

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7254400号
(P7254400)

(45)発行日 令和5年4月10日(2023.4.10)

(24)登録日 令和5年3月31日(2023.3.31)

(51)国際特許分類 F I
 F 1 6 K 31/04 (2006.01) F 1 6 K 31/04 A
 H 0 2 P 8/34 (2006.01) H 0 2 P 8/34

請求項の数 19 (全54頁)

| | | | |
|-------------------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2022-573438(P2022-573438) | (73)特許権者 | 391002166 株式会社不二工機 東京都世田谷区等々力7丁目17番24号 |
| (86)(22)出願日 | 令和4年9月14日(2022.9.14) | (74)代理人 | 110002608 弁理士法人オーパス国際特許事務所 |
| (86)国際出願番号 | PCT/JP2022/034456 | (72)発明者 | 山田 健登 東京都世田谷区等々力7丁目17番24号 株式会社不二工機内 |
| 審査請求日 | 令和4年11月29日(2022.11.29) | (72)発明者 | 渡辺 貴之 東京都世田谷区等々力7丁目17番24号 株式会社不二工機内 |
| (31)優先権主張番号 | 特願2021-162138(P2021-162138) | (72)発明者 | 萩元 大志 東京都世田谷区等々力7丁目17番24号 株式会社不二工機内 |
| (32)優先日 | 令和3年9月30日(2021.9.30) | | |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 | 日本国(JP) | | |
| 早期審査対象出願 | | | |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動弁制御装置および電動弁装置、ならびに、電動弁の制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステップングモーターを構成するステーターと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストッパ機構と、を有する電動弁を制御する電動弁制御装置であって、

前記ステップングモーターにパルスを入力して前記ローターを前記第一方向に回転させる回転制御部と、

前記ローターの回転によって前記ステーターに生じる電圧を取得する電圧取得部と、

前記電圧の波形と前記電圧の基準波形との相違の度合いに基づいて、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向への回転が規制される第一回転規制状態であるか否かを判定する状態判定部と、を有することを特徴とする電動弁制御装置。

【請求項2】

前記基準波形が、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向の回転が許容されている状態において前記ステップングモーターに前記ローターを前記第一方向に回転させる前記パルス(以下、「第一方向パルス」という。)が入力されたときの前記電圧の波形に基づいて設定された第一回転許容状態波形を含み、

前記状態判定部が、前記第一回転許容状態波形と前記ステップングモーターへの前記第一方向パルスの入力に応じて前記電圧取得部が取得した前記電圧の波形との相違の度合い

10

20

を示す相違度指標値を算出し、前記相違度指標値と相違度判定値との比較結果に基づいて、前記電動弁が前記第一回転規制状態であるか否かを判定する、請求項 1 に記載の電動弁制御装置。

【請求項 3】

前記基準波形が、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向の回転が規制されている状態において前記ステッピングモーターに前記ローターを前記第一方向に回転させる前記パルス（以下、「第一方向パルス」という。）が入力されたときの前記電圧の波形に基づいて設定された第一回転規制状態波形を含み、

前記状態判定部が、前記第一回転規制状態波形と前記ステッピングモーターへの前記第一方向パルスの入力に応じて前記電圧取得部が取得した前記電圧の波形との相違の度合いを示す相違度指標値を算出し、前記相違度指標値と相違度判定値との比較結果に基づいて、前記電動弁が前記第一回転規制状態であるか否かを判定する、請求項 1 に記載の電動弁制御装置。

10

【請求項 4】

前記基準波形が、

前記電動弁が前記ローターの前記第一方向の回転が許容されている状態において前記ステッピングモーターに前記ローターを前記第一方向に回転させる前記パルス（以下、「第一方向パルス」という。）が入力されたときの前記電圧の波形に基づいて設定された第一回転許容状態波形と、

前記電動弁が前記ローターの前記第一方向の回転が規制されている状態において前記ステッピングモーターに前記第一方向パルスが入力されたときの前記電圧の波形に基づいて設定された第一回転規制状態波形と、を含み、

20

前記状態判定部が、

前記第一回転許容状態波形と前記ステッピングモーターへの前記第一方向パルスの入力に応じて前記電圧取得部が取得した前記電圧の波形との相違の度合いを示す相違度指標値（以下、「第一回転許容状態相違度指標値」という。）を算出し、

前記第一回転規制状態波形と前記ステッピングモーターへの前記第一方向パルスの入力に応じて前記電圧取得部が取得した前記電圧の波形との相違の度合いを示す相違度指標値（以下、「第一回転規制状態相違度指標値」という。）を算出し、

前記第一回転許容状態相違度指標値と第一回転許容状態相違度判定値との比較結果と、前記第一回転規制状態相違度指標値と第一回転規制状態相違度判定値との比較結果と、に基づいて、前記電動弁が前記第一回転規制状態であるか否かを判定する、請求項 1 に記載の電動弁制御装置。

30

【請求項 5】

前記回転制御部が、前記状態判定部によって前記電動弁が前記第一回転規制状態であると判定されたとき、前記ステッピングモーターへの前記パルスの入力を停止する、請求項 1 に記載の電動弁制御装置。

【請求項 6】

前記基準波形が、前記電動弁が前記ローターの第二方向の回転が許容されている状態において前記ステッピングモーターに前記ローターを前記第二方向に回転させる前記パルス（以下、「第二方向パルス」という。）が入力されたときの前記電圧の波形に基づいて設定された第二回転許容状態波形を含み、

40

前記回転制御部が、前記状態判定部によって前記電動弁が前記第一回転規制状態であると判定されたとき、前記ステッピングモーターに前記パルスを入力して前記ローターを前記第二方向に回転させ、

前記状態判定部が、前記第二回転許容状態波形と前記ステッピングモーターへの前記第二方向パルスの入力に応じて前記電圧取得部が取得した前記電圧の波形との相違の度合いを示す相違度指標値（以下、「第二回転許容状態相違度指標値」という。）を算出し、前記第二回転許容状態相違度指標値と第二回転許容状態相違度判定値との比較結果に基づいて、前記電動弁が前記ローターの前記第二方向への回転が規制される第二回転規制状態で

50

あるか否かを判定し、

前記回転制御部が、前記状態判定部によって前記電動弁が前記第二回転規制状態であると判定されたとき、前記ステッピングモーターへの前記パルスを入力を停止し、

前記回転制御部が、前記状態判定部によって前記電動弁が前記第一回転規制状態であると判定された後に前記ステッピングモーターに入力された前記パルスの数が反転数に達したとき、前記ステッピングモーターに前記パルスを前記反転数だけ入力して前記ローターを前記第一方向に回転させる、請求項 2 ～ 請求項 4 のいずれか一項に記載の電動弁制御装置。

【請求項 7】

前記基準波形が、前記第一方向パルスに対して設定された、時刻と当該時刻における基準電圧とが関連付けられたデータテーブルであり、

10

前記電圧取得部が、前記ステッピングモーターに前記第一方向パルスが入力されると前記電圧を時系列的に取得し、

前記状態判定部が、前記第一方向パルスを入力に対応して前記電圧取得部が取得時刻において前記電圧を取得すると、当該電圧と前記ステッピングモーターに入力された前記第一方向パルスに対して設定された前記データテーブルにおける前記取得時刻に対応する前記時刻と関連付けられた前記基準電圧との差分値を 2 乗した値（以下、「第一中間値」という。）を算出し、

前記状態判定部が、前記第一方向パルスを入力に対応して前記電圧取得部が取得した前記電圧を用いて算出された複数の前記第一中間値を足し合わせて前記相違度指標値を算出する、請求項 2 ～ 請求項 4 のいずれか一項に記載の電動弁制御装置。

20

【請求項 8】

前記基準波形が、前記第二方向パルスに対して設定された、時刻と当該時刻における基準電圧とが関連付けられたデータテーブルであり、

前記電圧取得部が、前記ステッピングモーターに前記第二方向パルスが入力されると前記電圧を時系列的に取得し、

前記状態判定部が、前記第二方向パルスを入力に対応して前記電圧取得部が取得時刻において前記電圧を取得すると、当該電圧と前記ステッピングモーターに入力された前記第二方向パルスに対して設定された前記データテーブルにおける前記取得時刻に対応する前記時刻と関連付けられた前記基準電圧との差分値を 2 乗した値（以下、「第二中間値」という。）を算出し、

30

前記状態判定部が、前記第二方向パルスを入力に対応して前記電圧取得部が取得した前記電圧を用いて算出された複数の前記第二中間値を足し合わせて前記相違度指標値を算出する、請求項 6 に記載の電動弁制御装置。

【請求項 9】

前記状態判定部が、前記第一方向パルスの始期から終期までの期間の一部において前記電圧取得部が取得した前記電圧を用いて算出された複数の前記第一中間値を足し合わせて前記相違度指標値を算出し、

前記期間の一部における前記電圧に含まれる前記ステーターのインダクタンスによる逆起電力に係る電圧成分が、当該電圧に含まれる前記ローターの回転による電磁誘導に係る電圧成分より小さい、請求項 7 に記載の電動弁制御装置。

40

【請求項 10】

前記状態判定部が、前記第二方向パルスの始期から終期までの期間の一部において前記電圧取得部が取得した前記電圧を用いて算出された複数の前記第二中間値を足し合わせて前記相違度指標値を算出し、

前記期間の一部における前記電圧に含まれる前記ステーターのインダクタンスによる逆起電力に係る電圧成分が、当該電圧に含まれる前記ローターの回転による電磁誘導に係る電圧成分より小さい、請求項 8 に記載の電動弁制御装置。

【請求項 11】

前記状態判定部が、前記電動弁が前記第一回転規制状態であると判定したとき、当該判

50

定に用いた前記電圧の波形に対応する前記第一方向パルスのパターン番号に基づいて開始パターン番号を取得し、

前記回転制御部が、前記基準位置にある前記ローターを第二方向に回転させるとき、前記開始パターン番号と同じパターン番号の前記パルスから入力を開始する、請求項 2 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載の電動弁制御装置。

【請求項 1 2】

前記第一回転規制状態波形が、前記電動弁制御装置と組み合わせられる前記電動弁においてあらかじめ取得した複数の前記電圧の波形に基づき、前記第一方向パルスに対して設定され、

1つの前記第一方向パルスに対して1つの前記第一回転規制状態波形が設定される、請求項 3 または請求項 4 に記載の電動弁制御装置。

10

【請求項 1 3】

前記第一回転規制状態波形が、複数の前記電動弁においてあらかじめ取得した複数の前記電圧の波形に基づき、前記第一方向パルスに対して設定され、

1つの前記第一方向パルスに対して互いに異なる複数の前記第一回転規制状態波形が設定され、

1つの前記第一方向パルスに対して設定される前記第一回転規制状態波形の数が、前記パルスのパターン数と同じであり、

1つの前記第一方向パルスに対して設定される前記第一回転規制状態波形は、前記ストップ機構により前記ローターの前記第一方向の回転が規制されるタイミングに対応する前記パルスが互いに異なる複数の前記電動弁において取得された前記電圧の波形に基づいて設定される、請求項 3 または請求項 4 に記載の電動弁制御装置。

20

【請求項 1 4】

前記ステーターが、A相ステーターとB相ステーターとを有し、

前記電圧取得部が、前記回転制御部が前記ステップモーターへの前記パルスの入力に応じて前記A相ステーターおよび前記B相ステーターの一方のみに駆動電流を供給したときに他方に生じる前記電圧を取得する、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載の電動弁制御装置。

【請求項 1 5】

前記弁体が、前記弁座と向かい合い、前記ローターが前記第一方向に回転するとコイルばねを介して前記弁座に向けて押され、

前記基準位置が、前記ローターが前記弁座に前記弁体が接する閉弁位置よりさらに前記第一方向に回転した位置にある、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載の電動弁制御装置。

30

【請求項 1 6】

弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステップモーターを構成するステーターと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストップ機構と、を有する電動弁を制御する電動弁制御装置であって、

40

前記ステップモーターにパルスを入力して前記ローターを前記第一方向に回転させる回転制御部と、

前記ローターの回転によって前記ステーターに生じる電流を取得する電流取得部と、

前記電流の波形と前記電流の基準波形との相違の度合いに基づいて、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向への回転が規制される第一回転規制状態であるか否かを判定する状態判定部と、を有することを特徴とする電動弁制御装置。

【請求項 1 7】

前記電動弁と、請求項 1 または請求項 1 6 に記載の電動弁制御装置と、を有する電動弁装置。

【請求項 1 8】

50

弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステッピングモーターを構成するステーターと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストッパ機構と、を有する電動弁の制御方法であって、

前記ステッピングモーターにパルスを入力して前記ローターを前記第一方向に回転させ、前記ローターの回転によって前記ステーターに生じる電圧を取得し、

前記電圧の波形と前記電圧の基準波形との相違の度合いに基づいて、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向への回転が規制される第一回転規制状態であるか否かを判定すること、を特徴とする電動弁の制御方法。

10

【請求項 19】

弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステッピングモーターを構成するステーターと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストッパ機構と、を有する電動弁の制御方法であって、

前記ステッピングモーターにパルスを入力して前記ローターを前記第一方向に回転させ、前記ローターの回転によって前記ステーターに生じる電流を取得し、

前記電流の波形と前記電流の基準波形との相違の度合いに基づいて、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向への回転が規制される第一回転規制状態であるか否かを判定すること、を特徴とする電動弁の制御方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動弁制御装置および電動弁制御装置を有する電動弁装置、ならびに、電動弁の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1は、従来の電動弁の一例を開示している。このような電動弁は、エアコンの冷凍サイクルに組み込まれる。電動弁は、弁本体と、弁体と、弁体を移動させるためのステッピングモーターと、を有している。ステッピングモーターは、ローターとステーターとを有している。ステッピングモーターにパルスが入力されるとローターが回転する。ローターの回転に応じて弁体が移動する。ローターが基準位置にあるとき、ローターとともに回転する可動ストッパが弁本体に固定された固定ストッパに当接して、ローターの第一方向への回転が規制される。

30

【0003】

電動弁は、電動弁制御装置によって制御される。電動弁制御装置は、初期化動作において、ステッピングモーターにパルスを入力してローターを第一方向に回転させ、ローターを基準位置に位置付ける。ステッピングモーターに入力するパルスの数は、可動ストッパが固定ストッパに当接するために十分な数（以下、「初期化数」という。）である。ローターが第一方向に回転して可動ストッパが固定ストッパに当接すると、ローターが基準位置に位置付けられる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第2019/130928号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

電動弁制御装置は、ステッピングモーターに入力したパルス数が初期化数に達するまで

50

、ステッピングモーターにパルスを入力する。そのため、電動弁制御装置は、ローターが基準位置に位置付けられた後もパルスを入力することがあり、初期化動作に長い時間がかかる。また、ローターが基準位置に位置付けられた後にステッピングモーターにパルスが入力されると、可動ストッパが固定ストッパに繰り返し衝突して騒音が発生する。特に、初期化動作直前のローターの位置が基準位置に近い場合、騒音が長い時間発生する。

【0006】

そこで、本発明は、電動弁の初期化動作にかかる時間を短くして騒音を抑制することができる電動弁制御装置および電動弁制御装置を有する電動弁装置、ならびに、電動弁の制御方法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】

10

【0007】

本発明者らは、複数の電動弁を用いて、初期化動作においてローターの回転によってステーターに生じる電圧（ステーターに電磁誘導される電圧）を測定して、測定結果について鋭意検討した。その結果、本発明者らは、ストッパ機構によってローターの回転が規制される前の電圧の波形と、ストッパ機構によってローターの回転が規制された後の電圧の波形と、の違いを見出し、本発明に至った。

【0008】

電動弁制御装置は、弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステッピングモーターを構成するステーターと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストッパ機構と、を有する電動弁を制御する電動弁制御装置であって、前記ステーターに駆動電流を供給して前記ローターを前記第一方向に回転させる回転制御部と、前記ローターの回転によって前記ステーターに生じる電圧を取得する電圧取得部と、(i)前記電圧の波形の面積、(ii)前記電圧の波形において周期的に観測される波の振幅、および(iii)前記電圧の波形において周期的に観測される波とは異なる新たな波の周期的な出現、のうちの少なくとも1つに基づいて、前記電動弁が前記ストッパ機構によって前記ローターの前記第一方向への回転が規制される回転規制状態であるか否かを判定する状態判定部と、を有する。

20

【0009】

前記回転制御部が、前記状態判定部によって前記電動弁が前記回転規制状態であると判定されたとき、前記ステーターへの駆動電流の供給を停止することが好ましい。

30

【0010】

前記ステーターが、A相ステーターとB相ステーターとを有し、前記電圧取得部が、前記回転制御部がA相ステーターおよびB相ステーターの一方のみに駆動電流を供給したときに他方に生じる前記電圧を取得する、ことが好ましい。

【0011】

前記弁体が、前記弁座と向かい合い、前記ローターが前記第一方向に回転するとコイルばねを介して前記弁座に向けて押され、前記基準位置が、前記ローターが前記弁座に前記弁体が接する閉弁位置よりさらに前記第一方向に回転した位置にあり、前記状態判定部が、前記電圧の波形において周期的に観測される波の振幅が漸減したとき、前記電動弁が前記ローターが前記閉弁位置と前記基準位置との間にある中間状態であると判定する、ことが好ましい。

40

【0012】

電動弁制御装置は、弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステッピングモーターを構成するステーターと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストッパ機構と、を有する電動弁を制御する電動弁制御装置であって、前記ステーターに駆動電流を供給して前記ローターを前記第一方向に回転させる回転制御部と、前記ローターの回転

50

によって前記ステーターに生じる電流を取得する電流取得部と、(i) 前記電流の波形の面積、(i i) 前記電流の波形において周期的に観測される波の振幅、および(i i i) 前記電流の波形において周期的に観測される波とは異なる新たな波の周期的な出現、のうちの少なくとも1つに基づいて、前記電動弁が前記ストップ機構によって前記ローターの前記第一方向への回転が規制される回転規制状態であるか否かを判定する状態判定部と、を有する。

【 0 0 1 3 】

電動弁装置は、前記電動弁と、前記電動弁制御装置と、を有する。

【 0 0 1 4 】

電動弁の制御方法は、弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステッピングモーターを構成するステーターと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストップ機構と、を有する電動弁の制御方法であって、前記ステーターに駆動電流を供給して前記ローターを前記第一方向に回転させ、前記ローターの回転によって前記ステーターに生じる電圧を取得し、(i) 前記電圧の波形の面積、(i i) 前記電圧の波形において周期的に観測される波の振幅、および(i i i) 前記電圧の波形において周期的に観測される波とは異なる新たな波の周期的な出現、のうちの少なくとも1つに基づいて、前記電動弁が前記ストップ機構によって前記ローターの前記第一方向への回転が規制される回転規制状態であるか否かを判定する。

【 0 0 1 5 】

電動弁の制御方法は、弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステッピングモーターを構成するステーターと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストップ機構と、を有する電動弁の制御方法であって、前記ステーターに駆動電流を供給して前記ローターを前記第一方向に回転させ、前記ローターの回転によって前記ステーターに生じる電流を取得し、(i) 前記電流の波形の面積、(i i) 前記電流の波形において周期的に観測される波の振幅、および(i i i) 前記電流の波形において周期的に観測される波とは異なる新たな波の周期的な出現、のうちの少なくとも1つに基づいて、前記電動弁が前記ストップ機構によって前記ローターの前記第一方向への回転が規制される回転規制状態であるか否かを判定する。

【 0 0 1 6 】

上記目的を達成するために本発明の一態様にかかる電動弁制御装置は、

弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステッピングモーターを構成するステーターと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストップ機構と、を有する電動弁を制御する電動弁制御装置であって、

前記ステッピングモーターにパルスを入力して前記ローターを前記第一方向に回転させる回転制御部と、

前記ローターの回転によって前記ステーターに生じる電圧を取得する電圧取得部と、

前記電圧の波形と前記電圧の基準波形との相違の度合いに基づいて、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向への回転が規制される第一回転規制状態であるか否かを判定する状態判定部と、を有することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

本発明において、

前記基準波形が、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向の回転が許容されている状態において前記ステッピングモーターに前記ローターを前記第一方向に回転させる前記パルス(以下、「第一方向パルス」という。)が入力されたときの前記電圧の波形に基づい

10

20

30

40

50

て設定された第一回転許容状態波形を含み、

前記状態判定部が、前記第一回転許容状態波形と前記ステッピングモーターへの前記第一方向パルスの入力に応じて前記電圧取得部が取得した前記電圧の波形との相違の度合いを示す相違度指標値を算出し、前記相違度指標値と相違度判定値との比較結果に基づいて、前記電動弁が前記第一回転規制状態であるか否かを判定する、ことが好ましい。

【0018】

本発明において、

前記基準波形が、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向の回転が規制されている状態において前記ステッピングモーターに前記ローターを前記第一方向に回転させる前記パルス（以下、「第一方向パルス」という。）が入力されたときの前記電圧の波形に基づいて

10

設定された第一回転規制状態波形を含み、
前記状態判定部が、前記第一回転規制状態波形と前記ステッピングモーターへの前記第一方向パルスの入力に応じて前記電圧取得部が取得した前記電圧の波形との相違の度合いを示す相違度指標値を算出し、前記相違度指標値と相違度判定値との比較結果に基づいて、前記電動弁が前記第一回転規制状態であるか否かを判定する、ことが好ましい。

【0019】

本発明において、

前記基準波形が、

前記電動弁が前記ローターの前記第一方向の回転が許容されている状態において前記ステッピングモーターに前記ローターを前記第一方向に回転させる前記パルス（以下、「第一方向パルス」という。）が入力されたときの前記電圧の波形に基づいて設定された第一

20

回転許容状態波形と、
前記電動弁が前記ローターの前記第一方向の回転が規制されている状態において前記ステッピングモーターに前記第一方向パルスが入力されたときの前記電圧の波形に基づいて設定された第一回転規制状態波形と、を含み、

前記状態判定部が、

前記第一回転許容状態波形と前記ステッピングモーターへの前記第一方向パルスの入力に応じて前記電圧取得部が取得した前記電圧の波形との相違の度合いを示す相違度指標値（以下、「第一回転許容状態相違度指標値」という。）を算出し、

前記第一回転規制状態波形と前記ステッピングモーターへの前記第一方向パルスの入力に応じて前記電圧取得部が取得した前記電圧の波形との相違の度合いを示す相違度指標値（以下、「第一回転規制状態相違度指標値」という。）を算出し、

30

前記第一回転許容状態相違度指標値と第一回転許容状態相違度判定値との比較結果と、前記第一回転規制状態相違度指標値と第一回転規制状態相違度判定値との比較結果と、に基づいて、前記電動弁が前記第一回転規制状態であるか否かを判定する、ことが好ましい。

【0020】

本発明において、

前記回転制御部が、前記状態判定部によって前記電動弁が前記第一回転規制状態であると判定されたとき、前記ステッピングモーターへの前記パルスの入力を停止する、ことが好ましい。

40

【0021】

本発明において、

前記基準波形が、前記電動弁が前記ローターの第二方向の回転が許容されている状態において前記ステッピングモーターに前記ローターを前記第二方向に回転させる前記パルス（以下、「第二方向パルス」という。）が入力されたときの前記電圧の波形に基づいて設定された第二回転許容状態波形を含み、

前記回転制御部が、前記状態判定部によって前記電動弁が前記第一回転規制状態であると判定されたとき、前記ステッピングモーターに前記パルスを入力して前記ローターを前記第二方向に回転させ、

前記状態判定部が、前記第二回転許容状態波形と前記ステッピングモーターへの前記第

50

二方向パルスの入力に応じて前記電圧取得部が取得した前記電圧の波形との相違の度合いを示す相違度指標値（以下、「第二回転許容状態相違度指標値」という。）を算出し、前記第二回転許容状態相違度指標値と第二回転許容状態相違度判定値との比較結果に基づいて、前記電動弁が前記ローターの前記第二方向への回転が規制される第二回転規制状態であるか否かを判定し、

前記回転制御部が、前記状態判定部によって前記電動弁が前記第二回転規制状態であると判定されたとき、前記ステッピングモーターへの前記パルスを入力を停止し、

前記回転制御部が、前記状態判定部によって前記電動弁が前記第一回転規制状態であると判定された後に前記ステッピングモーターに入力された前記パルスの数が反転数に達したとき、前記ステッピングモーターに前記パルスの前記反転数だけ入力して前記ローターを前記第一方向に回転させる、ことが好ましい。

10

【0022】

本発明において、

前記基準波形が、前記第一方向パルスに対して設定された、時刻と当該時刻における基準電圧とが関連付けられたデータテーブルであり、

前記電圧取得部が、前記ステッピングモーターに前記第一方向パルスが入力されると前記電圧を時系列的に取得し、

前記状態判定部が、前記第一方向パルスの入力に対応して前記電圧取得部が取得時刻において前記電圧を取得すると、当該電圧と前記ステッピングモーターに入力された前記第一方向パルスに対して設定された前記データテーブルにおける前記取得時刻に対応する前記時刻と関連付けられた前記基準電圧との差分値を2乗した値（以下、「第一中間値」という。）を算出し、

