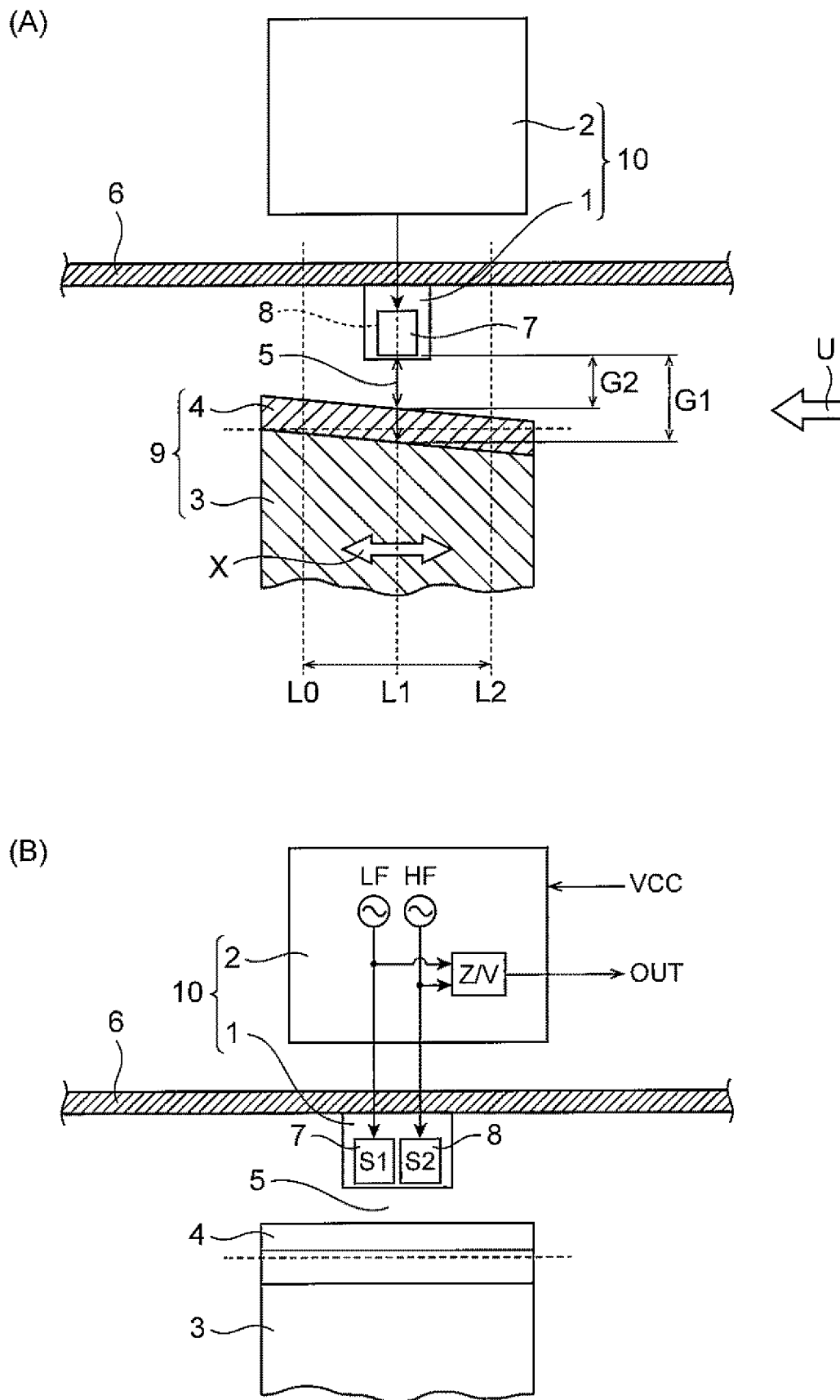
[請求項12] 前記第 1 部材の外表面が前記所定方向に対して傾斜しており、前記第 2 部材の外表面が前記所定方向に平行であることを特徴とする請求項 8 に記載の位置検出システム。

[請求項13] 前記第 1 部材の外表面が前記所定方向に平行であり、前記第 2 部材の外表面が前記所定方向に対して傾斜していることを特徴とする請求項 8 に記載の位置検出システム。

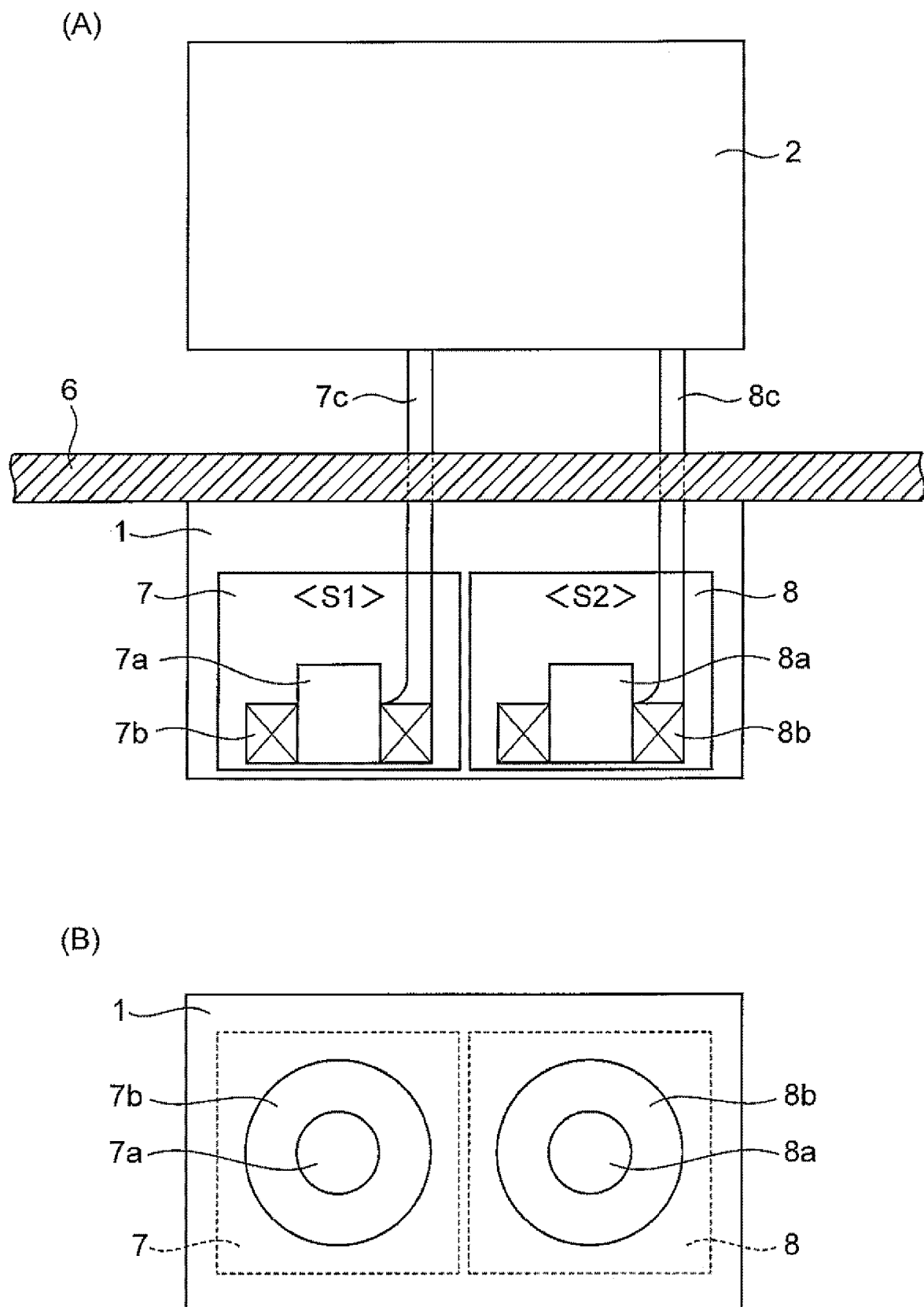
[請求項14] 請求項1に記載の位置検出センサを備えるとともに、プライマリシャフトに設けられたプライマリプーリと、セカンダリシャフトに設けられたセカンダリプーリと、これらのプーリの間に掛け渡され、プライマリプーリの動力をセカンダリプーリに伝達するベルトとを備えたベルト式無段変速機であって、

前記被検出体が、前記プライマリシャフトの軸線方向に移動自在となるように該プライマリシャフトに取り付けられた前記プライマリプーリのプーリ半体、及び／又は、前記セカンダリシャフトの軸線方向に移動自在となるように該セカンダリシャフトに取り付けられた前記セカンダリプーリのプーリ半体であることを特徴とするベルト式無段変速機。

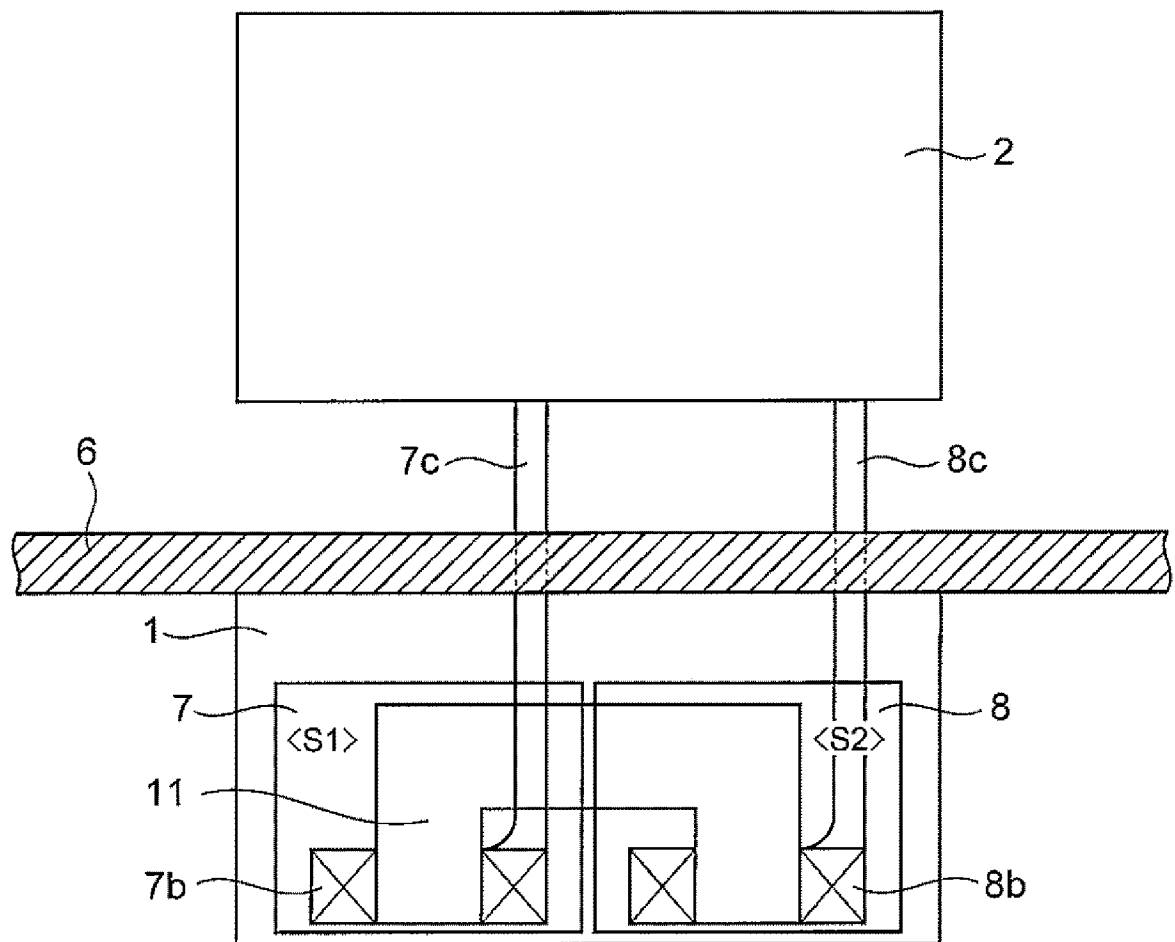
[図1]



