

(43) 国際公開日
2006年4月13日 (13.04.2006)

PCT

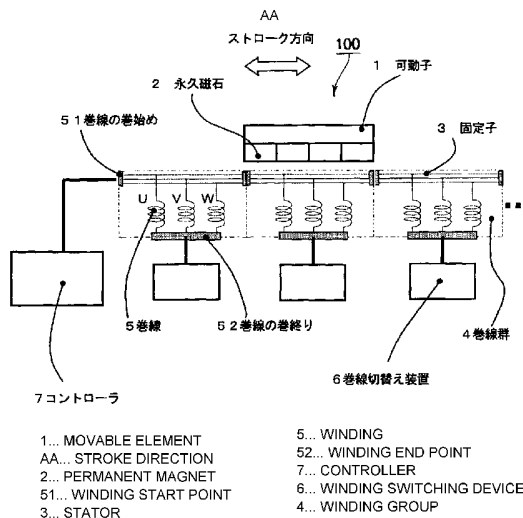
(10) 国際公開番号
WO 2006/038510 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 25/06 (2006.01) B60L 13/03 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/017858
- (22) 国際出願日: 2005年9月28日 (28.09.2005)
- (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2004-289677 2004年10月1日 (01.10.2004) JP
特願2004-330362 2004年11月15日 (15.11.2004) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社
安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI)
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人(米国についてののみ): 山田 健二
(YAMADA, Kenji). 前村 明彦 (MAEMURA, Ak-
ihiko). 森本 進也 (MORIMOTO, Shinya). 鹿山
透 (SHIKAYAMA, Toru). 田中 善之 (TANAKA,
Yoshiyuki). 高木 護 (TAKAKI, Mamoru).
- (74) 代理人: 小栗 昌平, 外(OGURI, Shohei et al.); 〒
1076013 東京都港区赤坂一丁目12番32号アーク
森ビル13階 栄光特許事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: LINEAR MOTOR SYSTEM

(54) 発明の名称: リニアモータシステム



(57) Abstract: There is provided a linear motor system capable of realizing a long stroke of a linear motor while saving energy and reducing cost. The linear motor system includes a linear motor (100), a controller (7) for supplying variable voltage, and a winding switching device (6) for opening/closing a phase winding (5) of each of phases constituting a plurality of winding groups (4) divided into the stroke direction. The winding switching device (6) is formed by three-phase rectification means, a semiconductor switch arranged at both sides of its DC output side, a resistor and a capacitor each connected in parallel. Each of the phase windings constituting the plurality of the winding group (4) has one end connected to the output end of the controller (7) and the other end connected to the AC input side of the three-phase rectification means of the winding switching device (6). By opening/closing the semiconductor switch of the winding switching device (6), it is possible to excite a desired winding group (4) among the plurality of winding groups (4) divided in the stroke direction.

(57) 要約: リニアモータのロングストローク化を省エネ、低コストでできるリニアモータシステムを提供する。
リニアモータ100と、可変電圧を供給するコントローラ7と、ストローク方向に分割された複数の巻線群4を構成する各相の相巻線5を開閉する巻線切替え装置6とから構成されるリニアモータシステムにおいて、巻線切替え装置6を三相整流手段と、その直流出力側の両端に設けられた半導体スイッチおよびこれに各々並列接続された抵抗とコンデンサとで構成し、複数の巻線

[続葉有]

WO 2006/038510 A1



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

群4を構成するそれぞれの相巻線の一端をコントローラ7の出力端に接続し、他端を巻線切替え装置6の三相整流手段の交流入力側に接続し、巻線切替え装置6の半導体スイッチを開閉することにより、ストローク方向に分割された複数の巻線群4のうち所望の巻線群4を励磁できるようにした。

明 細 書

リニアモータシステム

技術分野

[0001] 本発明は、リニアモータのロングストローク化を省エネ、かつ低コストで構成するリニアモータシステムに関するもので、特にその巻線切替え装置を備えたロングストロークのリニアモータシステムに関する。

[0002] また、本発明は、固定子側がリニアモータ固定子と電機子巻線で構成され、可動子側が永久磁石の組み合わせや二次側導体で構成される固定電機子形リニアモータに関する。

背景技術

[0003] 従来のリニアモータシステムは、可動子に磁気装荷手段となる永久磁石を備え、固定子に電気装荷手段となる巻線を有し、該巻線はストローク方向に複数個並べられ、かつ、該巻線にはそれぞれ電流を流すためのコントローラが設けられ、該コントローラはそれぞれ区間切換装置に接続されている(例えば、特許文献1参照)。

[0004] 以下、図14を用いて従来のリニアモータシステムを説明する。

[0005] 図14において、900は従来のリニアモータシステム、901は可動子、902は永久磁石、903は固定子、904はコントローラ、905は区間切換装置である。固定子903には電気装荷手段となる巻線が設けられ、該固定子903はそれぞれコントローラ904に接続され、該コントローラ904より前記固定子903へ電流を流すことにより可動子901との間で推力を発生し、ストローク方向へ可動子901が移動する。区間切換装置905は可動子901の位置を計測する何らかの手段により得られた該可動子901の位置情報によって、可動子901と対向して推力の発生に寄与する固定子903につながるコントローラ904のみに電流を流す指令を与える装置である。

[0006] このように、従来のリニアモータシステムは、固定子903につながるコントローラ904のうち、推力に寄与する固定子903につながるコントローラ904に区間切換装置905より指令を与えて、所望の固定子903のみに電流を流すことにより、推力の発生に寄与していない固定子903には電流が流れないために発生損失を抑えて、省エネにて

ロングストローク化を行うものである。

[0007] ところが、上述した従来のリニアモータでは、ストロークを長くするには固定子903を所望のストローク分ほど並べればよいが、該固定子903に繋がるコントローラ904も固定子903と同じ台数が必要となる。コントローラ904は一般に高価であり、ロングストローク化するために複数台のコントローラ904を用いることはコスト的に問題があった。

[0008] また、コントローラ904へ電流を流す指令を与える区間切換装置905はストローク方向へ移動する可動子901の位置を正確に把握し、該可動子901と対向し推力に寄与する固定子903につながるコントローラ904に電流を流す指令を与える必要があり、かつ、該指令は電流の大きさ、位相、周波数をもったものでなければならない。そのため、区間切換装置905によるコントローラ904の制御は非常に複雑なものであるという問題があった。

[0009] さらに、従来のリニアモータシステム900では、可動子901がストローク方向に隣合う固定子903を跨いでいる状態と、可動子901が完全に固定子903と対向している状態では、誘起電圧およびインダクタンスに違いが生じる。そのため、コントローラ904から固定子903へ電流を流すとき、固定子903と可動子901との相対位置により誘起電圧およびインダクタンスに違いが生じることで制御性が低下してしまい、速度変動が発生する問題があった。

[0010] また、リニアモータは、一般的に可動電機子形リニアモータと固定電機子形リニアモータに大別される。

[0011] 可動電機子形リニアモータの構成は、固定子側が永久磁石や二次側導体で構成され、可動子側が電機子巻線で構成される(例えば、特許文献2参照)。この場合リニアモータ駆動用サーボアンプが接続されるのは可動子側であり、モータ制御的には回転形モータと同様に一組のモータのブロックとして扱えるので、制御しやすい。

[0012] 一方、固定電機子形リニアモータの構成は、固定子側がリニアモータ固定子と電機子巻線で構成され、可動子側が永久磁石や二次側導体で構成される(例えば、特許文献3参照)。この場合、リニアモータ駆動用サーボアンプが接続されるのは固定子側である。長ストロークの場合、固定子側電機子巻線の構成としては、複数の電機子

巻線の直列接続と並列接続がある。直列接続の場合は可動子と重ならない区間も全て通電する。並列接続の場合は、可動子の移動に応じて各電機子巻線のブロックごとの区間切替が必要になる。

- [0013] 区間切替の方式として、固定子ブロックと同数のリニアモータ駆動用サーボアンプで一台の固定子に対し一台のサーボアンプで制御を行い、サーボアンプそのものを切り替える方式や、一台ないしは少数のサーボアンプによって制御を行い、サーボアンプとは別に区間切替用のスイッチを設けて制御を行う場合がある。

特許文献1:特開平3-45157号公報(第4項、図5)

特許文献2:特開2001-78420号公報

特許文献3:特開2000-224833号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0014] 以上に述べた、各方式のリニアモータの問題点を以下に挙げる。
- [0015] 可動電機子形リニアモータでは、リニアモータ駆動用サーボアンプが接続されるのは可動子側であり、モータ制御的には回転形モータと同様に一組のモータのブロックとして扱えるので、制御しやすいが、可動電機子側に通電するため、そのための配線処理が問題になることがあり、特に長いストロークの可動電機子形リニアモータを実現しようとする、配線処理が困難になる。また、リニア同期モータの場合は、固定子側に永久磁石を配置するため、ある程度の長ストロークになると、高価な永久磁石を多用せざるを得なくなるため、コスト的に割高になる。
- [0016] 一方、固定電機子形リニアモータは、リニアモータ駆動用サーボアンプが接続されるのは固定子側であり、前述の配線処理の問題はなくなる。しかし、長ストロークの場合、固定子側電機子巻線の構成としては、複数の電機子巻線の直列接続と並列接続があるが、直列接続の場合は可動子と重ならない区間も全て通電することになり消費電力面で不利になるし、電機子巻線の漏れインダクタンスが大きくなるため、力率、効率の低下に繋がる。
- [0017] 固定子ブロックの電機子巻線が並列接続で、固定子ブロックと同数のリニアモータ駆動用サーボアンプで、一台の固定子に対し一台のサーボアンプで制御を行い、サ

ーボアンプそのものを切り替える方式は、複雑かつ高価なシステムとなる。

[0018] また一台ないしは少数のサーボアンプによって制御を行い、サーボアンプとは別に区間切替用のスイッチを設けて制御を行う場合が考えられるが、スイッチ動作の遅れ時間によって、電流の不連続やトルク脈動と言った問題が生じる。

[0019] 本発明は、これらの問題に鑑みてなされたものであり、ロングストローク化してもコントローラの台数を増やすことなく、かつ、上述の区間切替装置を用いて複雑な制御を必要とすること無しに、低コストで、速度変動のない、容易にロングストローク化を可能とするリニアモータシステムを提供することを目的とするものである。

[0020] また、本発明は、配線処理の問題を解決し、さらに1台のサーボアンプで複数の電機子巻線を効率よく、更に瞬時に切り替えることができる安価な固定電機子形リニアモータを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0021] 上記問題を解決するため、請求項1記載の発明は、リニアモータシステムに係り、永久磁石により構成される磁気装荷手段を備えた可動子と、該永久磁石に対向する巻線面を有する巻線により構成される電気装荷手段を備えた固定子とが空隙を介して対向し、該固定子はストローク方向に分割された複数の巻線群から成り、該巻線群を構成する各相の相巻線はそれぞれ巻き始めの端子と巻き終わりの端子を有する構成のリニアモータと、可変周波の可変電圧を前記リニアモータへ供給するコントローラと、前記ストローク方向に分割された複数の巻線群を構成する各相の相巻線を適宜開閉する巻線切替え装置とから構成されるリニアモータシステムにおいて、前記巻線切替え装置を、3相整流手段と、該3相整流手段の直流出力側の両端に設けられた半導体スイッチおよび該半導体スイッチとそれぞれ並列接続された抵抗とコンデンサとで構成し、前記ストローク方向に分割された複数の巻線群を構成するそれぞれの相巻線の一端を、前記コントローラの出力端に接続し、他端を前記巻線切替え装置の前記3相整流手段の交流入力側に接続し、該巻線切替え装置を構成する半導体スイッチを開閉することにより、前記ストローク方向に分割された複数の巻線群のうち、所望の巻線群のみを励磁することを特徴とするものである。

[0022] 請求項2記載の発明は、請求項1記載のリニアモータシステムにおいて、前記固定

子を構成する巻線群にはそれぞれストローク方向に少なくとも1つ以上の前記可動子が対向していることを検出するセンサが備わり、該センサの信号により可動子が対向する巻線群に接続される前記巻線切替え装置の半導体スイッチを閉とすることを特徴とするものである。

- [0023] 請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載のリニアモータシステムにおいて、前記固定子を構成する巻線群のストローク方向長さを L_c とし、前記可動子のストローク方向長さを L_{ml} としたとき、

$$L_{ml} = n \times L_c$$

n : 2以上の整数

の関係となるよう L_c 、 L_{ml} を決め、可動子とストローク方向に完全に対向する巻線群のみを励磁することを特徴とするものである。

- [0024] 請求項4記載の発明は、請求項1又は2記載のリニアモータシステムにおいて、前記固定子を構成する巻線群のストローク方向長さ L_c を、前記可動子のストローク方向長さを L_{ms} としたとき、

$$L_{ms} = L_c / n$$

n : 2以上の整数

の関係にある可動子を複数個ストローク方向に並べ、該可動子を配置するピッチ L_{mp} を

$$L_{mp} = L_{ms} \times (n + 1)$$

の関係で固定板に取付け、前記可動子がストローク方向に完全に対向する巻線群のみを励磁することを特徴とするものである。

- [0025] 請求項5記載の発明は、請求項1又は2記載のリニアモータシステムにおいて、前記電気装荷手段となる前記巻線群と可動子の検出を行う前記検出センサと該検出センサの信号を処理する処理回路を、パターンが施された基板に設け、該基板同士を複数個コネクタ接続することで前記固定子を形成することを特徴とするものである。

- [0026] 請求項6記載の発明は、リニアモータシステムに係り、永久磁石により構成される磁気装荷手段を備えた可動子と、該永久磁石に対向する巻線面を有する巻線により構成される電気装荷手段を備えた固定子とが、空隙を介して対向し、該固定子はストロ

ーク方向に分割された複数の巻線群から成り、該巻線群の巻線を構成する各相の相巻線はそれぞれ巻き始めの端子と巻き終わりの端子を有し、また、該巻線群にはストローク方向に前記可動子と完全に対向していることを検出するためのセンサを設けて構成されるリニアモータと、可変周波数の可変電圧を供給するコントローラと、3相整流手段と、該3相整流手段の直流出力側の両端に、半導体スイッチと該半導体スイッチと並列にそれぞれ抵抗とコンデンサを設けることにより構成される巻線切替え装置と、によって構成され、前記ストローク方向に分割された複数の巻線群の巻線を構成するそれぞれの相巻線の巻き始め端子を前記コントローラの出力端に接続し、他端を前記巻線切替え装置の前記3相整流手段の交流入力側に接続し、該巻線切替え装置を構成する半導体スイッチを閉することにより、前記ストローク方向に分割された複数の巻線群を励磁するリニアモータシステムにおいて、前記巻線群のストローク方向長さを L_c 、前記可動子のストローク方向長さを L_m としたとき、

$$L_m = n \times L_c$$

$$n: 2 \text{ または } 3$$

の関係となるよう L_c および L_m を決め、該巻線群には、該巻線群に備わるセンサの信号と該巻線群と隣り合う少なくとも一方の巻線群に備わるセンサの信号を用いて、該巻線群と接続される前記巻線切替え装置の開閉を行う信号を作る信号作成回路を備えたことを特徴とするものである。