20

前記状態判定部が、前記第一方向パルスの入力に対応して前記電圧取得部が取得した前記電圧を用いて算出された複数の前記第一中間値を足し合わせて前記相違度指標値を算出する、ことが好ましい。

【0023】

本発明において、

前記基準波形が、前記第二方向パルスに対して設定された、時刻と当該時刻における基準電圧とが関連付けられたデータテーブルであり、

前記電圧取得部が、前記ステッピングモーターに前記第二方向パルスが入力されると前記電圧を時系列的に取得し、

前記状態判定部が、前記第二方向パルスの入力に対応して前記電圧取得部が取得時刻において前記電圧を取得すると、当該電圧と前記ステッピングモーターに入力された前記第二方向パルスに対して設定された前記データテーブルにおける前記取得時刻に対応する前記時刻と関連付けられた前記基準電圧との差分値を2乗した値（以下、「第二中間値」という。）を算出し、

30

前記状態判定部が、前記第二方向パルスの入力に対応して前記電圧取得部が取得した前記電圧を用いて算出された複数の前記第二中間値を足し合わせて前記相違度指標値を算出する、ことが好ましい。

【0024】

本発明において、

前記状態判定部が、前記第一方向パルスの始期から終期までの期間の一部において前記電圧取得部が取得した前記電圧を用いて算出された複数の前記第一中間値を足し合わせて前記相違度指標値を算出し、

40

前記期間の一部における前記電圧に含まれる前記ステーターのインダクタンスによる逆起電力に係る電圧成分が、当該電圧に含まれる前記ローターの回転による電磁誘導に係る電圧成分より小さい、ことが好ましい。

【0025】

本発明において、

前記状態判定部が、前記第二方向パルスの始期から終期までの期間の一部において前記

50

電圧取得部が取得した前記電圧を用いて算出された複数の前記第二中間値を足し合わせて前記相違度指標値を算出し、

前記期間の一部における前記電圧に含まれる前記ステータのインダクタンスによる逆起電力に係る電圧成分が、当該電圧に含まれる前記ローターの回転による電磁誘導に係る電圧成分より小さい、ことが好ましい。

【0026】

本発明において、

前記状態判定部が、前記電動弁が前記第一回転規制状態であると判定したとき、当該判定に用いた前記電圧の波形に対応する前記第一方向パルスのパターン番号に基づいて開始パターン番号を取得し、

前記回転制御部が、前記基準位置にある前記ローターを第二方向に回転させるとき、前記開始パターン番号と同じパターン番号の前記パルスから入力を開始する、ことが好ましい。

【0027】

本発明において、

前記第一回転規制状態波形が、前記電動弁制御装置と組み合わせられる前記電動弁においてあらかじめ取得した複数の前記電圧の波形に基づき、前記第一方向パルスに対して設定され、

1つの前記第一方向パルスに対して1つの前記第一回転規制状態波形が設定される、ことが好ましい。

【0028】

本発明において、

前記第一回転規制状態波形が、複数の前記電動弁においてあらかじめ取得した複数の前記電圧の波形に基づき、前記第一方向パルスに対して設定され、

1つの前記第一方向パルスに対して互いに異なる複数の前記第一回転規制状態波形が設定され、

1つの前記第一方向パルスに対して設定される前記第一回転規制状態波形の数が、前記パルスのパターンの数と同じであり、

1つの前記第一方向パルスに対して設定される前記第一回転規制状態波形は、前記ストップ機構により前記ローターの前記第一方向の回転が規制されるタイミングに対応する前記パルスが互いに異なる複数の前記電動弁において取得された前記電圧の波形に基づいて設定される、ことが好ましい。

【0029】

本発明において、

前記ステータが、A相ステータとB相ステータとを有し、

前記電圧取得部が、前記回転制御部が前記ステップモーターへの前記パルスの入力に応じて前記A相ステータおよび前記B相ステータの一方のみに駆動電流を供給したときに他方に生じる前記電圧を取得する、ことが好ましい。

【0030】

本発明において、

前記弁体が、前記弁座と向かい合い、前記ローターが前記第一方向に回転するとコイルばねを介して前記弁座に向けて押され、

前記基準位置が、前記ローターが前記弁座に前記弁体が接する閉弁位置よりさらに前記第一方向に回転した位置にある、ことが好ましい。

【0031】

上記目的を達成するために本発明の他の一態様にかかる電動弁制御装置は、

弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステップモーターを構成するステータと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストップ機構と、を有する電

10

20

30

40

50

動弁を制御する電動弁制御装置であって、

前記ステッピングモーターにパルスを入力して前記ローターを前記第一方向に回転させる回転制御部と、

前記ローターの回転によって前記ステーターに生じる電流を取得する電流取得部と、

前記電流の波形と前記電流の基準波形との相違の度合いに基づいて、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向への回転が規制される第一回転規制状態であるか否かを判定する状態判定部と、を有することを特徴とする。

【0032】

上記目的を達成するために本発明の他の一態様にかかる電動弁装置は、

前記電動弁と、前記電動弁制御装置と、を有する。

10

【0033】

上記目的を達成するために本発明の他の一態様にかかる電動弁の制御方法は、

弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステッピングモーターを構成するステーターと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストッパ機構と、を有する電動弁の制御方法であって、

前記ステッピングモーターにパルスを入力して前記ローターを前記第一方向に回転させ、前記ローターの回転によって前記ステーターに生じる電圧を取得し、

前記電圧の波形と前記電圧の基準波形との相違の度合いに基づいて、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向への回転が規制される第一回転規制状態であるか否かを判定する、ことを特徴とする。

20

【0034】

上記目的を達成するために本発明の他の一態様にかかる電動弁の制御方法は、

弁座を有する弁本体と、前記弁本体に対して回転可能なローターと、前記ローターとともにステッピングモーターを構成するステーターと、前記弁座と向かい合い、前記ローターが第一方向に回転すると前記弁座に向けて移動する弁体と、前記ローターが基準位置にあるときに前記ローターの前記第一方向への回転を規制するストッパ機構と、を有する電動弁の制御方法であって、

前記ステッピングモーターにパルスを入力して前記ローターを前記第一方向に回転させ、前記ローターの回転によって前記ステーターに生じる電流を取得し、

前記電流の波形と前記電流の基準波形との相違の度合いに基づいて、前記電動弁が前記ローターの前記第一方向への回転が規制される第一回転規制状態であるか否かを判定する、ことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0035】

本発明の一態様によれば、ステッピングモーターにパルスを入力してローターを第一方向に回転させる。ローターの回転によってステーターに生じる電圧を取得する。そして、電圧の波形と電圧の基準波形との相違の度合いに基づいて、電動弁がローター的第一方向への回転が規制される第一回転規制状態であるか否かを判定する。

40

【0036】

本発明の他の一態様によれば、ステッピングモーターにパルスを入力してローターを第一方向に回転させる。ローターの回転によってステーターに生じる電流を取得する。そして、電流の波形と電流の基準波形との相違の度合いに基づいて、電動弁がローター的第一方向への回転が規制される第一回転規制状態であるか否かを判定する。

【0037】

このようにしたことから、正常動作可能な電動弁について、当該電動弁が第一回転規制状態であると判定したときにローターが基準位置にある。そのため、電動弁が第一回転規制状態であると判定したときに、ローター的第一方向への回転を停止することで、初期化動作にかかる時間を短くすることができる。また、ローターが基準位置に位置付けられた

50

あとに、騒音が長い時間発生することを抑制できる。また、波形の相違の度合いに基づいて、電動弁の状態を判定する。そのため、波形の面積または波形の最大振幅に基づいて電動弁の状態を判定する構成に比べて、電動弁の状態をより高い精度で判定できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 8 】

【図 1】電動弁装置を有するエアコンシステムのブロック図である。

【図 2】図 1 の電動弁装置の断面図である。

【図 3】図 2 の電動弁装置が有する弁軸ホルダーを示す図である。

【図 4】図 2 の電動弁装置が有するガイドブッシュの側面図である。

【図 5】図 2 の電動弁装置が有するストッパ部材を示す図である。

【図 6】図 2 の電動弁装置が有する弁軸ホルダー、ストッパ部材、ローターおよびステータの平面図である。

【図 7】図 2 の電動弁装置が有するコンピュータ、モータドライバおよびステッピングモータを説明する図である。

【図 8】ローターの磁極とステータの極歯との位置関係を模式的に示す図である（パルス P [1] 入力時）。

【図 9】ローターの磁極とステータの極歯との位置関係を模式的に示す図である（パルス P [2] 入力時）。

【図 10】ローターの磁極とステータの極歯との位置関係を模式的に示す図である（パルス P [3] 入力時）。

【図 11】ローターの磁極とステータの極歯との位置関係を模式的に示す図である（パルス P [4] 入力時）。

【図 12】ローターの磁極とステータの極歯との位置関係を模式的に示す図である（パルス P [5] 入力時）。

【図 13】ローターの磁極とステータの極歯との位置関係を模式的に示す図である（パルス P [6] 入力時）。

【図 14】ローターの磁極とステータの極歯との位置関係を模式的に示す図である（パルス P [7] 入力時）。

【図 15】ローターの磁極とステータの極歯との位置関係を模式的に示す図である（パルス P [8] 入力時）。

【図 16】電動弁装置の初期化動作において、ローターの回転によってステータに生じた電圧の波形の一例を示す図である。

【図 17】図 16 の電圧の波形の一部を拡大した図である。

【図 18】図 16 の電圧の波形の他の一部を拡大した図である。

【図 19】図 2 の電動弁装置が有するコンピュータが実行する初期化動作の一例を示すフローチャートである。

【図 20】電圧の標準波形（第一回転許容状態波形）を含む波形の例を示す図である。

【図 21】電圧の標準波形（第一回転規制状態波形 # 1）を含む波形の例を示す図である。

【図 22】電圧の標準波形（第一回転規制状態波形 # 2）を含む波形の例を示す図である（その 2）。

【図 23】電圧の標準波形（第一回転規制状態波形 # 3）を含む波形の例を示す図である。

【図 24】電圧の標準波形（第一回転規制状態波形 # 4）を含む波形の例を示す図である（その 4）。

【図 25】電圧の標準波形（第一回転規制状態波形 # 5）を含む波形の例を示す図である（その 5）。

【図 26】電圧の標準波形（第一回転規制状態波形 # 6）を含む波形の例を示す図である（その 6）。

【図 27】電圧の標準波形（第一回転規制状態波形 # 7）を含む波形の例を示す図である（その 7）。

【図 28】電圧の標準波形（第一回転規制状態波形 # 8）を含む波形の例を示す図である

10

20

30

40

50

(その 8)。

【図 29】電圧の標準波形のデータテーブル(第一回転許容状態テーブル)の例を示す図である。

【図 30】電圧の波形および電圧の基準波形の例を示す図である。

【図 31】本発明の一実施例に係る電動弁制御装置の動作例 1 を示すフローチャートである。

【図 32】本発明の一実施例に係る電動弁制御装置の動作例 2 を示すフローチャートである。

【図 33】本発明の一実施例に係る電動弁制御装置の動作例 2 を示すフローチャートである(図 32 の続き)。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、電動弁装置について、図 1 ~ 図 19 を参照して説明する。電動弁装置 1 は、例えば、エアコンの冷凍サイクルにおいて冷媒流量を制御する流量制御弁として使用される。

【0040】

図 1 は、電動弁装置を有するエアコンシステムのブロック図である。図 2 は、図 1 の電動弁装置の断面図である。図 2 において、ステーターおよび電動弁制御装置を模式的に示している。図 3 は、図 2 の電動弁装置が有する弁軸ホルダーを示す図である。図 3 A は、弁軸ホルダーの斜視図であり、図 3 B は、弁軸ホルダーの平面図である。図 4 は、図 2 の電動弁装置が有するガイドブッシュの側面図である。図 5 は、図 2 の電動弁装置が有するストッパ部材を示す図である。図 5 A は、ストッパ部材の斜視図であり、図 5 B は、ストッパ部材の平面図である。図 6 は、図 2 の電動弁装置が有する弁軸ホルダー、ストッパ部材、ローターおよびステーターの平面図である。図 6 において、ステーターを模式的に示している。また、図 6 において、ローターの磁極を模式的に示している。図 7 は、図 2 の電動弁装置が有するコンピュータ、モータドライバおよびステッピングモーターを説明する図である。図 7 A は、電動弁制御装置が有するコンピュータとモータドライバとステッピングモーターとの接続を模式的に示す。図 7 B は、パルスとモータドライバがステーターに供給する駆動電流との対応の一例を示す。図 8 ~ 図 15 は、ローターの磁極とステーターの極歯との位置関係を模式的に示す図である。図 8 ~ 図 15 は、パルス P [1] ~ P [8] 入力時に対応している。図 8 ~ 図 15 において、ステーターを模式的に示している。また、図 8 ~ 図 15 において、ローターの磁極を模式的に示している。図 16 は、電動弁装置の初期化動作において、ローターの回転によってステーターに生じた電圧の波形の一例を示す図である。図 17 は、図 16 の電圧の波形の一部(期間 T 1)を拡大した図である。図 18 は、図 16 の電圧の波形の他の一部(期間 T 7)を拡大した図である。図 19 は、図 2 の電動弁装置が有するコンピュータが実行する初期化動作の一例を示すフローチャートである。

【0041】

図 1 に、車両に搭載されるエアコンシステム 100 の一例を示す。このエアコンシステム 100 は、配管 105 を介して順に接続された圧縮機 101、凝縮器 102、電動弁装置 1 (電動弁 5) および蒸発器 103 を有している。電動弁装置 1 は、膨張弁である。エアコンシステム 100 は、エアコン制御装置 110 を有している。エアコン制御装置 110 は、電動弁装置 1 と通信可能に接続されている。エアコン制御装置 110 は、電動弁装置 1 を用いて配管 105 を流れる冷媒の流量を制御する。

【0042】

図 2 に示すように、電動弁装置 1 は、電動弁 5 と、電動弁制御装置 70 と、を有している。

【0043】

電動弁 5 は、弁本体 10 と、キャン 20 と、弁体 30 と、駆動機構 40 と、ステーター 60 と、を有している。

【0044】

10

20

30

40

50

弁本体 10 は、本体部材 11 と、接続部材 13 と、を有している。本体部材 11 は、円柱形状を有している。本体部材 11 は、弁室 14 を有している。本体部材 11 には、第 1 導管 15 および第 2 導管 16 が接合されている。第 1 導管 15 は、軸線 L と直交する方向（図 2 の左右方向）に沿って配置され、弁室 14 に接続されている。第 2 導管 16 は、軸線 L 方向（図 2 の上下方向）に沿って配置され、弁口 17 を介して弁室 14 に接続されている。弁口 17 は、弁室 14 において円環形状の弁座 18 に囲まれている。本体部材 11 は、円形の嵌合穴 11 a を有している。嵌合穴 11 a は、本体部材 11 の上端面に配置されている。嵌合穴 11 a の内周面は、図 2 において左方を向く平面 11 d を有している。嵌合穴 11 a の底面には、弁室 14 に通じる貫通孔 11 b が設けられている。接続部材 13 は、円環板形状を有している。接続部材 13 の内周縁は、本体部材 11 の上端部に接合されている。本体部材 11 および接続部材 13 は、アルミニウム合金、ステンレス、真ちゅうなどの金属製である。

10

【0045】

キャン 20 は、ステンレスなどの金属製である。キャン 20 は、円筒形状を有している。キャン 20 は、下端部が開口しかつ上端部が塞がれている。キャン 20 の下端部は、接続部材 13 の外周縁に接合されている。

【0046】

弁体 30 は、第 1 軸部 31 と、第 2 軸部 32 と、弁部 33 と、を有している。第 1 軸部 31 は、円柱形状を有している。第 2 軸部 32 は、円柱形状を有している。第 2 軸部 32 の径は、第 1 軸部 31 の径より小さい。第 2 軸部 32 は、第 1 軸部 31 の上端部に同軸に連設されている。弁体 30 は、上方を向く円環状の平面である段部 34 を有している。段部 34 は、第 1 軸部 31 と第 2 軸部 32 との連設部分に配置されている。弁部 33 は、上方から下方に向かうにしたがって径が小さくなる略円錐形状を有している。弁部 33 は、第 1 軸部 31 の下端部に同軸に連設されている。弁部 33 は、弁口 17 に配置される。弁部 33 と弁口 17 との間に可変絞り部が形成される。弁部 33 は、弁座 18 と向かい合って配置される。弁部 33 が弁座 18 に接すると、弁口 17 が閉じる。

20

【0047】

駆動機構 40 は、弁体 30 を上下方向（軸線 L 方向）に移動させる。弁体 30 の移動によって弁口 17 が開閉する。駆動機構 40 は、ローター 41 と、弁軸ホルダー 42 と、ガイドブッシュ 43 と、ストッパ部材 44 と、固定具 45 と、を有している。

30

【0048】

ローター 41 は、円筒形状を有している。ローター 41 の外径は、キャン 20 の内径より若干小さい。ローター 41 は、キャン 20 の内側に配置される。ローター 41 は、弁本体 10 に対して回転可能である。ローター 41 は、複数の N 極および複数の S 極を有している。複数の N 極および複数の S 極は、ローター 41 の外周面に配置されている。複数の N 極および複数の S 極は、上下方向に延在している。複数の N 極および複数の S 極は、周方向に等角度間隔で交互に配置されている。電動弁装置 1 において、ローター 41 は、例えば、N 極を 12 個有し、S 極を 12 個有している。互いに隣り合う N 極と S 極との間の角度は、15 度である。

【0049】

図 3 は弁軸ホルダー 42 を示す。弁軸ホルダー 42 は、円筒形状を有している。弁軸ホルダー 42 は、下端部が開口しかつ上端部が塞がれている。弁軸ホルダー 42 はローター 41 の嵌合孔 41 a に嵌合されている。弁軸ホルダー 42 は、ローター 41 と共に回転する。弁軸ホルダー 42 の外周面の下端部には、径方向外方に突出する突部である可動ストッパ 42 s が配置されている。弁軸ホルダー 42 の上壁部 42 a には、軸孔 42 b が形成されている。軸孔 42 b には、弁体 30 の第 2 軸部 32 が軸線 L 方向に移動可能に配置される。弁軸ホルダー 42 の上壁部 42 a の下面にはワッシャー 46 が配置される。ワッシャー 46 と弁体 30 の段部 34 との間には閉弁ばね 47 が配置される。閉弁ばね 47 は、コイルばねであり、弁体 30 を弁座 18 に向けて押す。弁軸ホルダー 42 の内周面には、雌ねじ 42 c が形成されている。可動ストッパ 42 s は、ローター 41 に対して固定され

40

50

ている。

【 0 0 5 0 】

図 4 はガイドブッシュ 4 3 を示す。ガイドブッシュ 4 3 は、基部 4 3 a と、支持部 4 3 b と、を有している。基部 4 3 a は、円筒形状を有している。支持部 4 3 b は、円筒形状を有している。基部 4 3 a の外周面は、平面 4 3 d を有している。基部 4 3 a は本体部材 1 1 の嵌合穴 1 1 a に圧入され、平面 4 3 d が嵌合穴 1 1 a の平面 1 1 d と接する。これにより、本体部材 1 1 の中心軸とガイドブッシュ 4 3 の中心軸とが軸線 L 上で一致するとともに、ガイドブッシュ 4 3 が本体部材 1 1 に対して軸線 L 周りに正しく位置付けられる。支持部 4 3 b の外径は、基部 4 3 a の外径より小さい。支持部 4 3 b の内径は、基部 4 3 a の内径と同じである。支持部 4 3 b は、基部 4 3 a の上部に同軸に連設されている。支持部 4 3 b の外周面には、雄ねじ 4 3 c が形成されている。雄ねじ 4 3 c は、弁軸ホルダー 4 2 の雌ねじ 4 2 c と螺合される。ガイドブッシュ 4 3 の内側には、弁体 3 0 の第 1 軸部 3 1 が配置される。ガイドブッシュ 4 3 は、弁体 3 0 を軸線 L 方向に移動可能に支持する。

10

【 0 0 5 1 】

図 5 はストッパ部材 4 4 を示す。ストッパ部材 4 4 は、ストッパ本体 4 4 a を有している。ストッパ本体 4 4 a は、円筒形状を有している。ストッパ本体 4 4 a の内周面には、雌ねじ 4 4 c が形成されている。ストッパ本体 4 4 a の外周面には、径方向外方に突出する突部である固定ストッパ 4 4 s が配置されている。雌ねじ 4 4 c は、ストッパ本体 4 4 a がガイドブッシュ 4 3 の基部 4 3 a に当接するまで雄ねじ 4 3 c に螺合されている。これにより、ストッパ部材 4 4 は、ガイドブッシュ 4 3 に固定される。固定ストッパ 4 4 s は、弁本体 1 0 に対して固定されている。

20

【 0 0 5 2 】

固定具 4 5 は、固定部 4 5 a と、フランジ部 4 5 b と、を有している。固定部 4 5 a は、段付きの円筒形状を有している。固定部 4 5 a の内側には、弁体 3 0 の第 2 軸部 3 2 が配置される。固定部 4 5 a は、第 2 軸部 3 2 に接合される。フランジ部 4 5 b は、固定部 4 5 a の下部に連設されている。固定具 4 5 の外側には、復帰ばね 4 8 が配置される。復帰ばね 4 8 は、コイルばねである。

【 0 0 5 3 】

ステーター 6 0 は、円筒形状を有している。ステーター 6 0 は、A 相ステーター 6 1 と、B 相ステーター 6 2 と、を有している。

30

【 0 0 5 4 】

A 相ステーター 6 1 は、複数のクローポール型の極歯 6 1 a、6 1 b を内周に有している。極歯 6 1 a の先端は下方に向いており、極歯 6 1 b の先端は上方に向いている。極歯 6 1 a と極歯 6 1 b とは、周方向に等角度間隔で交互に配置されている。電動弁装置 1 において、A 相ステーター 6 1 は、例えば、極歯 6 1 a を 1 2 個有し、極歯 6 1 b を 1 2 個有している。互いに隣り合う極歯 6 1 a と極歯 6 1 b との間の角度は、15 度である。A 相ステーター 6 1 のコイル 6 1 c が通電されると、極歯 6 1 a と極歯 6 1 b とは互いに異なる極性の磁極となる。

【 0 0 5 5 】

B 相ステーター 6 2 は、複数のクローポール型の極歯 6 2 a、6 2 b を内周に有している。極歯 6 2 a の先端は下方に向いており、極歯 6 2 b の先端は上方に向いている。極歯 6 2 a と極歯 6 2 b とは、周方向に等角度間隔で交互に配置されている。電動弁装置 1 において、B 相ステーター 6 2 は、例えば、極歯 6 2 a を 1 2 個有し、極歯 6 2 b を 1 2 個有している。互いに隣り合う極歯 6 2 a と極歯 6 2 b との間の角度は、15 度である。B 相ステーター 6 2 のコイル 6 2 c が通電されると、極歯 6 2 a と極歯 6 2 b とは互いに異なる極性の磁極となる。

40

【 0 0 5 6 】

A 相ステーター 6 1 と B 相ステーター 6 2 とは、同軸に配置されている。A 相ステーター 6 1 は、B 相ステーター 6 2 と接している。軸線 L 方向から見たときに互いに隣り合う

50

A相ステータ-61の極歯61aとB相ステータ-62の極歯62aとの間の角度は、7.5度である。つまり、B相ステータ-62は、極歯61aと極歯62aとが軸線L方向に並ぶ位置からA相ステータ-61に対して軸線L周りに7.5度回転した位置にある。図7Aに示すように、A相ステータ-61のコイル61cの端子A1、A2およびB相ステータ-62のコイル62cの端子B1、B2は、電動弁制御装置70(モータドライバ77)に接続されている。

【0057】

ステータ-60の内側には、キャン20が配置される。キャン20の内側には、ロータ-41が配置される。ステータ-60とロータ-41とは、ステッピングモータ-66を構成する。

【0058】

ステッピングモータ-66にパルスP(P[1]~P[8])が入力されることによりロータ-41が回転する。具体的には、ステッピングモータ-66のステータ-60にパルスPに応じた駆動電流が供給されることによりロータ-41が回転する。本明細書において、「ステッピングモータ-66にパルスPが入力されること」は、「ステッピングモータ-66のステータ-60にパルスPに応じた駆動電流が供給されること」と同義である。

【0059】

ステッピングモータ-66には、図7Bに示すパルスP[1]~P[8]が順番に入力される。A相ステータ-61に供給される駆動電流とB相ステータ-62に供給される駆動電流との組み合わせは、パルスP毎に異なる。組み合わせの数は、8であり、パルスPのパターンの数という。「パターン」は「スイッチングモード」ともいわれる。パルスP[1]~P[8]の数字(1~8)は、パルスP[1]~P[8]を特定するためのパターン番号である。図8~図15に、パルスP[1]~P[8]が入力されたときのロータ-41とステータ-60との位置関係の例を示す。図8~図15において、ロータ-41とステータ-60(A相ステータ-61、B相ステータ-62)との位置関係を把握しやすくするため、基準となる極歯61aおよび基準となるロータ-41の磁極(S極)に黒丸を付している。