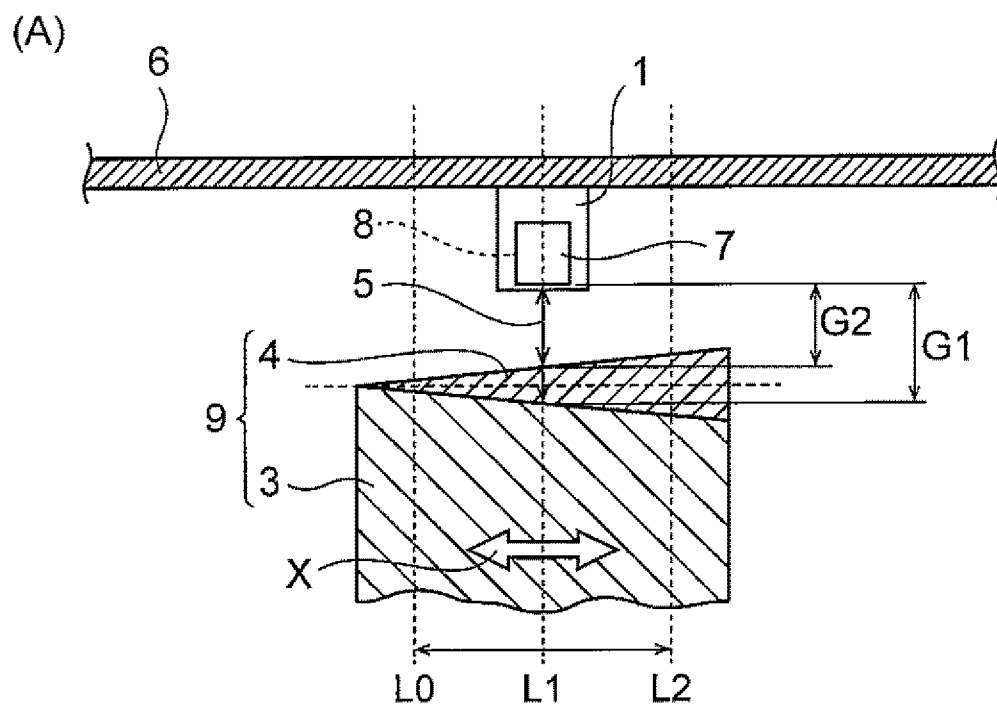
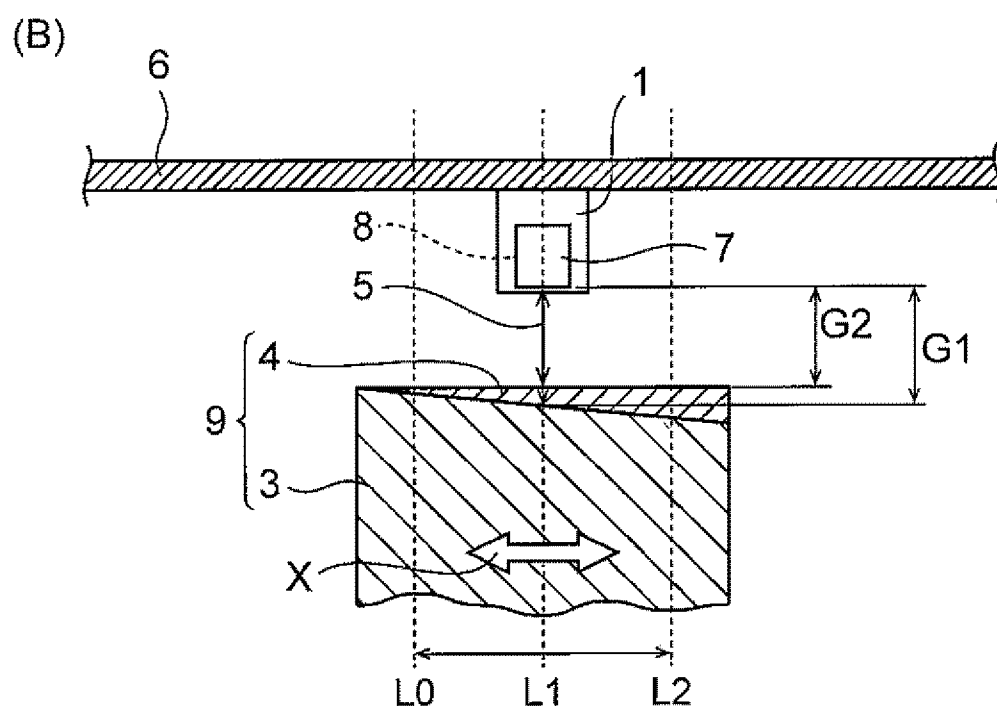
[図2]



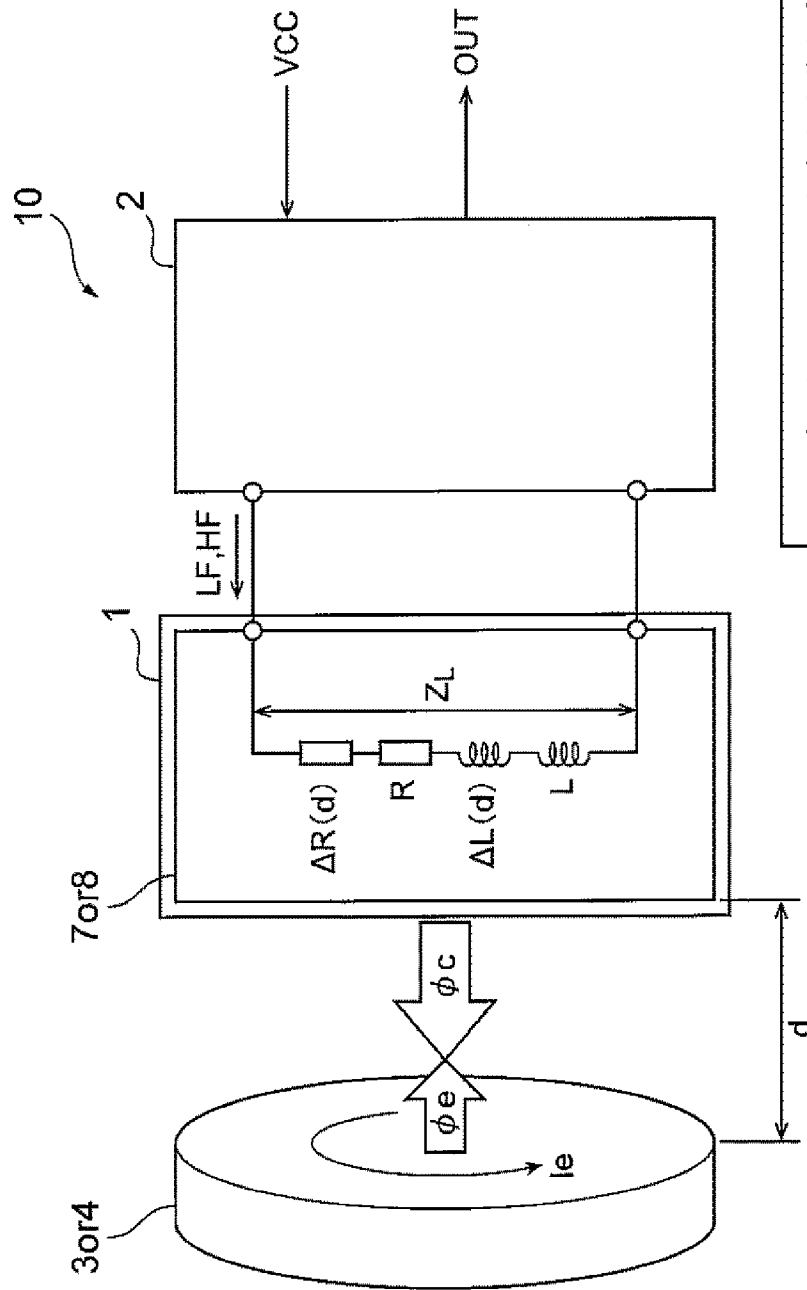
[図3]



[図4]



[図5]