[0027] 請求項7記載の発明は、請求項6記載のリニアモータシステムにおいて、前記信号作成回路が常に $n-1$ 個の巻線群を励磁状態とする信号を出力することを特徴とするものである。

[0028] 請求項8記載の発明は、請求項7記載のリニアモータシステムにおいて、前記信号作成回路を、該信号作成回路が備わる巻線群に設けられるセンサからの出力信号と、該巻線群と隣り合う一方の巻線群に備わるセンサの出力信号を反転した信号とのAND処理を行った後の信号として出力する論理回路により構成したことを特徴とするものである。

[0029] 請求項9記載の発明は、請求項7記載のリニアモータシステムにおいて、前記信号作成回路を、該信号作成回路が備わる巻線群に設けられるセンサからの出力信号と

、該巻線群と隣り合う両側の巻線群に備わる2つのセンサ出力信号をAND処理後に反転した信号とを、AND処理を行い出力信号とする論理回路により構成したことを特徴とするものである。

[0030] また、上記問題を解決するため、本発明は、固定子側が、それぞれリニアモータ固定子と複数相の電機子巻線からなる固定子ブロックを複数、線状に配置して構成され、可動子側が永久磁石の組み合わせや二次側導体で構成されるリニアモータシステムにおいて、前記複数の固定子ブロックの各電機子巻線の一方の端子を1台のリニアモータ駆動用サーボアンプの各相ラインに接続し、前記各電機子巻線の他方の端子を複数相のダイオードブリッジの midpoint に接続し、前記ダイオードブリッジの正側共通端子と負側共通端子の間に半導体スイッチ素子を接続し、この半導体スイッチ素子に並列に、第1の環流ダイオードと放電抵抗と第2の環流ダイオードからなる直列回路を接続し、前記放電抵抗に並列に平滑コンデンサを接続し、かつ、前記半導体スイッチ素子を、前記リニアモータ固定子側に配置した可動子位置センサの位置信号に基づいて順次オンオフ制御することで、前記複数相の電機子巻線を励磁状態と非励磁状態に切り替える巻線切替回路を設けたものである。

[0031] 本発明においては、半導体スイッチ素子がオンの場合はダイオードブリッジの正側共通端子と負側共通端子間が短絡されるので、その固定子ブロックにおける電機子巻線の各相にサーボモータからの駆動電流が流れてリニアモータ固定子が励磁され、可動子に移動力が作用する。半導体スイッチ素子がオフになった場合はダイオードブリッジの正側共通端子と負側共通端子間がオープンになるので、その固定子ブロックにおける電機子巻線にはサーボモータからの駆動電流は流れないが、電機子巻線に蓄えられたエネルギーは、ダイオードブリッジのダイオード、第1および第2の環流ダイオードを介して平滑コンデンサに吸収され、平滑コンデンサに蓄えられたエネルギーは放電抵抗によって放電されることになる。

[0032] 前記複数の固定子ブロックに対して同数の巻線切替回路を設けることにより、各固定子ブロックを順次巻線切り替えすることで、可動子を所定方向に駆動することができる。

[0033] また、可動子位置センサによって半導体スイッチ素子の駆動信号を生成し、前記複

数の固定子ブロックを順次切り替えていくようにすることで、可動子を所定方向に駆動することができる。

発明の効果

- [0034] 請求項1に記載の発明によると、巻線切替え装置を構成する半導体スイッチを開閉することにより、閉の場合には該巻線切替え装置につながる巻線群はスター結線となってコントローラに接続される状態となり、コントローラより電流を流すことで該巻線群に電流が流れて励磁することができる。また、開の場合にはスター結線の中性点側が開放の状態となりコントローラより電流を流しても巻線群には電流が流れずに励磁できない。よって、前記推力方向に分割された複数の巻線群のうち、該巻線群につながる巻線切替え装置の半導体スイッチを開閉することで、所望の巻線群のみを励磁することができる。推力は固定子に備わる永久磁石と対向する固定子の巻線群で発生する。
- [0035] 本リニアモータシステムは、所望の巻線群のみを励磁することができるので、ロングストローク化したときに推力の発生する巻線群に生じる損失のみに抑えることができるため、省エネ化が行える。
- [0036] また、コントローラは発生する推力と、該推力を発生する巻線群に生じる損失のみを供給できる容量で良く、本リニアモータシステムでは発生する損失を小さく抑えることができるため、ロングストローク化した際にもコントローラの容量を増やす必要が無く低コストが行える。
- [0037] また、固定子は巻線群をストローク方向に複数個並べることで構成されているため、所望の個数を並べることができ、多くの個数を並べても、1台のコントローラで運転でき、容易にロングストローク化を実現できる。
- [0038] 請求項2に記載の発明によると、巻線群に設けられる可動子が該巻線群と対向していることを検知するセンサの信号により、該センサが可動子を検知すると、該可動子と対向する固定子を構成する巻線群のみを自動的に励磁することができ、可動子の位置を計測し、励磁する巻線群に取り付く巻線切替え装置を判断する手段を必要としないため、システムの簡素化、ローコスト化を行うことができる。
- [0039] 請求項3に記載の発明によると、可動子のストローク方向の長さは巻線群の少なくと

も2倍以上となるため、少なくとも1つの巻線群は完全に可動子と対向する状態こととなり、該完全に可動子と対向した巻線群のみを励磁する。

- [0040] 固定子を構成する巻線群は、全て可変周波の可変電圧を供給するコントローラに並列に接続されており、可動子と完全に対抗していない状態で励磁すると、それぞれ対向する面積が異なるために各々の巻線群に発生する誘起電圧に差が生じて循環電流が流れて発生推力の低下をもたらすが、完全に可動子と対向する巻線群のみを励磁するために循環電流の発生を無くすることができる。
- [0041] 請求項4に記載の発明によると、例えば固定板に取り付く可動子が2つの場合には、一方の可動子が巻線群のストローク方向の境目に位置し、2つの巻線群に跨り完全に対向していない状態でも、残りの可動子は巻線群に完全に対向する状態となる。そのため、少なくとも一つの可動子は完全に巻線群に対向し、該可動子と完全に対向している巻線群のみを励磁することで、循環電流の発生を無くすることができ、ストローク方向へ連続した運転が行える。
- [0042] 請求項5に記載の発明によると、固定子を構成する巻線群を基板上にコイルを並べて電氣的に接続することで簡単に製作することができ、かつ、可動子の有無を検出するセンサおよびその信号処理回路も該基板上に素子をマウントすることで簡単に製作することができる。
- [0043] また、固定子は該巻線群をコネクタ接続することで容易に作ることができるので、コストの低減が期待できる。
- [0044] 請求項6記載のリニアモータシステムによると、巻線切替え装置を構成する半導体スイッチを開閉することにより、閉の場合には該巻線切替え装置につながる巻線群はスター結線となってコントローラに接続される状態となり、コントローラより電流を流すことで該巻線群に電流が流れて励磁することができる。また、開の場合にはスター結線の中性点側が開放の状態となりコントローラより電流を流しても巻線群には電流が流れずに励磁できない。
- [0045] 可動子のストローク方向長さ L_m は固定子を構成する巻線群のストローク方向長さ L_c の n 倍(n は2もしくは3)となっており、可動子と固定子のストローク方向の相対位置関係により n 個もしくは $n-1$ 個の巻線群がストローク方向に完全に可動子と対向する

ことになる。

- [0046] 信号作成回路は、該信号作成回路が設けられる巻線群とつながる巻線切替え装置を開閉する信号を作成するものであり、該信号作成回路が設けられる巻線群のセンサ信号および該巻線群と隣り合う巻線群のセンサ信号をもとにして、該巻線群につながる巻線切替え装置を開閉することができる。こうすることにより、隣り合う巻線群と可動子の位置関係も考慮して該信号作成回路が備わる巻線群とつながる巻線切替え装置を開閉できる。
- [0047] 請求項7記載のリニアモータシステムによると、前記信号作成回路により可動子と固定子のストローク方向の相対位置関係で n 個もしくは $n-1$ 個の巻線群が可動子と完全に対向する場合において、 n 個の時には所望の1個の巻線群につながる巻線切替え装置のみを開とすることができ、常時 $n-1$ 個の巻線のみが励磁される状態とすることができる。このため、コントローラから見た固定子の誘起電圧およびインダクタンスや抵抗のインピーダンスを常に一定とすることができる。よって、制御性を改善でき、速度変動を小さくすることができる。
- [0048] 請求項8記載のリニアモータシステムによると、NOT素子とAND素子のみによる非常に簡単な論理回路により、可動子のストローク方向長さ L_m が固定子を構成する巻線群のストローク方向長さ L_c の2倍($n=2$)のときの前記信号作成回路を構成できる。
- [0049] 請求項9記載のリニアモータシステムによると、NOT素子とAND素子のみによる非常に簡単な論理回路により、可動子のストローク方向長さ L_m が固定子を構成する巻線群のストローク方向長さ L_c の3倍($n=3$)のときの前記信号作成回路を構成できる。
- [0050] また、本発明の巻線切替回路を設けたリニアモータシステムによれば、複数の固定子ブロックの各電機子巻線に流す電流を1台のサーボアンプで制御することで、ロングストロークの固定電機子形リニアモータが安価に実現でき、半導体スイッチ素子による切替方式のため、切替の遅れ時間を最小限にしてスムーズな切替を実現できる。その結果、電流は連続的になり、トルク脈動もなくなる。また、リニアモータ固定子の電機子巻線が並列接続のため、巻線のインピーダンスは線間抵抗分を除いていつも

同じになるので、サーボアンプによるベクトル制御が容易になり、モータ力率、効率も向上する。

図面の簡単な説明

- [0051] [図1]本発明の第1実施例を示すリニアモータシステムの構成図
[図2]本発明の巻線切替え装置を説明するための回路図
[図3]第2実施例を示すリニアモータシステムの構成図
[図4]第3実施例を示すリニアモータシステムの構成図
[図5]第4実施例を示すリニアモータシステムの構成図
[図6]第5実施例を示す巻線群の正面図
[図7]第5実施例を示す巻線群の側面図
[図8]第5実施例を示す巻線群の回路図
[図9]本発明の第6実施例を示す巻線切替えリニアモータシステムの構成図
[図10]本発明の巻線回路を説明する回路図
[図11]本発明の巻線切替え装置を説明するための回路図
[図12]本発明の信号処理を説明する $n=2$ の場合の論理回路図
[図13]本発明の信号処理を説明する $n=3$ の場合の論理回路図
[図14]従来のリニアモータシステムの構成図
[図15]本発明の第7実施例に係る固定電機子形リニアモータのブロック図
[図16]本発明の第7実施例の巻線切替回路の切替スイッチ部と固定子ブロックの構成例を示す回路図
[図17]本発明の第7実施例に係る切替スイッチ部の実際の構成例を示す回路図
[図18]本発明の第7実施例に係る切替スイッチ部に与える切替信号の生成を含めた全体の構成例を示すブロック図

符号の説明

- [0052] 1 可動子
2 永久磁石
3 固定子
4 巻線群

- 5 巻線
- 51 巻線の巻始め
- 52 巻線の巻終り
- 6 巻線切替え装置
- 7 コントローラ
- 8、81、82 センサ
- 9、91 信号処理回路
- 10 固定版
- 11、12 可動子
- 13 基板
- 14a、14b、14c、14d コネクタ
- 15 コイル
- 16 区間切換装置
- 61、181 三相整流器
- 62、162 半導体スイッチ
- 63、183 抵抗
- 64、184 コンデンサ
- 100 リニアモータ
- 110 可動子
- 120 永久磁石
- 130 固定子
- 140(141～43) 巻線群
- 150 信号作成回路
- 161～168 コネクタ
- 171、172 センサ
- 180 巻線切替え装置
- 190 コントローラ
- 201 サーボアンプ

- 202 固定子ブロック
- 203 リニアモータ可動子
- 204 切替スイッチ部
 - 204-1 整流ダイオード部(ダイオードブリッジ)
 - 204-2 半導体スイッチ素子
 - 204-3 還流用ダイオード
 - 204-4 平滑コンデンサ
 - 204-5 放電抵抗
- 205 ドライブ回路
- 206 切替信号処理部
- 207 センサ部

発明を実施するための最良の形態

[0053] 以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

実施例 1

[0054] 図1は本発明の第1の実施例を示すリニアモータシステムの構成図を示す。

[0055] 図2は図1に示す巻線切替え装置の構成説明図を示す。

[0056] 図1において、100はリニアモータ、1は可動子、2は永久磁石、3は固定子、4は巻線群、5は巻線、6は巻線切替え装置、7はコントローラである。

[0057] 可動子1はストローク方向へ互いに異極となるよう永久磁石2を貼り付け構成した。固定子3はU相、V相、W相の巻線5よりなる巻線群4をストローク方向に複数個ならべて構成した。可動子1と固定子3とは図示していないガイドにより連結されており、可動子1は固定子3に対してストローク方向に移動自在となっている。それぞれの巻線群4を構成するU相、V相、W相の巻線5の巻き始め51と巻き終わり52は、それぞれ巻き始め51をコントローラ7の出力端子へ接続し、巻き終わり52を巻線切替え装置6の入力端子へとコネクタ接続した。

[0058] 図2に示すように、巻線切替え装置6は3相整流器61と該3相整流器61の直流出力側の両端に、半導体スイッチ62と該半導体スイッチ62と並列に抵抗63とコンデンサ64を設けることにより構成した。なお、半導体スイッチ62にはIGBTを用いた。

- [0059] 半導体スイッチ62には、該半導体スイッチ62を開閉するための信号を入力し、可動子1(図1)と対向する巻線群4に取り付く巻線切替え装置6の半導体スイッチ62(図2)を閉とし、可動子1と対向しない巻線群4に取り付く巻線切替え装置6の半導体スイッチ62は開とした。
- [0060] 半導体スイッチ62は閉となると、前記3相整流器61で整流された直流電流は半導体スイッチ62を流れ、該半導体スイッチ62とつながっている巻線群4を構成するU相、V相、W相の巻線5の巻き終わり52は一つにつながったことになる。
- [0061] よって、該巻線5の巻き始め51から見ると、U相、V相、W相の巻線5は巻き終わり52がひとつに接続されたスター結線の状態となる。
- [0062] よって、半導体スイッチ62が閉となっている巻線切替え装置6につながる巻線群4は可変周波数電源7から電流を流すとU相、V相、W相の巻線5に電流が流れ、該巻線群4と対向して磁気装荷手段となる永久磁石2が取り付く可動子1との間で、推力を発生する。
- [0063] 半導体スイッチ62が閉となっている巻線切替え装置6につながる巻線群4は、可動子1がストローク方向へ移動し対向から外れると、該半導体スイッチ62に開の信号が入力されることで、該巻線群4を構成するU相、V相、W相の巻線5の巻き終わり52は開放の状態になり、コントローラ7から電流を流しても、該巻線5には電流が流れないため、推力は発生しない。
- [0064] 半導体スイッチ62と並列に接続した抵抗63およびコンデンサ64はスナバ回路であり、半導体スイッチ62が閉から開となったときに、巻線5に蓄えられていたエネルギーを消費するためのものである。
- [0065] 以上の構成により、可動子1と対向する固定子3を構成する巻線群4のみに電流を流して励磁が行えるため、コントローラ7から見ると、推力を発生するために必要な巻線群4のみに電流を流すだけでよく、非常に効率よく運転でき、抵触コントローラ7の容量は電流を流し励磁する巻線群4のみの推力および損失のみで決めればよく、小さな電源で済み、経済的である。
- [0066] また、本実施例に示す構成によれば、固定子3を構成する巻線群4は可動子1と対向して推力を発生するもののみに電流を流し励磁するため発生損失はストロークに