【0060】

ロータ-41を第一方向(図8~図15において時計方向)に回転させる場合、ステッピングモータ-66にパルスPを昇順(パルスP[1]~P[8]の順番)で循環的に入力する。ロータ-41が第一方向に回転すると、弁軸ホルダ-42の雌ねじ42cとガイドブッシュ43の雄ねじ43cとのねじ送り作用によってロータ-41および弁軸ホルダ-42が下方に移動する。ロータ-41(弁軸ホルダ-42)が、閉弁ばね47を介して弁体30を下方に押す。弁体30が下方に移動して弁部33が弁座18に接する。このときのロータ-41の位置は、閉弁位置Rcである。この状態からロータ-41を第一方向にさらに回転させると、閉弁ばね47が圧縮されてロータ-41が下方にさらに移動する。弁体30は下方に移動しない。そして、弁軸ホルダ-42の可動ストッパ42sがストッパ部材44の固定ストッパ44sに接すると、ロータ-41の第一方向への回転が規制される。このときのロータ-41の位置は、基準位置Rxである。

【0061】

ロータ-41を第一方向と反対の第二方向(図8~図15において反時計方向)に回転させる場合、ステッピングモータ-66にパルスPを降順(パルスP[8]~P[1]の順番)で循環的に入力する。ロータ-41が第二方向に回転すると、弁軸ホルダ-42の雌ねじ42cとガイドブッシュ43の雄ねじ43cとのねじ送り作用によってロータ-41および弁軸ホルダ-42が上方に移動する。ロータ-41(弁軸ホルダ-42)が固定具45を上方に押す。固定具45とともに弁体30が上方に移動して、弁体30が弁座18から離れる。所定の流量測定環境において弁口17における流体の流量(弁口17の開度)が所定の設定値であるときのロータ-41の位置を開弁位置Roとする。設定値は、電動弁装置1の構成や用途などに応じて適宜設定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 2 】

電動弁5において、弁口17、弁座18、キャン20、弁体30、ローター41、弁軸ホルダー42、ガイドブッシュ43、ステーター60（A相ステーター61、B相ステーター62）は、それぞれの中心軸が軸線Lに一致する。

【 0 0 6 3 】

電動弁制御装置70は、複数の電子部品（図示なし）が実装された基板71を有している。電動弁制御装置70は、図1に示すように、不揮発性メモリ75と、通信装置76と、モータドライバ77と、コンピュータ80と、を有している。電動弁制御装置70は、エアコン制御装置110からの命令に基づいて、電動弁5を制御する。

【 0 0 6 4 】

不揮発性メモリ75は、電源が切断された場合でも保持する必要があるデータを記憶する。不揮発性メモリ75は、例えば、EEPROMやフラッシュメモリである。

【 0 0 6 5 】

通信装置76は、有線通信バス120を介してエアコン制御装置110と通信可能に接続されている。エアコンシステム100は、例えば、Local Interconnect Network（LIN）やController Area Network（CAN）などの通信方式を採用している。なお、通信装置76は、エアコン制御装置110と無線通信可能に接続されていてもよい。

【 0 0 6 6 】

モータドライバ77は、コンピュータ80から入力されるパルスPに基づいてステップモーター66に駆動電流を供給する。図7Aに示すように、モータドライバ77は、A相ステーター61のコイル61cの端子A1、A2およびB相ステーター62のコイル62cの端子B1、B2と接続されている。図7Bに、パルスPとモータドライバ77が供給する駆動電流との対応の一例を示す。図7Bにおいて、（+）は、端子A1から端子A2への駆動電流、または、端子B1から端子B2への駆動電流を供給することを示し、（-）は、端子A2から端子A1への駆動電流、または、端子B2から端子B1への駆動電流を供給することを示し、（0）は、駆動電流を供給しないことを示す。

【 0 0 6 7 】

モータドライバ77は、コンピュータ80からパルスP[1]が入力されると、コイル61cに端子A1から端子A2への駆動電流を供給し（+）、コイル62cに駆動電流を供給しない（0）。

【 0 0 6 8 】

モータドライバ77は、コンピュータ80からパルスP[2]が入力されると、コイル61cに端子A1から端子A2への駆動電流を供給し（+）、コイル62cに端子B1から端子B2への駆動電流を供給する（+）。

【 0 0 6 9 】

モータドライバ77は、コンピュータ80からパルスP[3]が入力されると、コイル61cに駆動電流を供給せず（0）、コイル62cに端子B1から端子B2への駆動電流を供給する（+）。

【 0 0 7 0 】

モータドライバ77は、コンピュータ80からパルスP[4]が入力されると、コイル61cに端子A2から端子A1への駆動電流を供給し（-）、コイル62cに端子B1から端子B2への駆動電流を供給する（+）。

【 0 0 7 1 】

モータドライバ77は、コンピュータ80からパルスP[5]が入力されると、コイル61cに端子A2から端子A1への駆動電流を供給し（-）、コイル62cに駆動電流を供給しない（0）。

【 0 0 7 2 】

モータドライバ77は、コンピュータ80からパルスP[6]が入力されると、コイル61cに端子A2から端子A1への駆動電流を供給し（-）、コイル62cに端子B2

10

20

30

40

50

から端子 B 1 への駆動電流を供給する (-)。

【 0 0 7 3 】

モータドライバ 7 7 は、コンピュータ 8 0 からパルス P [7] が入力されると、コイル 6 1 c に駆動電流を供給せず (0)、コイル 6 2 c に端子 B 2 から端子 B 1 への駆動電流を供給する (-)。

【 0 0 7 4 】

モータドライバ 7 7 は、コンピュータ 8 0 からパルス P [8] が入力されると、コイル 6 1 c に端子 A 1 から端子 A 2 への駆動電流を供給し (+)、コイル 6 2 c に端子 B 2 から端子 B 1 への駆動電流を供給する (-)。

【 0 0 7 5 】

コンピュータ 8 0 は、CPU、ROM、RAM、入出力インタフェースおよび A / D 変換器などが 1 つのパッケージに組み込まれた組込機器用のマイクロコンピュータである。コンピュータ 8 0 は、不揮発性メモリ 7 5、通信装置 7 6 およびモータドライバ 7 7 を含んでいてもよい。コンピュータ 8 0 は、CPU が ROM に格納されたプログラムを実行することにより、回転制御部 8 1、電圧取得部 8 2 および状態判定部 8 3 として機能する。

【 0 0 7 6 】

回転制御部 8 1 は、ステッピングモータ 6 6 にパルス P を入力してロータ 4 1 を第一方向または第二方向に回転させる。具体的には、回転制御部 8 1 は、エアコン制御装置 1 1 0 から受信した命令に基づいて、モータドライバ 7 7 にパルス P [1] ~ P [8] を入力する。モータドライバ 7 7 は、入力されたパルス P [1] ~ P [8] に応じて、A 相ステータ 6 1 のコイル 6 1 c および B 相ステータ 6 2 のコイル 6 2 c に駆動電流を供給する。

【 0 0 7 7 】

電圧取得部 8 2 は、ロータ 4 1 の回転によってステータ 6 0 に生じる電圧 (ステータ 6 0 に電磁誘導される電圧) を取得する。具体的には、電圧取得部 8 2 は、回転制御部 8 1 がパルス P [1] および P [5] に応じて A 相ステータ 6 1 のコイル 6 1 c のみに駆動電流を供給したときに、B 相ステータ 6 2 のコイル 6 2 c の端子 B 1、B 2 間に生じる電圧 V B を時系列的に取得する。電圧取得部 8 2 は、回転制御部 8 1 がパルス P [3] および P [7] に応じて B 相ステータ 6 2 のコイル 6 2 c のみに駆動電流を供給したときに、A 相ステータ 6 1 のコイル 6 1 c の端子 A 1、A 2 間に生じる電圧 V A を時系列的に取得する。電圧取得部 8 2 は、回転制御部 8 1 がパルス P [2]、P [4]、P [6] および P [8] に応じてコイル 6 1 c およびコイル 6 2 c に駆動電流を供給したとき、電圧 V A および電圧 V B を取得しない。なお、電圧取得部 8 2 は、回転制御部 8 1 がパルス P [1] ~ P [8] に応じてコイル 6 1 c およびコイル 6 2 c に駆動電流を供給したときに、電圧 V A および電圧 V B を時系列的に取得してもよい。この場合、電圧取得部 8 2 は、端子 A 1、A 2 間に生じる電圧から電磁誘導に係る電圧成分を分離して、当該電圧成分を電圧 V A とする。電圧取得部 8 2 は、端子 B 1、B 2 間に生じる電圧から電磁誘導に係る電圧成分を分離して、当該電圧成分を電圧 V B とする。時系列的に取得した電圧 V A は、電圧 V A の波形である。時系列的に取得した電圧 V B は、電圧 V B の波形である。

【 0 0 7 8 】

状態判定部 8 3 は、ロータ 4 1 を基準位置 R x に位置付ける動作 (以下、「初期化動作」という。)において、電圧取得部 8 2 によって取得された電圧 V A の波形および電圧 V B の波形に基づいて、電動弁 5 の状態を判定する。電動弁 5 は、回転許容状態 S p と回転規制状態 S r とを有している。回転許容状態 S p は、ロータ 4 1 が基準位置 R x に到達しておらず、ロータ 4 1 の第一方向への回転が許容される状態である。回転規制状態 S r は、ロータ 4 1 が基準位置 R x に到達し、可動ストッパ 4 2 s が固定ストッパ 4 4 s に当接してロータ 4 1 の第一方向への回転が規制される状態である。可動ストッパ 4 2 s および固定ストッパ 4 4 s は、ストッパ機構 4 9 を構成する。

【 0 0 7 9 】

本明細書において、「波形」とは、1 定点における物理量 (電圧) の時間的変化である

10

20

30

40

50

。「波形」を可視化する場合は、物理量を縦軸とし、時間を横軸とした座標面に表現される。また、コンピュータ80のRAMや不揮発性メモリ75において物理量データと時間データとが関連付けられて記憶されたデータテーブルなどの不可視のものも「波形」に含まれる。また、「波形の面積」とは、当該波形を、物理量を縦軸とし時間を物理量0に対応する横軸とする座標面に表現したときに、当該波形と横軸とによって囲まれる領域の面積である。

【0080】

図16～図18は、初期化動作において測定した電圧VAの波形および電圧VBの波形の一例を示す。期間T1～T9のそれぞれにおいて、パルスP[1]～P[8]が昇順でステッピングモーター66に入力される。図16には記載されていないが、期間T1より前の電圧VAの波形および電圧VBの波形は、期間T1における電圧VAの波形および電圧VBの波形と同じ(実質的に同じを含む)である。電動弁装置1において、例えば、パルスPの周期は8msであり、1つの期間Tは64msである。時刻tcにおいて、弁体30が弁座18に接し、ローター41が閉弁位置Rcに位置付けられる。時刻txにおいて、可動ストッパ42sが固定ストッパ44sに当接し、ローター41が基準位置Rxに位置付けられる。ローター41の第一方向への回転は、時刻tx前は許容され、時刻tx後は規制される。

10

【0081】

電圧VAの波形は、A波(a1～a9)と、B波(b1～b9)と、C波(c1～c9)と、D波(d1～d9)と、E波(e7～e9)と、を含む。A波およびB波は、全ての期間Tにわたって周期的に観測される負の電圧(-V)の波である。C波およびD波は、全ての期間Tにわたって周期的に観測される正の電圧(+V)の波である。E波は、時刻tx後に周期的に観測される正の電圧(+V)の波である。なお、各波は、所定の大きさ以上の振幅を有する。

20

【0082】

期間T1～T9におけるパルスP[7]に対応する区間の波形(C波およびD波を含む波形)の面積をSA1～SA9とすると、時刻tx後の期間T6～T9における面積SA6～SA9は、時刻tx前の期間T1～T5における面積SA1～SA5より小さい。

【0083】

また、D波は、時刻tx前には比較的振幅が大きい正の電圧の波であり(d1～d5)、時刻tx後に比較的振幅が小さい正の電圧の波になる(d6～d9)。

30

【0084】

また、E波は、時刻tx前には観測されず、時刻tx後に周期的に観測される(e7～e9)。つまり、E波は、全ての期間Tにわたって周期的に観測される波とは異なる新しい波であり、時刻tx後に周期的に出現する。

【0085】

電圧VBの波形は、F波(f1～f9)と、G波(g1～g9)と、H波(h1～h9)と、J波(j1～j9)と、K波(k1～k9)と、M波(m7～m9)と、を含む。F波およびG波は、全ての期間Tにわたって周期的に観測される正の電圧(+V)の波である。H波、J波およびK波は、全ての期間Tにわたって周期的に観測される負の電圧(-V)の波である。M波は、時刻tx後に周期的に観測される正の電圧(+V)の波である。なお、各波は、所定の大きさ以上の振幅を有する。

40

【0086】

期間T1～T9におけるパルスP[1]に対応する区間の波形(F波、G波およびH波を含む波形)の面積をSB1～SB9とすると、時刻tx後の期間T7～T9における面積SB7～SB9は、時刻tx前の期間T1～T6における面積SB1～SB6より小さい。

【0087】

また、G波は、時刻tx前には比較的振幅が大きい正の電圧の波であり(g1～g6)、時刻tx後に比較的振幅が小さい負の電圧の波になる(g7～g9)。なお、G波は、

50

時刻 t_x 後に H 波と合わさり 1 つの波になる ($g_7 \sim g_9$)。

【 0 0 8 8 】

また、K 波は、時刻 t_x 前には比較的振幅が小さい負の電圧の波であり ($k_1 \sim k_5$)、時刻 t_x 後に比較的振幅が大きい負の電圧の波になる ($k_7 \sim k_9$)。

【 0 0 8 9 】

また、M 波は、時刻 t_x 前には観測されず、時刻 t_x 後に周期的に観測される ($m_7 \sim m_9$)。つまり、M 波は、全ての期間 T にわたって周期的に観測される波とは異なる新しい波であり、時刻 t_x 後に周期的に出現する。

【 0 0 9 0 】

このことから、電圧 V A の波形および電圧 V B の波形は、時刻 t_x の前後で以下の違いがある。

10

(i) 時刻 t_x 後の期間 T における波形の面積が、時刻 t_x 前の期間 T における波形の面積より小さくなる。

(i i) 時刻 t_x 後の波の振幅が、時刻 t_x 前の波の振幅と異なる。

(i i i) 時刻 t_x 前に観測された波とは異なる波が時刻 t_x 後に周期的に出現する。

【 0 0 9 1 】

したがって、電圧 V A の波形または電圧 V B の波形において、上記 (i) ~ (i i i) に示す現象のうちの少なくとも 1 つを検出することによって、時刻 t_x を過ぎたこと、すなわち、ローター 4 1 が基準位置 R x に到達して電動弁 5 が回転規制状態 S r になったことを判定できる。

20

【 0 0 9 2 】

状態判定部 8 3 は、初期化動作中に、電圧取得部 8 2 が取得した電圧 V A の波形および電圧 V B の波形において上記 (i) ~ (i i i) に示す現象のうちのいずれも検出していないとき、電動弁 5 が回転許容状態 S p であると判定する。状態判定部 8 3 は、上記 (i) ~ (i i i) に示す現象のうちの少なくとも 1 つを検出したとき、電動弁 5 が回転規制状態 S r であると判定する。そして、状態判定部 8 3 が回転規制状態 S r であると判定すると、回転制御部 8 1 が、ステッピングモーター 6 6 へのパルス P [1] ~ P [8] の入力を停止して、初期化動作を終了する。

【 0 0 9 3 】

なお、状態判定部 8 3 は、上記 (i) ~ (i i i) に示す現象のうちの 2 つ以上を検出したとき、電動弁 5 が回転規制状態 S r であると判定してもよい。この場合、状態判定部 8 3 は、電動弁 5 が回転規制状態 S r であると判定しなかったとき、電動弁 5 が回転許容状態 S p であると判定する。

30

【 0 0 9 4 】

次に、電動弁制御装置 7 0 の動作の一例を、図 1 9 を参照して説明する。

【 0 0 9 5 】

電動弁制御装置 7 0 (具体的にはコンピュータ 8 0) は、エアコン制御装置 1 1 0 から初期化命令を受信すると (S 1 1 0)、ステッピングモーター 6 6 への昇順でのパルス P [1] ~ P [8] の入力を開始する (S 1 2 0)。これにより、初期化動作が開始され、パルス P [1] ~ P [8] に応じた駆動電流がステーター 6 0 に供給され、ローター 4 1 が第一方向に回転する。

40

【 0 0 9 6 】

電動弁制御装置 7 0 は、ローター 4 1 が第一方向に回転しているとき、A 相ステーター 6 1 のコイル 6 1 c の端子 A 1、A 2 間に生じる電圧 V A および B 相ステーター 6 2 のコイル 6 2 c の端子 B 1、B 2 間に生じる電圧 V B を時系列的に取得する (S 1 3 0)。すなわち、電動弁制御装置 7 0 は、電圧 V A の波形および電圧 V B の波形を取得する。具体的には、電動弁制御装置 7 0 は、パルス P [1] および P [5] に応じて A 相ステーター 6 1 のコイル 6 1 c のみに駆動電流を供給したときに、B 相ステーター 6 2 のコイル 6 2 c の端子 B 1、B 2 間に生じる電圧 V B を取得する。また、電動弁制御装置 7 0 は、パルス P [3] および P [7] に応じて B 相ステーター 6 2 のコイル 6 2 c のみに駆動電流を

50

供給したときに、A相ステーター61のコイル61cの端子A1、A2間に生じる電圧VAを取得する。電動弁制御装置70は、パルスP[2]、P[4]、P[6]およびP[8]を入力したときは、電圧VAおよび電圧VBを取得しない。

【0097】

電動弁制御装置70は、パルスP[1]～P[8]が入力される現在の期間Tが終了したタイミングで、電動弁5の状態を判定する(S140)。具体的には、電動弁制御装置70は、以下の(1)～(8)を行う。

【0098】

(1) 電動弁制御装置70は、電圧VAの波形に関して、現在の期間T(k)におけるパルスP[7]に対応する区間の波形の面積SA(k)を算出する。そして、電動弁制御装置70は、当該面積SA(k)が、1つ前の期間T(k-1)におけるパルスP[7]に対応する区間の波形の面積SA(k-1)よりも小さくかつ面積SA(k)と面積SA(k-1)との差が所定の第1面積判定値以上であることを検出すると、電動弁5が回転規制状態Srであると判定する。なお、面積SA(k)は、期間T(k)の一部区間における波形の面積であってもよく、期間T(k)の全区間における波形の面積であってもよい。

10

【0099】

(2) 電動弁制御装置70は、電圧VAの波形に関して、現在の期間T(k)におけるD波の振幅WA(k)を取得する。そして、電動弁制御装置70は、当該振幅WA(k)が、直前の期間T(k-1)におけるD波の振幅WA(k-1)よりも小さくかつ振幅WA(k)と振幅WA(k-1)との差が所定の第1振幅判定値以上であることを検出すると、電動弁5が回転規制状態Srであると判定する。

20

【0100】

(3) 電動弁制御装置70は、電圧VAの波形に関して、全ての期間Tにわたって観測されるA波、B波、C波、D波とは異なる新しいE波が連続する複数の期間T(例えば3つの期間)にわたって周期的に出現したことを検出すると、電動弁5が回転規制状態Srであると判定する。

【0101】

(4) 電動弁制御装置70は、電圧VBの波形に関して、現在の期間T(k)におけるパルスP[1]に対応する区間の波形の面積SB(k)を算出する。そして、電動弁制御装置70は、当該面積SB(k)が、1つ前の期間T(k-1)におけるパルスP[1]に対応する区間の波形の面積SB(k-1)よりも小さくかつ面積SB(k)と面積SB(k-1)との差が所定の第2面積判定値以上であることを検出すると、電動弁5が回転規制状態Srであると判定する。なお、面積SB(k)は、期間T(k)の一部区間における波形の面積であってもよく、期間T(k)の全区間における波形の面積であってもよい。

30

【0102】

(5) 電動弁制御装置70は、電圧VBの波形に関して、現在の期間T(k)におけるG波の振幅WB1(k)を取得する。そして、電動弁制御装置70は、当該振幅WB1(k)が、直前の期間T(k-1)におけるG波の振幅WB1(k-1)よりも小さくかつ振幅WB1(k)と振幅WB1(k-1)との差が所定の第2振幅判定値以上であることを検出すると、電動弁5が回転規制状態Srであると判定する。

40

【0103】

(6) 電動弁制御装置70は、電圧VBの波形に関して、現在の期間T(k)におけるK波の振幅WB2(k)を取得する。そして、電動弁制御装置70は、当該振幅WB2(k)が、直前の期間T(k-1)におけるK波の振幅WB2(k-1)よりも大きくかつ振幅WB2(k)と振幅WB2(k-1)との差が所定の第3振幅判定値以上であることを検出すると、電動弁5が回転規制状態Srであると判定する。

【0104】

(7) 電動弁制御装置70は、電圧VBの波形に関して、全ての期間Tにわたって観測されるF波、G波、H波、J波、K波とは異なる新しいM波が連続する複数の期間T(例えば3つの期間)にわたって周期的に出現したことを検出すると、電動弁5が回転規制状態

50

S rであると判定する。

【0105】

なお、上記(1)、(2)、(4)～(6)で用いる面積および振幅は、連続する複数の期間Tにおける移動平均値であってもよい。また、電動弁制御装置70は、上記(1)～(7)のうちの一部のみ行ってもよい。

【0106】

(8)電動弁制御装置70は、上記(1)～(7)において、電動弁5が回転規制状態S rであると判定されなかったとき、電動弁5が回転許容状態S pであると判定する。

【0107】

なお、電動弁制御装置70は、上記(1)～(7)を仮判定としてもよい。この場合、電動弁制御装置70は、電動弁5が回転規制状態S rであると複数回(例えば2回以上)仮判定した場合に、電動弁5が回転規制状態S rであると正式に判定する。電動弁制御装置70は、回転規制状態S rであると正式に判定しなかった場合に、電動弁5が回転許容状態S pであると判定する。

10

【0108】

電動弁制御装置70は、電動弁5が回転規制状態S rであるとき(S150でY)、ステッピングモーター66へのパルスP[1]～P[8]の入力を終了し、エアコン制御装置110に初期化動作の完了を通知する(S170)。

【0109】

電動弁制御装置70は、電動弁5が回転許容状態S pであり(S150でN)、ステッピングモーター66に入力したパルスPの数が初期化数Xを超えたとき(S160でY)、ステッピングモーター66へのパルスPの入力を終了し、エアコン制御装置110に初期化動作の完了を通知する(S170)。初期化数Xは、弁口17の最大開度に対応するローター41の位置(全開位置Rz)から基準位置Rxまでローター41を回転させるために必要なパルスPの数である。例えば、初期化数Xは500である。

20

【0110】

電動弁制御装置70は、ステッピングモーター66に入力したパルスPの数が初期化数X以下であるとき(S160でN)、再び電圧VAおよび電圧VBを取得して(S130)、上記動作(S130～S160)を繰り返す。

【0111】

電動弁装置1は、電動弁5と電動弁制御装置70とを有している。電動弁5は、弁座18を有する弁本体10と、弁本体10に対して回転可能なローター41と、ローター41とともにステッピングモーター66を構成するステーター60と、弁座18と向かい合い、ローター41が第一方向に回転すると閉弁ばね47を介して弁座18に向けて押される弁体30と、ローター41が基準位置Rxにあるときにローター41の第一方向への回転を規制するストッパ機構49と、を有する。電動弁制御装置70は、ステーター60に駆動電流を供給してローター41を第一方向に回転させる。電動弁制御装置70は、ローター41の回転によってステーター60に生じる電圧VAおよび電圧VBを取得する。そして、電動弁制御装置70は、(i)電圧VAおよび電圧VBの波形の面積、(ii)電圧VAおよび電圧VBの波形において周期的に観測される波の振幅、および(iii)電圧VAおよび電圧VBの波形において周期的に観測される波とは異なる新たな波の周期的な出現、のうちの少なくとも1つに基づいて、電動弁5がストッパ機構49によってローター41の第一方向への回転が規制される回転規制状態S rであるか否かを判定する。

30

【0112】

このようにしたことから、電動弁制御装置70が、電動弁5が回転規制状態S rであると判定したとき、ローター41が基準位置Rxにある。そのため、電動弁制御装置70が電動弁5が回転規制状態S rであると判定したときに、ローター41の第一方向への回転を停止することで、初期化動作にかかる時間を短くすることができる。また、ローター41が基準位置Rxに位置付けられたあとに、可動ストッパ42sが固定ストッパ44sに繰り返し衝突する回数を低減できる。そのため、電動弁制御装置70は、騒音が長い時間