If: 回路からコイルへ入力する励磁交流電流

R: コイルの初期直流抵抗

L: コイルの初期インダクタンス

$\Delta R(d)$: 直流抵抗の変化値

$\Delta L(d)$: インダクタンスの変化値

Z_L : コイルのインピーダンス

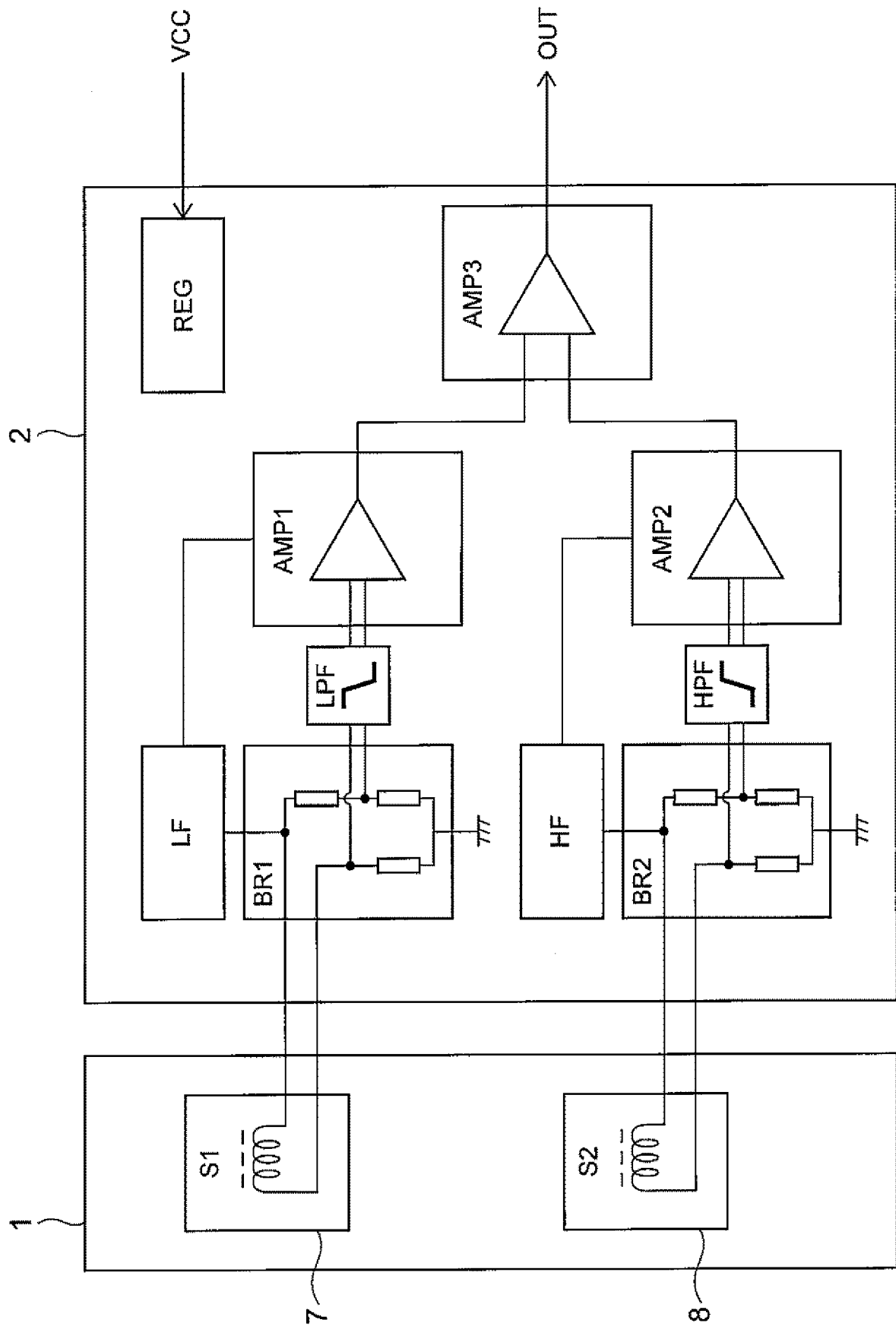
d: ギャップ(コイル先端からターゲットまでの距離)

Φ_c : コイルから出力する磁束成分

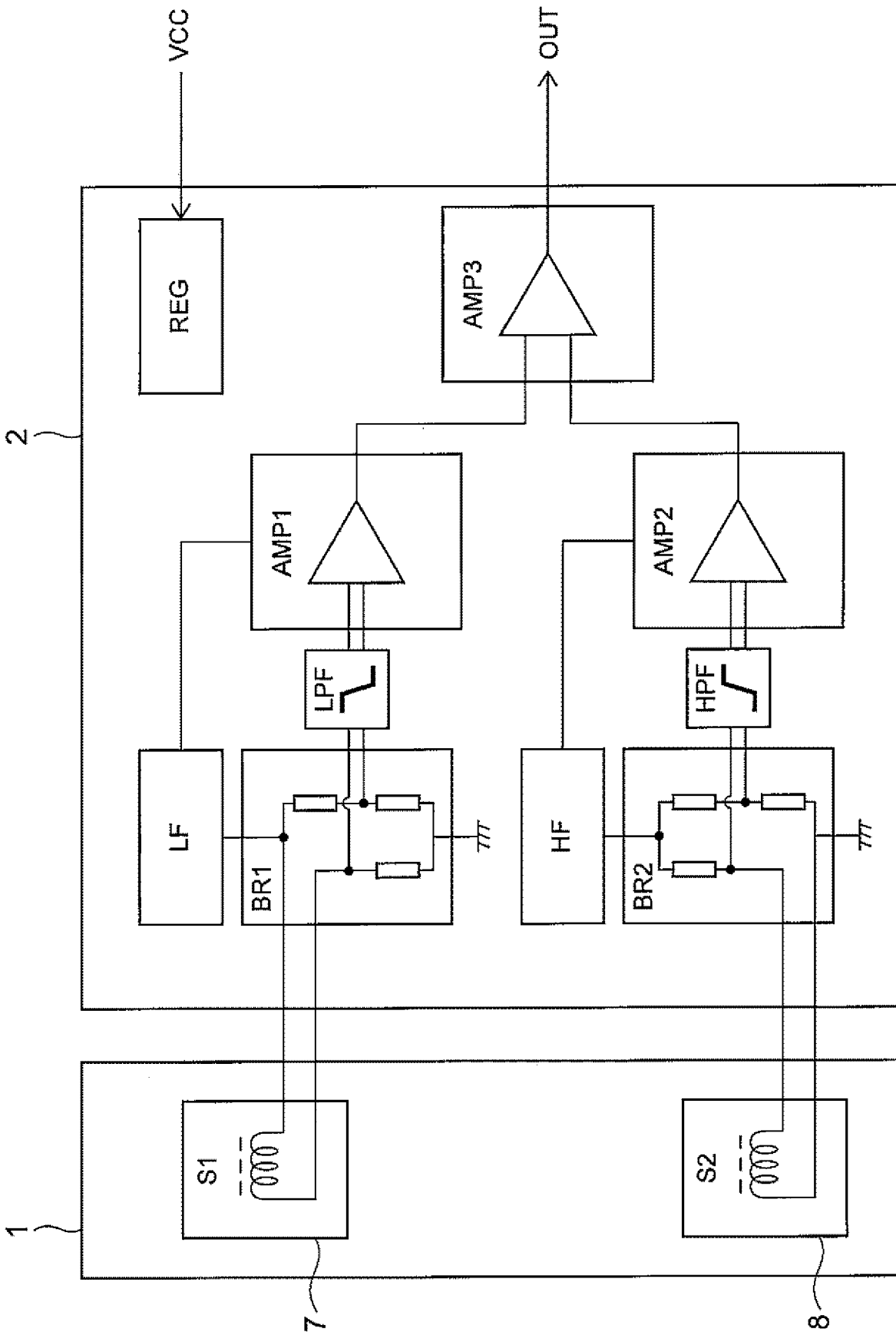
Φ_e : ターゲットに発生する渦電流成分

Φ_e : 渦電流により発生する対向した磁束成分

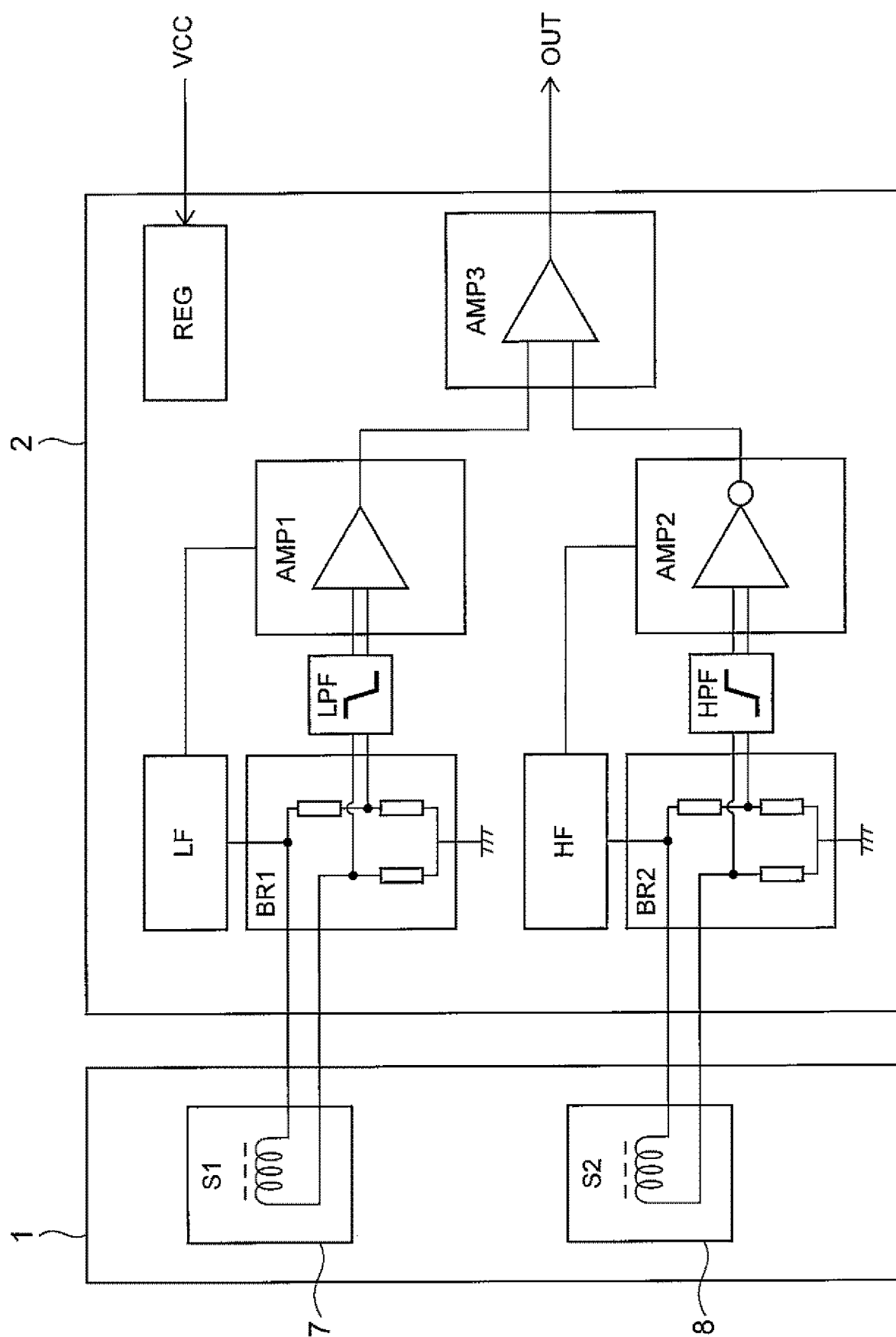
[図6]



