

(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
2012 年 9 月 20 日(20.09.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/124580 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 17/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055898
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 8 日(08.03.2012)
- (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 2011-057324 2011 年 3 月 16 日(16.03.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社ダイフク(DAIFUKU CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5550012 大阪府大阪市西淀川区御幣島 3 丁目 2 番 1 1 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 山本 正明(YAMAMOTO, Masaaki).
- (74) 代理人: 特許業務法人森本国際特許事務所(MORIMOTO INT'L PATENT OFFICE); 〒5500005 大阪

府大阪市西区西本町 1 丁目 4 番 1 号オリックス本町ビル 4 階 Osaka (JP).

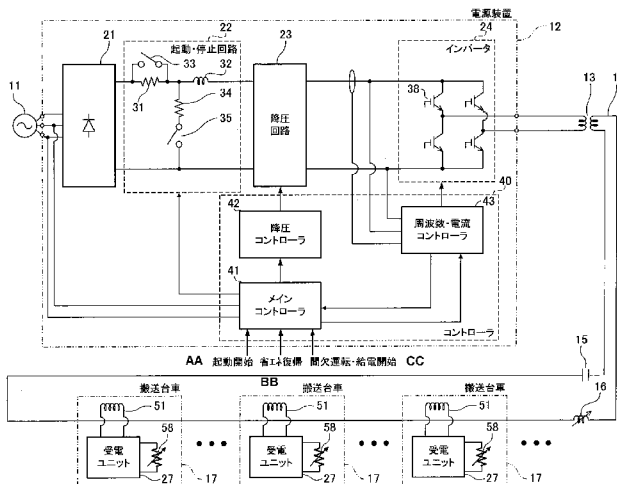
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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),

[続葉有]

(54) Title: CONTACTLESS POWER FEED EQUIPMENT

(54) 発明の名称: 無接触給電設備

【図1】



- 12 Power supply device
17 Transport carriage
22 Start-up/suspension circuit
23 Step-down circuit
24 Inverter
27 Power reception unit
40 Controller
41 Main controller
42 Step-down controller
43 Frequency/current controller
AA Start-up initiation
BB Return from energy-saving
CC Intermittent operation/power supply initiation

(57) Abstract: When the power feed from a power supply device (12) to an induction line (14) is to be initiated, the oscillation frequency of an inductor (24) of the power supply device (12) is set to a prescribed frequency offset from the frequency at which a resonant circuit resonates. After a prescribed period of time passes, the oscillation frequency is modified from the prescribed frequency to the resonant frequency. Thus, even if every transport carriage (17) were to attempt to take power from the induction line (14) in full-load mode, the amount of power drawn by the resonant circuits of each transport carriage (17) would be reduced, resulting in the overall power drawn being restricted to the power that the power supply device (12) can provide, avoiding an overload of the power supply device (12).

(57) 要約: 電源装置 1 2 から誘導線路 1 4 への給電を開始するときに、電源装置 1 2 のインバータ 2 4 の発振周波数を、共振回路が共振する周波数よりずらした所定周波数とし、所定時間の経過後、所定周波数から共振周波数へ変化させる。これにより、給電開始時に、全ての搬送台車 1 7 が誘導線路 1 4 から全負荷状態で電力を取ろうとしても、各搬送台車 1 7 の共振回路より取り出すことができる電力は小さくなることから、総電力は、電源装置 1 2 が供給できる電力内に抑えられ、電源装置 1 2 が過負荷の状態となることが回避される。

WO 2012/124580 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 無接触給電設備

技術分野

[0001] 本発明は、高周波電流が給電される誘導線路より複数の機器または装置にそれぞれに無接触で給電する無接触給電設備に関する。

背景技術

[0002] 公知の無接触給電設備が、特開 2 0 0 9 - 1 0 1 8 8 4 号公報に開示されている。

[0003] この無接触給電設備には、移動体の移動経路に沿って連続して誘導線路が配置され、この誘導線路に所定周波数の高周波電流を供給する電源装置が設けられている。

この電源装置は、交流電圧が変動する交流電源（商用電源）の交流電流を直流電流に変換する整流器と、誘導線路の負荷に応じて前記整流器の出力電圧（直流電圧）を昇降圧する昇降圧回路と、インバータから構成されている。

前記インバータは、PWM制御により前記誘導線路に流れる電流が一定となるようにそれぞれ駆動される複数のスイッチング素子により、前記昇降圧回路により昇降圧された直流電流を前記所定周波数の一定交流電流に変換して前記誘導線路に出力電流として給電する。

