(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
2018年8月30日(30.08.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/154895 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 25/064 (2016.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/042564

(22) 国際出願日： 2017年11月28日(28.11.2017)

(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 2017-031995 2017年2月23日(23.02.2017) 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塀町３番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者:永田 修平(**NAGATA Shuhei**); 〒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). 初瀬 渉(**HATSUSE Wataru**); 〒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). 鈴木 尚礼(**SUZUKI Takahiro**); 〒3128503 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).

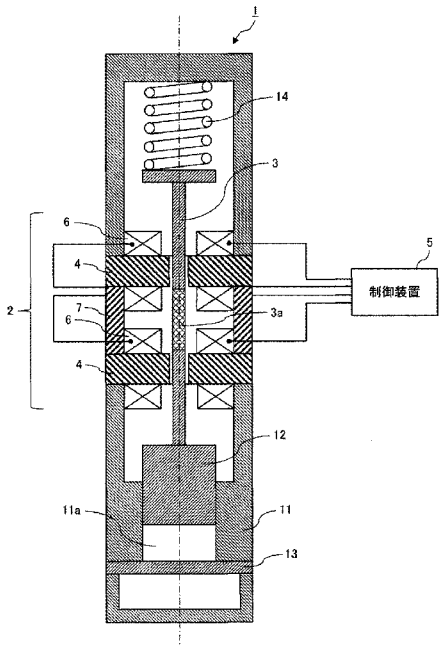
(74) 代理人: ポレール特許業務法人(**POLAIRE I.P.C.**); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目１３番１１号 Tokyo (JP).

(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, 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,

(54) **Title:** LINEAR MOTOR CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称： リニアモータ制御システム

[図1]



5 Control device

(57) **Abstract:** Provided is a linear motor control system capable of improving driving efficiency and vibration noise characteristics. The linear motor control system is provided with: a device provided with a mover 3 and an armature 2 and relatively reciprocating the mover 3 and the armature 2 in the axial direction, said mover 3 having one end connected to an elastic body 14 and having a permanent magnet 3a, said armature 2 having a winding 6 wound around a magnetic pole 4; and a control device 5 for controlling alternating voltage applied to the winding 6 on the basis of alternating current flowing through the winding 6 and detected by a current detection unit. The control device 5 has a fundamental wave extraction unit 58 and a current control unit 59 (harmonic attenuation unit) and controls the alternating voltage applied to the winding 6 on the basis of the fundamental wave component of the alternating current and harmonic attenuation voltage, said fundamental wave extraction unit 58 separating the alternating current flowing through the winding 6 and detected by the current detection unit into the fundamental wave component and a harmonic component, said current control unit 59 outputting the harmonic attenuation voltage capable of attenuating the harmonic component.

WO 2018/154895 A1

[続葉有]

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))

(57) 要約:駆動効率及び振動騒音特性を向上し得るリニアモータ制御システムを提供する。リニアモータ制御システムは、一端が弾性体１４に接続され永久磁石３ａを有する可動子３と磁極４に捲回される巻線６を有する電機子２を備え、可動子３と電機子２を相対的に軸方向に往復運動させる機器と、電流検出部により検出された巻線６を流れる交番電流に基づき、巻線６に印加する交番電圧を制御する制御装置５と、を備える。制御装置５は、電流検出部により検出された巻線６を流れる交番電流を、基本波成分と高調波成分に分離する基本波抽出部５８と、高調波成分を減衰し得る高調波減衰電圧を出力する電流制御部(高調波減衰部)５９と、を有し、交番電流の基本波成分及び高調波減衰電圧に基づき、巻線６に印加する交番電圧を制御する。

明　細　書

発明の名称 ： リニアモータ制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、リニアモータとリニアモータを搭載した圧縮機及び機器を制御する制御装置を有するリニアモータ制御システムに関する。

背景技術

[0002] 弾性体の共振周波数を利用してモータの往復動を実現する技術として、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には、可動子をばね支持したリニア振動モータについて、リニア振動モータの動作状態に基づいて駆動電流の基準となる第１の交流電流（比較電流）の交流電流波形を作成する電流波形生成部、リニア振動モータに供給される駆動電流を検出する電流検出部、及び第１の交流電流（比較電流）と電流検出部の出力である第２の交流電流波形（瞬時値）との差分が小さくなるよう制御する制御部を備えるモータ駆動制御装置が開示されている。制御部は、駆動電流がリニア振動モータの共振駆動周波数となるよう調整する旨記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００４－５６９９４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に記載される技術においては、駆動電流をリニア振動モータの共振駆動周波数に調整する制御方式を用いている。そのため、指令値として必要最小限の電流値を生成することが高効率駆動の観点で必要であるものの、共振駆動状態での電流値は時間的に変動する負荷や機械的なバラつきに起因する摩擦負荷のバラつきなどによって左右されるため、演算が複雑化する虞がある。また、一方、電圧波形を指令値として生成する制

御方式にあっては、演算処理を簡易化できるものの、電圧波形を正弦波状に指令値として生成した場合，負荷の非線形性（負荷の時間的変動）やモータ特性の非線形性より、電流波形に駆動周波数の高調波成分が重畳する。高調波成分が電流波形に重畳すると、モータ損失の増大或はモータ部における電磁騒音の増大を招く虞がある。

そこで、本発明は、駆動効率及び振動騒音特性を向上し得るリニアモータ制御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制御システムは、一端が弾性体に接続され永久磁石を有する界磁子と、磁極に捲回される巻線を有する電機子を備え、前記界磁子と電機子を相対的に軸方向に往復運動させる機器と、電流検出部により検出された前記巻線を流れる交番電流に基づき、前記巻線に印加する交番電圧を制御する制御装置と、を備えるリニアモータ制御システムであって、前記制御装置は、前記電流検出部により検出された前記巻線を流れる交番電流を、基本波成分と高調波成分に分離する基本波抽出部と、前記高調波成分を減衰し得る高調波減衰電圧を出力する高調波減衰部と、を有し、交番電流の基本波成分及び高調波減衰電圧に基づき、前記巻線に印加する交番電圧を制御することを特徴とする。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、駆動効率及び振動騒音特性を向上し得るリニアモータ制御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の圧縮機の軸方向における縦断面図である。

[図2]図１に示す圧縮機の定常運転状態におけるガス圧縮力の履歴図である。

[図3]図１に示す圧縮機の推力定数の可動子位置依存性を示す特性図である。

[図4]図１に示す圧縮機のディテント力の可動子位置依存性を示す特性図である。

[図5]圧縮機における電流指令制御における制御ブロック線図である。

[図6]電流一定条件における交番電流周波数と可動子ストロークの関係を示す図である。

[図7]圧縮機における電圧指令制御における制御ブロック線図である。

[図8]電圧一定条件における交番電圧周波数と可動子ストロークの関係を示す図である。

[図9]電圧指令制御時における電圧波形と電流波形の一例を示す図である。

[図10]図１に示す制御装置のブロック線図である。

[図11]図１０に示す制御装置のブロック線図の変形例を示す図である。

[図12]本発明の他の実施例に係る実施例２の制御装置のブロック線図である。

[図13]図１２に示す制御装置のブロック線図の変形例を示す図である。

[図14]本発明の他の実施例に係る実施例３の制御装置のブロック線図である。

[図15]本発明の他の実施例に係る実施例４の制御装置のブロック線図である。

発明を実施するための形態

[0008] 本明細書では、リニアモータ制御システムを構成する機器として圧縮機を一例に挙げ説明するが、圧縮機に限定されないことは言うまでもない。

以下、本発明の実施例について図面を参照しつつ説明する。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、一の構成要素が複数の部材から成ること、複数の構成要素が一の部材から成ること、或る構成要素が別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すること、などを許容する。

実施例 1

[0009] 図１は、本発明の一実施例に係る実施例１の圧縮機１の軸方向における縦断面図である。圧縮機１は、電機子２、及び、例えば平板形状の永久磁石３ａを有する可動子３を備える。なお、以下では、可動子３を界磁子と称する場合もある。

電機子２は、磁極４、磁極４それぞれに捲回される巻線６、及びブリッジ７を有する。

磁極４は、例えば、積層した電磁鋼板からなり、供給部の一例である巻線６に交番電流を通電することにより、可動子３の永久磁石３ａを往復運動させる電磁力を発生させることができるよう構成されている。図１に示す圧縮機１は、その一例として、可動子３の軸方向（鉛直方向）に対し、その両側に空隙を介して可動子３を挟むよう対向配置される対をなす磁極４を二組有し、これら二組の対をなす磁極４は軸方向（鉛直方向）に沿ってブリッジ７により規定される間隔にて離間している。二組の対をなす磁極４に捲回される巻線６へ交番電流を制御装置５により通電することにより、永久磁石３ａが各対をなす磁極４に交互に引き付けられることで、可動子３が往復運動する。なお、以下では、可動子３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３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３が往復運動する構成としても良い。これら、可動子３が往復運動する方向の総称として軸方向と称する。

[0010] ブリッジ７は、例えば磁性体にて形成され、ブリッジ７は磁路となることから、軸方向に離間し配される２組の磁極４に捲回されるコイル６を直列に配線にて接続する構成とすることができる。また、ブリッジ７を非磁性体にて形成した場合、ブリッジ７は軸方向に離間し配される２組の磁極４を相互に磁気的に分離する構成となることから、これら２組の磁極４に捲回されるコイル６を並列に配線にて接続する構成とすることができる。すなわち、２組の磁極４に捲回されるコイル６を直列に通電可能に配線しても良く、または並列に配線しても良く、配線に関しては特に限定されるものではないが、

図１では、一例として、ブリッジ７を非磁性体にて形成し、２組の磁極４に捲回されるコイル６を並列に配線にて接続する構成を示している。

[0011] 可動子３は、平板形状の永久磁石３ａを有し、一端がピストン１２に固定され、他端が共振バネ１４に接続されている。永久磁石３ａの形状や個数は、適用する装置に応じて適宜設計でき、平板形状に限定されるものではない。例えば、可動子３を円筒形状或は円柱形状とし、永久磁石３ａを可動子３の外周面に複数枚配置する構成としても良い。

電機子２及び可動子３の相対往復運動の方向において、可動子３の一端側にはピストン１２が接続されている。このため、可動子３の往復運動に伴って、シリンダブロック１１のシリンダ１１ａ内において、ピストン１２がシリンダブロック１１の内面と摺動しつつ往復動可能である。シリンダ１１ａ内のピストン１２、シリンダブロック１１の内面及びシリンダヘッド１３で囲まれた領域は、流体が圧縮及び膨張される圧縮室となる。

[0012] シリンダブロック１１の端面には、ピストン１２の端面に対向するシリンダヘッド１３が接続しており、ピストン１２の往復運動に伴って、シリンダ１１ａ内のガスは圧縮、吐出を繰り返す。そのための構成としてシリンダヘッド１３には、シリンダ１１ａ内へ流入するガスが通過する吸入穴（図示せず）と、シリンダ１１ａ外へ流出するガスが通過する吐出穴（図示せず）が設けられており、これら吸入穴及び吐出穴には逆止弁が設けられている。

[0013] 電機子２及び可動子３の相対往復運動の方向において、可動子３の他端側には共振ばね１４が接続されており、可動子３の往復運動に伴って共振ばね１４による復元力が可動子３に作用するよう構成されている。可動子３が鉛直方向（軸方向）に往復運動する場合、可動子３を含む往復運動する物体の質量及び共振ばね１４のばね定数などで定まる共振周波数に一致した往復運動であれば、圧縮機１としてのエネルギー効率を高く維持することができる。

[0014] 本実施例では、電機子２が鉛直方向（軸方向）において静止し、可動子３が鉛直方向（軸方向）に沿って往復運動する構成を示すが、これに限られる

ものでは無い。例えば、電機子２が鉛直方向（軸方向）に沿って往復運動し、可動子３が鉛直方向（軸方向）において静止する構成としても良く、また、電機子２及び可動子３が互いに異なる速度で鉛直方向（軸方向）に沿って往復運動する構成としても良い。何れの場合においても、鉛直方向（軸方向）に沿って移動する物体に共振ばね１４の一端を接続することが好ましい。

或いは、界磁子としての可動子３が静止し、電機子２がシリンダブロック１１と共に可動子３の軸方向に平行に往復運動する構成としても良い。この場合、例えば、界磁子としての可動子３のうち、共振ばね１４と接続される側に支持部材の一端を接続固定し、支持部材の他端を接地（地面或いは床に固定）又は設置台上に固定する。これにより、可動子（界磁子）３は固定子として機能し、電機子２及びシリンダブロック１１が、可動子（界磁子）３の軸方向に平行な方向に往復運動する。

[0015] （共振周波数）

以下では、圧縮機１の動作状態が、無負荷の定常運転状態の場合、及び有負荷の定常運転状態の場合のそれぞれについて、共振ばね１４の一端に接続される物体である可動子３の共振周波数がどのように決定されるかを説明する。

[0016] ［無負荷負の運転状態の場合］

次に圧縮機１の駆動方法について説明する。可動子３に作用する主な力として、巻線６に交番電流を通電することで発生する電磁加振力Ｆｅｌｅｃ、共振ばね１４による復元力Ｆｓｐｒｉｎｇ、シリンダ１１ａ内外のガスの差圧によるガス圧縮力Ｆｇａｓが挙げられる。

ガス圧縮力Ｆｇａｓを無視する場合、すなわち、圧縮機１として負荷の無い運転条件（無負荷条件）においては、可動子３の質量Ｍ及び共振ばね１４のばね定数Ｋｓにより定まる共振周波数が電磁加振力Ｆｅｌｅｃの周波数と一致したときに共振状態となる。このとき、他の駆動周波数と比較して小さい電磁加振力Ｆｅｌｅｃ、すなわち、実効値の小さな交番電流にて可動子３

を往復運動させることが可能となる。ここで，電磁加振力Ｆｅｌｅｃの周波数は可動子３に供給する交流磁界の周波数に等しく、電磁加振力Ｆｅｌｅｃの周波数は、巻線６に印加する交番電流の周波数によって操作することができる。

[0017] 無負荷時の共振周波数ωｎは、減衰係数が無視できるほど小さい場合、次式（１）で与えられる。

[0018] [数1]

$$\omega_n = \sqrt{K_s / M} \qquad \cdots (1)$$

[0019] なお、定常運転状態とは、可動子３の振動振幅及び振動周波数が所定時間以上略一定に、例えば、５秒間以上略一定に保たれた状態をいうことができる。また、ばね定数Ｋｓは、ばね以外の弾性体を用いる場合においては、この弾性体が単位長さ変形した場合の復元力の大きさと置き換えることができる。

[0020] ［有負荷且つ定常運転状態の場合］

ガス圧縮力Ｆｇａｓを考える場合、ガス圧縮力Ｆｇａｓに含まれるガスばね成分Ｆｒによって、共振周波数は無負荷条件の場合の値から乖離する。ガスばね成分Ｆｒとは、ガス圧縮力Ｆｇａｓのうち、可動子３の振動振幅に比例する復元力の成分を指す。ガスばね成分Ｆｒはピストン１２のストローク方向の移動量をＸとすると、次式（２）で与えられる。

