

(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
2019年1月10日(10.01.2019)



(10) 国際公開番号

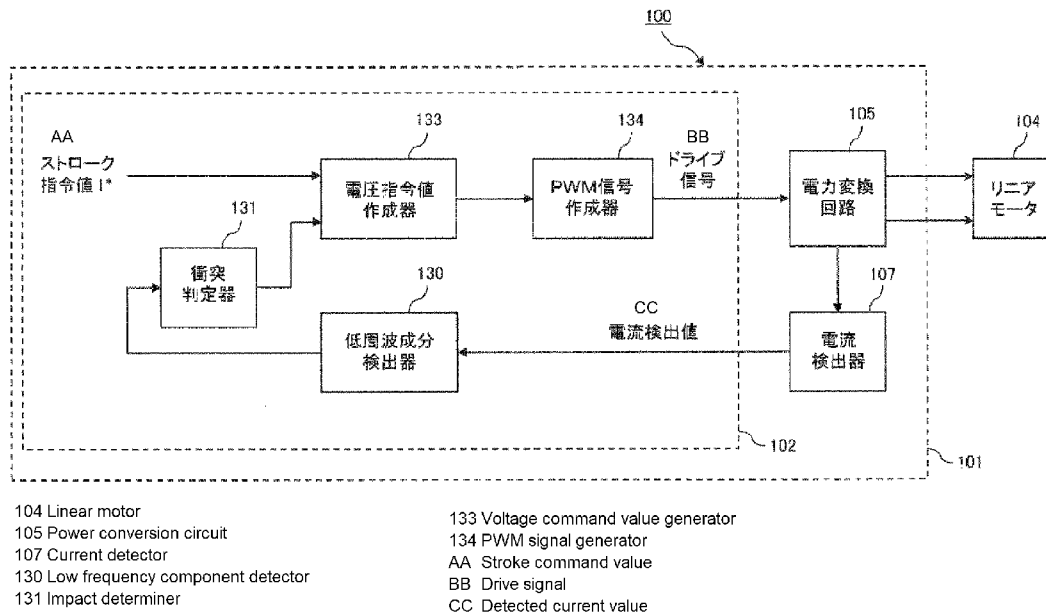
WO 2019/008908 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 25/064 (2016.01) H02K 41/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/018673
- (22) 国際出願日: 2018年5月15日(15.05.2018)
- (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 2017-132626 2017年7月6日(06.07.2017) 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2520番地 Ibaraki (JP). 株式会社日立産機システム(HITACHI INDUSTRIAL EQUIPMENT SYSTEMS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1010022 東京都千代田区神田練堀町3番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 尚礼 (SUZUKI Takahiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 小山 昌喜(KOYAMA Masaki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: ポレール特許業務法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目13番11号 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,

(54) Title: LINEAR MOTOR SYSTEM

(54) 発明の名称: リニアモータシステム

図 1



(57) **Abstract:** Provided is a linear motor system that can prevent mobile element impact, without the need for a sensor that detects impact. A linear motor system 100 that comprises: a linear motor 104 that has a winding 8 to which at least alternating current voltage is applied and a mobile element 6 to which an elastic body 23 is connected; and a linear motor drive device 101 that detects fluctuations in the amplitude of the alternating current flowing in the winding 8 and, when the detected amplitude has exceeded a prescribed value, detects that the mobile element 6 has exceeded a maximum

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, JO, 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, 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))

displacement.

(57) 要約: 衝突を検知するセンサを要することなく、可動子の衝突を回避可能なリニアモータシステムを提供する。リニアモータシステム100は、少なくとも交流電圧が印加される巻線8及び弾性体23が接続する可動子6を有するリニアモータ104を備え、巻線8に流れる交流電流の振幅の変動を検出し、検出される振幅が所定値を超えた場合、可動子6が最大変位を超えたと検知するリニアモータ駆動装置101を有する。

明 細 書

発明の名称： リニアモータシステム

技術分野

[0001] 本発明は、リニアモータシステムに係り、特に、弾性体を接続させた可動子を有するリニアモータを備えるリニアモータシステムに関する。

背景技術

[0002] リニアモータにてピストンを往復運動させる、所謂リニア圧縮機として例えば特許文献１に記載される技術が知られている。特許文献１では、往復動形のピストン、ピストンを駆動するリニアモータ、及び所要冷力に従ってピストンのストロークの大きさが異なるようにリニアモータを制御するモータ制御部を有するリニア圧縮機が開示されている。特許文献１に記載されるリニア圧縮機は、ピストンが衝突近接位置を通過するか否かを検出する衝突近接感知部を備え、衝突近接点のリターン時間が冷力別の所定の許容時間により、リニアモータの推力を変更するものである。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００５－１９５０２６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら特許文献１に記載される衝突近接感知部は、ピストンの位置を感知するため、レーザ或いは光センサ等のセンサを有する必要があり、配線が煩雑になり省スペース化を実現することは困難となる。

そこで、本発明は、衝突を検知するセンサを要することなく、可動子の衝突を回避可能なリニアモータシステムを提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するため、本発明に係るリニアモータシステムは、少なくとも交流電圧が印加される巻線及び弾性体が接続する可動子を有するリニアモ

ータを備え、前記巻線に流れる交流電流の振幅の変動を検出し、検出される振幅が所定値を超えた場合、前記可動子が最大変位を超えたと検知するリニアモータ駆動装置を有することを特徴とする。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、衝突を検知するセンサを要することなく、可動子の衝突を回避可能なリニアモータシステムを提供することが可能となる。

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

[0007] [図1]本発明の一実施例に係る実施例1のリニアモータシステムの全体概略構成図である。

[図2]電機子の構成例の斜視図である。

[図3]磁極の縦断面と磁束の流れを示す模式図である。

[図4]磁極歯に発生する極性の説明図である。

[図5]可動子に接続される外部機構の説明図である。

[図6]図1に示すリニアモータ駆動装置の制御部を構成する電圧指令値作成器の構成例を示す説明図である。

[図7]図1に示すリニアモータ駆動装置を構成する電力変換回路の構成例を示す図である。

[図8]リニアモータを構成する可動子がストロークを制限するストップパーに衝突した際の電流波形例の説明図である。

[図9]図1に示すリニアモータ駆動装置の制御部を構成する低周波成分検出器の構成例を示す説明図である。

[図10]図1に示すリニアモータ駆動装置の制御部を構成する衝突判定器の構成例を示す説明図である。

[図11]衝突及び衝突回避時における各種値の時間変化を示す説明図である。

[図12]本発明の他の実施例に係る実施例2の密閉型圧縮機の縦断面図である。

[図13]実施例2のリニアモータシステムの全体概略構成図である。

[図14]図13に示すリニアモータ駆動装置の制御部を構成する衝突判定器の構成例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、添付の図面を参照しつつ本発明の実施例を詳細に説明する。同様の構成要素には同様の符号を付し、重複する説明を省略する。

本発明の各種の構成要素は、必ずしも個々に独立した存在である必要はなく、複数の構成要素が一個の部材として形成されていること、一つの構成要素が複数の部材で形成されていること、或る構成要素が他の構成要素の一部であること、或る構成要素の一部と他の構成要素の一部とが重複していること、等を許容する。

実施例 1

[0009] 本実施例では、説明の便宜上、互いに直交する前後方向、左右方向、及び上下方向という語を用いるが、重力方向は必ずしも下方向に平行である必要はなく、前後方向、左右方向、上下方向又はそれ以外の方向に平行にすることができ。

[0010] <リニアモータシステム100>

図1は、本発明の一実施例に係る実施例1のリニアモータシステムの全体概略構成図である。リニアモータシステム100は、リニアモータ駆動装置101及びリニアモータ104から構成される。後述するようにリニアモータ104は、相対移動する電機子9及び可動子6を有する。

本実施例では、可動子6が鉛直方向に移動するが、電機子9及び可動子6（界磁子）が相対移動すれば良く、電機子9が鉛直方向に移動する態様でも良い。なお、以下では、可動子6が鉛直方向に往復運動する場合を一例として説明するが、往復運動の方向は鉛直方向に限られるものではない。例えば、可動子6が水平方向に往復運動するよう構成しても良く、また、鉛直方向に対し任意の角度を有する方向に可動子6が往復運動する構成としても良い。また、これらは、電機子9についても同様である。

制御部 102 は、電流検出器 107 の検出結果に応じて、電力変換回路 105 への出力電圧指令値、又は電力変換回路 105 を駆動するドライブ信号（パルス信号）を出力する。制御部 102 の詳細は後述する。

詳細は後述するが、電力変換回路 105 は、直流電圧源 120（図 21）の電圧を変換して交流電圧を出力する電力変換部の一例である。なお、直流電圧源 120 に代えて直流電流源を用いても良い。

[0011] <リニアモータ 104>

図 2 はリニアモータ 104 の斜視図（電機子の構成例の斜視図）である。本実施例のリニアモータ 104 は、電機子 9 に対して、永久磁石 2（2a, 2b）が並んだ方向（前後方向）に相対移動可能な可動子 6 を有する。電機子 9 は空隙を介して上下方向に対向する 2 つの磁極 7 と、磁極 7 に捲回された巻線 8 とを有している。可動子 6 は、この空隙に配置されている。磁極 7 は、可動子 6 に対向する端面としての磁極歯 70（ティースとも称される）を有している。

電機子 9 は、可動子 6 に対して前後方向の力（以下、推力と称する）を付与できる。例えば、後述するように、可動子 6 が前後方向に往復運動するように推力を制御できる。可動子 6 は、上下方向に磁化した 2 つの平板状の永久磁石 2（2a, 2b）を有している。後側の永久磁石 2a 及び前側の永久磁石 2b は、互いに反対方向に磁化されている。

本実施例では、後側の永久磁石 2a は上側に N 極を有し、前側の永久磁石 2b は上側に S 極を有している。図 2 では、永久磁石 2a, 2b は図示しているが、可動子 6 は図示していない。可動子 6 としては、例えば、平板状の永久磁石 2 を固定した平板状のものを採用できる。