[0004] また前記移動体に、前記誘導線路に対向して、誘導線路より起電力が誘導される受電コイルを設け、受電コイルに受電ユニットを接続し、この受電ユニットにより出力電圧を定電圧に制御して、消費電力が変動する負荷に給電している。

[0005] この構成によれば、電源装置から誘導線路に所定周波数の一定交流電流が供給され、移動体は誘導線路により受電コイルに誘導される起電力により負荷に給電している。また交流電源の交流電圧が変動する場合であっても、誘導線路の負荷の状態に合わせて、昇降圧回路によりインバータへ付加される

直流電圧が昇降圧されることにより、誘導線路に流れる交流電流は一定に安定して制御される。

[0006] また上記受電コイルと受電ユニットの機能を有する２次側受電回路の一例が、特開平１１－３４１７１３号公報に開示されている。

この２次側受電回路は、受電コイルに受電コイルとともに誘導線路の周波数に共振する共振回路を形成する共振コンデンサを接続し、この共振コンデンサに整流回路を接続し、さらに整流回路に、出力電圧を基準電圧に制御する定電圧制御回路を接続して構成され、負荷はこの定電圧制御回路に接続され、共振状態で、この定電圧制御回路より負荷へ給電している。

[0007] 前記定電圧制御回路は、チョークコイルと、ダイオードと、出力コンデンサ（電圧コンデンサ）と、整流回路の出力端間を接続状態（スイッチ手段がオン状態）または開放状態（スイッチ手段がオフ状態）とするスイッチ手段（例えば、出力調整用トランジスタ）から構成され、制御回路が設けられている。

[0008] この制御回路は、前記スイッチ手段を制御して出力電圧（負荷の電圧、すなわち出力コンデンサの電圧）を基準電圧に制御する。すなわち、前記出力電圧を計測し、負荷が減少して、出力電圧（出力コンデンサの両端電圧）が上昇し、出力電圧が予め設定された基準電圧を超えると、前記スイッチ手段を接続状態として出力電圧を下げ、前記出力電圧が基準電圧に戻るとスイッチ手段を開放状態として、出力電圧を基準電圧に維持する制御を行っている。

[0009] しかし、上記公知の無接触給電設備では、次のような問題が生じる。

誘導線路に高周波電流が供給される以前の初期状態では、各移動体の定電圧制御回路の出力電圧（出力コンデンサの電圧）は０Ｖであり、誘導線路へ高周波電流の供給が開始されると、各移動体の定電圧制御回路は、スイッチ手段を連続して開放状態にする全負荷状態として出力コンデンサを充電することにより、出力電圧を基準電圧に上昇させる制御を開始する。このように、初期状態から誘導線路へ高周波電流の供給が開始されると、全移動体が全

負荷状態で受電しようとするために、電源装置が過負荷状態となり、電源装置の保護機能が働いて誘導線路への給電が遮断されてしまい、全て移動体が停止するという事態が発生する。これは、電源装置から誘導線路へ供給できる電力の容量を、全移動体の出力コンデンサが充電された状態で（定電圧となっている状態で）、各移動体の負荷が消費する電力（通常の負荷状態の電力）を給電できる容量としていることにより発生する。また、この通常の負荷状態の電力を超える電力の容量を電源装置に要求すると、通常必要としない電力を供給できる電源装置となってしまい、高価な装置となってしまう。

[0010] また電源装置へ給電する商用電源に瞬時停電が発生したときも同様の問題が発生する。すなわち、瞬時停電が発生すると、電源装置から誘導線路への給電が遮断されることにより、各移動体では、出力コンデンサへ充電されている電力が負荷に供給されることになり、出力電圧が急激に低下してしまい、誘導線路への給電が再開されると、各移動体の定電圧制御回路は、全負荷状態として出力電圧を基準電圧に上昇させる制御を開始する。よって、全移動体が全負荷状態となるために、電源装置が過負荷状態となり、電源装置から誘導線路への給電が遮断されてしまう。

[0011] また省エネ運転で、一旦誘導線路への給電が遮断されて、誘導線路への給電が再開されるとき、また間欠運転で、給電の遮断・再開が繰り返される中、誘導線路への給電が再開されるときに、同様の問題が発生する。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] そこで本発明はこれらの問題点を解決し、電源装置から誘導線路へ給電が開始されたとき、給電が遮断されることなく安定して給電できる無接触給電設備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

