

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年9月13日(13.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/163363 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 29/024 (2016.01) H02P 25/18 (2006.01)
H02P 3/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/009532
- (22) 国際出願日: 2017年3月9日(09.03.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 畠山 和徳(HATAKEYAMA, Kazunori); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: MOTOR DRIVING DEVICE AND REFRIGERATION CYCLE APPLICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 電動機の駆動装置および冷凍サイクル適用機器

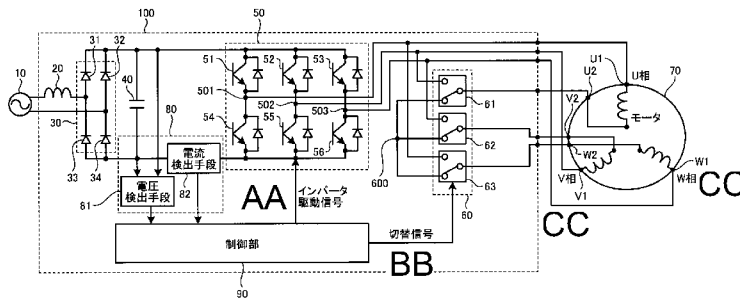


FIG. 1:
 70 Motor
 81 Voltage detection means
 82 Current detection means
 90 Control unit
 AA Inverter drive signal
 BB Switching signal
 CC Phase

(57) Abstract: A motor driving device (100) comprises: an inverter (50) that is connected to terminals connected to a winding of a motor (70) having a winding, the inverter (50) applying an AC voltage to the motor (70); a switching part (60) that is connected to the terminals and can switch the state of connection between the terminals, a detection unit (80) that detects the voltage and/or current of the inverter (50), and a control unit (90) that determines whether a fault has occurred in the switching part (60) on the basis of the detection value detected by the detection unit (80) and controls the inverter (50) so that a short-circuiting occurs between the terminals.

(57) 要約: 電動機の駆動装置(100)は、巻線を有する電動機(70)の巻線に接続する端子に接続されて、電動機(70)に交流電圧を印加するインバータ(50)と、端子に接続され端子の間の接続状態を切替え可能な切替部(60)と、インバータ(50)の電圧および電流の少なくともいずれか一方を検出する検出部(80)と、検出部(80)が検出した検出値に基づいて、切替部(60)に異常が発生したと判定して、端子の間が短絡するようにインバータ(50)を制御する制御部(90)と、を備える。

WO 2018/163363 A1

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

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：電動機の駆動装置および冷凍サイクル適用機器

技術分野

[0001] 本発明は、電動機の駆動装置およびそれを備えた冷凍サイクル適用機器に関する。

背景技術

[0002] 従来、交流電動機の巻線切替装置において、第1電機子巻線および第2電機子巻線のうち第1電機子巻線にインバータからの供給電力を導く第1状態と、第1電機子巻線および第2電機子巻線の両方にインバータからの供給電力を導く第2状態とを切替え可能なスイッチを設けて、異常検出状態に応じて複数の電機子巻線に加わる電圧を低電圧化する電流経路を形成する技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-227981号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載された技術においては、電機子巻線に接続される三相の線を切替えるためのスイッチに電磁接触器の一種であるリレーを用いた場合に、電機子巻線に過大な電流が流れている状態でスイッチを操作すると、リレー接点の溶着といった不具合に陥る恐れがある。また、リレーの接点側が動作するまでに一定の遅延時間が発生するため、保護動作遅れによる故障が発生した際またはスイッチ自身が故障した際には保護ができない恐れがある。

[0005] これに対して、三相の線を切替えるためのスイッチにコンタクタを用いた場合には、サイズの大型化およびコストの増加が生じ、電動機の駆動装置の小型軽量化だけでなく、コスト面での悪化を避けることができない。

[0006] また、スイッチに絶縁ゲート型バイポーラトランジスタを用いた場合には、スイッチをオン状態とした場合に、電流値に応じた損失が発生してしまい、効率の悪化が懸念される。さらに、三相の線を切替えるために3つの絶縁ゲート型バイポーラトランジスタを用いると、スイッチングタイミングのバラツキにより3つが同時にオン状態とならないため、正常な電流経路が形成されないため、かえって故障を招く恐れがある。

[0007] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、異常時における保護機能が向上した電動機の駆動装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、巻線を有する電動機の巻線に接続する端子に接続されて、電動機に交流電圧を印加するインバータと、端子に接続され端子の間の接続状態を切替え可能な切替部と、インバータの入力側の電圧およびインバータの電流の少なくともいずれか一方を検出する検出部と、を備える。本発明は、検出部が検出した検出値に基づいて、切替部に異常が発生したと判定して、端子の間が短絡するようにインバータを制御する制御部をさらに備えることを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明に係る電動機の駆動装置は、異常時における保護機能が向上するという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態1にかかる電動機の駆動装置の一構成例を示す図
[図2]実施の形態1にかかる電動機のY結線の巻線状態を表す結線図
[図3]実施の形態1にかかる電動機のΔ結線の巻線状態を表す結線図
[図4]実施の形態1にかかる電動機の巻線状態に依存した回転数と逆起電圧との関係を示す図
[図5]実施の形態1にかかる逆起電圧の抑制方法における動作波形を表す図
[図6]実施の形態1にかかる逆起電圧の別の抑制方法における動作波形を表す図

[図7]実施の形態1にかかると切替部の故障時における電動機の駆動装置の動作を示す図

[図8]実施の形態1にかかると電動機の駆動装置における制御を説明するフローチャート

[図9]実施の形態1にかかると冷凍サイクル適用機器の一構成例を示す図

[図10]本発明の実施の形態2にかかると電動機の駆動装置の一構成例を示す図

[図11]実施の形態2にかかると切替部の故障状態の一例を表す図

[図12]実施の形態2にかかると故障時の動作波形を表す図

[図13]実施の形態2にかかると故障時に3つのスイッチング素子を同時にオンした場合の動作波形を表す図

[図14]実施の形態2にかかると故障時に2つのスイッチング素子を同時にオンした場合の動作波形を表す図

[図15]実施の形態2にかかると電動機の駆動装置における制御を説明するフローチャート

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、本発明の実施の形態に係る電動機の駆動装置および冷凍サイクル適用機器を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0012] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1にかかると電動機の駆動装置100の一構成例を示す図である。電動機の駆動装置100は、交流電源10に接続され、リアクトル20と、整流部30と、コンデンサ40と、インバータ50と、切替部60と、検出部80と、制御部90とを備えて、電動機70を駆動する。ここで、整流部30は、ダイオードといった整流素子31～34で構成されている。インバータ50は、整流素子であるダイオードが接続されたスイッチング素子51～56から構成されている。切替部60は、複数のスイッチである切替器61～63から構成されている。切替器61～63は、一例としてc接点型のリレーとして示してある。

[0013] 電動機 70 は、U 相の巻線である U 相のコイルに接続される端子 U 1 および端子 U 2 と、V 相の巻線である V 相のコイルに接続される端子 V 1 および端子 V 2 と、W 相の巻線である W 相のコイルに接続される端子 W 1 および端子 W 2 と、を備える。スイッチング素子 5 1 および 5 4 の接続点である端子 5 0 1 と端子 U 1 とは接続され、スイッチング素子 5 2 および 5 5 の接続点である端子 5 0 2 と端子 V 1 とは接続され、スイッチング素子 5 3 および 5 6 の接続点である端子 5 0 3 と端子 W 1 とは接続されている。切替器 6 1 は端子 U 2 に接続され、切替器 6 2 は端子 V 2 に接続され、切替器 6 3 は端子 W 2 に接続されている。

[0014] 切替器 6 1 は、第一の方向に切替えることにより端子 U 2 と端子 5 0 2 とを接続し、第二の方向に切替えることにより端子 U 2 と端子 6 0 0 とを接続する。切替器 6 2 は、第一の方向に切替えることにより端子 V 2 と端子 5 0 3 とを接続し、第二の方向に切替えることにより端子 V 2 と端子 6 0 0 とを接続する。切替器 6 3 は、第一の方向に切替えることにより端子 W 2 と端子 5 0 1 とを接続し、第二の方向に切替えることにより端子 W 2 と端子 6 0 0 とを接続する。切替器 6 1 ~ 6 3 の接続状態により電動機 70 の巻線の状態である巻線状態を切替えることが可能である。具体的には、切替器 6 1 ~ 6 3 の接続状態により電動機 70 の巻線状態は、Y 結線または Δ 結線に切替えが可能になっている。なお、切替部 6 0 により切替えが可能な電動機 70 の巻線状態は、Y 結線または Δ 結線に限定されるわけではない。

[0015] 電動機の駆動装置 100 においては、交流電源 10 からの交流電圧がリアクトル 20 および整流部 30 を介してコンデンサ 40 に供給されて直流電圧が生成され、コンデンサ 40 に並列接続されているインバータ 50 に直流電圧が供給される。インバータ 50 は、切替部 60 により巻線状態が切替え可能になっている電動機 70 に目標とする交流電圧を印加するよう動作する。

[0016] 検出部 80 は、インバータ 50 の入力側の直流電圧を検出する電圧検出手段 81 およびインバータ 50 に流れる電流を検出する電流検出手段 82 から構成される。制御部 90 は、検出部 80 により検出された電圧、電流または

その両方に基づいて、切替部60を操作する。すなわち、制御部90は、切替信号を切替部60に出力することにより、電動機70の巻線状態をY結線またはΔ結線に切り替えるように切替器61～63を動作させる。さらに、制御部90は、インバータ50が目標の電圧を出力するように、インバータ駆動信号をインバータ50へ出力する。これにより、電動機の駆動装置100は、電動機70に目標の電圧を印加して、電動機70を駆動させることができる。さらに、制御部90は、検出部80により検出された電圧、電流またはその両方に基づいて、インバータ50を制御して以下で説明する保護動作を実行する。

