

(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
2024年8月29日(29.08.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/176409 A1

(51) 国際特許分類:

H02P 21/05 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2023/006578

(22) 国際出願日:

2023年2月22日(22.02.2023)

(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: 日立 A s t e m o 株式会社(HITACHI
ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひ
たちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 松 尾 健 太 郎 (MATSUO Kentaro);
〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0
番地 日立 A s t e m o 株式会社内 Ibaraki

(JP). 谷口 峻 (TANIGUCHI Shun); 〒1008280
東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株
式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

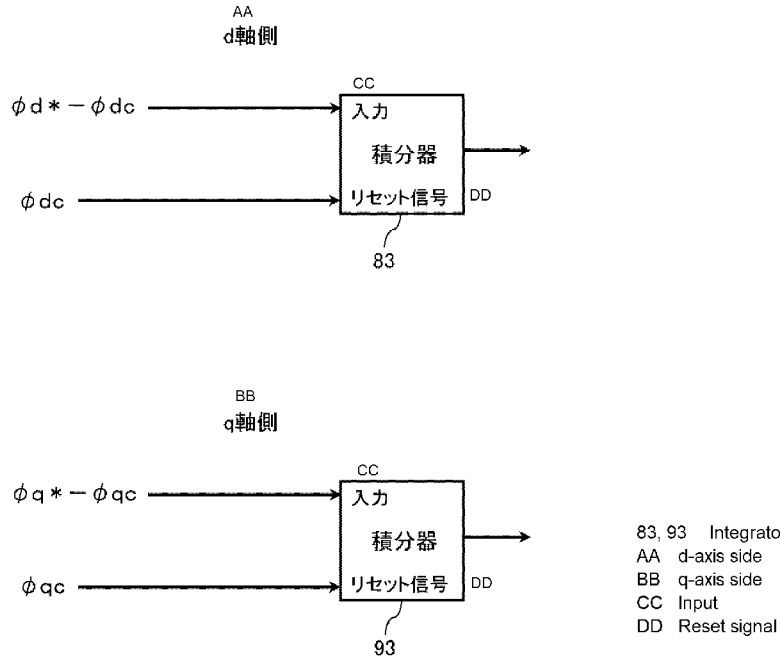
(74) 代理人: ポレール弁理士法人(POLAIRE I.P.C.);
〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三
丁目 3 番 5 号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL,
CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE,
KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,

(54) Title: SYNCHRONOUS MACHINE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 同期機制御装置

図 5



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a synchronous machine control device that inhibits overcurrent or torque fluctuation when having switched from a three-phase open or short-circuit mode to a torque mode (PWM mode). In order to achieve the purpose, a synchronous machine control device according to the present invention controls a power converter that supplies power to a synchronous machine, the synchronous machine control device comprising: a first magnetic flux command calculation unit that calculates a first magnetic flux command value from a current

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

command value of the synchronous machine; a magnetic flux estimation unit that estimates a magnetic flux value of the synchronous machine from a current detection value of the synchronous machine; and a second magnetic flux command calculation unit that uses an integration controller to calculate a second magnetic flux command value such that the first magnetic flux command value and the magnetic flux value match each other, wherein, when the power converter switches from a three-phase short-circuit to PWM control, a d-axis side of the integration controller is initialized with a d-axis magnetic flux value, and a q-axis side of the integration controller is initialized with a q-axis magnetic flux value.

(57) 要約: 三相開放や短絡モードからトルクモード(PWMモード)に切り替えたときの過電流やトルク変動を抑制する同期機制御装置を提供することを目的とする。上記課題を解決するために、本発明による同期機制御装置は、同期機に電力を供給する電力変換器を制御する同期機制御装置であって、同期機の電流指令値から第一磁束指令値を演算する第一磁束指令演算部と、同期機の電流検出値から同期機の磁束値を推定する磁束推定部と、積分制御器を用いて、第一磁束指令値と磁束値が一致するように第二磁束指令値を演算する第二磁束指令演算部と、を備え、積分制御器は、電力変換器が三相短絡からPWM制御へ切り替わるときに、d軸側がd軸磁束値、q軸側がq軸磁束値で初期化される。

明 細 書

発明の名称：同期機制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、同期モータなどの同期機を駆動するための同期機制御装置に関する。

背景技術

[0002] 同期モータを小型化するために、モータの高速回転化や高磁束密度化等の高性能化が進んでいる。特に、電気自動車等の電気車においては、モータの重量が消費電力量に影響を与えるため、その傾向は顕著である。

[0003] モータの高性能化が可能な制御装置として、特許文献１に記載の制御装置が知られている。特許文献１に記載の制御装置では、同期機の電流指令値から第一磁束指令値を演算し、同期機の電流検出値から同期機の磁束値を推定し、第一磁束指令値と磁束値が一致するように電力変換器の電圧指令値を作成する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０２１－１５１００３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１に記載の制御装置においては、第二ｄ軸磁束指令値を演算するＰＩ制御器において、加減算器によって、第一ｄ軸磁束指令値とｄ軸磁束推定値との差分が演算される。また、差分演算値は、積分器によって積分され、積分値に積分ゲイン（ＫＩ）が乗算される。比例ゲイン９７が乗算された差分演算値と、積分ゲインが乗算された積分値とが、加算器９９によって加算され、第二ｄ軸磁束指令値が演算される。また、第二ｑ軸磁束指令値も同様に演算される。

[0006] このとき、電力変換装置を三相開放や短絡モードからトルクモード（ＰＷ

Mモード)へ切り替える際に、積分器の初期値が正しくないと、PWMモード切り替え時に電力変換装置の出力電圧と同期機の電圧に差異が生じ、過電流やトルク変動などが生じる虞がある。

[0007] 本発明は、このような課題を鑑みてなされたものであり、三相開放や短絡モードからトルクモード(PWMモード)に切り替えたときの過電流やトルク変動を抑制する同期機制御装置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

[0008] 上記課題を解決するために、本発明による同期機制御装置は、同期機に電力を供給する電力変換器を制御する同期機制御装置であって、同期機の電流指令値から第一磁束指令値を演算する第一磁束指令演算部と、同期機の電流検出値から同期機の磁束値を推定する磁束推定部と、積分制御器を用いて、第一磁束指令値と磁束値が一致するように第二磁束指令値を演算する第二磁束指令演算部と、を備え、積分制御器は、電力変換器が三相短絡からPWM制御へ切り替わるときに、d軸側がd軸磁束値、q軸側がq軸磁束値で初期化される。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、三相開放や短絡モードからトルクモード(PWMモード)に切り替えたときの過電流やトルク変動を抑制することができる。

[0010] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態に係る同期機制御装置の機能構成を示すブロック図である。

[図2]第二d q軸磁束指令演算部25におけるPI制御器の機能構成を示すブロック図である。

[図3]式(1)で表される逆モデルに基づいて構成された電圧ベクトル演算部19の構成を示す。

[図4]磁束と電流の関係の一例を示す。

[図5]実施形態に係る積分器の構成を示すブロック図である。

[図6]実施形態の変形例に係る積分器の構成を示すブロック図である。

[図7]従来の制御における三相短絡からPWMモードへの切り替え時の電流波形を示した図である。

[図8]実施形態に係る制御における三相短絡からPWMモードへの切り替え時の電流波形を示した図である。

[図9]従来の制御における三相開放からPWMモードへの切り替え時の電流波形を示した図である。

[図10]実施形態に係る制御における三相開放からPWMモードへの切り替え時の電流波形を示した図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態について、図面を用いながら説明する。各図において、参照番号が同一のものは同一の構成要件あるいは類似の機能を備えた構成要件を示している。

[0013] 以下の説明において、制御対象である同期機は、永久磁石同期モータ（以下、「PMSM」（Permanent Magnet Synchronous Motorの略）と記す）である。

[0014] [全体構成]

図1は、本実施形態に係る同期機制御装置の機能構成を示すブロック図である。なお、本実施形態においては、マイクロコンピュータなどのコンピュータシステムが、所定のプログラムを実行することにより、図1に示す同期機制御装置として機能する。

[0015] 図1において、電力変換器2は、直流電圧源9（例えばバッテリー）からの直流電力を交流電力に変換してPMSM1へ出力する。PMSM1は、この交流電力によって、回転駆動される。電力変換器2は、半導体スイッチング素子からなるインバータ主回路を備えている。半導体スイッチング素子がゲート信号によってオン・オフ制御されることにより、直流電力が交流電力に変換される。なお、半導体スイッチング素子としては、例えば、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）