[0013] この目的を達成するため、本発明の無接触給電設備は、電源装置より誘導線路へ高周波電流を給電し、この高周波電流が給電される誘導線路より複数の機器または装置にそれぞれに無接触で給電する無接触給電設備であって、

前記各機器または装置に、前記誘導線路に対向して前記誘導線路より起電力が誘起されるピックアップコイルと、前記ピックアップコイルに並列に接続され、このピックアップコイルと共に前記高周波電流の周波数に共振する共振回路を形成する共振コンデンサと、前記共振回路の共振コンデンサに並列に接続された全波整流回路と、前記全波整流回路の出力端子間に並列に接続された、スイッチ、および消費電力が変動する負荷に電力を供給する出力コンデンサと、前記スイッチの接続状態と開放状態とを切換えることにより、前記出力コンデンサの電圧を一定の基準電圧に制御するコントローラを備え、前記電源装置は、商用電源から供給される交流電流を直流電流に変換する整流回路と、前記直流電流を任意の発振周波数の高周波電流に変換し、前記誘導線路に供給するインバータと、前記電源装置から誘導線路への給電を開始するときに、前記電源装置のインバータの発振周波数を、前記共振回路により全ての機器または装置が取り出すことができる総電力を前記電源装置が供給できる電力内に抑えるよう、前記共振回路が共振する周波数よりずらした所定周波数とし、誘導線路への給電により前記各機器または装置の出力コンデンサの出力電圧が、基準電圧まで上昇可能な所定時間の経過後、前記所定周波数から前記共振周波数へ変化させるコントローラを備えることを特徴とするものである。

[0014] 機器または装置に備えられる共振回路が共振する共振周波数は、電源装置から誘導線路に供給される交流電流（高周波電流）の周波数と一致させており、このとき、共振回路より最も大きな電流（共振電流）を取り出すことができるが、共振回路が共振する共振周波数と、誘導線路に供給される交流電流の周波数が一致しないと、さらにこの交流電流の周波数が前記共振周波数からずれる程、共振回路より取り出すことができる電流は低下し、取り出すことができる（受電できる）電力は小さくなる。これは、電源装置から見て、全ての機器または装置へ供給する総電力が小さくなっていることになる。

[0015] 上記本発明の構成によれば、本発明の無接触給電設備は、次の有益な技術的作用・効果を有している。

[0016] 電源装置により誘導線路への給電を開始するとき、電源装置のインバータの発振周波数を、前記共振回路の共振周波数よりずらした所定周波数とすることにより、全ての機器または装置が誘導線路から全負荷状態で電力を取ろうとしても、各機器または装置の共振回路より取り出すことができる（受電できる）電力は小さくなることから、総電力は、電源装置が供給できる電力内に抑えられ、よって電源装置が過負荷の状態となることを回避できる。また出力コンデンサの出力電圧が基準電圧まで上昇可能な所定時間後、電源装置のインバータの発振周波数を、前記所定周波数から前記共振周波数へ変化させることにより、誘導線路から各機器または装置が取り出すことができる電力は増加されるが、このとき正常な各機器または装置は、各機器または装置の負荷が消費した分だけの電力を取り出すだけとなっており、全ての機器または装置が一齐に全負荷状態で電力を取り出すような事態となることはなく、また基準電圧への上昇が遅れている機器または装置があつて全負荷状態で電力をとろうとしても、全てではなく一部の機器または装置に限られることにより、電源装置が過負荷状態となることはなく、よって電源装置から誘導線路への給電を安定して開始することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施の形態における無接触給電設備の回路構成図。

[図2]同無接触給電設備の電源装置の発振周波数の時間変化を示す図。

[図3]同無接触給電設備の電源装置の発振周波数と移動体に供給される電力との関係を示す図。

[図4]同無接触給電設備の2次側受電回路の回路構成図。

[図5]同無接触給電設備の2次側受電回路のPWMモジュールの制御ブロック図。

[図6]同無接触給電設備の2次側受電回路の各部の特性図であり、コンデンサ出力電圧が基準電圧より低いときの駆動パルスの出力を示す図。

[図7]同無接触給電設備の2次側受電回路の各部の特性図であり、コンデンサ出力電圧が基準電圧より高いときの駆動パルスの出力を示す図。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