[0017] 図2は、実施の形態1にかかる電動機70のY結線の巻線状態を表す結線図である。図3は、実施の形態1にかかる電動機70のΔ結線の巻線状態を表す結線図である。切替部60の切替器61～63が、図1に示されているように全て第二の方向、即ち端子600の側に切り替わっている場合は、Y結線の巻線状態になっている。そして、図1の切替器61～63が全て第一の方向に切り替わった場合は、Δ結線の巻線状態になる。以下では、電動機70の巻線状態をY結線またはΔ結線に切り替える理由について、図2および図3を用いて説明する。

[0018] 図2において、Y結線の電動機70の線間電圧を V_Y と定義し、Y結線の電動機70に流れる電流を I_Y と定義する。図3において、Δ結線の電動機70の線間電圧を V_Δ と定義し、Δ結線の電動機70に流れる電流を I_Δ と定義する。すると、 $V_Y = \sqrt{3} \times V_\Delta$ 、 $\sqrt{3} \times I_Y = I_\Delta$ という関係が得られる。つまり、Δ結線の方がY結線より電流は大きくなるが、駆動に必要な電圧を低くすることが可能となる。したがって、同一回転数において電動機70の端子間に発生する逆起電圧の値を、切替部60の切替器61～63が切替えることが可能である。

[0019] ところで、近年の電動機の省エネルギー化により、電動機70を構成する回転子には永久磁石を用いたブラシレスDCモータが広く用いられている。このようなモータを用いた場合、回転数が上がると逆起電圧が増加し、駆動

に必要な電圧値が増加する。ここで、インバータ50でY結線の電動機70を駆動しようとした場合、回転数が上がると駆動するのに必要となる電圧が大きくなるため、逆起電圧を抑制するために永久磁石の磁力を低下させたり、固定子の巻線を巻ほどいたりするといった対策が必要となる。このような対策をとると、電動機70およびインバータ50に流れる電流が増加し、エネルギーの変換効率の悪化が避けられない。そこで、高い回転数で駆動する場合には、電動機70の巻線状態をY結線からΔ結線に切り替える。これにより、電動機70の駆動に必要な電圧が $1/\sqrt{3}$ となるため、磁力を低下させるまたは巻線を巻ほどくといった対策をとることなく運転を継続することが可能となる。

[0020] 例えば、電動機70が空気調和機に用いられる場合、近年の空気調和機においては、運転開始時の設定温度と室温との差が大きい場合においては、設定温度に近づくまでは電動機70の回転数を上げることで、設定温度に近づくべく動作するが、設定温度と室温とが概ね一致している状態では、電動機70の回転数を低下させて運転を行う。回転数を低下させた運転時間の全体の運転時間に占める割合は大きい。そのため、運転時間の長い低回転数で電動機70を駆動する際には駆動電圧が低いため、電流を低減することが可能なY結線とし、高回転数で電動機を駆動する際にはΔ結線とする。これにより、低回転数ではY結線とすることでΔ結線に比べて電流値を $1/\sqrt{3}$ にできるだけでなく、低回転数のみを駆動できるように巻線の最適設計をすることが可能となるため、Y結線のみで全回転数域を駆動する従来の巻数設計に比べて、さらに電流値を低減することが可能となる。その結果、インバータ50の損失を低減することが可能となり、エネルギー変換の高効率化に寄与することが可能となる。

[0021] 高回転数では電動機70をΔ結線とすることで、低回転数のみ駆動できるように設計したY結線に対して $1/\sqrt{3}$ の電圧で駆動することが可能となるため、巻線を巻ほどく必要も無く、また必要以上に電流値を増加させる弱め磁束制御を用いることなく、全回転数領域で電動機70を駆動することが可能

となる。

[0022] しかし、何らかの異常により切替部 60 が動作して電動機 70 の巻線状態が Δ 結線から Y 結線に戻ることがある。具体的には、制御部 90 が出力する一つの切替信号により切替器 61 ~ 63 が全て切り替わる構成であるときに、切替信号にエラーが生じたといった場合である。図 4 は、実施の形態 1 にかかる電動機 70 の巻線状態に依存した回転数と逆起電圧との関係を示す図である。図 4 は、電動機 70 の巻線状態が Y 結線のときの回転数と逆起電力との関係を実線で、電動機 70 の巻線状態が Δ 結線のときの回転数と逆起電力との関係を破線で示してある。

[0023] 上述したように、何らかの異常に起因する故障により、電動機 70 の巻線状態が Δ 結線から Y 結線に戻った場合には、電動機 70 の回転数は変わらずに Y 結線になるため、図 4 に示すように Δ 結線に比べて $\sqrt{3}$ 倍の逆起電圧が発生する。そして、その逆起電圧によりインバータ 50 を介してコンデンサ 40 が充電される恐れがある。図 4 に示すように、電動機 70 の巻線状態が Y 結線になると Δ 結線の場合に比べて低い回転数で逆起電圧が回路耐圧を超えてしまう。各構成部品の耐電圧を超える過大電圧が電動機の駆動装置 100 に入力された場合、電動機の駆動装置 100 の故障につながる恐れがある。

[0024] 過大電圧が発生した場合には、通常は、電圧検出手段 81 の出力に基づいて、制御部 90 によりインバータ 50 の動作を停止させるが、電動機 70 の回転を止めない限りは、インバータ 50 を構成するスイッチング素子 51 ~ 56 に接続されたダイオードを介したコンデンサ 40 への充電を止めることができない。そのため過大電圧に対する保護ができずに、電動機の駆動装置 100 の故障につながる恐れがある。

[0025] そこで、電圧検出手段 81 の出力に基づいて、過大電圧が発生したと制御部 90 が判断した場合に、インバータ 50 を構成するスイッチング素子 51 ~ 56 のうち、上段のスイッチング素子 51 ~ 53 を制御部 90 がオンさせるか、或は下段のスイッチング素子 54 ~ 56 を制御部 90 がオンさせると

、電動機 70 の線間が短絡状態となる。これにより、電動機 70 の端子間電圧をほぼゼロにすることが可能となり、過大電圧から電動機の駆動装置 100 を保護することができる。また、電動機 70 の線間が短絡状態になると、電動機 70 内の巻線抵抗により回転によるエネルギーが消費されることで、電動機 70 に制動力を与えることが可能となり、電動機 70 を速やかに停止させることが可能となる。

[0026] ここで、制御部 90 がスイッチング素子 54～56 をオンさせる場合を例にして、図 5 および図 6 を用いて以下に説明する。図 5 は、実施の形態 1 にかかる逆起電圧の抑制方法における動作波形を表す図である。図 6 は、実施の形態 1 にかかる逆起電圧の別の抑制方法における動作波形を表す図である。

[0027] スwitching素子 54～56 をオンさせることにより、電動機 70 の線間を短絡状態にすることが可能であるが、図 5 に示すように、スイッチング素子 54～56 を単に全てオンさせて電動機 70 を短絡させると瞬間的に突入電流が流れてしまう。この場合、図 5 に示すように、電動機 70 の電流が減磁電流を超えてしまうと、電動機 70 を構成する永久磁石を不可逆減磁してしまい、電動機 70 の性能低下につながる。また、突入電流によるスイッチング素子 51～56 の破壊等を招く恐れがある。

[0028] このため、図 6 に示すようにスイッチング素子 54～56 のオンおよびオフを繰り返すことにより電動機 70 の端子の短絡および解放を繰り返し、徐々に短絡時間が長くなるように制御部 90 が制御する。このような保護動作により、電動機 70 に流れる電流を抑制することが可能となり、コンデンサ 40 およびインバータ 50 に過大電圧が印加されることを抑制することが可能となり、電動機の駆動装置 100 を保護することができる。

[0029] しかしながら、電動機の駆動装置 100 におけるコンデンサ 40 の静電容量は、通常は数 1000 μ F と高いため、電動機 70 の端子間電圧が過大電圧になっているにも関わらず、コンデンサ 40 の充電は静電容量に応じて遅れが生じる。このため、電圧検出手段 81 の検出結果に基づいて、制御部 9

0が過大電圧になったことを判断するまでに過大電圧により電動機の駆動装置100が破壊される恐れがある。

[0030] 図7は、実施の形態1にかかる切替部60の故障時における電動機の駆動装置100の動作を示す図である。図7には、電動機70の端子間電圧のピーク値の時間変化を示すグラフと、電圧検出手段81が検出した電圧の時間変化を示すグラフと、電流検出手段82が検出した電流のピーク値の時間変化を示すグラフとが時間軸を揃えて上から順に示されている。

[0031] ノイズの発生といった故障により、切替部60が電動機70の巻線状態を Δ 結線からY結線に運転中に切り替えてしまった場合の動作について図7を用いて説明する。電動機70の巻線状態がY結線に切り替わったことにより、電動機70の端子間電圧のピーク値は $\sqrt{3}$ 倍になる。すると、電圧検出手段81の電圧は、コンデンサ40の静電容量により徐々に上昇を始め、予め定めた過大電圧検出レベルに到達した場合に過大電圧が発生したと判断することができるが、上述したように、検出までに遅延が発生する。これに対して、電流検出手段82には、コンデンサ40の電圧と電動機70の端子間電圧との差分が大きいほど大きな突入電流が流れるため、図7に示すような電流のピーク値が予め定めた過大電流検出レベルに到達する電流が故障発生時に瞬間的に流れる。この電流を電流検出手段82が検出して制御部90が逆起電圧を抑制する保護動作を行うことにより、電圧検出手段81を用いて制御部90が保護動作を行うよりも迅速に過大電圧から電動機の駆動装置100を保護することが可能となる。これにより、信頼性の高い電動機の駆動装置100を得ることが可能となる。

[0032] 電流検出手段82については、外来ノイズ等に起因する誤検知を防止するために、LPF (Low Pass Filter) といったフィルタを用いてノイズの影響を除去しても良いが、フィルタを用いる場合は、制御部90による電動機70の制御に影響を与えない範囲の時定数に設定することが望ましい。具体的には、制御部90が電動機70の制御を行うための制御周期以下の時定数に上記フィルタを設定することにより、制御へ影響を与えることなく、ノイ

ズの影響を除外することが可能となる。

[0033] 図8は、実施の形態1にかかる電動機の駆動装置100における制御を説明するフローチャートである。図8のフローチャートを用いて制御部90の動作について以下に説明する。