が適用される。

- [0016] 相電流検出器3は、電力変換器2からPMSM1に流れる3相のモータ電流、すなわちU相電流 I_u 、V相電流 I_v およびW相電流 I_w を検出して、それぞれU相電流検出値 I_{uc} 、V相電流検出値 I_{vc} およびW相電流検出値 I_{wc} として出力する。なお、相電流検出器3としては、ホールCT (Current Transformer) などが適用される。
- [0017] 磁極位置検出器4は、PMSM1の磁極位置を検出して、磁極位置情報 θ^* を出力する。磁極位置検出器4としては、レゾルバなどが適用される。
- [0018] 周波数演算部5は、磁極位置検出器4が出力する磁極位置情報 θ^* から、時間微分演算などによって速度情報 ω_1^* を演算して出力する。
- [0019] 座標変換部7は、相電流検出器が出力する I_{uc} 、 I_{vc} 、 I_{wc} を、磁極位置情報 θ^* に応じて、回転座標系におけるd q軸電流検出値 I_{dc} 、 I_{qc} に変換して、 I_{dc} 、 I_{qc} を出力する。
- [0020] d q軸磁束推定部23は、座標変換部7が出力するd q軸電流検出値 I_{dc} 、 I_{qc} に基づいて、ルックアップテーブル（テーブルデータ）を参照して、d q軸磁束推定値 ϕ_{dc} 、 ϕ_{qc} を推定する。d q軸磁束推定部23が参照するルックアップテーブル（テーブルデータ）は、 I_{dc} 、 I_{qc} と ϕ_{dc} 、 ϕ_{qc} との対応を表す表データであり、本実施形態の同期機制御装置が備える記憶装置（図示せず）に記憶されている。なお、ルックアップテーブルに替えて、所定の関数（近似式など）を用いてもよい。
- [0021] 第一d q軸磁束指令演算部21は、上位制御装置などから与えられるd q軸電流指令値 I_{dc}^* 、 I_{qc}^* に基づいて、ルックアップテーブル（テーブルデータ）を参照して、第一d q軸磁束指令値 ϕ_{d}^* 、 ϕ_{q}^* を演算して出力する。第一d q軸磁束指令演算部21が参照するルックアップテーブル（テーブルデータ）は、 I_{dc}^* 、 I_{qc}^* と ϕ_{d}^* 、 ϕ_{q}^* との対応を表す表データであり、本実施形態の同期機制御装置が備える記憶装置（図示せず）に記憶されている。なお、ルックアップテーブルに替えて、所定の関数（近似式など）を用いてもよい。

[0022] 第二 d q 軸磁束指令演算部 25 は、第一 d q 軸磁束指令値 ϕd^* 、 ϕq^* と d q 軸磁束推定値 ϕdc 、 ϕqc が一致するように、比例積分 (PI) 制御器によって第二 d q 軸磁束指令値 ϕd^{**} 、 ϕq^{**} を演算して出力する。

[0023] [PI制御器]

図 2 は、第二 d q 軸磁束指令演算部 25 における PI 制御器の機能構成を示すブロック図である。

[0024] 図 2 の上図に示すように、第二 d 軸磁束指令値 ϕd^{**} を演算する PI 制御器においては、加減算器 81 によって、第一 d 軸磁束指令値 ϕd^* と d 軸磁束推定値 ϕdc との差分 ($\phi d^* - \phi dc$) が演算され、差分演算値に比例ゲイン 87 (K_p) が乗算される。また、差分演算値は、積分器 83 によって積分され、積分値に積分ゲイン 85 (K_i) が乗算される。比例ゲイン 87 が乗算された差分演算値と、積分ゲイン 85 が乗算された積分値とが、加算器 89 によって加算され、第二 d 軸磁束指令値 ϕd^{**} が演算される。

[0025] 図 2 の下図に示すように、第二 q 軸磁束指令値 ϕq^{**} を演算する PI 制御器においては、加減算器 91 によって、第一 q 軸磁束指令値 ϕq^* と q 軸磁束推定値 ϕqc との差分 ($\phi q^* - \phi qc$) が演算され、差分演算値に比例ゲイン 97 (K_p) が乗算される。また、差分演算値は、積分器 93 によって積分され、積分値に積分ゲイン 95 (K_i) が乗算される。比例ゲイン 97 が乗算された差分演算値と、積分ゲイン 95 が乗算された積分値とが、加算器 99 によって加算され、第二 d 軸磁束指令値 ϕq^{**} が演算される。

[0026] [電圧ベクトル演算]

図 1 に示す電圧ベクトル演算部 19 は、モータモデルの逆モデルによって、電圧指令値を作成する。

[0027] モータモデルの逆モデルは、モータの d 軸磁束および q 軸磁束をそれぞれ ϕd および ϕq とし、モータの d 軸電圧および q 軸電圧をそれぞれ $V d$ および $V q$ とし、モータ速度を ω_1 とすると、例えば、式 (1) のような電圧方程式によって表される。

[0028]

[数1]

$$\begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{R}{L_d} & 0 \\ 0 & \frac{R}{L_q} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_d - K_e \\ \phi_q \end{bmatrix} + s \begin{bmatrix} \phi_d \\ \phi_q \end{bmatrix} + \omega_1 \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_d \\ \phi_q \end{bmatrix} \cdots (1)$$

本実施形態においては、式（１）で表される逆モデルが適用されるが、 V_d および V_q をそれぞれd軸電圧指令値 V_d^* およびq軸電圧指令値 V_q^* とし、 ϕ_d および ϕ_q をそれぞれ第二d軸磁束指令値 ϕ_d^{**} および第二q軸磁束指令値 ϕ_q^{**} とし、 ω_1 を速度情報 ω_1^* とする。

[0029] なお、後述するように、式（１）においては、モータの磁気飽和が考慮されている。

[0030] 図３は、式（１）で表される逆モデルに基づいて構成された電圧ベクトル演算部１９の構成を示す。なお、 R 、 L_d 、 L_q 、 K_e は、それぞれPMSM１における巻線抵抗、d軸インダクタンス、q軸インダクタンス、磁石磁束である。

[0031] 図３に示すように、微分器４５により、 ϕ_d^{**} の微分が演算される。また、加減算器４４により、 ϕ_d^{**} と K_e との差分（ $\phi_d^{**} - K_e$ ）が演算される、この差分演算値に R/L_d （４６）が乗じられる。微分器４５による微分演算値と、ゲインである R/L_d （４６）が乗じられた差分演算値とが、加算器４７によって加算される。また、乗算器４８によって、 ω_1^* と ϕ_q^{**} とが乗算される。さらに、加減算器４９によって、加算器４７による加算演算値と、乗算器４８による乗算値との差分が演算されて、 V_d^* が作成される。

[0032] また、図３に示すように、微分器３５により、 ϕ_q^{**} の微分が演算される。また、 ϕ_q^{**} に R/L_q （３６）が乗じられる。微分器３５による微分演算値と、 R/L_q （３６）が乗じられた ϕ_q^{**} とが、加算器３７によって加算される。また、乗算器３８によって、 ω_1^* と ϕ_d^{**} とが乗算される。さらに、加算器３９によって、加算器３７による加算演算値と、乗算器３８による乗算値とが加算されて、 V_q^* が作成される。

[0033] このように、モータモデルの逆モデルを表す電圧方程式に基づいて、電圧ベクトル演算部を構成することができる。

[0034] 図1に示す座標変換部11は、電圧ベクトル演算部19が出力する、電力変換器2に対するd q軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を磁極位置検出器4で検出される磁極位置情報 θ^* を用いて座標変換することにより、電力変換器2に対する三相電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を作成して出力する。

[0035] 直流電圧検出器6は、直流電圧源9の電圧を検出して、直流電圧情報 V_{dc} を出力する。

[0036] PWM制御器12は、電圧ベクトル演算部19から三相電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を受けるとともに、直流電圧検出器6から直流電圧情報 V_{dc} を受け、これらに基づいて、パルス幅変調によって、電力変換器2に与えるゲート信号を作成して出力する。PWM制御器12は、例えば、キャリア信号として三角波を用い、三相電圧指令値を変調波とするパルス幅変調によってゲート信号を作成する。

[0037] [電圧指令受領の作成手段]