関係なく一定であるため、所望の個数の巻線群4をストローク方向に並べ固定子3を構成することができる。

[0067] なお、本実施例では、半導体スイッチをIGBT素子で構成しているため、非常に短時間での開閉動作を行うことができる。

実施例 2

[0068] 図3に本発明の第2の実施例を示す。

[0069] 図3において8は可動子が対向しているかを検出するためのセンサである。

[0070] 固定子3を構成するそれぞれの巻線群4には、可動子1と対抗する面に可動子1が該巻線群4に対向しているかを検出するためにセンサ8を設けた。該センサ8の出力端子は該センサ8が設けられた巻線群4と繋がる巻線切替え装置6の半導体スイッチ62の開閉動作を行うための信号端子と接続した。

[0071] センサ8が可動子1と対向していることを検出すると、該センサ8からは接続する半導体スイッチ62へ閉となる信号が送られる。この信号を受け、半導体スイッチ62は閉となり、該半導体スイッチ62が設けられる巻線切替え装置6につながる巻線群4の巻線5はコントローラ7から電流が流れ励磁される。

[0072] センサ8は、可動子1が対向していないときには、該センサ8からは接続する半導体スイッチ62へは開の信号が送られ、該半導体スイッチ62が設けられる巻線切替え装置6につながる巻線群4の巻線5は電流が流れない。

[0073] 以上のように、センサ8は可動子1が対向していることを検出し、その信号により巻線切替え装置6の半導体スイッチ62が開閉動作を行うため、ストローク方向に可動子1が移動し、固定子3と相対位置が変わると、自動的に可動子1と対向する巻線群4のみに電流を流し励磁することができる。

実施例 3

[0074] 図4に本発明の第3の実施例を示す。

[0075] 図4において、可動子1のストローク方向の長さ L_{ml} と固定子3を構成する巻線群4のストローク方向の長さ L_c とは、

$$L_{ml} = n \times L_c$$

n : 2以上の整数

となる長さ関係とした。本実施例では、 n は2であり、巻線群4のストローク方向長さ L_c は、可動子1のストローク方向長さ L_{ml} の半分となっている。

[0076] 巻線群4の可動子1と対向する面には、可動子1が該巻線群4に対向していることを検出するセンサ81、82をストローク方向の両端に2個取り付けた。該ストローク方向の両端に取り付く2個のセンサ81、82が、両方ともに可動子1と対向していることを検知した時のみ、該センサ81、82から巻線切替え装置6の半導体スイッチ62に閉の信号が送られるよう、センサ81、82と該センサ81、82の信号が送られる巻線切替え装置6の間に信号処理回路9を設けた。

[0077] 以上の構成にすることで、固定子3を構成する巻線群4は、可動子1がストローク方向に完全に対向した時のみ該巻線群4につながる巻線切替え装置6の半導体スイッチ62が閉となり、可変周波数電源7から電流が流れ励磁されることになる。

[0078] 本実施例は、固定子3を構成する巻線群4は全て可変周波数電源7へ並列接続となっている。上述の構成にすると、励磁される巻線群4は必ず磁気装荷手段となる可動子1に設けられた永久磁石2とストローク方向で完全に対向するため、励磁されるそれぞれの巻線群4で発生する誘起電圧は等しく、電源へ並列接続されるときに誘起電圧の差により生じる循環電流が起因して起こるブレーキトルクの発生は無くなる。

実施例 4

[0079] 図5に本発明の第4の実施例を示す。

[0080] 図5において、固定子3を構成する巻線群4のストローク方向長さ L_c と、可動子11、12のストローク方向長さ L_{ms} は、

$$L_{ms} = L_c / n$$

$$n: 2 \text{ 以上の整数}$$

の長さ関係とした。本実施例では $n=3$ とした。永久磁石2を備える可動子11、12はストローク方向に2個を

$$L_{mp} = L_{ms} \times (n + 1)$$

のピッチ L_{mp} で固定板10に固定し配置した。固定子1を構成する巻線群4の可動子11、12と対向する面には可動子11、12が対向しているかを検出するセンサ81、82

を、該巻線群4のストローク方向の両端面から可動子1の長さ L_{ms} をピッチとして取り付けた。該ストローク方向の両端に取り付く2個のセンサ81、82の少なくとも一方が可動子11、12と対向していることを検知すると、該センサ81、82から巻線切替え装置6の半導体スイッチ62に閉の信号が送られるよう、センサ81、82と該センサ81、82の信号が送られる巻線切替え装置6の間に信号処理回路91を設けた。

[0081] 以上の構成により、固定子1を構成する巻線群4は可動子11、12が完全に対向している状態でのみ巻線切替え装置6の半導体スイッチ62が閉となり、コントローラ7から電流が流れ、対向する可動子11、12に取り付く永久磁石2の作る磁束により推力を発生する。可動子11、12がストローク方向に隣り合う巻線群4を跨いでいる状態では、センサ81、82は両方ともに検知しないので、該巻線群4には電流が流れず、推力は発生しない。

[0082] 可動子11、12はストローク方向に上記の L_{mp} のピッチで配置されている。そのため、可動子11と可動子12の間隔は巻線群のストローク方向長さ L_c に相当し、図5において、可動子12が巻線群4をまたいでいる状態では、一方の可動子11は必ず巻線群4を跨ぐことなく対向する位置にあり、推力の発生に寄与する。

[0083] 以上説明した本実施例に示した構成によれば、固定子3を構成する巻線群4はコントローラ7に全て並列につながれているが、可動子11、12が完全に対向したときのみ電流が流れるため励磁される巻線群4に発生する誘起電圧は同じであり、循環電流によるブレーキトルクは発生しない。また、可動子11、12の配置を上述の L_{mp} で配置しているので、必ず推力の発生する固定子(図5では固定子11)と巻線群4が存在し、ストローク方向に推力が途切れることはない。

実施例 5

[0084] 図6および図7に本発明の第5の実施例を示す。

[0085] 図6は本発明の実施例の巻線群4の正面図、図7は側面図を示す。

[0086] 可動子1、固定子3やコントローラ7、巻線切替え装置6は上記の実施例1から5と同じであるので省略し、巻線群4の構成のみを説明する。

[0087] 図6から図8において、13は配線パターンの施された基板、14a、14b、14c、14dはコネクタ、15はコイルである。

- [0088] 巻線群4の巻線5は、渦巻状に巻回したコイル15を配線の施された基板13上にはんだ付けにより電氣的に接続した後、接着剤により基板13に固定し構成した。
- [0089] 図8に基板13に施された配線パターンと巻線5により構成される巻線群4の回路図を示す。巻線5の巻始め51および巻終り52と電氣的に接続されたコネクタ14a、14bを取り付けた。また、基板13には隣り合う巻線群4をコントローラ7に対して並列に接続されるようにパターンが施されており、その終端にはコネクタ14cを設けた。
- [0090] 以上の構成により作られた巻線群4をストローク方向に複数個並べ、固定子3を構成した。該固定子3を構成するストローク方向の端に位置する巻線群4のコネクタ14aをコントローラ7からの出力ケーブルにコネクタ接続し、該巻線群4の一方の端に位置するコネクタ14bは隣り合う巻線群4のコネクタ14aと接続することで、簡単なコネクタ接続により、コントローラ7と固定子3を構成する巻線群4を並列接続した。
- [0091] また、基板13にはセンサ8を取り付けるためのランドおよびセンサ信号を伝送するパターンを設けた。また、基板13には上記実施例4および5に示す信号処理回路9、91も設け、該信号処理回路9、91の出力はコネクタ14dを用いて巻線切替え装置6と接続した。

実施例 6

- [0092] 図9は第6の実施例に係る巻線切替えリニアモータシステムの構成図を示す。固定子の長さ L_m が巻線群の長さ L_c の2倍($n=2$)の場合である。
- [0093] 図10は巻線群の回路図、図11は巻線切替え装置の構成説明図、図12および図13は信号作成回路の論理回路をそれぞれ示す。
- [0094] 図9において、110は可動子、120は永久磁石、130は固定子、140(141~43)は巻線群、150は信号作成回路、161~168はコネクタ、171、172はセンサ、180は巻線切替え装置、190はコントローラである。なお、コネクタ161、162、163、167はU相、V相、W相の電力を送るためのコネクタであり、164、165、166、168は信号を送るためのコネクタである。
- [0095] 可動子110はストローク方向へ互いに異極となるよう永久磁石120を貼り付け構成した。固定子130はU相、V相、W相の巻線よりなる巻線群140(141~143)をストローク方向に複数個並べて構成した。

- [0096] 可動子110と固定子130とは図示していないガイドにより連結されており、可動子110は固定子130に対してストローク方向に移動自在となっている。
- [0097] それぞれの巻線群141～143を構成するU相、V相、W相の巻線の巻き始めと巻き終わりには、図10に示すようにコネクタ161と162を設け、更に、コネクタ163をコネクタ161と電氣的に繋がるよう設けた。
- [0098] コントローラ190と各巻線群141～143および巻線切替え装置180との接続は、まず、各巻線群141～143のコネクタ163と巻線切替え装置180のコネクタ168を電氣的につないだ後、固定子130の端に位置する巻線群141のコネクタ161とコントローラ190を電氣的につなぎ、隣り合う巻線群141と142、142と143のコネクタ162とコネクタ161を順次電氣的に繋いで行った。こうすることで、巻線群140(141～143)は中性点側に巻線切替え装置180を設けたかたちでそれぞれコントローラ190に並列に接続されることになる。
- [0099] 巻線群140のストローク方向の両端にはセンサ171、172を設けた。該センサ171、172は可動子110と対向していることを検出するためのものであり、該センサ171、172の両方が可動子110を検出した時のみ、両方の信号を受けて、図示していない論理回路により可動子110と該巻線群140とが完全に対向していることを示す信号S1を発するようにした。
- [0100] 巻線群140には信号作成回路150(図1)を設けた。該信号作成回路150にはコネクタ164、165を介して隣り合う巻線群140のセンサ171、172の検出信号から作成される信号S1も取り込まれており、図12に示す論理回路の信号処理に沿ったその結果を、コネクタ167、169を介して巻線切替え装置180へ開閉信号S2として送る構成とした。
- [0101] 可動子110の長さ L_m と巻線群140の長さ L_c とは、本実施例では、
$$L_m = 2 \times L_c$$
の関係となっているため、ストローク方向の相対位置関係では、表1に示すようにS1信号には3つのパターンがある。
- [0102] [表1]

	S1の信号			S2の信号		
	巻線群41	巻線群42	巻線群43	巻線群41	巻線群42	巻線群43
パターン1	ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF
パターン2	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF
パターン3	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON

この信号S1の3つのパターンを図12に示す論理回路で処理した結果は、隣り合う巻線群140の信号S1の情報も取り入れて処理するために、必ず1個のみのS2信号がONすることになっている。よって、S1信号をそのまま巻線切替え装置180へ送った場合には固定子130と可動子110の相対位置関係によって2個もしくは1個の巻線切替え装置180が閉となるが、上記信号作成回路150を設けることで、固定子130と可動子110の相対位置関係に関係なく常に1個(一定の個数)の巻線切替え装

置180のみが閉となる。

- [0103] 巻線切替え装置180は図11に示すように3相整流器181と該3相整流器181の直流出力側の両端に、半導体スイッチ182と該半導体スイッチ182と並列に抵抗183とコンデンサ184を設けることにより構成した。なお、半導体スイッチ182にはIGBTを用いた。半導体スイッチ182には、該半導体スイッチ182を開閉するための信号S2が入力され、S2がONの時には該半導体スイッチ182は閉となる。そうすると、前記3相整流器181で整流された直流電流は該半導体スイッチ182を流れることになり、該半導体スイッチ182とつながっている巻線群140を構成するU相、V相、W相の巻線は中性点側が電氣的につながりスター結線となる。よって、半導体スイッチ182が閉となっている巻線切替え装置180につながる巻線群140はコントローラ190から電流を流すとU相、V相、W相の巻線に電流が流れ、該巻線群140と対向して磁気装荷手段となる永久磁石120が取り付け可動子110との間で、推力を発生する。
- [0104] 半導体スイッチ182に、開の信号となるS2信号OFFが入力されると、該巻線群140を構成するU相、V相、W相の中性点側は開放の状態になり、コントローラ190から電流を流しても、該巻線には電流が流れないため、推力は発生しない。
- [0105] なお、半導体スイッチ182と並列に接続した抵抗183およびコンデンサ184はスナバ回路であり、半導体スイッチ182が閉から開となったときに、巻線に蓄えられていたエネルギーを消費するためのものである。
- [0106] 以上の構成により、固定子と可動子の相対位置に関係なく常に等しい数の巻線群のみを励磁状態とすることができ、コントローラから見た誘起電圧およびインダクタンスや抵抗のインピーダンスも一定とすることができるため、制御性が向上して推力変動を小さく抑えることができる。
- [0107] また、固定子を構成する巻線群は可動子と対向して推力を発生するもののみに電流を流し励磁されるため、発生損失はストロークに関係なく一定である。よって、所望の個数の巻線群をストローク方向に並べて固定子を構成しても発生損失は増加することが無くロングストローク化が容易に実現できる。
- [0108] 表2に可動子のストローク方向長さ L_m が固定子を構成する巻線群のストローク方向長さ L_c の3倍($n=3$)のときのS1信号のパターンを示す。表中には説明の便宜上、

巻線群は141～145としている。

[0109] [表2]

	S1の信号					S2の信号				
	巻線群 41	巻線群 42	巻線群 43	巻線群 44	巻線群 45	巻線群 41	巻線群 42	巻線群 43	巻線群 44	巻線群 45
パターン1	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF
パターン2	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF
パターン3	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON

ストローク方向の相対位置関係では、表2に示すようにS1信号には3つのパターンがある。この信号S1の3つのパターンを図13に示す論理回路で処理した結果は、隣り合う巻線群4の信号S1の情報も取り入れて処理するために、必ず2個のみのS2信号がONすることになっている。よって、S1信号をそのまま巻線切替え装置8へ送っ

た場合には固定子と可動子の相対位置関係によって3個もしくは2個の巻線切替え装置8が閉となるが、上記信号作成回路150を設けることで、固定子130と可動子110の相対位置関係に関係なく常に2個(一定の個数)の巻線切替え装置180のみが閉となる。