[0034] まず、電圧検出手段81がコンデンサ40に充電されている電圧値を検出する。そして、検出された電圧値が閾値以上であるか否かを制御部90が判断する（ステップS001）。ステップS001における閾値は、上述した過大電圧検出レベルである。検出された電圧値が閾値以上であると制御部90が判断した場合（ステップS001：Yes）は、切替部60に何らかの異常が発生したと制御部90は判定して、ステップS003の処理に進む。検出された電圧値が閾値より小さいと制御部90が判断した場合（ステップS001：No）は、コンデンサ40に充電されている電圧値に基づいて判断可能な異常が発生していないので、ステップS002の処理へ移行する。

[0035] ステップS002においては、電流検出手段82により検出された電流値が閾値以上であるか否かを制御部90が判断する（ステップS002）。ステップS002における閾値は、上述した過大電流検出レベルである。検出された電流値が閾値以上であると制御部90が判断した場合（ステップS002：Yes）は、切替部60に何らかの異常が発生したと制御部90は判定して、ステップS003の処理に進む。検出された電流値が閾値より小さいと制御部90が判断した場合（ステップS002：No）は、検出された電圧値および電流値により判断可能な異常は発生していないので、処理を終了する。

[0036] ステップS001またはステップS002において切替部60に何らかの異常が発生したと制御部90が判断した場合は、逆起電圧すなわち回生電圧に対する上述した保護動作を制御部90が実施する（ステップS003）。

[0037] 図8のフローチャートを繰り返すことにより、電圧値または電流値がそれぞれの閾値以上である場合は、制御部90は保護動作を実施することになる。

。

- [0038] また、ステップS003におけるスイッチング素子51～53またはスイッチング素子54～56を同時にオンさせるといった保護動作は、検出部80により検出された電圧値または電流値のいずれか一方の検出値に基づいて実行されてもかまわない。
- [0039] 以上説明した保護動作を実行することにより、切替部60の異常によりコンデンサ40に過大な電圧が印加された場合においても、コンデンサ40が過大に充電されないようになるため、保護機能が向上してコンデンサ40の破壊を防止することが可能となる。
- [0040] なお、図6では、保護動作の一例について示したが、コンデンサ40およびインバータ50に過大電圧が印加されることを抑制することが可能な保護動作であるならば、これに限定されない。
- [0041] また、整流部30を構成する整流素子31～34には、ダイオードを用いることが一般的であるが、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) などを用いて、交流電源10の極性に合わせてオン状態とすることで整流を行うように構成しても良い。
- [0042] また、インバータ50を構成するスイッチング素子51～56は、環流ダイオードが並列に接続されたIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) または環流ダイオードが並列に接続されたMOSFETにより構成してよいが、スイッチングを行うことが可能であればどのようなものを用いてもかまわない。また、MOSFETを用いる場合は、寄生ダイオードを構造上有しているので、環流ダイオードを敢えて並列に接続しなくても同様の効果を得ることができる。
- [0043] 整流素子31～34およびスイッチング素子51～56を構成する材料については、ケイ素 (Si) だけでなく、ワイドバンドギャップ半導体である炭化ケイ素 (SiC)、窒化ガリウム (GaN)、ダイヤモンドといった材料を用いることにより、エネルギー損失をより低減することが可能となる。
- [0044] 切替部60は、電動機70の巻線状態を切替えることが可能であれば、どのような方式を用いても良い。したがって、切替器61～63は、図1に示

したようなc接点型のリレーではなく、a接点およびb接点のリレーを組み合わせて図1の切替器61～63と同等の動作が実現できるように構成してもよい。また、切替部60は、電動機70の巻線状態を切替えることが可能であれば、リレーのみならず、コンタクタといった電磁接触器、半導体を用いたスイッチング素子などで構成してもかまわない。ただし、切替部60には、機械式のリレー等を用いることにより、半導体で構成した場合のオン状態で発生する導通損失を低減することができるので、より効率の良い電動機の駆動装置100を得ることが可能となる。

[0045] 電圧検出手段81および電流検出手段82は、制御部90が動作するために必要な情報を検出可能な位置であれば、図1に示す位置に限定されず、どの位置に設けられていてもかまわない。具体的には、電圧検出手段81については、コンデンサ40と並列に設けた抵抗により分圧した電圧を検出する位置に設置することで、コンデンサ40の電圧、すなわちインバータ50の入力側の直流電圧をマイコンなどで検出可能な5V以下の電圧に変換して電圧検出手段81が検出するようにしても良い。また、電流検出手段82については、図1に示す位置ではなく、インバータ50と電動機70との間の電流を検出するセンサとして設置して、電動機70に流れる電流を検出するようにしても良い。

[0046] また、制御部90は、CPU (Central Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor) またはマイクロコンピュータといった離散システムで構成することが可能であるが、その他にもアナログ回路またはデジタル回路といった電気回路素子などで構成してもよい。

[0047] 実施の形態1にかかる電動機の駆動装置100によれば、インバータ50を構成するスイッチング素子51～56のうち、上段のスイッチング素子51～53、または下段のスイッチング素子54～56をオンし、電動機70の端子間を短絡するように動作させることで、切替部60を操作することなく電動機70の逆起電圧から電動機の駆動装置100を保護することが可能となる。

[0048] すなわち、実施の形態 1 にかかる電動機の駆動装置 100 によれば、異常が発生した際に切替部 60 を操作することなく、電動機 70 を駆動するインバータ 50 を制御することにより、過電圧および過電流の発生を抑制できる。したがって、切替部 60 に小型かつ安価で応答性の悪いリレーを用いた場合においても、インバータ 50 を用いた保護を行うことで高速かつ確実に過電圧および過電流から電動機の駆動装置 100 を保護することが可能となる。さらに、実施の形態 1 にかかる電動機の駆動装置 100 を小型かつ軽量に製造することができるという効果も得られる。

[0049] 図 9 は、実施の形態 1 にかかる冷凍サイクル適用機器 300 の一構成例を示す図である。冷凍サイクル適用機器 300 は、実施の形態 1 にかかる電動機の駆動装置 100 と、電動機の駆動装置 100 により駆動される電動機 70 を備えた冷凍サイクル 200 と、を備える。電動機 70 は、具体的には、冷凍サイクル 200 に含まれる圧縮機 210 に備えられている。

[0050] 冷凍サイクル適用機器 300 においては、回転数が低く、軽負荷で運転時間が相対的に長い運転は電動機 70 の巻線状態を Y 結線にして実行され、回転数が高く、高負荷な運転は電動機 70 の巻線状態を Δ 結線にして実行される。このような場合に、電動機 70 の巻線状態が Δ 結線であるときに、切替部 60 の異常に起因する故障が発生して巻線状態が Y 結線になってしまった場合であっても、過大電圧から電動機の駆動装置 100 を確実に保護することが可能となり、信頼性の高い冷凍サイクル適用機器 300 を得ることが可能となる。

[0051] 実施の形態 2.

図 10 は、本発明の実施の形態 2 にかかる電動機の駆動装置 100 の一構成例を示す図である。図 10 は、実施の形態 1 の切替部 60 を構成する切替器 61 の動作方向が他の切替器 62 および 63 と異なってしまった故障状態を示す図である。図 11 は、実施の形態 2 にかかる切替部 60 の故障状態の一例を表す図である。図 12 は、実施の形態 2 にかかる故障時の動作波形を表す図である。図 13 は、実施の形態 2 にかかる故障時に 3 つのスイッチ

グ素子 54～56 を同時にオンした場合の動作波形を表す図である。図 14 は、実施の形態 2 にかかる故障時に 2 つのスイッチング素子 55, 56 を同時にオンした場合の動作波形を表す図である。

[0052] 切替器 61～63 は、本来は全てが同一方向に切り替えられることにより、電動機 70 の巻線状態を Y 結線または Δ 結線となるように構成されている。しかし、切替器 61～63 がリレーに代表されるような電磁接触器で構成される場合には、接点溶着といった異常が発生し得る。また、切替器 61～63 が半導体で構成される場合には、解放または短絡故障といった異常が発生し得る。このような異常が発生した場合に、切替器 61～63 の内の一つの切替器が他と異なる方向に切り替えられてしまうという故障が生じる。その場合の電動機 70 の巻線状態を簡易的に表したものが図 11 になる。

[0053] 図 11 において、電動機 70 の VW 相間の電圧 V は 2 つの巻線に永久磁石の磁束が鎖交するため逆起電圧が誘起され、電動機 70 の巻線状態が Δ 結線である場合に比べて、図 12 に示すように 2 倍の電圧が発生することとなる。この場合、 Δ 結線が Y 結線になって $\sqrt{3}$ 倍の逆起電圧が発生する場合よりも過大な電圧が印加されることになって、電動機の駆動装置 100 が破壊する恐れが高まる懸念がある。

[0054] ここで、過大電圧が発生した場合に、インバータ 50 を構成するスイッチング素子 51～56 のうち、実施の形態 1 のように、上段のスイッチング素子 51～53 を制御部 90 がオンさせるか、或は下段のスイッチング素子 54～56 を制御部 90 がオンさせると、電動機 70 の線間が短絡状態となるため、図 13 に示したように電動機 70 の端子間電圧、すなわち逆起電圧をほぼゼロにすることが可能となる。これにより、過大電圧から電動機の駆動装置 100 を保護することができるが、短絡による突入電流から電動機 70 を保護するためには、実施の形態 1 で説明したように短絡および解放を繰り返しながら徐々に短絡時間を増加させて、最終的に短絡状態へ移行する必要がある。

[0055] しかし、運転中に切替部 60 の異常によって瞬間的に Δ 結線の場合に比べ

て2倍となるような過大電圧が発生するような状況においては、電圧の上昇が早いので、スイッチング素子51～53またはスイッチング素子54～56の短絡動作および解放動作を繰り返しても図13に示したような突入電流が発生して電動機70の電流が増加してしまい、永久磁石の不可逆減磁といったトラブルを招く恐れがある。