制御部 102 は、可動子 6 を永久磁石 2a, 2b が電機子 9 に対向する範囲で往復運動させるようにドライブ信号を出力する。

[0012] 図 3 は、図 2 の A-A' 線に沿った平面での断面図である（A-A' 断面矢視図）。図 3 に示すように、磁極 7 及びヨーク 7e は、例えば鉄などの磁性体で一体的に形成され、磁気回路を構成している。図 3 の矢印線は、2 つ

の巻線 8 に電流を流したときの磁束線の一例を示している。磁束の流れの向きは、巻線 8 に流れる電流の向きにより逆方向になり得るため、図に示す限りではない。この磁束線により、磁極歯 70 が磁化される。

[0013] [可動子 6 に付与する推力]

図 4 は磁極歯 70 の磁化により、可動子 6 が受ける推力を説明する図である。巻線 8 に流れる電流により生じる磁極歯 70 の極性を、図中の磁極歯 70 近傍に付した「N」、「S」で表している。また、図 4 において白抜き矢印は巻線 8 を流れる電流の向きを示している。図 4 の左図は、巻線 8 を流れる電流により、上側の磁極歯 70 a が「S」、下部の磁極歯 70 b が「N」に磁化されることにより、可動子 6 が前方向に力を受け、可動子 6 が前に移動した例を示している。図 4 の右図は、巻線 8 を流れる電流により、上部の磁極歯 70 a が「N」、下部の磁極歯 70 b が「S」に磁化されることにより、可動子 6 が後ろ方向に力を受け、可動子 6 が後ろに移動した例を示している。

[0014] このように、巻線 8 に電圧や電流を印加することで、2つの磁極 7 を含む磁気回路に磁束を供給して、対向する2つの磁極歯 70（磁極歯組）を磁化できる。電圧や電流として、例えば正弦波や矩形波（方形波）といった交流の電圧や電流を与えることで、可動子 6 を往復運動させる推力を与えることができる。これにより可動子 6 の運動を制御できる。

[0015] なお、可動子 6 に付与する推力は、印加する交流電流や交流電圧の振幅を変更することで変えられる。また、可動子 6 に付与する推力を既知の方法を用いて適切に変更することで、可動子 6 の変位を所望に変えられる。ここで、可動子 6 が往復運動（例えば、図 4 の左図及び右図のような磁極歯 70 の磁化を順次繰り返すことで可動子 6 に生じる運動）をする場合、交流波形的に変化する可動子 6 の変位の変化量をストロークと呼ぶ。

磁極歯 70 は磁性体であるため、永久磁石 2 を吸引する磁気吸引力が作用する。本実施例では可動子 6 を挟むよう間隙を介して2つの磁極歯 70 を対向配置しているため、可動子 6 に作用する磁気吸引力の合力を低減できる。

[0016] 回転モータの回転運動を直線運動に変換する場合、その変換機構として、例えばクランクシャフトが用いられる。クランクシャフトを有する場合、直線運動ストロークは機械的に制限される。一方、リニアモータの可動子6は機械的に制限されない。そのため、可動子6のストロークが所定値を超えてしまう可能性がある。そこで、本実施例に係るリニアモータシステム100を構成するリニアモータ駆動装置101は、ストロークが所定値を超えたことを検出する構成を備える。

[0017] [可動子6外部の機構]

図5は、可動子6に接続される外部機構の説明図であり、例えば、コイルバネである共振バネ23（アシストバネ）によって構成される外部機構を可動子6の一端に接続し、そのバネ力により可動子6が戻される機構を説明する図である。共振バネ23は、一端が中間部24を介して可動子6に接続し、他端が基部25に固定されている。また、共振バネ23の延在方向と略平行に延在し、共振バネ23を案内又は支持する側部26が設けられている。リニアモータ104を往復運動させる場合、可動子6の運動方向が変わる度に、加速と減速を繰り返す。減速時は、可動子6の速度エネルギーが電気エネルギーに変換される（回生動作）が、リニアモータ104への配線の抵抗によって損失が生じる。一方、図5のように、可動子6に共振バネ23（アシストバネ）を付加し、可動子6の質量とバネ定数から決まる機械的な共振周波数で、可動子6を往復運動させる場合、可動子6の速度エネルギーを有効活用でき、高効率なリニアモータ駆動システムを構成することができる。共振バネ23に代えて、例えば、板バネ、或は、適度なヤング率を有しコイルバネを用いた場合と同様に伸縮するゴム等の弾性体を用いても良い。このように構成すると、可動子6（界磁子6）が鉛直方向に移動する可動子（界磁子）移動型として構成されるが、可動子6に代えて電機子9に弾性体を接続して電機子9を鉛直方向に移動させる電機子移動型として構成しても良い。

[0018] 例えば、可動子6のストロークが過大となった場合、共振バネ23が縮み

すぎて互いが接触したり、可動子6がストロークを制限するストッパー（図示せず）に衝突したりすることで、振動や騒音の原因となる。そのため、ストロークが所定値を超えたことを検出することが望ましい。

[0019] <制御部102の概要>

図1に示すように、制御部102は、電流検出器107による電流検出値 I_m を入力し低周波成分の振幅値を出力する低周波成分検出器130、低周波成分検出器130からの低周波成分の振幅値に基づき衝突判定を行い後述する衝突判定信号を出力する衝突判定器131、上位の制御器（図示せず）などより入力されるストローク指令値 I^* 及び衝突判定器131を入力しこれらに基づきリニアモータ104に印加する電圧指令値 V_m^* を出力する電圧指令値作成器133、及び、入力される電圧指令値 V_m^* に基づき電力変換回路105を駆動するドライブ信号を出力するPWM信号作成器134と、を備える。

以下、制御部102を構成する上述の各部の構成及び動作につき説明する。

[0020] <電圧指令値作成器103>

図6は、図1に示すリニアモータ駆動装置101の制御部102を構成する電圧指令値作成器133の構成例を示す説明図である。電圧指令値作成器133には、上位の制御器（図示せず）などより入力されるストローク指令値 I^* 及び後述する衝突判定信号に基づき、単相の交流電圧指令値 V_m^* を出力する。ここで、ストローク指令値 I^* 或いは周波数指令値 ω^* のいずれか、または両方を変更することにより、リニアモータ104に印加する電圧指令値 V_m^* を調整することができる。すなわち、印加電圧の振幅及び周波数を調整することで、駆動周波数 ω を共振周波数に制御することやストロークを制御することが可能となる。

図6に示すように、まず、電圧指令値作成器133で予め設定した周波数指令値 ω^* 或いは、他の制御器（図示せず）などから入力される周波数指令値 ω^* を積分して位相指令値 θ^* を積分器140で作成する。次に、位相指令値

θ^* を余弦演算器82b（入力値の余弦を出力）に入力し、位相指令値 θ^* に対する余弦（ $\cos \theta^*$ ）を得る。この余弦（ $\cos \theta^*$ ）とストローク指令値 l^* とを乗算器92aで乗じる。こうすることで、微分演算を行わずに可動子6の速度指令値 v_m^* を得ることができる。一般には、位置指令値 x_m^* 及び速度指令値 v_m^* の一方を正弦、他方を余弦にすることができる。なお、組み合わせによっては、負号を付加する必要がある。

[0021] さらに、可動子6の速度指令値 v_m^* を乗算器92bで誘起電圧定数 K_e^* と乗じ、単相の交流電圧指令値 V_m^* を得る。

なお、電圧指令値作成器133には、上記以外にも既知の同期式モータの駆動電圧指令方法を適用することができる。また、例えば周波数指令値 ω^* を、可動子6を含む振動体の機械共振周波数に固定しても良い。

また、ストローク指令切替器150については後述する。

[0022] <PWM信号作成器133>

図1に示すりニアモータ駆動装置101の制御部102を構成するPWM信号作成器134には、三角波のキャリア信号と電圧指令値作成器133より出力される電圧指令値 V_m^* を比較することによる既知のパルス幅変調を用い、電圧指令値 V_m^* に応じたドライブ信号が生成され、生成されたドライブ信号は電力変換回路105へ出力される。

[0023] <電力変換回路105>

図7は、図1に示すりニアモータ駆動装置101を構成する電力変換回路105の構成例を示す図である。フルブリッジ回路126は、制御部102により入力されたドライブ信号に応じて直流電圧源120をスイッチングして、リニアモータ104に電圧を出力する。フルブリッジ回路126は4つのスイッチング素子122を備えており、直列接続されたスイッチング素子122a, 122bを持つ第一上下アーム（以下、U相と称する）と、スイッチング素子122c, 122dを持つ第二上下アーム（以下、V相と称する）と、を構成している。スイッチング素子122は、制御部102で生成される電圧指令値 V_m^* やパルス幅変調によるドライブ信号に基づき、ゲート

ドライバ回路 123 が出力するパルス状のゲート信号 (124 a ~ 124 d) に応じてスイッチング動作できる。

スイッチング素子 122 の導通状態 (オン/オフ) を制御することにより、直流電圧源 120 の直流電圧を交流電圧に相当する電圧を巻線 8 に出力できる。なお、直流電圧源 120 に代えて直流電流源を用いても良い。スイッチング素子 122 としては、例えば、IGBT や MOS-FET などの半導体スイッチング素子を採用できる。

[0024] [リニアモータ 104 との結線]

電力変換回路 105 の第一上下アームのスイッチング素子 122 a, 122 b 間および第二上下アームのスイッチング素子 122 c, 122 d 間それぞれが、リニアモータ 104 に接続されている。図 7 では、上側及び下側の電機子 9 の巻線 8 が並列に接続されている例を示しているが、巻線 8 を直列に接続することもできる。

[0025] <電流検出器 107>

U 相下アームと V 相下アームには、例えば CT (カレントトランス) 等の電流検出器 107 を設けることができる。これにより、リニアモータ 104 の巻線 8 に流れる電流 I_m を検出できる。

電流検出器 107 として、例えば、CT に代えて、電力変換回路 105 の下アームにシャント抵抗 125 を付加し、シャント抵抗 125 に流れる電流からリニアモータ 104 に流れる電流を検出する相シャント電流方式を採用できる。電流検出器 107 に代えて又は追加して、電力変換回路 105 の直流側に付加されたシャント抵抗 125 に流れる直流電流から、電力変換回路 105 の交流側の電流を検出するシングルシャント電流検出方式を採用しても良い。シングルシャント電流検出方式は、電力変換回路 105 を構成するスイッチング素子 122 の通電状態によって、シャント抵抗 125 に流れる電流が時間的に変化することを利用している。