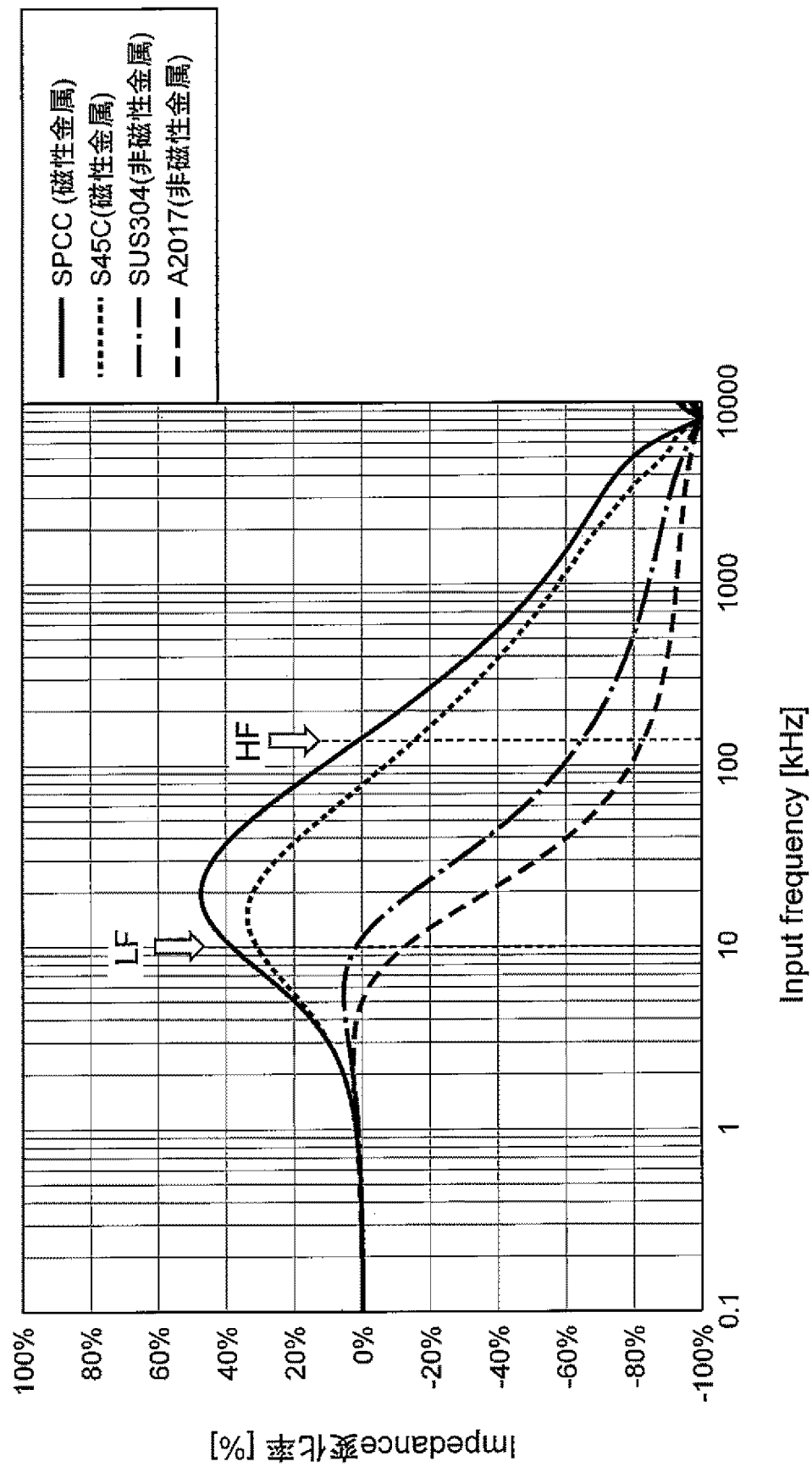
[図7]



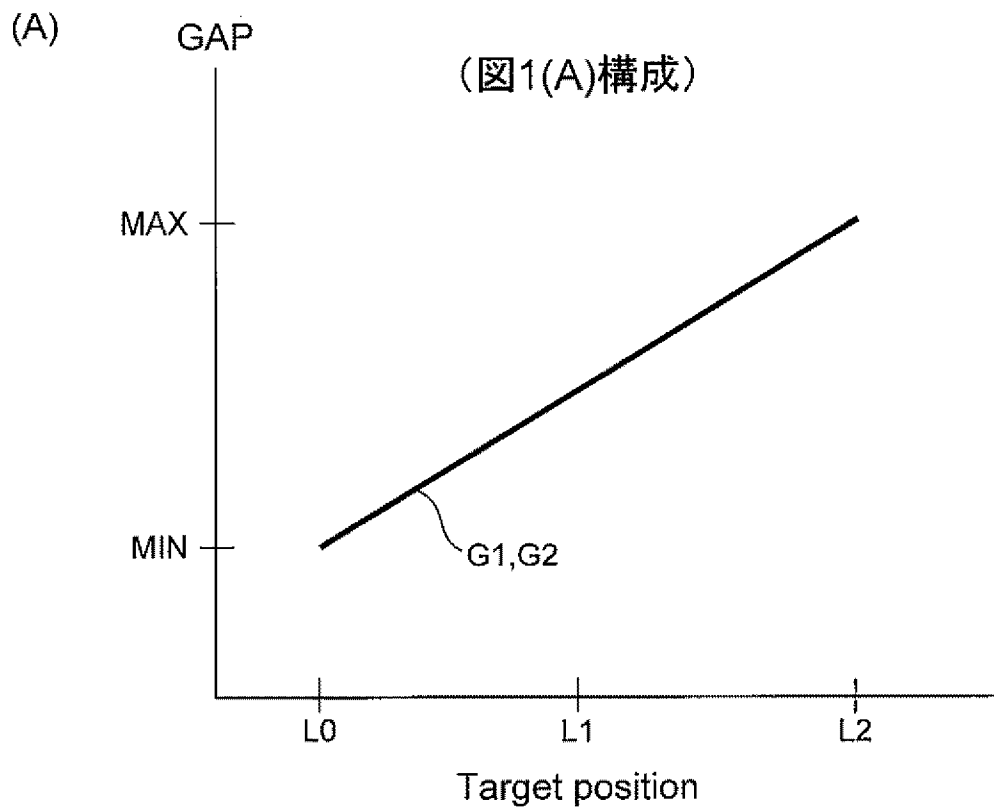
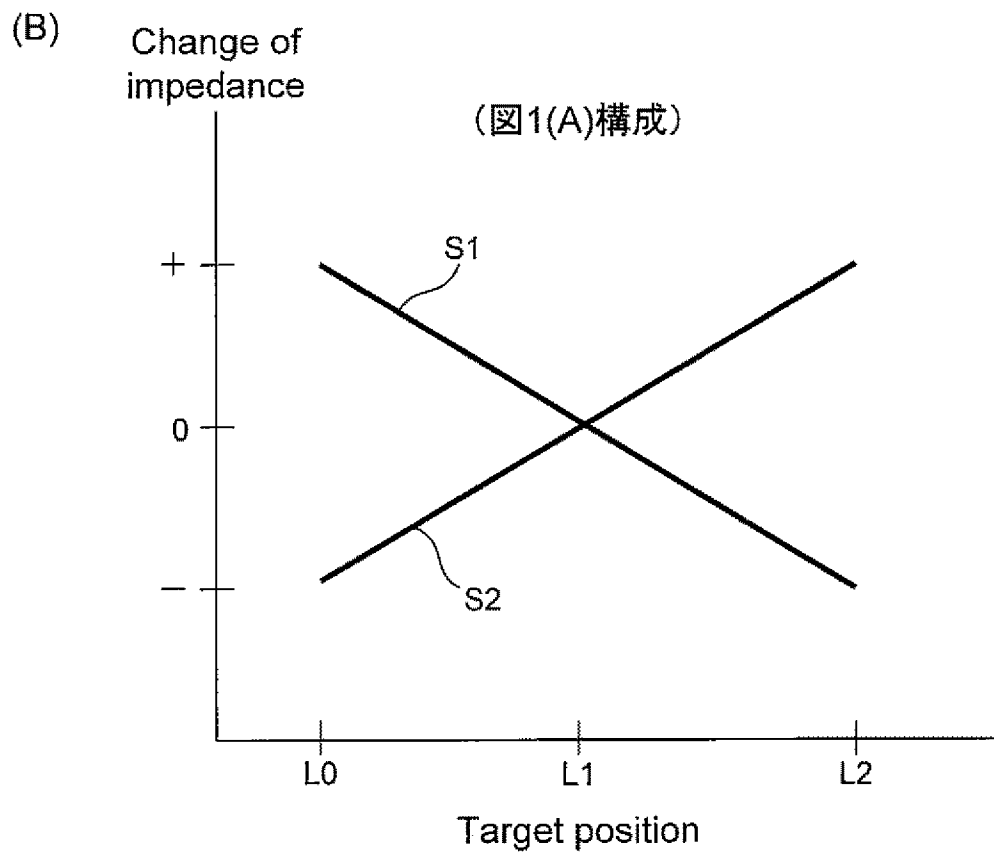
[図8]