[0110] 以上のように、リニアモータの固定子を巻線群と巻線切替え装置により構成することによってロングストローク化を省エネ・低コストで実現することができるので、工場内の搬送装置という用途にも適用できる。

[0111] また、速度変動を小さくすることが実現できるので、装置間の搬送装置という用途にも適用できる。

実施例 7

[0112] 次に、本発明の第7の実施例を、図15～図18に基づいて説明する。

[0113] 図15は、本発明の第7実施例に係る固定電機子形リニアモータのブロック図である。図において、本発明の第7実施例に係る固定電機子形リニアモータは、サーボアンプ201と、リニアモータ固定子に電機子巻線を巻装した固定子ブロック202と、永久磁石や二次側導体からなるリニアモータ可動子203と、固定子ブロック202の電機子巻線に流す電流を切り替える切替スイッチ部204とを有している。

[0114] 以下、本発明の第7実施例による巻線切替方法を、順を追って説明する。

[0115] まず、サーボアンプ201には、固定子ブロック202の電機子巻線に電力を供給する電力線が接続される。複数の固定子ブロック202の各電機子巻線は、それぞれサーボアンプ201に対して並列に接続され、固定子ブロック202毎に切替スイッチ部204が接続される。切替スイッチ部204によって、リニアモータの可動子203が通過するブロックの固定子ブロック202の電機子巻線のみに電力を供給する。

[0116] 図16は、本発明の第7実施例の巻線切替回路の切替スイッチ部204と固定子ブロック202の構成例を示す回路図である。固定子ブロック202の3相の電機子巻線は、一端がサーボアンプ201の各相に接続され、他端は切替スイッチ部204に接続される。この構成を並列に増やしていくことで、ロングストロークが実現できる。

[0117] 図17は本発明の第7実施例に係る切替スイッチ部204の実際の構成例を示す回路図である。図17において、204-1は整流ダイオード部、204-2は半導体スイ

チ素子、204-3は還流用ダイオード、204-4は平滑コンデンサ、204-5は放電抵抗である。図16と図17において、固定子ブロック202の電機子巻線のサーボアンプ201に接続された側とは反対の他端は、整流ダイオード部204-1の交流入力側に接続される。半導体スイッチ素子204-2がOFFの場合は、固定子ブロック202の電機子巻線の中性点はオープン状態になり、励磁されない。半導体スイッチ素子204-2がONの場合は、固定子ブロック202の電機子巻線の中性点は短絡状態になり、励磁される。また、固定子ブロック202の電機子巻線が励磁状態から非励磁状態に移り変わるとき、電機子巻線には電流が流れている状態から急激にオープン状態になり、そのときの電機子巻線に蓄えられたエネルギーを処理することが必要となるので、整流ダイオード204-1および還流用ダイオード204-3を介して平滑コンデンサ204-4に吸収されるようにする。平滑コンデンサ204-4に蓄えられたエネルギーは放電抵抗204-5によって放電される。

[0118] なお、図17において、半導体スイッチ素子204-2はIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)の記号を用いているが、電圧、電流に応じて最適な半導体スイッチ素子を用いればよい。

[0119] 図18は本発明の第7実施例に係る切替スイッチ部204に与える切替信号の生成を含めた全体の構成例を示すブロック図である。図において、サーボアンプ201には、複数の固定子ブロック202の電機子巻線が接続されており、各電機子巻線の他端にはそれぞれ切替スイッチ部204が接続されている。各切替スイッチ部204には、半導体スイッチ素子204-2のオンオフを行うドライブ回路205が設けられ、切替信号処理部206、切替信号を生成するためのセンサ部207が設けられている。センサ部207としては、ホール素子、マグネットダイオード、磁気抵抗効果素子等の磁気センサ、あるいはフォトセンサ等の光学センサを用いることができる。

[0120] リニアモータ可動子203(図15参照)が固定子ブロック202の場所でない状態では、センサ部207は何も検出しないので、切替スイッチ部204はOFFのままであり、固定子ブロック202の電機子巻線の中性点はオープン状態で励磁されない。リニアモータ可動子203が固定子ブロック202の場所にきたとき、センサ部207は可動子203が来たことを検出し、その信号を切替信号処理部206で処理し、さらにドライブ回路

205で切替スイッチのドライブ信号に変換して切替スイッチ部204の半導体スイッチ素子204-2をONさせる。このとき、固定子ブロック202の電機子巻線の中性点は短絡状態になり、サーボアンプ201からの3相電流が電機子巻線に流れ、リニアモータ固定子は励磁される。この構成をサーボアンプ201に対して複数並列接続することで、ロングストロークの固定電機子形リニアモータが実現できる。

[0121] なお、上述した実施の形態においては、複数の固定子ブロック202に対して同数の切替スイッチ部204を設けた例を示しているが、例えば、リニアモータ可動子203に対し、広い範囲を例磁する場合、1つの切替スイッチ部204で、複数の固定子ブロックの電機子巻線を同時にON/OFFすることも考えられる。

[0122] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

[0123] 本出願は、2004年11月15日出願の日本特許出願番号2004-330362および2004年10月1日出願の日本特許出願番号2004-289677に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0124] 本発明は、ロングストローク化してもコントローラの台数を増やすことなく、低コストで、速度変動のない、容易にロングストローク化を可能とするリニアモータシステム等に有用である。

[0125] また、本発明は、1台のサーボアンプで複数の電機子巻線を効率よく、更に瞬時に切り替えることができる安価なリニアモータであり、固定子側がリニアモータ固定子と電機子巻線で構成され、可動子側が永久磁石の組み合わせや二次側導体で構成される、ロングストロークの固定電機子形リニアモータに好適に利用することができる。

請求の範囲

- [1] 永久磁石により構成される磁気装荷手段を備えた可動子と、該永久磁石に対向する巻線面を有する巻線により構成される電気装荷手段を備えた固定子とが空隙を介して対向し、該固定子はストローク方向に分割された複数の巻線群から成り、該巻線群を構成する各相の相巻線はそれぞれ巻き始めの端子と巻き終わりの端子を有する構成のリニアモータと、
- 可変周波の可変電圧を前記リニアモータへ供給するコントローラと、
- 前記ストローク方向に分割された複数の巻線群を構成する各相の相巻線を適宜開閉する巻線切替え装置とから構成されるリニアモータシステムにおいて、
- 前記巻線切替え装置を、3相整流手段と、該3相整流手段の直流出力側の両端に設けられた半導体スイッチおよび該半導体スイッチとそれぞれ並列接続された抵抗とコンデンサとで構成し、
- 前記ストローク方向に分割された複数の巻線群を構成するそれぞれの相巻線の一端を、前記コントローラの出力端に接続し、他端を前記巻線切替え装置の前記3相整流手段の交流入力側に接続し、該巻線切替え装置を構成する半導体スイッチを開閉することにより、前記ストローク方向に分割された複数の巻線群のうち、所望の巻線群のみを励磁することを特徴とするリニアモータシステム。
- [2] 前記固定子を構成する巻線群にはそれぞれストローク方向に少なくとも1つ以上の前記可動子に対向していることを検出するセンサが備わり、該センサの信号により可動子に対向する巻線群に接続される前記巻線切替え装置の半導体スイッチを閉とすることを特徴とする請求項1記載のリニアモータシステム。
- [3] 前記固定子を構成する巻線群のストローク方向長さを L_c とし、前記可動子のストローク方向長さを L_{ml} としたとき、
- $$L_{ml} = n \times L_c$$
- n : 2以上の整数
- の関係となるよう L_c 、 L_{ml} を決め、
- 可動子とストローク方向に完全に対向する巻線群のみを励磁することを特徴とする請求項1又は2記載のリニアモータシステム。

- [4] 前記固定子を構成する巻線群のストローク方向長さ L_c を、前記可動子のストローク方向長さを L_{ms} としたとき、

$$L_{ms} = L_c / n$$

n : 2以上の整数

の関係にある可動子を複数個ストローク方向に並べ、該可動子を配置するピッチ L_{mp} を

$$L_{mp} = L_{ms} \times (n + 1)$$

の関係で固定板に取付け、前記可動子がストローク方向に完全に対向する巻線群のみを励磁することを特徴とする請求項1又は2記載のリニアモータシステム。

- [5] 前記電気装荷手段となる前記巻線群と可動子の検出を行う前記検出センサと該検出センサの信号を処理する処理回路を、パターンが施された基板に設け、該基板同士を複数個コネクタ接続することで前記固定子を形成することを特徴とする請求項1又は2記載のリニアモータシステム。

- [6] 永久磁石により構成される磁気装荷手段を備えた可動子と、該永久磁石に対向する巻線面を有する巻線により構成される電気装荷手段を備えた固定子とが、空隙を介して対向し、該固定子はストローク方向に分割された複数の巻線群から成り、該巻線群の巻線を構成する各相の相巻線はそれぞれ巻き始めの端子と巻き終わりの端子を有し、また、該巻線群にはストローク方向に前記可動子と完全に対向していることを検出するためのセンサを設けて構成されるリニアモータと、可変周波数の可変電圧を供給するコントローラと、3相整流手段と、該3相整流手段の直流出力側の両端に、半導体スイッチと該半導体スイッチと並列にそれぞれ抵抗とコンデンサを設けることにより構成される巻線切替え装置と、によって構成され、前記ストローク方向に分割された複数の巻線群の巻線を構成するそれぞれの相巻線の巻き始め端子を前記コントローラの出力端に接続し、他端を前記巻線切替え装置の前記3相整流手段の交流入力側に接続し、該巻線切替え装置を構成する半導体スイッチを閉することにより、前記ストローク方向に分割された複数の巻線群を励磁するリニアモータシステムにおいて、前記巻線群のストローク方向長さを L_c 、前記可動子のストローク方向長さを L_m としたとき、

$$L_m = n \times L_c$$

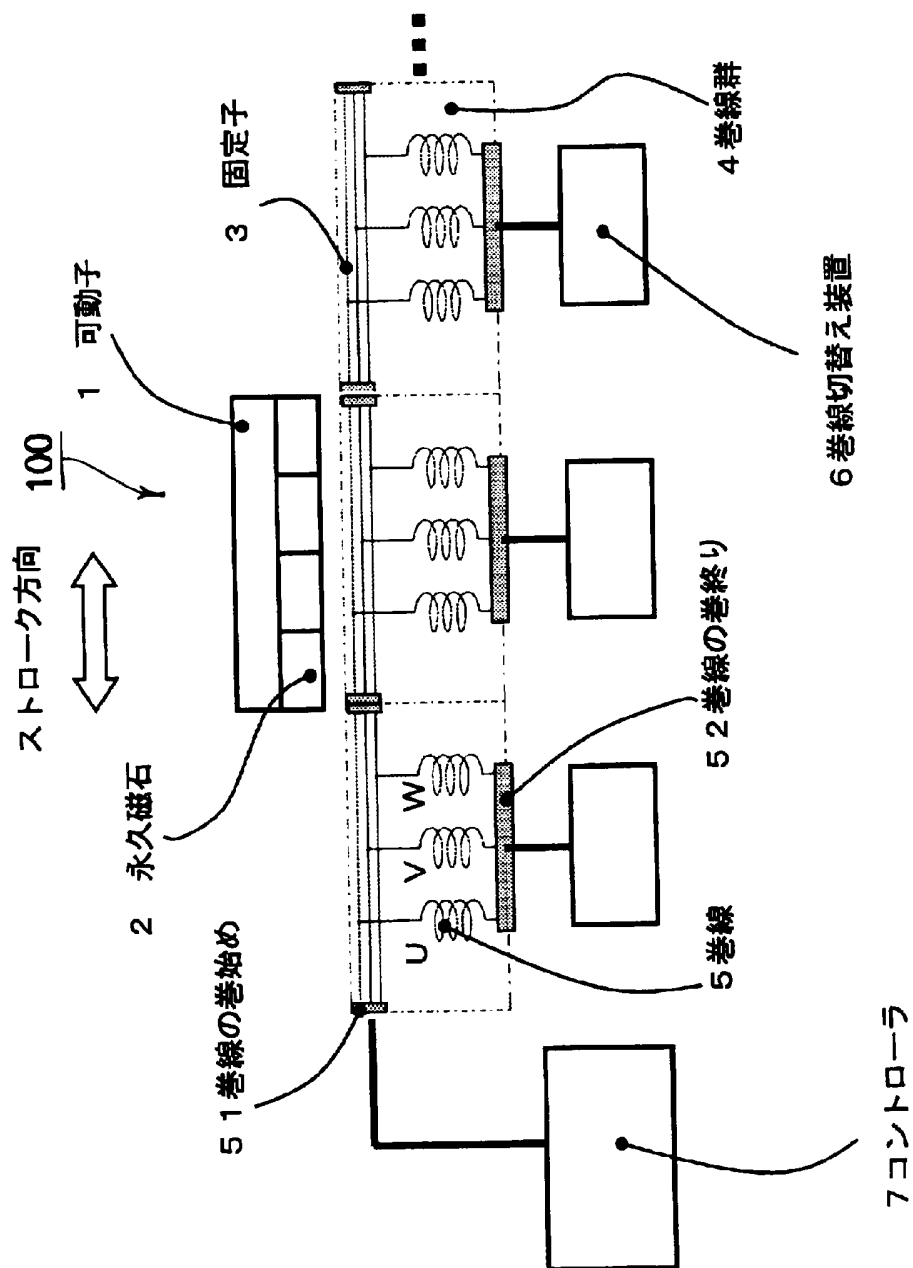
n:2または3

の関係となるよう L_c および L_m を決め、該巻線群には、該巻線群に備わるセンサの信号と該巻線群と隣り合う少なくとも一方の巻線群に備わるセンサの信号を用いて、該巻線群と接続される前記巻線切替え装置の開閉を行う信号を作る信号作成回路を備えたことを特徴とするリニアモータシステム。