以下、本実施形態の電圧ベクトル演算部19に用いられる、PMSM1の磁気飽和を考慮した電圧指令値の作成手段について説明する。

[0038] まず、電流（d q軸電流 I_d 、 I_q ）を状態量とする場合、磁気飽和を考慮すると、電圧方程式は式（2）のように表される。

[0039] [数2]

$$\begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L_{dh} & L_{qdh} \\ L_{dqh} & L_{qh} \end{bmatrix} s \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} + \omega_1 \begin{bmatrix} -L_{dq} & -L_q \\ L_d & L_{qd} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} + \omega_1 \begin{bmatrix} 0 \\ K_e \end{bmatrix} \cdots (2)$$

ここで、 L_{dh} 、 L_{qh} 、 L_{dqh} 、 L_{qdh} は動的インダクタンスを表し、 L_d 、 L_q 、 L_{dq} 、 L_{qd} は静的インダクタンスを表す。これらのインダクタンスについて、図4を用いて説明する。

[0040] 図4は、磁束と電流の関係の一例を示す。なお、縦軸および横軸は、それぞれ、磁束と電流の関係図中の実線が、磁束と電流の関係例を示す。

[0041] 図4に示すように、磁気飽和の影響により、q軸電流（ I_q ）が大きくな

るほど、 q 軸磁束 (ϕ_q) の増加の度合いが緩やかになる。このため、インダクタンスとして、動的インダクタンスおよび静的インダクタンスが、次のように定義される。動的インダクタンス L_{qh} は、ある動作点 (I_q, ϕ_q) における接線 (図中の破線) の傾き ($d\phi_q/dt$) である。また、静的インダクタンス L_q は、 q 軸電流 (I_q) が 0 の点と動作点とを結ぶ直線 (図中の破線) の傾き (ϕ_q/I_q) である。

[0042] なお、図示しないが、 d 軸磁束と d 軸電流の関係、動的インダクタンス L_{dh} 、静的インダクタンス L_d については、図 4 と同様である。

[0043] 式 (2) において、電流微分項 (右辺第二項) における係数 (行列) は動的インダクタンスであり、誘起電圧項 (右辺第三項) における係数 (行列) は静的インダクタンスである。

[0044] また、磁気飽和が顕著な場合、制御軸間すなわち d q 軸間の相互干渉が発生する。このような相互干渉は、電流微分項の係数 (行列) における動的インダクタンス L_{dqh} 、 L_{qdh} 、誘起電圧項の係数 (行列) における静的インダクタンス L_{dq} 、 L_{qd} によって表される。

[0045] 式 (2) に基づき、すなわち電流を状態量として、磁気飽和を考慮して PMSM1 を制御する場合、上述のような 8 種類のインダクタンス (L_{dh} 、 L_{qh} 、 L_{dqh} 、 L_{qdh} 、 L_d 、 L_q 、 L_{dq} 、 L_{qd}) が用いられる。したがって、この場合、同期機制御装置は、各インダクタンス値と電流値 (d 軸電流値および q 軸電流値) との対応を表すテーブルデータあるいは関数 (近似式など) を 8 個備えることになる。

[0046] なお、これらインダクタンスの温度依存性を考慮すると、テーブルデータあるいは数式 (近似式など) の各々は、 d 軸電流値と q 軸電流値および温度を変数とする、3 変数のテーブルデータあるいは関数となる。

[0047] さらに、式 (2) における磁石磁束 K_e は q 軸電流 I_q および温度 T に対して依存性があるので、同期機制御装置は、 I_q および T を変数とする、二変数と K_e の関係を表す二変数のテーブルデータあるいは関数 (近似式など) を 1 個備えることになる。

[0048] このように、電流を状態量として、磁気飽和を考慮してPMSM1を制御する場合、同期機制御装置は、複数個の多変数テーブルデータあるいは多変数関数を備えることになる。

[0049] そこで、以下に説明するように、本実施形態では、上述の式(1)で表されるモータモデルの逆モデルのように磁束を状態量とすることにより、磁気飽和を考慮しながらも、同期機制御装置で用いられるテーブルデータあるいは関数(近似式など)の総数(上述のように電流を状態量とする場合は9個)が低減される。

[0050] 磁束(dq軸磁束 ϕ_d , ϕ_q)を状態量とする場合、磁気飽和を考慮すると、電圧方程式は式(3)のように表される。

[0051] [数3]

$$\begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} = \frac{R}{L_d L_q - L_{dq} L_{qd}} \begin{bmatrix} L_q & -L_{qd} \\ -L_{dq} & L_d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_d - K_e \\ \phi_q \end{bmatrix} + s \begin{bmatrix} \phi_d \\ \phi_q \end{bmatrix} + \omega_1 \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_d \\ \phi_q \end{bmatrix} \cdots (3)$$

自動車用などの多くの高効率PMSMでは巻線抵抗Rは十分小さいので、モータ制御における式(3)の第一項の影響は比較的小さい。このため、式(1)のように近似して、さらに L_d , L_q , K_e を一定値として設定しても、モータ制御に対する影響は小さい。したがって、本実施形態における電圧ベクトル演算部19は、磁束を状態量とする上述の式(1)に基づき、かつ式(1)における L_d , L_q , K_e を一定値として設定して、dq軸磁束指令値(ϕ_d^{**} , ϕ_q^{**})に応じてdq軸電圧指令値(V_d^* , V_q^*)を作成する。

[0052] この場合、同期機制御装置は、d軸磁束(ϕ_d)およびq軸磁束(ϕ_q)の各々と、電流(d軸電流 i_d 、q軸電流 i_q)との対応関係を表すテーブルデータまたは関数(近似式など)を備える。したがって、同期機制御装置は、総数2個のテーブルデータまたは関数を備える。

[0053] このように、磁束を状態量とすることにより、モータ制御に用いるテーブルデータまたは関数の個数が低減される。これにより、磁気飽和を考慮しながらも、制御系が簡単化されるので、同期機制御装置の演算負荷が軽減でき

たり、パラメータ同定時間を短縮できたりする。

[0054] また、本実施形態では、モータモデルの逆モデルを用いて、第二d q軸磁束指令演算部25によって作成される第二d q軸磁束指令値 ϕd^{**} 、 ϕq^{**} に基づいて、d q軸電圧指令値 $V d^{*}$ 、 $V q^{*}$ が作成される。このため、高速領域においても、d軸磁束推定値 $\phi d c$ およびq軸磁束推定値 $\phi q c$ を、それぞれ第二d軸磁束指令値 ϕd^{**} および第二q軸磁束指令値 ϕq^{**} に、精度よく一致させることができる。したがって、本実施形態による同期機制御装置によれば、PMSM1の高速回転の制御が可能になる。

[0055] また、本実施形態では、磁束の温度依存性の影響は、第二d q軸磁束指令演算部25が備えるPI制御器またはI制御器によって緩和される。このため、磁束(ϕd 、 ϕq)の演算に用いるテーブルデータまたは関数は、変数として温度を含まず、電流のみを変数とするテーブルデータまたは関数(近似式など)でもよい。これにより、同期機制御装置の演算負荷が軽減できたり、パラメータ同定時間を短縮できたりする。

[0056] また、第一d q軸磁束指令演算部21とd q軸磁束推定部23で同じテーブルデータまたは関数を用いることにより、 $I d c$ 、 $I q c$ が、いわば磁束を介して、それぞれ $I d^{*}$ 、 $I q^{*}$ に一致するように制御される。この場合、実質、電流制御系を構成されることになる。

[0057] また、第一d q軸磁束指令演算部21およびd q軸磁束推定部23の入力に $I d c$ 、 $I q c$ および $I d^{*}$ 、 $I q^{*}$ の両方を用いることにより、軸間の相互干渉を考慮した制御が可能になる。この場合、第一d q軸磁束指令演算部21、およびd q軸磁束推定部23は、それぞれ、d q軸磁束指令値(ϕd^{*} 、 ϕq^{*})とd q軸電流指令値($I d^{*}$ 、 $I q^{*}$)との対応関係を表すテーブルデータまたは関数、およびd q軸磁束推定値($\phi d c$ 、 $\phi q c$)とd q軸電流検出値($I d c$ 、 $I q c$)との対応関係を表すテーブルデータまたは関数を用いる。