[0019] 図1は本発明の実施の形態における無接触給電設備の回路構成図である。

この無接触給電設備では、電源装置12より誘導線路14へ高周波電流を給電し、この高周波電流が給電される誘導線路14より複数台の搬送台車（機器または装置の一例）17にそれぞれ無接触で給電している。前記誘導線路14は搬送台車17の走行レール（移動経路の一例；図示せず）に沿って連続して敷設（配置）されている。誘導線路14にはコンデンサ15が直列に接続され、さらに誘導線路14全体のインダクタンス値を調整する可変インダクタ16が直列に接続されている。この可変インダクタ16は、誘導線路14の線路長が所定の長さに満たないとき、すなわち誘導線路14のインダクタンス値が所定のインダクタンス値に満たないときに接続される。またこの誘導線路14と電源装置12との間に高周波トランス13が介装されている。この高周波トランス13は、誘導線路14の距離（長さ）が長いときに出力電圧を増幅することができるようにされ、例えば出力電圧を2倍まで増幅することができるように設置されている。

[0020] 前記搬送台車17には、誘導線路14に対向して誘導線路14より起電力が誘起されるピックアップコイル51が備えられ、このピックアップコイル51に受電ユニット27が接続されている。この受電ユニット27に、図4に示すように、消費電力が変動する負荷（例えば、搬送台車17の走行用電動モータを制御するインバータ）58が接続されている。

[0021] 詳細は後述するが、受電ユニット27は、負荷58への出力電圧を一定に制御する定電圧制御の機能を有しており、そのために、図4に示すように、受電ユニット27の終端に出力コンデンサ（電圧コンデンサ）56を備えており、出力コンデンサ56の電圧をフィードバックすることにより、負荷58への出力電圧を一定に制御している。またピックアップコイル51には、このピックアップコイル51と共に誘導線路14に流れる高周波電流の周波数に共振する共振回路50を形成する共振コンデンサ52が並列に接続され

ている。この共振回路 50 の共振周波数は 9.74 kHz となるように設定されている。

[0022] <電源装置>

電源装置 12 は、商用電源 11 に接続されており、商用電源 11 から供給される交流電流を直流電流に変換する整流回路 21 と、起動・停止回路 22 と、降圧回路 23 と、インバータ 24 と、コントローラ 40 を備えている。

[0023] コントローラ 40 は、それぞれ CPU からなる、メインコントローラ 41、降圧コントローラ 42、および周波数・電流コントローラ 43 から構成されている（詳細は後述する）。また電源装置 12 には、誘導線路 14 に流れる電流が過電流かどうか（過負荷かどうか）を検出する保護装置（図示せず）が備えられ、保護装置が過負荷を検出すると、メインコントローラ 41 により誘導線路 14 へ供給する電流が遮断される（後述する）。

[0024] 「起動・停止回路 22」

前記起動・停止回路 22 は、整流回路 21 と降圧回路 23 との間に直列に接続される突入抵抗 31 およびコイル（リアクトル）32 と、前記突入抵抗 31 を短絡する起動コンダクタ 33 と、突入抵抗 31 およびコイル 32 の接続点と整流回路 21 との間に直列に接続されている放電抵抗 34 および停止コンダクタ 35 から構成されている。

[0025] 起動コンダクタ 33 および停止コンダクタ 35 は、後述するメインコントローラ 41 により接続状態／開放状態に制御される。すなわち、起動コンダクタ 33 は、電源装置 12 の起動時には開放状態とされて突入抵抗 31 によって突入電流が抑制され、起動から所定時間後には接続状態とされて突入抵抗 31 が短絡される。また停止コンダクタ 35 は運転時には開放状態とされ、停止時に接続状態とされ、放電抵抗 34 によって電源装置 12 に蓄積されている電荷が消費される。

[0026] 「降圧回路 23」

前記降圧回路 23 は、誘導線路 14 の負荷に応じてインバータ 24 へ供給する直流電圧を降圧する降圧手段であり、整流回路 21 より起動・停止回路

２２を介して入力した直流電圧を降圧する。降圧回路２３は、降圧コントローラ４２により駆動・制御される。降圧コントローラ４２には、後述するメインコントローラ４１より、第１電圧モード指令と第２電圧モード指令が入力され、入力されたモード指令にしたがって降圧回路２３を駆動する。

[0027] 第１電圧モード指令は、整流回路２１より入力した直流電圧をそのまま降圧せずに出力するモード指令である。また第２電圧モード指令は、予め設定された、誘導線路１４により通常消費される電力を供給可能な所定電圧まで降圧して省エネルギーを実現するモード指令である。