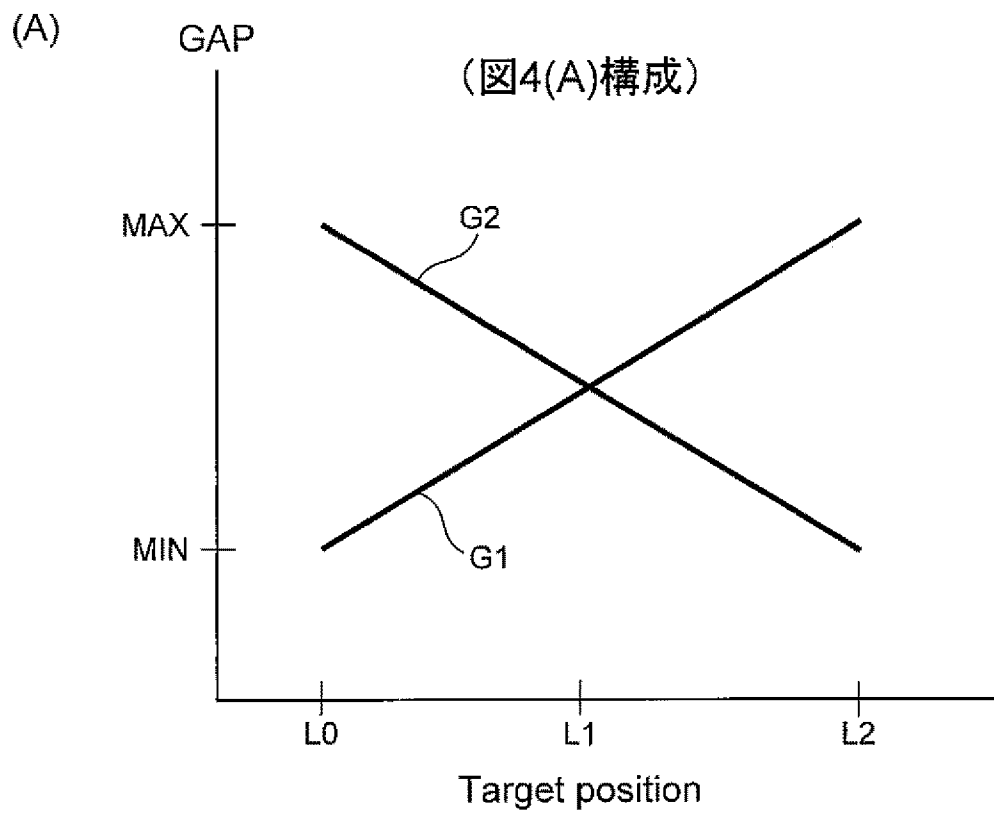
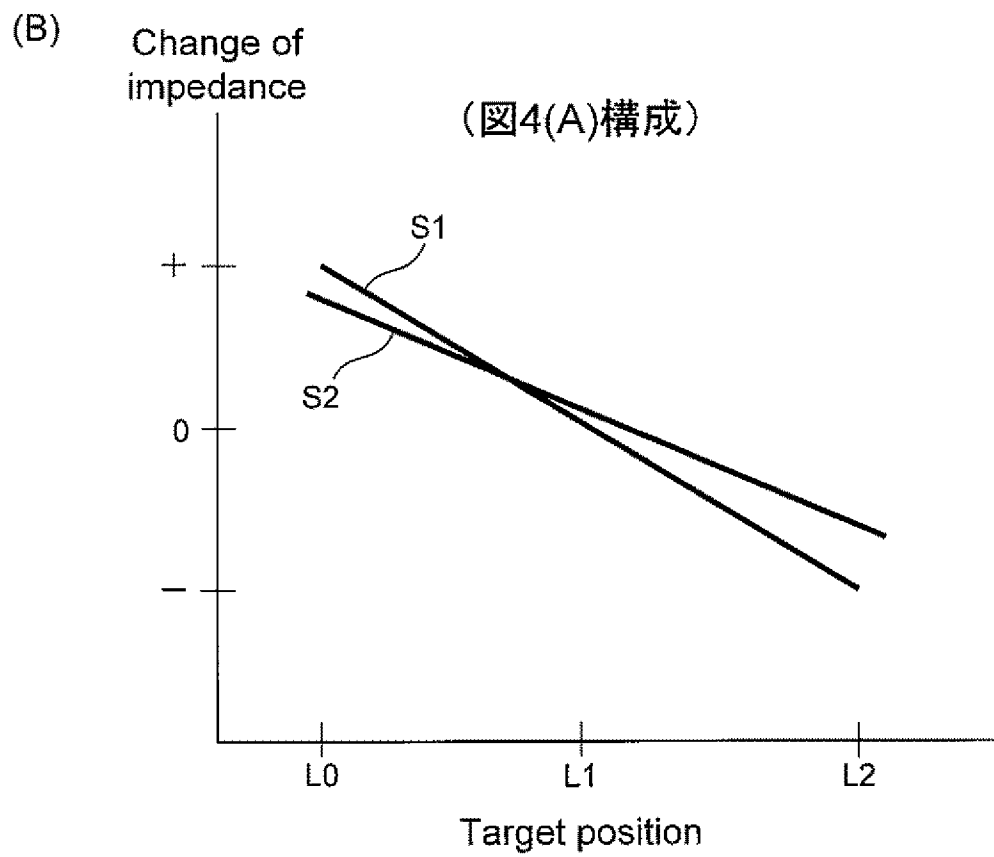
[図9]



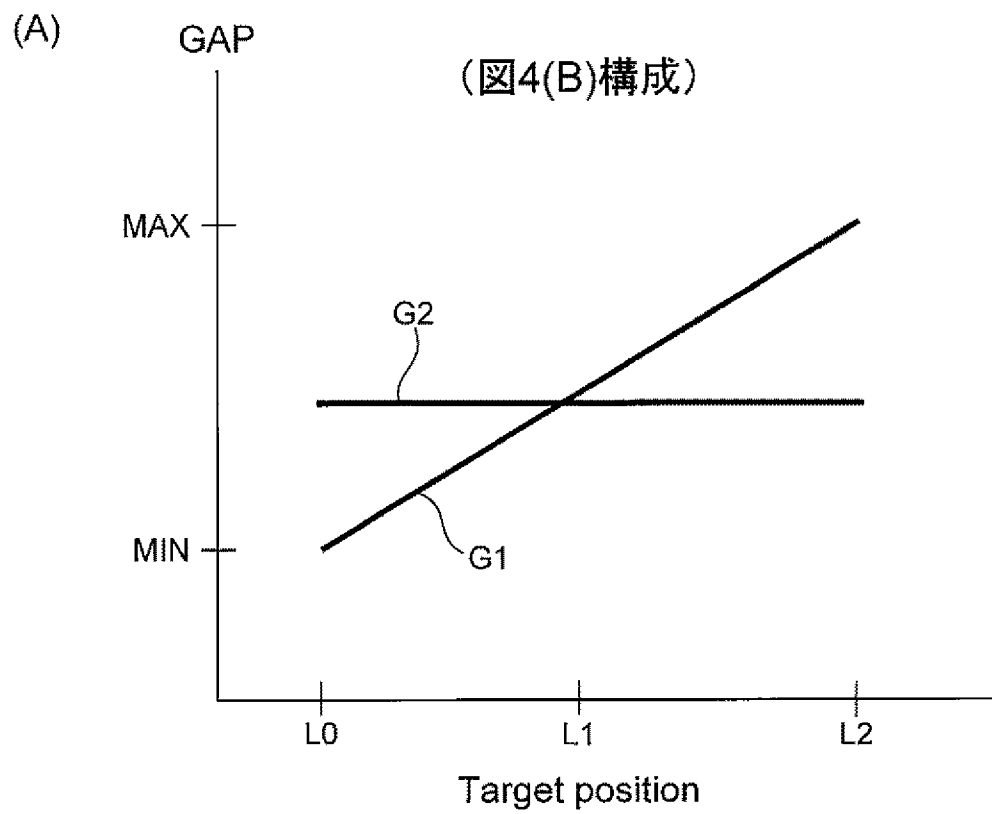
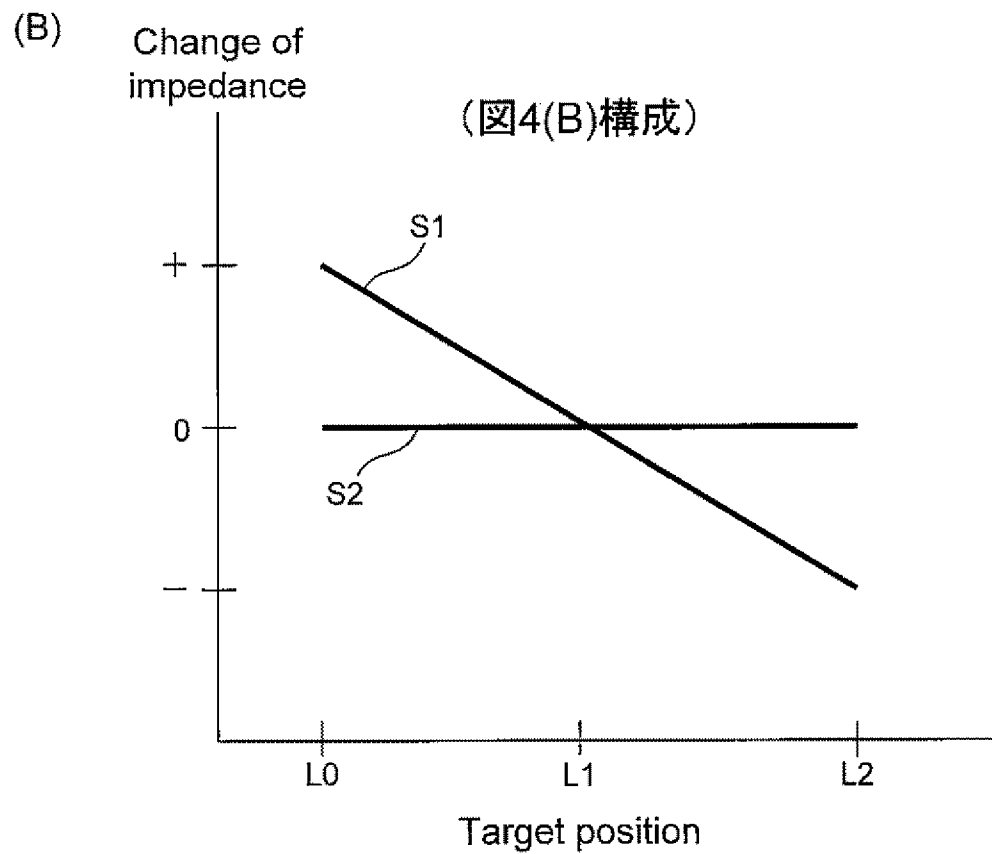
[図10]



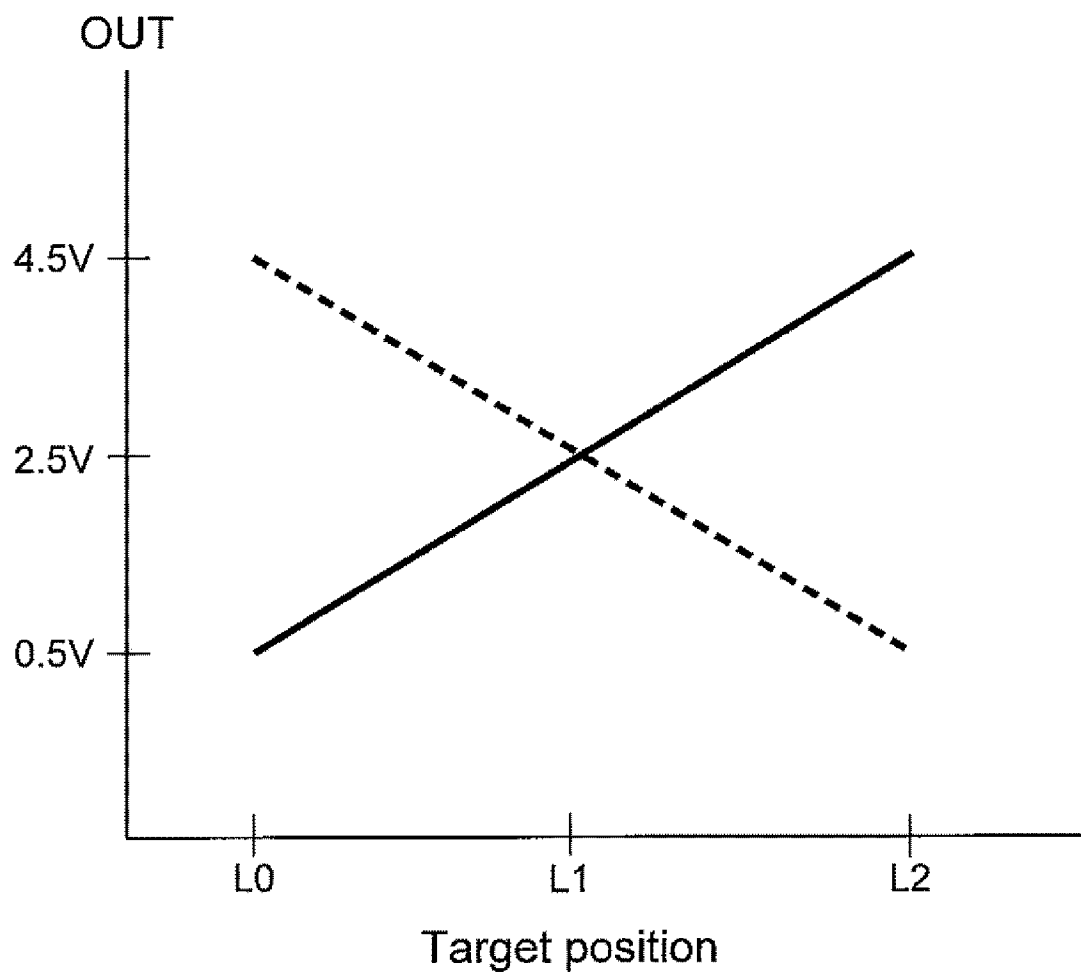
[図11]