[0058] なお、本実施形態の同期機制御装置は、モータの動的インダクタンスおよび静的インダクタンスが実質的に考慮されているので、磁気飽和の影響が大

きなPMSMが用いられ、かつ正確なトルク応答が求められる電気自動車などの電気車への適用に好適である。

[0059] なお、PMSM1における磁束と電流の対応関係を表す情報である、上述のルックアップテーブル、テーブルデータ、関数（近似式）は、実測や磁場解析などに基づいて、設定することができる。

[0060] [積分器の初期化]

次に、本実施形態に係る積分器の初期化について、図5から図8を用いて説明する。

[0061] 電力変換器2を三相開放モードや三相短絡モードからトルクモード（PWMモード）へ切り替える際に、積分器83、積分器93の初期値を設定する必要がある。ここで、初期値が正しくない場合、PWMモードへの切り替え時に電力変換器2の出力電圧とPMSM1の電圧に差異が生じ、過電流やトルク変動などが生じる虞がある。

[0062] 図7は、従来の制御における三相短絡からPWMモードへの切り替え時の電流波形を示した図である。d軸側の積分器83を磁石磁束 K_e 、q軸側の積分器93を0で初期化した場合のd軸電流、q軸電流、トルク及び三相交流電流の波形並びにゲートモードの切り替え信号を示している。図7中の点線は、電力変換器2の三相短絡からPWMモードへの切り替えタイミングを示している。

[0063] 図7に示されるように、切り替えタイミング後にd軸電流値及びq軸電流値の変動が大きくなっていることが分かる。これは、電力変換器2の出力電圧とモータの電圧に差異が生じることに起因する。したがって、過電流を防止するために、切り替えタイミング時に積分器83、93に対して、適切な初期値を設定する必要がある。

[0064] 図5は、本実施形態に係る積分器のブロック図である。図5に示されるように、積分器83は、上位の制御器（不図示）等から電力変換器2の駆動状態（ゲートモード）が切り替わるときに、ゲートモードの切り替え信号を受ける。その場合、d軸側の積分器83に対してd軸磁束推定値 ϕ_{dc} を初期

値として用いる。同様に、 q 軸側の積分器 9 3 に対して q 軸磁束推定値 ϕ_{qc} を初期値として用いる。もしくは、 d 軸磁束推定値 ϕ_{dc} および q 軸磁束推定値 ϕ_{qc} にローパスフィルタ処理を施した値を初期値として用いてもよい。

[0065] 本実施形態のように、磁束を制御量として用いるベクトル制御では、定常状態において、 d 軸側の積分値が d 軸磁束推定値 ϕ_{dc} と一致する。また、 q 軸側の積分値は q 軸磁束推定値 ϕ_{qc} と一致する。したがって、 d 軸側の積分器 8 3 を d 軸磁束推定値 ϕ_{dc} 、 q 軸側の積分器 9 3 を q 軸磁束推定値 ϕ_{qc} で初期化することにより、PMSM1 の電圧と電力変換器 2 の電圧が一致するため、切り替え時の電流の変化を抑制することができる。

[0066] 具体的には、電力変換器 2 が三相短絡中の場合、電圧が 0 V となり、PMSM1 には電圧が 0 V となるような電流が流れる。したがって、電力変換器 2 が三相短絡から PWM モードに移行する場合、三相短絡中に流れている電流を流すような電圧を出力すればよい。つまり、 d 軸側の積分器 8 3 は d 軸磁束推定値 ϕ_{dc} で初期化し、 q 軸側の積分器 9 3 は q 軸磁束推定値 ϕ_{qc} で初期化することにより、PMSM1 の電圧と電力変換器 2 の電圧が一致するため、切り替え時の電流の変化を抑制することができる。

[0067] 図 8 は、本実施形態に係る制御での三相短絡から PWM モードへの切り替え時の電流の変化を示した図である。 d 軸側の積分器 8 3 を d 軸磁束推定値 ϕ_{dc} で初期化し、 q 軸側の積分器 9 3 は q 軸磁束推定値 ϕ_{qc} で初期化した場合の、 d 軸電流、 q 軸電流、トルク及び三相交流電流の波形並びにゲートモードの切り替え信号を示している。図 8 に示されるように、本実施形態に係る制御装置により、電力変換器 2 の切り替え後の d 軸電流及び q 軸電流の変化が抑制される。これにより、過電流の発生を抑制することができる。

[0068] また、電力変換器 2 が三相開放中の場合、電力変換器 2 における電流が 0 A ($i_d = i_q = 0$ A) となり、モータからは誘起電圧 ($V_q = \omega K_e$) のみ出力される。したがって、電力変換器 2 が三相開放中から PWM モードに移行する場合、電力変換器 2 は PMSM1 の誘起電圧を打ち消す電圧を出

力すればよい。つまり、 d 軸側の積分器 8 3 は d 軸磁束推定値 ϕ_{dc} で初期化され、 q 軸側の積分器 9 3 は q 軸磁束推定値 $\phi_{qc} = 0$ で初期化する。これにより、三相短絡から PWM モードに移行する場合であっても過電流の発生を抑制することができる。

[0069] [変形例]

次に図 6 を用いて本実施形態の変形例を説明する。図 6 は、本実施形態の変形例に係る積分器を示した図である。

[0070] 図 6 の上図に示されるように、電力変換器 2 の駆動モードの切り替え前の状態により、 d 軸側の積分器 1 8 3 の初期化される値が異なるように構成されている。これにより、電力変換器 2 の駆動モードの切り替え前の状態によって適切な値で積分器 1 8 3 を初期化することができる。

[0071] 例えば、図 6 の構成においては、電力変換器 2 の切り替え前の駆動状態が三相開放の場合、ロータ温度を考慮した磁石磁束 K_e で初期化され、電力変換器 2 の切り替え前の駆動状態が三相短絡の場合、 d 軸磁束推定値 ϕ_{dc} で初期化されるように構成されている。 d 軸磁束推定値 ϕ_{dc} は、PMSM 1 のロータ温度によって変化するため、ロータ温度を考慮した磁石磁束 K_e を用いることにより、より正確な制御が可能となる。三相開放のみロータ温度を考慮する理由として、自動車等では損失低減のために動作中に三相開放を積極的に用いるためである。従って、三相開放と PWM モードの切り替え時に対してはトルク変動を可能な限り抑制し、乗り心地の悪化等を防止することが望ましい。一方、三相短絡は電力変換器 2 の故障時など、特殊な条件で行われることが想定される。そのため、三相短絡と PWM モードの切り替えでは過電流が抑制できれば十分である。これにより、PMSM 1 の適合作業を省力化することができる。

[0072] 図 9 は、従来の制御における三相開放から PWM モードへの切り替え時の電流波形を示した図である。 d 軸側の積分器 8 3 をロータ温度を考慮しない磁石磁束 K_e 、 q 軸側の積分器 9 3 を 0 で初期化した場合の、 d 軸電流、 q 軸電流、トルク及び三相交流電流の時間変化並びにゲートモードの切り替え

信号を示している。図 9 中の点線は、電力変換器 2 の三相開放から PWM モードへの切り替えタイミングを示している。

[0073] 図 9 に示されるように、切り替えタイミング後に d 軸電流値及び q 軸電流値の変動が大きくなっていることが分かる。これは、ロータ温度によって PMSM 1 の磁石磁束が変化するため、初期値として設定されている磁石磁束 K_e と差異が生じるためである。その結果、電力変換器 2 の出力電圧と PMSM 1 の電圧に差異が生じることに起因するトルク変動が生じる虞がある。したがって、トルク変動を防止するために、切り替えタイミング時に積分器 83、93 に対して、適切な初期値を設定する必要がある。

[0074] 図 10 は、本実施形態の変形例に係る制御での三相開放から PWM モードへの切り替え時の電流波形を示した図である。d 軸側の積分器 83 をロータ温度を考慮した場合の磁石磁束 K_e 、q 軸側の積分器 93 を q 軸磁束推定値 ϕ_{qc} ($=0$) で初期化した場合の、d 軸電流、q 軸電流、トルク及び三相交流電流の時間変化並びにゲートモードの切り替え信号を示している。図 10 に示されるように、本実施形態に係る制御装置により、電力変換器 2 の切り替え後の d 軸電流及び q 軸電流の変化が抑制される。これにより、急激なトルク変動に起因する乗り心地の悪化等の発生を抑制することができる。