[0021] [数2]

$$Fr = \left(\frac{dFgas}{dX} \right) X \qquad \cdots (2)$$

[0022] 右辺Ｘの係数はガスばね定数Ｋｇａｓであり、ガスの吐出圧力や吸入圧力、シリンダ径やガスの物性によって変化する。式（２）は、ガス圧縮力Ｆｇａｓに関して、ピストン１２のストローク移動量Ｘに関する一次の項を抜粋したものと捉えることができる。ここでガス圧縮力Ｆｇａｓについて詳細に

説明する。

[0023] ガス圧縮力Ｆｇａｓは、シリンダ１１ａ内外の差圧とシリンダ１１ａの横断面の面積（鉛直方向に対し垂直な面における断面積）との積により定まる。ここでは、シリンダ１１ａ外が吸入圧力であるとする。図２は、図１に示す圧縮機１の定常運転状態におけるガス圧縮力Ｆｇａｓの履歴図である。すなわち、シリンダ１１ａ内においてガスの吸入と吐出を繰り返す定常運転状態でのガス圧縮力Ｆｇａｓの履歴である。図２において、横軸は可動子３の位置ｘであり、上死点方向を正の向きとしている。なお、ここで上死点とは、圧縮時におけるシリンダ１１ａ内におけるピストン１２の最下方位置、すなわち、ピストン１２が最もシリンダヘッド１３に近い位置である。可動子位置ｘにおける「０」の位置は、可動子３を構成する永久磁石３ａが軸方向に相互に離間し配される２組の磁極４の間（中間部）に位置する状態を示す。縦軸はガス圧縮力Ｆｇａｓである。このガス圧縮力Ｆｇａｓの履歴は「吸入工程」「圧縮工程」「吐出工程」「膨張工程」の４つの工程に分類することができる。

[0024] 「吸入工程」は、シリンダ１１ａ内にガスが吸入される工程であり、圧縮機１としての負荷は小さい。「圧縮工程」は、シリンダ１１ａ内のガスを吐出圧力にまで圧縮する工程であり、負荷が増大する区間となる。「吐出工程」は、圧縮されたシリンダ１１ａ内のガスを吐出する工程である。「膨張工程」は、上死点にあるピストン１２が下死点に向けて移動する工程であり、負荷が減少する区間となる。

[0025] ここで、ガスばね定数Ｋｇａｓについて考える。ガスばね定数Ｋｇａｓは、以下の式（３）に示す通り、ガス圧縮力Ｆｇａｓをピストン１２のストローク方向の移動量Ｘ（可動子３の位置ｘの変化量）で微分した値である。

[0026] [数3]

$$K_{gas}=\left(\frac{dFgas}{dX}\right) \qquad \cdots (3)$$

[0027] そのため、「吸入工程」及び「吐出工程」では値は小さなものとなり、工

程中に、圧力損失における負荷脈動がなければ略ゼロとなる。一方、「圧縮工程」及び「膨張工程」はそれぞれ、ピストン１２の鉛直方向（軸方向）に沿った移動に伴い負荷がそれぞれ増大及び減少する区間であるため、ガスばね定数Ｋｇａｓが比較的大きな値となる。このようにガスばね定数Ｋｇａｓはピストン１２が一往復する間に変動する周期変数となる。

[0028] このように、ガス圧縮負荷が存在する場合における共振周波数ωＬは、減衰力の効果を無視する場合、上述の式（１）に示す無負荷時の共振周波数ωｎに、ガスばね定数Ｋｇａｓの影響を加味する次式（４）で表すことができる。

[0029] [数4]

$$\omega_L = \sqrt{\frac{K_s + K_{gas}}{M}} \qquad \cdots (4)$$

[0030] ガスばね定数Ｋｇａｓはピストン１２の位置に応じて変化する変数のため、共振周波数ωＬもピストン１２の位置に応じて変化する変数となる。そのため、厳密にピストン１２を共振させるには、電磁加振力Ｆｅｌｅｃの周波数をピストン１２の位置に応じて変化させる必要がある

（ガス圧縮力及び電磁加振力のストローク移動量に対する非線形性）

次に可動子３に作用する外力であるガス圧縮力Ｆｇａｓ及び電磁加振力Ｆｅｌｅｃのストローク移動量Ｘに対する非線形特性について説明する。

ガス圧縮力Ｆｇａｓには図２に示したように、上述のガスばね成分Ｆｒの他に、ストローク移動量Ｘ（可動子３の位置ｘの変化量）に関して高次の成分も含まれている。これは、ガス圧縮力Ｆｇａｓがストローク移動量Ｘに比例しない事実からも明らかである。これは、可動子３に作用する外力（ガス圧縮力Ｆｇａｓ）に、基本波周波数以外の高次の周波数成分が含まれることを意味する。

電磁加振力Ｆｅｌｅｃは、巻線６に印加する交番電流に略比例する励磁推力Ｆｉとディテント力Ｆｄの和で求められる。ここで、励磁推力Ｆｉは、巻線６に交番電流が印加されることで発生する磁界と可動子３を構成する永久

磁石３aとの相互作用によって発生する力である。また、ディテント力Ｆｄは、巻線６への交番電流の通電（印加）の有無にかかわらず、永久磁石３aが磁極４に吸引されることによって発生する力である。

[0031] 励磁推力Ｆｉは上述のとおり、巻線６に印加する交番電流に略概ね比例するが、この比例定数を推力定数と称する。ここで推力定数について説明する。可動子３のストローク移動量Ｘが大きい場合、永久磁石３aと電機子２の相互作用によって発生する電磁力が弱まるため、可動子３のストローク移動量Ｘが大きい領域では推力定数が小さくなる。図３は図１に示す圧縮機１の推力定数の可動子位置依存性を示す特性図であり、可動子３のストローク移動量Ｘと推力定数の関係を概略的に示したものである。図３において、横軸は可動子３の位置ｘであり、縦軸は推力定数である。可動子位置ｘにおける「０」の位置は、可動子３を構成する永久磁石３ａが軸方向に相互に離間し配される２組の磁極４の間（中間部）に位置する状態を示す。一定の励磁推力Ｆｉを発生させることを想定した場合、図３に示すように、可動子３が電機子２の端部に接近するほど推力定数は小さくなるため、可動子３のストローク移動量Ｘが大きい場合、巻線６に印加する交番電流の電流値を大きくする必要がある。そのため、正弦波形状の電磁加振力Ｆｅｌｅｃを発生させるためには、電流波形を正弦波形状から歪んだ形状にする必要がある。これは、電流波形に高次成分を含ませることになることを意味している。

[0032] 次にディテント力Ｆｄについて説明する。図４は、図１に示す圧縮機１のディテント力の可動子位置依存性を示す特性図である。図４の横軸は可動子３の位置ｘであり、可動子３を構成する永久磁石３ａが軸方向に相互に離間し配される２組の磁極の間（中間部）に位置する状態を基準位置「０」とし、可動子３の軸方向に沿って一の方向（例えば、図１において可動子３が下方へ向かう方向）を正、他の方向（反対側の方向：図１において可動子３が上方へ向かう方向）を負とした場合を示している。また、図４の縦軸はディテント力Ｆｄであり、可動子３を構成する永久磁石３ａが軸方向に相互に離間し配される２組の磁極の間（中間部）に位置する状態を基準位置「０」と

し、可動子の軸方向に沿って一の方向（例えば、図１において可動子３が下方へ向かう方向）を正、他の方向（反対側の方向：図１において可動子３が上方へ向かう方向）を負とした場合を示している。

[0033] 図４に示すように、横軸（可動子位置ｘ）の正側の領域において、可動子３を構成する永久磁石３ａが軸方向に相互に離間し配される２組の磁極の間（中間部）に位置する状態では、永久磁石３ａは上側の磁極４及び下側の磁極４の何れからも最も離れた位置にあることからディテント力Ｆｄは「０」となる。その後、可動子３が軸方向に沿って下方に移動すると永久磁石３ａの下端側が、下側の磁極４に近づくことで正のディテント力Ｆｄが発生する。更に、可動子３が軸方向に沿って下方に移動し永久磁石３ａの略中央部が、下側の磁極４の位置に到達すると正のディテント力Ｆｄはピークとなり、その後、更に可動子３が軸方向に沿って下方に移動し永久磁石３ａが下側の磁極４の位置から外れるとディカント力Ｆｄは負に転じる。従って、ディテント力Ｆｄの可動子位置ｘに対するプロファイルは、図４に示すように非線形となる。すなわち、ディテント力Ｆｄは永久磁石３aが磁極４に接近するほど大きくなるが、ある接近距離をピークに減少し始める。そのため、可動子３のストローク移動量Ｘ（可動子３の位置ｘの変位量）とディテント力Ｆｄの関係は図４のようになる。図４より、ディテント力Ｆｄは、ストローク移動量Ｘ（可動子３の位置ｘの変位量）に関して非線形関数であり、ピストン１２が正弦波状に往復運動した場合、ディテント力Ｆｄに高次の周波数成分が含まれることが推測される。

[0034] 以上に示した可動子３に作用する外力の非線形特性により、圧縮機１の駆動時において、ストローク移動量Ｘの時間変化波形、巻線６に印加される交番電流の電流波形または交番電圧の電圧波形に、駆動周波数の高次の周波数成分が含まれ得ることが理解できる。

[0035] （圧縮機の駆動制御）

圧縮機１の駆動制御について説明する。一般にモータの駆動制御方式として、巻線への印加電流が所定の指令波形となるよう制御する電流指令制御と

、巻線への印加電圧が所定の指令波形となる制御する電圧指令制御に大別することができる。本実施例では駆動制御方式として電圧指令制御を一例として用いるが、先ずは以下にそれぞれの制御方式について説明する。

[0036] ［電流指令制御］

電流指令制御では、巻線６に印加する交番電流の電流値の制御を行う。上述のように、励磁推力Ｆｉは巻線６に印加する交番電流に略比例するため、電流指令制御はモータ推力を間接的に制御しているといえる。図５に、圧縮機における電流指令制御における制御ブロック線図を示す。圧縮機１においては、上述のように可動子３を共振周波数ωＬで駆動したときに、高効率な駆動が実現される。そのため、巻線６に印加する交番電流の周波数ωｌが共振周波数ωＬとなるように周波数制御を行う必要がある。

[0037] 図６は、電流一定条件における交番電流周波数ωｌと可動子ストロークの関係を示す図であり、電流一定条件の下で、巻線６に印加する交番電流の周波数ωIを変化させたときの可動子３のストローク変化を示している。ここで電流一定条件とは、巻線６に印加する交番電流の実効値が時間依存せずに一定値であることを指す。図６の横軸は交番電流の周波数ωｌであり、縦軸は可動子３のストローク量である。一定電流条件下では、可動子３に作用する外力である電磁加振力Ｆｅｌｅｃは、推力定数が可動子３のストロークに対して一定である場合、一定値となる。実際は図３に示すように、推力定数は可動子３のストロークに対して多少変化するものの、ここでは、推力定数が一定と仮定する。

交番電流の周波数ωｌが共振周波数ωＬとなるときを考えると、電磁加振力Ｆｅｌｅｃによる共振が発生するため、可動子３のストローク量が急激に増大する。圧縮機１のような往復動圧縮機においては、可動子３のストローク量は圧縮媒体の吐出流量に関連するパラメータであるため、その制御が重要である。また、可動子３のストローク量が過剰に大きくなると、ピストン１２がシリンダヘッド１３に衝突する虞が生じる。そのため、可動子３のストローク量を、圧縮機１に接続するシステムまたは機器にて要求される圧縮

媒体の吐出流量に応じて制御する必要がある。

ここで、圧縮機１における回路方程式を考える。巻線６に印加する交番電圧をＶ、巻線６に流れる電流をＩ、巻線６のインダクタンスをＬ、電気抵抗をＲ、可動子３の位置をｘ、推力定数をＫ、時間をｔとすると、以下の式（５）が成立する。

[0038] [数5]

$$V = RI + L(dI/dt) + K(dx/dt) \quad \cdots (5)$$

[0039] 図５に示すように、電流指令制御における制御ブロックは、ストローク制御部５１、位置推定部５２、周波数制御部５３、電流制御部５４、電圧変換部５５、及びインバータ５６から構成されている。

電流検出部（図１及び図５において図示せず）にて検出された巻線６を流れる電流値Ｉは、位置推定部５２、周波数制御部５３、及び電流制御部５４へそれぞれ入力される。

[0040] 位置推定部５２は、入力された電流値Ｉ及び巻線６に印加される交番電圧Ｖを用いて上記式（５）を演算し、可動子３の推定位置ｘ^をストローク制御部５１へ出力する。

ストローク制御部５１は、負荷に応じて設定されるストローク指令ｘ*と位置推定部５２より入力される可動子３の推定位置ｘ^との差分（偏差）をストローク指令ｘ**として求め、求めたストローク指令ｘ**を電流制御部５４へ出力する。ここで、ストローク指令ｘ**は、ｘ**＝Ｘ**ｓｉｎ（ωｌ・ｔ＋φ）で表される。Ｘ**は可動子３の指令ストローク振幅値である。ストローク制御部５１が、負荷に応じて設定されるストローク指令ｘ*と位置推定部５２より入力される可動子３の推定位置ｘ^との差分（偏差）をストローク指令ｘ**として求めることにより、上述の圧縮機１に接続するシステムまたは機器にて要求される圧縮媒体の吐出流量（負荷）に応じた制御が実行される。

[0041] 電流制御部５４は、ストローク制御部５１より入力されるストローク指令ｘ**（必要ストローク量）に対して、その可動子３のストロークに応じた電

流値を電流指令値Ｉ*として生成する。すなわち、電流制御部５４は、指令されたストローク量に相当する電流指令値Ｉ*を算出し、実際にインバータ５６を介して巻線６に印加される電流量がその算出された電流指令値Ｉ*に近づくように制御する。電流制御部５４は、生成した電流指令値Ｉ*を電圧変換部５５へ出力する。

電圧変換部５５は、電流制御部５４より電流指令値Ｉ*を入力すると、最終的にモータ端子または巻線６に印加されるのは電圧であるため、電流指令値Ｉ*を出力電圧指令値ｖに変換する。電圧変換部５５は、変換後の出力電圧指令値ｖをインバータ５６へ出力する。

[0042] 一方、高効率に圧縮機１を駆動するためには、上述のとおり、交番電流の周波数ωＩが共振周波数ωLに合わせる必要がある。共振周波数ωＬは上述のとおり、圧縮するガスのガスばね成分Ｆｒに依存するため、ピストン１２のストローク量やシリンダ１１aへのガス吸入圧力、ガス吐出圧力などの諸条件によって変化し得る。よって、高効率に圧縮機１を駆動するために、周波数制御部５３は、入力された電流値Ｉ（交番電流）の周波数ωＩをその都度、運転状態に応じた共振周波数ωＬに合わせる制御を実行する。すなわち、周波数制御部５３は、共振周波数ωＬとなるよう入力された電流値Ｉ（交番電流）の周波数ωＩを調整し、電流制御部５４へ出力する。