[0028] 第１電圧モード指令のとき、降圧回路２３よりインバータ２４へ、整流回路２１より入力した直流電圧がそのまま供給され、第２電圧モード指令のとき、降圧回路２３よりインバータ２４へ、降圧された所定電圧が供給される。

[0029] 「インバータ２４」

前記インバータ２４は、降圧回路２３から出力された直流電流を任意の発振周波数の高周波電流に変換し、誘導線路１４に供給する。

インバータ２４は、フルブリッジに組まれたスイッチング素子３８から構成されている。各スイッチング素子３８は、周波数・電流コントローラ４３より出力されるパルス信号により駆動され、降圧回路２３から入力する直流電流を高周波の交流電流に変換して誘導線路１４に出力電流として給電する。

[0030] この周波数・電流コントローラ４３には、インバータ２４に入力される直流電圧および直流電流と、高周波トランス１３による出力電圧の昇圧比が入力されている。さらにこの周波数・電流コントローラ４３には、後述するメインコントローラ４１からインバータ２４の発振周波数の目標周波数が入力されている。

[0031] 周波数・電流コントローラ４３は、インバータ２４の発振周波数をメインコントローラ４１から入力される目標周波数に制御するように各スイッチング素子３８を駆動し、同時にインバータ２４の入力電圧・電流および昇圧比

より、誘導線路 14 に流れている電流値を演算して予め設定された一定電流となるデューティ比（パルス幅）を求めて定電流制御を実行できるように、各スイッチング素子 38 を駆動している。また求めたデューティ比をメインコントローラ 41 へ出力している。

[0032] 「メインコントローラ 41」

メインコントローラ 41 は、以下の機能を有している。

[0033] (a) 起動・停止機能

外部から給電開始指令（電源装置 12 を普通に起動する指令）、または省エネ運転から復帰する省エネ復帰指令、または間欠運転をするときにオフ状態からオン状態とする間欠運転・給電開始指令を入力すると、起動・停止回路 22 の停止コンダクタ 35 を開放状態にし、続いて起動コンダクタ 33 を接続状態とする。また停止時には、停止コンダクタ 35 を接続状態にし、続いて起動コンダクタ 33 を開放状態とする。

[0034] また商用電源 11 から整流回路 21 に入力される電圧を監視しており、この電圧が、瞬時停電により急激に降下すると、あるいは上記保護装置が過負荷を検出すると、起動・停止回路 22 の停止コンダクタ 35 を接続状態にして電源を遮断し、続いて起動コンダクタ 33 を開放状態とする。また瞬時停電から電圧が復旧すると、起動・停止回路 22 の停止コンダクタ 35 を開放状態にし、続いて起動コンダクタ 33 を接続状態とする。

[0035] (b) 降圧機能

通常は上記第 2 電圧モード指令を降圧コントローラ 42 へ出力している。また周波数・電流コントローラ 43 より入力するデューティ比が、最大許容デューティ比（例えば、80%）に近づいているかどうかを確認し、確認すると第 1 電圧モード指令を降圧コントローラ 42 に出力する。また入力したデューティ比が最大許容デューティ比より遠のくと、再び第 2 電圧モード指令を降圧コントローラ 42 へ出力する。

[0036] (c) 周波数制御機能

給電開始時（給電開始指令または省エネ復帰指令または間欠運転・給電開

始指令の入力時、あるいは瞬停からの復帰時）に、周波数・電流コントローラ４３に、インバータ２４の発振周波数の目標周波数を、共振周波数からずらした低い周波数、例えば９．００ｋＨｚ（所定周波数の一例）から共振周波数の９．７４ｋＨｚまでスweepさせて出力する。

[0037] すなわち、給電開始時に、共振回路５０により全ての搬送台車１７が取り出すことができる総電力を、電源装置１２が供給できる定格電力内に抑えることができるように、共振周波数からずらした低い周波数としており、誘導線路１４への給電により各搬送台車１７の受電ユニット２７の出力電圧が基準電圧まで上昇可能な所定時間の経過後、前記所定周波数の９．００ｋＨｚから共振周波数の９．７４ｋＨｚへとスweepしている。