[0026] [衝突時の電流波形]

図 8 は、リニアモータ 104 を構成する可動子 6 がストロークを制限する

ストッパーに衝突した際の電流波形例の説明図である。図8では横軸を時間、縦軸をモータ電流とし、モータ電流の時間変化を示している。なお、図8の上図は電気機械時定数が短い場合のモータ電流の波形を示しており、図8の下図は電気機械時定数が長い場合のモータ電流の波形を示している。図8の上図に示されるように、負荷系を含めた電気機械時定数が短い場合においては、衝突時のモータ電流の電流波形は振幅が大小交互に現れる。これは次のように説明できる。可動子6がストッパーに衝突すると、可動子6の速度が低下するため、誘起電圧は減少する。そのため、印加電圧が過多となり電流振幅が増加する。本実施例の可動子6は往復運動しているため、やがては逆方向に移動する。この時、可動子6の位置と印加電圧の位相関係がズレ、推力が減少する。そのため、次の周期ではストロークが所定値に収まり、モータ電流の電流振幅は元に戻る。その後、可動子6の位置と印加電圧の位相関係のズレが解消され、再度、可動子がストッパーに衝突する。

[0027] 一方、図8の下図に示すように、負荷系を含めた電気機械時定数が長い場合においては、可動子6の位置と印加電圧の位相関係のズレが収束するまでに時間を要する。そのため、モータ電流の電流振幅の変動は、図8の上図より低い周波数となる。

図8の上図に示すように、電気機械時定数が短い場合には、可動子6がストッパーに衝突している際のモータ電流の電流波形は、振幅が大小交互になる。振幅が大小交互になっているということは、駆動周波数の $1/2$ の周波数と見做すことができる。換言すれば、駆動周期は2倍と見做すことができる。一方、図8の上図に示すように、電気機械時定数が長い場合には、駆動周波数の $1/2$ よりも低い周波数と見做すことができる。図8の下図の例は、駆動周波数の $1/3$ の周波数と見做せる。換言すれば、駆動周期は3倍と見做すことができる。本実施例では、駆動周波数の $1/2$ の周波数又は駆動周波数の $1/2$ より低い周波数成分の電流波形を特定することで、ストロークが所定値を超えたことを検出する。なお、予め衝突時の電流波形を取得しておけば、どの周波数成分を取得すればよいか分かる。また、本実施例では

、駆動周波数の $1/2$ 及び駆動周波数の $1/3$ の一例として示したがこれに限られるものではない。例えば、駆動波数の $1/4$ など予め衝突時の電流波形を取得することで適宜設定することができる。換言すれば駆動周期の N 倍 ($N \geq 2$) の周波数成分の巻線 8 に流れる電流（モータ電流）を検出することで、ストロークが所定値を超えたことを検出できる。

[0028] <低周波成分検出器 130>

図 9 は、図 1 に示すリニアモータ駆動装置 101 の制御部 102 を構成する低周波成分検出器 130 の構成例を示す説明図である。なお、図 9 では、一例として、衝突時の電流波形が上述の図 8 の上図に示す負荷系を含めた電気機械時定数が短い場合について説明する。そのため、駆動周波数の $1/2$ （駆動周期の 2 倍）の周波数成分の電流波形を特定する構成である。特定する周波数を変更する場合は、後述する分周期 156 の係数を適宜変更すれば良い。

[0029] まず、電圧指令値作成器 133 で予め設定した周波数指令値 ω^* 或いは、他の制御器（図示せず）などから得られる周波数指令値 ω^* を分周期 156 にて $1/2$ 倍し、積分して位相指令値 $\theta 2^*$ を積分器 140a で作成する。

次に、位相指令値 $\theta 2^*$ を正弦演算器 81c（入力値の正弦を出力）及び余弦演算器 82c（入力値の余弦を出力）に入力し、それぞれ位相指令値 $\theta 2^*$ に対する正弦（ $\sin \theta 2^*$ ）及び余弦（ $\cos \theta 2^*$ ）を得る。こ正弦（ $\sin \theta 2^*$ ）と電流検出値 I_m とを乗算器 92c で乗じると共に、余弦（ $\cos \theta 2^*$ ）と電流検出値 I_m とを乗算器 92d で乗じる。それらの結果を LPF（低域通過フィルタ）157a, 157b で、LPF（ローパスフィルタ）の遮断周波数以下の値を得る。なお、これら LPF（低域通過フィルタ）157a, 157b は、1 次遅れフィルタ或いは 2 次遅れフィルタと同様に後れを有する。

[0030] さらに、乗算器 92e および乗算器 92f と、加算器 90 と、平方根演算器 96 とを用いて、LPF 157a 及び LPF 157b の出力値の二乗和平方根を取り、電流振幅を得る。

こうすることで、所望の周波数成分（ここでは、駆動周波数の $1/2$ の周波数成分）の電流振幅（ $I_{m\_1/2}$ ）を得ることができる。

[0031] もし、可動子 6 がストロークを制限するストッパー等に衝突していて、電流波形が図 8 の上図のように、振幅が大小交互に現れている場合、平方根演算器 9 6 から出力される $1/2$ 周波数電流振幅（ $I_{m\_1/2}$ ）が検出される。なお、リニアモータ 1 0 4 に流れる電流の振幅に変動がない場合は、平方根演算器 9 6 の出力はゼロ近傍となる。

[0032] <衝突判定器 1 3 1>

図 1 0 は、図 1 に示すリニアモータ駆動装置 1 0 1 の制御部 1 0 2 を構成する衝突判定器 1 3 1 の構成例を示す説明図である。図 1 0 に示すように、衝突判定器 1 3 1 が有する判定器 1 6 4 は、上述の低周波成分検出器 1 3 0 より入力された電流振幅（ $I_{m\_1/2}$ ）が所定値 A 以下の場合、ローレベル信号（デジタル出力の場合は、例えば、“0”）を衝突判定信号として出力し、所定値 A よりも大きい場合、ハイレベル信号（デジタル出力の場合は、例えば、“1”）を衝突判定信号として出力する。

例えば、判定値（所定値 A）を経過時間に応じて変更する構成、或いは上位の制御器（図示せず）から変更する構成としても良い。また、判定値（所定値 A）にヒステリシス幅を設けることにより、ストロークが所定値を超えた判定タイミングと、ストロークが所定値以下になった判定タイミングを変えることができる。これにより、誤検知を防ぐことができる。これは例えば、電流検出値にノイズが多く含まれる場合に特に有効である。

[0033] [衝突判定時の動作]

図 1 1 は、衝突及び衝突回避時における各種値の時間変化を示す説明図である。以下ではリニアモータ駆動装置 1 0 1 の制御部 1 0 2 を構成する電圧指令値作成器 1 3 3 の構成例を示す図 6 及び図 1 1 を用いて、衝突判定時の一連の動作について説明する。図 1 1 では上から順に、モータ電流の時間変化（電流波形）、可動子 6 のストロークの時間変化、電圧／電流の位相差の時間変化、低周波成分電流振幅の時間変化、衝突判定信号の状態変化、及び

電圧振幅の時間変化を示している。なお、図 11 では、一例として、衝突時のモータ電流の電流波形が上述の図 8 の上図に示す負荷系を含めた電気機械時定数が短い場合について説明する。すなわち、駆動周波数の $1/2$ （駆動周期の 2 倍）の周波数成分の電流波形を特定する場合を一例として示している。

[0034] 通常動作状態においては、電流検出器 107 より検出されるモータ電流及び可動子 6 のストロークの時間変化は、ほぼ同位相で一定の振幅を有する正弦波状の波形となっている。電圧／電流の位相差はゼロであり、低周波成分検出器 130 より出力される低周波成分電流振幅はゼロ近傍であり、衝突判定器 131 より出力される衝突判定信号はローレベル信号（L）であり、電圧指令値作成器 133 より出力される電圧指令値 V_m^* の電圧振幅は一定である。

[0035] 可動子 6 がストッパーに衝突すると、モータ電流の振幅が増加し、通常動作状態におけるモータ電流の振幅よりも図 11 に示すように振幅差分増加する。また、可動子 6 がストッパーに衝突することにより、可動子 6 の速度が低下するため誘起電圧は減少し、印加電圧が過多となり電流振幅が増加することにより、電圧／電流の位相差が急峻に増加する。

その後、可動子 6 は往復運動しているため、やがては逆方向に移動し、電圧／電流の位相差は徐々に減少し次の周期ではゼロとなる。図 11 に示す例では、これらの波形の変化が交互に 3 回繰り返されている。なお、この期間中、低周波成分検出器 130 より出力される低周波成分電流振幅は、上述のように低周波成分検出器 130 を構成する LPF（低域通過フィルタ）157a, 157b は遅れを有することから、波形は徐々に増加する波形となる。なお、ここで低周波成分検出器 130 より出力される低周波成分電流振幅は、駆動周波数の $1/2$ の周波数成分の電流振幅（ $I_m \_ 1/2$ ）が出力されている。

[0036] 上述のように、衝突判定器 131 は、低周波成分検出器 130 より入力される周波数成分の電流振幅（ $I_m \_ 1/2$ ）、すなわち、図 11 に低周波成

分電流振幅値が所定値 A を超えたことを検出すると衝突判定信号としてハイレベル信号 (H) を出力する。電圧指令値作成器 133 は、衝突判定器 131 より衝突判定信号としてハイレベル信号 (H) を入力すると、図 6 に示すように電圧指令値作成器 133 を構成するストローク指令切替器 150 は、 A 側から B 側に切り替る。すると、減算器 91 にてストローク指令値 I^* からストローク減算値 ΔI^* だけ減少した値がストローク指令値 I^* となる。このストローク指令値 I^* からストローク減算値 ΔI^* だけ減少した値がストローク指令値 I^* と余弦 ($\cos \theta^*$) とを乗算器 92a で乗じる。さらに、可動子 6 の速度指令値 v_m^* を乗算器 92b で誘起電圧定数 K_e^* と乗じ、単相の交流電圧指令値 V_m^* を出力する。すなわち、図 11 の電圧振幅の時間変化に示されるように、モータに印加する電圧の振幅が減少し、衝突回避動作となる。