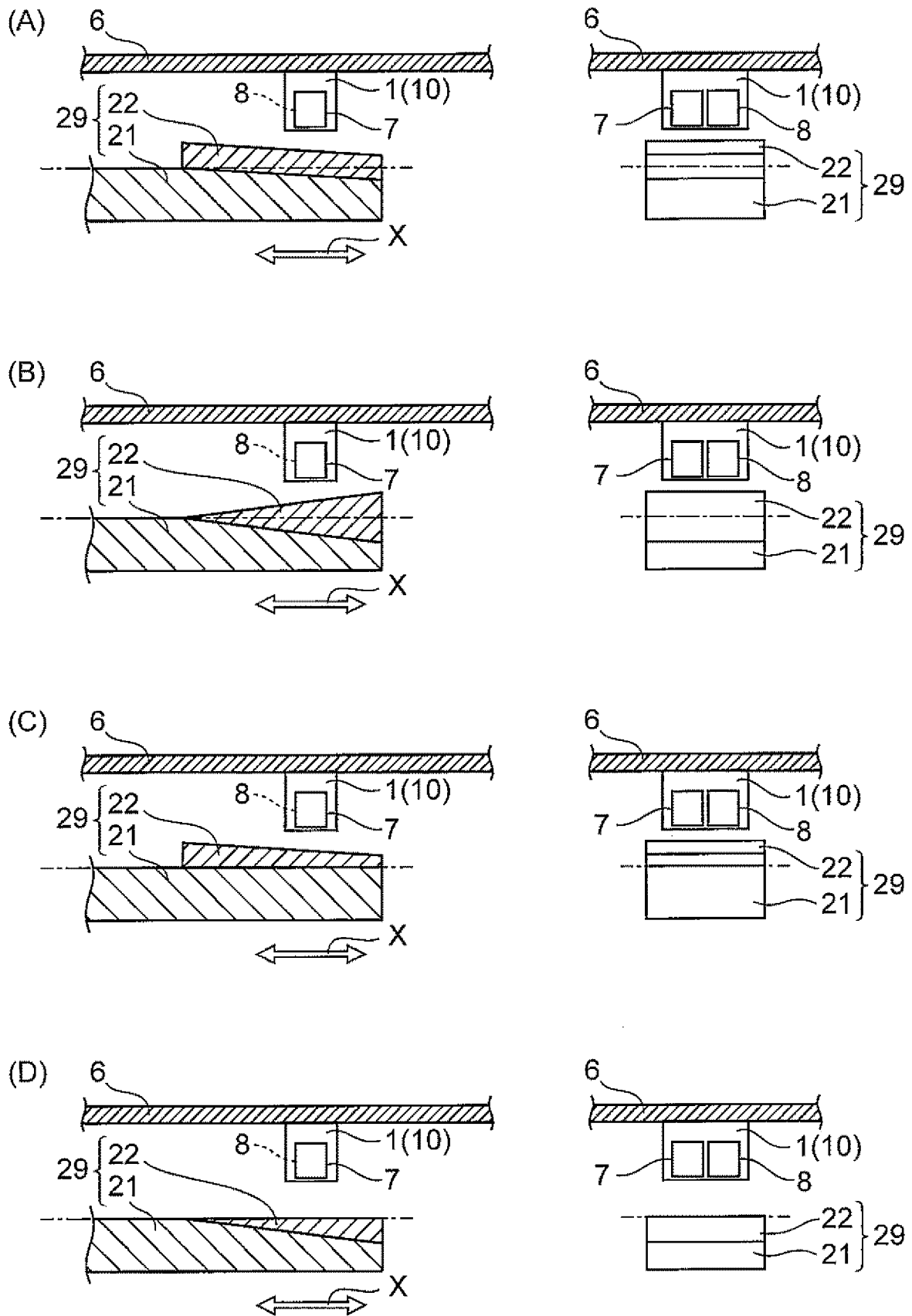
[図12]



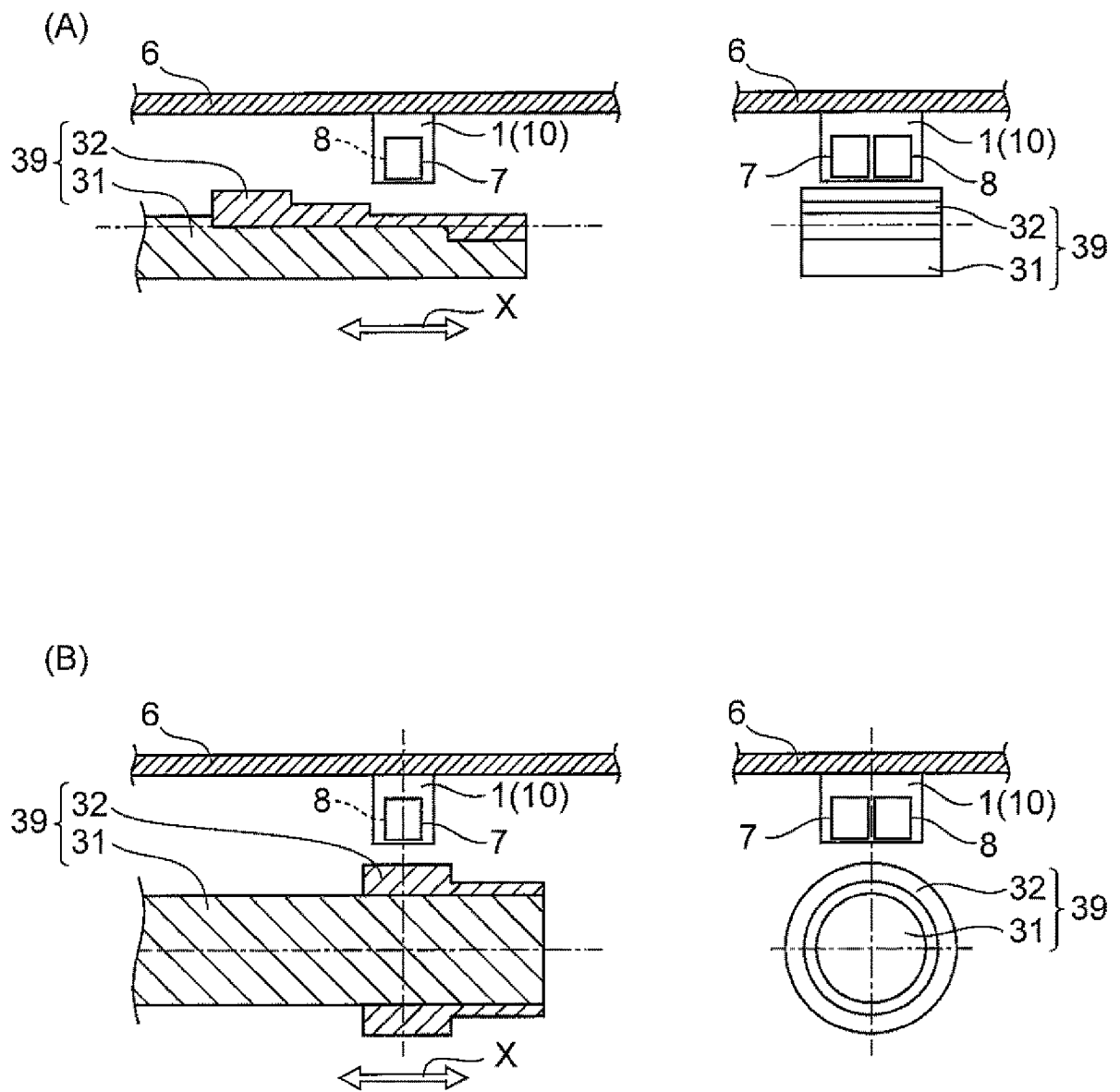
[図13]



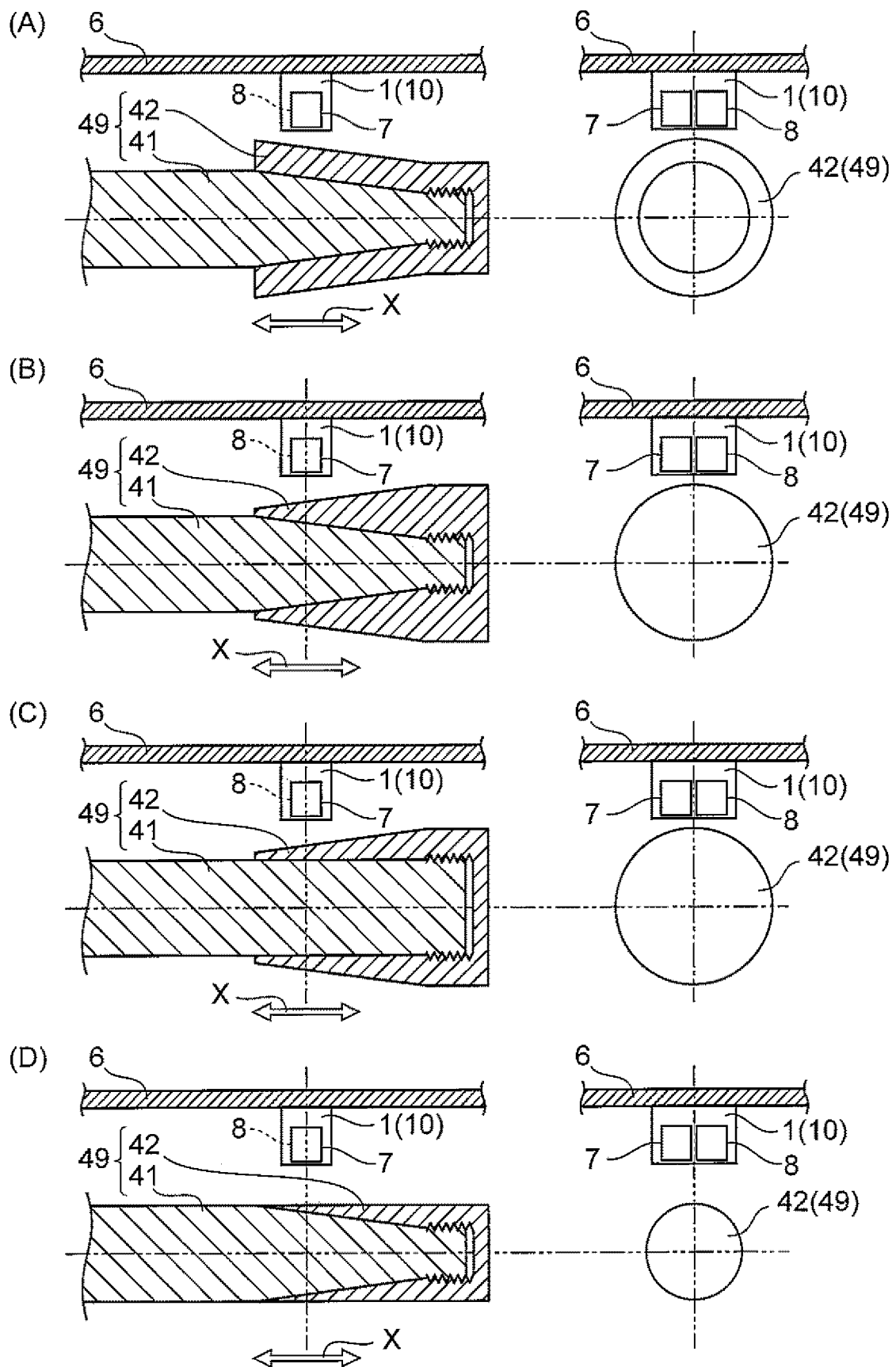
[図14]