[0056] そこで、図11に示すようにV相の端子とW相の端子との間に過大な電圧が発生することが判明している場合には、インバータ50を構成するスイッチング素子51～56のうち、V相とW相との間を短絡することが可能な、スイッチング素子52、53またはスイッチング素子55、56のいずれかを同時にオンさせることにより、図14に示すように突入電流を発生させることなく、電動機70の逆起電圧が過大になることを抑制することが可能となる。

[0057] スwitching素子52、53またはスイッチング素子55、56のいずれかを同時にオンさせることにより、突入電流および過大な逆起電圧を抑制することが可能になる。そして、図14に示すように Δ 結線時の逆起電圧相当の電圧は常時発生することとなるが、通常使用の範囲内の電圧であるため支障はない。電動機の駆動装置100にかかる逆起電圧をさらに抑制する場合には、切替部60に異常が発生した時のような急峻な電圧変化はその後には生じないため、残りのスイッチング素子51またはスイッチング素子54をオンおよびオフさせて短絡動作および解放動作を繰り返すことにより突入電流を抑制しながら逆起電圧による影響をさらに抑制することが可能となる。

[0058] 実施の形態2においては、図10および図11に示すような切替部60を構成する切替器61が故障した際の動作について説明したが、その他の切替器62、63が故障した際にも、最も過大な電圧が発生している相間に対応する電動機70の端子同士を短絡するように、インバータ50を構成するスイッチング素子51～56を上記と同様に短絡状態とすることにより上記と同様の効果が得られることは言うまでもない。

[0059] 図15は、実施の形態2にかかる電動機の駆動装置100における制御を

説明するフローチャートである。図15のフローチャートを用いて制御部90の動作について以下に説明する。

- [0060] まず、電圧検出手段81または電流検出手段82の出力に基づいて、制御部90が電動機70の特定の相のみアンバランスしていることを検出する。電圧検出手段81が検出した電圧値の最大値または電流検出手段82が検出した電流値の最大値といった検出値に基づいて、制御部90は電動機70の特定の相がアンバランスしていることを検出することができる。これにより、制御部90は電動機70の逆起電圧が最大となる端子間を特定することができる。これにより、制御部90は切替部60の故障個所の特定を行うことができる(ステップS101)、その後、ステップS102の処理へ移行する。
- [0061] 次に、電圧検出手段81がコンデンサ40に充電されている電圧値を検出する。そして、検出された電圧値が閾値以上であるか否かを制御部90が判断する(ステップS102)。ステップS102における閾値は、実施の形態1の過大電圧検出レベルである。検出された電圧値が閾値以上であると制御部90が判断した場合(ステップS102: Yes)は、切替部60に何らかの異常が発生したと制御部90は判定して、ステップS104の処理に進む。検出された電圧値が閾値より小さいと制御部90が判断した場合(ステップS102: No)は、コンデンサ40に充電されている電圧値に基づいて判断可能な異常が発生していないので、ステップS103の処理へ移行する。
- [0062] ステップS103においては、電流検出手段82により検出された電流値が閾値以上であるか否かを制御部90が判断する(ステップS103)。ステップS103における閾値は、実施の形態1の過大電流検出レベルである。検出された電流値が閾値以上であると制御部90が判断した場合(ステップS103: Yes)は、切替部60に何らかの異常が発生したと制御部90は判定して、ステップS104の処理に進む。検出された電流値が閾値より小さいと制御部90が判断した場合(ステップS103: No)は、検出

された電圧値および電流値により判断可能な異常は発生していないので、処理を終了する。

[0063] ステップS102またはステップS103において、過大な電圧または過大な電流が発生していると判断された場合、切替部60に何らかの異常が発生したと考えられる。したがって、ステップS101において特定された切替部60の故障個所に基づいて、上述したように、最も過大な電圧が発生している相間に対応する電動機70の端子同士を短絡させることにより、突入電流を発生させずに過大電圧の発生を抑制するような保護動作を実施する（ステップS104）。なお、ステップS104におけるスイッチング素子52、53またはスイッチング素子55、56のいずれかを同時にオンさせるといった保護動作は、検出部80により検出された電圧値または電流値のいずれか一方の検出値に基づいて実行されてもかまわない。

[0064] 以上説明した保護動作を実行することにより、切替部60の異常によってコンデンサ40に過大な電圧が印加された場合に、コンデンサ40が過大に充電されないようにすることが可能なだけでなく、切替部60の故障個所に応じて、逆起電圧が最大となる電動機70の端子の間が短絡するようにインバータ50のスイッチング素子51～56を制御することにより、コンデンサ40の破壊だけでなく、電動機70の不可逆減磁を防止することが可能となる。

[0065] なお、上記では保護動作の具体例の一つについて説明したが、同様の効果が得られるのであれば、これに限定されない。

[0066] また、上記においては、電動機70の巻線状態がY結線とΔ結線とに切替え可能な構成であるとして説明したが、各相の巻線の間点にタップを設置し、運転状況に応じて巻線の巻数を可変することにより巻線状態を切替えることが可能な構成であってもかまわない。このような構成であってもインバータ50を構成するスイッチング素子51～56を制御することにより、上記と同様の効果が得られることは言うまでもない。

[0067] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり

、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

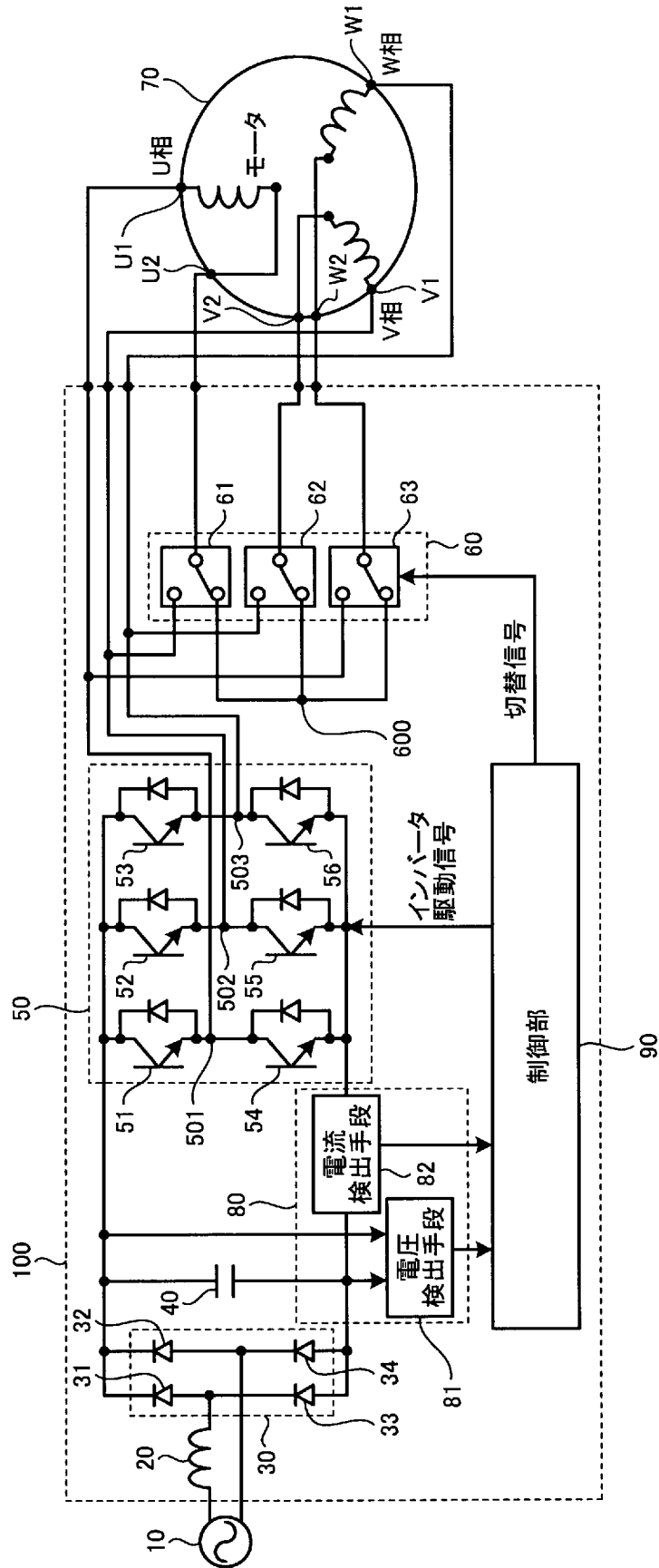
[0068] 10 交流電源、20 リアクトル、30 整流部、31～34 整流素子、40 コンデンサ、50 インバータ、51～56 スイッチング素子、60 切替部、61～63 切替器、70 電動機、80 検出部、90 制御部、100 電動機の駆動装置、200 冷凍サイクル、300 冷凍サイクル適用機器、501～503, 600 端子。