[0037] 上述の衝突回避動作後、低周波成分検出器 130 より入力される周波数成分の電流振幅 ($I_{m\_1} / 2$) が所定値 C に到達すると、衝突判定器 131 は衝突判定信号としてローレベル信号 (L) を電圧指令値作成器 133 へ出力する。そして、図 11 に示すように、上述の通常動作状態に復帰する。

[0038] 以上の通り本実施例によれば、衝突を検知するセンサを要することなく、可動子の衝突を回避可能なリニアモータシステムを提供することが可能となる。

また、本実施例の構成を用いれば、ストロークが所定値を超えたことを検出可能なリニアモータシステムの省配線化及び小型化が実現できる。

実施例 2

[0039] 本実施例の構成は、下記の点を除き実施例 1 と同様にできる。本実施例は、後述するリニアモータシステム 200 を搭載した機器の一例としての密閉型圧縮機 50 に関する。

[0040] <密閉型圧縮機 50>

図 12、本発明の他の実施例に係る実施例 2 の密閉型圧縮機の縦断面図であり、リニアモータ 104 を有する密閉型圧縮機 50 の縦断面図の一例であ

る。密閉型圧縮機 50 は、圧縮要素 20 と電動要素 30 とが密閉容器 3 内に配置されたレシプロ圧縮機である。圧縮要素 20 及び電動要素 30 は支持ばね 49 によって密閉容器 3 内に弾性的に支持されている。電動要素 30 は、可動子 6 及び電機子 9 を含む。

圧縮要素 20、はシリンダ 1a を形成するシリンダブロック 1 と、シリンダブロック 1 の端面に組み立てられるシリンダヘッド 16 と、吐出室空間を形成するヘッドカバー 17 とを備えている。シリンダ 1a 内に供給された作動流体はピストン 4 の往復動によって圧縮され、圧縮された作動流体は圧縮機外部に連通する吐出管（図示せず）へと送られる。

なお、作動流体は、例えば、空気や冷凍サイクルの冷媒などを採用できる。

[0041] 可動子 6 の一端にはピストン 4 が取り付けられている。本実施例では、可動子 6 及びピストン 4 が往復運動することで、作動流体を圧縮及び膨張させる。この圧縮及び膨張に要する仕事等が変動する負荷に相当する。電動要素 30 の片端には圧縮要素 20 を配置してある。シリンダブロック 1 は、可動子 6 の往復運動を案内するガイドロッドを前後方向に沿って有している。

密閉容器 3 にリニアモータ 104 を設置する場合は、ハーメチックコネクタやハーメチックシールと呼ばれる、気密性を持ったコネクタが用いられることがある。気密性を保つためには、コネクタの数は最小限にするのが望ましい。

[0042] 可動子 6 に共振バネ 23（図 12 中では図示せず）を付加し、可動子 6 の質量とバネ定数から決まる機械的な共振周波数で可動子 6 を往復運動させる場合、圧縮要素 20 による共振周波数への影響も考慮する必要がある。すなわち、圧縮要素 20 の吸込圧力や吐出空間の圧力によって、作動流体のバネ的な作用が加わるため、共振状態となる周波数が変化する。すなわち、シリンダ 1a の圧力が高い場合には、可動子 6 に付加された共振バネ 23 のバネ定数が高いのと等価であり、共振周波数は高くなる。反対に、シリンダ 1a の圧力が低い場合には、可動子 6 に付加された共振バネ 23 のバネ定数が支配的となり、共振周波数は、可動子 6 の質量とバネ定数から決まる機械的な

共振周波数に近い。

[0043] ピストン４は可動子６及び共振バネ２３を介して基部２５に固定されているが、ストロークは機械的に制限されていない。そのため、想定以上に可動子６のストロークが大きくなると、ピストン４がシリンダヘッド１６に衝突する虞がある。或いは、ピストン４のシリンダ１ａと反対側や可動子６が、例えば、リニアモータ１０４の磁極７や巻線８に衝突する虞がある。ピストン４がシリンダヘッド１６に衝突すると、騒音となるだけでなく、最悪の場合、ピストン４やシリンダヘッド１６が破損し得る。そのため、起動時等の過渡時においても適切にストロークを制御することが望ましく、衝突した場合にはそれを検知する必要がある。

[0044] リニアモータ１０４を圧縮要素２０の動力とする場合は、圧縮要素２０の条件によって共振周波数が変化してしまう。これにより、たとえ同じ電圧をリニアモータ１０４に印加してもストロークが変化してしまうため、幅広い負荷条件においてもピストン４や可動子６が何処に衝突したのを検知することが必要である。そのため、本実施例のリニアモータシステム２００は、リニアモータ１０４に流れる交流電流の振幅の変動を検出し、振幅変動が所定値を超えた場合、可動子６の最大変位を超えたと検知することで、省配線化及び省スペース化を図り、且つ高効率なリニアモータ駆動を実現できる。

[0045] ＜リニアモータシステム２００＞

図１３は、本実施例のリニアモータシステム２００の全体概略構成図である。リニアモータシステム２００は、リニアモータ駆動装置２０１及びリニアモータ１０４から構成される。

リニアモータ駆動装置２０１は、電力変換回路１０５、電流検出器１０６、及び制御部２０２を備える。制御部２０２は、低周波数成分検出器１３０、衝突判定器１３１ａ、電圧指令値作成器１３３、及びPWM信号作成器１３４を有する。

密閉型圧縮機５０を駆動する場合、吸込圧と吐出圧が変化する。特に、起動時は圧力の変化の割合が大きいため、衝突判定器１３１ａが誤検知する虞

があるという課題がある。

[0046] そこで、本実施例では、判定値（所定値）を経過時間或いは負荷条件によって切り替える構成としている。

[0047] 図14は、図13に示すリニアモータ駆動装置201の制御部202を構成する衝突判定器131aの構成例を示す説明図である。図14に示すように、衝突判定器131aは、2つの判定器164a及び判定器164b、積分器94、及び係数器159を備える。

衝突判定器131が有する判定器164aは、低周波成分検出器130より入力された他例えば電流振幅（ $I_{m\_1}/2$ ）が所定値A以下の場合、ローレベル信号（デジタル出力の場合は、例えば、“0”）を出力し、所定値Aよりも大きい場合、ハイレベル信号（デジタル出力の場合は、例えば、“1”）を出力する。判定器164aからの出力は、係数器159にて係数 K_{coil} を乗じた値とされ、更に積分器94にて積分される。

積分器94の出力は、判定器164bへ入力される。判定器164bは積分器94からの出力が所定値B（判定値）を超えた場合、ハイレベル信号（デジタル出力の場合は、例えば、“1”）を衝突判定信号として出力し、所定値B以下の場合、ローレベル信号（デジタル出力の場合は、例えば、“0”）を衝突判定信号として出力する。

これにより、所望の周波数成分の電流振幅が、所定の期間、判定値（所定値）を超えた場合に、ストロークが所定値を超えたことを検出することができる。

[0048] 以上の通り本実施例によれば、密閉型圧縮機50において、ストロークが所定値を超えたことを検出するリニアモータシステム200を適用することで、省配線化及び小型化を実現することが可能となる。動作中に判定値（所定値）を変更、或いは判定値（所定値）にヒステリシスを設けることにより、誤検知を少なくでき、安定な駆動を実現できるリニアモータシステムを提供することができる。

また、経過時間や、リニアモータ104の負荷（例えば、圧力要素20の

吸込圧力と吐出圧力の差に比例する）に応じて、判定値（所定値）を適切に切り替えることにより、無負荷（圧力要素 20 の吸込圧力と吐出圧力が均圧状態）から重負荷といった、幅広い負荷条件においても適切に衝突検知を行うことが可能なりニアモータシステムを提供することができる。

また、本実施例に示した圧縮機は、エアサスペンションにおいて車高を調整するために作動流体を圧縮する圧縮機に適用できる。

[0049] 本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例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、上記の各構成、機能、処理部、処理手続き等は、それらの一部または全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現しても良い。また、上記の各構成や機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現しても良い。

電力変換回路 105 は、電流を出力する態様であってもよい。この場合は、電圧指令値作成器 103 に代えて電流指令値作成器を設ければよい。

符号の説明

[0050] 1…シリンダブロック、1a…シリンダ、2…永久磁石、3…密閉容器、4…ピストン、6…可動子、7…磁極、8…巻線、9…電機子、16…シリンダヘッド、17…ヘッドカバー、20…圧縮要素、23…共振バネ（アシストバネ）、30…電動要素、50…密閉型圧縮機、100、200…リニアモータシステム、101、201…リニアモータ駆動装置、102、202…制御部、104…リニアモータ、105…電力変換回路、106、107…電流検出器、126…フルブリッジ回路、130…低周波成分検出器、131、131a…衝突判定器、133…電圧指令値作成器、134…PWM 信号作成器、140…積分器、150…ストローク指令切替器

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも交流電圧が印加される巻線及び弾性体が接続する可動子を有するリニアモータを備え、
- 前記巻線に流れる交流電流の振幅の変動を検出し、検出される振幅が所定値を超えた場合、前記可動子が最大変位を超えたと検知するリニアモータ駆動装置を有することを特徴とするリニアモータシステム。
- [請求項2] 請求項1に記載のリニアモータシステムにおいて、
- 前記リニアモータ駆動装置は、
- 前記巻線に流れる交流電流を入力し、駆動周波数より低い周波数成分の電流振幅を検出する低周波成分検出器と、
- 前記低周波成分検出器により検出された電流振幅が所定値を超えた場合、前記可動子が最大変位を超えたと検知する衝突判定器と、を有することを特徴とするリニアモータシステム。
- [請求項3] 請求項2に記載のリニアモータシステムにおいて、
- 前記低周波成分検出器は、前記巻線に流れる交流電流の振幅の周期毎の変動を検出し、
- 前記衝突判定器は、前記低周波成分検出器により検出された前記振幅が所定値を超えた場合、前記可動子が最大変位を超えたと検知することを特徴とするリニアモータシステム。
- [請求項4] 請求項2に記載のリニアモータシステムにおいて、
- 前記低周波成分検出器は、駆動周波数の $1/2$ 以下の周波数成分の前記巻線に流れる電流の電流振幅を検出し、
- 前記衝突判定器は、前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が所定値を超えた場合、前記可動子が最大変位を超えたと検知することを特徴とするリニアモータシステム。
- [請求項5] 請求項2に記載のリニアモータシステムにおいて、
- 前記低周波成分検出器は、駆動周波数の $1/2$ 以下の周波数成分の前記巻線に流れる電流の電流振幅を検出し、