[0043] 以上から、圧縮機駆動の際は「ストローク制御」と「周波数制御」を平行して実行する必要があるが、図６に示した通り、交番電流の周波数ωIを僅かに変化させると、可動子３のストローク量が大きく変化してしまうため制御が難しく、制御の収束性が悪いことが懸念される。

[0044] ［電圧指令制御］

電圧指令制御では、巻線６に印加する交番電圧の電圧値の制御を行う。図７に圧縮機における電圧指令制御における制御ブロック線図を示す。上述の図５に示した電流指令制御における制御ブロックと異なる点は、電流制御部５４及び電圧変換部５５に代えて、電圧制御部５７を有する点にある。

[0045] 図８は、電圧一定条件における交番電圧周波数ωｖと可動子ストロークの

関係を示す図であり、電圧一定条件の下で、巻線６に印加する交番電圧の周波数ωｖを変化させたときの可動子３のストローク変化を示している。ここで電圧一定条件とは、巻線６に印加する交番電圧の実効値が時間依存せずに一定値であることを指す。図８の横軸は交番電圧の周波数ωｖであり、縦軸は可動子３のストローク量を示す。

[0046] ここで、圧縮機１における回路方程式を考える。巻線６に印加する交番電圧をＶ、巻線６に流れる電流をＩ、巻線６のインダクタンスをＬ、電気抵抗をＲ、可動子３の位置をｘ、推力定数をＫ、時間をｔとすると、上述の式（５）が成立する。

一般的に、モータ効率が良いように設計されたモータにおいては、抵抗による電圧降下ＲＩや、インダクタンスによる誘導起電力Ｌ（ｄＩ／ｄｔ）よりも、可動子３の移動によって発生する誘起電圧Ｋ（ｄｘ／ｄｔ)が交番電圧Ｖの成分の中で支配的となる。そのため、交番電圧Ｖが一定の条件下では可動子３の速度（ｄｘ／ｄｔ）が略一定とみなすことができる。これは電圧指令制御が実質的に可動子３の速度制御に近似することを意味する。ここで可動子３の位置ｘが次式（６）のような正弦波で表すことができるとする。

[0047] [数6]

$$x = X0\,sin(\omega v \cdot t + \emptyset) \qquad \cdots (6)$$

[0048] このとき、可動子３の速度（ｄｘ／ｄｔ）は次式（７）となる。

[0049] [数7]

$$(dx/dt) = \omega v \cdot X0 cos(\omega v \cdot t + \emptyset) \qquad \cdots (7)$$

[0050] よって交番電圧の周波数ωｖを大きく変化させない限りは、可動子３の速度（ｄｘ／ｄｔ）の制御は、可動子３の振動振幅（ストローク量）Ｘ０の制御に略近似できる。これは交番電圧Ｖが一定の条件下では可動子３のストローク量が略一定であることを意味する。

[0051] 以上の回路方程式、式（５）～式（７）より明らかな通り、電圧一定条件

において巻線６に印加する交番電圧Ｖの周波数ωｖを変化させたときの可動子３のストローク変化は、図５に示した電流一定条件のときと比較して緩やかとなり、図８に示すようになる。なお、交番電圧Ｖの周波数ωｖに応じて可動子３のストローク量が増加するか減少するかについては、運転条件やモータパラメータに依存するため、この限りではない。

以上から、電圧指令制御においては、交番電圧の周波数ωｖを変化させても、電流指令制御のときとは異なり、可動子３のストローク量が大きく変化することはない。よって、「ストローク制御」と「周波数制御」を平行して実行することが容易となる。

[0052] 図７に示すように、電圧指令制御における制御ブロックは、ストローク制御部５１、位置推定部５２、周波数制御部５３、電圧制御部５７、及びインバータ５６から構成されている。

電流検出部（図１及び図７において図示せず）にて検出された巻線６を流れる電流値Ｉは、位置推定部５２、周波数制御部５３、及び電圧制御部５７へそれぞれ入力される。

[0053] 位置推定部５２は、入力された電流値Ｉ及び巻線６に印加される交番電圧Ｖを用いて上記式（５）を演算し、可動子３の推定位置ｘ^をストローク制御部５１へ出力する。

ストローク制御部５１は、負荷に応じて設定されるストローク指令ｘ*と位置推定部５２より入力される可動子３の推定位置ｘ^との差分（偏差）をストローク指令ｘ**として求め、求めたストローク指令ｘ**を電流制御部５４へ出力する。ここで、ストローク指令ｘ**は、ｘ**＝Ｘ**ｓｉｎ（ωｖ・ｔ＋φ）で表される。Ｘ**は可動子３の指令ストローク振幅値である。ストローク制御部５１が、負荷に応じて設定されるストローク指令ｘ*と位置推定部５２より入力される可動子３の推定位置ｘ^との差分（偏差）をストローク指令ｘ**として求めることにより、上述の圧縮機１に接続するシステムまたは機器にて要求される圧縮媒体の吐出流量（負荷）に応じた制御が実行される。

[0054] 電圧制御部５７は、ストローク制御部５１より入力されるストローク指令

ｘ**（必要ストローク量）に対して、その可動子３のストロークに応じた電圧値を出力電圧指令値ｖとして生成する。すなわち、電圧制御部５７は、指令されたストローク量に相当する出力電圧指令値ｖを算出し、実際にインバータ５６を介して巻線６に印加される電圧がその算出された出力電圧指令値ｖに近づくように制御する。電圧制御部５７は、生成した出力電圧指令値ｖをインバータ５６へ出力する。

周波数制御部５３は、入力された電流値Ｉ（交番電流）を用いて上述の式（５）により、共振周波数ωＬとなるよう交番電圧Ｖの周波数ωｖを調整し、電圧制御部５７へ出力する。

[0055] 次に、電圧指令制御時における電流波形について説明する。図９は、電圧指令制御時における電圧波形と電流波形の一例を示す図である。図９の横軸は時間であり、縦軸は電圧値・電流値である。ここでは代表的に、電圧指令波形として正弦波状の指令を出した場合の波形を示している。電圧指令制御の場合、電圧制御によって実際の電圧波形（図９中破線）は指令通り、正弦波状の波形となる。一方、電流波形は上述した可動子３に作用する外力の非線形特性により、電流波形に駆動周波数の高次の周波数成分を含む結果となるため、図９中実線のような波形となる。このように高次の周波数成分の電流は、モータ部の磁極４を構成する積層電磁鋼板にて発生する渦電流損失量を増加させ、モータ効率を悪化させる要因となり得ると共に振動騒音増加の悪化要因となり得る。

[0056] （制御装置５の構成）

図１０は、図１に示す制御装置のブロック線図である。図１０に示すように、制御装置５は、ストローク制御部５１、位置推定部５２、周波数制御部５３、電圧制御部５７、基本波抽出部５８、電流制御部（高調波減衰部）５９、及びインバータ５６を備える。

電流検出部（図１及び図５において図示せず）にて検出された巻線６を流れる電流値Ｉは、基本波抽出部５８に入力される。基本波抽出部５８は、入力された電流値Ｉを基本波成分（基本波）と高周波成分（高調波）とに分離

する。そして、基本波抽出部５８は、分離した基本波を、位置推定部５２、周波数制御部５３、及び電圧制御部５７へそれぞれ出力する。また、基本波抽出部５８は、分離した高調波を電流制御部（高調波減衰部）５９へ出力する。ここで基本波とは、圧縮機１の駆動周波数成分である。基本波抽出の方法としては、例えば、フーリエ変換により時間領域の信号を周波数領域の信号に変換した後に、該当する周波数域の信号を抽出する。なお、本実施例では、基本波抽出部５８により分離された基本波を位置推定部５２へ出力する構成を示すが、必ずしもこれに限られるものではない。例えば、電流検出部にて検出された巻線６を流れる電流値Ｉを、基本波抽出部５８及び位置推定部５２へ入力するよう構成しても良い。すなわち、位置推定部５２へ電流値Ｉの基本波成分及びその高次成分を含んだ信号を入力する構成としても良い。

[0057] 位置推定部５２は、基本波抽出部５８より入力される基本波、及び巻線６に印加される交番電圧Ｖを用いて上記式（５）を演算し、可動子３の推定位置ｘ^をストローク制御部５１へ出力する。上述の通り、式（５）は交番電圧の電圧値Ｖと交番電流の電流値Ｉ、可動子３の位置ｘの関係を示す微分方程式であり、電圧値Ｖと電流値Ｉ（ここでは、基本波抽出部５８より入力される基本波）が与えられれば、可動子３の位置ｘ（可動子３の推定位置ｘ^）を求めることができる。電圧値Ｖは巻線６に印加される交番電圧Ｖの検出値を用いても良く、また、電圧値Ｖとして後述する出力電圧指令値ｖを用いても良い。

[0058] ストローク制御部５１は、負荷に応じて設定されるストローク指令ｘ*と位置推定部５２より入力される可動子３の推定位置ｘ^との差分（偏差）をストローク指令ｘ**として求め、求めたストローク指令ｘ**を電圧制御部５７へ出力する。すなわち、ストローク制御部５１は、圧縮機１に接続されるシステム又は機器にて要求される圧縮媒体の吐出流量（負荷）に応じて決定されるストローク量に、可動子３のストロークを近付ける制御を実行する。なお、本実施例では、ストローク制御部５１が、負荷に応じて設定されるストロ

ーク指令ｘ*と位置推定部５２より入力される可動子３の推定位置ｘ^との差分（偏差）をストローク指令ｘ**として電圧制御部５７へ出力する構成を示すが、必ずしもこれに限られるものではない。例えば、ストローク制御部５１が、負荷に応じて設定されるストローク指令ｘ*と位置推定部５２より入力される可動子３の推定位置ｘ^に基づき、可動子３のストロークをストローク指令ｘ*に近付けるようＰＩ制御によりストローク指令ｘ**を求めても良い。また、ＰＩＤ制御等その他のフィードバック制御を用いて、負荷に応じて設定されるストローク指令ｘ*と位置推定部５２より入力される可動子３の推定位置ｘ^に基づき、可動子３のストロークをストローク指令ｘ*に近付けるようストローク指令ｘ**を求める構成としても良い。

[0059] 周波数制御部５３は、基本波抽出部５８より入力される基本波に基づき、生成する電圧波形の周波数ωｖ*を決定する。すなわち、周波数制御部５３は、交番電圧の周波数ωｖが共振周波数ωＬに近づくよう制御を実行し、電圧波形の周波数ωｖ*を電圧制御部５７へ出力する。周波数制御部５３は、例えば、巻線６に流れる交番電流Ｉ（ここでは、基本波抽出部５８より入力される基本波）と交番電圧Ｖ、可動子３の位置ｘの位相関係を用いる。共振運転時において無負荷時においては、可動子３に作用する摩擦減衰力、及びモータのインダクタンス成分の影響を無視すれば、交番電流Ｉと交番電圧Ｖは同位相となり、可動子３の位置ｘは電流Ｉに対して９０°位相が遅れる関係にある。このような関係に基づき、負荷時における位相関係を推測し、出力電圧Ｖの位相を制御することで、駆動周波数の制御を行うことができる。例えば、本実施例では簡易的に、周波数制御部５３にて、電流値Ｉの基本波成分（基本波）の位相と出力電圧Ｖの位相差をゼロに近付ける構成を想定しているが、可動子３に作用する摩擦減衰力、及びモータのインダクタンス成分の影響を考慮した演算を実行する構成としても良い。また、可動子３の位置推定値ｘ^の位相と出力電圧Ｖの位相差の関係を用いて出力電圧Ｖの位相を制御する構成としても良い。なお、電流値Ｉの基本波成分（基本波）の位相と出力電圧Ｖの位相差をゼロに近付ける制御などは、例えば、ＰＩ制御、ＰＩＤ

制御等その他のフィードバック制御を用いれば良い。　このように、出力電圧Ｖの位相を制御することは、実質的に出力電圧Ｖの周波数ωｖを制御することと同等である。例えば、出力電圧Ｖの位相を進めるためには、出力電圧Ｖの周波数ωｖに対して正のフィードバックを行う（周波数を大きくする）ことで達成でき、出力電圧Ｖの位相を遅延させるためには、出力電圧Ｖの周波数ωｖに対して負のフィードバックを行う（周波数を小さくする）ことで達成できる。

[0060] 電圧制御部５７は、周波数制御部５３より入力される出力電圧Ｖの指令周波数ωｖ*、及びストローク制御部５１より入力されるストローク指令値ｘ**に基づき、出力電圧振幅（指令電圧振幅Ｖ*）を決定する。具体的には、上述の式（５）に示した圧縮機１における回路方程式を用いる。本実施例では、上述のとおり、可動子３の移動によって発生する誘起電圧Ｋ（ｄｘ／ｄｔ）が交番電圧Ｖの成分の中で支配的であるとから、指令電圧振幅Ｖ*を指令ストローク振幅値Ｘ**を用いて次式（８）のように決定する。

[0061] [数8]

$$V^{*} = \omega v^{*} K X^{**} \quad \cdots (8)$$

[0062] 但し、更なる高精度化を目的に、上述の式（５）を用いて電流値Ｉ（基本波抽出部５８より入力される基本波）を用いた演算により、指令電圧振幅Ｖ*（出力電圧振幅）を決定しても良い。

[0063] 電流制御部（高調波減衰部）５９は、基本波抽出部５８により分離された高周波成分（高調波）を入力し、当該高周波成分（高調波）をゼロに近付けるための電圧補正量を決定し、高調波減衰電圧として出力する。具体的には、上述の式（５）に示した圧縮機１における回路方程式に基づき、基本波抽出部５８により分離された電流値Ｉの高周波成分から電圧補正量を算出する。

電圧制御部５７より出力された指令電圧振幅Ｖ*（出力電圧振幅）と電流制御部（高調波減衰部）５９より出力された高調波減衰電圧とが加算され、出

力電圧指令値ｖとしてインバータ５６に入力され、インバータ５６により巻線６に交番電圧が印加される。

[0064] 本実施例の制御装置５により生成された出力電圧指令値ｖによると、「ストローク制御」と「周波数制御」を平行して実行することが容易であり、更に、電流制御部（高調波減衰部）５９によって電流波形に駆動周波数の高次の周波数成分を減衰させる電圧補正が実行されることから、巻線６に流れる交番電流に駆動周波数の高次の周波数成分が含まれることを抑制することができる。