[0075] なお、dq 軸磁束推定部 23 は、PMSM 1 のロータ温度を考慮した 3 次元テーブルに基づき、PMSM 1 の d 軸及び q 軸の磁束値を推定する構成としてもよい。これにより、モータの適合作業は増えるものの、ロータ温度を考慮できるため、電力変換器 2 の駆動状態の変化による過電流やトルク変動等をより正確に防止することができる。

[0076] さらに、ロータ温度情報が取得できない場合、ロータ温度が所定値として積分器を初期化する構成としてもよい。これにより、ロータ温度が取得できない場合であっても、電力変換器 2 の駆動状態の変化による過電流やトルク変動等を防止することができる。

[0077] 以上説明した本実施形態をまとめると以下の通りである。

[0078] 同期機に電力を供給する電力変換器を制御する同期機制御装置であって、

同期機の電流指令値から第一磁束指令値を演算する第一磁束指令演算部と、同期機の電流検出値から同期機の d 軸及び q 軸の磁束値を推定する磁束推定部と、第一磁束指令値と磁束値が一致するように電力変換器の電圧指令値を作成する電圧演算部と、積分器を用いて、第一磁束指令値と磁束値が一致するように d 軸側及び q 軸側の第二磁束指令値をそれぞれ演算する第二磁束指令演算部と、を備え、積分器は、電力変換器の駆動状態が切り変わるときに、d 軸側が d 軸磁束値、前記 q 軸側が q 軸磁束値で初期化される。これにより、電力変換器の駆動状態の変化による過電流等を防止することができる。

[0079] さらに、積分制御器は、電力変換器の駆動状態が切り変わるときに、切り替わり前の駆動状態により初期化される値が異なる構成としてもよい。これにより、積分器を適切な値により初期化することができるため、電力変換器の駆動状態の変化によるトルク変動等をより正確に防止することができる。

[0080] さらに、前記切り替わり前の駆動状態が三相開放のときは、d 軸側が前記同期機のロータの温度に基づき求められる値で初期化される構成としてもよい。これにより、電力変換装置が三相開放から PWM モードに切り替わるときの急激なトルク変動に起因する乗り心地の悪化等を防止することができる。

[0081] さらに、切り替わり前の駆動状態が三相短絡のときは、d 軸側が d 軸磁束値、前記 q 軸側が q 軸磁束値で初期化され、切り替わり前の駆動状態が三相開放のときは、d 軸側が同期機のロータの温度を考慮した磁石磁束 K_e 、q 軸側が q 軸磁束値で初期化される構成としてもよい。これにより、電力変換器の駆動状態の変化による過電流等をより正確に防止することができる。

[0082] さらに、磁束推定部は、同期機のロータ温度を考慮した 3 次元テーブルに基づき、同期機の d 軸及び q 軸の磁束値を推定する構成としてもよい。これにより、ロータ温度を考慮できるため、電力変換器の駆動状態の変化による過電流やトルク変動等をより正確に防止することができる。

[0083] さらに、ロータ温度情報が取得できない場合、ロータ温度が所定値として前記積分器を初期化する構成としてもよい。これにより、ロータ温度が取得

できない場合であっても、電力変換器の駆動状態の変化による過電流やトルク変動等を防止することができる。

[0084] なお、本発明は前述した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、前述した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置き換えをすることが可能である。

[0085] 例えば、制御対象の同期機は、PMSMに限らず、同期リラクタンスモータ、永久磁石同期発電機、巻線界磁型同期電動機、巻線界磁型同期発電機などでもよい。

[0086] また、PMSMは、埋込磁石型および表面磁石型のいずれでもよいし、外転型および内転型のいずれでもよい。

[0087] また、インバータ主回路を構成する半導体スイッチング素子は、IGBTに限らず、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) などでもよい。

[0088] また、上記各実施形態による同期機制御装置は、同期機、同期機を駆動する電力変換器および電力変換器を制御する制御装置を備える各種の同期機駆動システムにおいて、この制御装置として適用できる。

符号の説明

[0089] 1 : PMSM、2 : 電力変換器、3 : 相電流検出器、4 : 磁極位置検出器、5 : 周波数演算部、6 : 直流電圧検出器、7 : 座標変換部、10 : 電圧ベクトル加算部、11 : 座標変換部、15 : d q 軸電圧指令演算部、19 : 電圧ベクトル演算部、21 : 第一 d q 軸磁束指令演算部、23 : d q 軸磁束推定部、25 : 第二 d q 軸磁束指令演算部、35 : 微分器、37 : 加算器、38 : 乗算器、39 : 加算器、44 : 加減算器、45 : 微分器、47 : 加算器、48 : 乗算器、49 : 加減算器、55 : 乗算器、57 : 乗算器、81 : 加減算器、83 : 積分器、85 : 積分ゲイン、87 : 比例ゲイン、89 : 加算

器、 9 1 : 加減算器、 9 3 : 積分器、 9 5 : 積分ゲイン、 9 7 : 比例ゲイン
、 9 8 : 加算器、 9 9 : 加算器、 1 8 3 : 積分器、 1 9 3 : 積分器。

請求の範囲

- [請求項1] 同期機に電力を供給する電力変換器を制御する同期機制御装置であって、
- 前記同期機の電流指令値から第一磁束指令値を演算する第一磁束指令演算部と、
- 前記同期機の電流検出値から前記同期機の d 軸及び q 軸の磁束値を推定する磁束推定部と、
- 前記第一磁束指令値と前記磁束値が一致するように前記電力変換器の電圧指令値を作成する電圧演算部と、
- 積分制御器を用いて、前記第一磁束指令値と前記磁束値が一致するように d 軸側及び q 軸側の第二磁束指令値をそれぞれ演算する第二磁束指令演算部と、を備え、
- 前記積分制御器は、前記電力変換器の駆動状態が切り変わる時に、
- 前記 d 軸側が d 軸磁束値、前記 q 軸側が q 軸磁束値で初期化されることを特徴とする同期機制御装置。
- [請求項2] 請求項 1 に記載の同期機制御装置であって、
- 前記積分制御器は、前記電力変換器の駆動状態が切り変わる時に、切り替わり前の駆動状態により初期化される値が異なることを特徴とする同期機制御装置。
- [請求項3] 請求項 2 に記載の同期機制御装置であって、
- 前記切り替わり前の駆動状態が三相開放のときは、前記 d 軸側が磁石磁束で初期化されることを特徴とする同期機制御装置。
- [請求項4] 請求項 2 に記載の同期機制御装置であって、
- 前記切り替わり前の駆動状態が三相短絡のときは、前記 d 軸側が d 軸磁束値、前記 q 軸側が q 軸磁束値で初期化され、
- 前記切り替わり前の駆動状態が三相開放のときは、前記 d 軸側が前記同期機のロータの温度を考慮した磁石磁束、前記 q 軸側が q 軸磁束

値で初期化されることを特徴とする同期機制御装置。

[請求項5]

請求項 1 に記載の同期機制御装置であって、

前記磁束推定部は、前記同期機のロータ温度を考慮した 3 次元テーブルに基づき、

前記同期機の d 軸及び q 軸の磁束値を推定することを特徴とする同期機制御装置。

[請求項6]

請求項 4 または 5 に記載の同期機制御装置であって、

前記ロータ温度情報が取得できない場合、前記ロータ温度が所定値として前記積分制御器を初期化することを特徴とする同期機制御装置

。

[図2]