前記衝突判定器は、前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が所定値を所定期間超えた場合、前記可動子が最大変位を超えたと検知することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項6]

請求項2に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記低周波成分検出器は、駆動周期の N 倍 ($N \geq 2$) の周波数成分の前記巻線に流れる電流の電流振幅を検出し、

前記衝突判定器は、前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が所定値を超えた場合、前記可動子が最大変位を超えたと検知することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項7]

請求項2に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記低周波成分検出器は、駆動周期の N 倍 ($N \geq 2$) の周波数成分の前記巻線に流れる電流の電流振幅を検出し、

前記衝突判定器は、前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が所定値を所定期間超えた場合、前記可動子が最大変位を超えたと検知することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項8]

請求項4に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記衝突判定器は、経過時間又は負荷条件に基づき、前記所定値を変更することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項9]

請求項6に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記衝突判定器は、経過時間又は負荷条件に基づき、前記所定値を変更することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項10]

請求項8に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記リニアモータ駆動装置は、

前記衝突判定器により前記可動子が最大変位を超えたと検知された場合、前記巻線に印加する電圧を変更するための電圧指令値を出力する電圧指令値作成器を有することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項11]

請求項9に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記リニアモータ駆動装置は、

前記衝突判定器により前記可動子が最大変位を超えたと検知された場合、前記巻線に印加する電圧を変更するための電圧指令値を出力する電圧指令値作成器を有することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項12] 請求項8に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記リニアモータ駆動装置は、

前記衝突判定器により前記可動子が最大変位を超えたと検知された場合、前記巻線に印加する電圧を減少させるための電圧指令値を出力する電圧指令値作成器を有することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項13] 請求項9に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記リニアモータ駆動装置は、

前記衝突判定器により前記可動子が最大変位を超えたと検知された場合、前記巻線に印加する電圧を減少させるための電圧指令値を出力する電圧指令値作成器を有することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項14] 請求項10に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記衝突判定器は、

前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が前記所定値以下の場合、ローレベル信号を衝突判定信号として前記電圧指令値作成器へ出力し、

前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が前記所定値を超える場合、ハイレベル信号を衝突判定信号として前記電圧指令値作成器へ出力することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項15] 請求項11に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記衝突判定器は、

前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が前記所定値

以下の場合、ローレベル信号を衝突判定信号として前記電圧指令値作成器へ出力し、

前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が前記所定値を超える場合、ハイレベル信号を衝突判定信号として前記電圧指令値作成器へ出力することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項16]

請求項12に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記衝突判定器は、

前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が前記所定値以下の場合、ローレベル信号を衝突判定信号として前記電圧指令値作成器へ出力し、

前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が前記所定値を超える場合、ハイレベル信号を衝突判定信号として前記電圧指令値作成器へ出力することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項17]

請求項13に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記衝突判定器は、

前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が前記所定値以下の場合、ローレベル信号を衝突判定信号として前記電圧指令値作成器へ出力し、

前記低周波成分検出器により検出された前記電流振幅が前記所定値を超える場合、ハイレベル信号を衝突判定信号として前記電圧指令値作成器へ出力することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項18]

請求項14に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記電圧指令値作成器は、

予め設定或いは外部より入力される周波数指令値を積分して位相指令値を求める積分器と、

前記位相指令値に対する余弦を求める余弦演算器と、

前記可動子の変位の変化量であるストロークのストローク指令値と、前記ストローク指令値から所定のストローク減算値を減じた値のう

ちいずれか一方を選択するストローク指令切替器と、

前記余弦演算器の出力と、前記ストローク指令値又は前記ストローク指令値から所定のストローク減算値を減じた値とを乗ずる乗算器と、を備え、

前記ストローク指令切替器は、前記衝突判定信号がローレベル信号の場合、前記ストローク指令値を選択し、前記衝突判定信号がハイレベル信号の場合、前記ストローク指令値から所定のストローク減算値を減じた値を選択することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項19]

請求項15に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記電圧指令値作成器は、

予め設定或いは外部より入力される周波数指令値を積分して位相指令値を求める積分器と、

前記位相指令値に対する余弦を求める余弦演算器と、

前記可動子の変位の変化量であるストロークのストローク指令値と、前記ストローク指令値から所定のストローク減算値を減じた値のうちいずれか一方を選択するストローク指令切替器と、

前記余弦演算器の出力と、前記ストローク指令値又は前記ストローク指令値から所定のストローク減算値を減じた値とを乗ずる乗算器と、を備え、

前記ストローク指令切替器は、前記衝突判定信号がローレベル信号の場合、前記ストローク指令値を選択し、前記衝突判定信号がハイレベル信号の場合、前記ストローク指令値から所定のストローク減算値を減じた値を選択することを特徴とするリニアモータシステム。

[請求項20]

請求項16に記載のリニアモータシステムにおいて、

前記電圧指令値作成器は、

予め設定或いは外部より入力される周波数指令値を積分して位相指令値を求める積分器と、

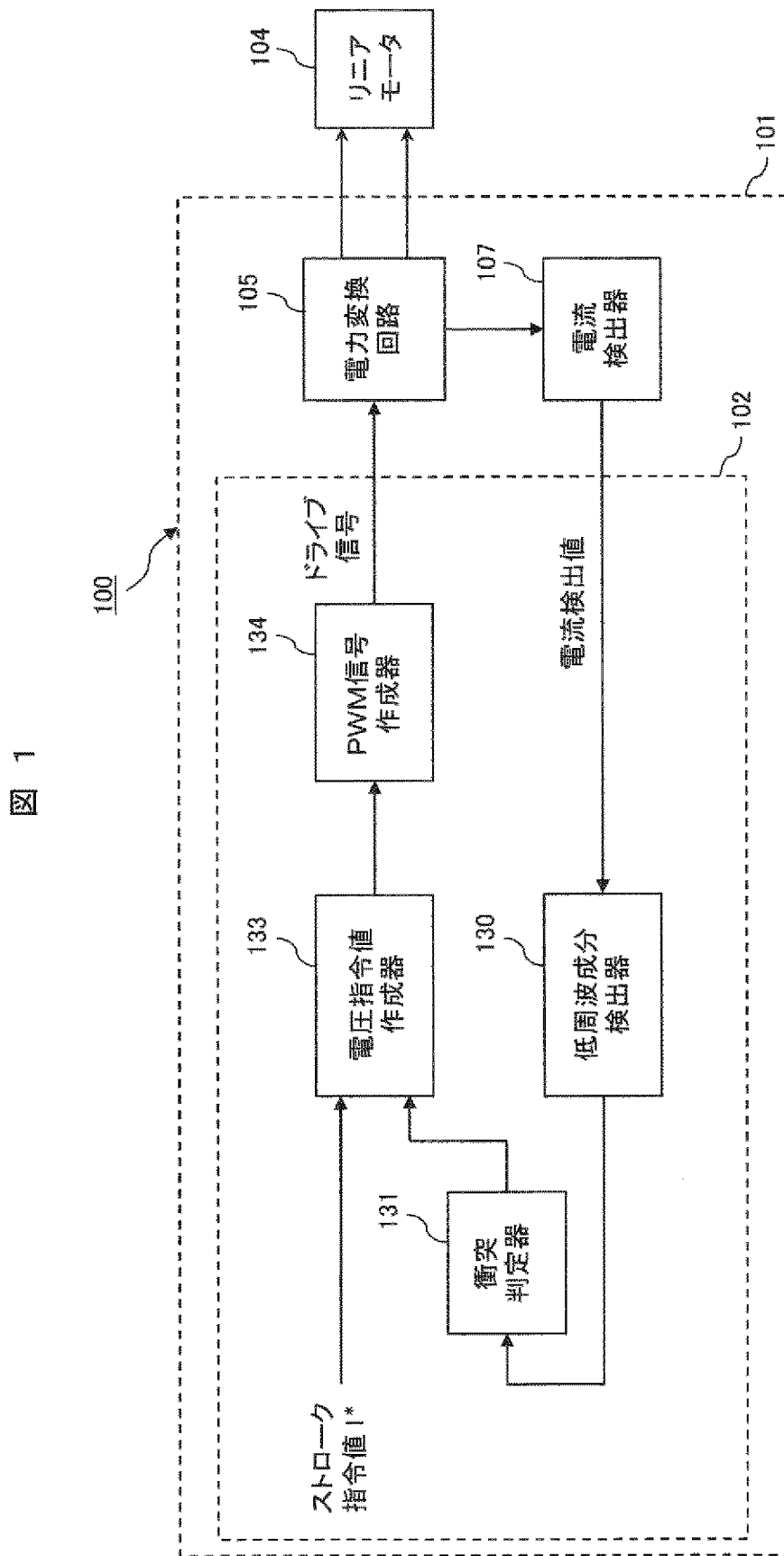
前記位相指令値に対する余弦を求める余弦演算器と、

前記可動子の変位の変化量であるストロークのストローク指令値と、前記ストローク指令値から所定のストローク減算値を減じた値のうちいずれか一方を選択するストローク指令切替器と、