40

50

発生してしまうことを抑制できるとともに、可動ストッパ 4 2 s と固定ストッパ 4 4 s との摩耗および疲労を抑制できる。電動弁制御装置 7 0 は、騒音を抑制し、電動弁 5 の寿命をのばすことができる。

【 0 1 1 3 】

また、電動弁制御装置 7 0 は、電圧 V_A の波形の面積 S_A および電圧 V_B の波形の面積 S_B に基づいて、電動弁 5 が回転規制状態 S_r であるか否かを判定する。電動弁制御装置 7 0 は、電圧 V_A の波形において周期的に観測される D 波の振幅 W_A 、ならびに、電圧 V_B の波形において周期的に観測される G 波の振幅 W_{B1} および K 波の振幅 W_{B2} 、に基づいて、電動弁 5 が回転規制状態 S_r であるか否かを判定する。電動弁制御装置 7 0 は、電圧 V_A の波形において周期的に観測される A 波、B 波、C 波、D 波とは異なる新たな E 波の周期的な出現、および、電圧 V_B の波形において周期的に観測される F 波、G 波、H 波、J 波、K 波とは異なる新たな M 波の周期的な出現、に基づいて、電動弁 5 が回転規制状態 S_r であるか否かを判定する。このようにすることで、電圧 V_A および電圧 V_B について比較的簡易な処理を行うことで電動弁 5 が回転規制状態 S_r であるか否かを判定することができる。

10

【 0 1 1 4 】

また、電動弁制御装置 7 0 は、電動弁 5 が回転規制状態 S_r であると判定したとき、ステッピングモーター 6 6 へのパルス P の入力を停止し、ステーター 6 0 への駆動電流の供給を停止する。このようにすることで、例えば、電動弁 5 が回転規制状態 S_r であることをエアコン制御装置 1 1 0 に通知し、エアコン制御装置 1 1 0 から停止命令を受信して、初期化動作を停止する構成に比べて、簡易かつ迅速にローター 4 1 の第一方向への回転を停止することができる。

20

【 0 1 1 5 】

また、ステーター 6 0 が、A 相ステーター 6 1 と B 相ステーター 6 2 とを有する。電動弁制御装置 7 0 が、A 相ステーター 6 1 のみに駆動電流を供給したときに B 相ステーター 6 2 に生じる電圧 V_B を取得し、B 相ステーター 6 2 のみに駆動電流を供給したときに A 相ステーター 6 1 に生じる電圧 V_A を取得する。このようにすることで、電動弁制御装置 7 0 において、A 相ステーター 6 1 に生じる電圧から電磁誘導に係る電圧成分を分離する必要がなく、B 相ステーター 6 2 に生じる電圧から電磁誘導に係る電圧成分を分離する必要がない。そのため、比較的簡易な構成によって電圧 V_A および電圧 V_B を取得することができる。

30

【 0 1 1 6 】

電動弁制御装置 7 0 は、電動弁 5 が回転許容状態 S_p または回転規制状態 S_r であるかを判定する。電動弁制御装置 7 0 は、回転許容状態 S_p または回転規制状態 S_r 以外の電動弁 5 の状態を判定してもよい。

【 0 1 1 7 】

図 1 6 によれば、電圧 V_A の波形において、D 波は、時刻 t_c 前の各期間 T において振幅が一定の正の電圧の波であり (d_1 、 d_2)、時刻 t_c から時刻 t_x までの間で振幅が漸減している ($d_3 \sim d_5$)。また、電圧 V_B の波形において、K 波は、時刻 t_c 前の各期間において振幅が一定の負の電圧の波であり (k_1 、 k_2)、時刻 t_c から時刻 t_x までの間で振幅が漸減している ($d_3 \sim d_5$)。これらは、ローター 4 1 が閉弁位置 R_c を過ぎて閉弁ばね 4 7 が徐々に圧縮されることにより、ローター 4 1 の回転速度が徐々に低下することに起因すると推測される。そのため、電圧 V_A の波形または電圧 V_B の波形における波の振幅の漸減を検出することで、ローター 4 1 が閉弁位置 R_c と基準位置 R_x との間の位置にあると判定することができる。

40

【 0 1 1 8 】

そこで、電動弁制御装置 7 0 は、電圧 V_A の波形において周期的に観測される D 波の振幅が漸減したとき、および / または、電圧 V_B の波形において周期的に観測される K 波の振幅が漸減したとき、電動弁 5 がローター 4 1 が閉弁位置 R_c と基準位置 R_x との間にある中間状態 S_q であると判定してもよい。中間状態 S_q は、回転許容状態 S_p と回転規制

50

状態 S_r との間の状態である。例えば、回転規制状態 S_r の判定条件に電動弁 5 が中間状態 S_q であると判定したことを含めることで、回転規制状態 S_r の判定の精度をより高めることができる。

【 0 1 1 9 】

また、電動弁 5 は、ローター 4 1 が第一方向に回転すると、ローター 4 1 と嵌合された弁軸ホルダー 4 2 が閉弁ばね 4 7 を介して弁体 3 0 を下方に押す構成である。電動弁 5 は、ローター 4 1 が第一方向に回転すると、ローター 4 1 と嵌合された弁軸ホルダー 4 2 が直接的に弁体 3 0 を下方に押す構成でもよい。または、電動弁 5 は、ローター 4 1 (または弁軸ホルダー 4 2) と弁体 3 0 とが固定されている構成でもよい。この構成において、弁体 3 0 が弁座 1 8 に接するとローター 4 1 の第一方向への回転が規制される。つまり、弁体 3 0 と弁座 1 8 とがストッパ機構を構成し、弁体 3 0 が弁座 1 8 に接したときのローター 4 1 の位置が、ローター 4 1 の第一方向への回転が規制される基準位置 R_x である。

10

【 0 1 2 0 】

また、電動弁制御装置 7 0 は、ローター 4 1 の回転によってステータ 6 0 に生じる電圧に基づいて、電動弁 5 が回転規制状態 S_r であるか否かを判定する。電流と電圧とは密接な関係を有することから、電動弁制御装置 7 0 は、ローター 4 1 の回転によってステータ 6 0 に生じる電流に基づいて、電動弁 5 が回転規制状態 S_r であるか否かを判定してもよい。この構成では、電動弁制御装置 7 0 は、電圧取得部に代えて、ローター 4 1 の回転によってステータ 6 0 に生じる電流 (ステータ 6 0 に電磁誘導される電流) を取得する電流取得部を有する。そして、状態判定部が、(i) 電流の波形の面積、(i i) 電流の波形において周期的に観測される波の振幅、および (i i i) 電流の波形において周期的に観測される波とは異なる新たな波の周期的な出現、のうちの少なくとも 1 つに基づいて、電動弁 5 が回転規制状態 S_r であるか否かを判定する。

20

【 0 1 2 1 】

電動弁 5 は、ローター 4 1 の回転を減速することなく用いる駆動機構 4 0 を有している。電動弁 5 は、駆動機構 4 0 に代えて、ローター 4 1 の回転を減速する減速機構を有する駆動機構を有していてもよい。

【 0 1 2 2 】

次に、本発明の一実施例に係る電動弁装置 2 について説明する。電動弁装置 2 は、電動弁装置 1 と同一のハードウェア構成を有している。電動弁装置 2 の電動弁制御装置 7 0 の動作は、電動弁装置 1 の電動弁制御装置 7 0 の動作と異なる。

30

【 0 1 2 3 】

電動弁制御装置 7 0 は、電圧 V_A および電圧 V_B を時系列的に取得する。すなわち、電動弁制御装置 7 0 は、電圧 V_A の波形および電圧 V_B の波形を取得する。そして、電動弁制御装置 7 0 は、電圧 V_A の波形および電圧 V_B の波形をあらかじめ設定された電圧 V_A の基準波形および電圧 V_B の基準波形と比較して、電動弁 5 の状態を判定する。

【 0 1 2 4 】

電動弁 5 は、第一回転許容状態 S_{p1} と、第二回転許容状態 S_{p2} と、第一回転規制状態 S_{r1} と、第二回転規制状態 S_{r2} と、を有している。第一回転許容状態 S_{p1} は、ローター 4 1 の第一方向への回転が許容される状態である。第二回転許容状態 S_{p2} は、ローター 4 1 の第二方向への回転が許容される状態である。第一回転規制状態 S_{r1} は、ローター 4 1 の第一方向への回転が規制される状態である。第二回転規制状態 S_{r2} は、ローター 4 1 の第二方向への回転が規制される状態である。

40

【 0 1 2 5 】

電動弁制御装置 7 0 の不揮発性メモリ 7 5 は、電圧 V_A の基準波形および電圧 V_B の基準波形を記憶している。基準波形は、第一回転許容状態波形と、第二回転許容状態波形と、第一回転規制状態波形と、を含む。

【 0 1 2 6 】

基準波形は、パルス P に対して設定されている。本実施例において、基準波形は、パルス P の一部 ($P[1]$ 、 $P[3]$ 、 $P[5]$ 、 $P[7]$) に対して設定されており、残り

50

のパルス P (P [2]、 P [4]、 P [6]、 P [8]) に対しては設定されていない。基準波形は、正常動作可能な電動弁 5 において取得された電圧 V A の波形および電圧 V B の波形に基づいて設定される。

【 0 1 2 7 】

電圧 V A の第一回転許容状態波形は、電動弁 5 が第一回転許容状態 S p 1 でかつローター 4 1 を第一方向に回転させるパルス P [3] および P [7] に応じて B 相ステータ 6 2 のコイル 6 2 c のみに駆動電流を供給したときに取得された電圧 V A の波形に基づいて設定される。

【 0 1 2 8 】

電圧 V B の第一回転許容状態波形は、電動弁 5 が第一回転許容状態 S p 1 でかつローター 4 1 を第一方向に回転させるパルス P [1] および P [5] に応じて A 相ステータ 6 1 のコイル 6 1 c のみに駆動電流を供給したときに取得された電圧 V B の波形に基づいて設定される。

10

【 0 1 2 9 】

電圧 V A の第二回転許容状態波形は、電動弁 5 が第二回転許容状態 S p 2 でかつローター 4 1 を第二方向に回転させるパルス P [3] および P [7] に応じて B 相ステータ 6 2 のコイル 6 2 c のみに駆動電流を供給したときに取得された電圧 V A の波形に基づいて設定される。

【 0 1 3 0 】

電圧 V B の第二回転許容状態波形は、電動弁 5 が第二回転許容状態 S p 2 でかつローター 4 1 を第二方向に回転させるパルス P [1] および P [5] に応じて A 相ステータ 6 1 のコイル 6 1 c のみに駆動電流を供給したときに取得された電圧 V B の波形に基づいて設定される。

20

【 0 1 3 1 】

本実施例において、第一回転許容状態波形および第二回転許容状態波形は、工場出荷時に各電動弁 5 において個別に取得された複数の電圧の波形 (電圧 V A の波形および電圧 V B の波形) に基づいて設定される。電動弁制御装置 7 0 には、それと組み合わせられる電動弁 5 において取得された複数の電圧の波形に基づいて設定された第一回転許容状態波形および第二回転許容状態波形が記憶される。

【 0 1 3 2 】

または、第一回転許容状態波形および第二回転許容状態波形は、複数の電動弁 5 において取得された複数の電圧の波形に基づいて設定されていてもよい。この場合、複数の電動弁制御装置 7 0 には、共通の第一回転許容状態波形および第二回転許容状態波形が記憶される。

30

【 0 1 3 3 】

第一回転許容状態波形および第二回転許容状態波形を設定するための電圧の波形を取得するときは、閉弁ばね 4 7 がローター 4 1 の回転に及ぼす影響を避けるため、ローター 4 1 が閉弁位置 R c と全開位置 R z との間にあることが好ましい。第一回転許容状態波形は、複数の電圧の波形の中心線である。第二回転許容状態波形は、複数の電圧の波形の中心線である。中心線は、例えば、複数の電圧の波形における各取得時刻 (サンプリング時刻) での平均電圧を当該取得時刻の順につないだ線である。

40

【 0 1 3 4 】

電圧 V A の第一回転許容状態波形はパルス P [3] および P [7] に対して 1 つずつ設定され、電圧 V B の第一回転許容状態波形はパルス P [1] および P [5] に対して 1 つずつ設定される。電圧 V A の第二回転許容状態波形はパルス P [3] および P [7] に対して 1 つずつ設定され、電圧 V B の第二回転許容状態波形はパルス P [1] および P [5] に対して 1 つずつ設定される。

【 0 1 3 5 】

図 2 0 に、パルス P [1] に対して設定された電圧 V B の第一回転許容状態波形およびパルス P [5] に対して設定された電圧 V B の第一回転許容状態波形を含む波形の例を示

50

す。

【 0 1 3 6 】

第一回転許容状態波形および第二回転許容状態波形は、データテーブルとして不揮発性メモリ 75 に記憶される。

【 0 1 3 7 】

不揮発性メモリ 75 には、第一回転許容状態テーブル C [3]、C [7]、C [1] および C [5] が記憶される。第一回転許容状態テーブル C [3] は、ローター 41 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [3] に対して設定された電圧 V A の第一回転許容状態波形である。第一回転許容状態テーブル C [7] は、ローター 41 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [7] に対して設定された電圧 V A の第一回転許容状態波形である。第一回転許容状態テーブル C [1] は、ローター 41 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [1] に対して設定された電圧 V B の第一回転許容状態波形である。第一回転許容状態テーブル C [5] は、ローター 41 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [5] に対して設定された電圧 V B の第一回転許容状態波形である。ローター 41 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [3]、P [7]、P [1] および P [5] は、第一方向パルスである。

10

【 0 1 3 8 】

不揮発性メモリ 75 には、第二回転許容状態テーブル D [3]、D [7]、D [1] および D [5] が記憶される。第二回転許容状態テーブル D [3] は、ローター 41 を第二方向に回転させるときに入力されるパルス P [3] に対して設定された電圧 V A の第二回転許容状態波形である。第二回転許容状態テーブル D [7] は、ローター 41 を第二方向に回転させるときに入力されるパルス P [7] に対して設定された電圧 V A の第二回転許容状態波形である。第二回転許容状態テーブル D [1] は、ローター 41 を第二方向に回転させるときに入力されるパルス P [1] に対して設定された電圧 V B の第二回転許容状態波形である。第二回転許容状態テーブル D [5] は、ローター 41 を第二方向に回転させるときに入力されるパルス P [5] に対して設定された電圧 V B の第二回転許容状態波形である。ローター 41 を第二方向に回転させるときに入力されるパルス P [3]、P [7]、P [1] および P [5] は、第二方向パルスである。

20

【 0 1 3 9 】

電圧 V A の第一回転規制状態波形は、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 でかつローター 41 を第一方向に回転させるパルス P [3] および P [7] に応じて B 相ステータ 62 のコイル 62 c のみに駆動電流を供給したときに取得された電圧 V A の波形に基づいて設定される。

30

【 0 1 4 0 】

電圧 V B の第一回転規制状態波形は、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 でかつローター 41 を第一方向に回転させるパルス P [1] および P [5] に応じて A 相ステータ 61 のコイル 61 c のみに駆動電流を供給したときに取得された電圧 V B の波形に基づいて設定される。

【 0 1 4 1 】

複数の電動弁 5 において、部品精度や組立精度によって、ストッパ機構 49 によりローター 41 の第一方向の回転が規制されるタイミングに対応するパルス P (パターン番号) が異なる。ストッパ機構 49 によりローター 41 の第一方向の回転が規制されるタイミングは、可動ストッパ 42 s が固定ストッパ 44 s に当接するタイミングである。複数の電動弁 5 の中には、例えば、パルス P [1] が入力されたタイミングで可動ストッパ 42 s が固定ストッパ 44 s に当接する電動弁 5 (前者の電動弁 5) もあれば、パルス P [2] (または P [3] ~ P [8] のいずれか) が入力されたタイミングで可動ストッパ 42 s が固定ストッパ 44 s に当接する電動弁 5 (後者の電動弁 5) もある。前者の電動弁 5 と後者の電動弁 5 とでは、各パルス P が入力されたタイミングでのローター 41 の位置 (具体的にはローター 41 とステータ 60 との相対位置) が異なり、つまり、前者の電動弁 5 と後者の電動弁 5 とでは、例えば、パルス P [1] (または P [2] ~ P [8] のい

40

50

れか)が入力されたタイミングでのローター41の位置が異なる。電動弁5において、ローター41の位置が異なれば、ローター41の回転によって生じる電圧の波形も異なる。そのため、前者の電動弁5と後者の電動弁5とは、パターン番号が同じパルスPが入力されたときの電圧の波形(電圧VAの波形および電圧VBの波形)が異なる。このことから、可動ストッパ42sが固定ストッパ44sに当接するタイミングに対応するパルスPが互いに異なる複数の電動弁5は、パターン番号が同じ1つのパルスPが入力されたときの電圧の波形がそれぞれ異なり、1つのパルスPに対して複数の第一回転規制状態波形のバリエーション波形が存在する。1つのパルスPに対する電圧VAの第一回転規制状態波形のバリエーション波形の数は、パルスPのパターンの数と同じである。1つのパルスPに対する電圧VBの第一回転規制状態波形のバリエーション波形の数も、パルスPのパターンの数と同じである。

10

【0142】

1つの電動弁5において、可動ストッパ42sが固定ストッパ44sに当接するタイミングに対応するパルスP(パターン番号)は、常に同じである。例えば、ある電動弁5では、可動ストッパ42sが固定ストッパ44sに当接するタイミングで入力されるパルスPはパルスP[1]である。他の電動弁5では、可動ストッパ42sが固定ストッパ44sに当接するタイミングで入力されるパルスPはパルスP[2](または[3]~[8]のいずれか)である。

【0143】

本実施例において、第一回転規制状態波形は、工場出荷時に各電動弁5において個別に取得された複数の電圧の波形(電圧VAの波形および電圧VBの波形)に基づいて設定される。電動弁制御装置70には、それと組み合わせられる電動弁5において取得された複数の電圧の波形に基づいて設定された第一回転規制状態波形が記憶される。

20

【0144】

本実施例において、電圧VAの第一回転規制状態波形はパルスP[3]およびP[7]に対して1つずつ設定され、電圧VBの第一回転規制状態波形はパルスP[1]およびP[5]に対して1つずつ設定される。

【0145】

または、第一回転規制状態波形は、複数の電動弁5において取得された複数の電圧の波形に基づいて設定されていてもよい。この場合、複数の電動弁制御装置70には、共通の第一回転規制状態波形が記憶される。そして、複数の第一回転規制状態波形が、パルスP[3]、P[7]、P[1]およびP[5]に対して設定される。複数の第一回転規制状態波形は、第一回転規制状態波形のバリエーション波形で構成される。電圧VAの第一回転規制状態波形がパルスP[3]およびP[7]に対して8つずつ設定され、電圧VBの第一回転規制状態波形がパルスP[1]およびP[5]に対して8つずつ設定される。

30

【0146】

または、複数の第一回転規制状態波形(バリエーション波形)のうちの電動弁制御装置70と組み合わせられる電動弁5に最も適したものが、当該電動弁制御装置70において第一回転規制状態波形として設定されていてもよい。この場合、電圧VAの第一回転規制状態波形がパルスP[3]およびP[7]に対して1つずつ設定され、電圧VBの第一回転規制状態波形がパルスP[1]およびP[5]に対して1つずつ設定される。

40

【0147】

第一回転規制状態波形を設定するための電圧の波形を取得するとき、電動弁5がストッパ機構49によってローター41の第一方向への回転が規制されている状態であることが好ましい。第一回転規制状態波形は、複数の電圧の波形の中心線である。

【0148】

第一回転規制状態波形は、データテーブルとして不揮発性メモリ75に記憶される。

【0149】

不揮発性メモリ75には、第一回転規制状態テーブルE[3]、E[7]、E[1]およびE[5]が記憶される。第一回転規制状態テーブルE[3]は、ローター41を第一

50

方向に回転させるときに入力されるパルス P [3] に対して設定された電圧 V A の第一回転規制状態波形である。第一回転規制状態テーブル E [7] は、ローター 4 1 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [7] に対して設定された電圧 V A の第一回転規制状態波形である。第一回転規制状態テーブル E [1] は、ローター 4 1 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [1] に対して設定された電圧 V B の第一回転規制状態波形である。第一回転規制状態テーブル E [5] は、ローター 4 1 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [5] に対して設定された電圧 V B の第一回転規制状態波形である。

【 0 1 5 0 】

または、複数の第一回転規制状態波形がパルス P [3]、P [7]、P [1] および P [5] に対して設定される場合、不揮発性メモリ 7 5 には、第一回転規制状態テーブル E [3] __ 1 ~ E [3] __ 8、E [7] __ 1 ~ E [7] __ 8、E [1] __ 1 ~ E [1] __ 8 および E [5] __ 1 ~ E [5] __ 8 が記憶される。第一回転規制状態テーブル E [3] __ 1 ~ E [3] __ 8 は、ローター 4 1 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [3] に対して設定された 8 つの電圧 V A の第一回転規制状態波形である。第一回転規制状態テーブル E [7] __ 1 ~ E [7] __ 8 は、ローター 4 1 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [7] に対して設定された 8 つの電圧 V A の第一回転規制状態波形である。第一回転規制状態テーブル E [1] __ 1 ~ E [1] __ 8 は、ローター 4 1 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [1] に対して設定された 8 つの電圧 V B の第一回転規制状態波形である。第一回転規制状態テーブル E [5] __ 1 ~ E [5] __ 8 は、ローター 4 1 を第一方向に回転させるときに入力されるパルス P [5] に対して設定された 8 つの電圧 V B の第一回転規制状態波形である。

【 0 1 5 1 】

図 2 1 ~ 図 2 8 に、パルス P [1] に対して設定された電圧 V B の第一回転規制状態波形およびパルス P [5] に対して設定された電圧 V B の第一回転規制状態波形を含む波形の例を示す。図 2 1 ~ 図 2 8 に示す波形は、可動ストッパ 4 2 s が固定ストッパ 4 4 s に当接するタイミングに対応するパルス P が互いに異なる電動弁 5 において取得されたものであり、電圧 V B の第一回転規制状態波形のパリエーション波形の例である。

【 0 1 5 2 】

本実施例において、不揮発性メモリ 7 5 に記憶されるデータテーブルを以下に示す。角括弧内の数字は、パルス P のパターン番号に対応している。

電圧 V A の第一回転許容状態波形

第一回転許容状態テーブル C [3]

第一回転許容状態テーブル C [7]

電圧 V B の第一回転許容状態波形

第一回転許容状態テーブル C [1]

第一回転許容状態テーブル C [5]

電圧 V A の第二回転許容状態波形

第二回転許容状態テーブル D [3]

第二回転許容状態テーブル D [7]

電圧 V B の第二回転許容状態波形

第二回転許容状態テーブル D [1]

第二回転許容状態テーブル D [5]

電圧 V A の第一回転規制状態波形

第一回転規制状態テーブル E [3]

第一回転規制状態テーブル E [7]

電圧 V B の第一回転規制状態波形

第一回転規制状態テーブル E [1]

第一回転規制状態テーブル E [5]

【 0 1 5 3 】

各データテーブルでは、パルス P の始期（時刻 0）から所定の時間おきの時刻 t と、当該時刻 t における基準電圧 r v と、が関連付けられている。例えば、パルス P の始期から終期までの期間は 8 m s であり、時刻 t の間隔は 2 0 0 μ s である。1 つのデータテーブルは、時刻 t と基準電圧 r v との組を 4 0 個有している。図 2 9 に、第一回転許容状態テーブル C [1] の例を示す。図 2 9 において、時刻 t の単位は μ s である。基準電圧 r v の単位は m v である。時刻 t の単位および基準電圧 r v の単位は、例えば、電動弁制御装置 7 0 が有する A / D 変換器のサンプリング周期および分解能に応じたものなど、独自の単位であってもよい。

【 0 1 5 4 】

電動弁制御装置 7 0 のコンピュータ 8 0 は、回転制御部 8 1 と、電圧取得部 8 2 と、状態判定部 8 3 と、して機能する。

10

【 0 1 5 5 】

回転制御部 8 1 と電圧取得部 8 2 とは、上述した電動弁装置 1 のものと同じ（実質的に同じを含む）機能を有する。電圧取得部 8 2 は、パルス P の始期から終期までの期間にデータテーブルの時刻 t の間隔と同じ時間間隔で電圧 V A および電圧 V B を時系列的に取得する。本実施例において、電圧取得部 8 2 は、1 つのパルス P の入力に対応して電圧 V A および電圧 V B を 4 0 回取得する。

【 0 1 5 6 】

状態判定部 8 3 は、初期化動作において、電圧取得部 8 2 によって取得された電圧の波形（電圧 V A の波形および電圧 V B の波形）について電圧の基準波形（電圧 V A の基準波形および電圧 V B の基準波形）との相違の度合いを示す値（相違度指標値）を算出する。状態判定部 8 3 は、相違度指標値に基づいて電動弁 5 の状態を判定する。相違度指標値が大きいほど、電圧の波形と電圧の基準波形との相違の度合いが大きい。