[0065] 図１１は、図１０に示す制御装置のブロック線図の変形例を示す図である。図１１に示す制御装置５では、位置推定部５２より可動子３の推定位置ｘ^が周波数制御部５３へ入力される構成とした点が、図１０に示す制御装置と異なる。図１１に示す制御装置５を構成する周波数制御部５３は、基本波抽出部５８により分離された電流値Ｉの基本波、交番電圧Ｖ、及び位置推定部５２より入力される可動子３の位置推定値ｘ^のうち、少なくとも２つに基づき、上述の式（５）により、生成する電圧波形の周波数ωｖ*を決定する。

[0066] 以上の通り本実施例によれば、駆動効率及び振動騒音特性を向上し得るリニアモータ制御システムを提供することが可能となる。

実施例 2

[0067] 図１２は、本発明の他の実施例に係る実施例２の制御装置のブロック線図である。本実施例では、位置推定部５２ａが、電圧制御部５７ａより出力された指令電圧振幅Ｖ*（出力電圧振幅）と電流制御部（高調波減衰部）５９より出力された高調波減衰電圧とが加算された出力電圧指令値ｖを入力し、可動子３の位置推定値ｘ^を求める構成とした点が、上述の図１０に示す実施例１と異なる。図１に示した圧縮機１の構成は実施例１と同様である。以下では、実施例１と同様の構成要素に同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0068] 図１２に示すように、本実施例の制御装置５ａを構成する位置推定部５２ａは、基本波抽出部５８より入力される基本波、及び電圧制御部５７ａより

出力された指令電圧振幅Ｖ*（出力電圧振幅）と電流制御部（高調波減衰部）５９より出力された高調波減衰電圧とが加算された出力電圧指令値ｖを入力し、上述の式（５）を演算することで可動子３の推定位置ｘ^を求め、求めた可動子３の推定位置ｘ^をストローク制御部５１ａへ出力する。

[0069] ストローク制御部５１ａは、負荷に応じて設定されるストローク指令ｘ*と位置推定部５２より入力される可動子３の推定位置ｘ^との差分（偏差）をストローク指令ｘ**として求め、求めたストローク指令ｘ**を電圧制御部５７ａへ出力する。すなわち、ストローク制御部５１ａは、圧縮機１に接続されるシステム又は機器にて要求される圧縮媒体の吐出流量（負荷）に応じて決定されるストローク量に、可動子３のストロークを近付ける制御を実行する。

[0070] 電圧制御部５７ａは、周波数制御部５３より入力される出力電圧Ｖの指令周波数ωｖ*、及びストローク制御部５１ａより入力されるストローク指令値ｘ**に基づき、出力電圧振幅（指令電圧振幅Ｖ*）を決定する。具体的には、上述の式（５）に示した圧縮機１における回路方程式を用いる。本実施例では、上述のとおり、可動子３の移動によって発生する誘起電圧Ｋ（ｄｘ／ｄｔ）が交番電圧Ｖの成分の中で支配的であるとから、指令電圧振幅Ｖ*を指令ストローク振幅値Ｘ**を用いて上述の式（８）を演算し、指令電圧振幅Ｖ*（出力電圧振幅）を決定する。

[0071] このように、本実施例の位置推定部５２ａは、基本波抽出部５８より入力される基本波に加え、電圧制御部５７ａより出力された指令電圧振幅Ｖ*（出力電圧振幅）と電流制御部（高調波減衰部）５９より出力された高調波減衰電圧とが加算された出力電圧指令値ｖに基づき、可動子３の推定位置ｘ^を求める構成であることから、上述の実施例１に比べ、可動子３の位置推定精度が向上する。

[0072] 本実施例の制御装置５ａにより生成された出力電圧指令値ｖによると、「ストローク制御」と「周波数制御」を平行して実行することが容易であり、更に、電流制御部（高調波減衰部）５９によって電流波形に駆動周波数の高

次の周波数成分を減衰させる電圧補正が実行されることから、巻線６に流れる交番電流に駆動周波数の高次の周波数成分が含まれることを抑制することができる。

[0073] 図１３は、図１２に示す制御装置のブロック線図の変形例を示す図である。図１２に示す制御装置５ａでは、位置推定部５２ａより可動子３の推定位置ｘ^が周波数制御部５３へ入力される構成とした点が、図１２に示す制御装置と異なる。図１３に示す制御装置５ａを構成する周波数制御部５３は、基本波抽出部５８により分離された電流値Ｉの基本波、交番電圧Ｖ、及び位置推定部５２より入力される可動子３の位置推定値ｘ^のうち、少なくとも２つに基づき、上述の式（５）により、生成する電圧波形の周波数ωｖ*を決定する。

[0074] 以上の通り本実施例によれば、実施例１の効果に加え、可動子の位置推定精度を向上することが可能となる。

実施例 3

[0075] 図１４は、本発明の他の実施例に係る実施例３の制御装置のブロック線図である。本実施例では、電流制御部（高調波減衰部）５９ｂが、基本波抽出部５８により分離された高周波成分（高調波）と位置推定部５２により求められた可動子３の推定位置ｘ^を入力し、電圧補正量としての高調波減衰電圧を決定する構成とした点が、上述の図１０に示す実施例１と異なる。図１に示した圧縮機１の構成は実施例１と同様である。以下では、実施例１と同様の構成要素に同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0076] 図１４に示すように、本実施例の制御装置５ｂを構成する電流制御部（高調波減衰部）５９ｂは、基本波抽出部５８により分離された電流値Ｉの高周波成分（高調波）と位置推定部５２により求められた可動子３の推定位置ｘ^を入力する。電流制御部（高調波減衰部）５９ｂは、電流値Ｉの高周波成分（高調波）及び可動子３の推定位置ｘ^に基づき、電流値Ｉの高周波成分をゼロに近付けるための電圧補正量を決定し、高調波減衰電圧として出力する。

上述の実施例１では、式（５）の圧縮機１における回路方程式において、電流値Ｉが関与する項目のみを考慮して、電流制御部（高調波減衰部）５９が電圧補正量を決定する構成としている。これに対し本実施例では、式（５）の回路方程式において、可動子３の位置（速度）が関与する誘起電圧Ｋ（ｄｘ／ｄｔ）をも考慮して、電流制御部（高調波減衰部）５９ｂが電圧補正量を決定する構成としている。従って、実施例１に比して、より高精度に電流値Ｉの高周波成分をゼロに近付けるための電圧補正量を決定することができる。

[0077] 本実施例の制御装置５ｂにより生成された出力電圧Ｖによると、「ストローク制御」と「周波数制御」を平行して実行することが容易であり、更に電流波形に駆動周波数の高次の周波数成分を減衰させる電圧補正が実行されることから、巻線６に流れる交番電流に駆動周波数の高次の周波数成分が含まれることを抑制することができる。

[0078] 以上の通り本実施例によれば、実施例１の効果に加え、実施例１に比して、より高精度に電流値Ｉの高周波成分をゼロに近付けるための電圧補正量を決定することが可能となる。

実施例 ４

[0079] 図１５は、本発明の他の実施例に係る実施例４の制御装置のブロック線図である。本実施例では、位置推定部５２ａが、電圧制御部５７ａより出力された指令電圧振幅Ｖ*（出力電圧振幅）と電流制御部（高調波減衰部）５９より出力された高調波減衰電圧とが加算された出力電圧指令値ｖを入力し、可動子３の位置推定値ｘ^を求める構成とした点、及び、電流制御部（高調波減衰部）５９ｃが、基本波抽出部５８により分離された高周波成分（高調波）と位置推定部５２により求められた可動子３の推定位置ｘ^を入力し、電圧補正量としての高調波減衰電圧を決定する構成とした点が、上述の図１０に示す実施例１と異なる。図１に示した圧縮機１の構成は実施例１と同様である。以下では、実施例１と同様の構成要素に同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0080] 図１５に示すように、本実施例の制御装置５ｃを構成する位置推定部５２ａは、基本波抽出部５８より入力される基本波、及び電圧制御部５７ａより出力された指令電圧振幅Ｖ*（出力電圧振幅）と電流制御部（高調波減衰部）５９より出力された高調波減衰電圧とが加算された出力電圧指令値ｖを入力し、上述の式（５）を演算することで可動子３の推定位置ｘ^を求め、求めた可動子３の推定位置ｘ^をストローク制御部５１ａへ出力する。

[0081] ストローク制御部５１ａは、負荷に応じて設定されるストローク指令ｘ*と位置推定部５２より入力される可動子３の推定位置ｘ^との差分（偏差）をストローク指令ｘ**として求め、求めたストローク指令ｘ**を電圧制御部５７ａへ出力する。すなわち、ストローク制御部５１ａは、圧縮機１に接続されるシステム又は機器にて要求される圧縮媒体の吐出流量（負荷）に応じて決定されるストローク量に、可動子３のストロークを近付ける制御を実行する。

[0082] 電圧制御部５７ａは、周波数制御部５３より入力される出力電圧Ｖの指令周波数ωｖ*、及びストローク制御部５１ａより入力されるストローク指令値ｘ**に基づき、出力電圧振幅（指令電圧振幅Ｖ*）を決定する。具体的には、上述の式（５）に示した圧縮機１における回路方程式を用いる。本実施例では、上述のとおり、可動子３の移動によって発生する誘起電圧Ｋ（ｄｘ／ｄｔ）が交番電圧Ｖの成分の中で支配的であるとから、指令電圧振幅Ｖ*を指令ストローク振幅値Ｘ**を用いて上述の式（８）を演算し、指令電圧振幅Ｖ*（出力電圧振幅）を決定する。

[0083] 電流制御部（高調波減衰部）５９ｃは、基本波抽出部５８により分離された電流値Ｉの高周波成分（高調波）と位置推定部５２ａにより求められた可動子３の推定位置ｘ^を入力する。電流制御部（高調波減衰部）５９ｂは、電流値Ｉの高周波成分（高調波）及び可動子３の推定位置ｘ^に基づき、電流値Ｉの高周波成分をゼロに近付けるための電圧補正量を決定し、高調波減衰電圧として出力する。

[0084] このように、本実施例の位置推定部５２ａは、基本波抽出部５８より入力

される基本波に加え、電圧制御部５７ａより出力された指令電圧振幅Ｖ＊（出力電圧振幅）と電流制御部（高調波減衰部）５９より出力された高調波減衰電圧とが加算された出力電圧指令値ｖに基づき、可動子３の推定位置ｘ^を求める構成であることから、上述の実施例１に比べ、可動子３の位置推定精度が向上する。

[0085] また、本実施例の電流制御部（高調波減衰部）５９ｃは、基本波抽出部５８により分離された電流値Ｉの高周波成分（高調波）に加え、位置推定部５２ａにより求められた高精度の可動子３の推定位置ｘ^に基づき、電流値Ｉの高周波成分をゼロに近付けるための電圧補正量を決定する構成であることから、より高精度に電流値Ｉの高周波成分をゼロに近付けるための電圧補正量を決定することができる。

[0086] 本実施例の制御装置５ｃにより生成された出力電圧Ｖによると、「ストローク制御」と「周波数制御」を平行して実行することが容易であり、更に電流波形に駆動周波数の高次の周波数成分を減衰させる電圧補正が実行されることから、巻線６に流れる交番電流に駆動周波数の高次の周波数成分が含まれることを抑制することができる。

[0087] 以上の通り本実施例によれば、実施例１の効果に加え、可動子の位置推定精度を向上することが可能となると共に、高精度な可動子の推定位置をも考慮して電流値Ｉの高周波成分をゼロに近付けるための電圧補正量を決定する構成であることから、より高精度に電流値Ｉの高周波成分をゼロに近付けるための電圧補正量を決定することが可能となる。

[0088] なお、上述の実施例１乃至実施例４においてリニアモータ制御システムの一例として示した圧縮機１（リニア圧縮機）は、凝縮器又は蒸発器として機能する熱交換器を備える空気調和器において、冷媒を圧送するための圧縮機に適用できる。

また、上述の実施例１乃至実施例４においてリニアモータ制御システムの一例として示した圧縮機１（リニア圧縮機）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。

更にまた、上述の実施例１乃至実施例４においてリニアモータ制御システムの一例として示した圧縮機１（リニア圧縮機）は、凝縮器及び蒸発器を有する冷蔵庫において、液冷媒を圧送する圧縮機にも適用可能である。

更にまた、上述の実施例１乃至実施例４においてリニアモータ制御システムの一例として示した圧縮機１（リニア圧縮機）は、冷凍空調機としての、例えば、クライオスタット、エアコン等にも適用できる。

[0089] なお、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、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。

符号の説明

[0090] １・・・圧縮機，２・・・電機子，３・・・可動子（界磁子），３ａ・・・永久磁石，４・・・磁極，５，５ａ，５ｂ，５ｃ・・・制御装置，６・・・巻線，７・・・ブリッジ７，１１・・・シリンダブロック，１１ａ・・・シリンダ，１２・・・ピストン，１３・・・シリンダヘッド，１４・・・共振ばね，５１，５１ａ・・・ストローク制御部，５２，５２ａ・・・位置推定部，５３・・・周波数制御部，５４・・・電流制御部，５５・・・電圧変換部，５６・・・インバータ，５７，５７ａ・・・電圧制御部，５８・・・基本波抽出部，５９，５９ｂ，５９ｃ・・・電流制御部（高調波減衰部）

請求の範囲

[請求項1] 一端が弾性体に接続され永久磁石を有する界磁子と、磁極に捲回される巻線を有する電機子を備え、前記界磁子と電機子を相対的に軸方向に往復運動させる機器と、

電流検出部により検出された前記巻線を流れる交番電流に基づき、前記巻線に印加する交番電圧を制御する制御装置と、を備えるリニアモータ制御システムであって、

前記制御装置は、

前記電流検出部により検出された前記巻線を流れる交番電流を、基本波成分と高調波成分に分離する基本波抽出部と、

前記高調波成分を減衰し得る高調波減衰電圧を出力する高調波減衰部と、を有し、

交番電流の基本波成分及び高調波減衰電圧に基づき、前記巻線に印加する交番電圧を制御することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項2] 請求項１に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記制御装置は、

前記交番電流の基本波成分の周波数が共振周波数に近づくよう制御し、交番電圧の周波数を出力する周波数制御部を有することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項3] 請求項２に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記共振周波数は、前記界磁子と前記電機子との間に作用する外力及び前記界磁子の質量に基づき定まる周波数であることを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項4] 請求項３に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記制御装置は、

少なくとも前記交番電流の基本波成分又は前記電流検出部により検出された前記巻線を流れる交番電流に基づき、前記界磁子の位置を推

定する位置推定部と、

負荷に応じて設定される界磁子の第１ストローク指令と前記位置推定部により推定された界磁子の推定位置との差分を、第２ストローク指令として出力するストローク制御部と、を備え、

前記第２ストローク指令及び前記周波数制御部から出力される交番電圧の周波数に基づき、前記巻線に印加する交番電圧を制御することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項5] 請求項４に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記制御装置は、