前記余弦演算器の出力と、前記ストローク指令値又は前記ストローク指令値から所定のストローク減算値を減じた値とを乗ずる乗算器と、を備え、

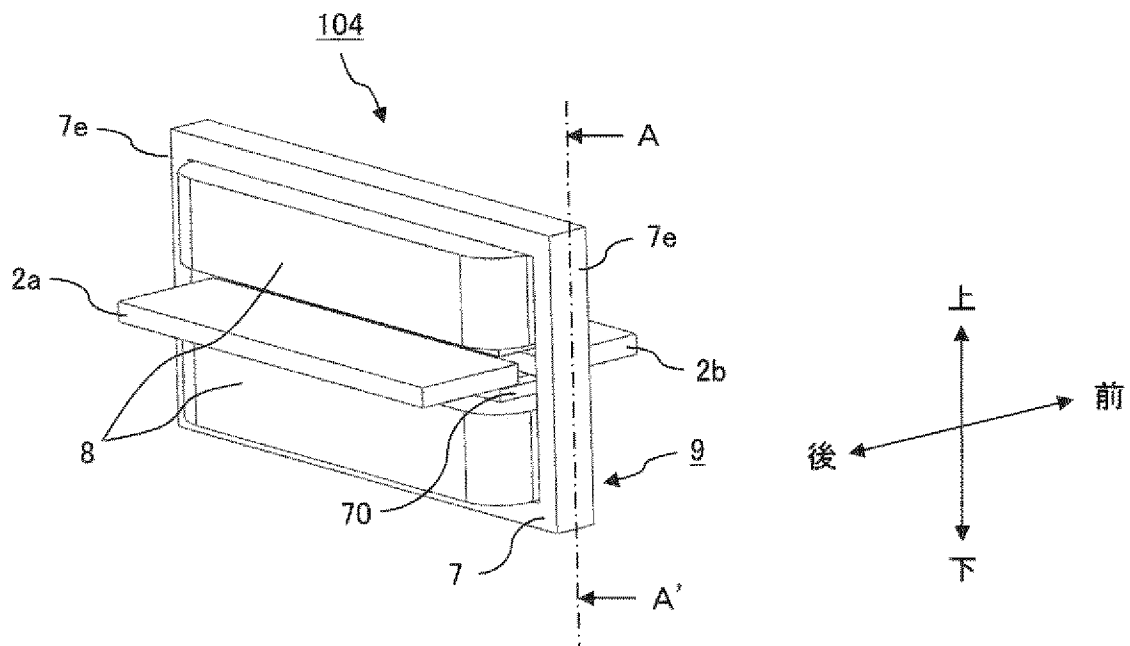
前記ストローク指令切替器は、前記衝突判定信号がローレベル信号の場合、前記ストローク指令値を選択し、前記衝突判定信号がハイレベル信号の場合、前記ストローク指令値から所定のストローク減算値を減じた値を選択することを特徴とするリニアモータシステム。

[図1]



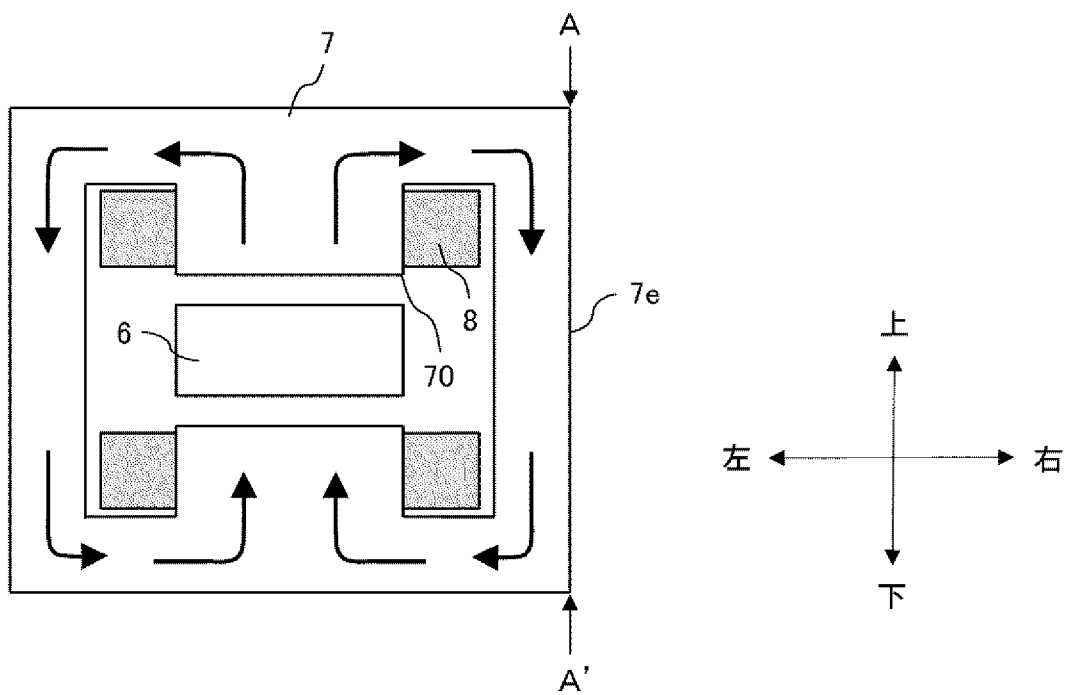
[図2]

図 2



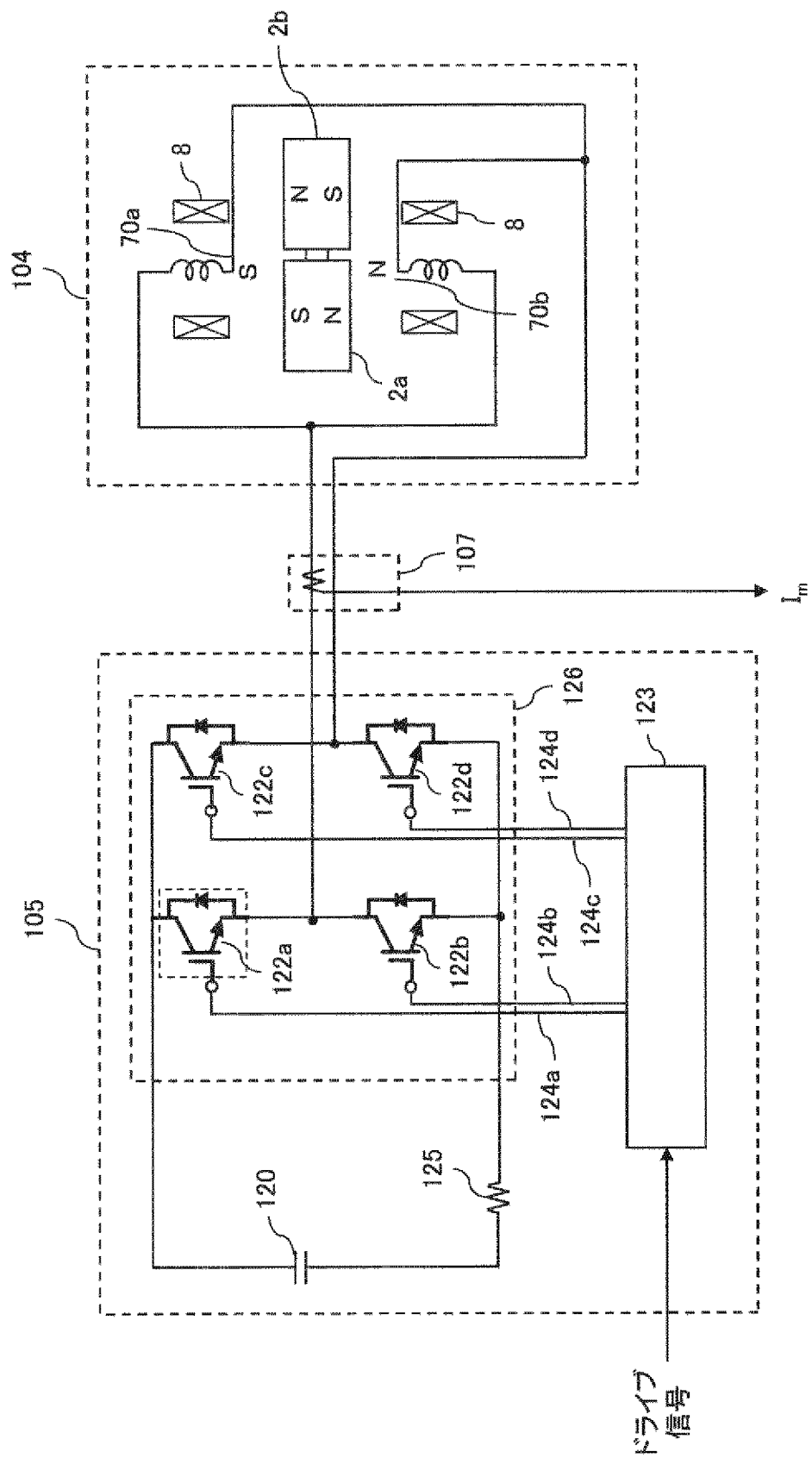
[図3]

図 3



[図7]

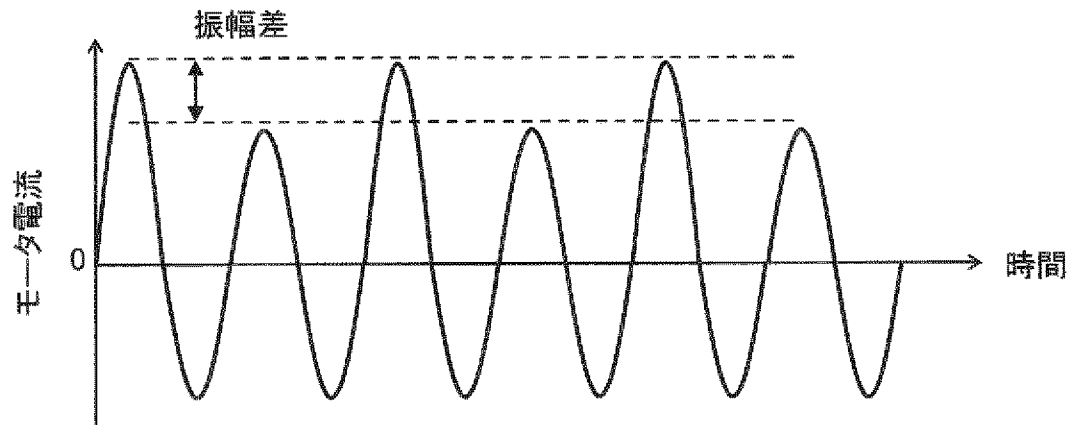
図 7



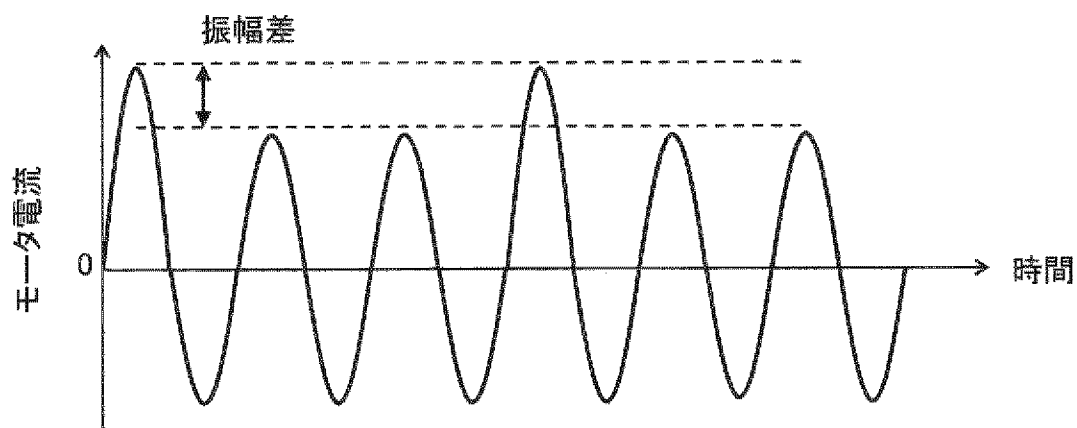
[図8]

