

(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
2017 年 9 月 8 日(08.09.2017)



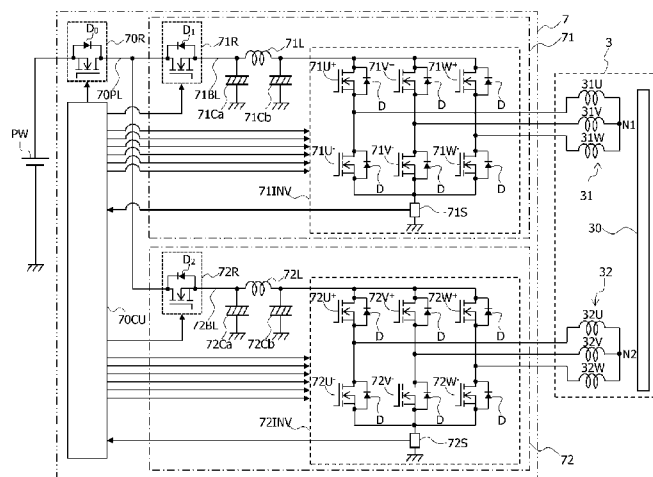
(10) 国際公開番号

WO 2017/150070 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 29/028 (2016.01) H02P 25/22 (2006.01)
H02P 7/28 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/003929
- (22) 国際出願日: 2017 年 2 月 3 日(03.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-039719 2016 年 3 月 2 日(02.03.2016) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5
2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 坂下 登美夫(SAKASHITA, Tomio); 〒
3720023 群馬県伊勢崎市粕川町 1 6 7 1 番地 1
日立オートモティブシステムズ株式会社内
Gunma (JP).
- (74) 代理人: 小川 護晃, 外(OGAWA, Moriaki et al.);
〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目 1 3 番
5 号赤坂エイトワンビル 7 階 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, 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.
- (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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MOTOR DRIVING DEVICE

(54) 発明の名称: モータ駆動装置



(57) Abstract: A motor driving device (7) that drives a motor (3) having two winding sets (31, 32) is provided with: semiconductor switches (71R, 72R) that are provided, respectively, in two current passing systems (71, 72), which include respective driving circuits (71INV, 72INV) connected to the corresponding winding sets on a one-to-one basis, such that each of the semiconductor switches is disposed between the driving circuit and a power source PW; and a semiconductor switch (70R) through which the power source (PW) and each of the semiconductor switches (71R, 72R) are connected to each other in series. A parasitic diode (D₁) of the semiconductor switch (71R) causes current to pass from the driving circuit (71INV) to the semiconductor switch (70R). A parasitic diode (D₂) of the semiconductor switch (72R) causes current to pass from the driving circuit (72INV) to the semiconductor switch (70R). A parasitic diode (D₀) of the semiconductor switch (70R) causes current to pass from the power source (PW) to the semiconductor switches (71R, 72R).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/150070 A1



2つの巻線組(31, 32)を有するモータ(3)を駆動するモータ駆動装置(7)は、各巻線組と一対一で接続された駆動回路(71INV, 72INV)を1つずつ含む2つの通電系統(71, 72)において、駆動回路と電源PWとの間で通電系統毎に1つずつ設けられた半導体スイッチ(71R, 72R)と、電源(PW)と半導体スイッチ(71R, 72R)とを直列接続する半導体スイッチ(70R)と、を備え、半導体スイッチ(71R)の寄生ダイオード(D₁)が駆動回路(71INV)から半導体スイッチ(70R)へ導通し、半導体スイッチ(72R)の寄生ダイオード(D₂)が駆動回路(72INV)から半導体スイッチ(70R)へ導通し、半導体スイッチ(70R)の寄生ダイオード(D₀)が電源(PW)から半導体スイッチ(71R, 72R)へ導通する。

明 細 書

発明の名称： モータ駆動装置

技術分野

[0001] 本発明は、モータを駆動するモータ駆動装置に関する。

背景技術

[0002] 従来のモータ駆動装置として、1つのモータ内で互いに独立した複数の巻線組を駆動する駆動回路が巻線組毎に設けられ、かかる駆動回路を1つずつ含んで複数の通電系統を構成するものが知られている。

[0003] 例えば、特許文献1の電動パワーステアリング装置に用いられるモータ駆動装置では、バッテリー電源と各駆動回路との間で通電系統毎に2つの半導体スイッチを直列接続して構成された電源リレーを設けて、通電系統に異常が発生した場合には当該通電系統の電源リレーをオフ状態にして、下流の駆動回路に対する電力供給を遮断するフェールセーフ処理を行っている。

[0004] このようなモータ駆動装置に設けられる各通電系統の電源リレーでは、オフ状態であっても、バッテリー電源が極性を逆にしてモータ駆動装置に誤接続された場合に閉回路の形成によって短絡電流が流れないように、2つの半導体スイッチを、それらの寄生ダイオードの順方向が互いに逆向きになるように配置している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-215040号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、異常が発生した異常通電系統においても、外力等によりモータのロータが回転すると逆起電圧が加わるが、発生した逆起電圧をバッテリー電源へ回生して異常通電系統における回路素子の故障を抑制するためには、異常通電系統の電源リレーのうち寄生ダイオードの順方向がバッテリー電源から

駆動回路へ向かう方の半導体スイッチをオン状態にする制御が必要となり、フェールセーフ処理が複雑化するという問題がある。

[0007] また、電源リレーが通電系統毎に2つの半導体スイッチで構成されているため、部品点数の削減によりコスト及び実装面積を低減したいという要請がある。

[0008] そこで、本発明は以上のような問題点に鑑み、各通電系統に設けられた電源リレーの制御を特別に行うことなく逆起電圧の回生を可能にし、かつ、電源リレーの部品点数を低減したモータ駆動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

[0009] このため、本発明に係るモータ駆動装置は、複数の巻線組を有するモータを駆動するものであって、複数の巻線組と一対一で接続された複数の駆動回路を1つずつ含む複数の通電系統と、複数の通電系統において、複数の駆動回路と電源との間で通電系統毎に1つずつ設けられた複数の第1半導体スイッチと、電源と複数の第1半導体スイッチとを直列接続する1つの第2半導体スイッチと、を備え、複数の第1半導体スイッチの寄生ダイオードが、それぞれ、複数の駆動回路から第2半導体スイッチへ向かう方向の電流を導通させ、第2半導体スイッチの寄生ダイオードが、電源から第1半導体スイッチへ向かう方向の電流を導通させる。

発明の効果

[0010] 本発明のモータ駆動装置によれば、各通電系統に設けられた電源リレーの制御を特別に行うことなく逆起電圧の回生が可能となり、かつ、電源リレーの部品点数を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の第1実施形態に係るモータ駆動装置を適用した電動パワーステアリングシステムの一例を示す概略図である。

[図2]同モータ駆動装置を示す回路ブロック図である。

[図3]同モータ駆動装置に第1半導体スイッチング素子がない場合における電

源逆接状態を示す回路図である。

[図4]同モータ駆動装置の逆起電圧回生を示す回路ブロック図である。

[図5]同モータ駆動装置の第1変形例の内部構成を示す回路ブロック図である。

。

[図6]同モータ駆動装置の第2変形例の内部構成を示す回路ブロック図である。

。

[図7]同モータ駆動装置の第3変形例の内部構成を示す回路ブロック図である。

。

[図8]本発明の第2実施形態に係るモータ駆動装置を示す回路ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、添付された図面を参照し、本発明を実施するための実施形態について詳述する。

図1は、本発明の第1実施形態に係るモータ駆動装置を適用した電動パワーステアリングシステムの一例を示す。

[0013] 車両1に備えられ、運転者のステアリング操作による操舵を補助する電動パワーステアリングシステム2は、操舵補助力の発生源としてのモータ3、操作手段としてのステアリングホイール4、操舵トルクセンサ5、操舵角度センサ6、モータ3を駆動するモータ駆動装置7、及び、モータ3の回転を減速してステアリングシャフト8（ピニオンシャフト）に伝達する減速機9を備えている。操舵トルクセンサ5、操舵角度センサ6及び減速機9は、ステアリングシャフト8を内包するステアリングコラム10内に設けられる。

[0014] ステアリングシャフト8の先端にはピニオンギア11が設けられていて、このピニオンギア11が回転すると、ラックギア12が車両1の進行方向に対して左右に水平移動する。ラックギア12の両端にはそれぞれ車輪13の操舵機構14が設けられており、ラックギア12が水平移動することで車輪13の向きが変えられる。

[0015] 操舵トルクセンサ5は、車両1の運転者がステアリング操作を行うことで

ステアリングシャフト 8 に発生する操舵トルクを検出し、検出した操舵トルクの検出信号 S T をモータ駆動装置 7 に出力する。

操舵角度センサ 6 は、車両 1 の運転者がステアリング操作を行うことでステアリングホイール 4 を回転させたときのステアリングシャフト 8 の回転角度を操舵角度として検出し、検出した操舵角度の検出信号 S A をモータ駆動装置 7 に出力する。

[0016] モータ駆動装置 7 は、操舵トルク信号 S T、操舵角度信号 S A、車速センサ 15 が出力する車速の信号 V S P 等の入力信号に基づいて、運転者のステアリング操作による操舵を補助するために必要な操舵補助力を演算する。そして、モータ駆動装置 7 は、演算された操舵補助力に応じてモータ 3 を駆動させる。

[0017] 図 2 は、モータ 3 及びモータ駆動装置 7 の内部構成の一例を示す。

モータ 3 は、3 相ブラシレスモータであり、U 相コイル 3 1 U、V 相コイル 3 1 V、W 相コイル 3 1 W の 3 相巻線からなる巻線組 3 1、及び、U 相コイル 3 2 U、V 相コイル 3 2 V、W 相コイル 3 2 W の 3 相巻線からなる巻線組 3 2 の互いに独立した 2 組の巻線組を含むステータ（図示省略）と、このステータの中央部に回転可能に備えられた永久磁石回転子としてのロータと、を有している。巻線組 3 1 及び巻線組 3 2 は、絶縁された状態でステータに巻き回され、磁気回路を共有している。