前記ストローク制御部から出力される第２ストローク指令と前記周波数制御部から出力される交番電圧の周波数に基づき、出力電圧振幅を決定する電圧制御部を有し、

決定された出力電圧振幅に基づき、前記巻線に印加する交番電圧を制御することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項6] 請求項５に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記制御装置は、

前記巻線に交番電圧を印加するインバータを有し、

前記電圧制御部により決定された出力電圧振幅と前記高調波減衰部より出力された高調波減衰電圧とを加算することにより生成される出力電圧指令値を、前記インバータへ出力することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項7] 請求項６に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記周波数制御部は、前記交番電流の基本波成分及び前記位置推定部により推定された界磁子の推定位置に基づき、交番電圧の周波数を出力することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項8] 請求項６に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記位置推定部は、前記電圧制御部により決定された出力電圧振幅と前記高調波減衰部より出力された高調波減衰電圧とを加算すること

により生成される出力電圧指令値と、前記交番電流の基本波成分又は前記電流検出部により検出された前記巻線を流れる交番電流とに基づき、前記界磁子の位置を推定することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項9] 請求項８に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記周波数制御部は、前記交番電流の基本波成分及び前記位置推定部により推定された界磁子の推定位置に基づき、交番電圧の周波数を出力することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項10] 請求項６に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記高調波減衰部は、前記基本波抽出部により分離された高調波成分と前記位置推定部により推定された界磁子の推定位置とに基づき、前記高調波成分を減衰し得る高調波減衰電圧を出力することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項11] 請求項１０に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記位置推定部は、前記電圧制御部により決定された出力電圧振幅と前記高調波減衰部より出力された高調波減衰電圧とを加算することにより生成される出力電圧指令値と、前記交番電流の基本波成分又は前記電流検出部により検出された前記巻線を流れる交番電流とに基づき、前記界磁子の位置を推定することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項12] 請求項６に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記界磁子は可動子であり、前記電機子に対し軸方向に往復運動することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項13] 請求項７に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記界磁子は可動子であり、前記電機子に対し軸方向に往復運動することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項14] 請求項８に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記界磁子は可動子であり、前記電機子に対し軸方向に往復運動す

ることを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項15] 請求項９に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記界磁子は可動子であり、前記電機子に対し軸方向に往復運動することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項16] 請求項１０に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

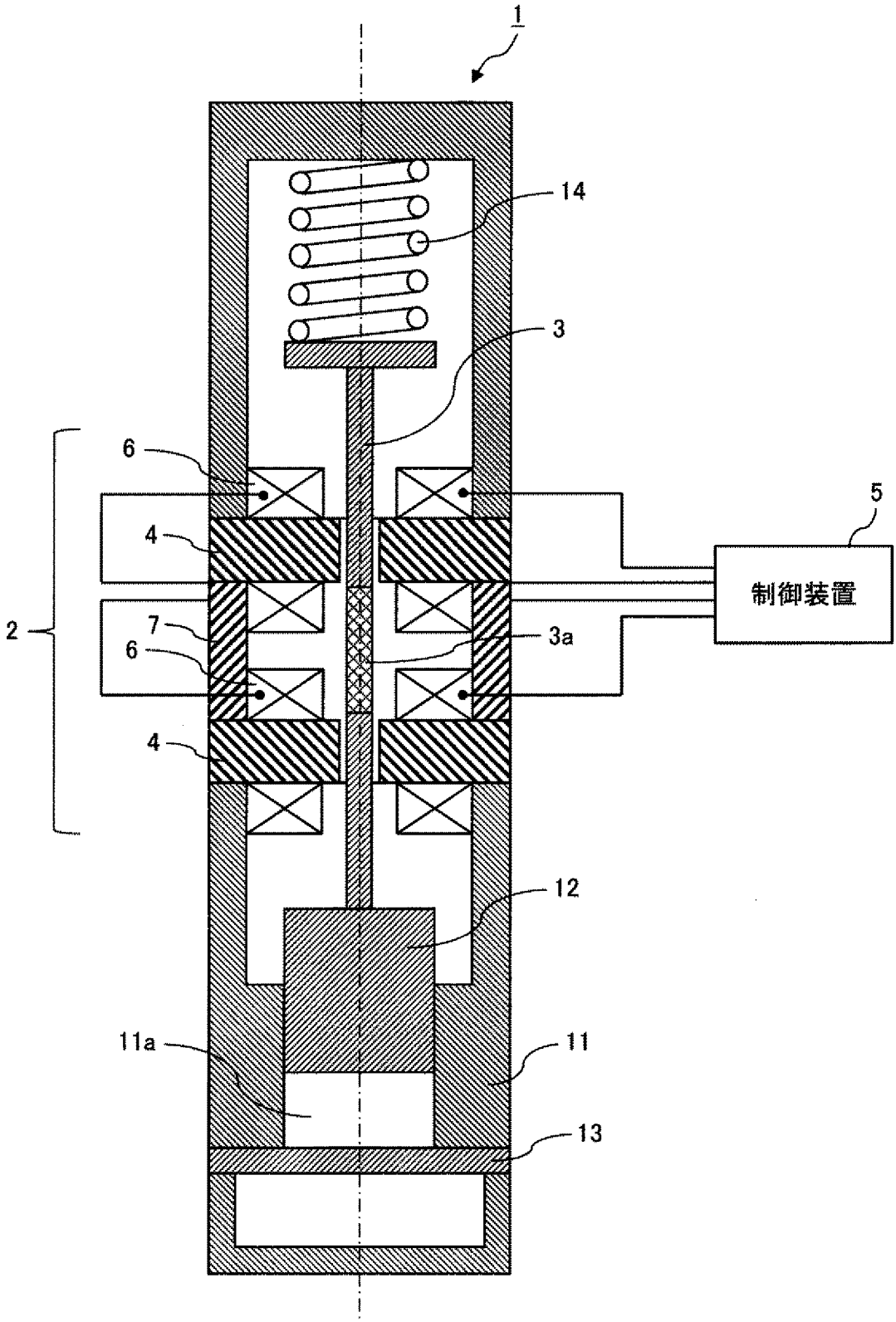
前記界磁子は可動子であり、前記電機子に対し軸方向に往復運動することを特徴とするリニアモータ制御システム。

[請求項17] 請求項１１に記載のリニアモータ制御システムにおいて、

前記界磁子は可動子であり、前記電機子に対し軸方向に往復運動することを特徴とするリニアモータ制御システム。

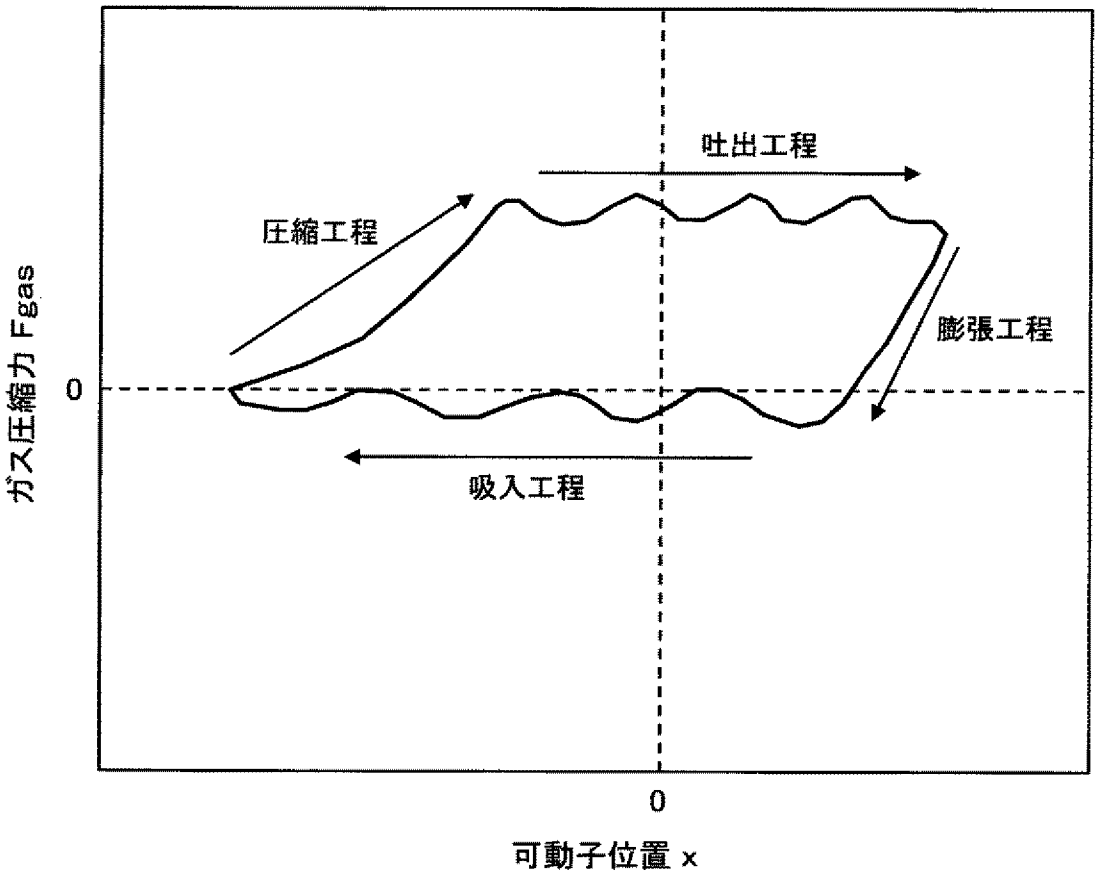
[図1]

図 1



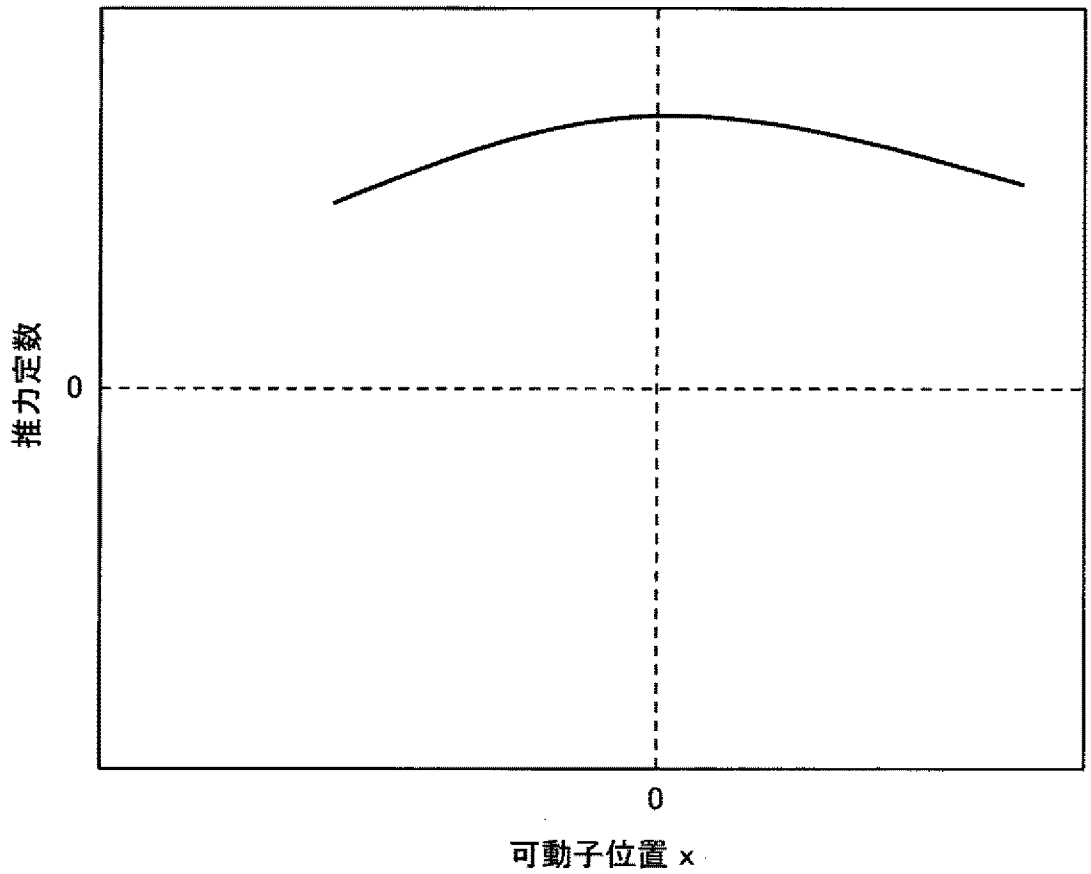
[図2]

図 2



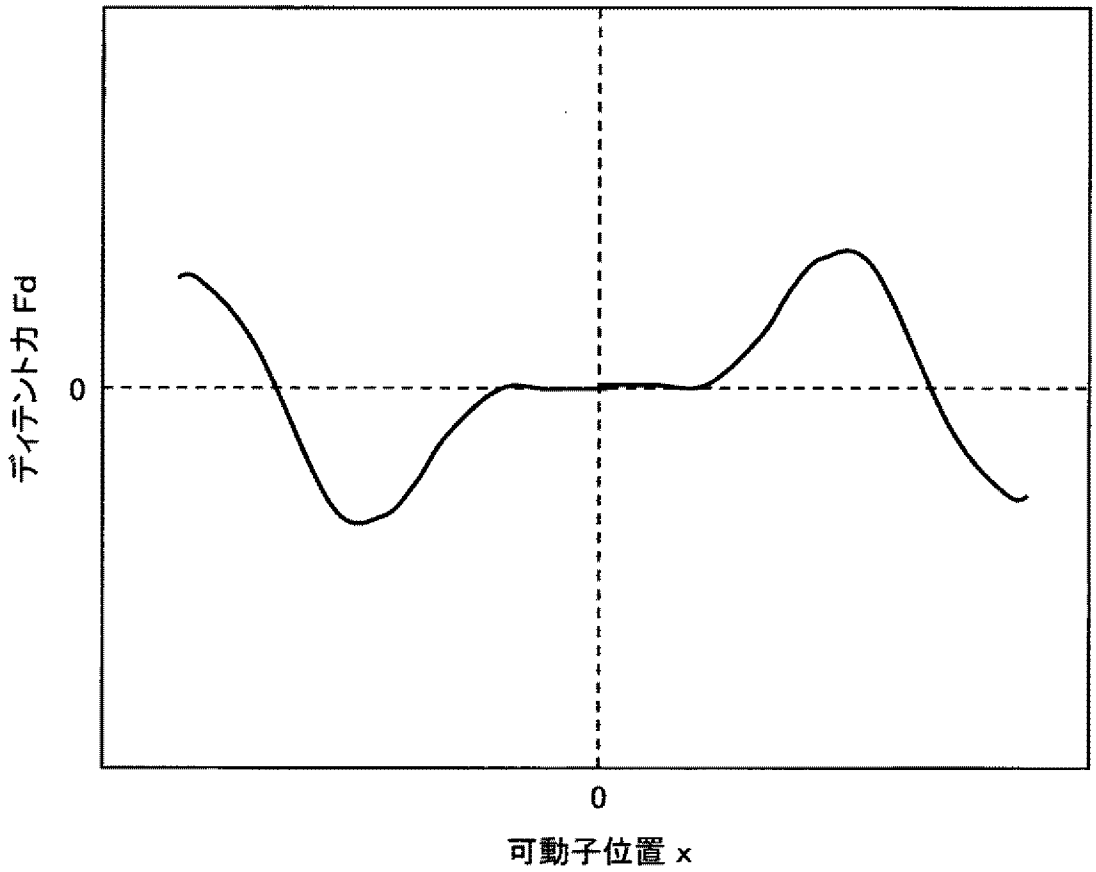
[図3]