20

【 0 1 5 7 】

状態判定部 8 3 は、パルス P [k]（k = 1、3、5、7）の入力に対応して電圧取得部 8 2 が取得時刻 t v において電圧 v（電圧 V A、電圧 V B）を取得すると、パルス P に対応する基準波形のデータテーブル（第一回転許容状態テーブル C [k]、第二回転許容状態テーブル D [k]、第一回転規制状態テーブル E [k]）のうち少なくとも 1 つ）から取得時刻 t v に対応する時刻 t と関連付けられた基準電圧 r v を読み出す。状態判定部 8 3 は、電圧取得部 8 2 が取得した電圧 v から基準電圧 r v を減算した値（差分値 d v）を算出する。状態判定部 8 3 は、差分値 d v を 2 乗した値（中間値 d v 2）を算出する。状態判定部 8 3 は、パルス P [k] の入力に対応して算出された複数の中間値 d v 2 を足し合わせて相違度指標値 s v [k] を算出する。状態判定部 8 3 は、相違度指標値 s v [k] を所定の相違度判定値 H と比較する。状態判定部 8 3 は、相違度指標値 s v [k] と相違度判定値 H との比較結果に基づいて、電動弁 5 が第一回転許容状態 S p 1、第二回転許容状態 S p 2、第一回転規制状態 S r 1 および第二回転規制状態 S r 2 のいずれかであることを判定する。なお、状態判定部 8 3 は、ローター 4 1 を第一方向に回転させるパルス P [2]、P [4]、P [6] および P [8] が入力されたとき、電動弁 5 が第一回転許容状態 S p 1 であると判定する。状態判定部 8 3 は、ローター 4 1 を第二方向に回転させるパルス P [2]、P [4]、P [6] および P [8] が入力されたとき、電動弁 5 が第二回転許容状態 S p 2 であると判定する。

30

40

【 0 1 5 8 】

本実施例において、状態判定部 8 3 は、パルス P [k] の始期から終期までの期間の一部において電圧取得部 8 2 が取得した電圧 v を用いて、相違度指標値 s v [k] を算出する。具体的には、パルス P [k] の始期から時刻 t 1 までを第一期間 p 1 とし、時刻 t 1 から時刻 t 2 までを第二期間 p 2 としたとき、状態判定部 8 3 は、第二期間 p 2 の電圧 v を用いて相違度指標値 s v [k] を算出する。図 3 0 は、パルス P [1] の入力に対応して取得した電圧 V B の波形（実線）および電圧 V B の第一回転許容状態波形（破線）の例を示す。時刻 t 1 はパルス P [k] の始期より後の時刻である。時刻 t 2 は、時刻 t 1 より後でかつパルス P [k] の終期より前の時刻である。時刻 t 2 は、パルス P [k] の終

50

期であってもよい。図 30 において、第二期間 p 2 で電圧 V B の波形と電圧 V B の第一回転許容状態波形とを接続する縦線の長さは、相違度指標値 s v C [1] の算出に用いる差分値 d v に対応する。状態判定部 8 3 は、相違度指標値 s v [k] の算出に、第一期間 p 1 の電圧 v を用いない。

【 0 1 5 9 】

電圧 v は、パルス P [k] の始期から少し後の時刻において、ステータ 6 0 のコイルのインダクタンスによる逆起電力に係る電圧成分（前者の電圧成分）と、ロータ 4 1 の回転による電磁誘導に係る電圧成分（後者の電圧成分）とを含み、前者の電圧成分が後者の電圧成分より大きい。前者の電圧成分は時間経過とともに小さくなる。そのため、状態判定部 8 3 は、パルス P [k] の始期からある程度時間が経過した後に電圧取得部 8 2 が取得した電圧 v を用いて相違度指標値 s v [k] を算出する。具体的には、状態判定部 8 3 は、前者の電圧成分が後者の電圧成分より小さくなった後に電圧取得部 8 2 が取得した電圧 v を用いて相違度指標値 s v [k] を算出する。このようにすることで、電圧 v において後者の電圧成分の割合が相対的に大きくなり、状態判定部 8 3 は、電動弁 5 の状態をより高い精度で判定できる。第一期間 p 1 の長さは、パルス P [k] の始期から終期までの期間の 5 ~ 5 0 % であり、2 0 ~ 3 0 % が好ましい。第二期間 p 2 の長さは、パルス P [k] の始期から終期までの期間の 5 0 ~ 9 5 % であり、7 0 ~ 8 0 % が好ましい。第二期間 p 2 において電圧取得部 8 2 が取得した電圧 v では、ステータ 6 0 のコイルのインダクタンスによる逆起電力に係る電圧成分が、ロータ 4 1 の回転による電磁誘導に係る電圧成分より小さい。なお、状態判定部 8 3 は、パルス P [k] の始期から終期までの期間（全期間）において電圧取得部 8 2 が取得した電圧 v を用いて、相違度指標値 s v [k] を算出してもよい。この場合、パルス P [k] の始期が時刻 t 1 であり、パルス P [k] の終期が時刻 t 2 である。

10

20

【 0 1 6 0 】

時刻 t 1 から時刻 t 2 までの間の取得時刻 t v において取得した電圧 v を v [t v] とし、基準波形のデータテーブルにおいて取得時刻 t v に対応する時刻 t に関連付けられた基準電圧 r v を r v [t v] としたとき、相違度指標値 s v は以下の式（ 1 ）で示される。

【 0 1 6 1 】

【数 1】

$$sv = \sum_{tv=t1}^{t2} (v[tv] - rv[tv])^2 \dots (1)$$

30

【 0 1 6 2 】

次に、電動弁制御装置 7 0 の初期化動作の例（動作例 1 ）を、図 3 1 を参照して説明する。

【 0 1 6 3 】

動作例 1 において、電動弁制御装置 7 0 は、ロータ 4 1 の第一方向への回転が規制されたとき、電動弁 5 の初期化動作を終了する。

40

【 0 1 6 4 】

電動弁制御装置 7 0 は、エアコン制御装置 1 1 0 から初期化命令を受信すると（ S 2 1 0 ）、ステッピングモータ 6 6 への昇順でのパルス P [1] ~ P [8] の入力を開始する（ S 2 2 0 ）。これにより、初期化動作が開始され、パルス P [1] ~ P [8] に応じた駆動電流がステータ 6 0 に供給され、ロータ 4 1 が第一方向に回転する。

【 0 1 6 5 】

電動弁制御装置 7 0 は、ロータ 4 1 が第一方向に回転しているとき、A 相ステータ 6 1 のコイル 6 1 c の端子 A 1、A 2 間に生じる電圧 V A および B 相ステータ 6 2 のコ

50

イル 6 2 c の端子 B 1、B 2 間に生じる電圧 V_B を時系列的に取得する (S 2 3 0)。すなわち、電動弁制御装置 7 0 は、電圧 V_A の波形および電圧 V_B の波形を取得する。具体的には、電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [1]$ および $P [5]$ に応じて A 相ステータ 6 1 のコイル 6 1 c のみに駆動電流を供給したときに、B 相ステータ 6 2 のコイル 6 2 c の端子 B 1、B 2 間に生じる電圧 V_B を取得する。また、電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [3]$ および $P [7]$ に応じて B 相ステータ 6 2 のコイル 6 2 c のみに駆動電流を供給したときに、A 相ステータ 6 1 のコイル 6 1 c の端子 A 1、A 2 間に生じる電圧 V_A を取得する。電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [2]$ 、 $P [4]$ 、 $P [6]$ および $P [8]$ を入力したときは、電圧 V_A および電圧 V_B を取得しない。

【 0 1 6 6 】

電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 s_v を算出し (S 2 3 5)、相違度指標値 s_v に基づいて電動弁 5 の状態を判定する (S 2 4 0)。相違度指標値 s_v に基づく第一回転規制状態 S_{r1} の判定方法は、3 つある。

判定方法 1：第一回転許容状態テーブル C のみ用いる。

判定方法 2：第一回転規制状態テーブル E のみ用いる。

判定方法 3：第一回転許容状態テーブル C および第一回転規制状態テーブル E を用いる。

【 0 1 6 7 】

< 判定方法 1 >

電動弁制御装置 7 0 は、第一回転許容状態テーブル C [k] ($k = 1, 3, 5, 7$) を用いて、相違度指標値 $s_{vC} [k]$ を算出する (S 2 3 5)。具体的には、電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [1]$ の入力に対応して、第一回転許容状態テーブル C [1] を用いて相違度指標値 $s_{vC} [1]$ を算出する。電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [3]$ の入力に対応して、第一回転許容状態テーブル C [3] を用いて相違度指標値 $s_{vC} [3]$ を算出する。電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [5]$ の入力に対応して、第一回転許容状態テーブル C [5] を用いて相違度指標値 $s_{vC} [5]$ を算出する。電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [7]$ の入力に対応して、第一回転許容状態テーブル C [7] を用いて相違度指標値 $s_{vC} [7]$ を算出する。

【 0 1 6 8 】

電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [k]$ の終期において、電動弁 5 の状態を判定する (S 2 4 0)。具体的には、電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 $s_{vC} [k]$ と相違度判定値 H_C とを比較し、相違度指標値 $s_{vC} [k]$ の直前に算出した相違度指標値 $s_{vC} [j]$ ($k = 3, 5, 7$ のとき $j = k - 2$ 、 $k = 1$ のとき $j = 7$) と相違度判定値 H_C とを比較する。電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 $s_{vC} [k]$ が相違度判定値 H_C 以上でありかつ相違度指標値 $s_{vC} [j]$ が相違度判定値 H_C 以上であるとき、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であると判定する。このとき、電動弁制御装置 7 0 は、 j の 1 つ前の番号 ($j = 3, 5, 7$ のとき $j = j - 1$ 、 $j = 1$ のとき 8) を開始パターン番号 N_x として不揮発性メモリ 7 5 に記憶する。電動弁制御装置 7 0 は、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であると判定しなかったとき、電動弁 5 が第一回転許容状態 S_{p1} であると判定する。

【 0 1 6 9 】

判定方法 1 の変形例として、電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 $s_{vC} [j]$ を用いずに相違度指標値 $s_{vC} [k]$ のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。この場合、電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 $s_{vC} [k]$ が相違度判定値 H_C 以上であるとき、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であると判定する。このとき、電動弁制御装置 7 0 は、 k の 1 つ前の番号 ($k = 3, 5, 7$ のとき $k = k - 1$ 、 $k = 1$ のとき 8) を開始パターン番号 N_x として不揮発性メモリ 7 5 に記憶する。電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 $s_{vC} [k]$ が相違度判定値 H_C より小さいとき電動弁 5 が第一回転許容状態 S_{p1} であると判定する。

【 0 1 7 0 】

判定方法 1 の他の変形例として、電動弁制御装置 7 0 は、電圧 V_A の波形および電圧 V

10

20

30

40

50

Bの波形の一方のみ用いて電動弁5の状態を判定してもよい。電動弁制御装置70は、パルスP[3]およびパルスP[7]の一方に対応する電圧VAの波形のみ用いて電動弁5の状態を判定してもよい。電動弁制御装置70は、パルスP[1]およびパルスP[5]の一方に対応する電圧VBの波形のみ用いて電動弁5の状態を判定してもよい。判定に用いる波形は、ノイズがより少ないものが好ましい。

【0171】

例えば、電動弁制御装置70は、第一回転許容状態テーブルC[k](k=1、7)を用いて、相違度指標値svC[k]を算出する(S235)。電動弁制御装置70は、パルスP[k]の終期において、電動弁5の状態を判定する(S240)。なお、k=3、5、またはk=1、3、またはk=5、7であってもよい。または、kは1、3、5、7

10

【0172】

具体的には、電動弁制御装置70は、k=7のとき、相違度指標値svC[7]と相違度判定値HCとを比較し、相違度指標値svC[7]の直前に算出した相違度指標値svC[7]と相違度判定値HCとを比較する。パルスP[1]~P[8]が入力される期間を期間Tとすると、相違度指標値svC[7]は、現在の期間Tの直前の期間TにおけるパルスP[7]の入力に対応して算出したものである。電動弁制御装置70は、相違度指標値svC[7]が相違度判定値HC以上でありかつ相違度指標値svC[7]が相違度判定値HC以上であるとき、電動弁5が第一回転規制状態Sr1であると判定する。このとき、電動弁制御装置70は、kの1つ前の番号(すなわち6)を開始パターン番号Nxとして不揮発性メモリ75に記憶する。電動弁制御装置70は、k=1のとき、相違度指標値svC[1]と相違度判定値HCとを比較し、相違度指標値svC[1]の直前に算出した相違度指標値svC[1]と相違度判定値HCとを比較する。相違度指標値svC[1]は、現在の期間Tの直前の期間TにおけるパルスP[1]の入力に対応して算出したものである。電動弁制御装置70は、相違度指標値svC[1]が相違度判定値HC以上でありかつ相違度指標値svC[1]が相違度判定値HC以上であるとき、電動弁5が第一回転規制状態Sr1であると判定する。このとき、電動弁制御装置70は、kの1つ前の番号(すなわち8)を開始パターン番号Nxとして不揮発性メモリ75に記憶する。電動弁制御装置70は、電動弁5が第一回転規制状態Sr1であると判定しなかったとき、電動弁5が第一回転許容状態Sp1であると判定する。

20

30

【0173】

<判定方法2>

電動弁制御装置70は、第一回転規制状態テーブルE[k]を用いて、相違度指標値svE[k]を算出する(S235)。具体的には、電動弁制御装置70は、パルスP[1]の入力に対応して、第一回転規制状態テーブルE[1]を用いて相違度指標値svE[1]を算出する。電動弁制御装置70は、パルスP[3]の入力に対応して、第一回転規制状態テーブルE[3]を用いて相違度指標値svE[3]を算出する。電動弁制御装置70は、パルスP[5]の入力に対応して、第一回転規制状態テーブルE[5]を用いて相違度指標値svE[5]を算出する。電動弁制御装置70は、パルスP[7]の入力に対応して、第一回転規制状態テーブルE[7]を用いて相違度指標値svE[7]を算出する。

40

【0174】

電動弁制御装置70は、パルスP[k]の終期において、電動弁5の状態を判定する(S240)。具体的には、電動弁制御装置70は、相違度指標値svE[k]と相違度判定値HEとを比較し、相違度指標値svE[k]の直前に算出した相違度指標値svE[j]と相違度判定値HEとを比較する。電動弁制御装置70は、相違度指標値svE[k]が相違度判定値HEより小さくかつ相違度指標値svE[j]が相違度判定値HEより小さいとき、電動弁5が第一回転規制状態Sr1であると判定する。このとき、電動弁制御装置70は、jの1つ前の番号を開始パターン番号Nxとして不揮発性メモリ75に記憶する。電動弁制御装置70は、電動弁5が第一回転規制状態Sr1であると判定しな

50

ったとき、電動弁 5 が第一回転許容状態 S_{p1} であると判定する。

【0175】

判定方法 2 の変形例として、電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $svE[j]$ を用いずに相違度指標値 $svE[k]$ のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。この場合、電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $svE[k]$ が相違度判定値 HE より小さいとき、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であると判定する。このとき、電動弁制御装置 70 は、 k の 1 つ前の番号を開始パターン番号 N_x として不揮発性メモリ 75 に記憶する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $svE[k]$ が相違度判定値 HE 以上であるとき電動弁 5 が第一回転許容状態 S_{p1} であると判定する。

【0176】

判定方法 2 の他の変形例として、1 つのパルス P に対して複数の第一回転規制状態波形 ($E[3]_{-1} \sim E[3]_{-8}$ 、 $E[7]_{-1} \sim E[7]_{-8}$ 、 $E[1]_{-1} \sim E[1]_{-8}$ および $E[5]_{-1} \sim E[5]_{-8}$) が設定されている場合、電動弁制御装置 70 は、次のようにして電動弁 5 の状態を判定してもよい。電動弁制御装置 70 は、第一回転規制状態テーブル $E[k]_{-1} \sim E[k]_{-8}$ を用いて、相違度指標値 $svE[k]_{-1} \sim svE[k]_{-8}$ を算出する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $svE[k]_{-1} \sim svE[k]_{-8}$ のそれぞれと相違度判定値 HE とを比較し、相違度指標値 $svE[j]_{-1} \sim svE[j]_{-8}$ のそれぞれと相違度判定値 HE とを比較する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $svE[k]_{-1} \sim svE[k]_{-8}$ のうちの少なくとも 1 つが相違度判定値 HE より小さくかつ相違度指標値 $svE[j]_{-1} \sim svE[j]_{-8}$ のうちの少なくとも 1 つが相違度判定値 HE より小さいとき、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であると判定する。このとき、電動弁制御装置 70 は、 j の 1 つ前の番号を開始パターン番号 N_x として不揮発性メモリ 75 に記憶する。電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であると判定しなかったとき、電動弁 5 が第一回転許容状態 S_{p1} であると判定する。なお、電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $svE[j]_{-1} \sim svE[j]_{-8}$ を用いずに相違度指標値 $svE[k]_{-1} \sim svE[k]_{-8}$ のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。

【0177】

判定方法 2 のさらに他の変形例として、電動弁制御装置 70 は、電圧 V_A の波形および電圧 V_B の波形の一方のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。電動弁制御装置 70 は、パルス $P[3]$ およびパルス $P[7]$ の一方に対応する電圧 V_A の波形のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。電動弁制御装置 70 は、パルス $P[1]$ およびパルス $P[5]$ の一方に対応する電圧 V_B の波形のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。判定に用いる波形は、ノイズがより少ないものが好ましい。

【0178】

例えば、電動弁制御装置 70 は、第一回転規制状態テーブル $E[k]$ ($k = 1, 7$) を用いて、相違度指標値 $svE[k]$ を算出する ($S235$)。電動弁制御装置 70 は、パルス $P[k]$ の終期において、電動弁 5 の状態を判定する ($S240$)。なお、 $k = 3, 5$ 、または $k = 1, 3$ 、または $k = 5, 7$ であってもよい。または、 k は 1、3、5、7 のうちの 1 つであってもよい。

【0179】

具体的には、電動弁制御装置 70 は、 $k = 7$ のとき、相違度指標値 $svE[7]$ と相違度判定値 HE とを比較し、相違度指標値 $svE[7]$ の直前に算出した相違度指標値 $svE[7]$ と相違度判定値 HE とを比較する。相違度指標値 $svE[7]$ は、現在の期間 T の直前の期間 T におけるパルス $P[7]$ の入力に対応して算出したものである。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $svE[7]$ が相違度判定値 HE より小さくかつ相違度指標値 $svE[7]$ が相違度判定値 HE より小さいとき、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であると判定する。このとき、電動弁制御装置 70 は、 k の 1 つ前の番号 (すなわち 6) を開始パターン番号 N_x として不揮発性メモリ 75 に記憶する。電動弁制御装置 70 は、 $k = 1$ のとき、相違度指標値 $svE[1]$ と相違度判定値 HE とを比較し、相違度

10

20

30

40

50

指標値 $s v E [1]$ の直前に算出した相違度指標値 $s v E [1]$ と相違度判定値 $H E$ とを比較する。相違度指標値 $s v E [1]$ は、現在の期間 T の直前の期間 T におけるパルス $P [1]$ の入力に対応して算出したものである。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $s v E [1]$ が相違度判定値 $H E$ より小さくかつ相違度指標値 $s v E [1]$ が相違度判定値 $H E$ より小さいとき、電動弁 5 が第一回転規制状態 $S r 1$ であると判定する。このとき、電動弁制御装置 70 は、 k の 1 つ前の番号 (すなわち 8) を開始パターン番号 $N x$ として不揮発性メモリ 75 に記憶する。電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が第一回転規制状態 $S r 1$ であると判定しなかったとき、電動弁 5 が第一回転許容状態 $S p 1$ であると判定する。

【 0 1 8 0 】

< 判定方法 3 >

電動弁制御装置 70 は、第一回転許容状態テーブル $C [k]$ および第一回転規制状態テーブル $E [k]$ を用いて、相違度指標値 $s v C [k]$ および相違度指標値 $s v E [k]$ を算出する (S 2 3 5)。具体的には、電動弁制御装置 70 は、パルス $P [1]$ の入力に対応して、第一回転許容状態テーブル $C [1]$ を用いて相違度指標値 $s v C [1]$ を算出し、第一回転規制状態テーブル $E [1]$ を用いて相違度指標値 $s v E [1]$ を算出する。電動弁制御装置 70 は、パルス $P [3]$ の入力に対応して、第一回転許容状態テーブル $C [3]$ を用いて相違度指標値 $s v C [3]$ を算出し、第一回転規制状態テーブル $E [3]$ を用いて相違度指標値 $s v E [3]$ を算出する。電動弁制御装置 70 は、パルス $P [5]$ の入力に対応して、第一回転許容状態テーブル $C [5]$ を用いて相違度指標値 $s v C [5]$ を算出し、第一回転規制状態テーブル $E [5]$ を用いて相違度指標値 $s v E [5]$ を算出する。電動弁制御装置 70 は、パルス $P [7]$ の入力に対応して、第一回転許容状態テーブル $C [7]$ を用いて相違度指標値 $s v C [7]$ を算出し、第一回転規制状態テーブル $E [7]$ を用いて相違度指標値 $s v E [7]$ を算出する。

【 0 1 8 1 】

電動弁制御装置 70 は、パルス $P [k]$ の終期において、電動弁 5 の状態を判定する (S 2 4 0)。具体的には、電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $s v C [k]$ と相違度判定値 $H C$ とを比較し、相違度指標値 $s v C [k]$ の直前に算出した相違度指標値 $s v C [j]$ と相違度判定値 $H C$ とを比較する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $s v E [k]$ と相違度判定値 $H E$ とを比較し、相違度指標値 $s v E [k]$ の直前に算出した相違度指標値 $s v E [j]$ と相違度判定値 $H E$ とを比較する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $s v C [k]$ が相違度判定値 $H C$ 以上でありかつ相違度指標値 $s v C [j]$ が相違度判定値 $H C$ 以上でありかつ相違度指標値 $s v E [k]$ が相違度判定値 $H E$ より小さくかつ相違度指標値 $s v E [j]$ が相違度判定値 $H E$ より小さいとき、電動弁 5 が第一回転規制状態 $S r 1$ であると判定する。このとき、電動弁制御装置 70 は、 j の 1 つ前の番号を開始パターン番号 $N x$ として不揮発性メモリ 75 に記憶する。電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が第一回転規制状態 $S r 1$ であると判定しなかったとき、電動弁 5 が第一回転許容状態 $S p 1$ であると判定する。

【 0 1 8 2 】

判定方法 3 において、相違度指標値 $s v C [k]$ 、 $s v C [j]$ は第一回転許容状態相違度指標値であり、相違度指標値 $s v E [k]$ 、 $s v E [j]$ は第一回転規制状態相違度指標値である。相違度判定値 $H C$ は、第一回転許容状態相違度判定値である。相違度判定値 $H E$ は、第一回転規制状態相違度判定値である。相違度判定値 $H C$ は、相違度判定値 $H E$ と同じでもよく、異なってもよい。

【 0 1 8 3 】

判定方法 3 の変形例として、電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $s v C [j]$ および相違度指標値 $s v E [j]$ を用いずに相違度指標値 $s v C [k]$ および相違度指標値 $s v E [k]$ のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。この場合、電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $s v C [k]$ が相違度判定値 $H C$ 以上でありかつ相違度指標値 $s v E [k]$ が相違度判定値 $H E$ より小さいとき、電動弁 5 が第一回転規制状態 $S r 1$ であると判定

10

20

30

40

50

する。このとき、電動弁制御装置 70 は、k の 1 つ前の番号を開始パターン番号 N x として不揮発性メモリ 75 に記憶する。電動弁制御装置 70 は、第一回転規制状態 S r 1 であると判定しなかったとき電動弁 5 が第一回転許容状態 S p 1 であると判定する。

【 0 1 8 4 】

判定方法 3 の他の変形例として、電動弁制御装置 70 は、電圧 V A の波形および電圧 V B の波形の一方のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。電動弁制御装置 70 は、パルス P [3] およびパルス P [7] の一方に対応する電圧 V A の波形のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。電動弁制御装置 70 は、パルス P [1] およびパルス P [5] の一方に対応する電圧 V B の波形のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。判定に用いる波形は、ノイズがより少ないものが好ましい。

10

【 0 1 8 5 】

例えば、電動弁制御装置 70 は、第一回転許容状態テーブル C [k] (k = 1, 7) および第一回転規制状態テーブル E [k] を用いて、相違度指標値 s v C [k] および相違度指標値 s v E [k] を算出する (S 2 3 5)。電動弁制御装置 70 は、パルス P [k] の終期において、電動弁 5 の状態を判定する (S 2 4 0)。なお、k = 3, 5、または k = 1, 3、または k = 5, 7 であってもよい。または、k は 1, 3, 5, 7 のうちの 1 つであってもよい。