[0018] 巻線組 3 1 における U 相コイル 3 1 U、V 相コイル 3 1 V、W 相コイル 3 1 W は、それぞれの一端が中性点 N 1 で電氣的に接続されてスター状に結線され、巻線組 3 2 における U 相コイル 3 2 U、V 相コイル 3 2 V、W 相コイル 3 2 W は、それぞれの一端が中性点 N 2 で電氣的に接続されてスター状に結線されている。なお、3 相のコイルをデルタ状に結線したモータであっても、本実施形態に係るモータ駆動装置 7 を適用可能である。

[0019] モータ駆動装置 7 は、直流電源 P W の高電位側から延びる電源線 7 0 P L より分岐した給電線 7 1 B L により巻線組 3 1 へ電力を供給するための通電系統 7 1 と、電源線 7 0 P L より分岐した給電線 7 2 B L により巻線組 3 2

へ電力を供給するための通電系統 7 2 と、の 2 つの通電系統を有している。
通電系統 7 1 には、巻線組 3 1 を駆動する駆動回路 7 1 I N V が給電線 7 1 B L と接続されて備えられ、通電系統 7 2 には、巻線組 3 2 を駆動する駆動回路 7 2 I N V が給電線 7 2 B L と接続されて備えられている。

[0020] 駆動回路 7 1 I N V では、給電線 7 1 B L とグラウンドとの間において、直列接続された上アーム側のスイッチング素子 7 1 U⁺及び下アーム側のスイッチング素子 7 1 U⁻と、直列接続された上アーム側のスイッチング素子 7 1 V⁺及び下アーム側のスイッチング素子 7 1 V⁻と、直列接続された上アーム側のスイッチング素子 7 1 W⁺及び下アーム側のスイッチング素子 7 1 W⁻と、が並列に接続されて、3 相ブリッジ回路を構成している。

[0021] 駆動回路 7 2 I N V では、給電線 7 2 B L とグラウンドとの間において、直列接続された上アーム側のスイッチング素子 7 2 U⁺及び下アーム側のスイッチング素子 7 2 U⁻と、直列接続された上アーム側のスイッチング素子 7 2 V⁺及び下アーム側のスイッチング素子 7 2 V⁻と、直列接続された上アーム側のスイッチング素子 7 2 W⁺及び下アーム側のスイッチング素子 7 2 W⁻と、が並列に接続されて、3 相ブリッジ回路を構成している。

[0022] 駆動回路 7 1 I N V において、一端が中性点 N 1 で接続される、U 相コイル 3 1 U、V 相コイル 3 1 V 及び W 相コイル 3 1 W の各他端は、U 相コイル 3 1 U がスイッチング素子 7 1 U⁺及びスイッチング素子 7 1 U⁻の間に接続され、V 相コイル 3 1 V がスイッチング素子 7 1 V⁺及びスイッチング素子 7 1 V⁻の間に接続され、W 相コイル 3 1 W がスイッチング素子 7 1 W⁺及びスイッチング素子 7 1 W⁻の間に接続されている。

[0023] 駆動回路 7 2 I N V において、一端が中性点 N 2 で接続される、U 相コイル 3 2 U、V 相コイル 3 2 V 及び W 相コイル 3 2 W の各他端は、U 相コイル 3 2 U がスイッチング素子 7 2 U⁺及びスイッチング素子 7 2 U⁻の間に接続され、V 相コイル 3 2 V がスイッチング素子 7 2 V⁺及びスイッチング素子 7 2 V⁻の間に接続され、W 相コイル 3 2 W がスイッチング素子 7 2 W⁺及びスイッチング素子 7 2 W⁻の間に接続されている。

- [0024] スイッチング素子 $71U^+$, $71U^-$, $71V^+$, $71V^-$, $71W^+$, $71W^-$, $72U^+$, $72U^-$, $72V^+$, $72V^-$, $72W^+$, $72W^-$ は、それぞれ、その制御端子に制御信号を入力することでオン・オフ動作する半導体素子であり、モータ 3 による逆起電圧を直流電源 PW に回生するためのダイオード D が逆並列に接続されている。ダイオード D は、スイッチング素子 $71U^+$, $71U^-$, $71V^+$, $71V^-$, $71W^+$, $71W^-$, $72U^+$, $72U^-$, $72V^+$, $72V^-$, $72W^+$, $72W^-$ が、MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) 等、製造過程で必然的に形成される寄生ダイオードを有する半導体素子であれば、その寄生ダイオードで代用してもよい。
- [0025] なお、スイッチング素子 $71U^+$, $71U^-$, $71V^+$, $71V^-$, $71W^+$, $71W^-$, $72U^+$, $72U^-$, $72V^+$, $72V^-$, $72W^+$, $72W^-$ のオン状態とは、これらスイッチング素子を通して電流が流れる通電状態をいい、スイッチング素子 $71U^+$, $71U^-$, $71V^+$, $71V^-$, $71W^+$, $71W^-$, $72U^+$, $72U^-$, $72V^+$, $72V^-$, $72W^+$, $72W^-$ のオフ状態とは、これらスイッチング素子を通した電流の流通が遮断される遮断状態をいうものとする。後述の半導体スイッチについても同様である。
- [0026] 駆動回路 $71INV$ は、下アーム側のスイッチング素子 $71U^-$, $71V^-$, $71W^-$ からグランドに向けて流れる電流、すなわち、巻線組 31 に流れる電流の検出信号を出力する電流センサ $71S$ を備えている。電流センサ $71S$ は、例えば、シャント抵抗を含み、シャント抵抗の両端間の電位差に相当する電圧を巻線組 31 に流れる電流の検出信号として出力する。
- [0027] 駆動回路 $72INV$ は、下アーム側のスイッチング素子 $72U^-$, $72V^-$, $72W^-$ からグランドに向けて流れる電流、すなわち、巻線組 32 に流れる電流の検出信号を出力する電流センサ $72S$ を備えている。電流センサ $72S$ は、例えば、シャント抵抗を含み、シャント抵抗の両端間の電位差に相当する電圧を巻線組 32 に流れる電流の検出信号として出力する。
- [0028] 通電系統 71 において、給電線 $71BL$ には、コイル $71L$ とこのコイル

71Lの両端をそれぞれグランドに接続する2つの電解コンデンサ71Ca, 71Cbとで構成された π 型ローパスフィルタが設けられ（介装され）ている。また、通電系統72において、給電線72BLには、コイル72Lとこのコイル72Lの両端をそれぞれグランドに接続する2つの電解コンデンサ72Ca, 72Cbとで構成された π 型のローパスフィルタが設けられている。これらローパスフィルタは、直流電源PWから駆動回路71INV及び駆動回路72INVへ流れる電源電流において、所定の遮断周波数より高い周波数の成分を減衰させて遮断するものである。

[0029] モータ駆動装置7は、CPU（Central Processing Unit）やマイクロプロセッサ等の演算手段、ROM（Read Only Memory）やRAM（Random Access Memory）等の記憶手段を備えた制御器（コントローラ）70CUを有している。この制御器70CUが、前述のように、各種入力信号に基づいて、運転者のステアリング操作による操舵を補助するために必要な操舵補助力（目標操舵補助力）を演算し、目標操舵補助力に応じて駆動回路71INV及び駆動回路72INVを制御することで、モータ3を駆動させる。

[0030] なお、本実施形態において、制御器70CUにおける各種演算処理は、演算手段が記憶手段に予め記憶されたプログラムを読み込んで実行するものとして説明する。ただし、これに限らず、ハードウェアの構成により各演算処理の一部又は全部を実現することも可能である。

[0031] 制御器70CUは、後述のように異常診断機能によって通電系統71及び通電系統72等が正常と診断されている通常時、駆動回路71INV及び駆動回路72INVの2つの駆動回路の出力電流を合計した総出力電流により、目標操舵補助力に相当するトルクをモータ3に発生させる。通常時における駆動回路71INVと駆動回路72INVとの出力電流比率の値は、予めROM等の記憶手段に記憶され、例えば、50%対50%に設定される。

[0032] 制御器70CUは、目標操舵補助力に応じて、モータ3に流す目標総出力電流を演算する。例えば、目標操舵補助力と目標総出力電流とを予め関連付けたデータテーブルをROM等に記憶して、このデータテーブルを参照して

、目標操舵補助力に応じた目標総出力電流を選択してもよい。これにより、制御器 70CU は、目標総出力電流と駆動回路 71INV 及び駆動回路 72INV の出力電流比率に基づいて、駆動回路 71INV の第 1 目標出力電流と駆動回路 72INV の第 2 目標出力電流とを演算する。

[0033] 制御器 70CU は、電流センサ 71S の検出信号に基づいて巻線組 31 に実際に流れる第 1 実電流を演算し、第 1 目標出力電流と第 1 実電流との偏差に基づいて、駆動回路 71INV の 6 つのスイッチング素子 71U⁺, 71U⁻, 71V⁺, 71V⁻, 71W⁺, 71W⁻ を例えば PWM (Pulse Width Modulation) 制御等で個別にオン・オフ動作させる 6 つの制御信号を生成する。そして、制御器 70CU は、これら 6 つの制御信号を各スイッチング素子の制御端子へ出力し、これによりモータ 3 のトルク制御を行う。

[0034] 制御器 70CU は、電流センサ 72S の検出信号に基づいて巻線組 32 に実際に流れる第 2 実電流を演算し、第 2 目標出力電流と第 2 実電流との偏差に基づいて、駆動回路 72INV の 6 つのスイッチング素子 72U⁺, 72U⁻, 72V⁺, 72V⁻, 72W⁺, 72W⁻ を例えば PWM 制御等で個別にオン・オフ動作させる 6 つの制御信号を生成する。そして、制御器 70CU は、これら 6 つの制御信号を各スイッチング素子の制御端子へ出力し、これによりモータ 3 のトルク制御を行う。

[0035] ここで、制御器 70CU は、モータ 3 のトルク制御だけでなく、例えば、電流センサ 71S により検出された第 1 実電流又は電流センサ 72S により検出された第 2 実電流が所定時間継続したときに過電流が発生していると診断する等、通電系統 71 及び巻線組 31、又は、通電系統 72 及び巻線組 32 に異常が発生しているか否かを診断する周知の異常診断機能を有している。