図 2

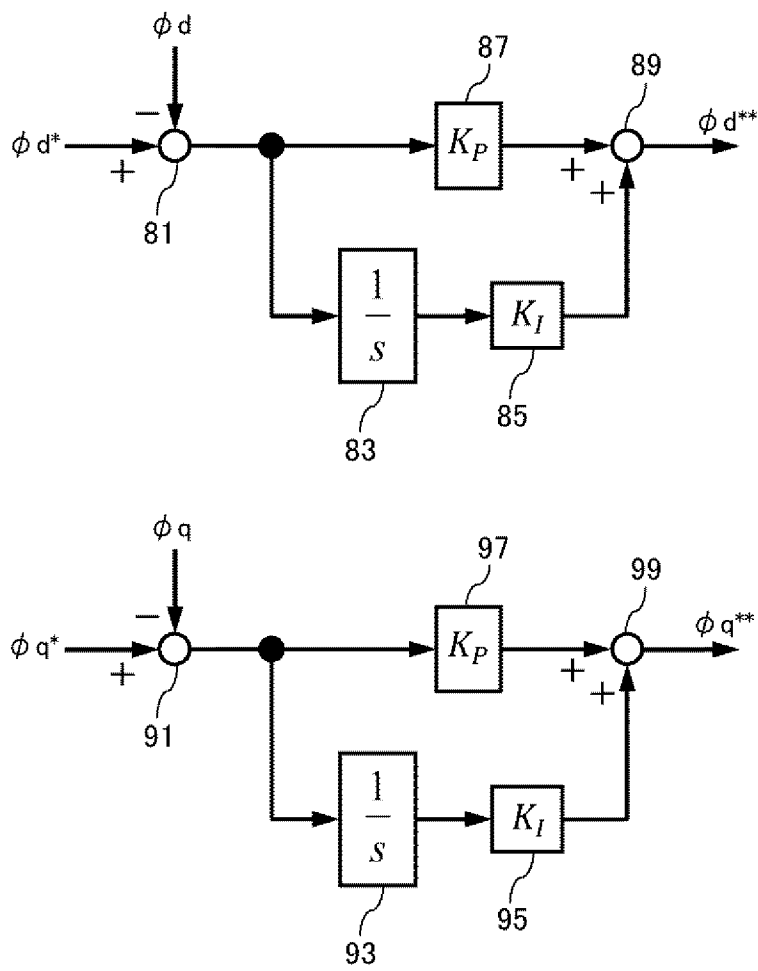
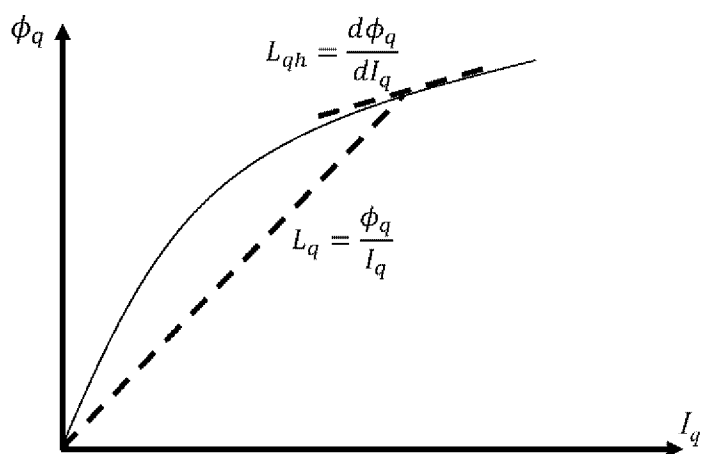
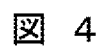
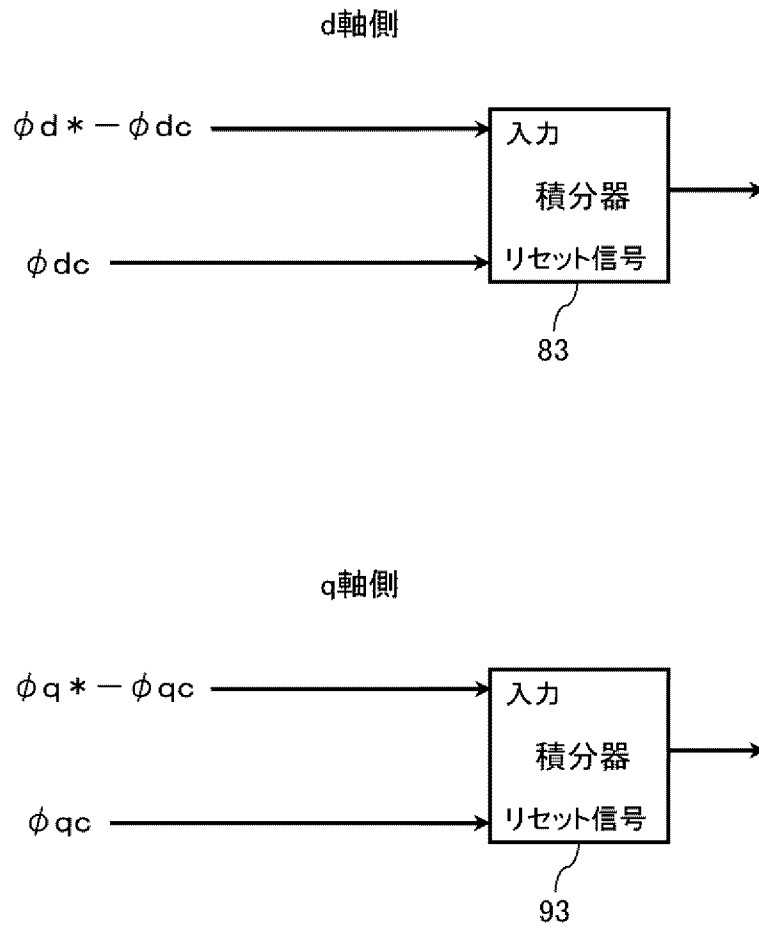


图 3



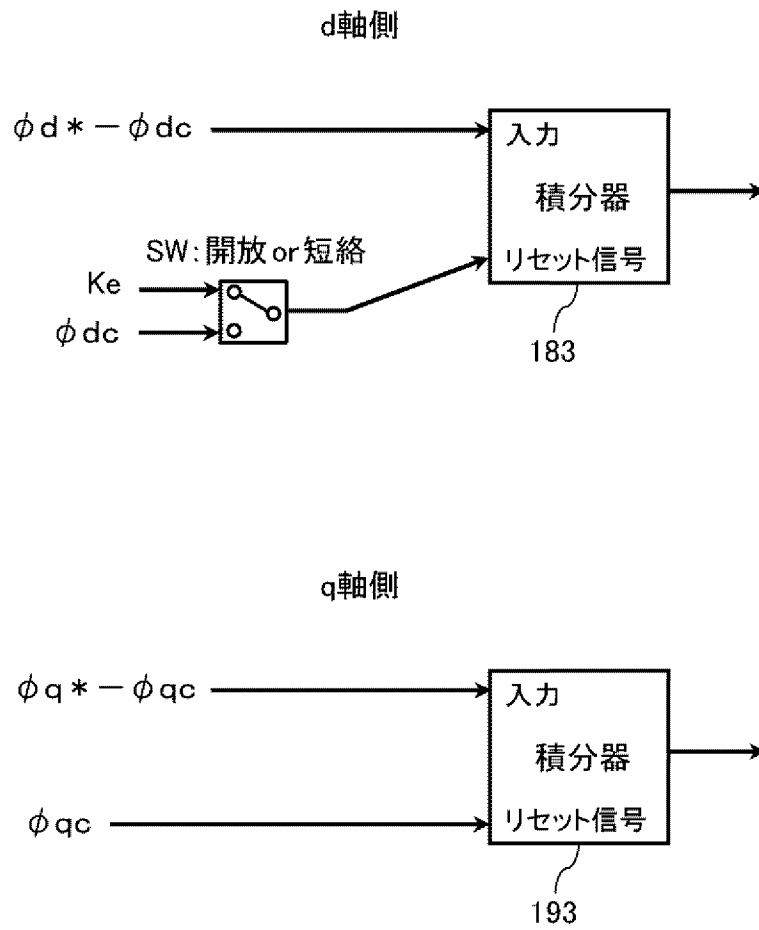
[図5]