請求の範囲

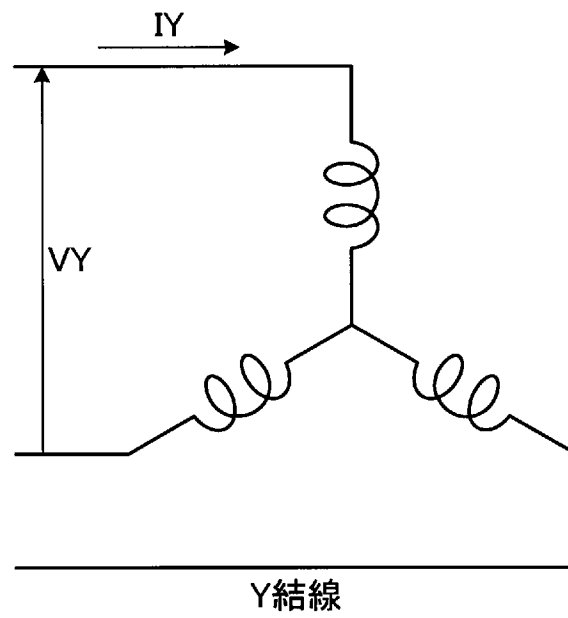
- [請求項1] 巻線を有する電動機の前記巻線に接続する端子に接続されて、前記電動機に交流電圧を印加するインバータと、
前記端子に接続され前記端子の間の接続状態を切替え可能な切替部と、
前記インバータの入力側の電圧および前記インバータの電流の少なくともいずれか一方を検出する検出部と、
前記検出部が検出した検出値に基づいて、前記切替部に異常が発生したと判定して、前記端子の間が短絡するように前記インバータを制御する制御部と、
を備える
ことを特徴とする電動機の駆動装置。
- [請求項2] 前記制御部は、前記切替部に異常が発生したと判定した場合に、前記端子の間が短絡および解放を繰り返すように前記インバータを制御する
ことを特徴とする請求項1に記載の電動機の駆動装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記電動機の逆起電圧が最大となる前記端子の間が短絡するように前記インバータを制御する
ことを特徴とする請求項1または2に記載の電動機の駆動装置。
- [請求項4] 前記インバータを構成するスイッチング素子の材料がワイドバンドギャップ半導体である
ことを特徴とする請求項1から3のいずれか一つに記載の電動機の駆動装置。
- [請求項5] 前記切替部は、前記電動機の巻線状態をY結線または Δ 結線に切替えが可能である
ことを特徴とする請求項1から4のいずれか一つに記載の電動機の駆動装置。
- [請求項6] 請求項1から5のいずれか一つに記載の電動機の駆動装置と、

前記電動機を含んだ冷凍サイクルと、
を備える
ことを特徴とする冷凍サイクル適用機器。

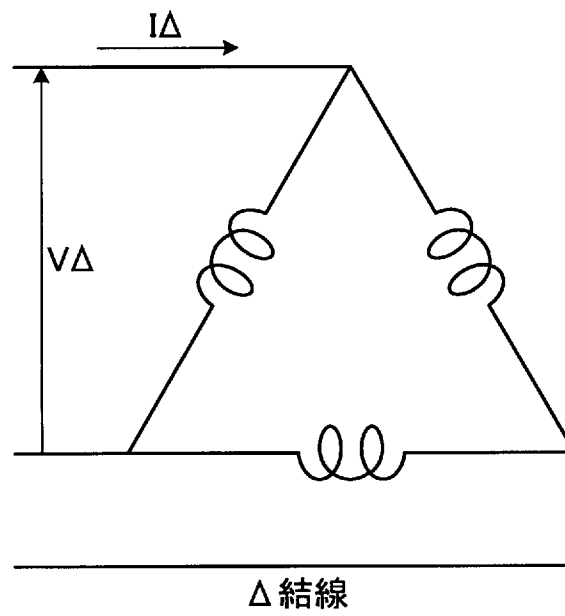
[図1]



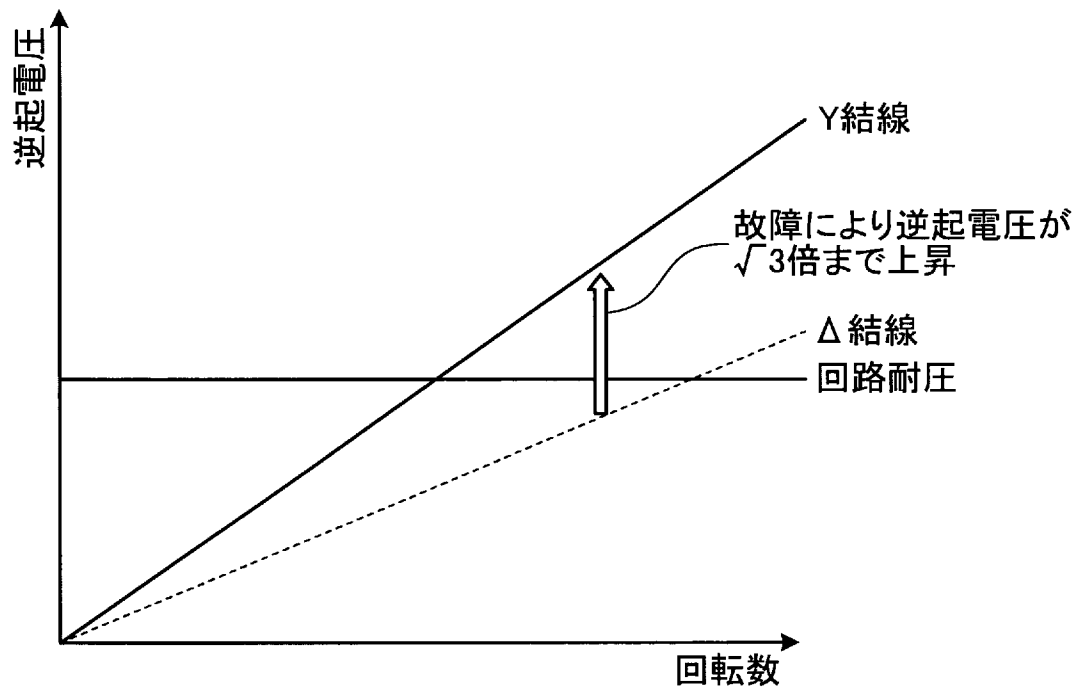
[圖2]



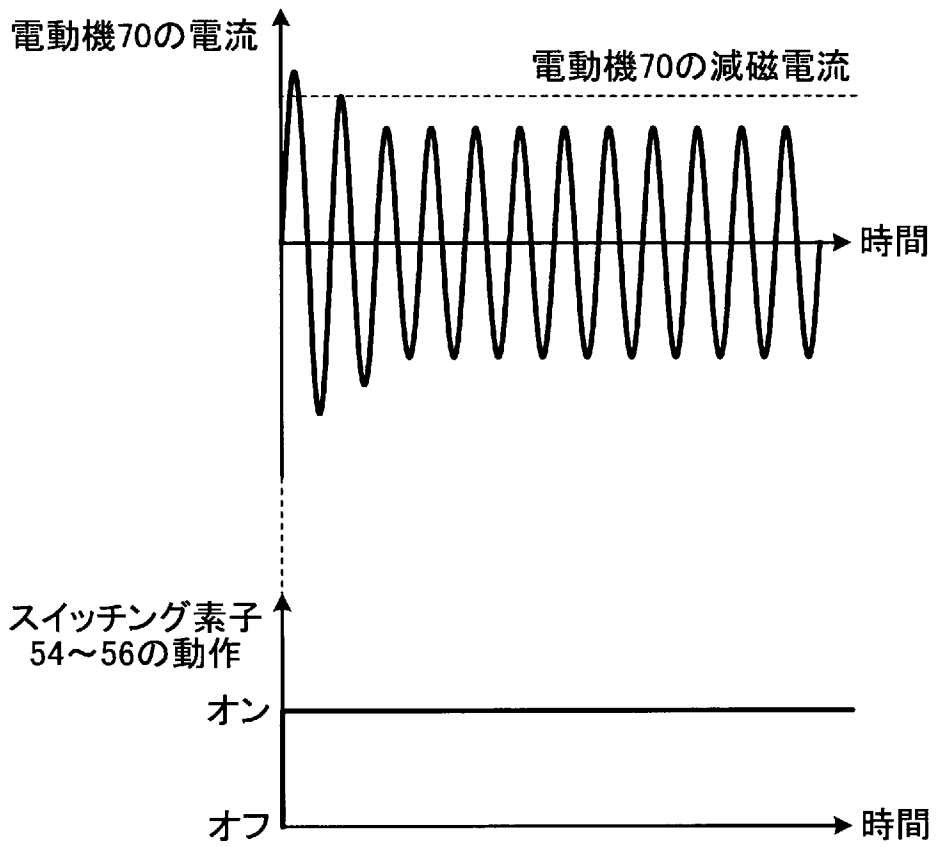
[圖3]



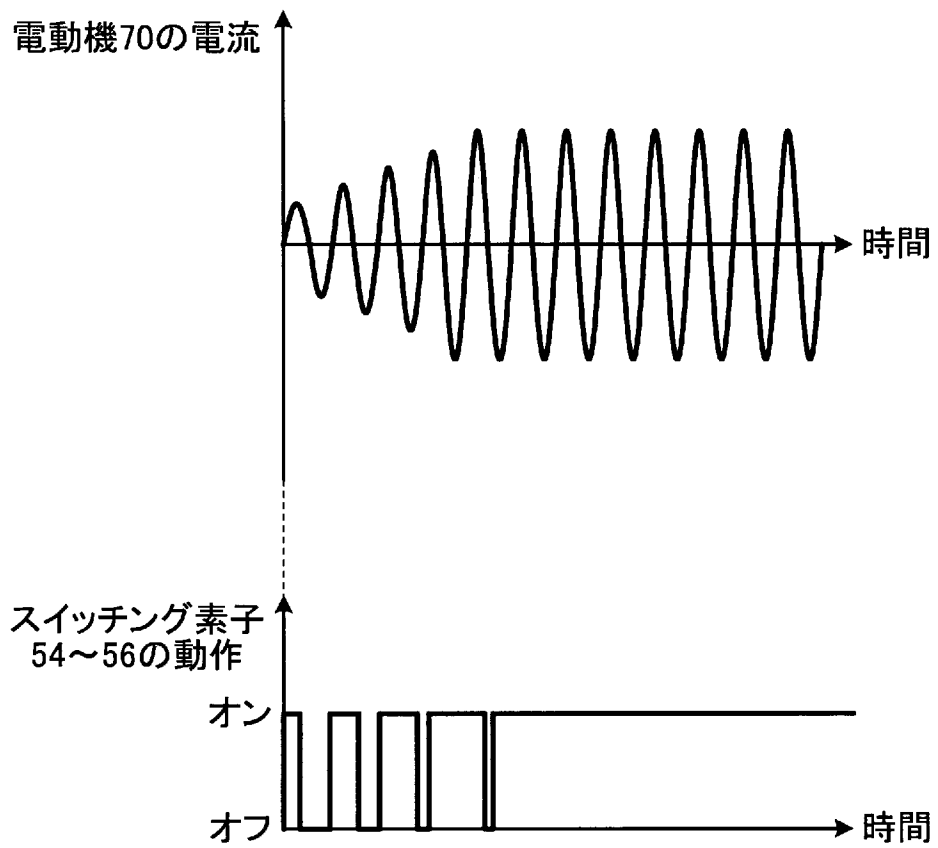
[図4]