[0036] そして、モータ駆動装置 7 には、制御器 70CU の異常診断機能によって通電系統 71 及び巻線組 31、又は通電系統 72 及び巻線組 32 に異常が発生したと診断された異常時に、直流電源 PW から異常が発生した一方に対する電力供給を遮断するための電源リレーとして、半導体スイッチ（第 1 半導

体スイッチ)が通電系統毎に設けられている。具体的には、通電系統71では給電線71BLに半導体スイッチ71Rが設けられ(介装され)、通電系統72では給電線72BLに半導体スイッチ72Rが設けられ(介装され)ている。半導体スイッチ71R及び半導体スイッチ72Rは制御器70CUによって制御され、かかる制御は、車両1のイグニッションキーがオンとなったとき等、モータ3の発生トルクにより操舵補助力を発生させる可能性がある場合に開始される。なお、半導体スイッチ71R及び半導体スイッチ72Rは、制御開始前にはオフ状態となっている。

[0037] 半導体スイッチ71Rは、その制御端子に制御信号を入力することでオン・オフ動作し、製造過程で必然的に形成される寄生ダイオード D_1 を有するMOSFET等の半導体素子である。半導体スイッチ71Rの寄生ダイオード D_1 は、半導体スイッチ71Rがオフ状態でも、モータ3による逆起電圧を寄生ダイオード D_1 で直流電源PWへ回生すべく、駆動回路71INVから直流電源PWへ向かう方向の電流を導通させる。したがって、半導体スイッチ71Rにおける寄生ダイオード D_1 の順方向は駆動回路71INVから直流電源PWへ向かう。例えば、半導体スイッチ71RがNチャンネル型のMOSFETである場合には、ソース端子が駆動回路71INV側に接続され、ドレイン端子が直流電源PW側に接続される。

[0038] 半導体スイッチ72Rは、半導体スイッチ71Rと同様、寄生ダイオード D_2 を有するMOSFET等の半導体素子である。半導体スイッチ72Rの寄生ダイオード D_2 は、半導体スイッチ72Rがオフ状態でも、モータ3による逆起電圧を寄生ダイオード D_2 で直流電源PWへ回生すべく、駆動回路72INVから直流電源PWへ向かう方向の電流を導通させる。したがって、半導体スイッチ72Rにおける寄生ダイオード D_2 の順方向は駆動回路72INVから直流電源PWへ向かう。例えば、半導体スイッチ72RがNチャンネル型のMOSFETである場合には、ソース端子が駆動回路72INV側に接続され、ドレイン端子が直流電源PW側に接続される。

[0039] 制御器70CUは、異常診断機能により、例えば、通電系統71及び巻線

組 3 1 に異常が発生していると診断した場合には、フェールセーフ処理として、半導体スイッチ 7 1 R、及び、駆動回路 7 1 I N V のスイッチング素子 7 1 U⁺、7 1 U⁻、7 1 V⁺、7 1 V⁻、7 1 W⁺、7 1 W⁻に制御信号を出力してこれらをオフ状態にし、駆動回路 7 1 I N V 及び巻線組 3 1 への電力供給を遮断する。そして、制御器 7 0 C U は、正常と診断された通電系統 7 2 の駆動回路 7 2 I N V でモータ 3 が目標操舵補助力に相当するトルクを発生するように前述と同様のトルク制御を行う。出力電流比率は、運転者が操舵可能となるように 5 0 ~ 1 0 0 % の所定値に設定される。

[0040] 一方、制御器 7 0 C U は、異常診断機能により、例えば、通電系統 7 2 及び巻線組 3 2 に異常が発生していると診断した場合には、フェールセーフ処理として、半導体スイッチ 7 2 R、及び、駆動回路 7 2 I N V のスイッチング素子 7 2 U⁺、7 2 U⁻、7 2 V⁺、7 2 V⁻、7 2 W⁺、7 2 W⁻に制御信号を出力してこれらをオフ状態にし、駆動回路 7 2 I N V 及び巻線組 3 2 への電力供給を遮断する。そして、制御器 7 0 C U は、正常と診断された通電系統 7 1 の駆動回路 7 1 I N V でモータ 3 が目標操舵補助力に相当するトルクを発生するように前述と同様のトルク制御を行う。出力電流比率は、運転者が操舵可能となるように 5 0 ~ 1 0 0 % の所定値に設定される。

[0041] ところで、図 3 に示すように、バッテリー交換等により、直流電源 P W がモータ駆動装置 7 に対して誤って極性を逆にして逆接続された場合には、電源リレーとして、通電系統 7 1 に半導体スイッチ 7 1 R を設け、通電系統 7 2 に半導体スイッチ 7 2 R を設けただけでは、半導体スイッチ 7 1 R 及び半導体スイッチ 7 2 R、並びに、スイッチング素子 7 1 U⁺、7 1 U⁻、7 1 V⁺、7 1 V⁻、7 1 W⁺、7 1 W⁻、7 2 U⁺、7 2 U⁻、7 2 V⁺、7 2 V⁻、7 2 W⁺、7 2 W⁻が全てオフ状態であっても、閉回路が形成されて過大な短絡電流が発生してしまう。

[0042] すなわち、図 3 の破線矢印で示されるように、通電系統 7 1 では、逆接続された直流電源 P W からの電流は、グラウンドを介して駆動回路 7 1 I N V に流入し、下アーム側のスイッチング素子 7 1 U⁻、7 1 V⁻、7 1 W⁻から上ア

ーム側のスイッチング素子 7 1 U⁺, 7 1 V⁺, 7 1 W⁺へ向けてダイオード D を介して流れた後、半導体スイッチ 7 1 R のダイオード D₁ を流れて、直流電源 P W に戻ってしまう。また、通電系統 7 2 では、逆接続された直流電源 P W からの電流は、グラウンドを介して駆動回路 7 2 I N V に流入し、下アーム側のスイッチング素子 7 2 U⁻, 7 2 V⁻, 7 2 W⁻ から上アーム側のスイッチング素子 7 2 U⁺, 7 2 V⁺, 7 2 W⁺ へ向けてダイオード D を介して流れた後、半導体スイッチ 7 2 R のダイオード D₂ を流れて、直流電源 P W に戻ってしまう。

[0043] かかる直流電源 P W の逆接続を考慮して、特開 2 0 1 3 - 2 1 5 0 4 0 号公報に開示されるように、各通電系統における電源リレーとして 2 つの半導体スイッチを直列接続し、それらの寄生ダイオードの順方向を互いに逆向きとなるようにすることも考えられる。すなわち、通電系統 7 1 において、半導体スイッチ 7 1 R に追加の半導体スイッチを直列接続して 2 つの寄生ダイオードの順方向を互いに逆向きにし、通電系統 7 2 において、半導体スイッチ 7 2 R に追加の半導体スイッチを直列接続して 2 つの寄生ダイオードの順方向を互いに逆向きにする。しかし、このように半導体スイッチを追加した場合には、部品点数が 2 倍となってコスト及び実装面積が大幅に増加するだけでなく、フェールセーフ処理により電源リレーとして直列接続された 2 つの半導体スイッチをオフ状態にした通電系統において、モータ 3 の回転により加わる逆起電圧を直流電源 P W に回生すべく、追加の半導体スイッチを再度オン状態にする制御が必要となってフェールセーフ処理が複雑化してしまう。

[0044] そこで、モータ駆動装置 7 では、電源リレーとして、半導体スイッチ 7 1 R 及び半導体スイッチ 7 2 R に加えて、1 つの半導体スイッチ 7 0 R (第 2 半導体スイッチ) が電源線 7 0 P L に設けられ (介装され) ている。この半導体スイッチ 7 0 R は、半導体スイッチ 7 1 R 及び半導体スイッチ 7 2 R と直流電源 P W とを直列に接続している。半導体スイッチ 7 0 R は、半導体スイッチ 7 1 R 及び半導体スイッチ 7 2 R と同様に制御器 7 0 C U によって制

御され、かかる制御は、車両 1 のイグニッションキーがオンとなったとき等、モータ 3 の発生トルクにより操舵補助力を発生させる可能性がある場合に開始される。なお、半導体スイッチ 70R は、制御開始前にはオフ状態となっている。

[0045] 半導体スイッチ 70R は、半導体スイッチ 71R 及び半導体スイッチ 72R と同様に、その制御端子に制御器 70CU からの制御信号を入力することでオン・オフ動作し、製造過程で必然的に形成される寄生ダイオード D_0 を有する MOSFET 等の半導体素子である。

[0046] 半導体スイッチ 70R は、直流電源 PW の逆接続による閉回路の形成を防止すべく、寄生ダイオード D_0 が直流電源 PW から半導体スイッチ 71R 及び半導体スイッチ 72R へ向かう方向の電流を導通させるように電源線 70PL に接続される。したがって、半導体スイッチ 70R における寄生ダイオード D_0 の順方向は直流電源 PW から半導体スイッチ 71R 及び半導体スイッチ 72R へ向かう。例えば、半導体スイッチ 70R が N チャンネル型の MOSFET である場合には、ソース端子が直流電源 PW 側に接続され、ドレイン端子が半導体スイッチ 71R 及び半導体スイッチ 72R 側に接続される。

[0047] バッテリ交換の際に直流電源 PW がモータ駆動装置 7 に対して逆接続された場合には、制御器 70CU には正常な電圧が供給されず、制御器 70CU が動作しないため、半導体スイッチ 70R はオフ状態となっている。したがって、図 3 のように、バッテリ交換等で直流電源 PW が誤って逆接続された場合でも、オフ状態となっている半導体スイッチ 70R により、半導体スイッチ 71R の寄生ダイオード D_1 及び半導体スイッチ 72R の寄生ダイオード D_2 を通って直流電源 PW に戻ろうとする短絡電流を遮断することができる。