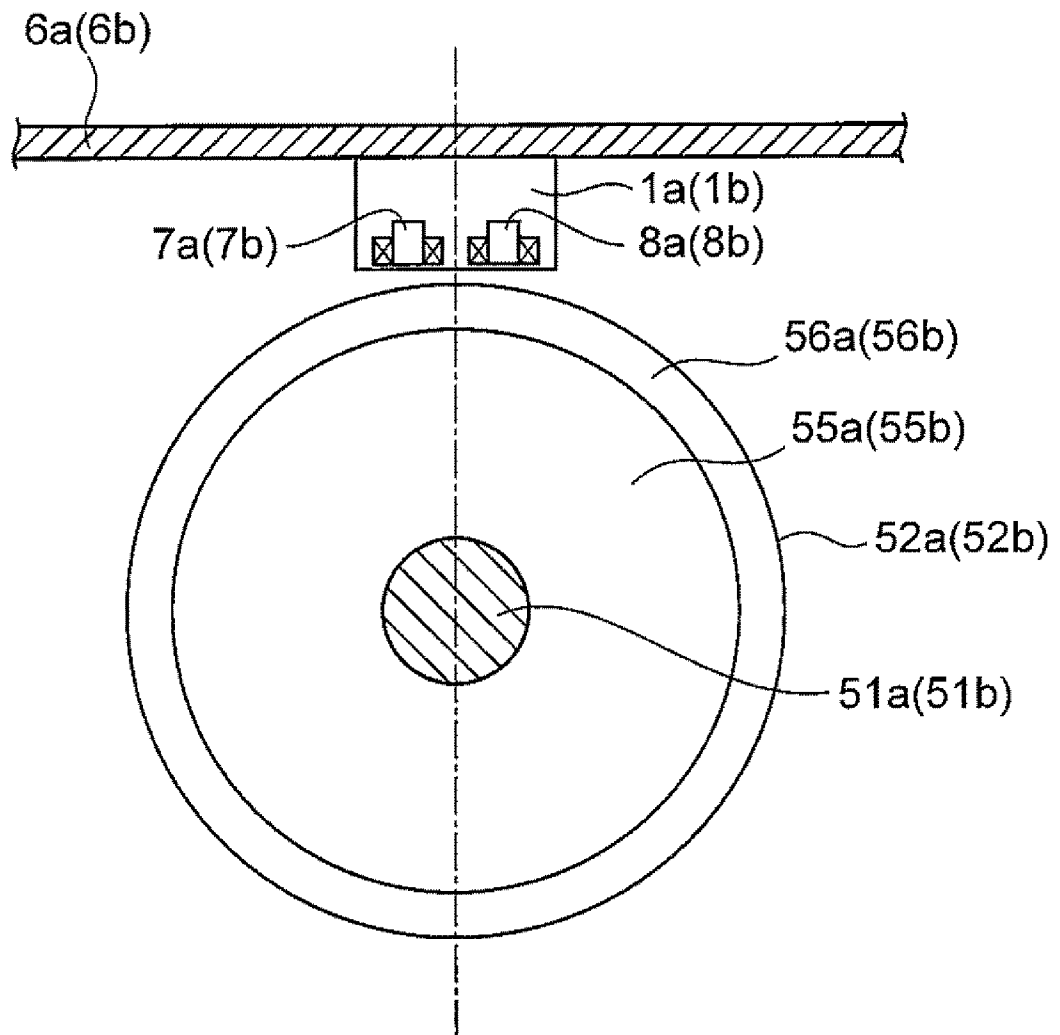
[図15]



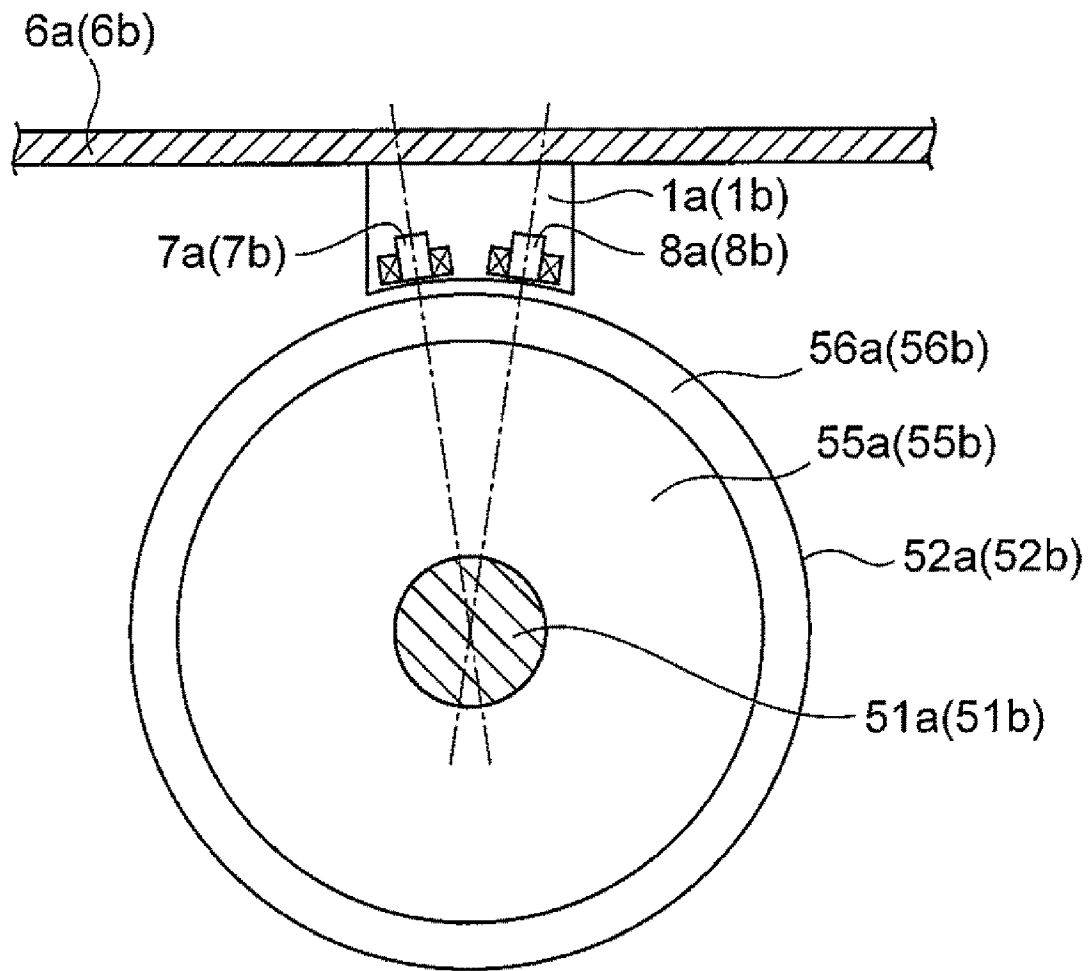
[図16]



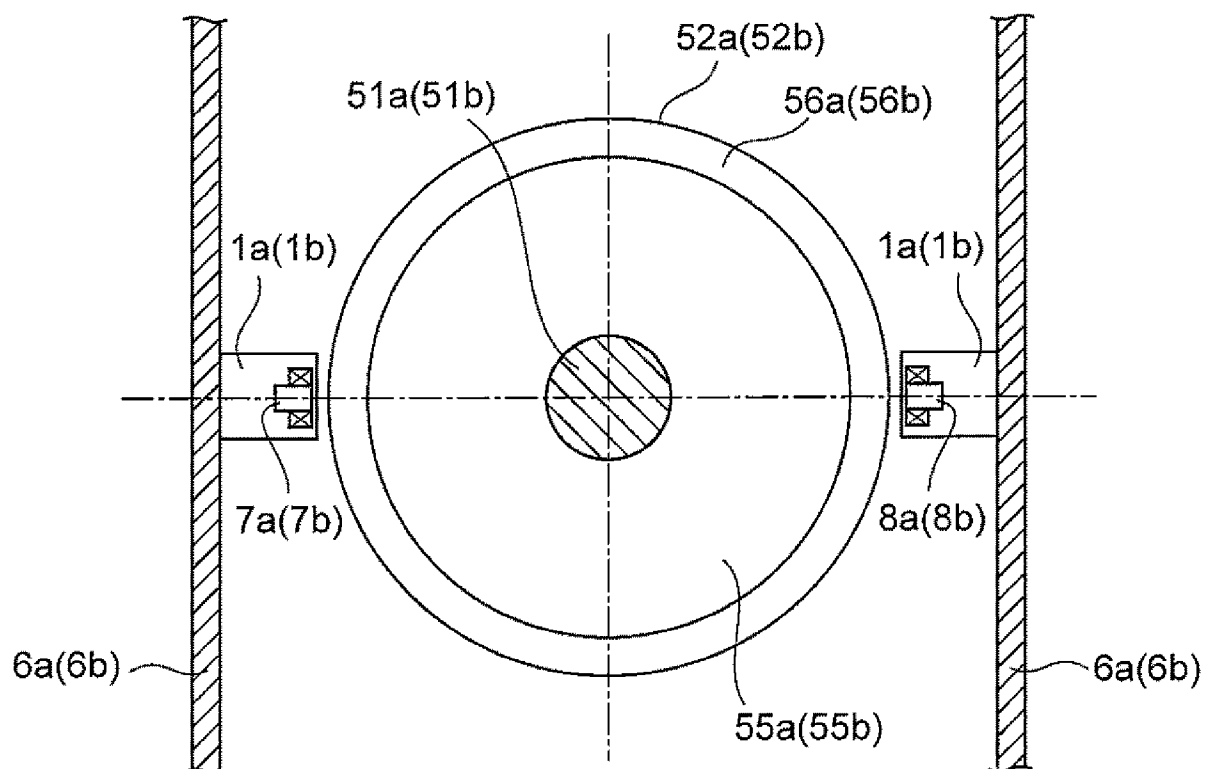
[図18]