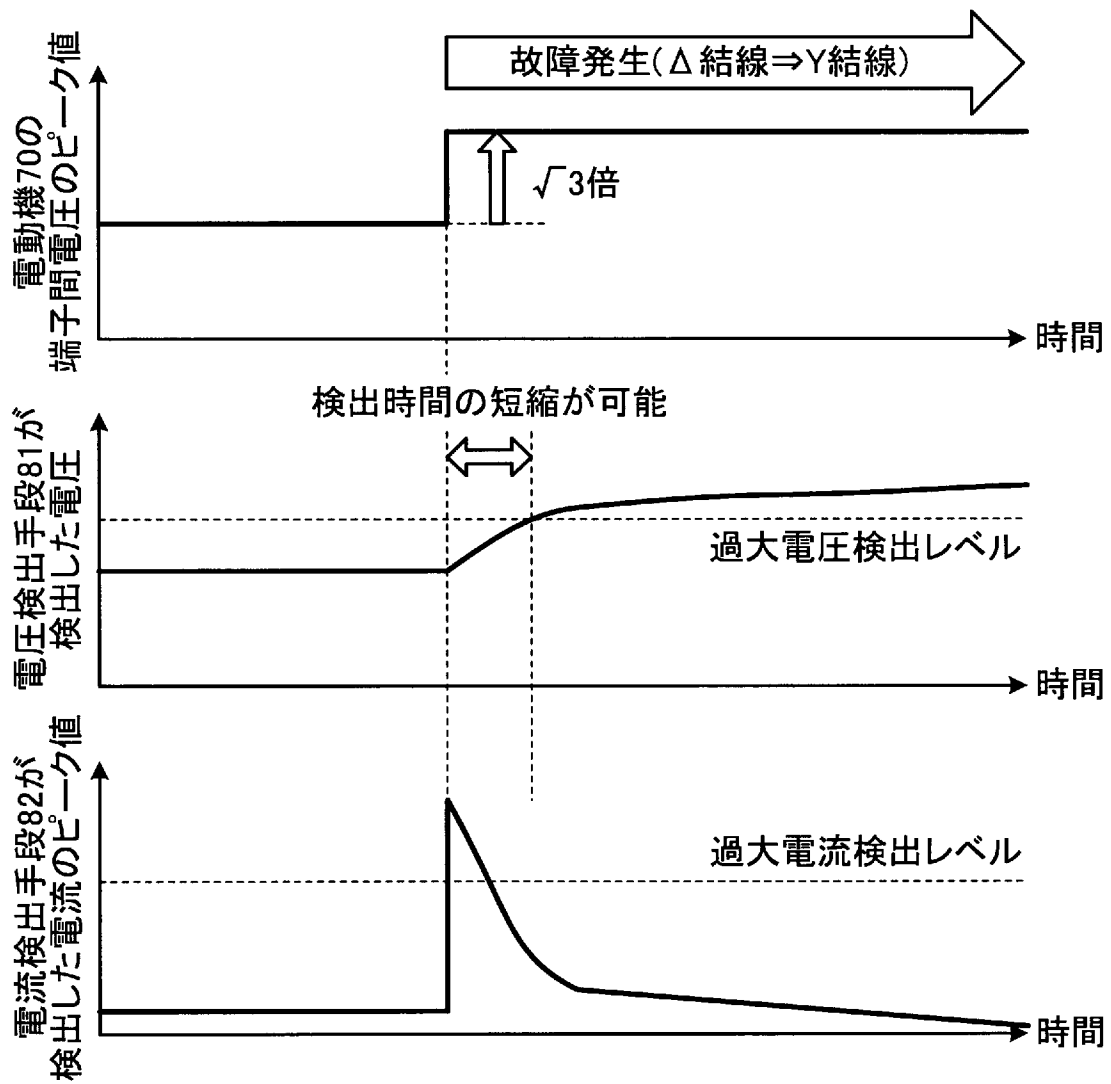
[図5]



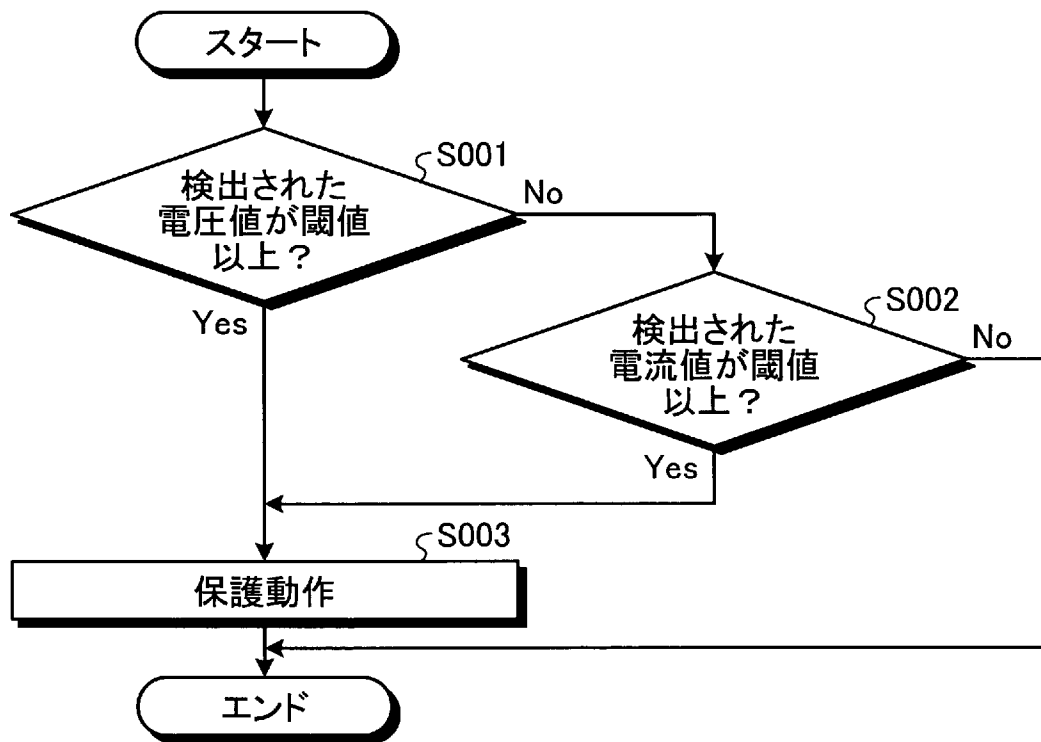
[図6]



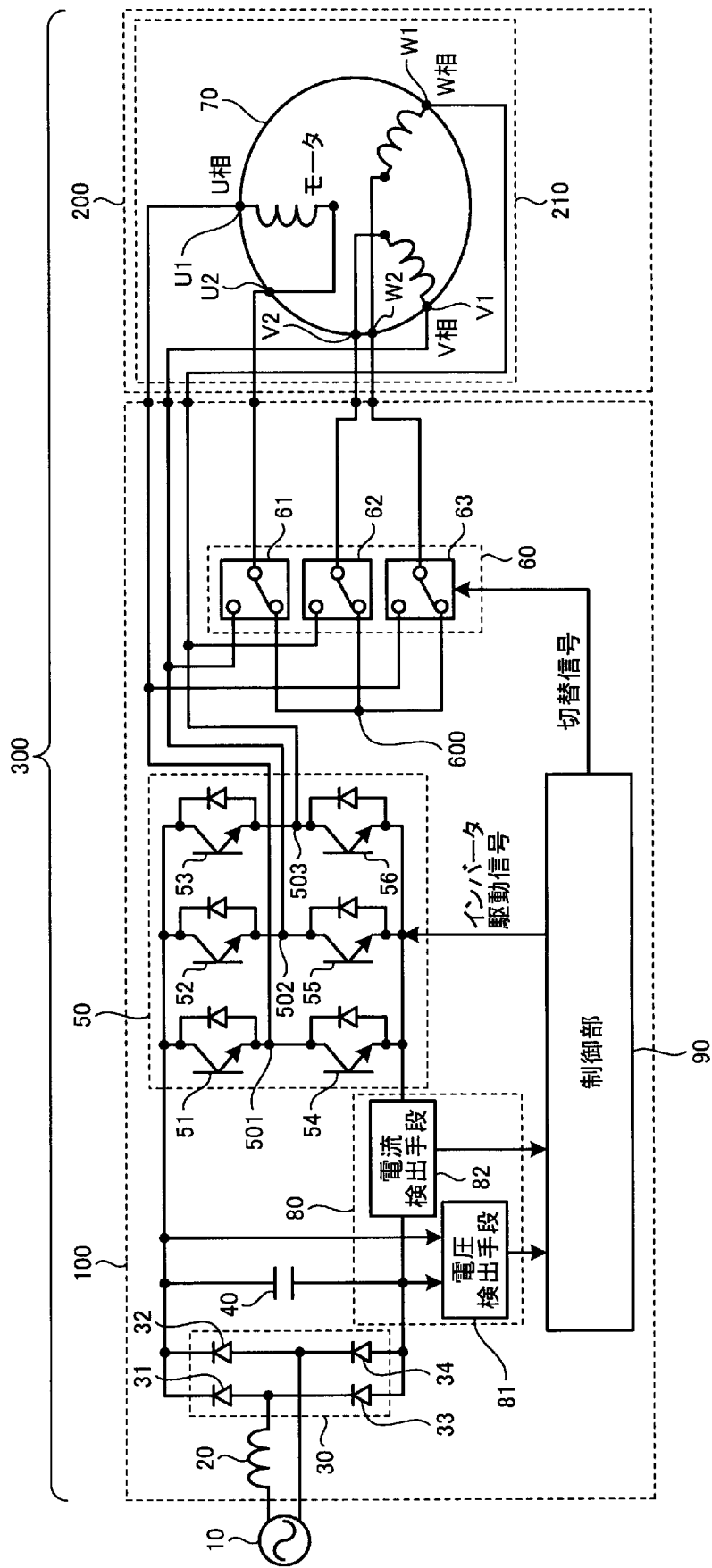
[図7]