図 3



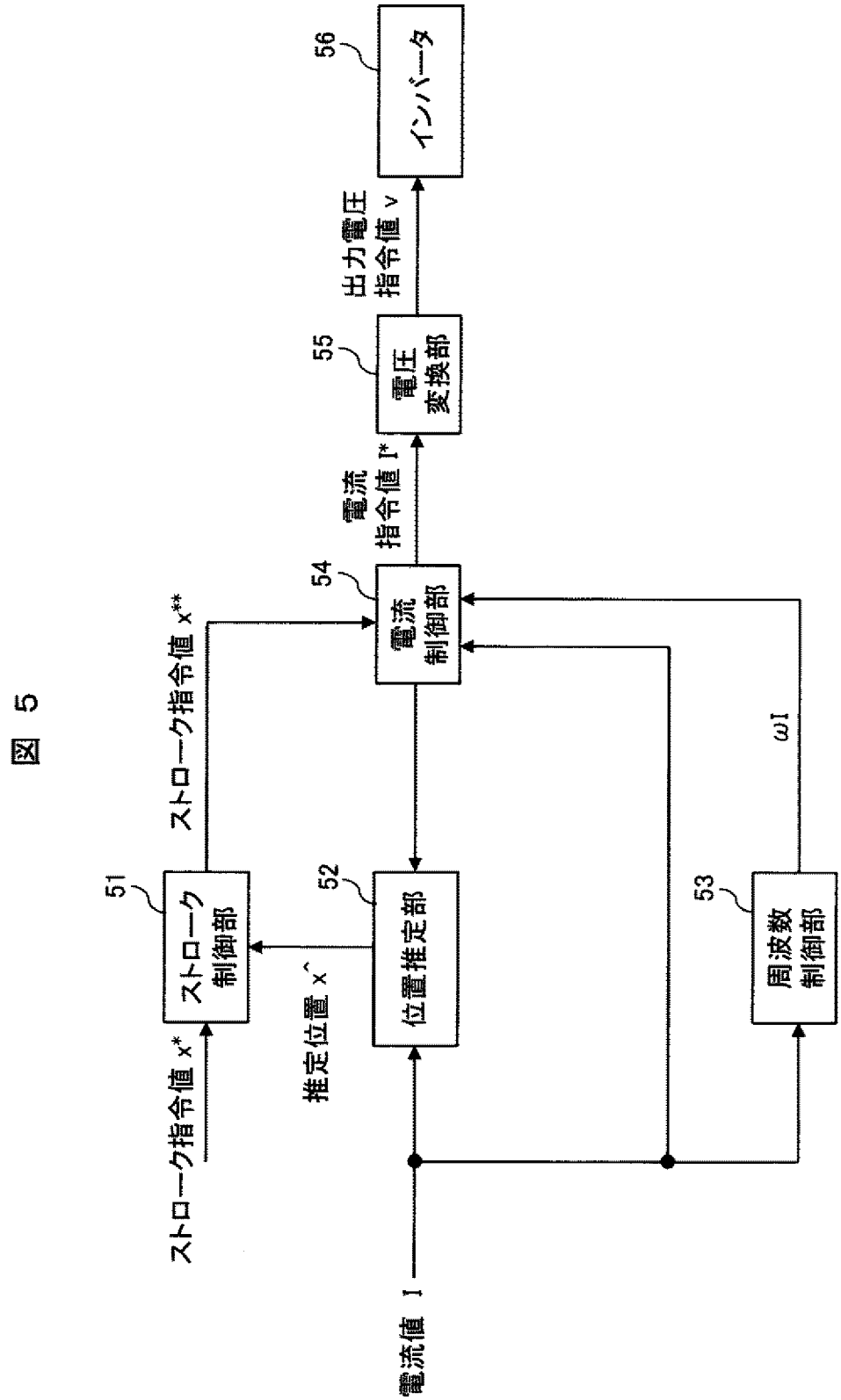
[図4]

図 4



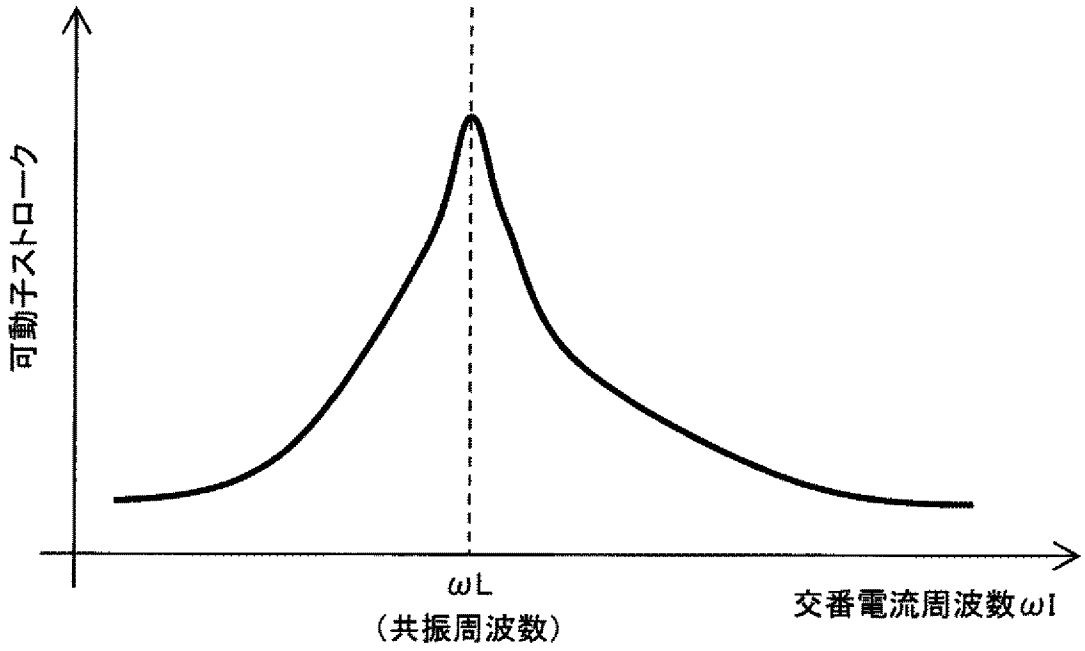
[図5]

図 5


56
インバータ
出力電圧
指令値 v
55
電圧
変換部
電流
指令値 I*
54
電流
制御部
ストローク指令値 x**
51
ストローク
制御部
52
位置推定部
53
周波数
制御部
ストローク指令値 x*
推定位置 x^
電流値 I
ωI

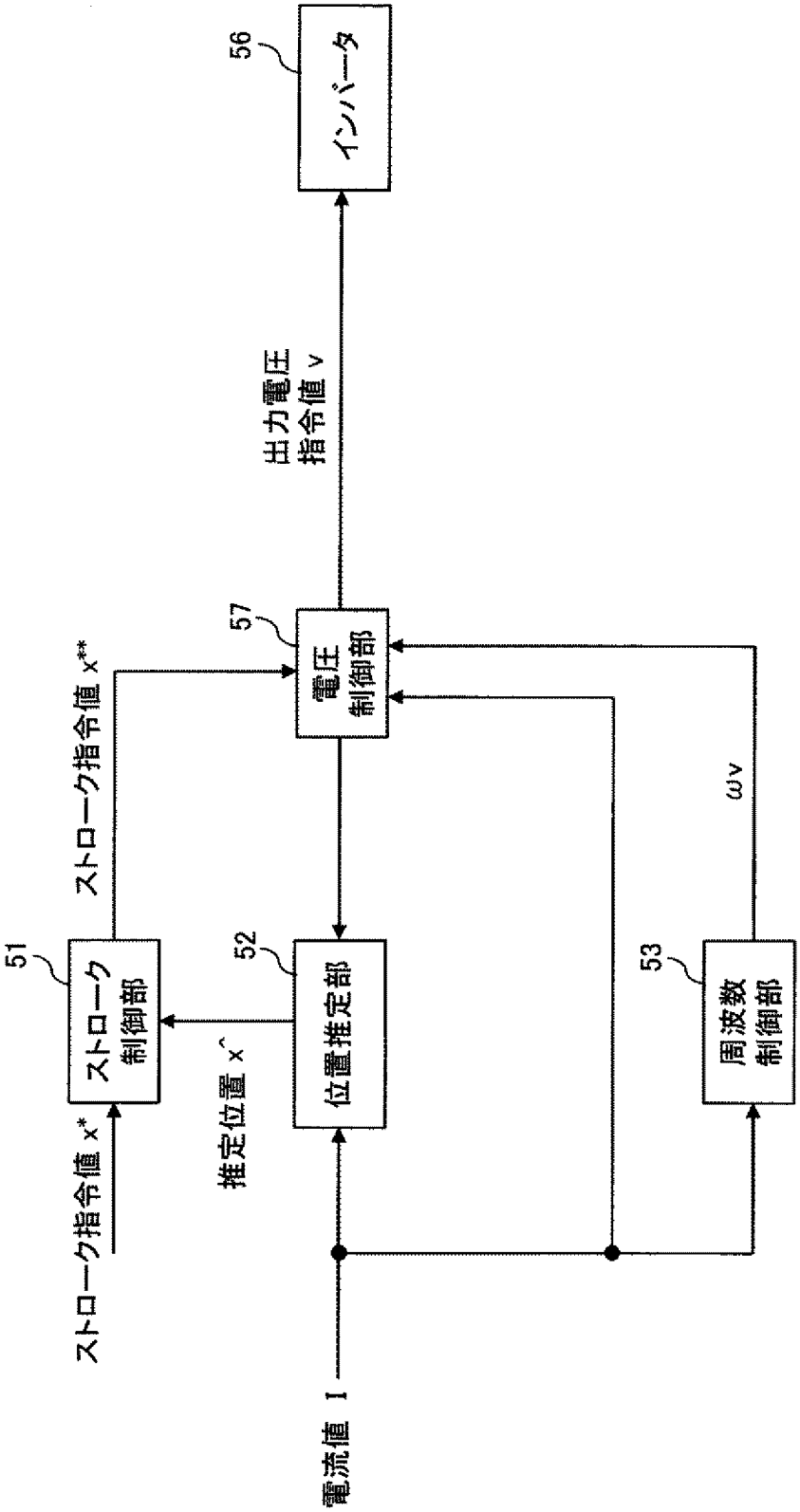
[図6]

図 6



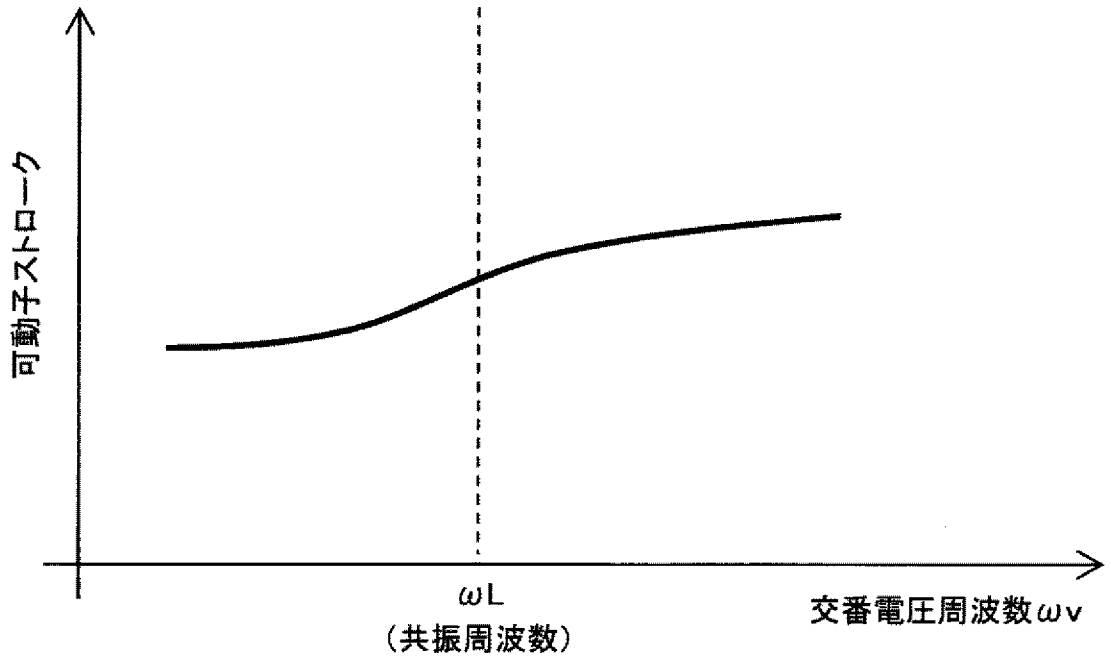
[図7]

図 7


56
インバータ
出力電圧
指令値 v
57
電圧
制御部
ストローク指令値 x**
51
ストローク
制御部
52
位置推定部
53
周波数
制御部
ωv
推定位置 x^
ストローク指令値 x*
電流値 I