図 8

<電気機械時定数が短い場合>

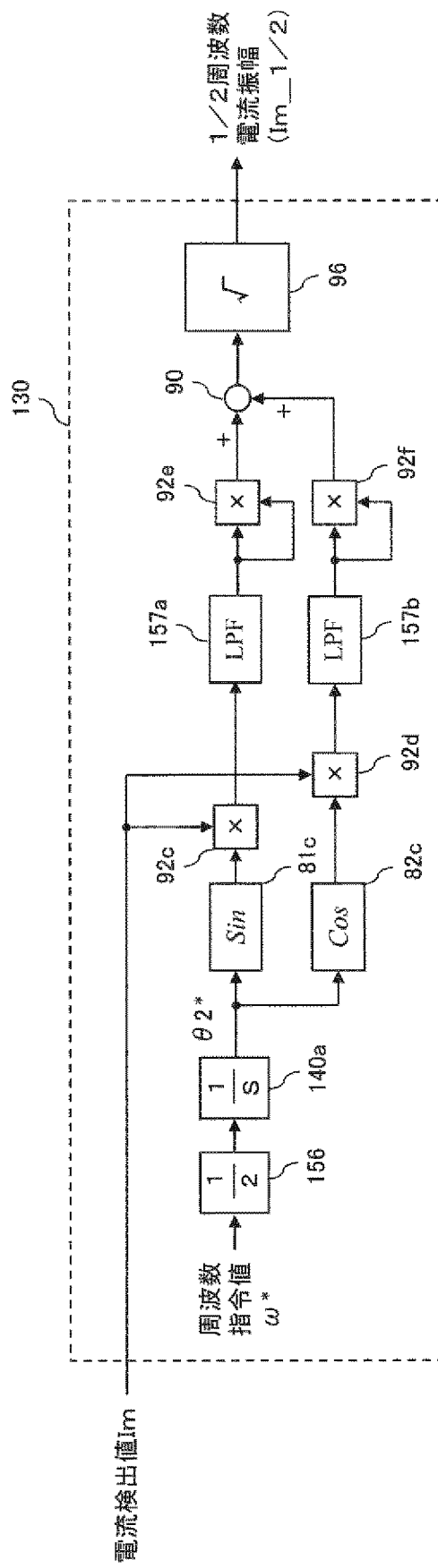


<電気機械時定数が長い場合>



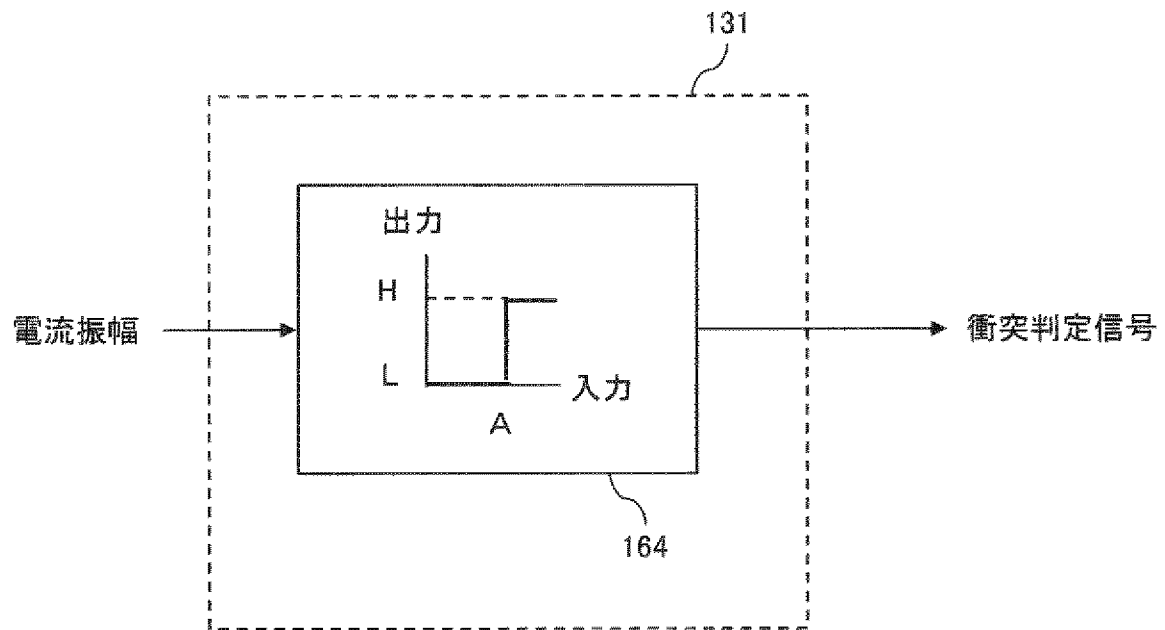
[図9]

図 9



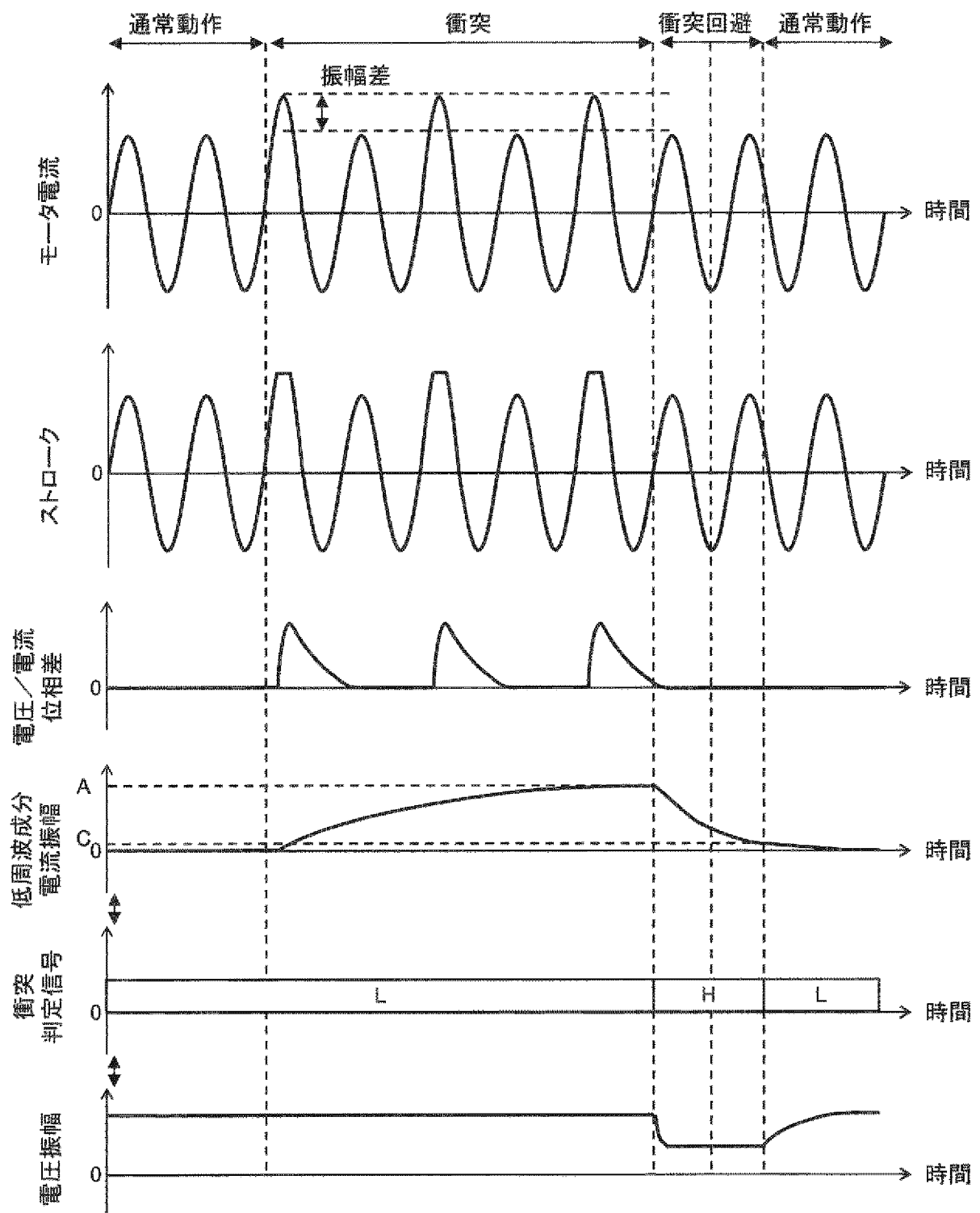
[図10]