[0048] 次に、図 4 を参照して、モータ駆動装置 7 における逆起電圧回生作用について説明する。ここでは、制御器 70CU が、通電系統 71 及び巻線組 31 に異常が発生したと診断し、フェールセーフ処理として、半導体スイッチ 71R、及び、駆動回路 71INV のスイッチング素子 71U⁺、71U⁻、71V⁺、71V⁻、71W⁺、71W⁻ をオフ状態 (OFF) にしている。また

、制御器 70CU は、半導体スイッチ 70R 及び半導体スイッチ 72R をオン状態（ON）に維持するとともに、正常と診断された通電系統 72 の駆動回路 72INV の出力電流比率を 50～100% の所定値に再設定して、モータ 3 が目標操舵補助力に相当するトルクを発生するように、スイッチング素子 72U⁺、72U⁻、72V⁺、72V⁻、72W⁺、72W⁻ に制御信号を出力してオン・オフ動作を行わせている。

[0049] かかるモータ駆動装置 7 の動作状態において、外力による車輪の 13 の方向変化、あるいは、制御器 70CU による正常な通電系統 72 及び巻線組 32 を介したモータ 3 のトルク制御等に起因して、モータ 3 のロータ 30 が巻線組 31 及び巻線組 32 の各相コイルに対して相対回転した場合、ある回転位置では、巻線組 31 及び巻線組 32 の各相コイルに、図 4 に示すように、逆起電圧による電流（白抜き矢印）が発生しているものと仮定する。

[0050] まず、正常と診断された通電系統 72 及び巻線組 32 では、下アーム側のスイッチング素子 72V⁻、72W⁻ のダイオード D を通って巻線組 32 の V 相コイル 32V 及び W 相コイル 32W に流入した電流は、中性点 N2 を通って U 相コイル 32U を流れ、上アーム側のスイッチング素子 72U⁺ のダイオード D を通って、半導体スイッチ 72R まで流れる。半導体スイッチ 72R 及び半導体スイッチ 70R はいずれもオン状態であるので、逆起電圧による電流は半導体スイッチ 72R 及び半導体スイッチ 70R を通って直流電源 PW まで流れる。これにより、駆動回路 72INV におけるスイッチング素子 72U⁺、72U⁻、72V⁺、72V⁻、72W⁺、72W⁻ や、ローパスフィルタの電解コンデンサ 72Ca、72Cb 等、通電系統 72 における回路素子の故障が抑制される。

[0051] 一方、異常と診断された通電系統 71 及び巻線組 31 では、下アーム側のスイッチング素子 71V⁻、71W⁻ のダイオード D を通って巻線組 31 の V 相コイル 31V 及び W 相コイル 31W に流入した電流は、中性点 N1 を通って U 相コイル 31U を流れ、上アーム側のスイッチング素子 71U⁺ のダイオード D を通って、半導体スイッチ 71R まで流れる。半導体スイッチ 71R

はフェールセーフ処理によりオフ状態となっているが、逆起電圧による電流は半導体スイッチ71Rの寄生ダイオード D_1 を通り、オン状態となっている半導体スイッチ70Rを通して直流電源PWまで流れる。これにより、駆動回路71INVにおけるスイッチング素子71U⁺、71U⁻、71V⁺、71V⁻、71W⁺、71W⁻や、ローパスフィルタの電解コンデンサ71Ca、71Cb等、異常と診断された通電系統71における回路素子の故障も抑制される。

[0052] なお、半導体スイッチ70Rの寄生ダイオード D_0 はその順方向が直流電源PWから半導体スイッチ71R及び半導体スイッチ72Rへ向かうため、半導体スイッチ70Rがオフ状態であっても、直流電源PWから通電系統71及び通電系統72に向う電流が寄生ダイオード D_0 を通して流れてしまうとも考えられる。しかし、半導体スイッチ70Rがオフ状態であれば、モータ3の発生トルクにより操舵補助力を発生させる可能性がない場合あるいは制御器70CUが動作不能である場合等であるため、半導体スイッチ71R及び半導体スイッチ72Rもオフ状態となっている。このため、直流電源PWから通電系統71及び通電系統72へ向かう電流が半導体スイッチ70Rの寄生ダイオード D_0 を通して流れることは殆どない。

[0053] このような第1実施形態に係るモータ駆動装置7によれば、各通電系統に半導体スイッチ71R及び半導体スイッチ72Rを設け、これらと直流電源PWとを直列に接続する1つの半導体スイッチ70Rを設けて、これら3つの半導体スイッチ70R、71R、72Rにより、直流電源PWから通電系統71又は通電系統72への電力供給を遮断するための電源リレーを構成している。そして、これら3つの半導体スイッチ70R、71R、72Rでは、半導体スイッチ71R、72Rの寄生ダイオード D_1 、 D_2 が駆動回路71INV、72INVから半導体スイッチ70Rに向かう電流を導通させ、半導体スイッチ70Rの寄生ダイオード D_0 が直流電源PWから半導体スイッチ71R、72Rに向かう電流を導通させている。かかる構成により、直流電源PWの逆接続による閉回路の形成を回避できるだけでなく、異常通電系統

の半導体スイッチをオフ状態にするフェールセーフ処理の後、異常通電系統において半導体スイッチの制御を特別に行うことなく逆起電圧の回生が可能となり、フェールセーフ処理を簡潔にすることができる。また、半導体スイッチを通電系統毎に2つずつ設ける必要がなく、電源リレーの部品点数を減らしてコスト及び実装面積の低減を図ることが可能である。

[0054] 次に、図5～図7を参照して、第1実施形態に対する3つの変形例（第1～3変形例）について説明する。第1～第3変形例では、第1実施形態に対し、ローパスフィルタの構成を変形している。

[0055] 前述のように、第1実施形態において、通電系統71では、コイル71L及び2つの電解コンデンサ71Ca, 71Cbで構成される π 型ローパスフィルタを、駆動回路71INVと半導体スイッチ71Rとの間に設け、通電系統72では、コイル72L及び2つの電解コンデンサ72Ca, 72Cbで構成される π 型ローパスフィルタを、駆動回路72INVと半導体スイッチ72Rとの間に設けていた。このような通電系統毎に1つずつ設けられた2つの π 型ローパスフィルタに代えて、第1～3変形例では、以下のようにローパスフィルタを構成している。

[0056] 図5の第1変形例では、電源線70PL（例えば直流電源PWと半導体スイッチ70Rとの間）に、コイル70Lと、このコイル70Lの直流電源PW側をグラウンドに接続する電解コンデンサ70Cと、で構成されたCL型ローパスフィルタが設けられ（介装され）、給電線71BL（例えば通電系統71の半導体スイッチ71Rと駆動回路71INVとの間）とグラウンドとを接続する電解コンデンサ71Cが設けられ（介装され）、給電線72BL（例えば通電系統72の半導体スイッチ72Rと駆動回路72INVとの間）とグラウンドとを接続する電解コンデンサ72Cが設けられ（介装され）ている。これにより、電源リレーの部品点数だけでなく、ローパスフィルタの部品点数も低減することができる。

[0057] 図6の第2変形例では、電源線70PL（例えば直流電源PWと半導体スイッチ70Rとの間）とグラウンドとを接続する電解コンデンサ70Cが設け

られ（介装され）、給電線 71BL（例えば通電系統 71 の半導体スイッチ 71R と駆動回路 71INV との間）には、コイル 71L と、このコイル 71L の駆動回路 71INV 側をグランドに接続する電解コンデンサ 71C と、で構成された LC 型ローパスフィルタが設けられ（介装され）、給電線 72BL（例えば通電系統 72 の半導体スイッチ 72R と駆動回路 72INV との間）には、コイル 72L と、このコイル 72L の駆動回路 72INV 側をグランドに接続する電解コンデンサ 72C と、で構成された LC 型ローパスフィルタが設けられ（介装され）ている。これにより、電源リレーの部品点数だけでなく、ローパスフィルタの部品点数も低減することができる。

[0058] 図 7 の第 3 変形例では、直流電源 PW と半導体スイッチ 70R との間に、コイル 70L 及び 2 つの電解コンデンサ 70Ca, 70Cb で構成される 1 つの π 型ローパスフィルタが設けられ（介装され）たものである。これにより、電源リレーの部品点数だけでなく、ローパスフィルタの部品点数も低減することができる。

[0059] 次に、図 8 を参照して、第 2 実施形態に係るモータ駆動装置について説明する。なお、第 1 実施形態と同一構成については、同一符号を付すことでその説明を省略又は簡潔にする。

[0060] 第 2 実施形態のモータ駆動装置 70 は、第 1 実施形態のモータ駆動装置 7 の制御器 70CU に代えて、通電系統毎に 1 つずつ制御器（個別コントローラ）を備えたものであり、具体的には、通電系統 71 に制御器（第 1 個別コントローラ）71CU を有し、通電系統 72 に制御器（第 2 個別コントローラ）72CU を有している。制御器 71CU 及び制御器 72CU は、制御器 70CU の機能を通電系統毎に分担させて、モータ駆動装置 70 のフェールセーフ機能を強化したものである。

[0061] 制御器 71CU は、第 1 目標出力電流及び第 1 実電流を演算し、第 1 目標出力電流と第 1 実電流との偏差に基づいて、駆動回路 71INV の 6 つのスイッチング素子 71U⁺、71U⁻、71V⁺、71V⁻、71W⁺、71W⁻ を個別にオン・オフ動作させる 6 つの制御信号を生成し、これら 6 つの制御信

号を各スイッチング素子の制御端子へ出力して、モータ 3 のトルク制御を行う。また、制御器 7 2 C U は、第 2 目標出力電流及び第 2 実電流を演算し、第 2 目標出力電流と第 2 実電流との偏差に基づいて、駆動回路 7 2 I N V の 6 つのスイッチング素子 7 2 U⁺, 7 2 U⁻, 7 2 V⁺, 7 2 V⁻, 7 2 W⁺, 7 2 W⁻を個別にオン・オフ動作させる 6 つの制御信号を生成し、これら 6 つの制御信号を各スイッチング素子の制御端子へ出力して、モータ 3 のトルク制御を行う。