図 5



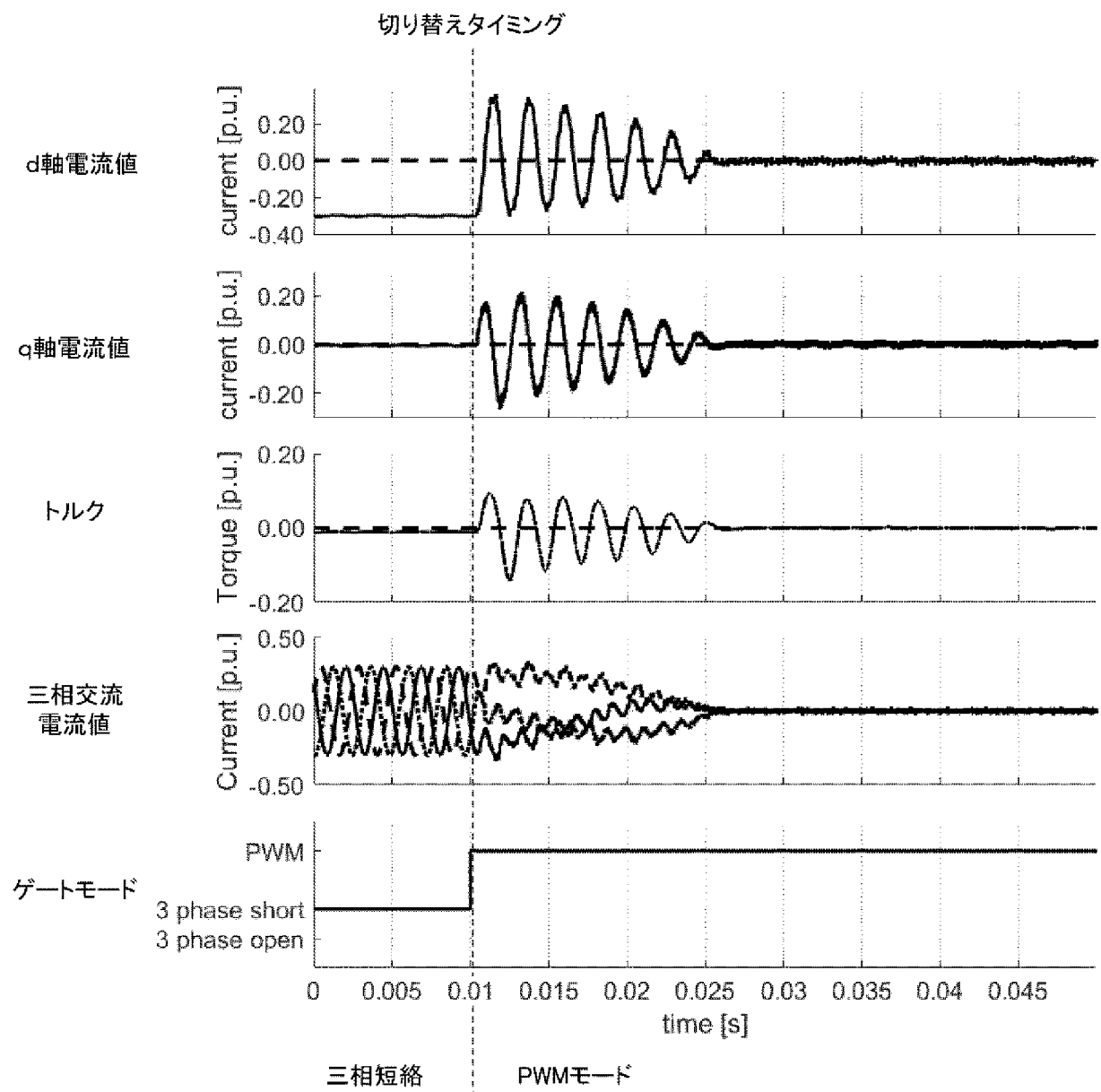
[図6]

図 6



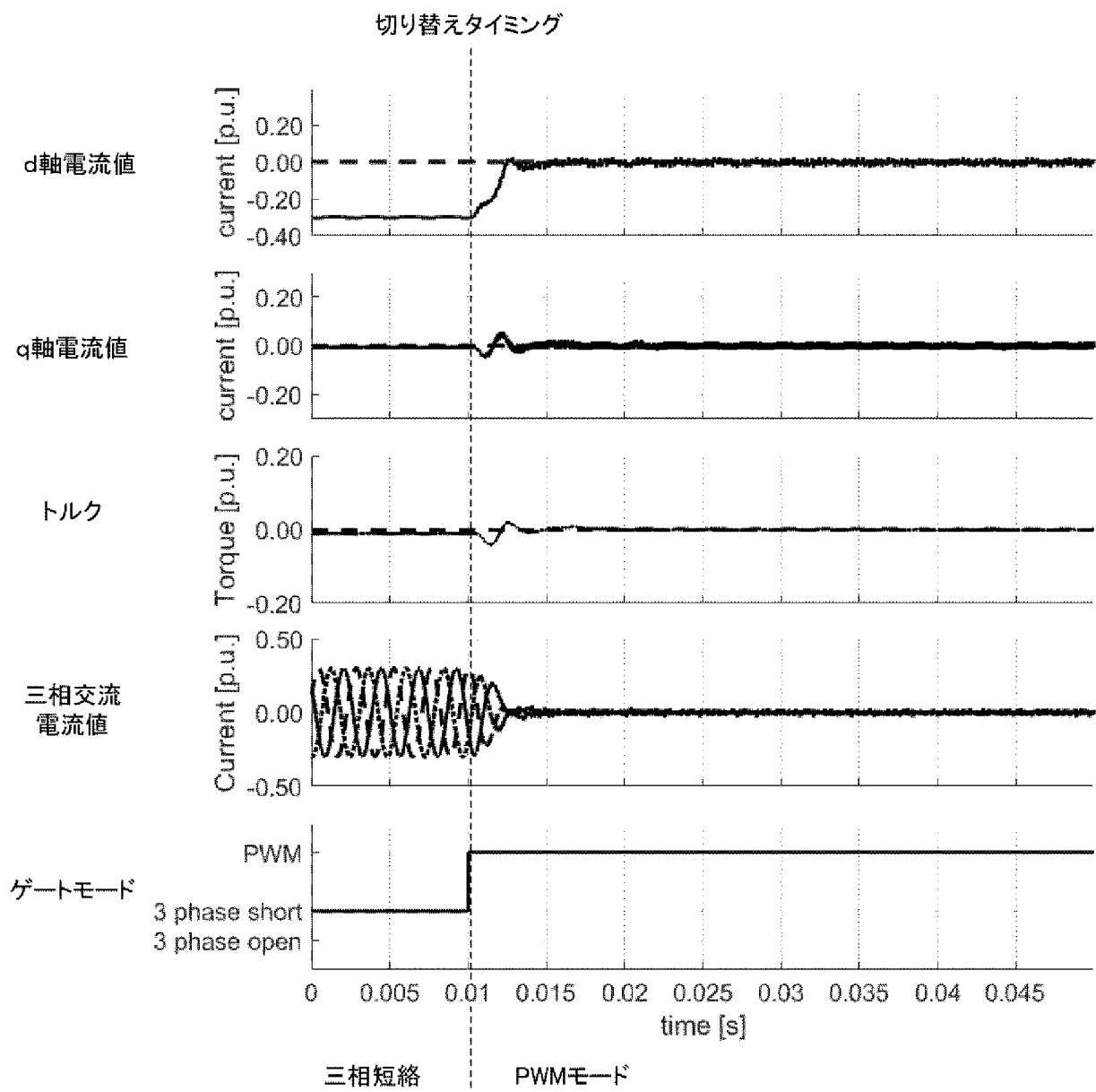
[図7]