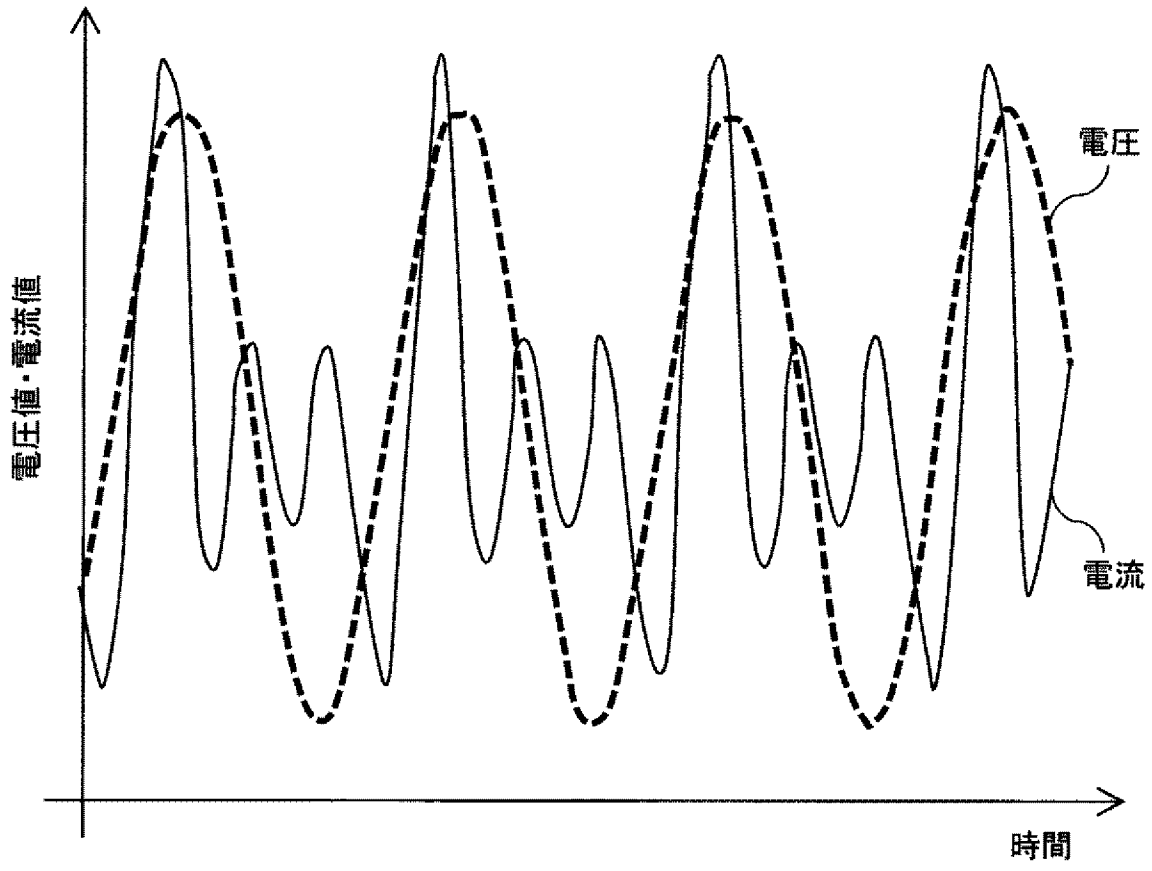
[図8]

図 8



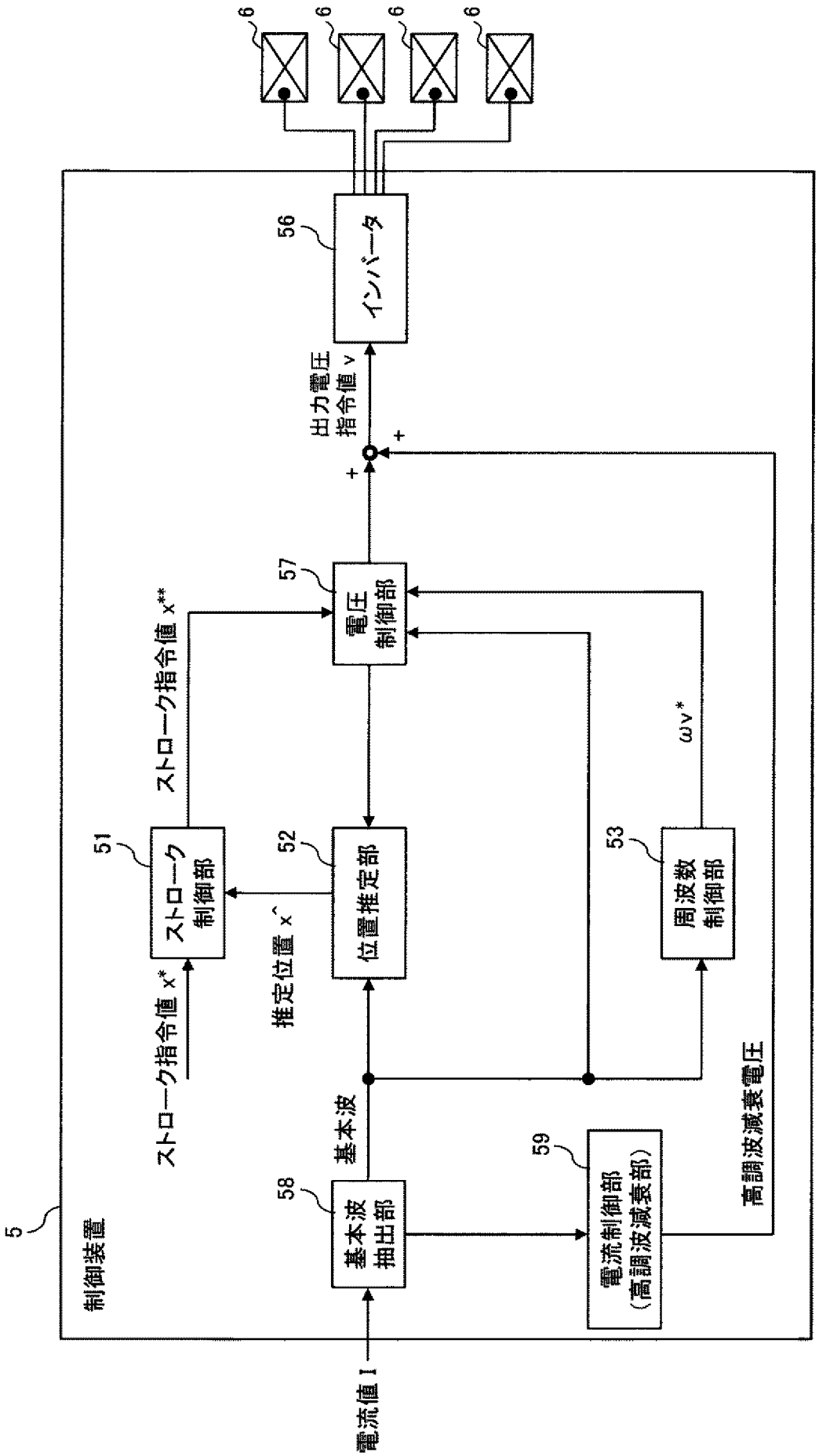
[図9]

図 9



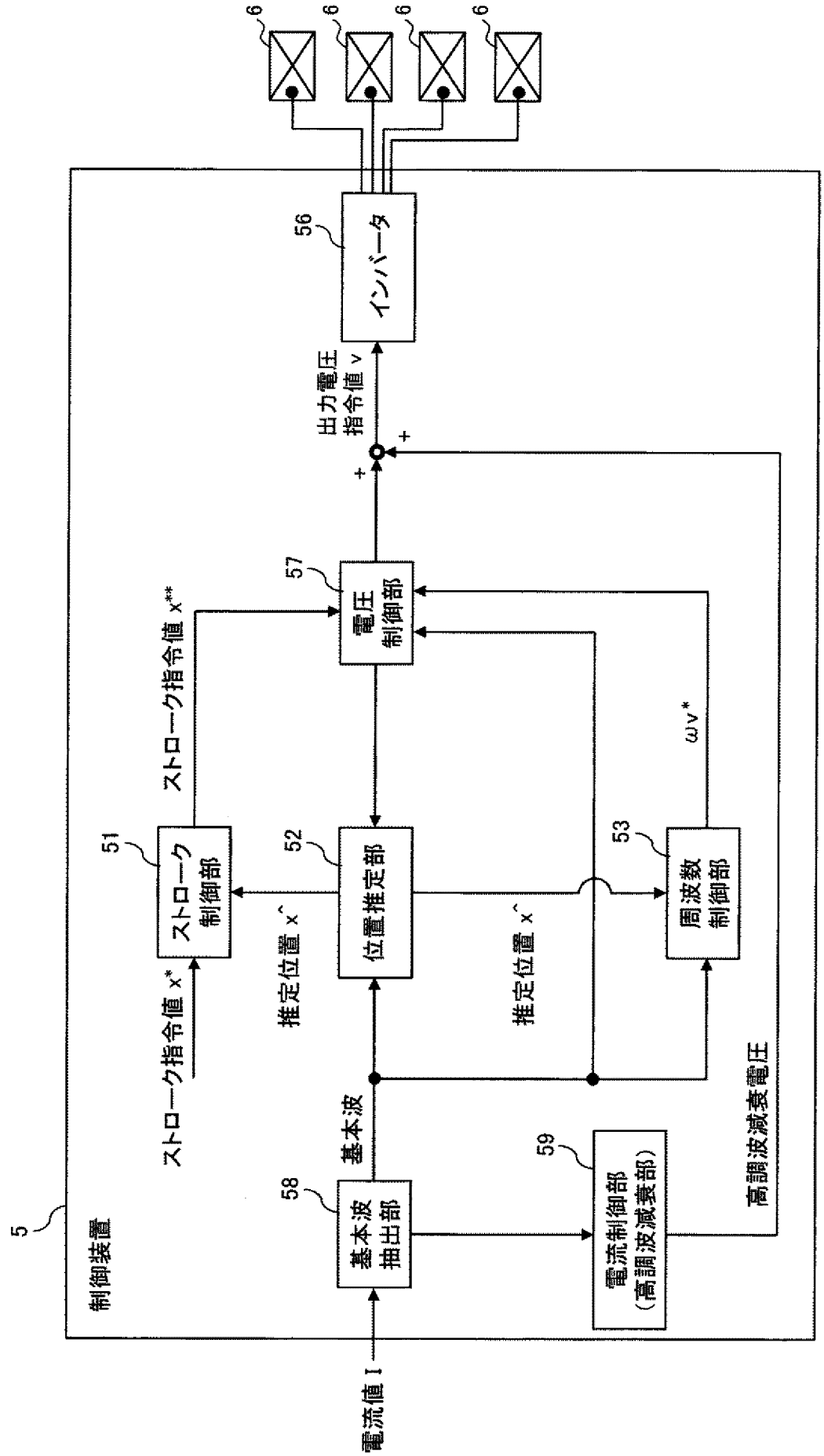
[図10]

図 10


6
6
6
6
56
インバータ
出力電圧
指令値 v
+
+
57
電圧
制御部
ストローク指令値 x**
ωv*
51
ストローク
制御部
52
位置推定部
53
周波数
制御部
ストローク指令値 x*
推定位置 x^
基本波
58
基本波
抽出部
59
電流制御部
(高調波減衰部)
高調波減衰電圧
5
制御装置
電流値 I

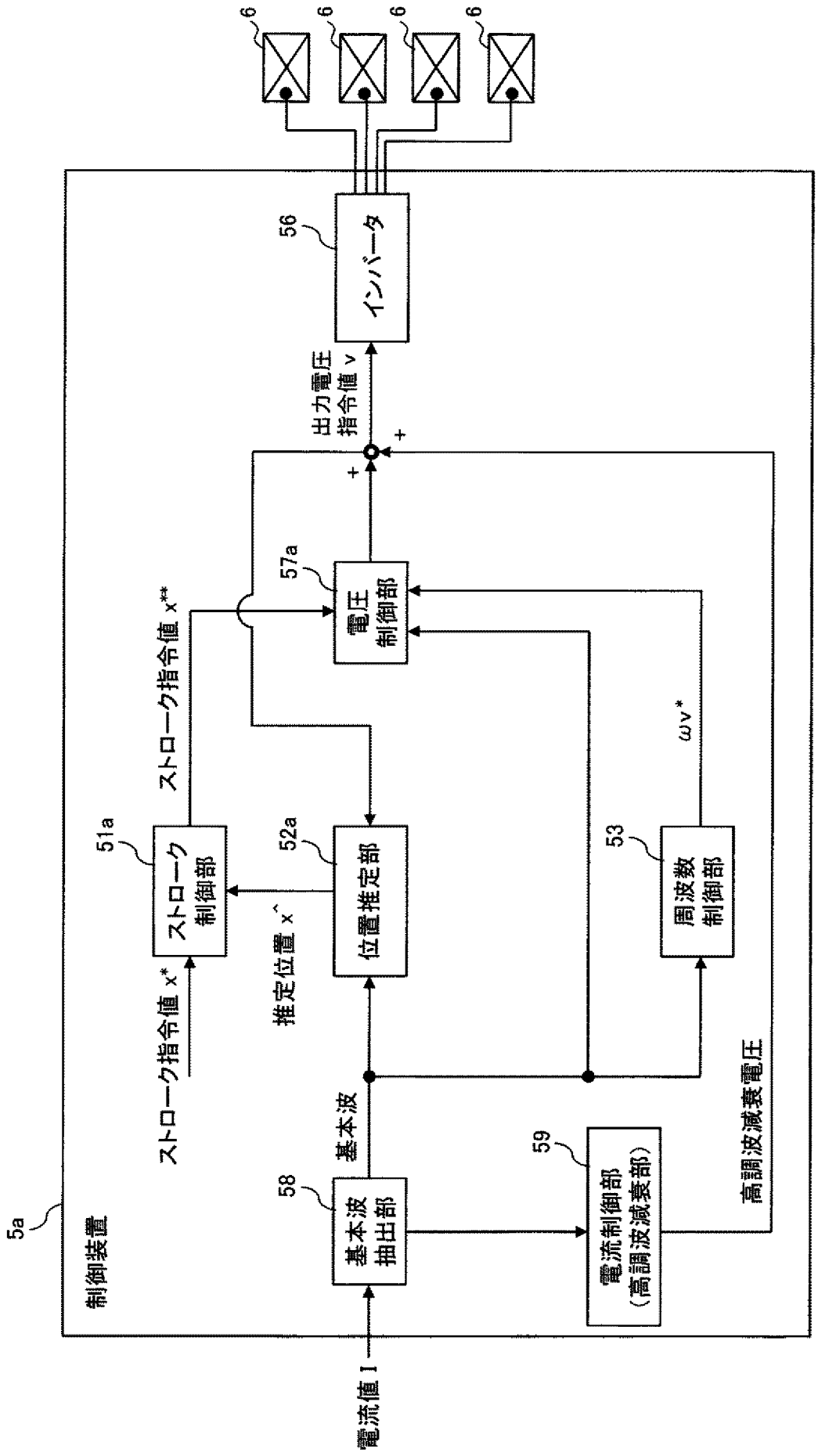
[図11]

図 11


6
6
6
6
56
インバータ
出力電圧
指令値 v
+
+
57
電圧
制御部
ストローク指令値 x**
51
ストローク
制御部
52
位置推定部
53
周波数
制御部
ωv*
ストローク指令値 x*
推定位置 x^
推定位置 x^
基本波
58
基本波
抽出部
59
電流制御部
（高調波減衰部）
高調波減衰電圧
5
制御装置
電流値 I