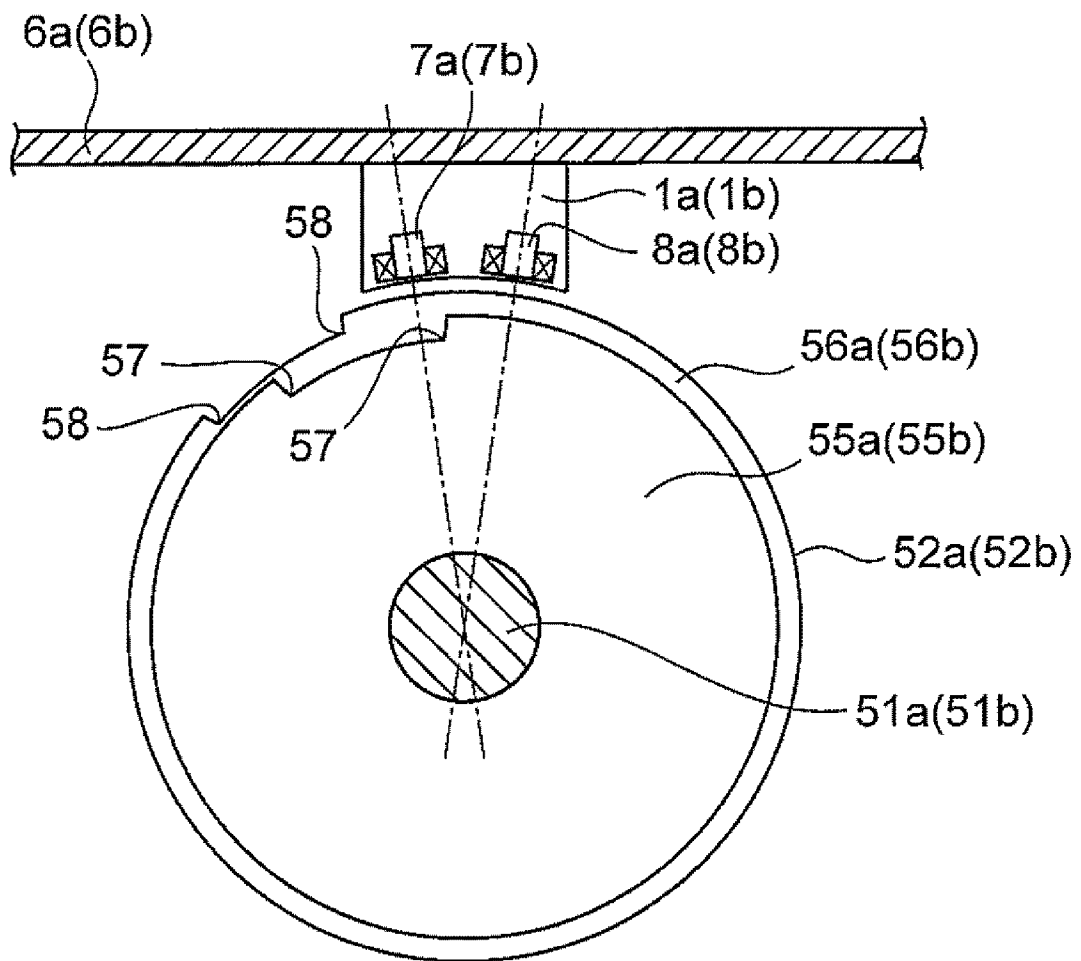
[図19]



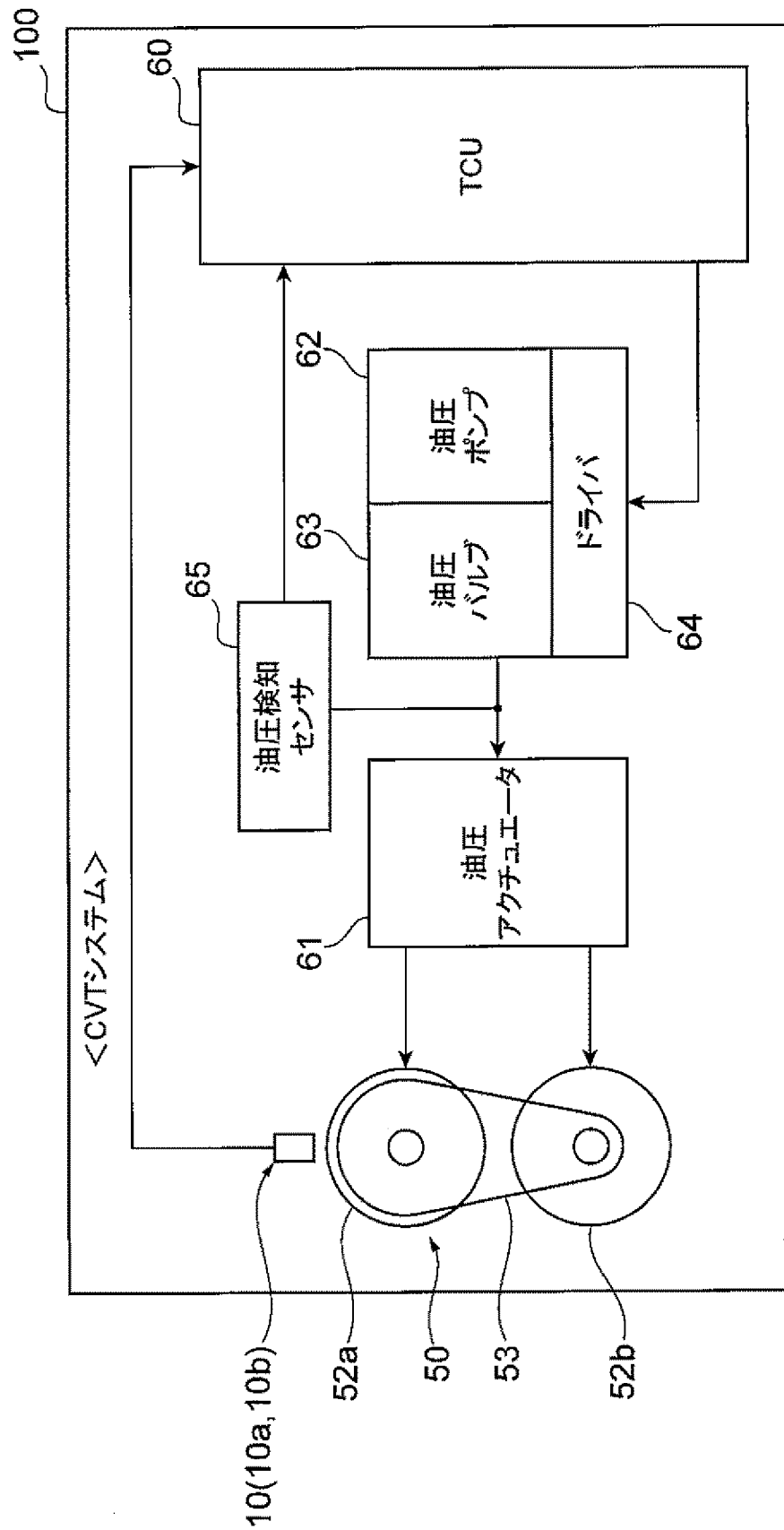
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009647

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B7/00(2006.01)i, G01D5/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B7/00, G01D5/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JSTChina/JST7580(JDreamIII) & Keyword:UZUDENRYU, HIJISEIZAI, SHUHASU, KOIRU (in Japanese) and related terms, Japio-GPG/FX,

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y <u>A</u>	JP 59-125002 A (Owens-Illinois Inc.), 19 July 1984 (19.07.1984), page 4, upper right column, line 17 to page 5, upper right column, line 5; fig. 3 & GB 2132771 A specification, page 3, lines 5 to 52; fig. 3 & US 4445923 A & DE 3347491 A1 & FR 2538895 A1	1-6, 8-9, 13-14 <u>7, 10-12</u>
Y <u>A</u>	JP 2014-153325 A (Tokai Rika Co., Ltd.), 25 August 2014 (25.08.2014), paragraphs [0001] to [0010]; fig. 2 (Family: none)	1-6, 8-9, 13-14 <u>7, 10-12</u>



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 June 2017 (14.06.17)

Date of mailing of the international search report

27 June 2017 (27.06.17)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009647

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y <u>A</u>	JP 54-78165 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 22 June 1979 (22.06.1979), page 4, lower right column, line 13 to page 5, upper left column, line 20 (Family: none)	1-6, 8-9, 13-14 <u>7, 10-12</u>
Y <u>A</u>	JP 2010-249263 A (Toyota Motor Corp.), 04 November 2010 (04.11.2010), paragraphs [0052] to [0055]; fig. 2 to 3 & US 2011/0313719 A1 paragraphs [0057] to [0060]; fig. 2 to 3 & WO 2010/119748 A1 & DE 112010001637 T5 & CN 102395813 A	5-6, 8-9, 13-14 <u>1-4, 7, 10-12</u>
A	US 2010/0301840 A1 (CALNETIX, INC.), 02 December 2010 (02.12.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009647

Continuation of B. FIELDS SEARCHED

Electronic data base consulted during the international search
(name of data base and, where practicable, search terms used)

DWPI (Thomson Innovation)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01B7/00(2006.01)i, G01D5/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01B7/00, G01D5/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus/JSTChina/JST7580 (JDreamIII) & キーワード: 渦電流, 非磁性材, 周波数, コイル その他類する用語
 Japio-GPG/FX
 DWPI (Thomson Innovation)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y <u>A</u>	JP 59-125002 A (オーエンス・イリノイ・インコーポレーテッド) 1984.07.19, 4頁右上欄17行-5頁右上欄5行, 第3図 & GB 2132771 A, 明細書3頁5-52行, 第3図 & US 4445923 A & DE 3347491 A1 & FR 2538895 A1	1-6, 8-9, 13-14 <u>7, 10-12</u>
Y <u>A</u>	JP 2014-153325 A (株式会社東海理化電機製作所) 2014.08.25, 段 落[0001]-[0010], 図2 (ファミリーなし)	1-6, 8-9, 13-14 <u>7, 10-12</u>

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.06.2017

国際調査報告の発送日

27.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

神谷 健一

2S

9705

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y <u>A</u>	JP 54-78165 A (三菱重工業株式会社) 1979.06.22, 4 頁右下欄 13 行-5 頁左上欄 20 行 (ファミリーなし)	1-6, 8-9, 13-14 <u>7, 10-12</u>
Y <u>A</u>	JP 2010-249263 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.11.04, 段落 [0052]-[0055], 図 2-3 & US 2011/0313719 A1, 段落[0057]-[0060], 図 2-3 & WO 2010/119748 A1 & DE 112010001637 T5 & CN 102395813 A	5-6, 8-9, 13-14 <u>1-4, 7, 10-12</u>
A	US 2010/0301840 A1 (CALNETIX, INC.) 2010.12.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14