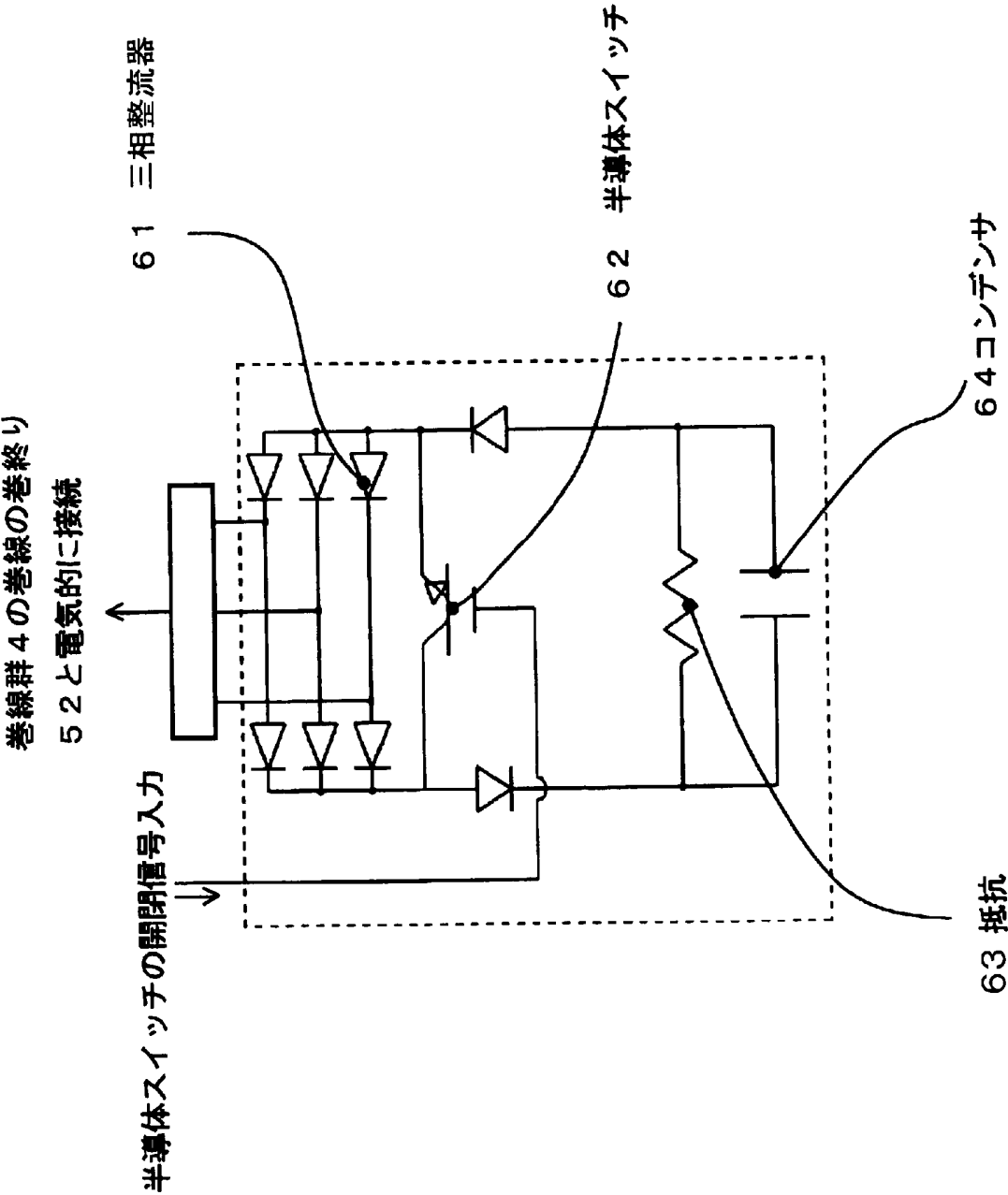
- [7] 前記信号作成回路が常に $n-1$ 個の巻線群を励磁状態とする信号を出力することを特徴とする請求項6記載のリニアモータシステム。
- [8] 前記信号作成回路を、該信号作成回路が備わる巻線群に設けられるセンサからの出力信号と、該巻線群と隣り合う一方の巻線群に備わるセンサの出力信号を反転した信号とのAND処理を行った後の信号として出力する論理回路により構成したことを特徴とする請求項7記載のリニアモータシステム。
- [9] 前記信号作成回路を、該信号作成回路が備わる巻線群に設けられるセンサからの出力信号と、該巻線群と隣り合う両側の巻線群に備わる2つのセンサ出力信号をAND処理後に反転した信号とを、AND処理を行い出力信号とする論理回路により構成したことを特徴とする請求項7記載のリニアモータシステム。
- [10] 固定子側が、それぞれリニアモータ固定子と複数相の電機子巻線からなる固定子ブロックを複数、線状に配置して構成され、可動子側が永久磁石の組み合わせや二次側導体で構成されるリニアモータシステムにおいて、
前記複数の固定子ブロックの各電機子巻線の一方の端子を1台のリニアモータ駆動用サーボアンプの各相ラインに接続し、前記各電機子巻線の他方の端子を複数相のダイオードブリッジの midpoint に接続し、前記ダイオードブリッジの正側共通端子と負側共通端子の間に半導体スイッチ素子を接続し、この半導体スイッチ素子に並列に、第1の環流ダイオードと放電抵抗と第2の環流ダイオードからなる直列回路を接続し、前記放電抵抗に並列に平滑コンデンサを接続し、かつ、前記半導体スイッチ素子を、前記リニアモータ固定子側に配置した可動子位置センサの位置信号に基づいて順次オンオフ制御することで、前記複数相の電機子巻線を励磁状態と非励磁状態に切り替える巻線切替回路を設けたことを特徴とするリニアモータシステム。

- [11] 前記複数の固定子ブロックに対して同数の巻線切替回路を設けたことを特徴とする請求項10記載のリニアモータシステム。
- [12] 前記可動子位置センサによって前記半導体スイッチ素子の駆動信号を生成し、前記複数の固定子ブロックを順次切り替えていくようにしたことを特徴とする請求項10または11に記載のリニアモータシステム。

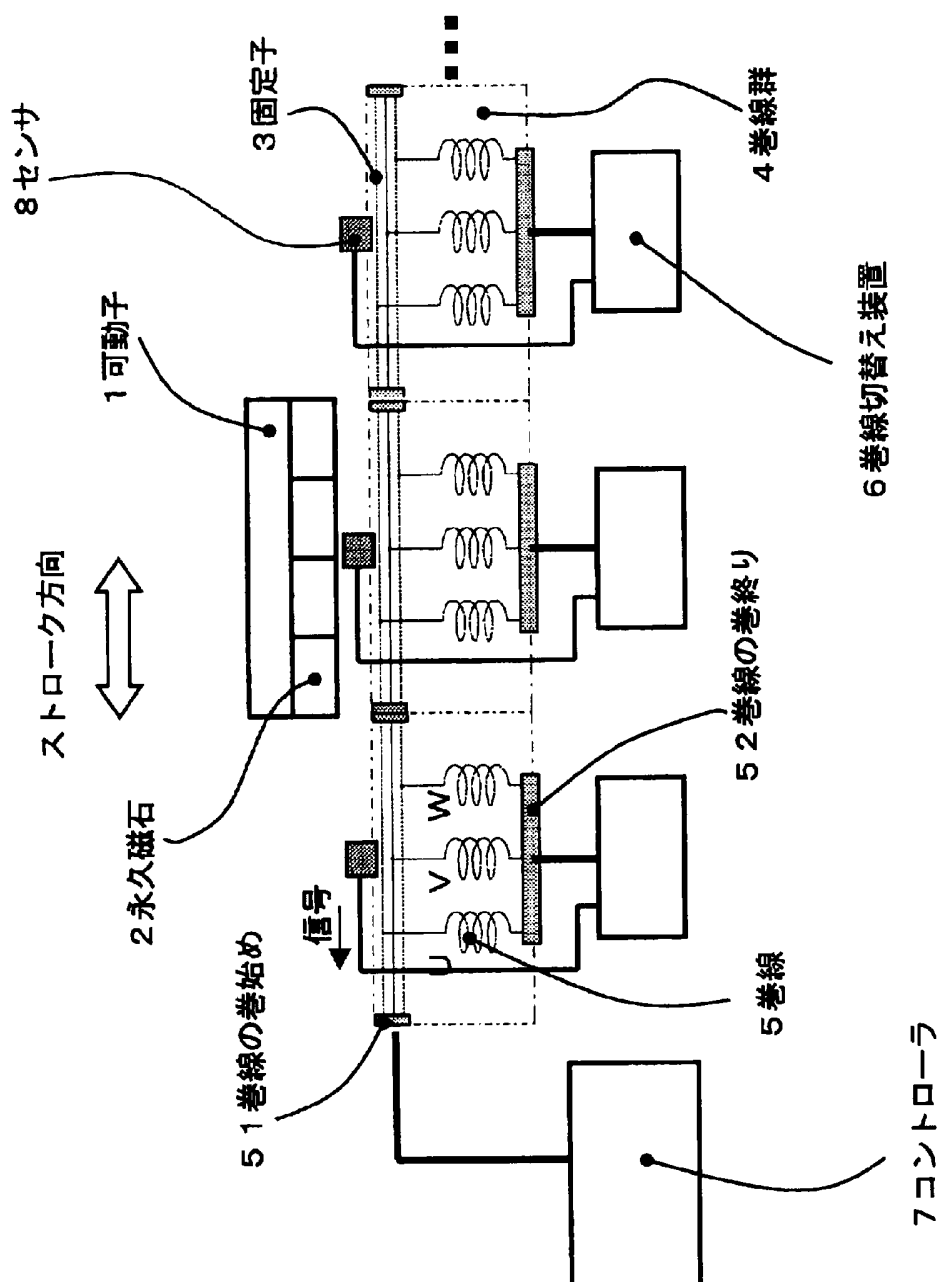
[図1]



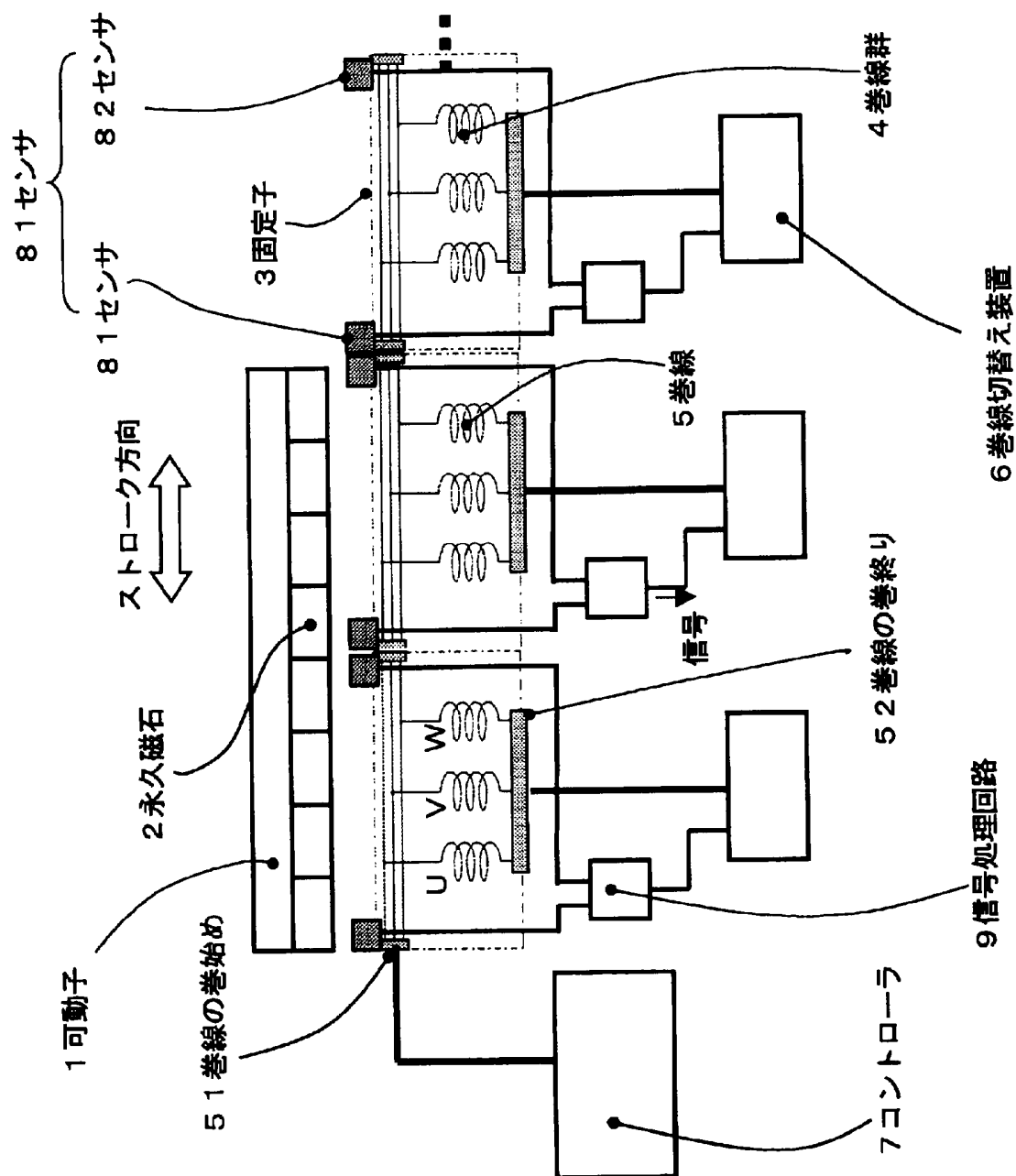
[図2]



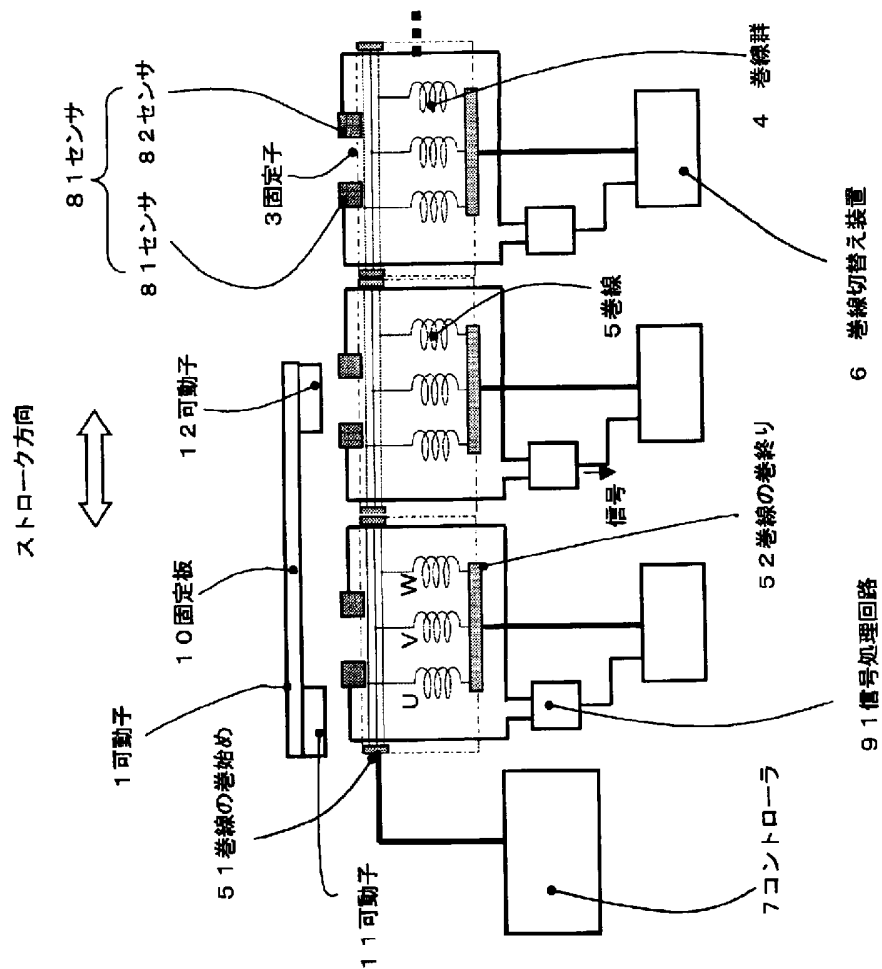
[図3]