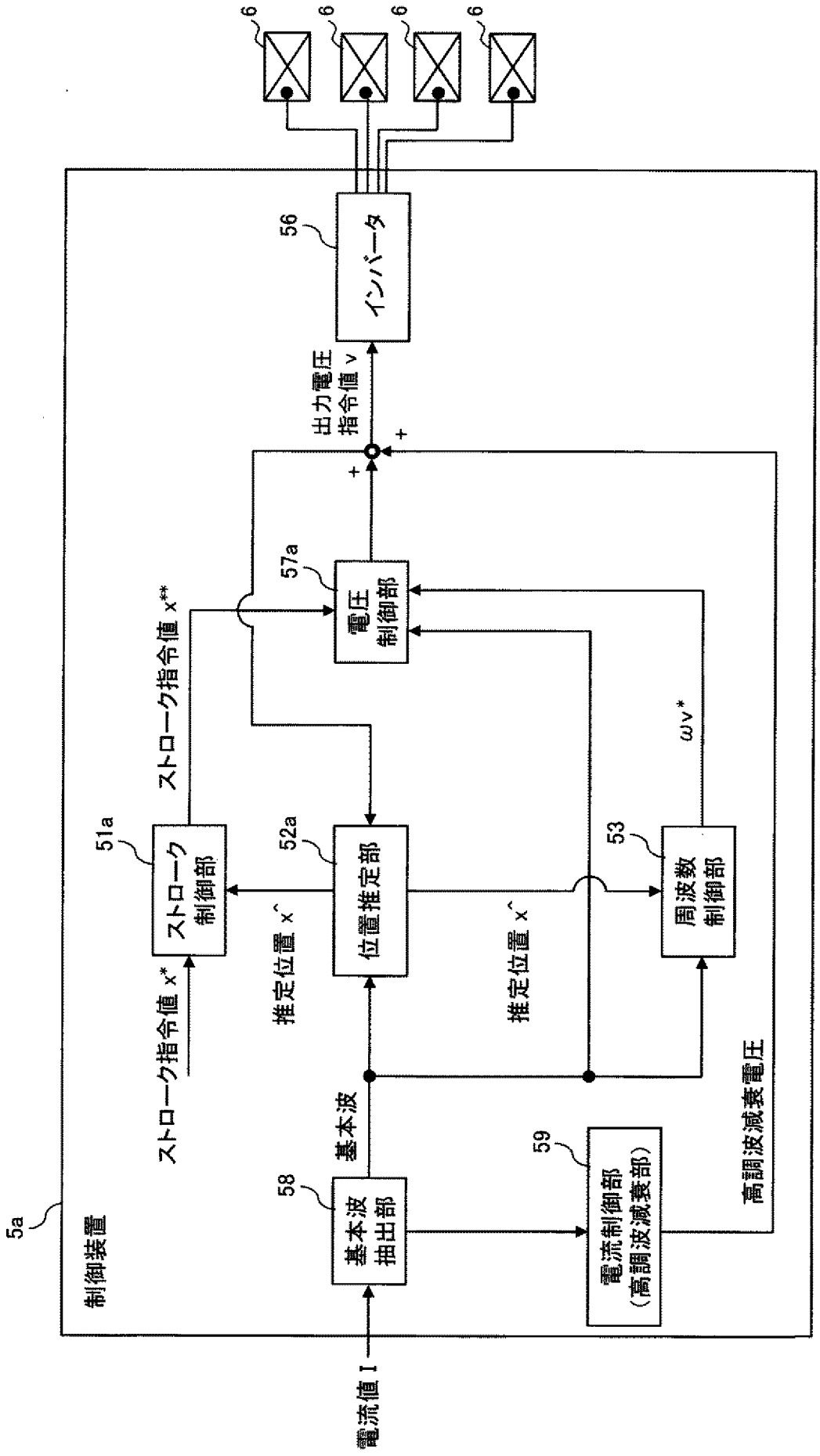
[図12]

図 12


6
6
6
6
56
インバータ
出力電圧
指令値 v
+
+
57a
電圧
制御部
ストローク指令値 x**
51a
ストローク
制御部
52a
位置推定部
53
周波数
制御部
ωv*
ストローク指令値 x*
推定位置 x^
基本波
58
基本波
抽出部
59
電流制御部
（高調波減衰部）
高調波減衰電圧
5a
制御装置
電流値 I

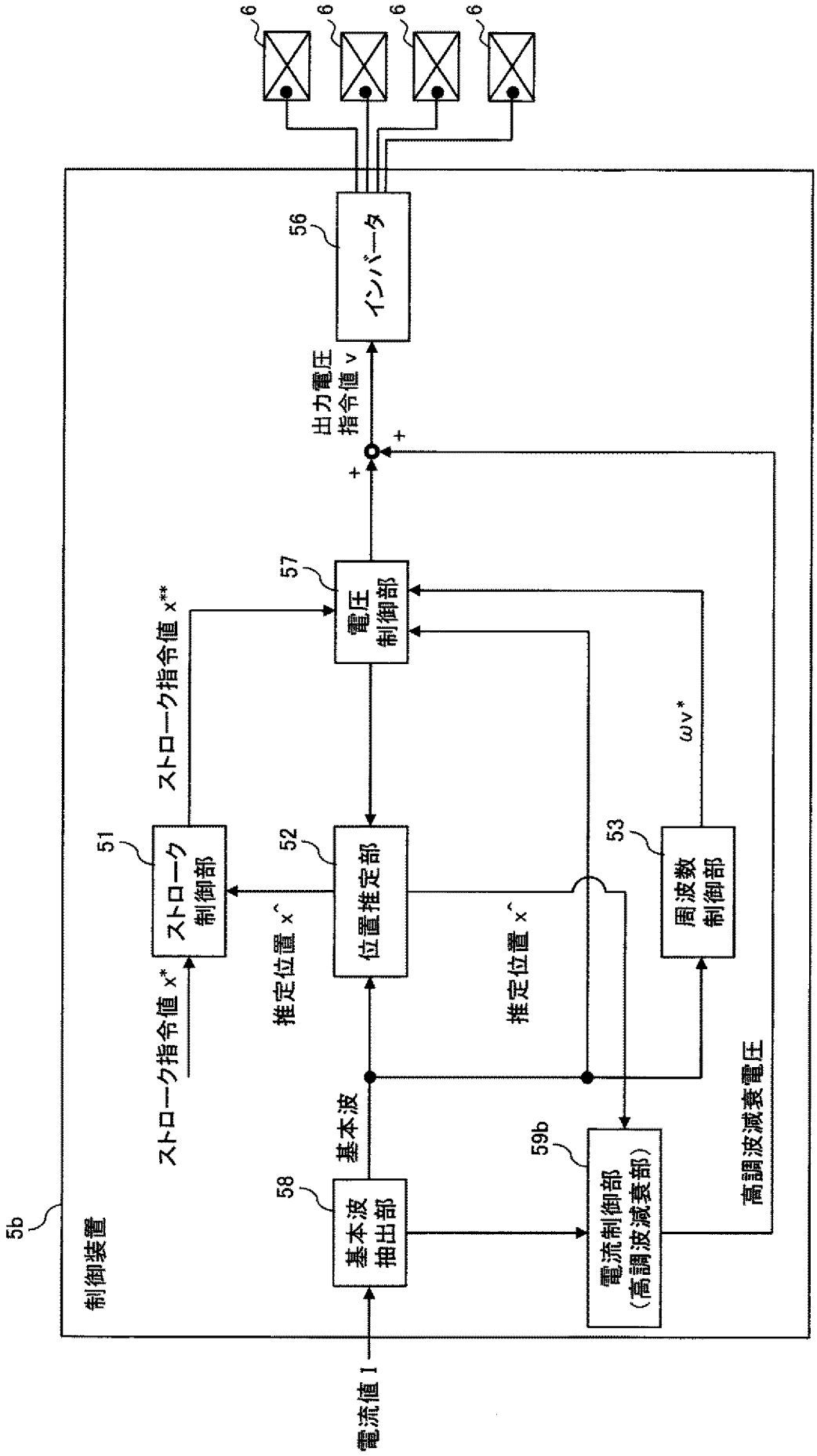
[図13]

図 13


6
6
6
6
56
インバータ
出力電圧
指令値 v
+
+
57a
電圧
制御部
ストローク指令値 x**
51a
ストローク
制御部
52a
位置推定部
53
周波数
制御部
ωv*
ストローク指令値 x*
推定位置 x^
推定位置 x^
基本波
58
基本波
抽出部
59
電流制御部
(高調波減衰部)
高調波減衰電圧
5a
制御装置
電流値 I

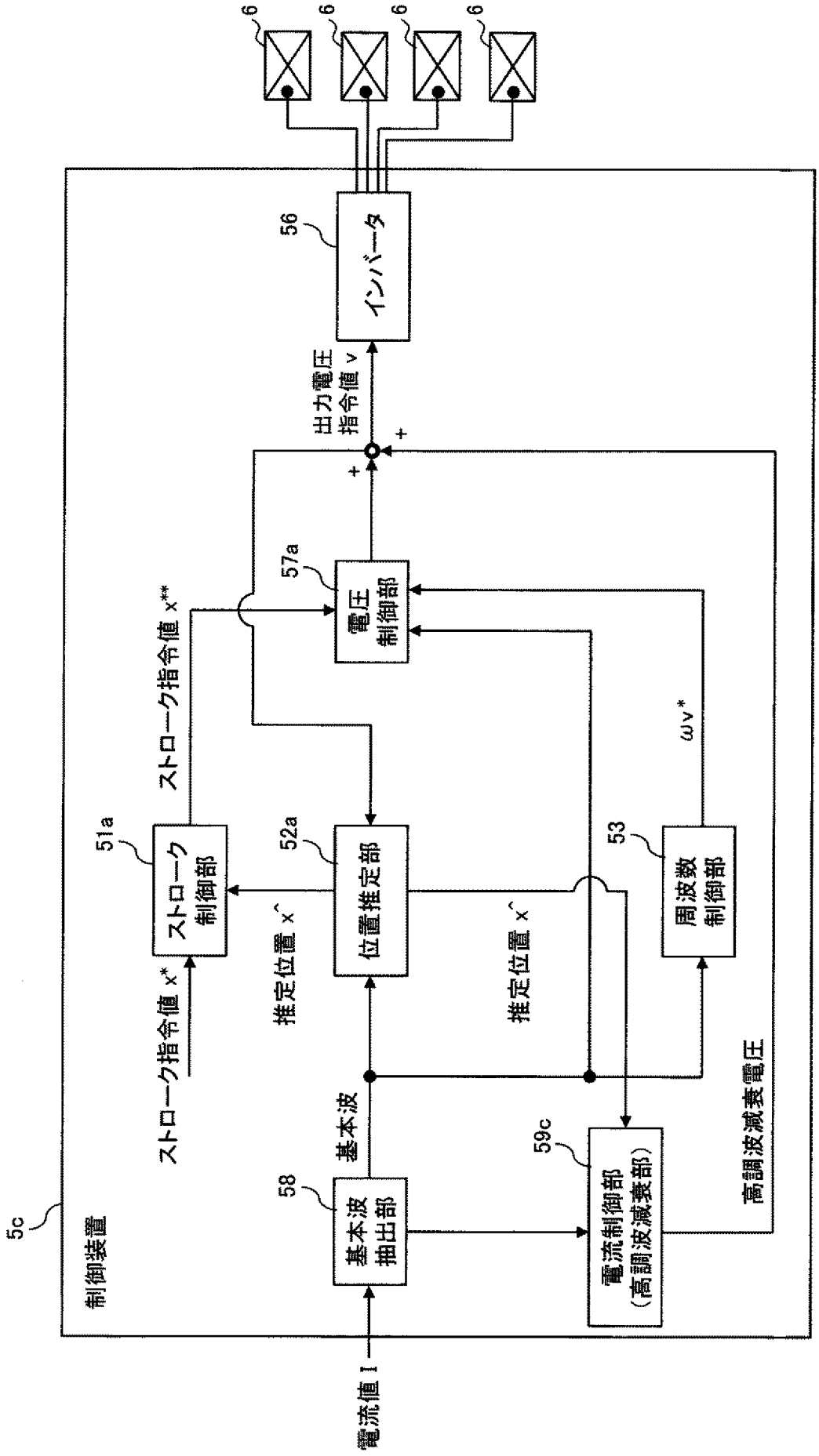
[図14]

図 14


6
6
6
6
56
インバータ
出力電圧
指令値 v
+
+
57
電圧
制御部
ストローク指令値 x**
51
ストローク
制御部
52
位置推定部
53
周波数
制御部
ωv*
ストローク指令値 x*
推定位置 x^
推定位置 x^
基本波
58
基本波
抽出部
59b
電流制御部
(高調波減衰部)
高調波減衰電圧
5b
制御装置
電流値 I

[図15]

図 15


6
6
6
6
56
インバータ
出力電圧
指令値 v
+
+
57a
電圧
制御部
ストローク指令値 x**
51a
ストローク
制御部
52a
位置推定部
53
周波数
制御部
ωv*
ストローク指令値 x*
推定位置 x^
推定位置 x^
基本波
58
基本波
抽出部
59c
電流制御部
(高調波減衰部)
高調波減衰電圧
5c
制御装置
電流値 I

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/042564

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H02P25/064(2016.01)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

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.
Y A	JP 7-60188 A (YKK CORPORATION) 07 March 1995, paragraphs [0015]-[0039], fig. 2, 4 & US 5472079 A, specification, column 4, line 41 to column 12, line 56, fig. 2, 4 & EP 629568 A2 & CN 1117011 A	1-3 4-17

☒ 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	Date of mailing of the international search report
09 February 2018 (09.02.2018)	20 February 2018 (20.02.2018)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/042564

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-56994 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 19 February 2004, fig. 11 & US 2004/0108824 A1, fig. 11 & CN 1477767 A	1-3
Y	JP 2001-286185 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 12 October 2001, paragraph [0005] (Family: none)	3
A	JP 2015-119632 A (LG ELECTRONICS INC.) 25 June 2015, paragraph [0007], fig. 19 & US 2015/0176579 A1, paragraph [0009], fig. 1 & EP 2886863 A1 & CN 104728074 A	1-17

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０４２５６４

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

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

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
Ｙ Ａ	JP 7-60188 A（ワイケイケイ株式会社） 1995.03.07, 段落[００１５]－[００３９]、図２、４ & US 5472079 A. 明細書第４欄第４１行－第１２欄第５６行、図２、４ & EP 629568 A2 & CN 1117011 A	１－３ ４－１７

☑　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	国際調査報告の発送日
０９．０２．２０１８	２０．０２．２０１８

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）　３Ｖ　４４８４
▲桑▼原　恭雄
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
Ｙ	JP 2004-56994 A（松下電器産業株式会社）2004.02.19，図１１ & US 2004/0108824 A1，図１１ & CN 1477767 A	１－３
Ｙ	JP 2001-286185 A（三洋電機株式会社） 2001.10.12，段落［０００５］ （ファミリーなし）	３
Ａ	JP 2015-119632 A（エルジー　エレクトロニクス　インコーポレイティド） 2015.06.25，段落［０００７］、図１９ & US 2015/0176579 A1，段落［０００９］、図１ & EP 2886863 A1 & CN 104728074 A	１－１７