【 0 1 8 6 】

具体的には、電動弁制御装置 70 は、k = 7 のとき、相違度指標値 s v C [7] と相違度判定値 H C とを比較し、相違度指標値 s v C [7] の直前に算出した相違度指標値 s v C [7] と相違度判定値 H C とを比較する。電動弁制御装置 70 は、k = 7 のとき、相違度指標値 s v E [7] と相違度判定値 H E とを比較し、相違度指標値 s v E [7] の直前に算出した相違度指標値 s v E [7] と相違度判定値 H E とを比較する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 s v C [7] が相違度判定値 H C 以上でありかつ相違度指標値 s v C [7] が相違度判定値 H C 以上でありかつ相違度指標値 s v E [7] が相違度判定値 H E より小さくかつ相違度指標値 s v E [7] が相違度判定値 H E より小さいとき、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であると判定する。このとき、電動弁制御装置 70 は、k の 1 つ前の番号 (すなわち 6) を開始パターン番号 N x として不揮発性メモリ 75 に記憶する。電動弁制御装置 70 は、k = 1 のとき、相違度指標値 s v C [1] と相違度判定値 H C とを比較し、相違度指標値 s v C [1] の直前に算出した相違度指標値 s v C [1] と相違度判定値 H C とを比較する。電動弁制御装置 70 は、k = 1 のとき、相違度指標値 s v E [1] と相違度判定値 H E とを比較し、相違度指標値 s v E [1] の直前に算出した相違度指標値 s v E [1] と相違度判定値 H E とを比較する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 s v C [1] が相違度判定値 H C 以上でありかつ相違度指標値 s v C [1] が相違度判定値 H C 以上でありかつ相違度指標値 s v E [1] が相違度判定値 H E より小さくかつ相違度指標値 s v E [1] が相違度判定値 H E より小さいとき、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であると判定する。このとき、電動弁制御装置 70 は、k の 1 つ前の番号 (すなわち 8) を開始パターン番号 N x として不揮発性メモリ 75 に記憶する。電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であると判定しなかったとき、電動弁 5 が第一回転許容状態 S p 1 であると判定する。

20

30

40

【 0 1 8 7 】

なお、電動弁装置 1 の工場出荷時に、電動弁 5 の開始パターン番号 N x として適切なパターン番号を不揮発性メモリ 75 に記憶してもよい。この場合、電動弁制御装置 70 は、判定方法 1 ~ 3 において開始パターン番号 N x を記憶しない。

【 0 1 8 8 】

電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であるとき (S 2 5 0 で Y)、ステップモーター 66 へのパルス P [1] ~ P [8] の入力を終了し、エアコン制御装置 110 に初期化動作の完了を通知する (S 2 7 0)。

【 0 1 8 9 】

電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が第一回転許容状態 S p 1 であり (S 2 5 0 で N)、

50

ステッピングモーター 66 に入力したパルス P の数が初期化数 X を超えたとき (S 2 6 0 で Y)、ステッピングモーター 66 へのパルス P の入力を終了し、エアコン制御装置 1 1 0 に初期化動作の完了を通知する (S 2 7 0)。

【 0 1 9 0 】

電動弁制御装置 7 0 は、ステッピングモーター 66 に入力したパルス P の数が初期化数 X 以下であるとき (S 2 6 0 で N)、再び電圧 V A および電圧 V B を取得して (S 2 3 0)、上記動作 (S 2 3 0 ~ S 2 6 0) を繰り返す。

【 0 1 9 1 】

初期化動作が完了すると、ローター 4 1 が基準位置 R x に位置付けられる。電動弁制御装置 7 0 は、基準位置 R x にあるローター 4 1 を第二方向に回転させるとき、ステッピングモーター 66 にパルス P [1] ~ P [8] を降順で入力する。このとき、電動弁制御装置 7 0 は、開始パターン番号 N x と同じパターン番号のパルス P から入力を開始する。例えば、開始パターン番号 N x が [7] のとき、電動弁制御装置 7 0 は、パルス P [7] から降順で入力を開始する。

10

【 0 1 9 2 】

次に、電動弁制御装置 7 0 の初期化動作の他の例 (動作例 2) を、図 3 2、図 3 3 を参照して説明する。

【 0 1 9 3 】

動作例 2 において、電動弁制御装置 7 0 は、ローター 4 1 の第一方向への回転が規制されたあとにローター 4 1 が第二方向に回転可能であるとき、電動弁 5 の初期化成功と判断し、初期化動作を終了する。動作例 2 において、電動弁制御装置 7 0 は、動作例 1 より電動弁 5 の状態を厳密に判定する。

20

【 0 1 9 4 】

動作例 2 において、動作例 1 と同一 (実質的に同一を含む) の動作を行うステップについては同一の符号を付して、詳細説明を省略する。

【 0 1 9 5 】

電動弁制御装置 7 0 (具体的にはコンピュータ 8 0) は、エアコン制御装置 1 1 0 から初期化命令を受信すると (S 2 1 0)、ステッピングモーター 66 への昇順でのパルス P [1] ~ P [8] の入力を開始する (S 2 2 0)。これにより、初期化動作が開始され、パルス P [1] ~ P [8] に応じた駆動電流がステーター 6 0 に供給され、ローター 4 1 が第一方向に回転する。

30

【 0 1 9 6 】

電動弁制御装置 7 0 は、ローター 4 1 が第一方向に回転しているとき、A 相ステーター 6 1 のコイル 6 1 c の端子 A 1、A 2 間に生じる電圧 V A および B 相ステーター 6 2 のコイル 6 2 c の端子 B 1、B 2 間に生じる電圧 V B を時系列的に取得する (S 2 3 0)。

【 0 1 9 7 】

電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 s v を算出し (S 2 3 5)、相違度指標値 s v に基づいて電動弁 5 の状態を判定する (S 2 4 0)。電動弁制御装置 7 0 は、判定方法 1 ~ 3 のいずれかを用いて電動弁 5 の状態を判定する。

【 0 1 9 8 】

電動弁制御装置 7 0 は、電動弁 5 が第一回転許容状態 S p 1 であり (S 2 5 0 で N)、ステッピングモーター 66 に入力したパルス P の数が初期化数 X を超えたとき (S 2 6 0 で Y)、ステッピングモーター 66 へのパルス P の入力を終了し、エアコン制御装置 1 1 0 に初期化動作の完了 (初期化失敗) を通知する (S 2 7 0)。この場合、電動弁 5 において、ストップ機構 4 9 の摩耗などの要因により、電圧 V A の波形または電圧 V B の波形に変化が生じて、電動弁制御装置 7 0 が電動弁 5 の状態を正しく判定できなかった可能性がある。

40

【 0 1 9 9 】

電動弁制御装置 7 0 は、ステッピングモーター 66 に入力したパルス P の数が初期化数 X 以下であるとき (S 2 6 0 で N)、再び電圧 V A および電圧 V B を取得して (S 2 3 0

50

)、上記動作 (S 2 3 0 ~ S 2 6 0) を繰り返す。

【 0 2 0 0 】

電動弁制御装置 7 0 は、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であるとき (S 2 5 0 で Y)、ステッピングモーター 6 6 への降順でのパルス $P [1] \sim P [8]$ の入力を開始する (S 3 2 0)。このとき、電動弁制御装置 7 0 は、開始パターン番号 N_x と同じパターン番号のパルス P から入力を開始する。これにより、パルス $P [1] \sim P [8]$ に応じた駆動電流がステーター 6 0 に供給され、ローター 4 1 が第二方向に回転する。

【 0 2 0 1 】

電動弁制御装置 7 0 は、ローター 4 1 が第二方向に回転しているとき、電圧 V_A および電圧 V_B を時系列的に取得する (S 3 3 0)。電動弁制御装置 7 0 は、ステップ S 3 3 0 において、ステップ S 2 3 0 と同じ (実質的に同じを含む) 動作を行う。

10

【 0 2 0 2 】

電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 s_v を算出し (S 3 3 5)、相違度指標値 s_v に基づいて電動弁 5 の状態を判定する (S 3 4 0)。

【 0 2 0 3 】

電動弁制御装置 7 0 は、第二回転許容状態テーブル $D [k]$ ($k = 1, 3, 5, 7$) を用いて、相違度指標値 $s_v D [k]$ を算出する (S 3 3 5)。具体的には、電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [1]$ の入力に対応して、第二回転許容状態テーブル $D [1]$ を用いて相違度指標値 $s_v D [1]$ を算出する。電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [3]$ の入力に対応して、第二回転許容状態テーブル $D [3]$ を用いて相違度指標値 $s_v D [3]$ を算出する。電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [5]$ の入力に対応して、第二回転許容状態テーブル $D [5]$ を用いて相違度指標値 $s_v D [5]$ を算出する。電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [7]$ の入力に対応して、第二回転許容状態テーブル $D [7]$ を用いて相違度指標値 $s_v D [7]$ を算出する。

20

【 0 2 0 4 】

電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [k]$ の終期において、電動弁 5 の状態を判定する (S 3 4 0)。具体的には、電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 $s_v D [k]$ と相違度判定値 H_D とを比較し、相違度指標値 $s_v D [k]$ の直前に算出した相違度指標値 $s_v D [j]$ ($k = 3, 5, 7$ のとき $j = k - 2$ 、 $k = 1$ のとき $j = 7$) と相違度判定値 H_D とを比較する。電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 $s_v D [k]$ が相違度判定値 H_D 以上でありかつ相違度指標値 $s_v D [j]$ が相違度判定値 H_D 以上であるとき、電動弁 5 が第二回転規制状態 S_{r2} であると判定する。電動弁制御装置 7 0 は、電動弁 5 が第二回転規制状態 S_{r2} であると判定しなかったとき、電動弁 5 が第二回転許容状態 S_{p2} であると判定する。

30

【 0 2 0 5 】

相違度指標値 $s_v D [k]$ 、 $s_v D [j]$ は、第二回転許容状態相違度指標値である。相違度判定値 H_D は、第二回転許容状態相違度判定値である。相違度判定値 H_D は、相違度判定値 H_C (または相違度判定値 H_E) と同じでもよく、異なってもよい。

【 0 2 0 6 】

なお、電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 $s_v D [j]$ を用いずに相違度指標値 $s_v D [k]$ のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。この場合、電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 $s_v D [k]$ が相違度判定値 H_D 以上であるとき電動弁 5 が第二回転規制状態 S_{r2} であると判定し、相違度指標値 $s_v D [k]$ が相違度判定値 H_D より小さいとき電動弁 5 が第二回転許容状態 S_{p2} であると判定する。

40

【 0 2 0 7 】

または、電動弁制御装置 7 0 は、電圧 V_A の波形および電圧 V_B の波形の一方のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [3]$ およびパルス $P [7]$ の一方に対応する電圧 V_A の波形のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。電動弁制御装置 7 0 は、パルス $P [1]$ およびパルス $P [5]$ の一方に対応する電圧 V_B の波形のみ用いて電動弁 5 の状態を判定してもよい。判定に用いる波形は、ノイズがよ

50

り少ないものが好ましい。

【 0 2 0 8 】

例えば、電動弁制御装置 7 0 は、第二回転許容状態テーブル D [k] (k = 1, 7) を用いて、相違度指標値 s v D [k] を算出する (S 3 3 5)。電動弁制御装置 7 0 は、パルス P [k] の終期において、電動弁 5 の状態を判定する (S 3 4 0)。なお、k = 3、5、または k = 1、3、または k = 5、7 であってもよい。または、k は 1、3、5、7 のうちの 1 つであってもよい。

【 0 2 0 9 】

具体的には、電動弁制御装置 7 0 は、k = 7 のとき、相違度指標値 s v D [7] と相違度判定値 H D とを比較し、相違度指標値 s v D [7] の直前に算出した相違度指標値 s v D [7] と相違度判定値 H D とを比較する。相違度指標値 s v D [7] は、現在の期間 T の直前の期間 T におけるパルス P [7] の入力に対応して算出したものである。電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 s v D [7] が相違度判定値 H D 以上でありかつ相違度指標値 s v D [7] が相違度判定値 H D 以上であるとき、電動弁 5 が第二回転規制状態 S r 2 であると判定する。電動弁制御装置 7 0 は、k = 1 のとき、相違度指標値 s v D [1] と相違度判定値 H D とを比較し、相違度指標値 s v D [1] の直前に算出した相違度指標値 s v D [1] と相違度判定値 H D とを比較する。相違度指標値 s v D [1] は、現在の期間 T の直前の期間 T におけるパルス P [1] の入力に対応して算出したものである。電動弁制御装置 7 0 は、相違度指標値 s v D [1] が相違度判定値 H D 以上でありかつ相違度指標値 s v D [1] が相違度判定値 H D 以上であるとき、電動弁 5 が第二回転規制状態 S r 2 であると判定する。電動弁制御装置 7 0 は、電動弁 5 が第二回転規制状態 S r 2 であると判定しなかったとき、電動弁 5 が第二回転許容状態 S p 2 であると判定する。

【 0 2 1 0 】

電動弁制御装置 7 0 は、電動弁 5 が第二回転規制状態 S r 2 であるとき (S 3 5 0 で Y)、ステッピングモーター 6 6 へのパルス P [1] ~ P [8] の入力を終了し、エアコン制御装置 1 1 0 に初期化動作の完了 (初期化失敗) を通知する (S 2 7 0)。この場合、電動弁 5 に何らかの不具合が生じてローター 4 1 が第一方向および第二方向に回転しなかった可能性がある。

【 0 2 1 1 】

電動弁制御装置 7 0 は、電動弁 5 が第二回転許容状態 S p 2 であり (S 3 5 0 で N)、ステッピングモーター 6 6 に入力したパルス P の数が反転数 Y に達したとき (S 3 6 0 で Y)、ステッピングモーター 6 6 に反転数 Y のパルス P を昇順で入力する (S 3 7 0)。これにより、ローター 4 1 が、第一方向に回転し、基準位置 R x で停止する。反転数 Y は、電動弁 5 においてローター 4 1 が第二方向に回転可能か否かを判定するために必要なパルス P の数である。例えば、反転数 Y は 1 6 である。そして、電動弁制御装置 7 0 は、ステッピングモーター 6 6 へのパルス P の入力を終了し、エアコン制御装置 1 1 0 に初期化動作の完了 (初期化成功) を通知する (S 3 8 0)。

【 0 2 1 2 】

電動弁制御装置 7 0 は、ステッピングモーター 6 6 に入力したパルス P の数が反転数 Y より小さいとき (S 3 6 0 で N)、再び電圧 V A および電圧 V B を取得して (S 3 3 0)、上記動作 (S 3 3 0 ~ S 3 6 0) を繰り返す。

【 0 2 1 3 】

初期化動作が完了 (初期化成功) すると、ローター 4 1 が基準位置 R x に位置付けられる。電動弁制御装置 7 0 は、基準位置 R x にあるローター 4 1 を第二方向に回転させるとき、ステッピングモーター 6 6 にパルス P [1] ~ P [8] を降順で入力する。このとき、電動弁制御装置 7 0 は、開始パターン番号 N x と同じパターン番号のパルス P から入力を開始する。

【 0 2 1 4 】

電動弁装置 2 は、電動弁 5 と電動弁制御装置 7 0 とを有している。弁座 1 8 を有する弁

10

20

30

40

50

本体 10 と、弁本体 10 に対して回転可能なローター 41 と、ローター 41 とともにステッピングモーター 66 を構成するステーター 60 と、弁座 18 と向かい合い、ローター 41 が第一方向に回転すると弁座 18 に向けて移動する弁体 30 と、ローター 41 が基準位置 R_x にあるときにローター 41 の第一方向への回転を規制するストッパ機構 49 と、を有する。電動弁制御装置 70 は、ステッピングモーター 66 にパルス P を入力してローター 41 を第一方向に回転させる。電動弁制御装置 70 は、ローター 41 の回転によってステーター 60 に生じる電圧（電圧 V_A および電圧 V_B ）を取得する。電動弁制御装置 70 は、電圧の波形と電圧の基準波形との相違の度合いに基づいて、電動弁 5 がローター 41 の第一方向への回転が規制される第一回転規制状態 S_{r1} であるか否かを判定する。

【0215】

このようにしたことから、電動弁制御装置 70 が、正常動作可能な電動弁 5 について、当該電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であると判定したとき、ローター 41 が基準位置 R_x にある。そのため、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であると判定したときに、ローター 41 の第一方向への回転を停止することで、初期化動作にかかる時間を短くすることができる。また、ローター 41 が基準位置 R_x に位置付けられたあとに、騒音が長い時間発生することを抑制できる。また、電動弁制御装置 70 は、電圧の波形と電圧の基準波形との相違の度合いに基づいて、電動弁 5 の状態を判定する。そのため、電動弁制御装置 70 は、波形の面積または波形の最大振幅に基づいて電動弁 5 の状態を判定する構成に比べて、電動弁 5 の状態をより高い精度で判定できる。

【0216】

また、電動弁制御装置 70 は、ステーター 60 に生じる電圧（電圧 V_A および電圧 V_B ）に基づいて、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であるか否かを判定する。これにより、電動弁制御装置 70 において、回転角度センサーなどのローター 41 の回転に基づいて電動弁 5 の状態を判定するため部品が不要であり、電動弁制御装置 70 または電動弁 5 を簡易な構成にできる。

【0217】

また、電圧 V_A の基準波形が、第一回転許容状態 S_{p1} である電動弁 5 においてステッピングモーター 66 にローター 41 を第一方向に回転させるパルス P （第一方向パルス）が入力されたときの電圧 V_A の波形に基づいて設定された第一回転許容状態波形を含む。電圧 V_A の第一回転許容状態波形は、第一回転許容状態テーブル $C[3]$ および $C[7]$ である。電圧 V_B の基準波形が、第一回転許容状態 S_{p1} である電動弁 5 においてステッピングモーター 66 に第一方向パルスが入力されたときの電圧 V_B の波形に基づいて設定された第一回転許容状態波形を含む。電圧 V_B の第一回転許容状態波形は、第一回転許容状態テーブル $C[1]$ および $C[5]$ である。電動弁制御装置 70 は、電圧 V_A の第一回転許容状態波形とステッピングモーター 66 への第一方向パルスの入力に応じて取得した電圧 V_A の波形との相違の度合いを示す相違度指標値 s_{vC} （ $s_{vC}[3]$ 、 $s_{vC}[7]$ ）を算出する。電動弁制御装置 70 は、電圧 V_B の第一回転許容状態波形とステッピングモーター 66 への第一方向パルスの入力に応じて取得した電圧 V_B の波形との相違の度合いを示す相違度指標値 s_{vC} （ $s_{vC}[1]$ 、 $s_{vC}[5]$ ）を算出する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 s_{vC} と相違度判定値 H_C との比較結果に基づいて、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であるか否かを判定する（判定方法 1）。このようにすることで、電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 の状態をより高い精度で判定できる。

【0218】

また、電圧 V_A の基準波形が、第一回転規制状態 S_{r1} である電動弁 5 においてステッピングモーター 66 に第一方向パルスが入力されたときの電圧 V_A の波形に基づいて設定された第一回転規制状態波形を含む。電圧 V_A の第一回転規制状態波形は、第一回転規制状態テーブル $E[3]$ および $E[7]$ である。電圧 V_B の基準波形が、第一回転規制状態 S_{r1} である電動弁 5 においてステッピングモーター 66 に第一方向パルスが入力されたときの電圧 V_B の波形に基づいて設定された第一回転規制状態波形を含む。電圧 V_B の第一回転規制状態波形は、第一回転規制状態テーブル $E[1]$ および $E[5]$ である。電動

10

20

30

40

50

弁制御装置 70 は、電圧 V A の第一回転規制状態波形とステッピングモーター 66 への第一方向パルスの入力に応じて取得した電圧 V A の波形との相違の度合いを示す相違度指標値 $s v E$ ($s v E [3]$ 、 $s v E [7]$) を算出する。電動弁制御装置 70 は、電圧 V B の第一回転規制状態波形とステッピングモーター 66 への第一方向パルスの入力に応じて取得した電圧 V B の波形との相違の度合いを示す相違度指標値 $s v E$ ($s v E [1]$ 、 $s v E [5]$) を算出する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $s v E$ と相違度判定値 H E との比較結果に基づいて、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であるか否かを判定する (判定方法 2)。このようにすることで、電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 の状態をより高い精度で判定できる。

【 0 2 1 9 】

10

また、電圧 V A の基準波形が、第一回転許容状態波形と、第一回転規制状態波形と、を含む。電圧 V B の基準波形が、第一回転許容状態波形と、第一回転規制状態波形と、を含む。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $s v C$ ($s v C [3]$ 、 $s v C [7]$ 、 $s v C [1]$ 、 $s v C [5]$) を算出する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $s v E$ ($s v E [3]$ 、 $s v E [7]$ 、 $s v E [1]$ 、 $s v E [5]$) を算出する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $s v C$ と相違度判定値 H C との比較結果と、相違度指標値 $s v E$ と相違度判定値 H E との比較結果と、に基づいて、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であるか否かを判定する (判定方法 3)。このようにすることで、電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 の状態をより高い精度で判定できる。

【 0 2 2 0 】

20

また、電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であると判定されたとき、ステッピングモーター 66 へのパルス P の入力を停止する。例えば、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であることをエアコン制御装置 110 に通知し、エアコン制御装置 110 から停止命令を受信して、初期化動作を停止する構成に比べて、電動弁制御装置 70 は、簡易かつ迅速にローター 41 の第一方向への回転を停止することができる。

【 0 2 2 1 】

また、電圧 V A の基準波形が、第二回転許容状態 S p 2 である電動弁 5 においてステッピングモーター 66 にローター 41 を第二方向に回転させるパルス P (第二方向パルス) が入力されたときの電圧 V A の波形に基づいて設定された第二回転許容状態波形を含む。電圧 V A の第二回転許容状態波形は、第二回転許容状態テーブル D [3] および D [7] である。電圧 V B の基準波形が、第二回転許容状態 S p 2 である電動弁 5 においてステッピングモーター 66 に第二方向パルスが入力されたときの電圧 V B の波形に基づいて設定された第二回転許容状態波形を含む。電圧 V B の第二回転許容状態波形は、第二回転許容状態テーブル D [1] および D [5] である。電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であると判定されたとき、ステッピングモーター 66 にパルス P を入力してローター 41 を第二方向に回転させる。電動弁制御装置 70 は、電圧 V A の第二回転許容状態波形とステッピングモーター 66 への第二方向パルスの入力に応じて取得した電圧 V A の波形との相違の度合いを示す相違度指標値 $s v D$ ($s v D [3]$ 、 $s v D [7]$) を算出する。電動弁制御装置 70 は、電圧 V B の第二回転許容状態波形とステッピングモーター 66 への第二方向パルスの入力に応じて取得した電圧 V B の波形との相違の度合いを示す相違度指標値 $s v D$ ($s v D [1]$ 、 $s v D [5]$) を算出する。電動弁制御装置 70 は、相違度指標値 $s v D$ と相違度判定値 H D との比較結果に基づいて、電動弁 5 が第二回転規制状態 S r 2 であるか否かを判定する。電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が第二回転規制状態 S r 2 であると判定されたとき、ステッピングモーター 66 へのパルス P の入力を停止する。このとき、電動弁 5 は、ローター 41 が第一方向にも第二方向にも回転できない状態 (不具合状態) に陥っている可能性がある。電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であると判定された後にステッピングモーター 66 に入力されたパルス P の数が反転数 Y に達したとき、ステッピングモーター 66 にパルス P を反転数 Y だけ入力してローター 41 を第一方向に回転させる。このようにすることで、電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が不具合状態に陥ったことを検出できる。

30

40

50

【 0 2 2 2 】

第一回転許容状態波形が、第一方向パルスに対して設定された、時刻 t と当該時刻 t における基準電圧 r_v とが関連付けられたデータテーブルである（第一回転許容状態テーブル C）。第一回転規制状態波形が、第一方向パルスに対して設定された、時刻 t と当該時刻 t における基準電圧 r_v とが関連付けられたデータテーブルである（第一回転規制状態テーブル E）。電動弁制御装置 70 は、ステップングモーター 66 に第一方向パルスが入力されると電圧 v （電圧 VA、電圧 VB）を時系列的に取得する。電動弁制御装置 70 は、第一方向パルスの入力に対応して取得時刻 t_v において電圧 v を取得すると、当該電圧 v とステップングモーター 66 に入力された第一方向パルスに対して設定されたデータテーブルにおける取得時刻 t_v に対応する時刻 t と関連付けられた基準電圧 r_v との差分値 d_v を 2 乗した値（第一中間値 $d_v^2_{_1}$ ）を算出する。電動弁制御装置 70 は、第一方向パルスの入力に対応して取得した電圧 v を用いて算出された複数の第一中間値 $d_v^2_{_1}$ を足し合わせて相違度指標値 s_{vC} および相違度指標値 s_{vE} を算出する。相違度指標値 s_{vC} および相違度指標値 s_{vE} は、上記式（1）を用いて算出される。このようにしたことから、相違度指標値 s_{vC} および相違度指標値 s_{vE} は、波形の面積および波形の最大振幅とは異なり、波形の形状の相違の度合いが適切に反映されている。そのため、電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 の状態をより高い精度で判定できる。