[0062] なお、第 1 目標出力電流及び第 2 目標出力電流の演算に必要な目標操舵補助力ひいては目標総出力電流の演算は、制御器 7 1 C U 及び制御器 7 2 C U の少なくとも一方で行い、制御器 7 1 C U 又は制御器 7 2 C U のいずれか一方で目標操舵補助力及び目標総出力電流の演算を行った場合には、制御器 7 1 C U と制御器 7 2 C U とを接続する通信線 7 0 C L により、演算した目標総出力電流の情報を含む信号を他方に出力すればよい。

[0063] 制御器 7 1 C U は、対応する通電系統 7 1 及び巻線組 3 1 に異常が発生しているか否かを診断する異常診断機能を有し、制御器 7 2 C U は、対応する通電系統 7 2 及び巻線組 3 2 に異常が発生しているか否かを診断する異常診断機能を有している。

[0064] 例えば、制御器 7 1 C U が、通電系統 7 1 及び巻線組 3 1 に異常が発生したと診断した場合には、通信線 7 0 C L により、正常な通電系統 7 2 の制御器 7 2 C U へ異常が発生した旨の信号を出力する。制御器 7 1 C U は、フェールセーフ処理として、半導体スイッチ 7 1 R、及び、駆動回路 7 1 I N V のスイッチング素子 7 1 U⁺, 7 1 U⁻, 7 1 V⁺, 7 1 V⁻, 7 1 W⁺, 7 1 W⁻に制御信号を出力してこれらをオフ状態にし、駆動回路 7 1 I N V 及び巻線組 3 1 への電力供給を遮断する。また、制御器 7 2 C U は、駆動回路 7 2 I N V の出力電流比率を 5 0 ~ 1 0 0 % の所定値に再設定するとともに半導体スイッチ 7 2 R をオン状態に保持して、通電系統 7 2 への電力供給を増やしつつ続行させ、モータ 3 が目標操舵補助力に相当するトルクを発生するようにトルク制御を行う。

[0065] また、モータ駆動装置 70 には論理回路として OR 回路 70OR が設けられ、OR 回路 70OR には、例えば、車両 1 のイグニッションキーがオンとなったとき等、モータ 3 の発生トルクにより操舵補助力を発生させる可能性がある場合に、制御器 71CU 及び制御器 72CU から各通電系統・巻線組の正常状態又は異常状態を示すステータス信号が入力され、OR 回路 70OR からは、論理和の出力信号（論理出力）が半導体スイッチ 70R の制御端子に出力される。論理和の出力信号は、両方のステータス信号が異常状態を示す場合に半導体スイッチ 70R をオフ状態にする制御信号となる一方、両方のステータス信号が異常状態を示していない場合に半導体スイッチ 70R をオン状態にする制御信号となる。なお、モータ 3 の発生トルクにより操舵補助力を発生させる可能性がない場合には、制御器 71CU 及び制御器 72CU は OR 回路 70OR にステータス信号を出力せず、半導体スイッチ 70R はオフ状態となっている。

[0066] なお、第 1 実施形態における第 1 ～ 第 3 変形例は、第 2 実施形態のモータ駆動装置 70 にも適用可能である。

[0067] このような第 2 実施形態に係るモータ駆動装置 70 によれば、通電系統 71 に制御器 71CU を設け、通電系統 72 に制御器 72CU を設けて、1 つの制御器で行う機能を、通電系統毎に各制御器 71CU, 72CU に分担させてフェールセーフ機能を強化した構成としている。かかる構成においても、半導体スイッチ 70R, 71R, 72R によって、第 1 実施形態と同様に、直流電源 PW の逆接続による閉回路の形成を回避できるだけでなく、異常通電系統において半導体スイッチの制御を特別に行うことなく逆起電圧の回生が可能となり、異常通電系統に対するフェールセーフ処理を簡潔にすることができる。また、半導体スイッチを通電系統毎に 2 つずつ設ける必要がなく、電源リレーの部品点数を減らしてコスト及び実装面積の低減を図ることが可能となる。

[0068] 以上、本発明者にとってなされた発明を第 1 実施形態及び第 2 実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記の実施形態に限定されるものでは

なく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更が可能であることはいうまでもない。例えば、モータ 3 は 3 相ブラシレスモータに限られず、2 相、4 相等のブラシレスモータであってもよく、あるいは、ブラシが備えられたモータであってもよい。

[0069] また、第 1 実施形態及び第 2 実施形態において、通電系統 7 1 及び通電系統 7 2 等が正常と診断されている通常時、駆動回路 7 1 I N V 及び駆動回路 7 2 I N V の 2 つの駆動回路の出力電流を合計した総出力電流により、目標操舵補助力に相当するトルクをモータ 3 に発生させていたが、これに代えて、通常時は、駆動回路 7 1 I N V 又は駆動回路 7 2 I N V のいずれか一方の出力電流で目標操舵補助力に相当するトルクをモータ 3 に発生させることができる。例えば、最初は、通電系統 7 2 の駆動回路 7 2 I N V の出力電流で目標操舵補助力に相当するトルクをモータ 3 に発生させるべく、半導体スイッチ 7 0 R 及び半導体スイッチ 7 2 R をオン状態にして、半導体スイッチ 7 1 R をオフ状態にしてもよい。このようにすると、休止中の通電系統 7 1 には、モータ 3 のロータ 3 0 と巻線組 3 1 との相対回転運動から生じた逆起電圧による電流が流れるが、この電流は、半導体スイッチ 7 1 R のダイオード D_1 を通ってオン状態の半導体スイッチ 7 0 R を直流電源 P W に向って流れるので、休止中の通電系統 7 1 における回路素子の故障が抑制される。通電系統 7 2 及び巻線組 3 2 に異常が発生したと診断された場合には、半導体スイッチ 7 2 R をオフ状態にするとともに半導体スイッチ 7 1 R をオン状態にすればよい。

[0070] また、第 1 実施形態及び第 2 実施形態において、半導体スイッチ 7 0 R, 7 1 R, 7 2 R は、製造過程で必然的に形成される寄生ダイオードを有する M O S F E T 等の半導体素子であるものとしたが、これに限られず、寄生ダイオードを有していない半導体素子であれば、外部にダイオードが逆並列に接続されていてもよい。

[0071] また、第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、説明の便宜上、モータ 3 が巻線組 3 1 及び巻線組 3 2 の 2 組の巻線組を有し、これに対応して、モータ駆

動装置 7, 70 が通電系統 71 及び通電系統 72 の 2 つの通電系統を有している構成としたが、モータ 3 の巻線組を 3 つ以上の N 組にし、これに対応して、通電系統を N 個にしてもよい。この場合には、N 個の通電系統の駆動回路に対する給電線に半導体スイッチ 71 R, 72 R と同様に 1 つずつ複数の第 1 半導体スイッチを設け、直流電源 PW と半導体スイッチ 71 R, 72 R とを直列に接続する半導体スイッチ 70 R と同様に、直流電源 PW と N 個の第 1 半導体スイッチとを直列に接続する 1 つの第 2 半導体スイッチを設けて、寄生ダイオードの順方向を第 1 実施形態及び第 2 実施形態と同様にすればよい。

[0072] 前述の第 1 実施形態及び第 2 実施形態において、モータ 3 の巻線組を 3 つ以上の N 組にし、これに対応して、通電系統を N 個にした場合、異常と診断された通電系統等が 2 つ以上の M 個であれば、正常と診断された $(N - M)$ 個の通電系統等における各駆動回路の出力電流比率の合計を $[100 \times (N - M) / N] \% \sim 100 \%$ の所定値に再設定することができ、各駆動回路の出力電流比率を $(100 / N) \% \sim [100 / (N - M)] \%$ にしてもよい。

符号の説明

- [0073] 1 … 車両
2 … 電動パワーステアリング
3 … モータ
31, 32 … 巻線組
7, 70 … モータ駆動装置
70CU, 71CU, 72CU … 制御器
70R … 半導体スイッチ
71, 72 … 通電系統
71INV, 72INV … 駆動回路
71R, 72R … 半導体スイッチ
D₀, D₁, D₂ … 寄生ダイオード

請求の範囲

- [請求項1] 複数の巻線組を有するモータを駆動するモータ駆動装置であって、
前記複数の巻線組と一対一で接続された複数の駆動回路を1つずつ含む複数の通電系統と、
前記複数の通電系統において、前記複数の駆動回路と電源との間で通電系統毎に1つずつ設けられた複数の第1半導体スイッチと、
前記電源と前記複数の第1半導体スイッチとを直列接続した1つの第2半導体スイッチと、
前記複数の駆動回路、前記第1半導体スイッチ及び前記第2半導体スイッチを制御するように、前記複数の駆動回路、前記第1半導体スイッチ及び前記第2半導体スイッチと接続されたコントローラと、
を備え、
前記複数の第1半導体スイッチの寄生ダイオードが、それぞれ、前記複数の駆動回路から前記第2半導体スイッチへ向かう方向を順方向とし、前記第2半導体スイッチの寄生ダイオードが、前記電源から前記第1半導体スイッチへ向かう方向を順方向とする、モータ駆動装置。
- [請求項2] 前記コントローラは、前記複数の通電系統の異常診断を行って、前記複数の通電系統のうちいずれかに異常が発生したと診断したときに、異常が発生した通電系統の前記第1半導体スイッチをオフ状態にするように構成された、請求項1に記載のモータ駆動装置。
- [請求項3] 前記コントローラは、前記モータを駆動する際に、前記第2半導体スイッチをオン状態にするように構成された、請求項1に記載のモータ駆動装置。
- [請求項4] 前記コントローラは、通電系統毎に個別コントローラを備えて構成され、
前記個別コントローラは、対応する通電系統の異常診断を行って、異常が発生したと診断したときに、前記対応する通電系統の前記第1