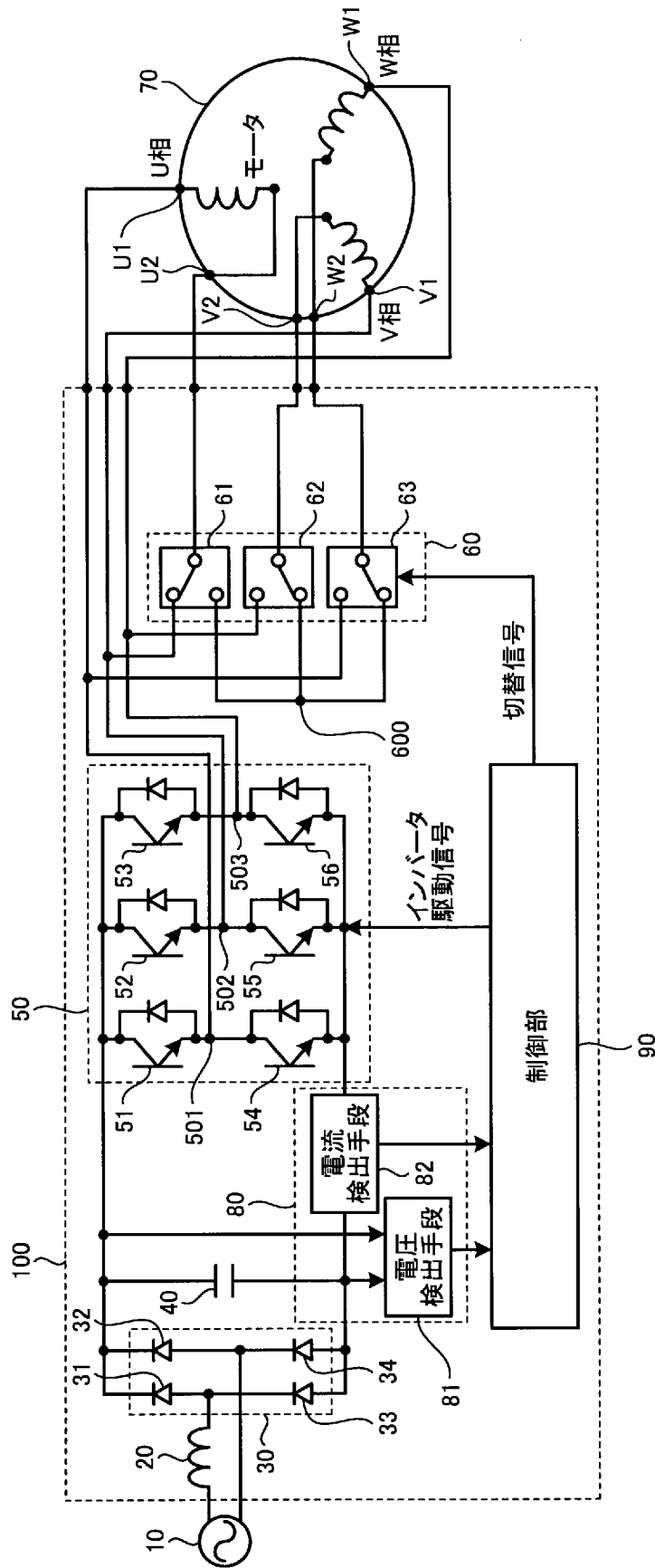
[図8]



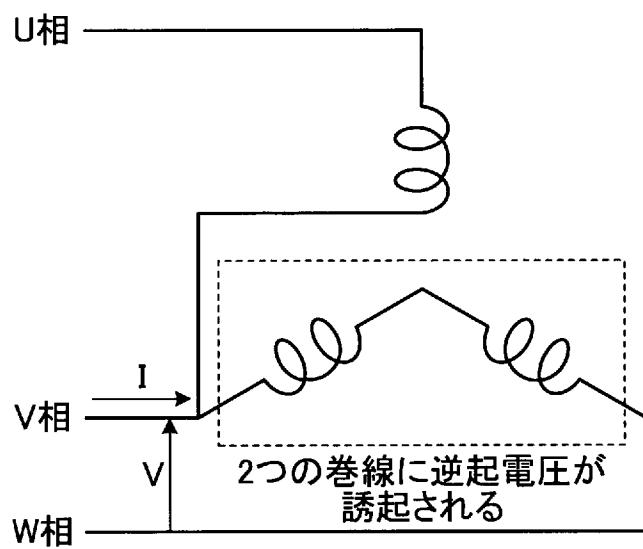
[図9]



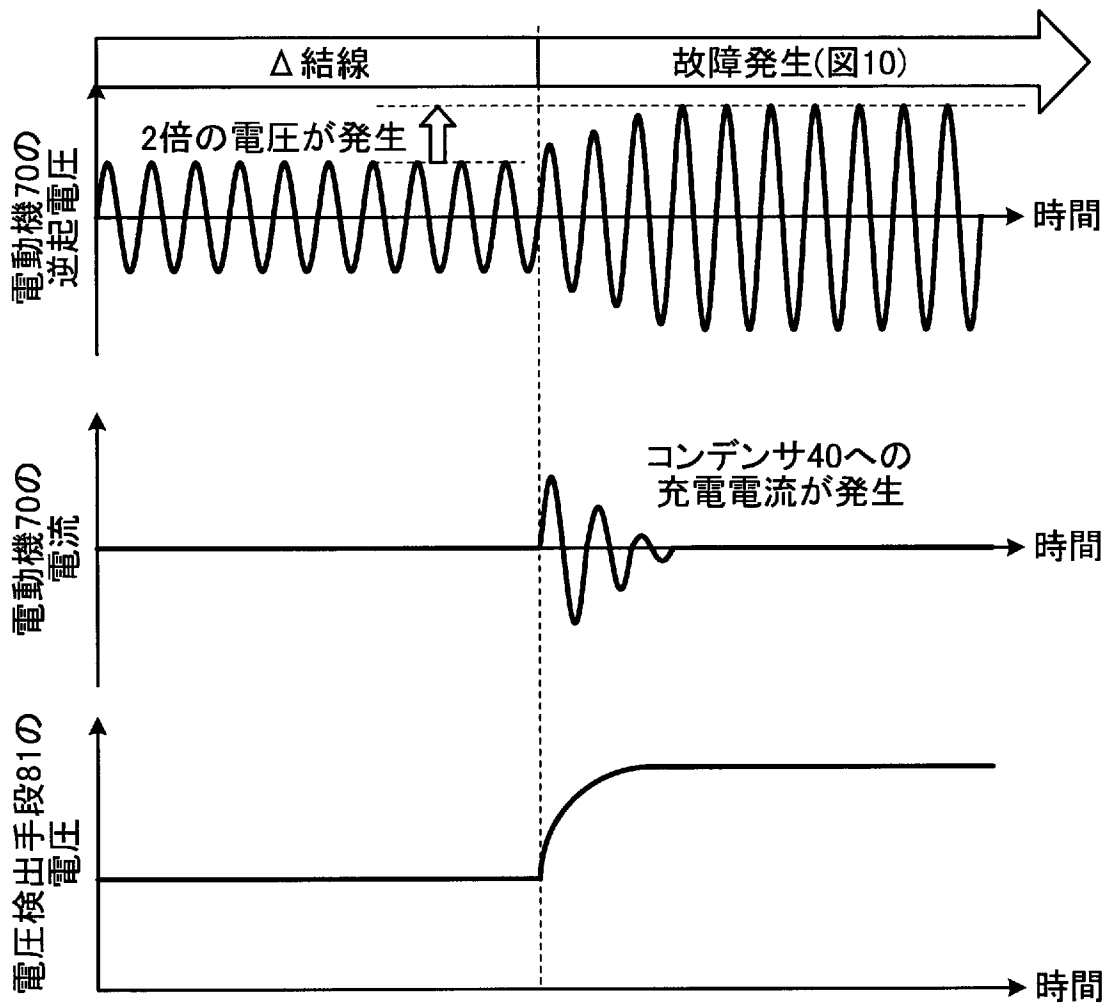
[図10]