図 7



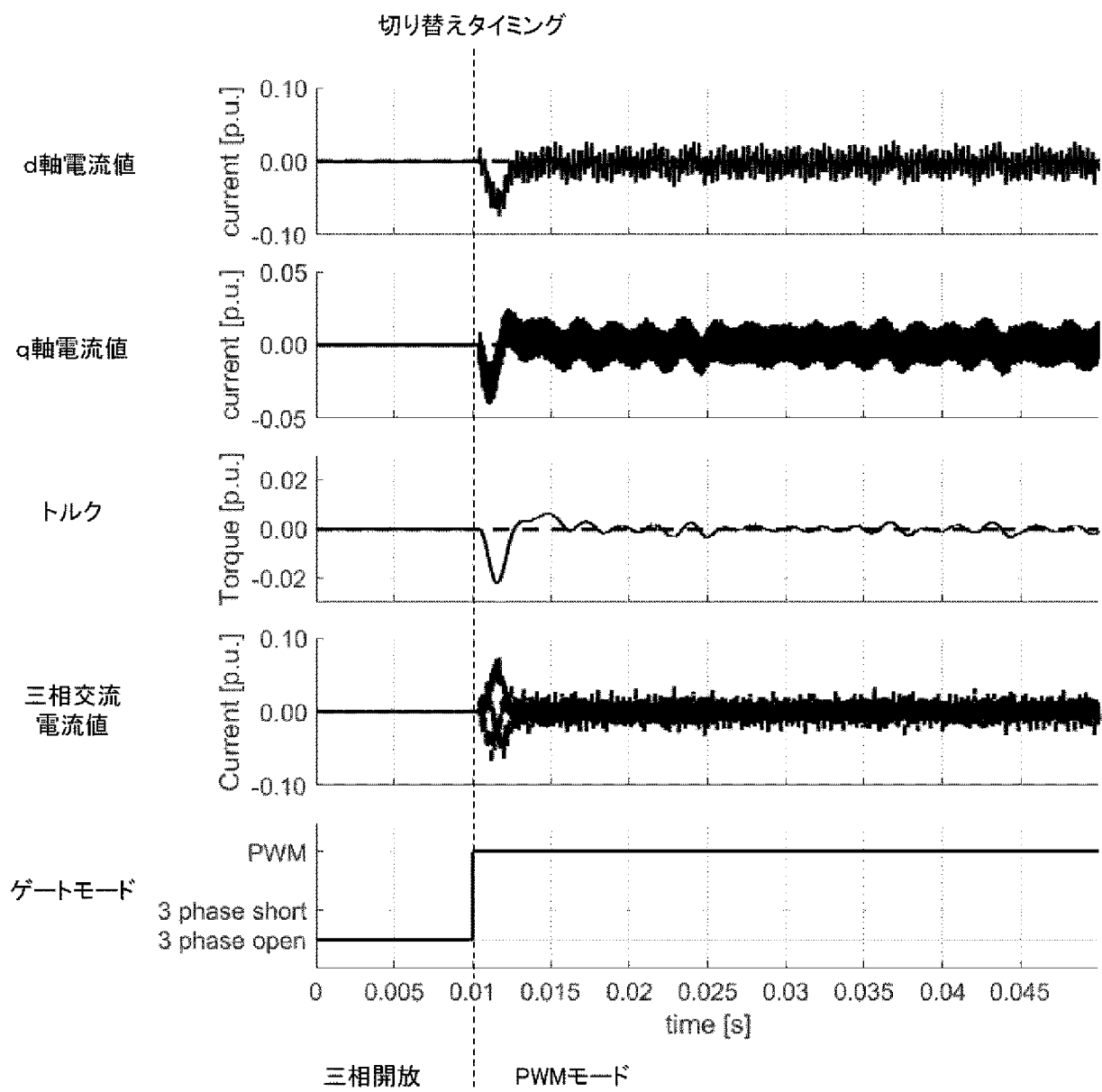
[図8]

図 8



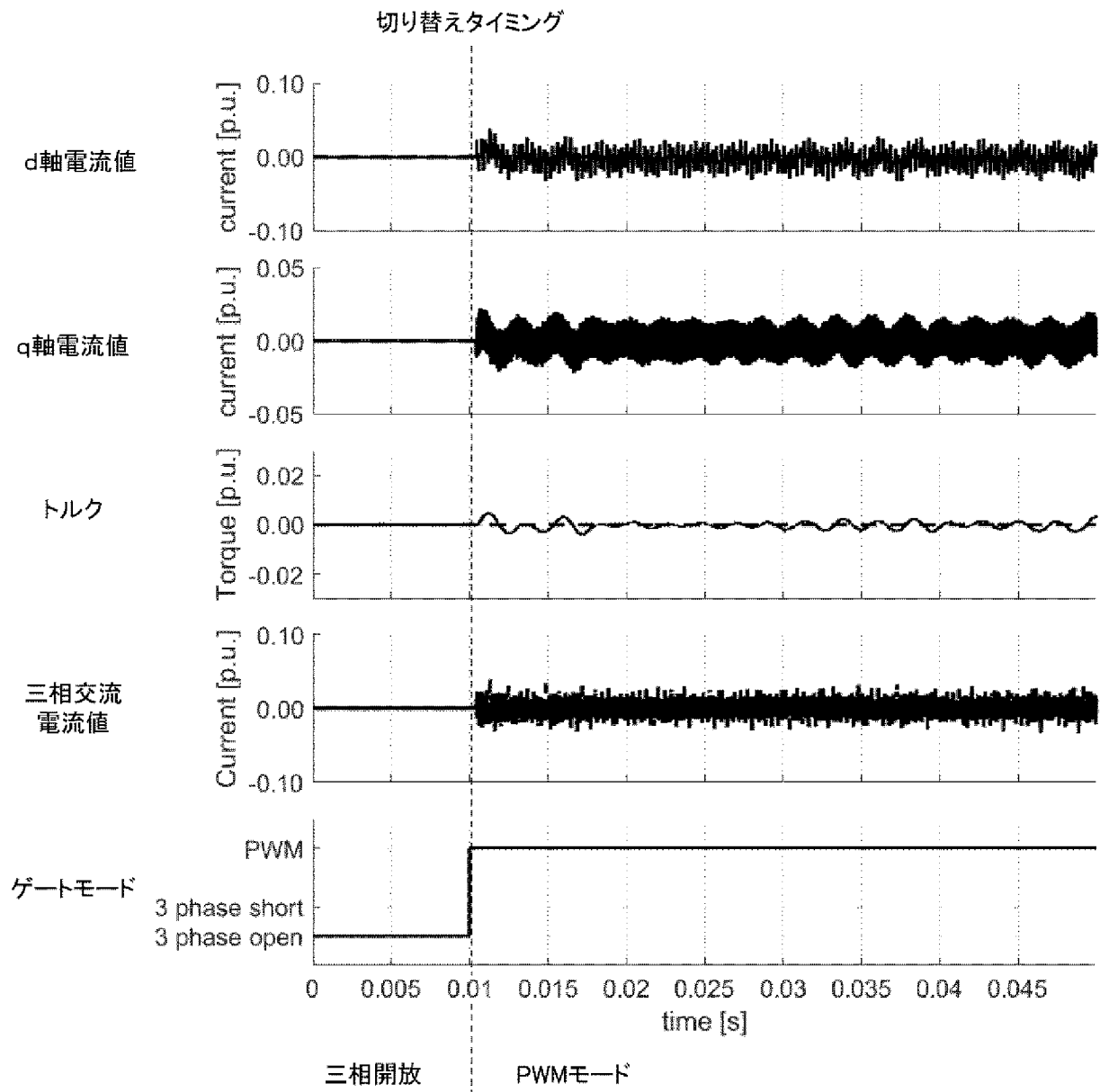
[図9]

図 9



[図10]

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/006578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02P 21/05**(2006.01)i

FI: H02P21/05

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)

H02P21/05

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2021-151003 A (HITACHI ASTEMO, LTD.) 27 September 2021 (2021-09-27) paragraphs [0018]-[0042], [0053], fig. 1-3	1-2, 5-6
A		3-4
Y	JP 2022-170646 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 10 November 2022 (2022-11-10) paragraphs [0070]-[0085], [0104]-[0110], [0128]-[0130], [0148]-[0150], fig. 1, 4, 7	1-2, 5-6
A	JP 2021-22965 A (HITACHI, LTD.) 18 February 2021 (2021-02-18) paragraphs [0015]-[0034], [0076]-[0087], fig. 1-4, 12-14	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 March 2023

Date of mailing of the international search report

11 April 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/006578

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2021-151003	A	27 September 2021	CN	115066833	A	
JP	2022-170646	A	10 November 2022	US	2022/0352837	A1	
				paragraphs [0097]-[0112], [0123]-[0124], [0134]-[0136], [0149]-[0151], fig. 1, 4, 7			
				CN	115347833	A	
JP	2021-22965	A	18 February 2021	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02P 21/05(2006.01)i FI: H02P21/05										
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）） H02P21/05 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
Y	JP 2021-151003 A（日立Astemo株式会社）27.09.2021（2021 - 09 - 27） 段落[0018]-[0042], [0053], 図1-3	1-2, 5-6								
A		3-4								
Y	JP 2022-170646 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）10.11.2022（2022 - 11 - 10） 段落[0070]-[0085], [0104]-[0110], [0128]-[0130], [0148]-[0150], 図1, 4, 7	1-2, 5-6								
A	JP 2021-22965 A（株式会社日立製作所）18.02.2021（2021 - 02 - 18） 段落[0015]-[0034], [0076]-[0087], 図1-4, 12-14	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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 27.03.2023		国際調査報告の発送日 11.04.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 柏崎 翔 3V 4788 電話番号 03-3581-1101 内線 3357								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/006578

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2021-151003	A	27.09.2021	CN	115066833	A	
JP	2022-170646	A	10.11.2022	US	2022/0352837	A1	
				段落[0097]-[0112], [0123]-[0124], [0134]- [0136], [0149]-[0151], 図 1, 4, 7			
				CN	115347833	A	
JP	2021-22965	A	18.02.2021	(ファミリーなし)			