半導体スイッチをオフ状態にするように構成された、請求項 1 に記載のモータ駆動装置。

[請求項5] 前記個別コントローラは、前記対応する通電系統の正常状態又は異常状態を示すステータス信号を出力するように構成され、

前記第 2 半導体スイッチは、前記ステータス信号に基づいて制御されるように、前記個別コントローラと接続された、請求項 4 に記載のモータ駆動装置。

[請求項6] 前記ステータス信号が入力されるように前記個別コントローラと接続された論理回路をさらに備え、

前記第 2 半導体スイッチは、前記論理回路からの論理出力に基づいて制御されるように、前記論理回路と接続された、請求項 5 に記載のモータ駆動装置。

[請求項7] 直流電源から延び、前記第 2 半導体スイッチが介装される電源線と、

前記電源線から前記複数の通電系統へ分岐し、前記第 1 半導体スイッチが介装される複数の給電線と、
を更に備え、

前記電源線には、C L 型ローパスフィルタが介装され、前記複数の給電線には、グラウンドと接続されたコンデンサが介装されていることを特徴とする、請求項 1 に記載のモータ駆動装置。

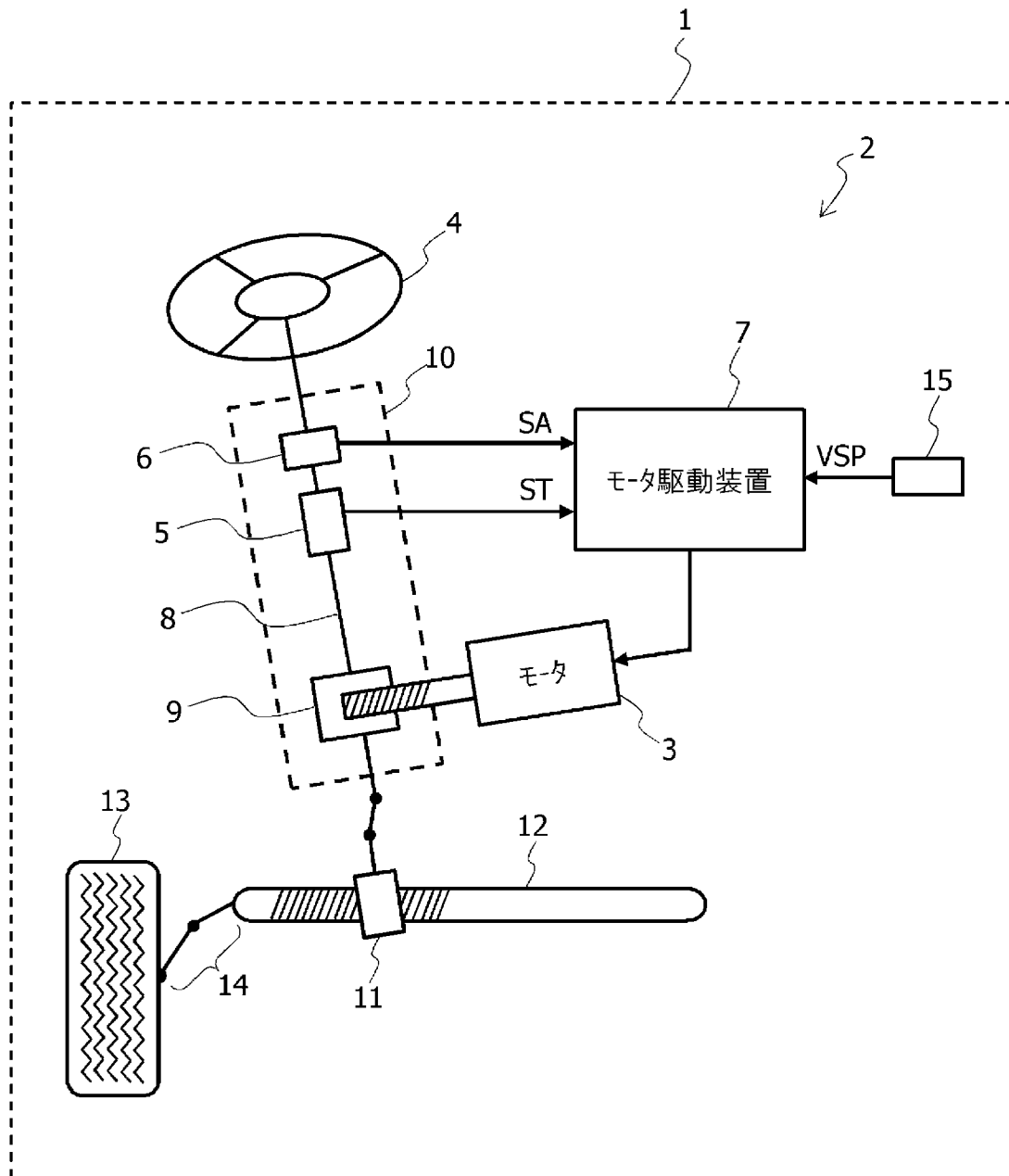
[請求項8] 直流電源から延び、前記第 2 半導体スイッチが介装される電源線と、

前記電源線から前記複数の通電系統へ分岐し、前記第 1 半導体スイッチが介装される複数の給電線と、
を更に備え、

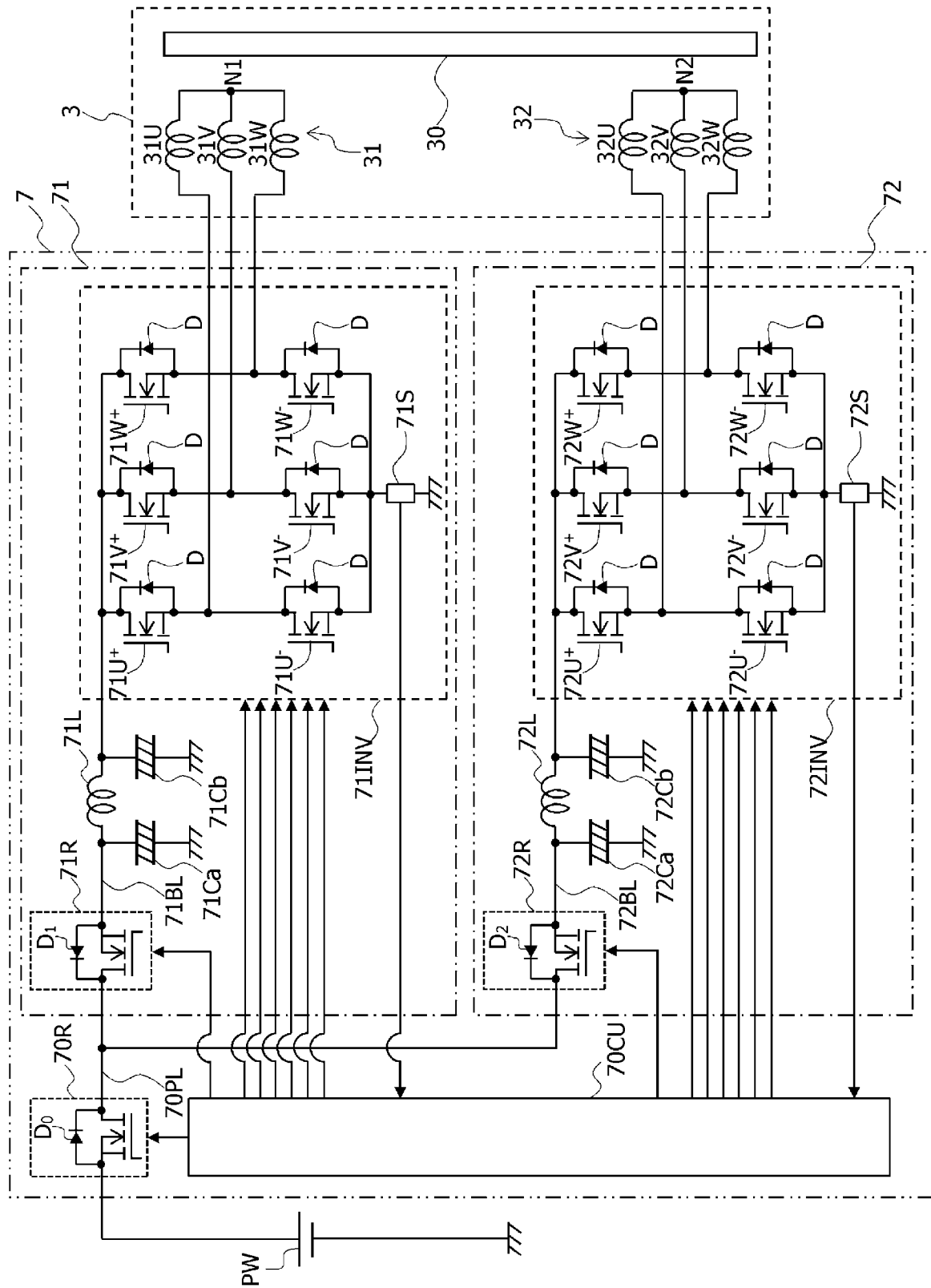
前記電源線には、グラウンドと接続されたコンデンサが介装され、前記複数の給電線には、L C 型ローパスフィルタが介装されていることを特徴とする、請求項 1 に記載のモータ駆動装置。

- [請求項9] 直流電源から延び、前記第2半導体スイッチが介装される電源線と、
、
 前記電源線から前記複数の通電系統へ分岐し、前記第1半導体スイッチが介装される複数の給電線と、
 を更に備え、
 前記電源線には、 π 型ローパスフィルタが介装されていることを特徴とする、請求項1に記載のモータ駆動装置。
- [請求項10] 前記モータは、電動パワーステアリングシステムの操舵補助力に相当するトルクを発生させるために用いられることを特徴とする、請求項1に記載のモータ駆動装置。