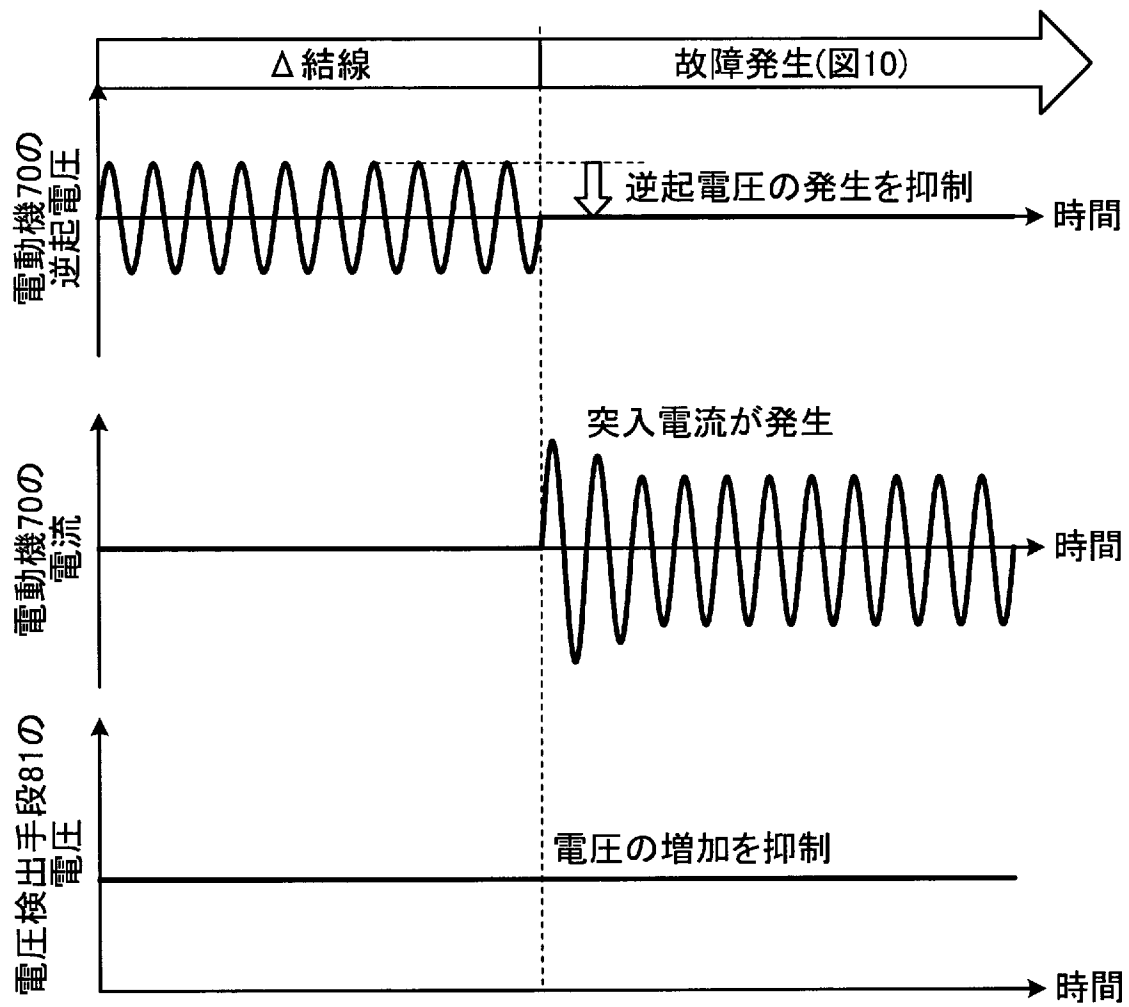
[図11]



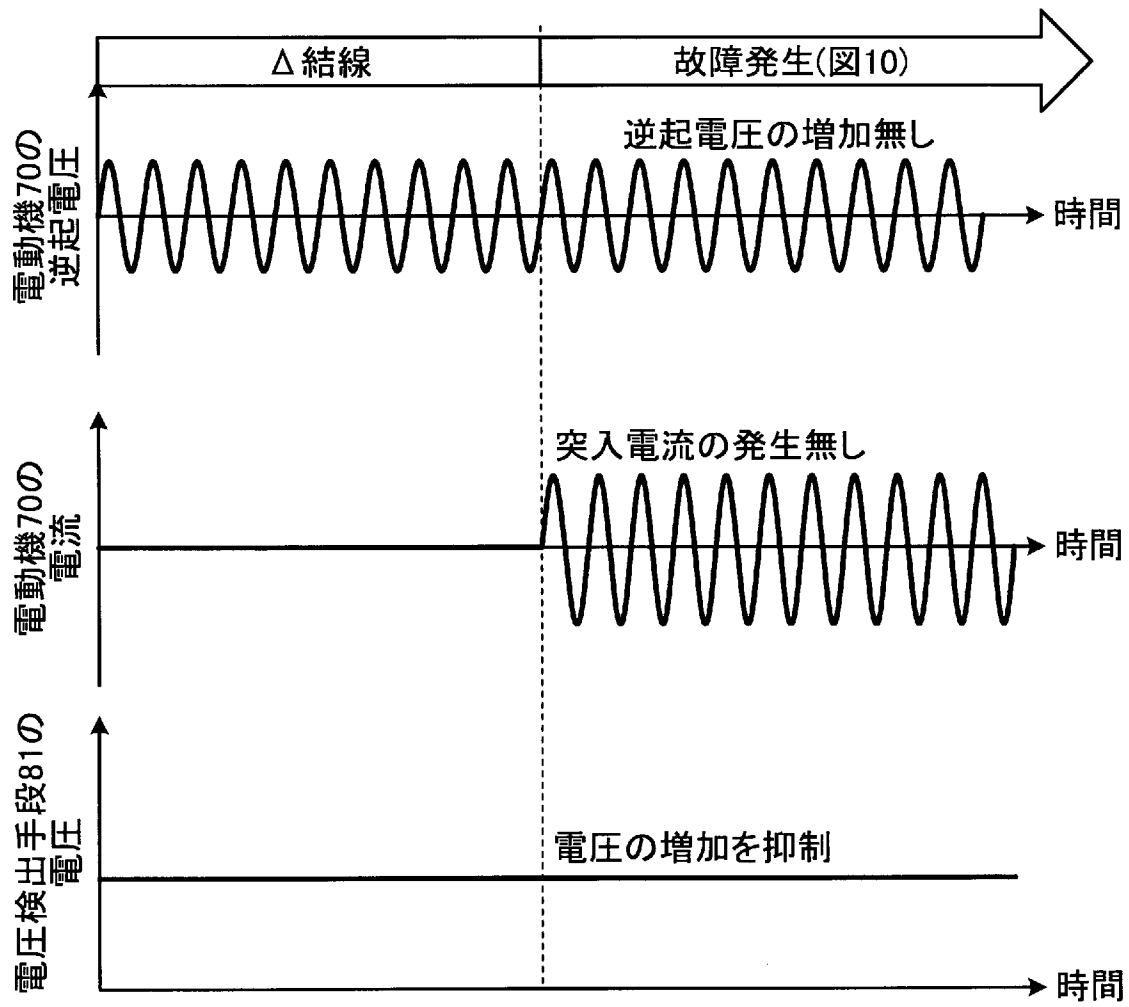
[図12]



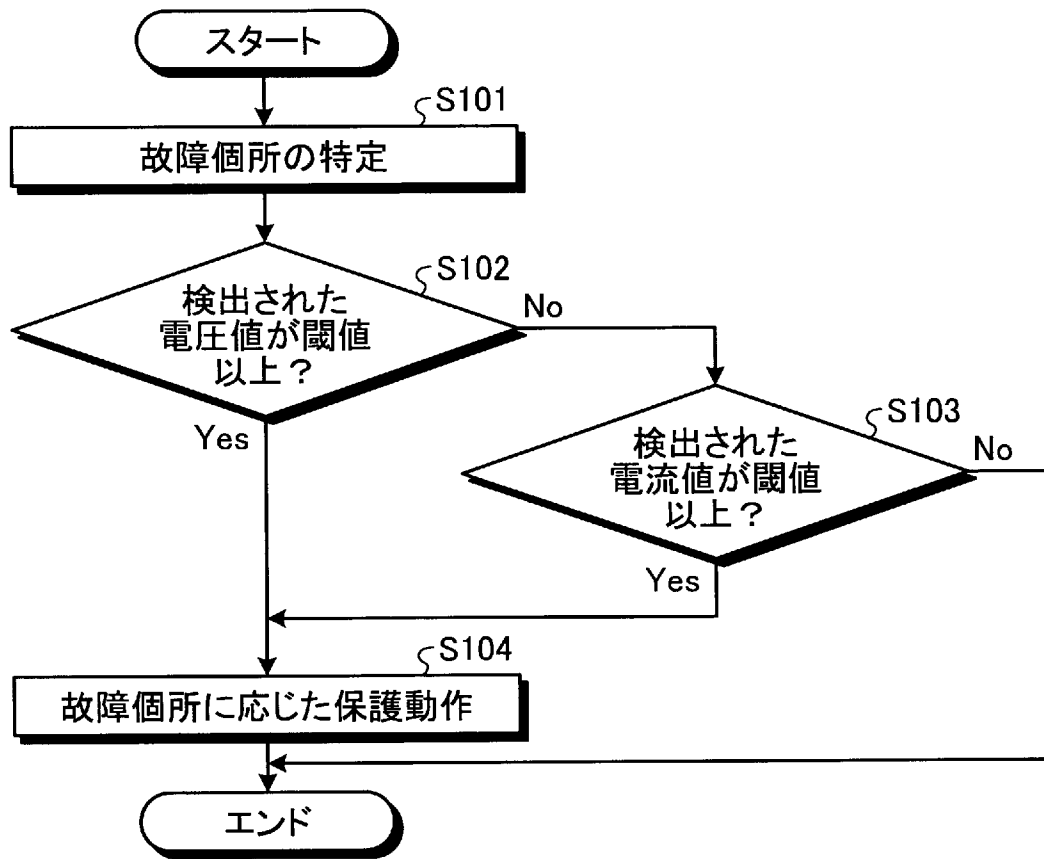
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/009532

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02P29/024(2016.01)i, H02P3/22(2006.01)i, H02P25/18(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02P29/024, H02P3/22, H02P25/18

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-228513 A (Mitsubishi Electric Corp.), 25 September 2008 (25.09.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2016-99029 A (Sharp Corp.), 30 May 2016 (30.05.2016), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 4-355697 A (Toshiba Corp.), 09 December 1992 (09.12.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 11 May 2017 (11.05.17)	Date of mailing of the international search report 23 May 2017 (23.05.17)
---	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009532

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/015147 A1 (TM4 INC.), 04 February 2016 (04.02.2016), entire text; all drawings & CA 2956231 A1	1-6
A	KR 10-0936019 B1 (ADVANCED DRIVE TECHNOLOGY CO., LTD.), 11 January 2010 (11.01.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H02P29/024(2016.01)i, H02P3/22(2006.01)i, H02P25/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H02P29/024, H02P3/22, H02P25/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-228513 A（三菱電機株式会社）2008.09.25, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2016-99029 A（シャープ株式会社）2016.05.30, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 4-355697 A（株式会社東芝）1992.12.09, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 11.05.2017	国際調査報告の発送日 23.05.2017
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） マキロイ 寛済 電話番号 03-3581-1101 内線 3357
	3V 4031

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2016/015147 A1 (TM4 INC.) 2016.02.04, 全文、全図 & CA 2956231 A1	1-6
A	KR 10-0936019 B1 (ADVANCED DRIVE TECHNOLOGY CO., LTD.) 2010.01.11, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6