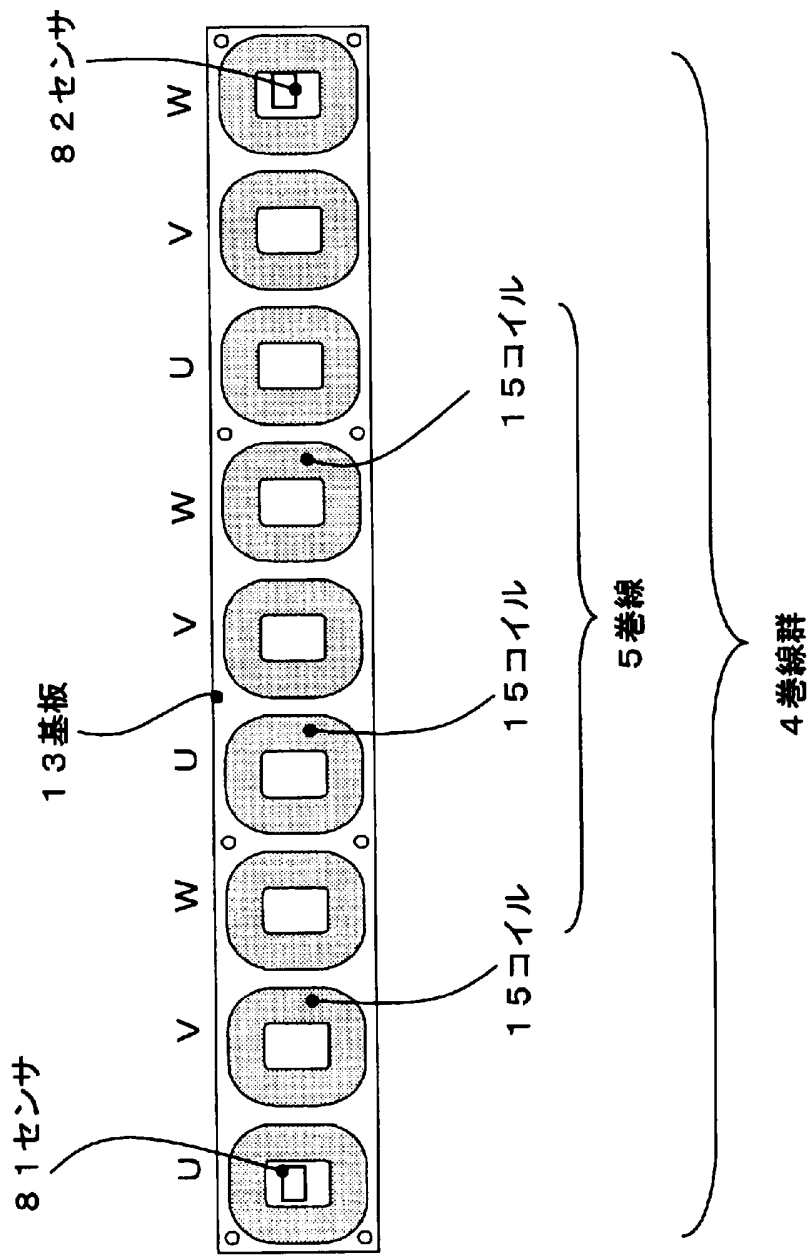
[図4]



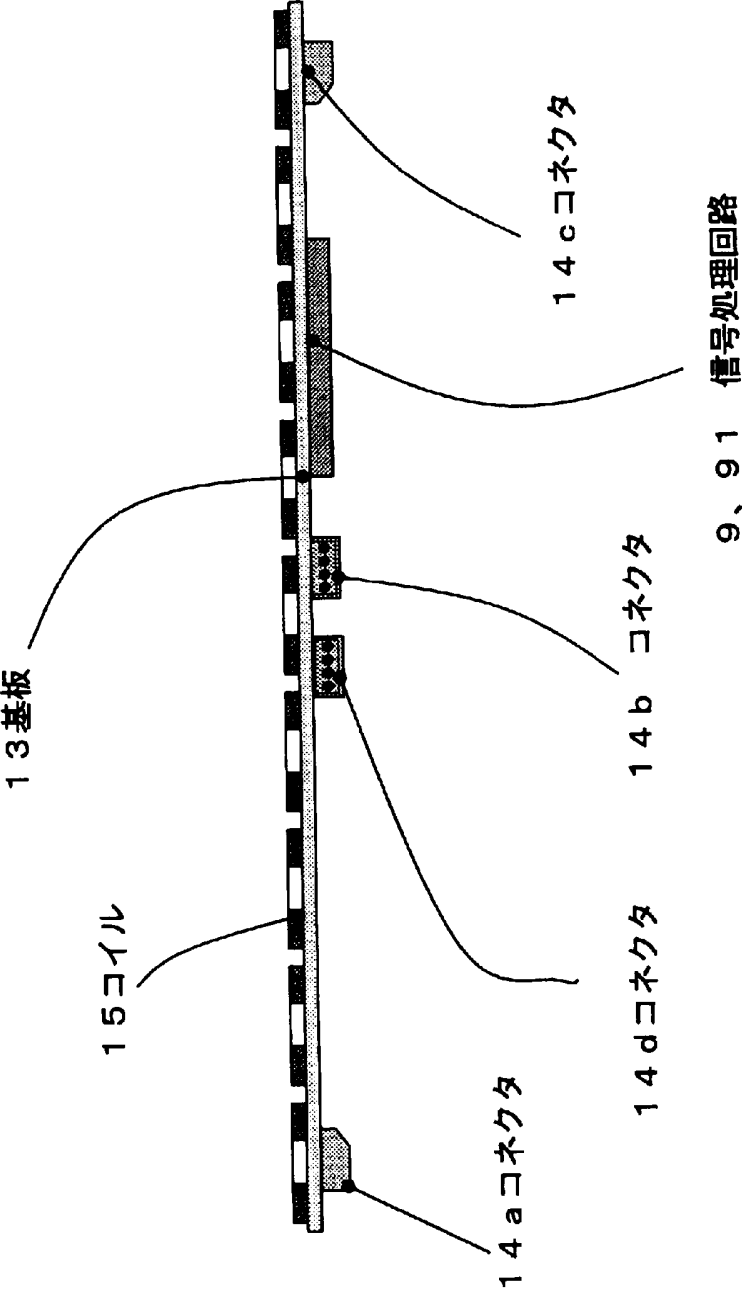
[図5]



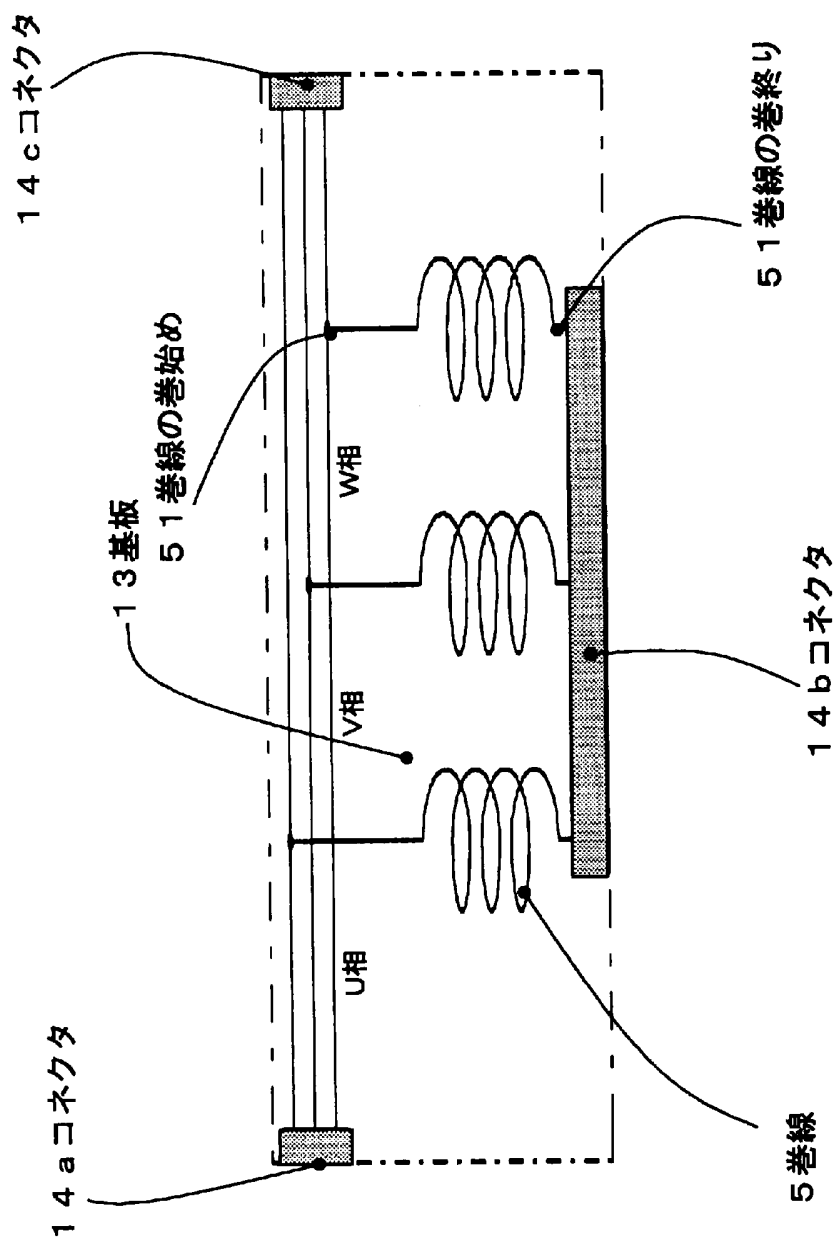
[図6]



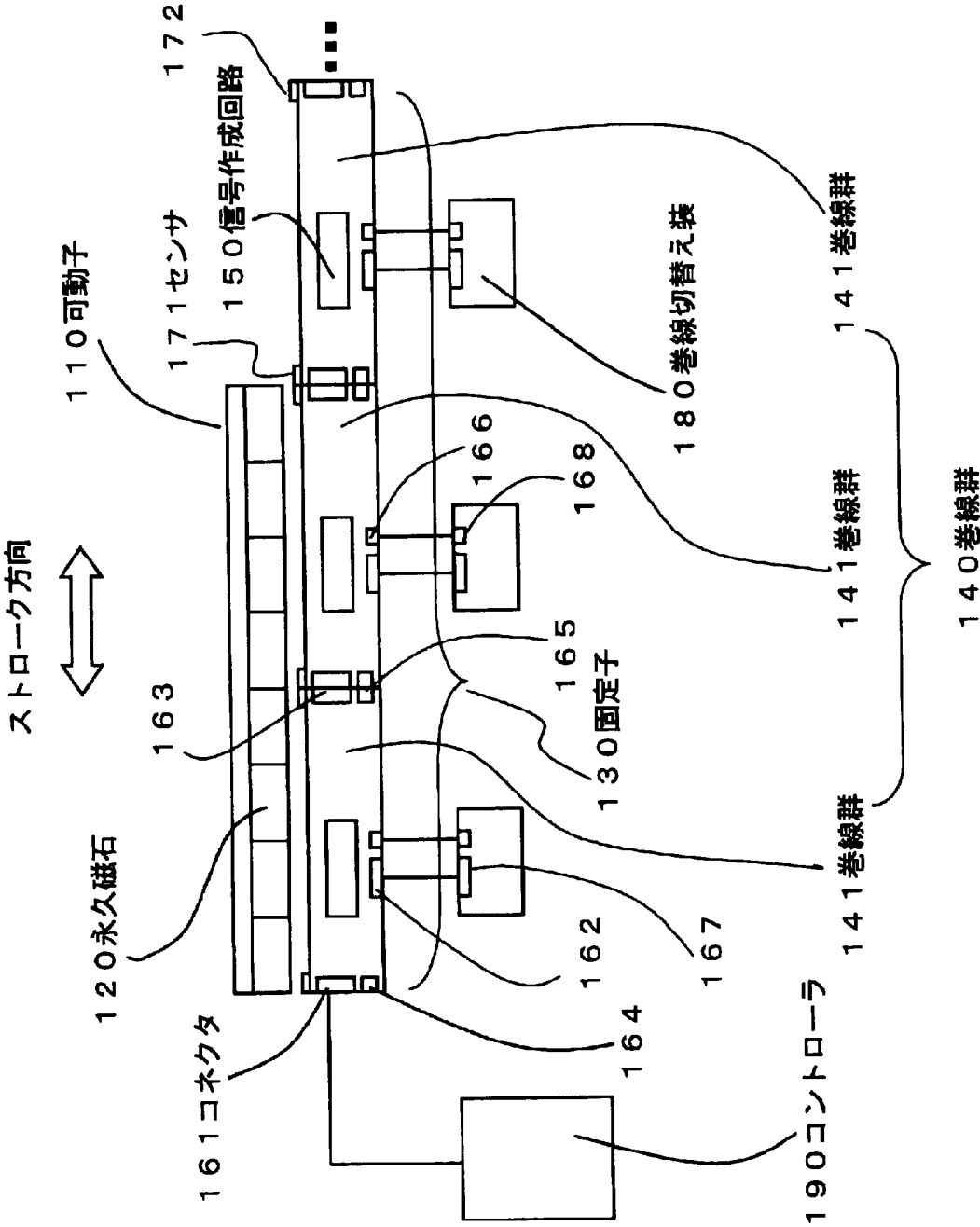
[図7]