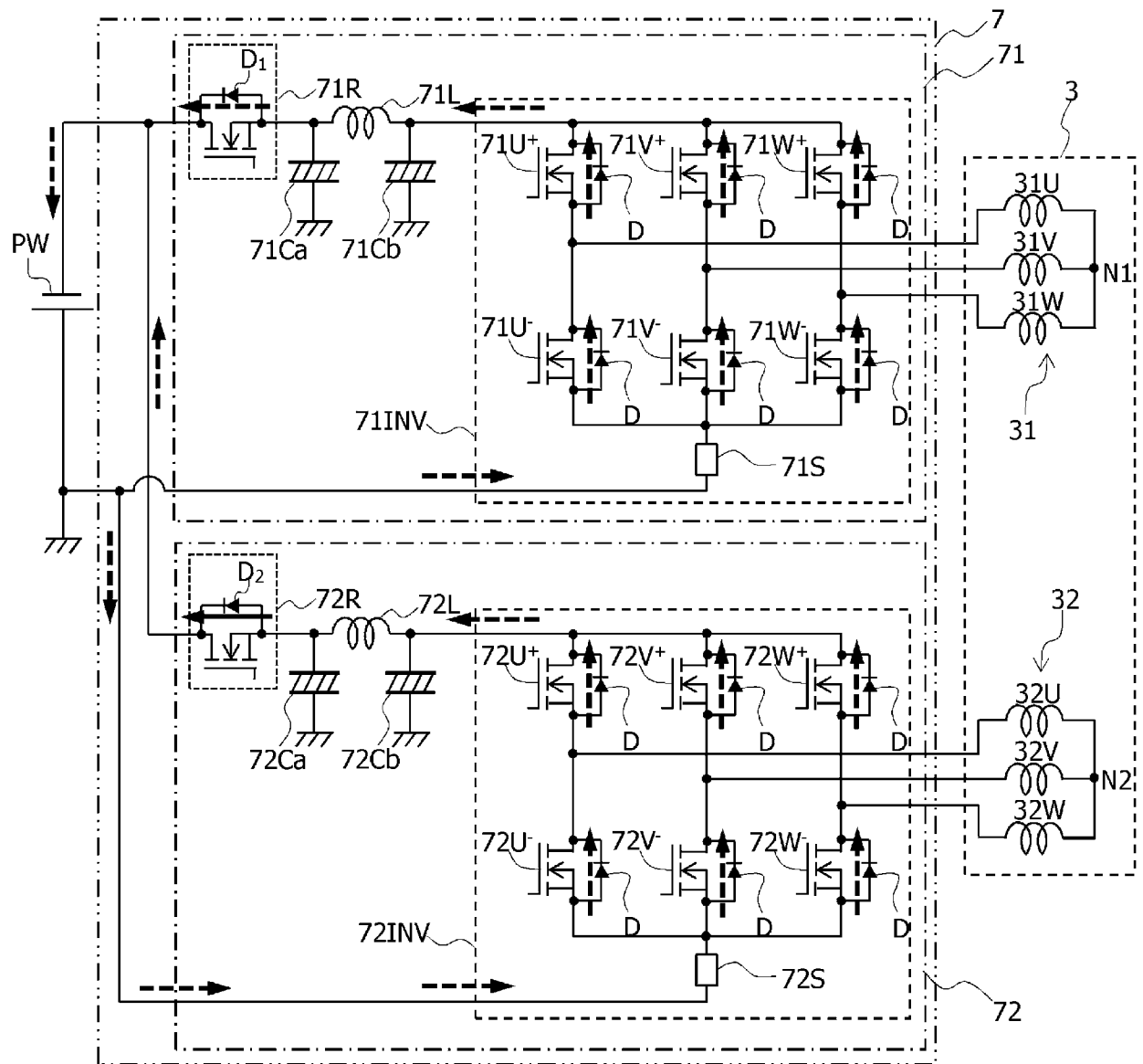
[図1]



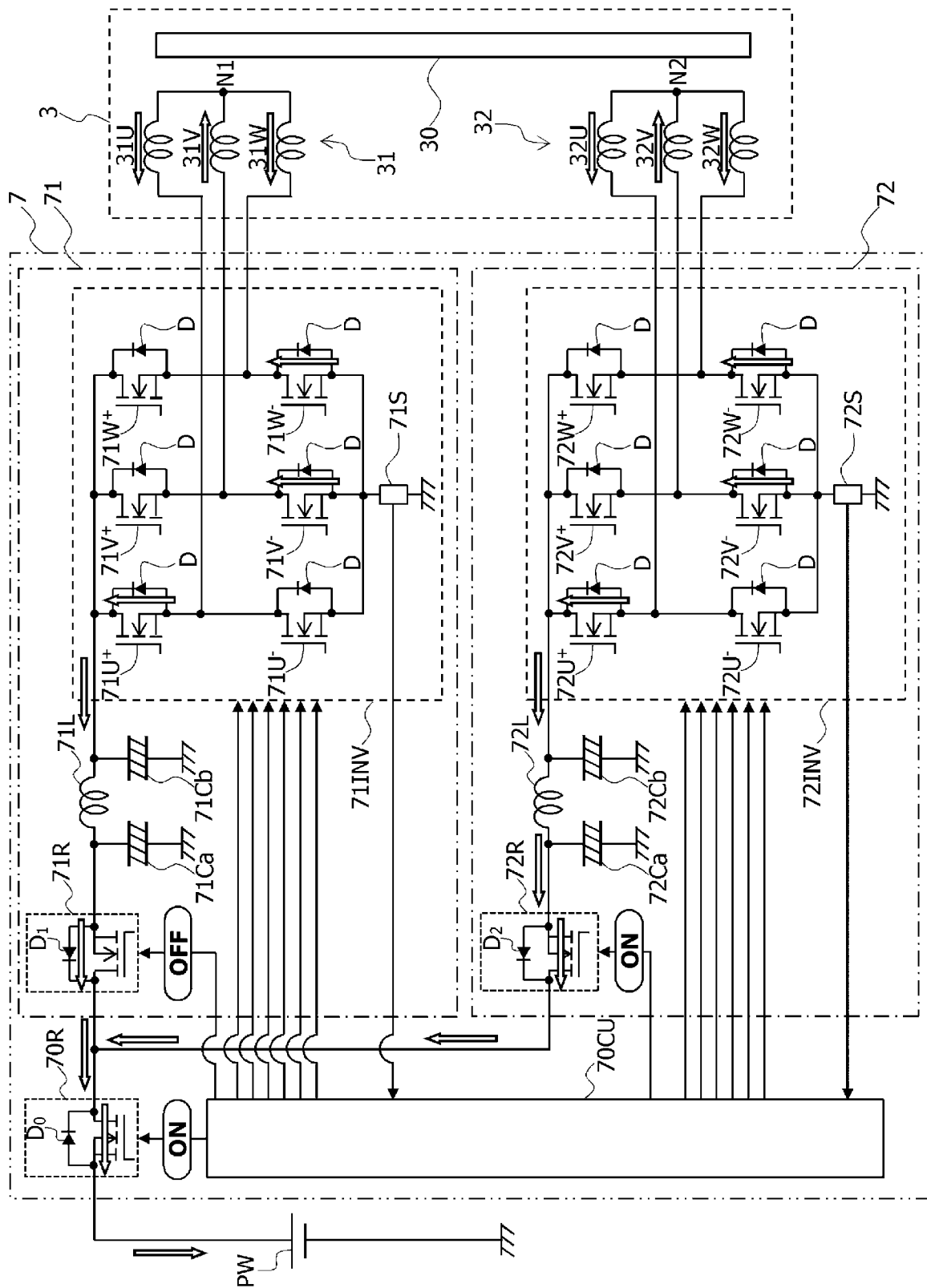
[図2]



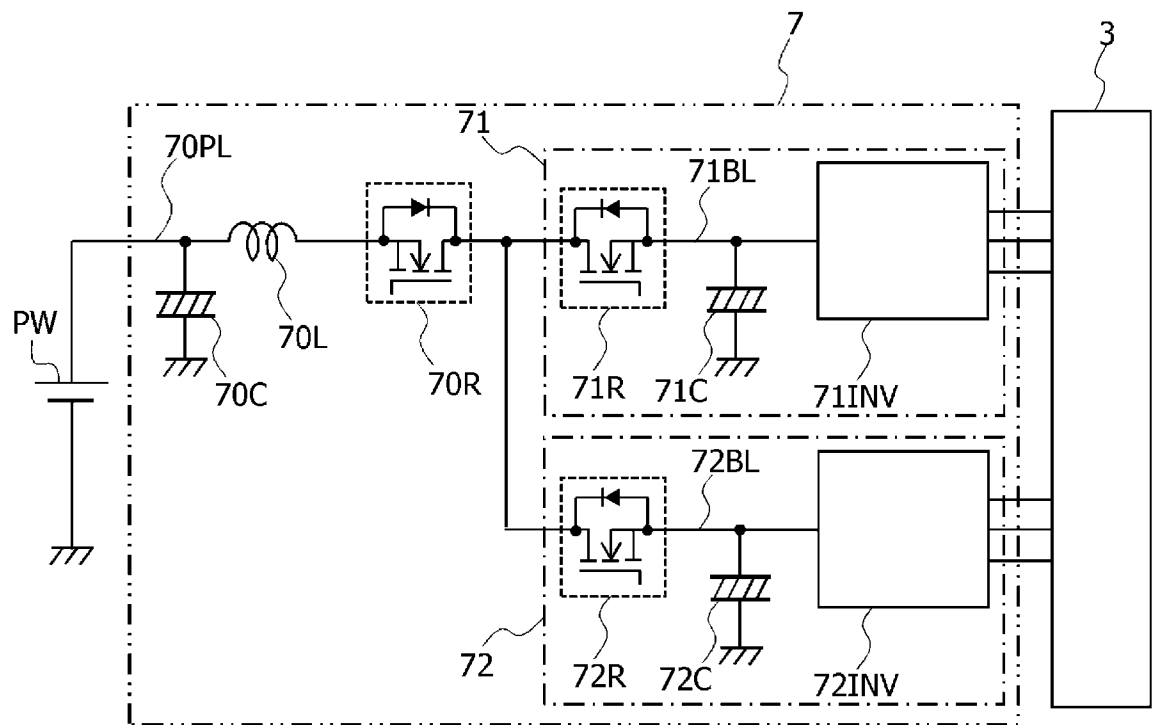
[図3]