図 10



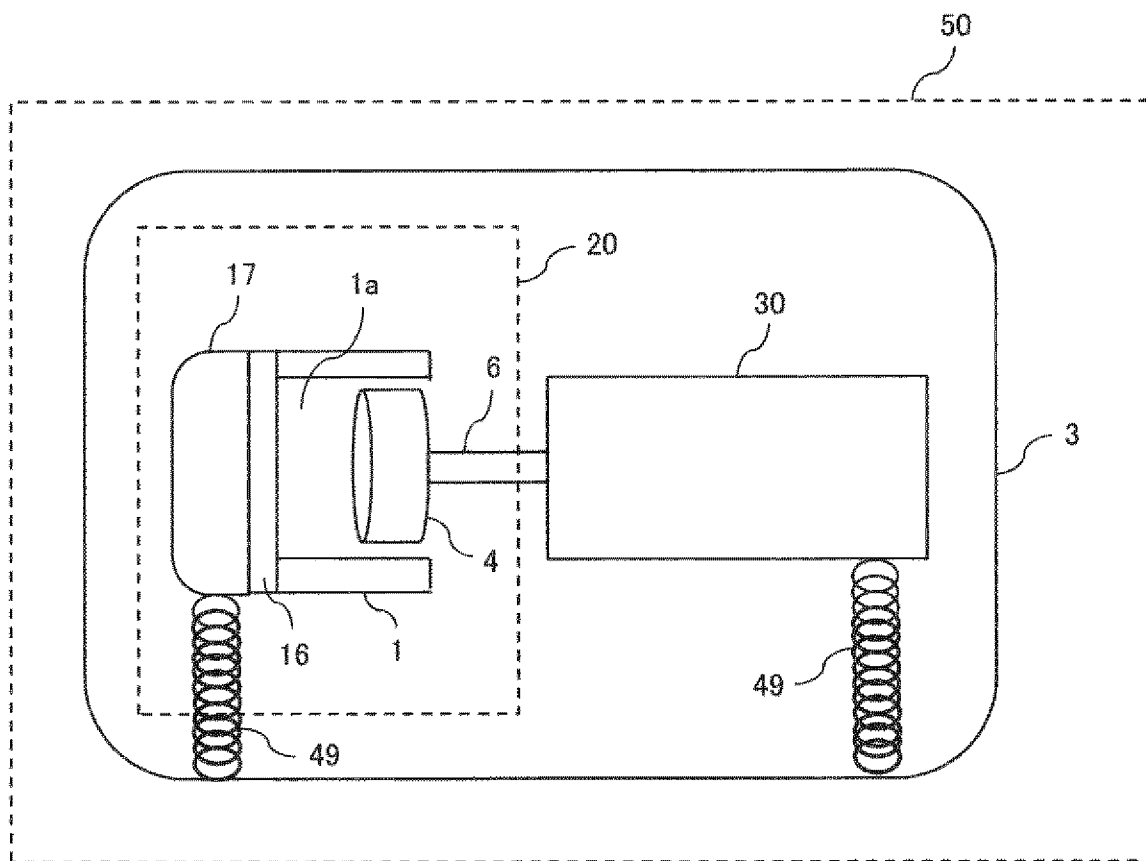
[図11]

図 11

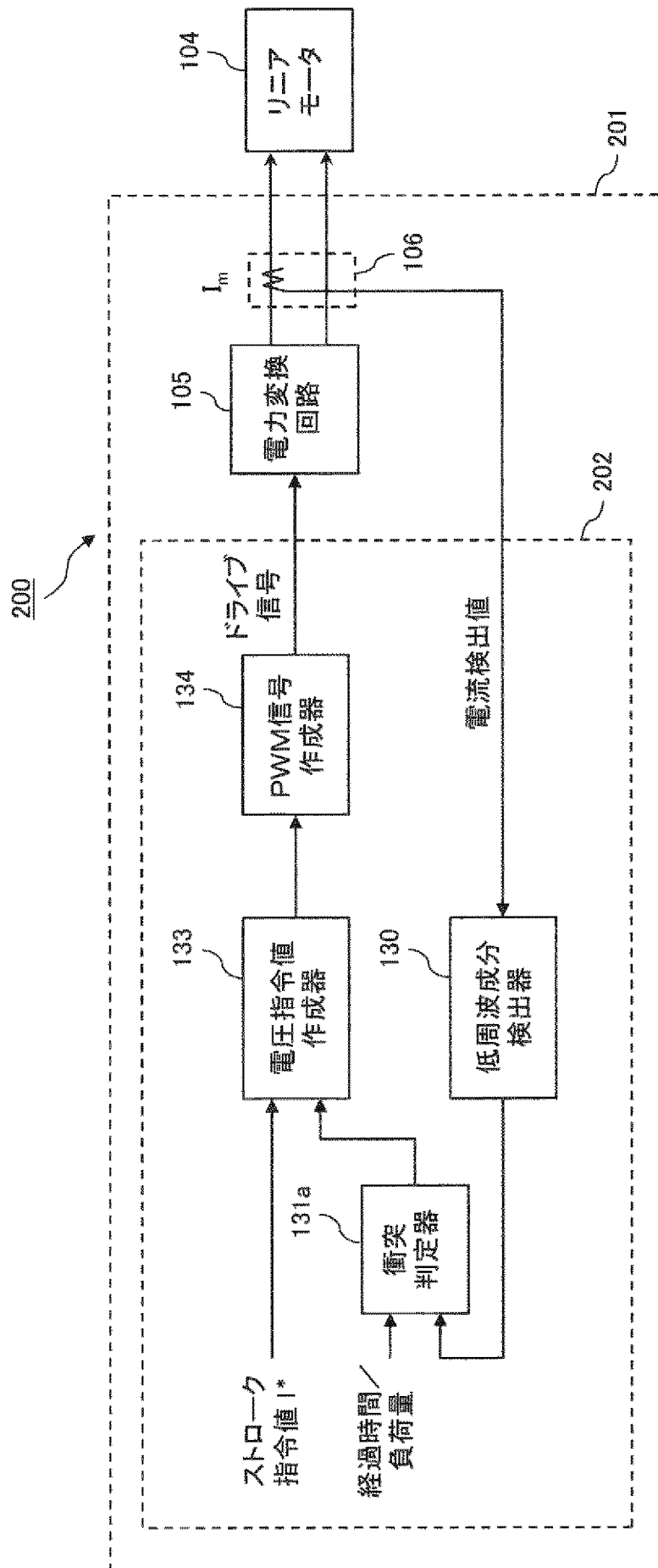


[図12]

図 12

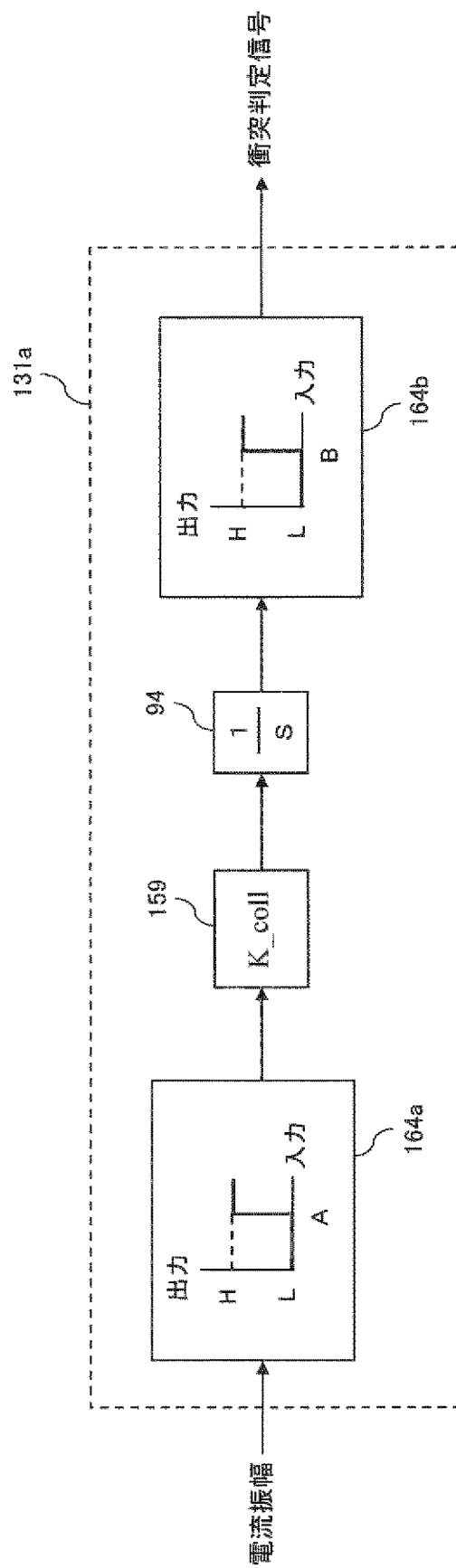


[図13]



[図14]

図 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/018673

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02P25/064 (2016.01) i, H02K41/02 (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)

Int.Cl. H02P25/064, H02K41/02

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2009-275828 A (SINFONIA TECHNOLOGY CO., LTD.) 26 November 2009, paragraphs [0002]-[0023], fig. 1-2 (Family: none)	1 2-9 10-20
Y A	JP 2011-209830 A (SINFONIA TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 October 2011, paragraphs [0004]-[0046], fig. 1- 7 & US 2012/0293094 A1, paragraphs [0005]-[0105], fig. 1-11	2-9 10-20
A	JP 2003-339188 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 28 November 2003, paragraphs [0025]- [0072], fig. 1-14 & US 2004/0005222 A1, paragraphs [0056]-[0115], fig. 1-14	10-20

☐ 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

"I" 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
01 August 2018 (01.08.2018)

Date of mailing of the international search report
14 August 2018 (14.08.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P25/064(2016.01)i, H02K41/02(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. H02P25/064, H02K41/02

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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）

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
X Y A	JP 2009-275828 A（シンフォニアテクノロジー株式会社） 2009.11.26, 段落[0002]-[0023]、図1-2（ファミリーなし）	1 2-9 10-20
Y A	JP 2011-209830 A（シンフォニアテクノロジー株式会社） 2011.10.20, 段落[0004]-[0046]、図1-7 & US 2012/0293094 A1, 段落[0005]-[0105]、図1-11	2-9 10-20

☒ 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

01.08.2018

国際調査報告の発送日

14.08.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

樋口 幸太郎

3 V

5 5 6 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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
A	JP 2003-339188 A (松下電器産業株式会社) 2003. 11. 28, 段落 [0025]-[0072]、図 1-14 & US 2004/0005222 A1, 段落[0056]-[0115]、 図 1-14	10-20