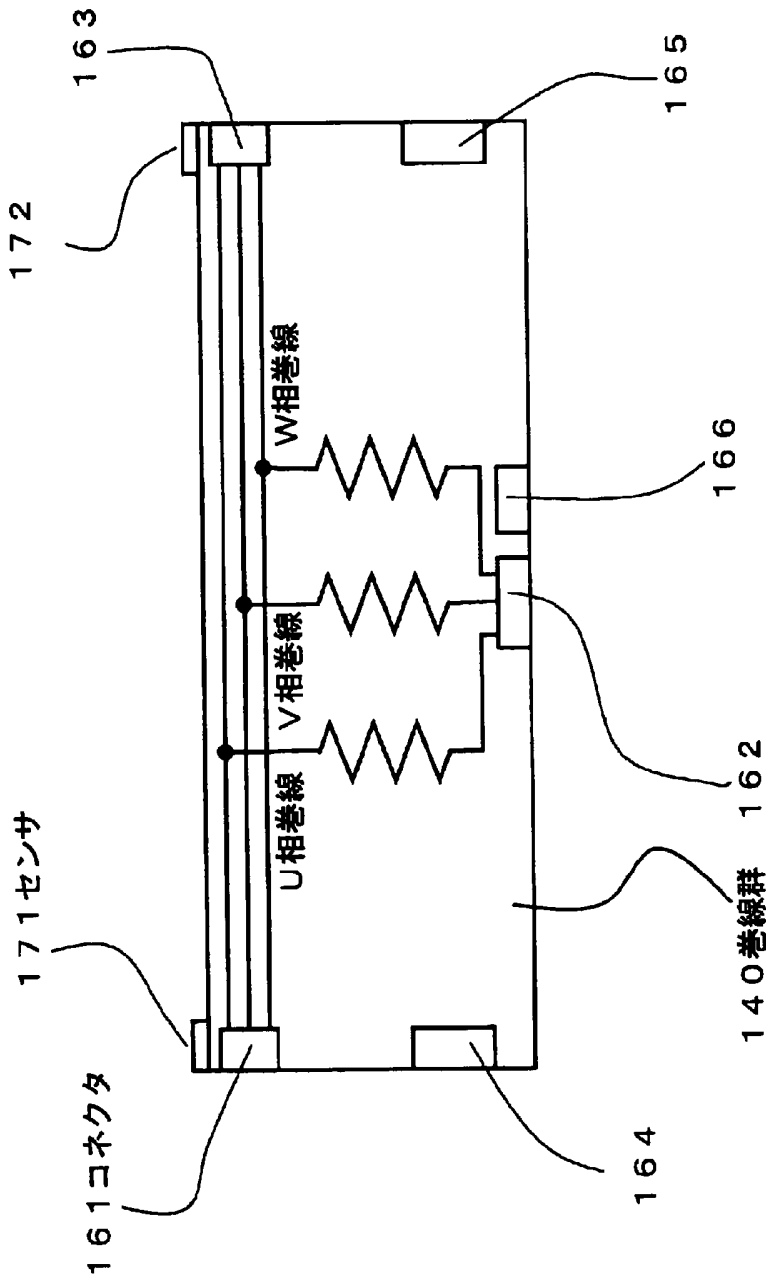
[図8]



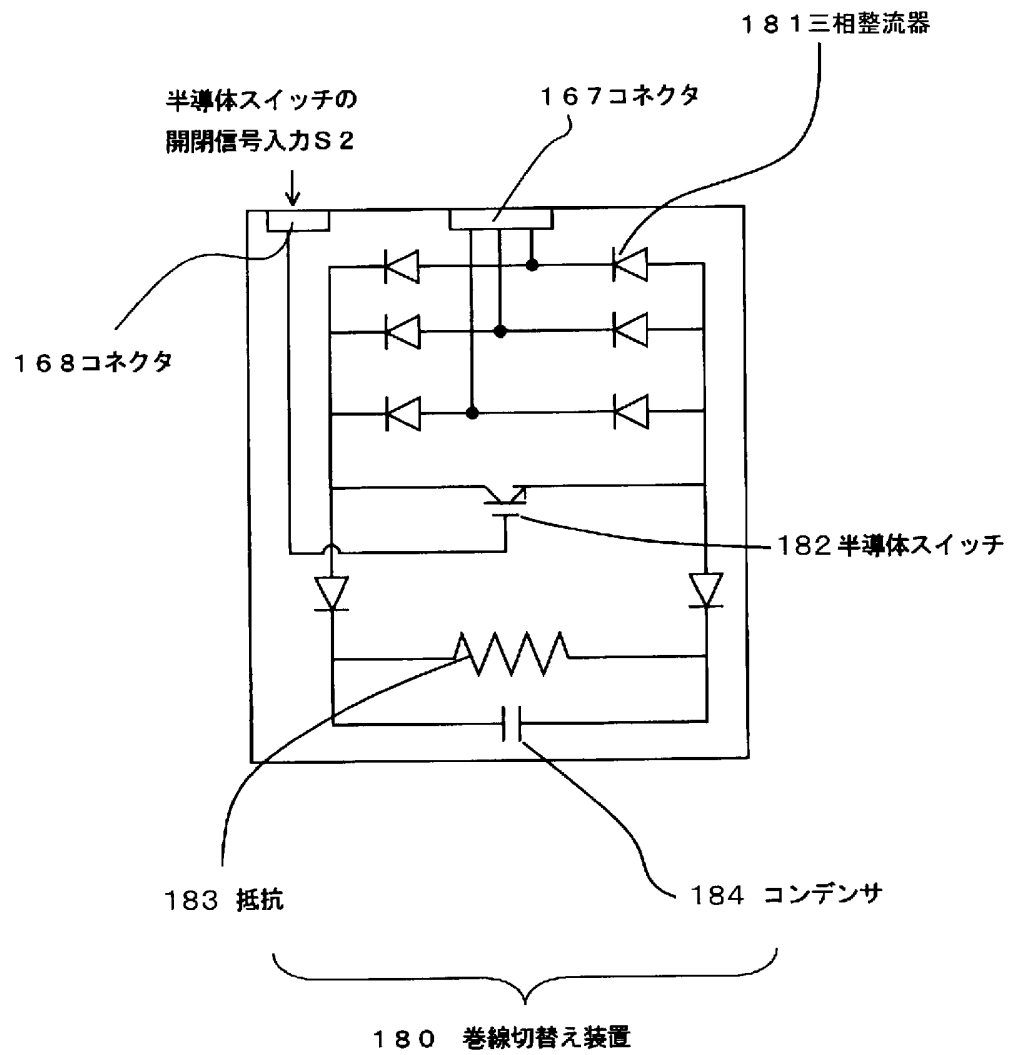
[図9]



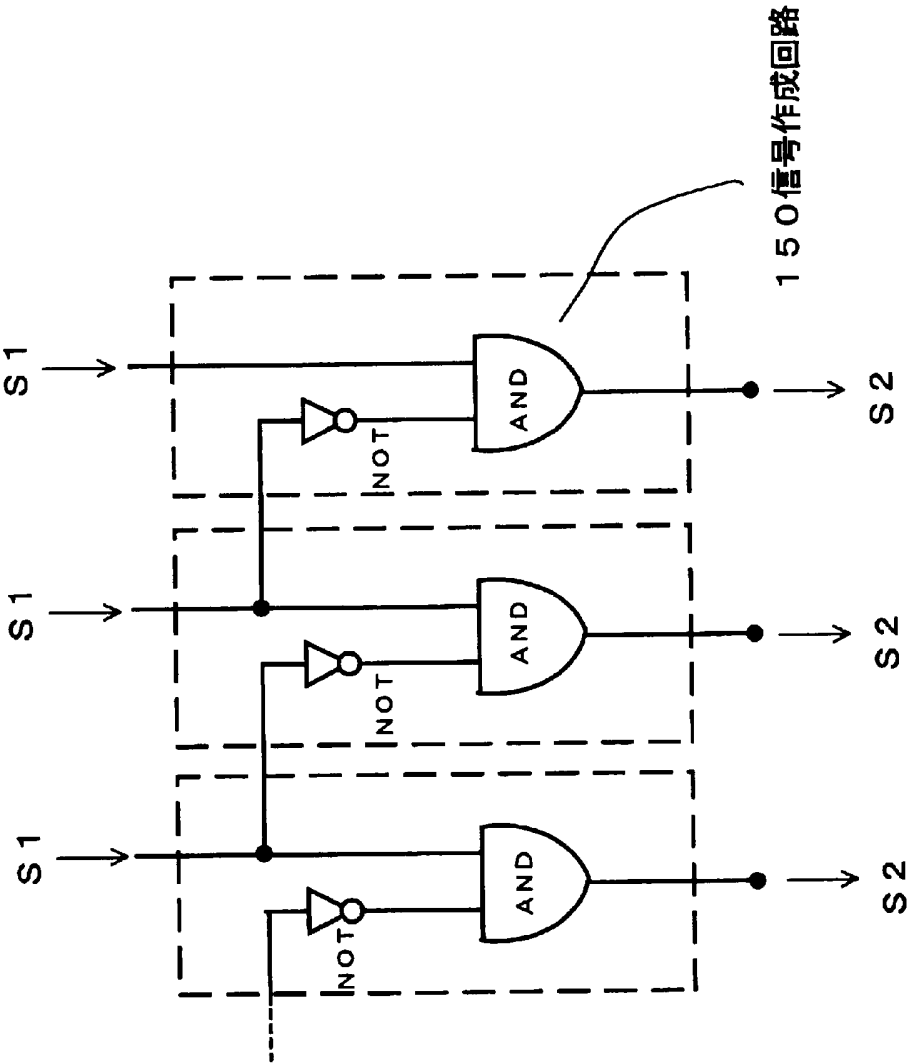
[図10]



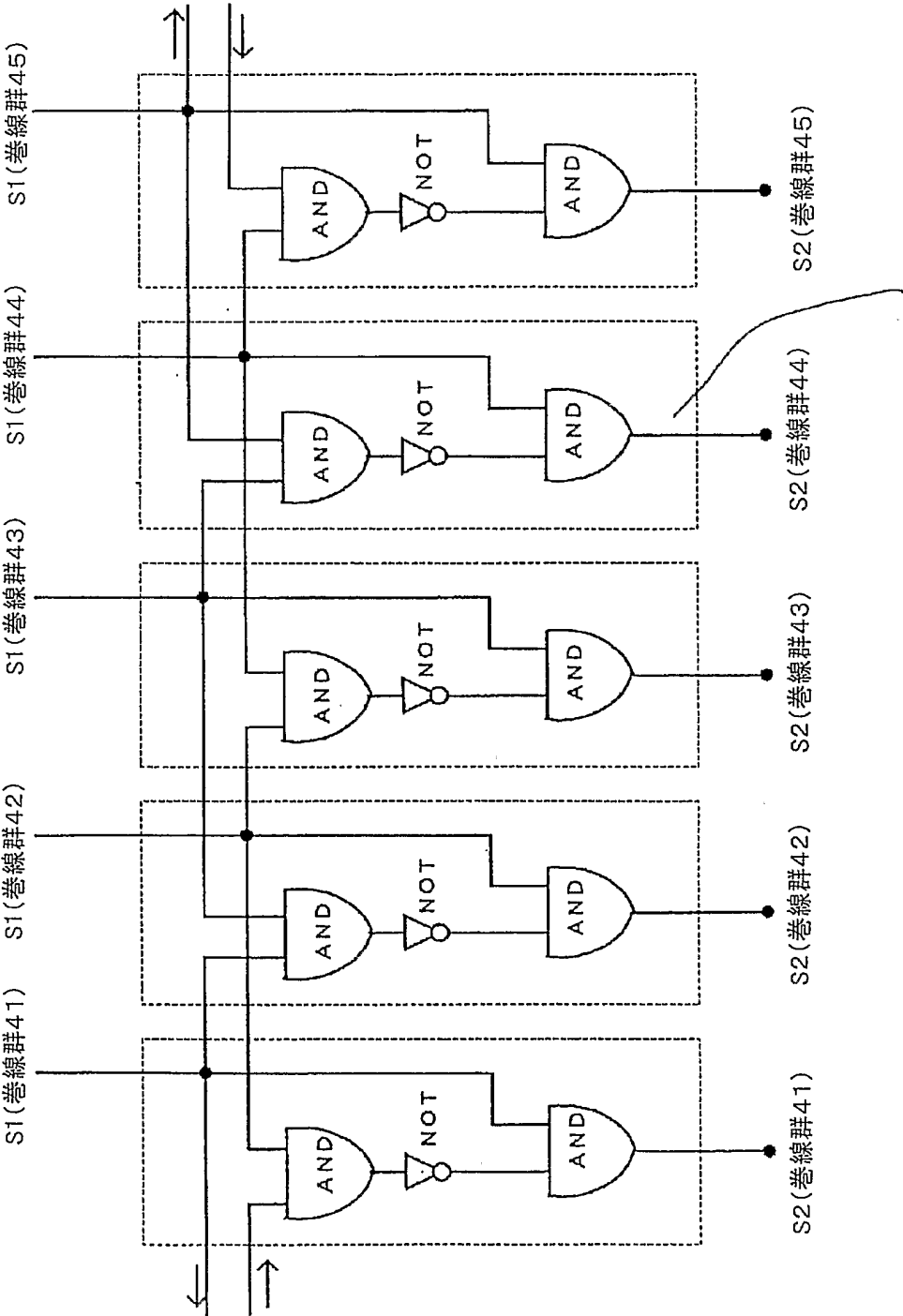
[図11]



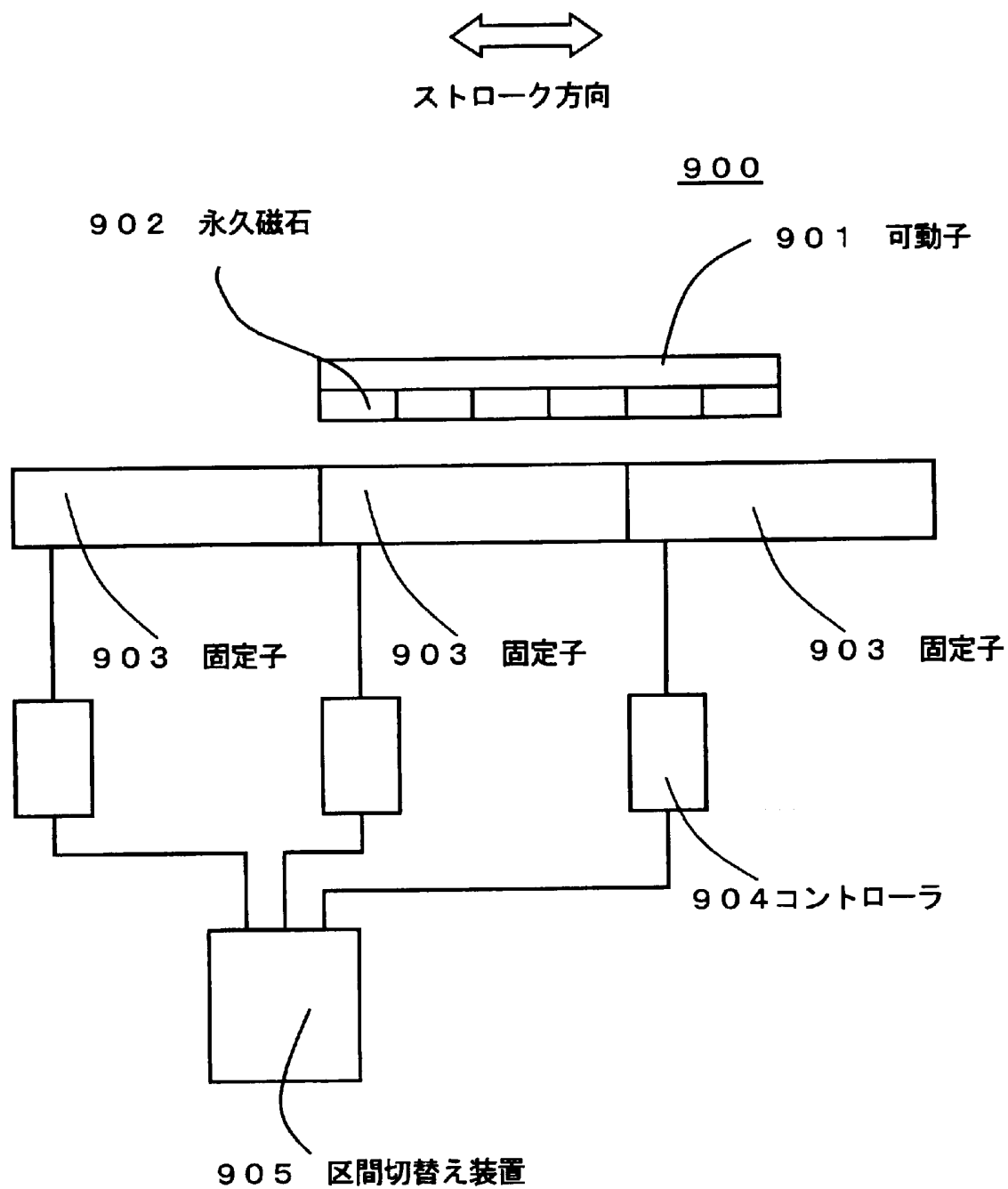
[図12]