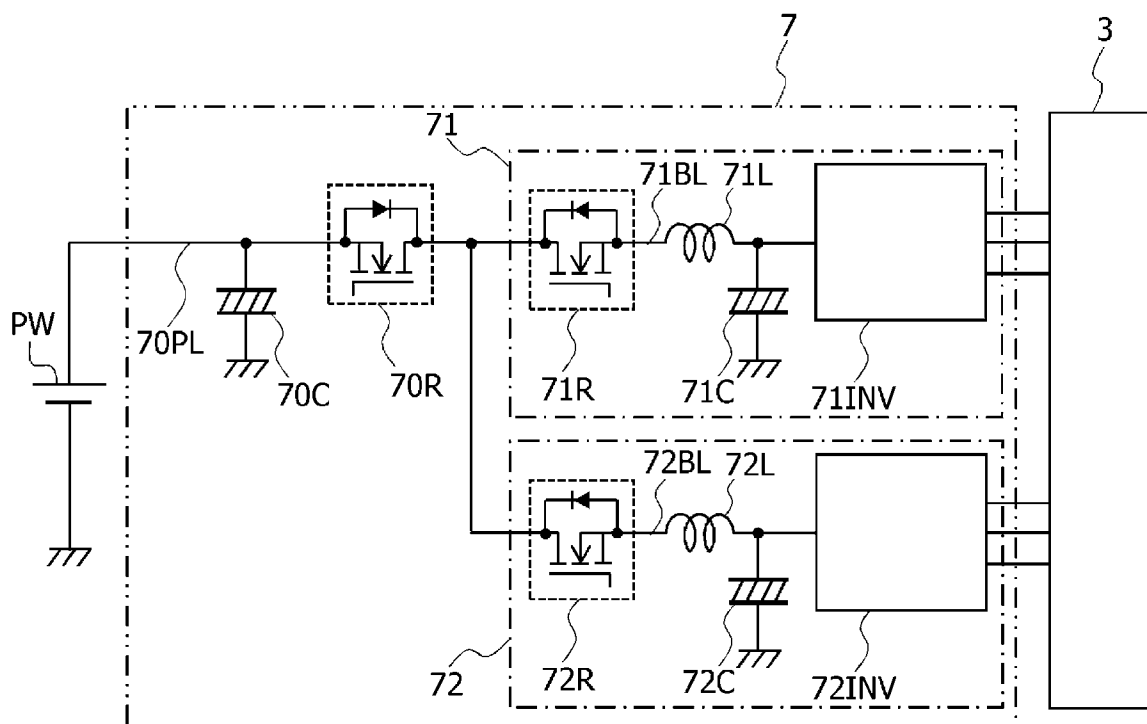
[図4]



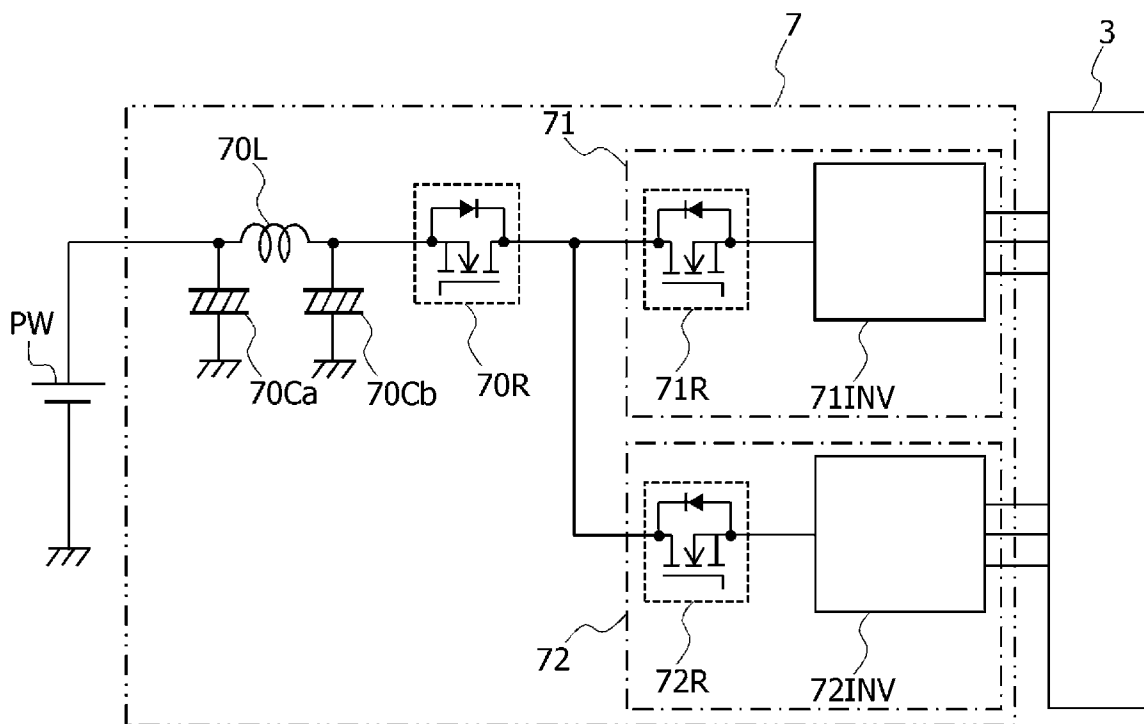
[図5]



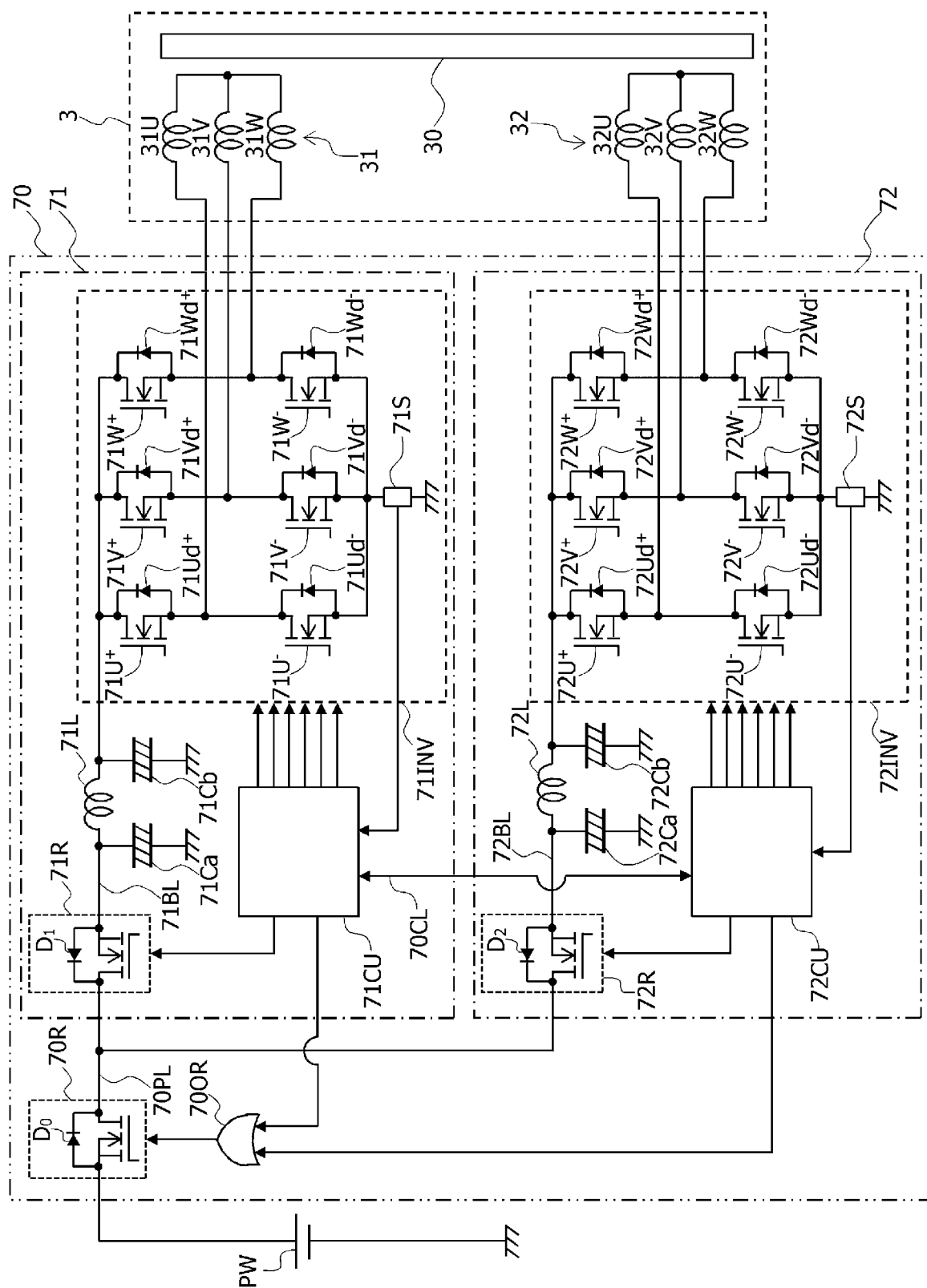
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/003929

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P29/028(2016.01)i, H02P7/28(2016.01)i, H02P25/22(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)

H02P29/028, H02P7/28, H02P25/22

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 2015-80991 A (Denso Corp.), 27 April 2015 (27.04.2015), paragraphs [0016] to [0031]; fig. 1, 3 & US 2015/0109020 A1 paragraphs [0031] to [0057]; fig. 1, 3 & DE 102014114715 A1	1-10
A	WO 2011/118019 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 29 September 2011 (29.09.2011), fig. 1 & US 2013/0043812 A1 fig. 1 & EP 2552005 A1 & CN 102792577 A	1-10

☐ 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
14 April 2017 (14.04.17)

Date of mailing of the international search report
25 April 2017 (25.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P29/028(2016.01)i, H02P7/28(2016.01)i, H02P25/22(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. H02P29/028, H02P7/28, H02P25/22

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 2015-80991 A（株式会社デンソー） 2015.04.27, 段落 [0016] - [0031]、図1、3 & US 2015/0109020 A1, 段落 [0031] - [0057]、図1、3 & DE 102014114715 A1	1-10
A	WO 2011/118019 A1（三菱電機株式会社） 2011.09.29, 図1 & US 2013/0043812 A1, 図1 & EP 2552005 A1 & CN 102792577 A	1-10

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	「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

14.04.2017

国際調査報告の発送日

25.04.2017

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）

▲桑▼原 恭雄

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

3V

4484