10

【 0 2 2 3 】

第二回転許容状態波形が、第二方向パルスに対して設定された、時刻 t と当該時刻 t における基準電圧 r_v とが関連付けられたデータテーブルである（第二回転許容状態テーブル D）。電動弁制御装置 70 は、ステップングモーター 66 に第二方向パルスが入力されると電圧 v （電圧 VA、電圧 VB）を時系列的に取得する。電動弁制御装置 70 は、第二方向パルスの入力に対応して取得時刻 t_v において電圧 v を取得すると、当該電圧 v とステップングモーター 66 に入力された第二方向パルスに対して設定されたデータテーブルにおける取得時刻 t_v に対応する時刻 t と関連付けられた基準電圧 r_v との差分値 d_v を 2 乗した値（第二中間値 $d_v^2_{_2}$ ）を算出する。電動弁制御装置 70 は、第二方向パルスの入力に対応して取得した電圧 v を用いて算出された複数の第二中間値 $d_v^2_{_2}$ を足し合わせて相違度指標値 s_{vD} を算出する。相違度指標値 s_{vD} は、上記式（1）を用いて算出される。このようにしたことから、相違度指標値 s_{vD} は、波形の面積および波形の最大振幅とは異なり、波形の形状の相違の度合いが適切に反映されている。そのため、電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 の状態をより高い精度で判定できる。

20

30

【 0 2 2 4 】

相違度指標値（ s_{vC} 、 s_{vD} 、 s_{vE} ）は、上記式（1）を用いて算出されるものに限定されない。相違度指標値は、例えば、各取得時刻 t_v における電圧 v の大きさの推移に係るものであってもよい。具体的には、電動弁制御装置 70 は、パルス P（第一方向パルス、第二方向パルス）の入力に対応して取得時刻 t_v において電圧 v を取得すると、当該電圧 v とステップングモーター 66 に入力されたパルス P に対して設定されたデータテーブルにおける取得時刻 t_v に対応する時刻 t と関連付けられた基準電圧 r_v との差分値 d_v を算出する。差分値 d_v は絶対値として算出される。電動弁制御装置 70 は、パルス P の入力に対応して取得した電圧 v を用いて算出された複数の差分値 d_v のうち所定の差分判定値以上のものの個数を相違度指標値とする。このような相違度指標値も、波形の形状の相違の度合いが適切に反映されている。または、相違度指標値は、各取得時刻 t_v における電圧 v の傾きの推移に係るものなどでもよい。相違度指標値は、時系列要素が反映された値であることが好ましい。

40

【 0 2 2 5 】

また、電動弁制御装置 70 は、第一方向パルスの始期から終期までの期間の一部である第二期間 p_2 において取得した電圧 v を用いて算出された複数の第一中間値 $d_v^2_{_1}$ を足し合わせて相違度指標値 s_{vC} および相違度指標値 s_{vE} を算出する。第二期間 p_2 における電圧 v に含まれるステーター 60 のインダクタンスによる逆起電力に係る電圧成分が、当該電圧 v に含まれるローター 41 の回転による電磁誘導に係る電圧成分より小さい

50

。このようにすることで、電圧 v において後者の電圧成分の割合が相対的に大きくなり、電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 の状態をより高い精度で判定できる。

【0226】

また、電動弁制御装置 70 は、第二方向パルスの始期から終期までの期間の一部である第二期間 p_2 において取得した電圧 v を用いて算出された複数の第二中間値 d_{v2_2} を足し合わせて相違度指標値 s_{vD} を算出する。第二期間 p_2 における電圧 v に含まれるステータ 60 のインダクタンスによる逆起電力に係る電圧成分が、当該電圧 v に含まれる前記ローターの回転による電磁誘導に係る電圧成分より小さい。このようにすることで、電圧 v において後者の電圧成分の割合が相対的に大きくなり、電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 の状態をより高い精度で判定できる。

10

【0227】

また、電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 が第一回転規制状態 S_{r1} であると判定したとき、当該判定に用いた電圧 V_A の波形および電圧 V_B の波形に対応する第一方向パルスのパターン番号に基づいて開始パターン番号 N_x を取得する。電動弁制御装置 70 は、基準位置 R_x にあるローター 41 を第二方向に回転させるとき、開始パターン番号 N_x と同じパターン番号のパルス P から降順に入力を開始する。このようにすることで、電動弁制御装置 70 は、ローター 41 の位置をより高い精度で制御することができる。

【0228】

また、電動弁制御装置 70 において、第一回転規制状態波形が、当該電動弁制御装置 70 と組み合わせられる電動弁 5 においてあらかじめ取得した複数の電圧の波形（電圧 V_A の波形および電圧 V_B の波形）に基づき、第一方向パルスに対して設定される。1つの第一方向パルスに対して1つの第一回転規制状態波形が設定される。このようにすることで、電動弁制御装置 70 は、それと組み合わせられる電動弁 5 に最適な第一回転規制状態波形が設定される。そのため、電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 の状態をより高い精度で判定できる。

20

【0229】

なお、電動弁制御装置 70 において、第一回転規制状態波形が、複数の電動弁 5 においてあらかじめ取得した複数の電圧の波形（電圧 V_A の波形および電圧 V_B の波形）に基づき、第一方向パルスに対して設定されていてもよい。この場合、1つの第一方向パルスに対して互いに異なる複数の第一回転規制状態波形が設定される。1つの第一方向パルスに対して設定される第一回転規制状態波形の数は、パルス P のパターン数（8つ）と同じである。1つの第一方向パルスに対して設定される第一回転規制状態波形は、ストップ機構 49 によりローター 41 の第一方向の回転が規制されるタイミングに対応するパルス P が互いに異なる複数の電動弁 5 において取得された電圧の波形に基づいて設定される。このようにすることで、工場出荷時に各電動弁 5 において電圧の波形を個別に取得する必要がなくなり、電動弁装置 1 の製造工数を減らすことができる。

30

【0230】

また、ステータ 60 が、A相ステータ 61 と B相ステータ 62 とを有する。電動弁制御装置 70 が、A相ステータ 61 のみに駆動電流を供給したときに B相ステータ 62 に生じる電圧 V_B を取得し、B相ステータ 62 のみに駆動電流を供給したときに A相ステータ 61 に生じる電圧 V_A を取得する。このようにすることで、電動弁制御装置 70 において、A相ステータ 61 に生じる電圧から電磁誘導に係る電圧成分を分離する必要がなく、B相ステータ 62 に生じる電圧から電磁誘導に係る電圧成分を分離する必要がない。そのため、比較的簡易な構成によって電圧 V_A および電圧 V_B を取得することができる。

40

【0231】

また、弁体 30 が、弁座 18 と向かい合い、ローター 41 が第一方向に回転すると閉弁ばね 47 を介して弁座 18 に向けて押される。基準位置 R_x が、ローター 41 が弁座 18 に弁体 30 が接する閉弁位置 R_c よりさらに第一方向に回転した位置にある。このようにすることで、閉弁ばね 47 によって弁体 30 を弁座 18 に押しつける力が緩和され、過剰

50

な力で弁体 30 が弁座 18 に押しつけられることを抑制できる。

【0232】

電動弁制御装置 70 において、電圧 V A の基準波形および電圧 V B の基準波形はあらかじめ設定されている。電動弁制御装置 70 は、電動弁 5 の動作中に取得した電圧の波形（電圧 V A の波形および電圧 V B の波形）に基づいて、電圧の基準波形を更新するようにしてもよい。

【0233】

また、電動弁制御装置 70 は、ローター 41 の回転によってステータ 60 に生じる電圧に基づいて、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であるか否かを判定する。電流と電圧とは密接な関係を有することから、電動弁制御装置 70 は、ローター 41 の回転によってステータ 60 に生じる電流に基づいて、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であるか否かを判定してもよい。この構成では、電動弁制御装置 70 は、電圧取得部に代えて、ローター 41 の回転によってステータ 60 に生じる電流（ステータ 60 に電磁誘導される電流）を取得する電流取得部を有する。そして、状態判定部が、電流の波形と電流の基準波形との相違の度合いに基づいて、電動弁 5 が第一回転規制状態 S r 1 であるか否かを判定する。

【0234】

本明細書において、「円筒」や「円柱」等の形状を示す各用語は、実質的にその用語の形状を有する部材や部材の部分にも用いられている。例えば、「円筒形状の部材」は、円筒形状の部材と実質的に円筒形状の部材とを含む。

【0235】

上記に本発明の実施例を説明したが、本発明は実施例に限定されるものではない。前述の実施例に対して、当業者が適宜、構成要素の追加、削除、設計変更を行ったものや、実施例の特徴を適宜組み合わせたものも、本発明の趣旨に反しない限り、本発明の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0236】

1 ... 電動弁装置、5 ... 電動弁、10 ... 弁本体、11 ... 本体部材、11 a ... 嵌合穴、11 b ... 貫通孔、11 d ... 平面、13 ... 接続部材、14 ... 弁室、15 ... 第1導管、16 ... 第2導管、17 ... 弁口、18 ... 弁座、20 ... キャン、30 ... 弁体、31 ... 第1軸部、32 ... 第2軸部、33 ... 弁部、34 ... 段部、40 ... 駆動機構、41 ... ローター、41 a ... 嵌合孔、42 ... 弁軸ホルダー、42 a ... 上壁部、42 b ... 軸孔、42 c ... 雌ねじ、42 s ... 可動ストッパ、43 ... ガイドプッシュ、43 a ... 基部、43 b ... 支持部、43 c ... 雄ねじ、43 d ... 平面、44 ... ストッパ部材、44 a ... ストッパ本体、44 c ... 雌ねじ、44 s ... 固定ストッパ、45 ... 固定具、45 a ... 固定部、45 b ... フランジ部、46 ... ワッシャー、47 ... 閉弁ばね、48 ... 復帰ばね、49 ... ストッパ機構、60 ... ステータ、61 ... A相ステータ、61 a ... 極歯、61 b ... 極歯、61 c ... コイル、62 ... B相ステータ、62 a ... 極歯、62 b ... 極歯、62 c ... コイル、66 ... ステッピングモーター、70 ... 電動弁制御装置、71 ... 基板、75 ... 不揮発性メモリ、76 ... 通信装置、77 ... モータードライバ、80 ... コンピュータ、81 ... 回転制御部、82 ... 電圧取得部、83 ... 状態判定部、100 ... エアコンシステム、101 ... 圧縮機、102 ... 凝縮器、103 ... 蒸発器、110 ... エアコン制御装置、120 ... 有線通信バス、A1 ... 端子、A2 ... 端子、B1 ... 端子、B2 ... 端子、L ... 軸線、P ... パルス、R c ... 閉弁位置、R o ... 開弁位置、R x ... 基準位置、S p ... 回転許容状態、S q ... 中間状態、S r ... 回転規制状態、T ... 期間、t c ... 時刻、t x ... 時刻、V A ... 電圧、V B ... 電圧、X ... 初期化数

2 ... 電動弁装置、C ... 第一回転許容状態テーブル、D ... 第二回転許容状態テーブル、E ... 第一回転規制状態テーブル、H、H C、H D、H E ... 相違度判定値、s v、s v C、s v D、s v E ... 相違度指標値、N x ... 開始パターン番号、p 1 ... 第一期間、p 2 ... 第二期間、S p 1 ... 第一回転許容状態、S p 2 ... 第二回転許容状態、S r 1 ... 第一回転規制状態、S r 2 ... 第二回転規制状態、Y ... 反転数

10

20

30

40

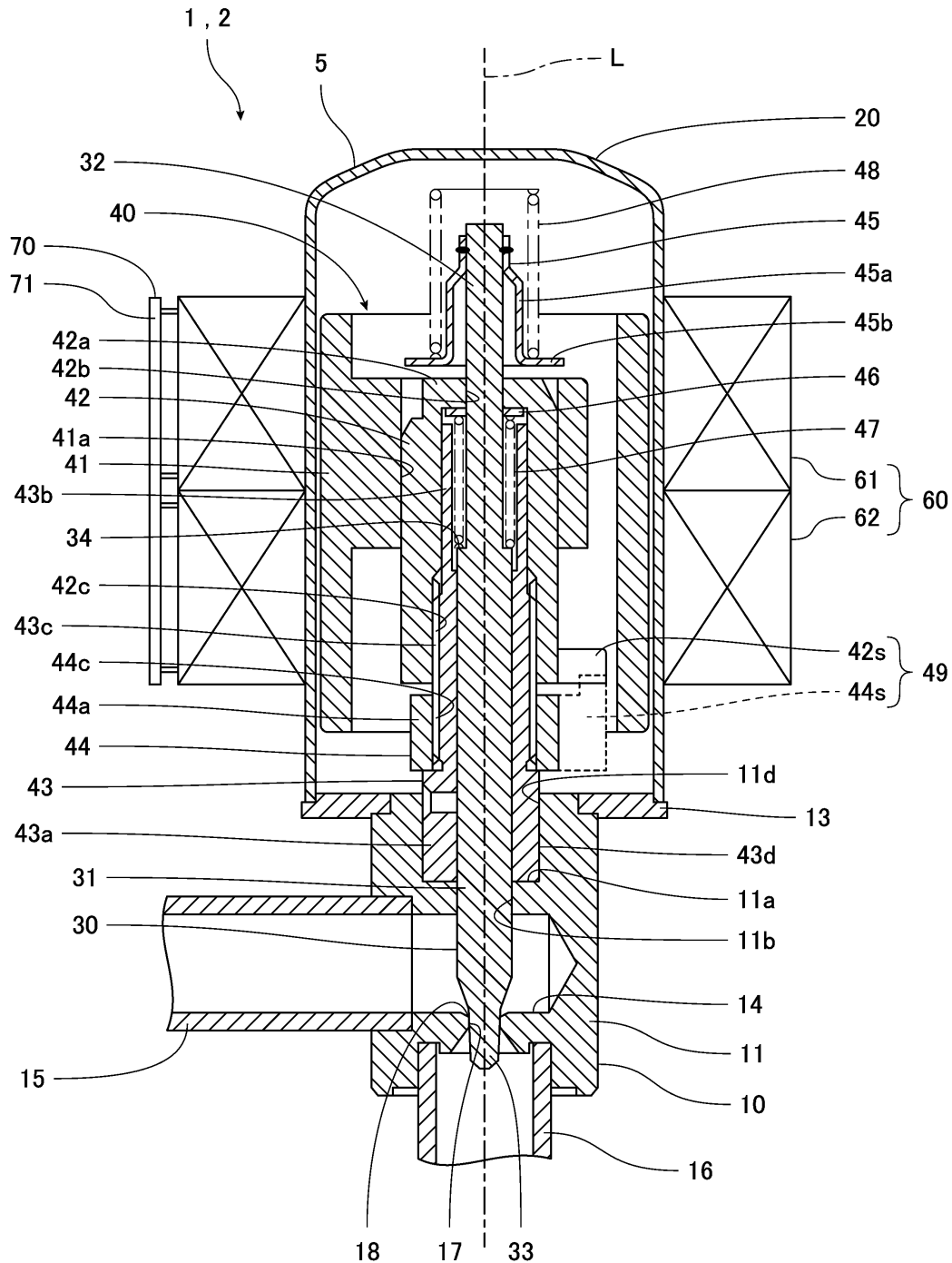
50

【要約】

【課題】電動弁の初期化動作にかかる時間を短くして騒音を抑制することができる電動弁制御装置および電動弁装置、ならびに、電動弁の制御方法を提供する。

【解決手段】電動弁制御装置70は、ステッピングモーター66にパルスを入力してローター41を第一方向に回転させる。電動弁制御装置70は、ローター41の回転によってステーター60に生じる電圧を取得する。そして、電動弁制御装置70は、電圧の波形と電圧の基準波形との相違の度合いに基づいて、電動弁5がローター41の第一方向への回転が規制される第一回転規制状態であるか否かを判定する。

【選択図】図2



10

20

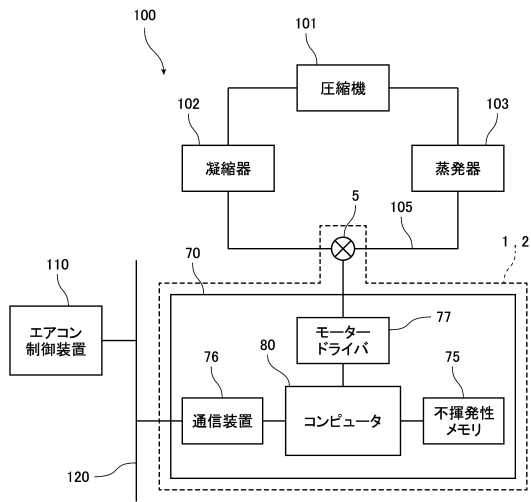
30

40

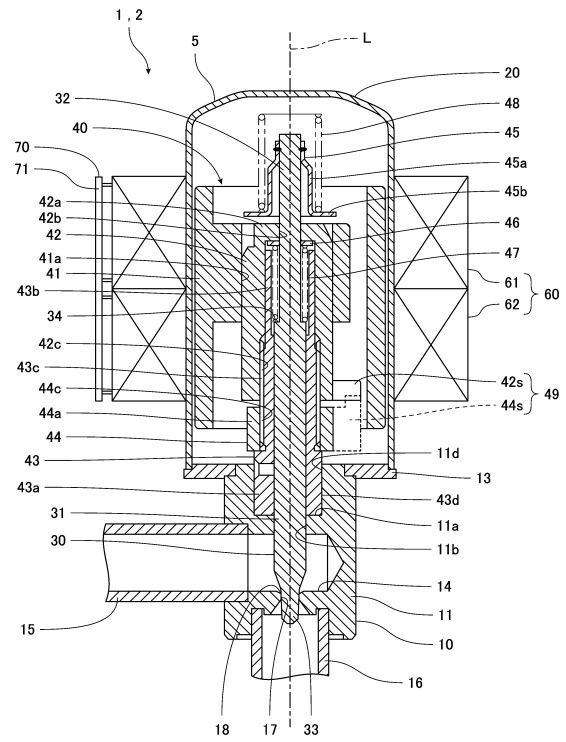
50

【図面】

【図 1】



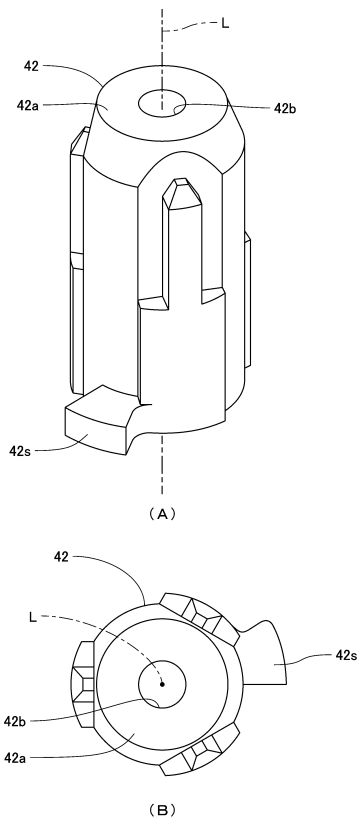
【図 2】



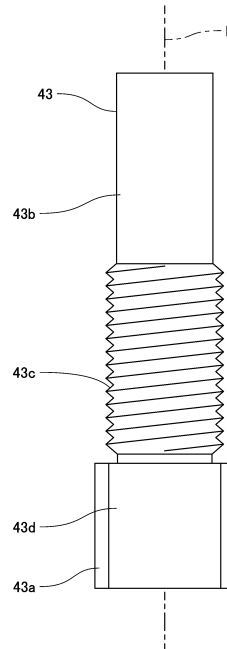
10

20

【図 3】



【図 4】

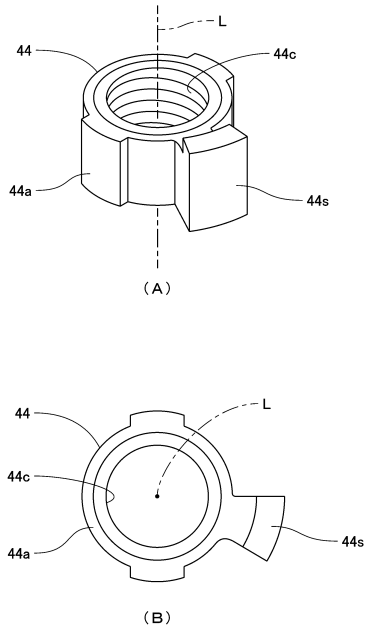


30

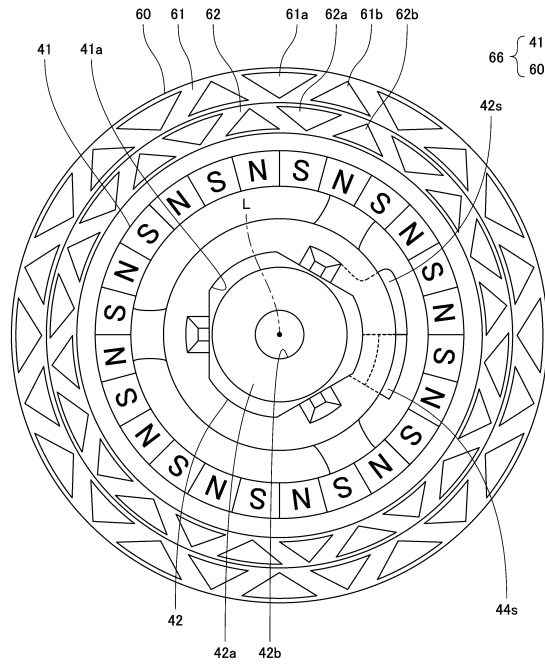
40

50

【図5】



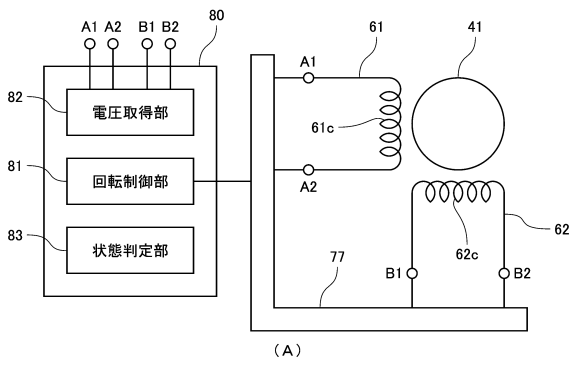
【図6】



10

20

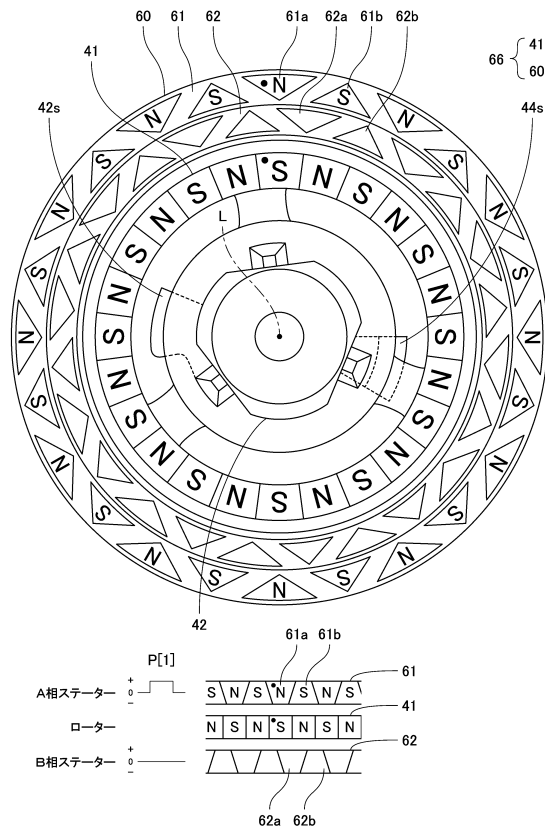
【図7】



| | P[1] | P[2] | P[3] | P[4] | P[5] | P[6] | P[7] | P[8] | 備考 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|
| A相スターター | + | + | 0 | - | - | - | 0 | + | + : A1 → A2 0 : OFF - : A2 → A1 |
| B相スターター | 0 | + | + | + | 0 | - | - | - | + : B1 → B2 0 : OFF - : B2 → B1 |

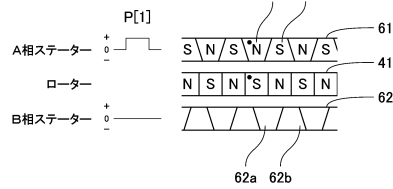
(B)