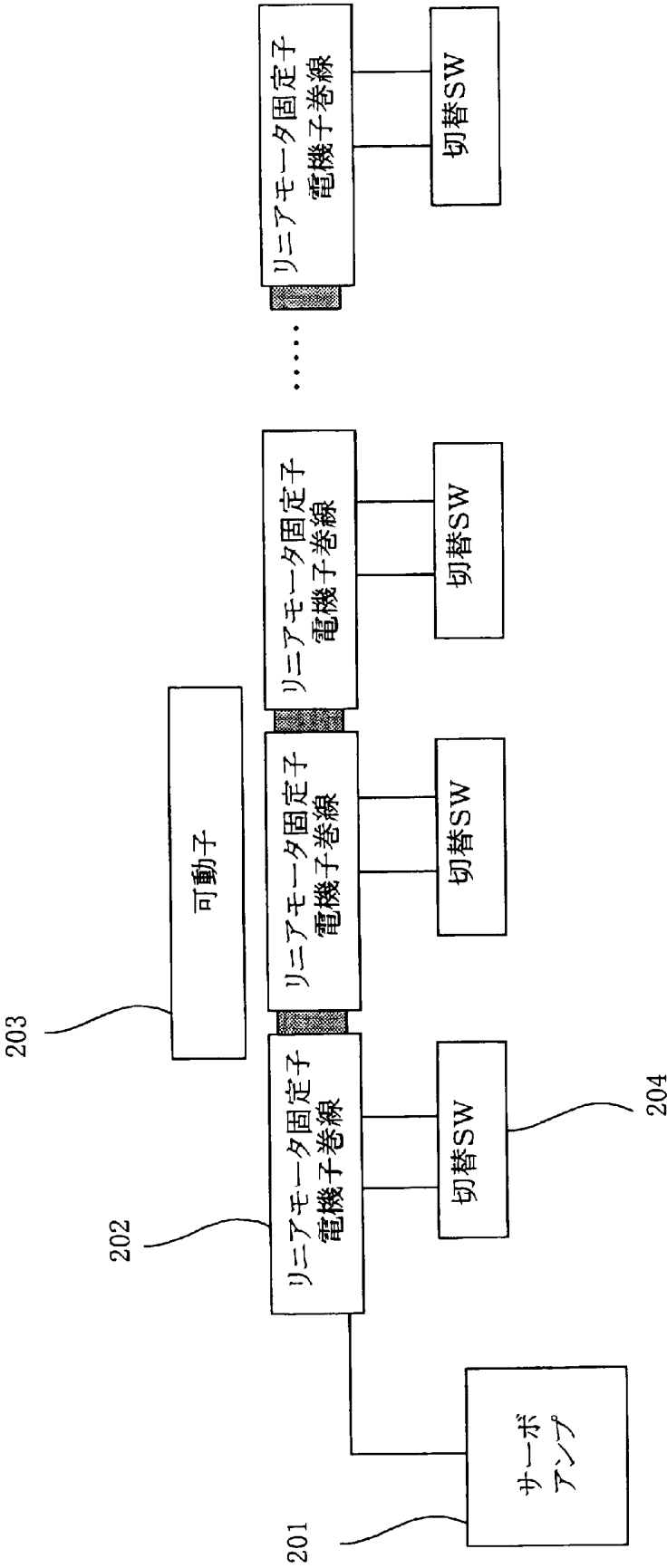
[図13]



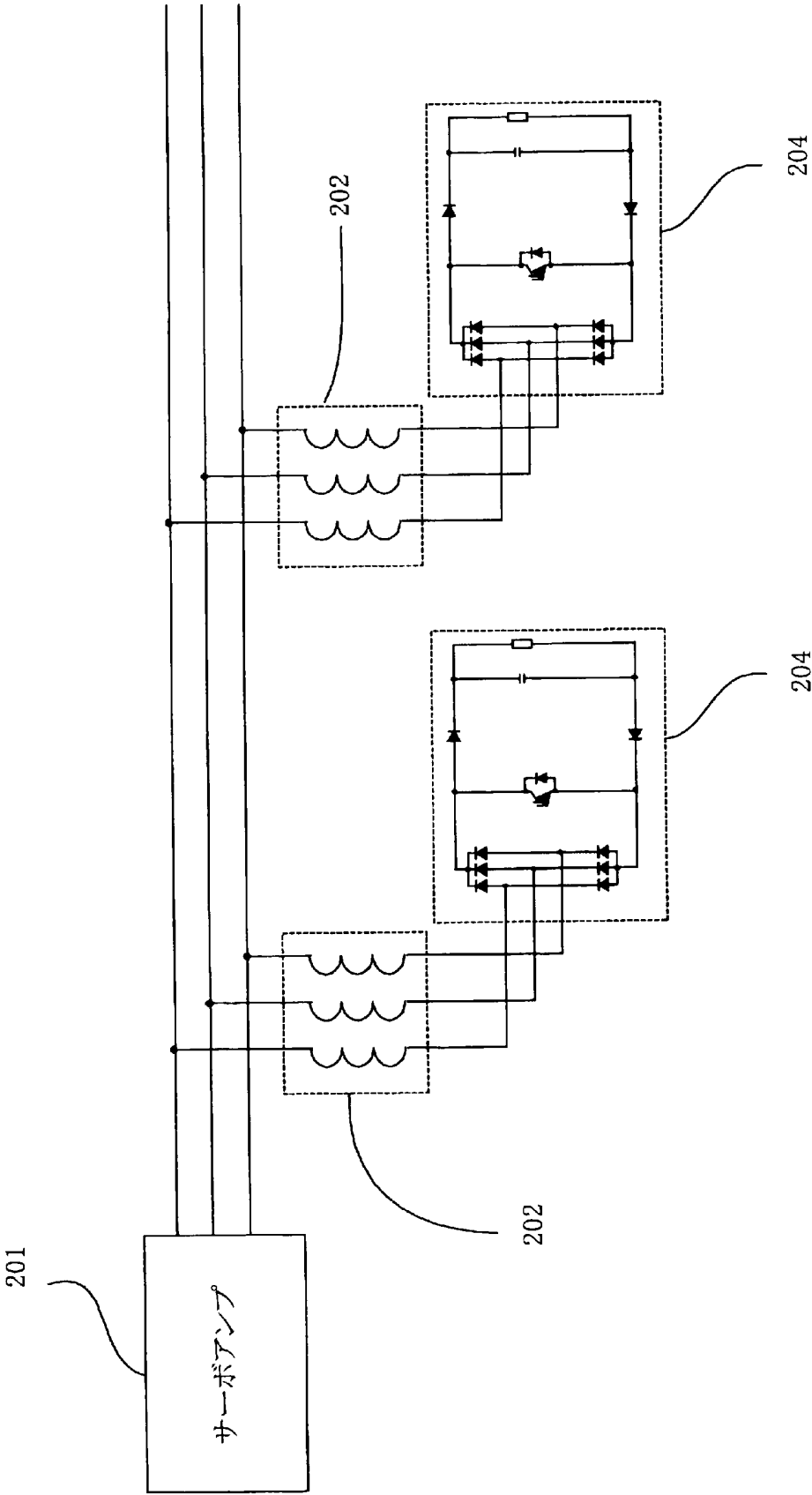
[図14]



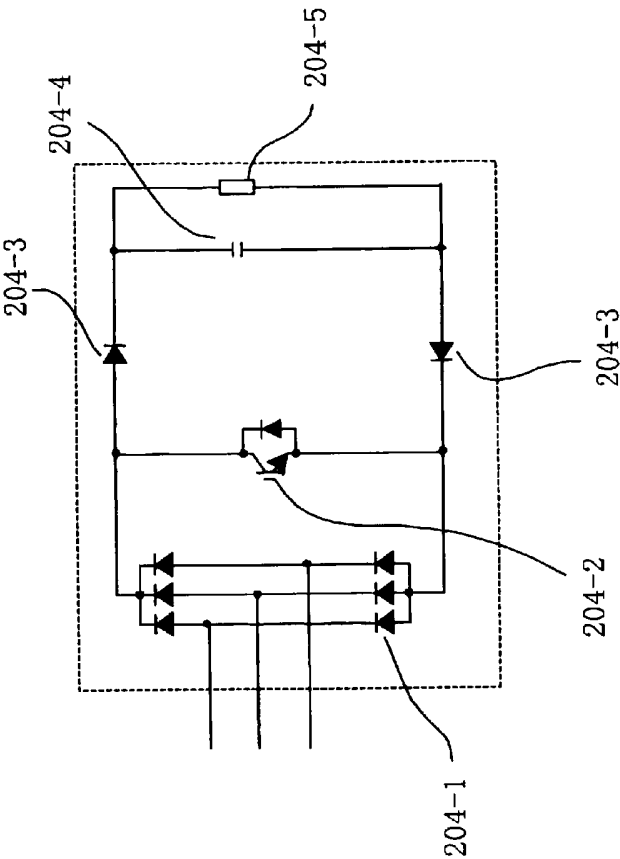
[図15]



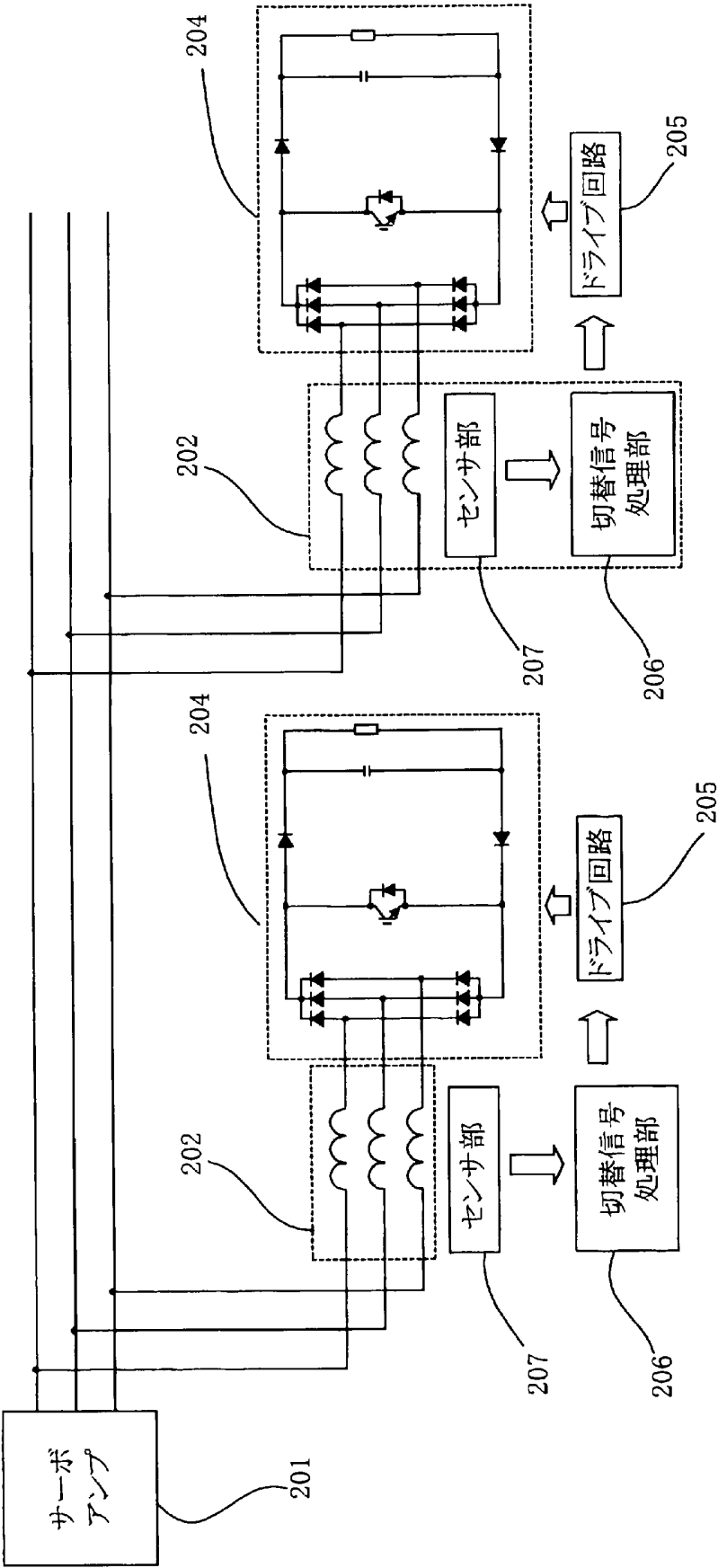
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/017858

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P25/06(2006.01) , **B60L13/03**(2006.01)

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)

H02P25/06(2006.01) , **B60L13/03**(2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2004/021376 A1 (SIEMENS AG.) , 11 March, 2004 (11.03.04) , Fig. 3 & EP 1532643 A & DE 10240080 A & JP 2005-536978 A	1-12
A	JP 2001-119916 A (Nikon Corp.) , 27 April, 2001 (27.04.01) , Fig. 13 & US 6590355 B1	1-12
A	JP 58-54862 A (Fujitsu Ltd.) , 31 March, 1983 (31.03.83) , Fig. 5 (Family: none)	1-12

☐ 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
19 December, 2005 (19.12.05)

Date of mailing of the international search report
27 December, 2005 (27.12.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02P25/06 (2006.01), B60L13/03 (2006.01)											
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. H02P25/06 (2006.01), B60L13/03 (2006.01)											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2005年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2005年	日本国実用新案登録公報	1996-2005年	日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2005年										
日本国実用新案登録公報	1996-2005年										
日本国登録実用新案公報	1994-2005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) WPI											
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 請求の範囲の番号									
A	WO 2004/021376 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT), 11.03.2004, FIG 3, &EP 1532643 A &DE 10240080 A&JP 2005-536978 A	1-12									
A	JP 2001-119916 A (株式会社ニコン), 27.04.2001, 【図13】&US 6590355 B1	1-12									
A	JP 58-54862 A (富士通株式会社), 31.03.1983, 第5図 (ファミリーなし)	1-12									
☐ 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 19.12.2005		国際調査報告の発送日 27.12.2005									
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) 牧 初 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	3V 9064								