【図8】



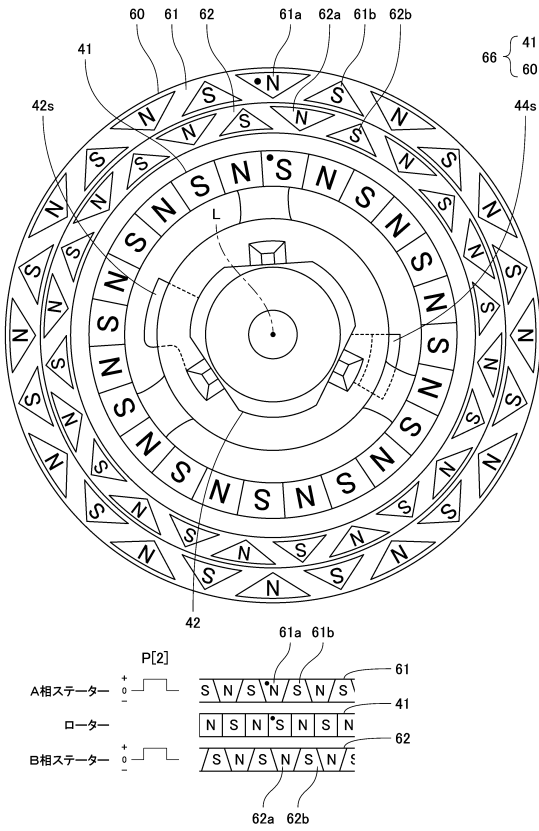
30

40

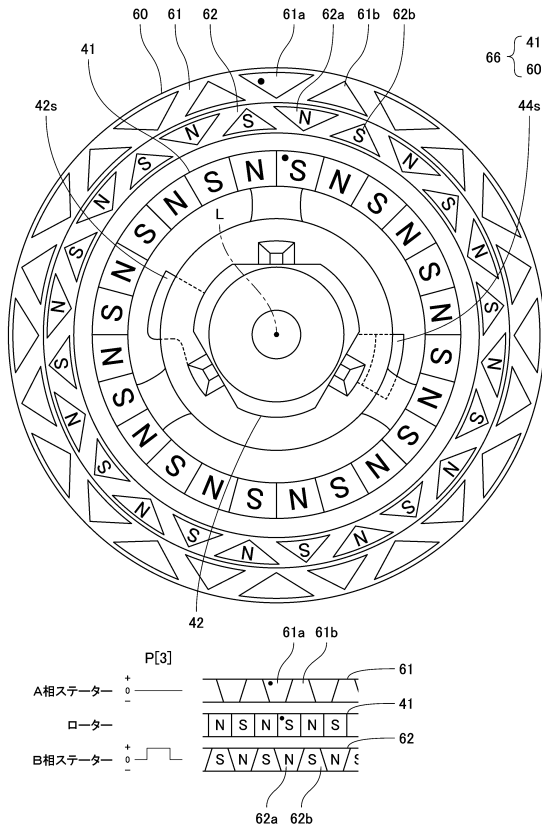


50

【図 9】



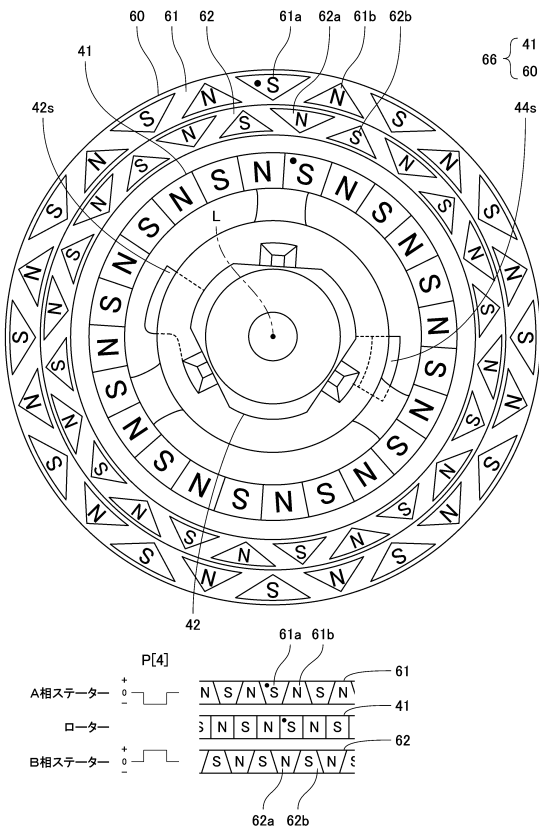
【図 10】



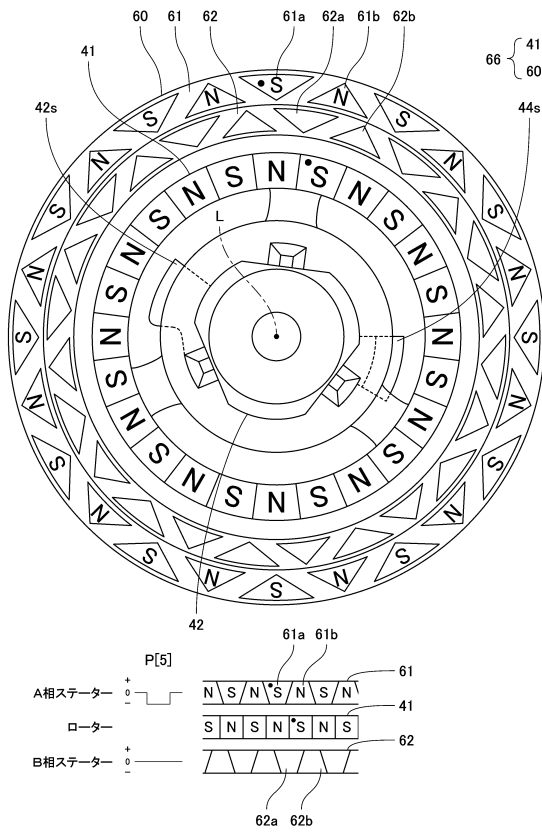
10

20

【図 11】



【図 12】

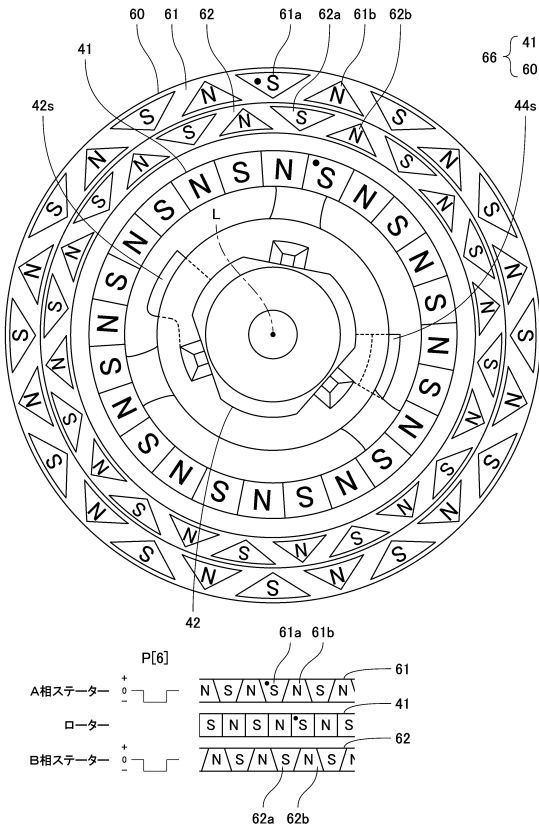


30

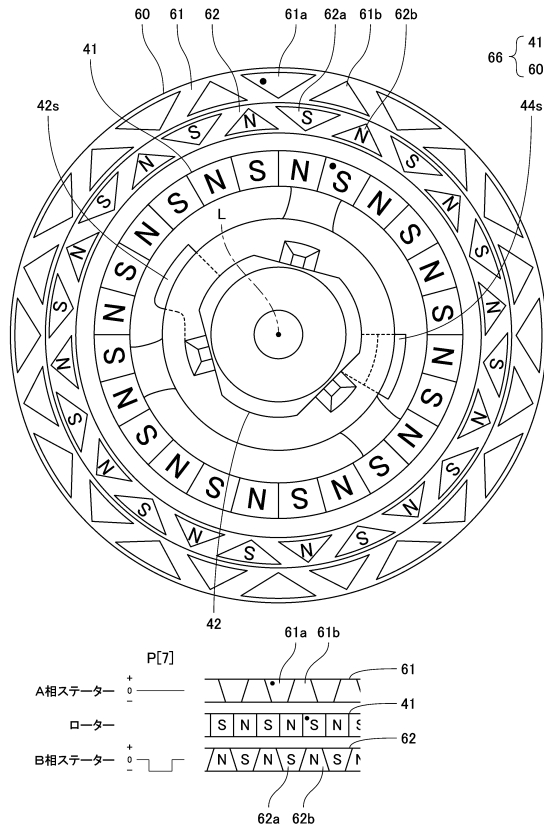
40

50

【図13】



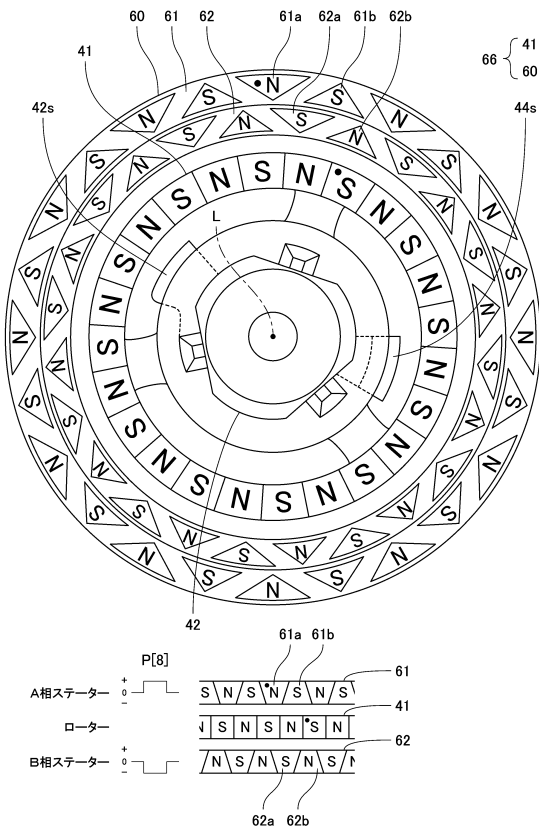
【図14】



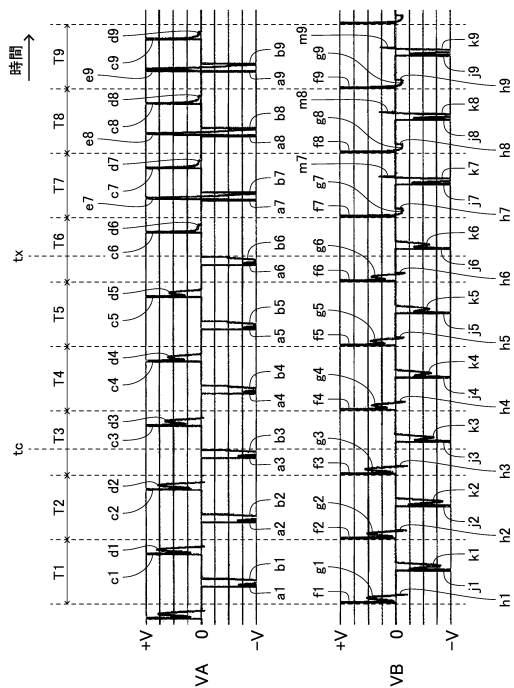
10

20

【図15】



【図16】

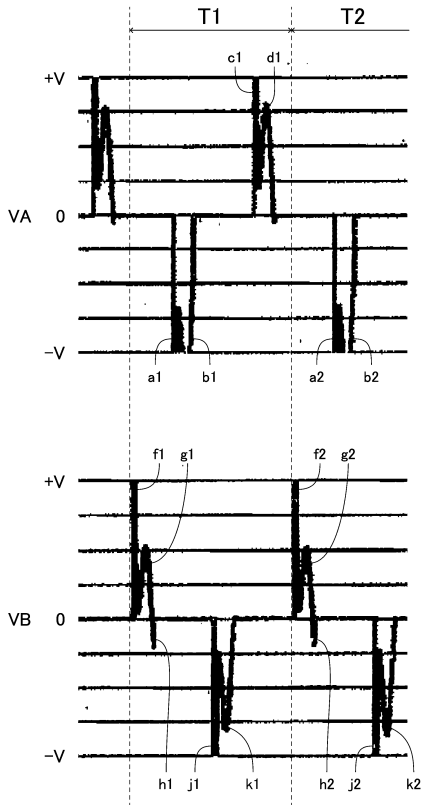


30

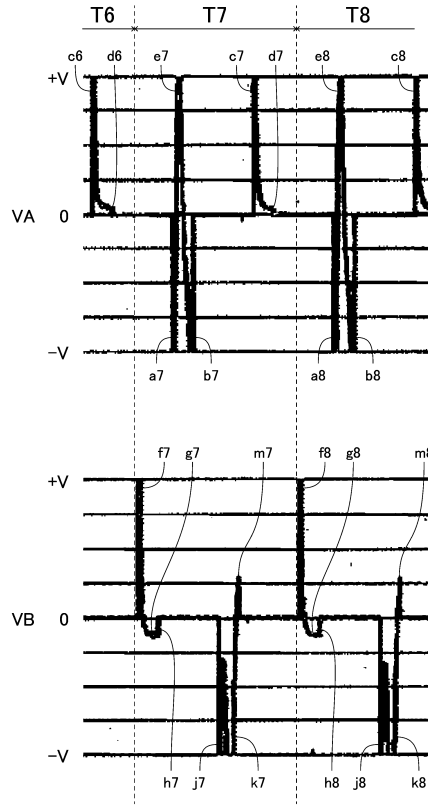
40

50

【図 17】



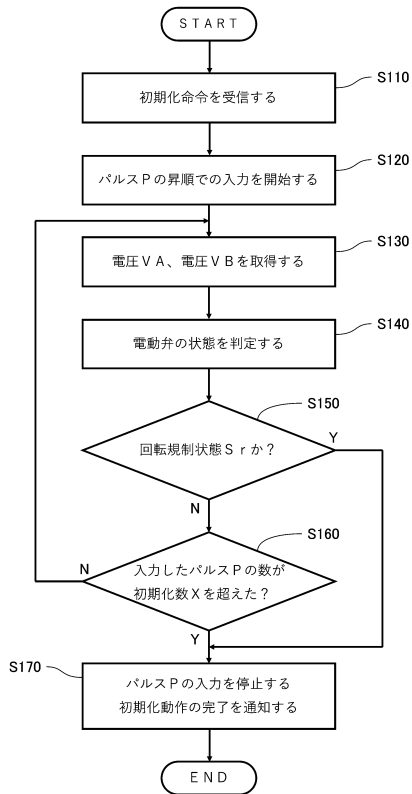
【図 18】



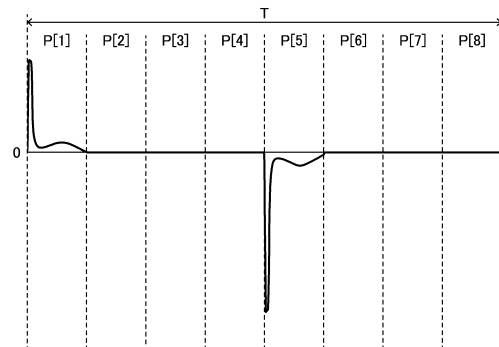
10

20

【図 19】



【図 20】

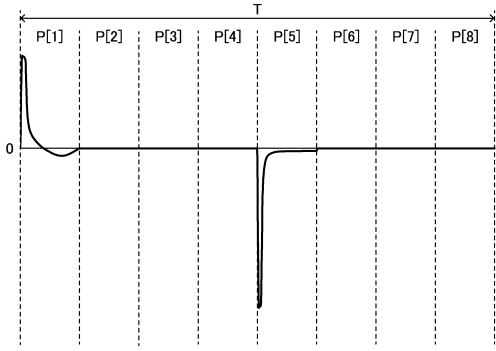


30

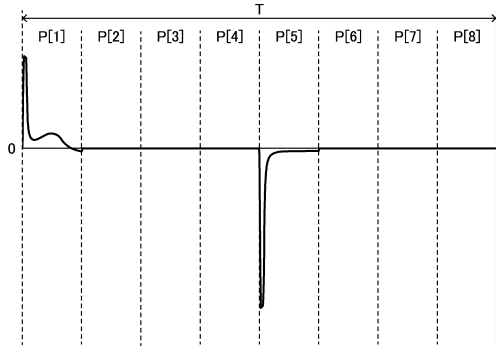
40

50

【 2 1 】

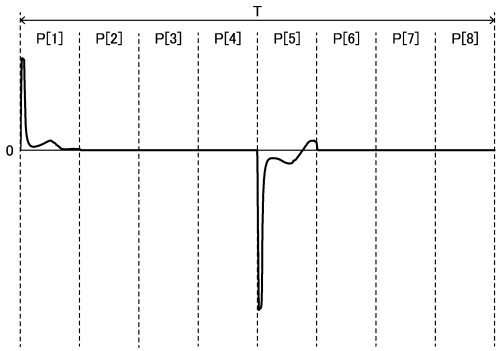


【 2 2 】

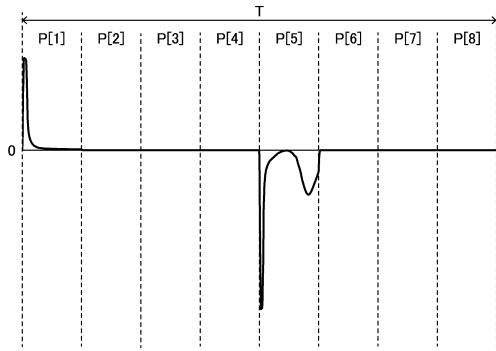


10

【 2 3 】



【 2 4 】



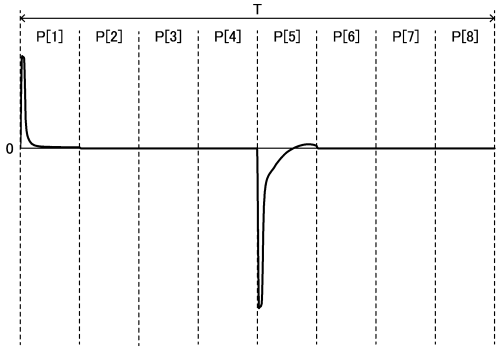
20

30

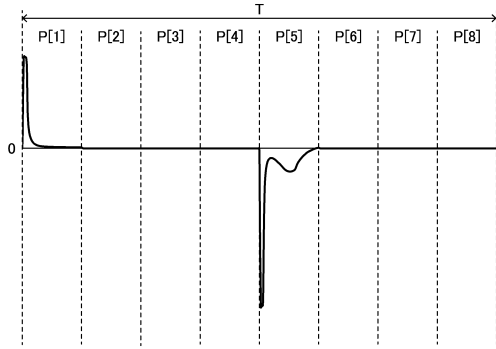
40

50

【 2 5 】

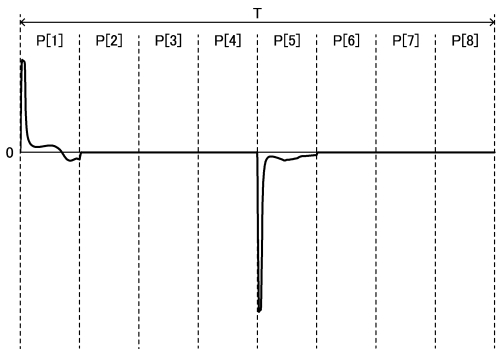


【 2 6 】

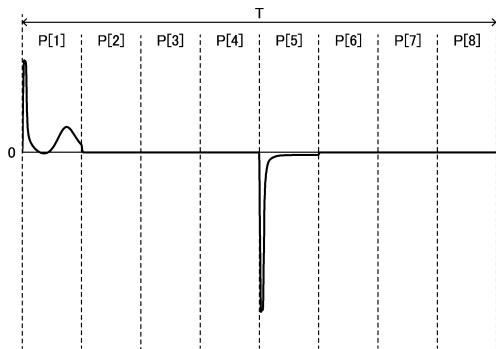


10

【 2 7 】



【 2 8 】



20

30

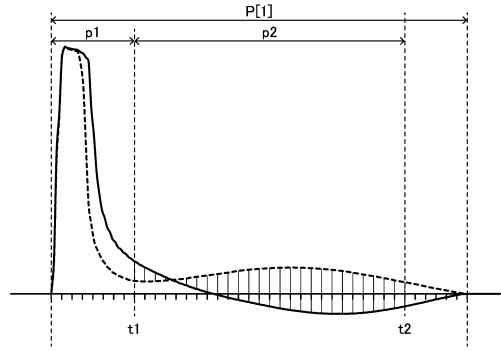
40

50

【図 29】

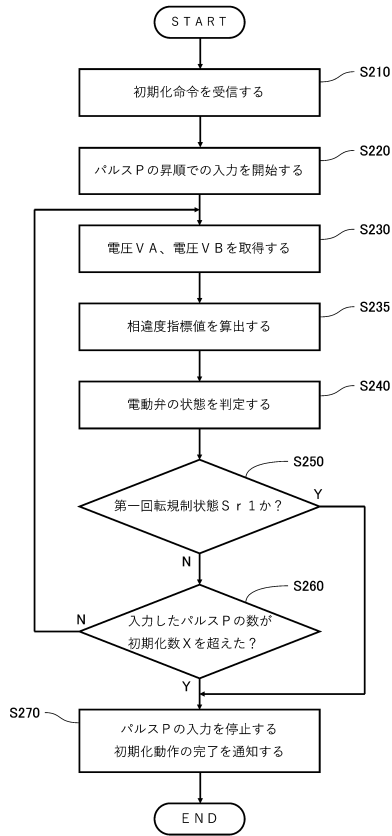
| # | 時刻 t | 電圧値 r v |
|----|------|---------|
| 0 | 0 | 0.0 |
| 1 | 200 | 338.5 |
| 2 | 400 | 468.5 |
| 3 | 600 | 440.3 |
| 4 | 800 | 133.8 |
| 5 | 1000 | 65.8 |
| 6 | 1200 | 41.2 |
| 7 | 1400 | 30.4 |
| 8 | 1600 | 24.9 |
| 9 | 1800 | 23.7 |
| : | : | : |
| 34 | 6800 | 20.0 |
| 35 | 7000 | 15.8 |
| 36 | 7200 | 11.5 |
| 37 | 7400 | 7.8 |
| 38 | 7600 | 0.0 |
| 39 | 7800 | 0.0 |

【図 30】

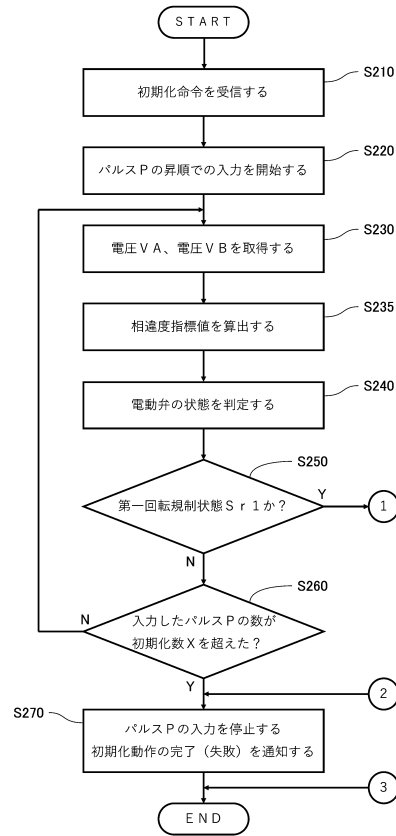


10

【図 31】



【図 32】



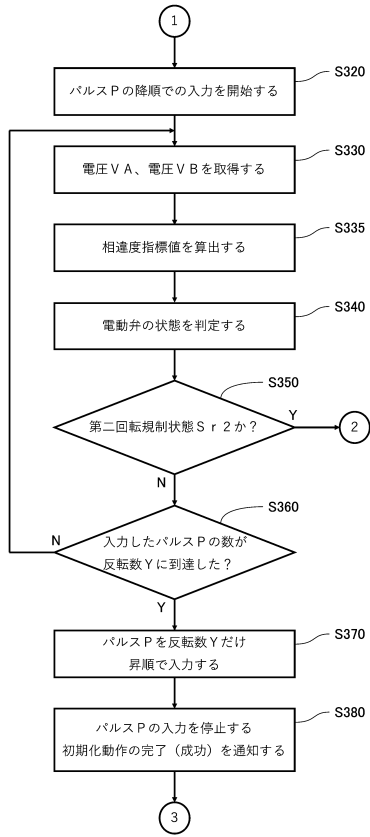
20

30

40

50

【 図 3 3 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 笹岡 友陽

- (56)参考文献 特開2020-16247(JP,A)
特開昭58-116096(JP,A)
特開2007-325402(JP,A)
特開平7-327399(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F16K 31/04
H02P 8/34