[0038] 具体的には、図２に示すように、インバータ２４の発振周波数を、誘導線路１４への給電開始から、９．００ｋＨｚを２秒間（前記所定時間の一例）維持し、続いて、９．１０ｋＨｚを０．２秒間維持し、続いて、９．２０ｋＨｚを０．２秒間維持し、続いて、９．３０ｋＨｚを０．２秒間維持し、続いて、９．４０ｋＨｚを０．２秒間維持し、続いて、９．５０ｋＨｚを０．２秒間維持し、続いて、９．６０ｋＨｚを０．２秒間維持し、続いて、９．７０ｋＨｚを０．２秒間維持し、その後は９．７４ｋＨｚ（共振周波数）の出力を維持するように、周波数・電流コントローラ４３に目標周波数を出力している。

[0039] インバータ２４は、周波数・電流コントローラ４３およびメインコントローラ４２の作用により、一定電流制御を行いながら、電源装置１２から誘導線路１４に給電を開始する際に、９．００ｋＨｚから９．７４ｋＨｚまで発振周波数をスweepさせる動作を実行している。

[0040] ＜電源装置１２の作用＞

上記電源装置１２の構成における作用を説明する。

[0041] なお、電源装置１２から誘導線路１４に給電を開始する前の初期状態において、誘導線路１４が敷設された走行レール上に２０台の搬送台車１７が存在するものとする。また電源装置１２にＡＣ２００Ｖの商用電源１１が接続

され、起動コンダクタ 33 は開放状態とされ、停止コンダクタ 35 は接続状態とされているとする。また各搬送台車 17 の定格電力 {共振回路 50 が電源装置 12 による発振周波数との共振状態で、誘導線路 14 により全負荷状態 (100% の負荷状態) で取り出すことができる電力} を、1800W としている。また、電源装置 12 の定格電力 (供給できる電力) を 30kW としており、この電源装置 12 の定格電力は、各搬送台車 17 が通常に動作しているときに必要となる走行モータ等の負荷 58 の消費電力をまかなう電力より大きく、全ての搬送台車 17 が、電源装置 12 による発振周波数との共振状態で、全負荷状態で取りだす総電力 ($36\text{ kW} = 1800\text{ W} \times 20\text{ 台}$) より小さいものに設定している。よって、電源装置 12 は、それほど電力の容量が大きなものとする必要がなくなり、適正な電力の容量で運用可能とされている。

[0042] まず、電源装置 12 に商用電源 11 が接続されると、整流回路 21 により、商用電源 11 の交流電流は直流電流に変換されて起動・停止回路 22 へ出力される。このとき、起動コンダクタ 33 は、開放状態とされ、停止コンダクタ 35 は接続状態とされていることにより、起動時の突入電流は、突入抵抗 31 により抑制 (制限) され、放電抵抗 34 で消費される。所定時間後には、起動コンダクタ 43 は接続状態とされて突入抵抗 31 は短絡され、続いて停止コンダクタ 35 は開放状態とされ、突入電流が解消した安定した直流電流が降圧回路 23 へ出力される。このとき、整流回路 21 による整流後の直流電圧は、DC 270V となる。

[0043] そして、インバータ 24 による発振周波数の目標周波数が、9.00kHz とされ、所定時間 (2 秒) 後、9.00kHz から 9.74kHz までスweepされる。

[0044] 発振周波数が 9.00kHz のとき、搬送台車 17 の共振回路 50 では取り出すことができる電流が低減される。図 3 に示すように、9.74kHz では、定格電力 (1800W) まで取り出すことができるのに対して、9.00kHz では、9.74kHz の共振周波数からずれているために 120

0Wしか取り出すことはできない（電力の供給を受ける効率が低下している）。これは電源装置12から見て、全ての搬送台車17へ供給する総電力が小さくなっていることになる。したがって、全20台の搬送台車17が全負荷状態となっても、総電力は24kW（＝1200W×20台）にしかならず、電源装置12の定格電力（30kW）より低く、過負荷状態となって出力電流が遮断される恐れはない。

[0045] インバータ24の発振周波数が9.74kHzとなると、搬送台車17が全負荷状態となることができ、前記所定時間（2秒）後には、各搬送台車17の出力電圧は、基準電圧に上昇しているため、正常な搬送台車17は、負荷58が消費した電力だけを受電する状態となっており、全ての搬送台車17が一斉に全負荷状態で電力を取り出すような事態となることはない。また基準電圧への上昇が遅れている搬送台車17があり全負荷状態で電力をとろうとしても、全てのうちの一部の搬送台車17に限られる。したがって、電源装置12が過負荷状態となることはなく、電源装置12から誘導線路14への給電が安定して行われる。

[0046] 停止時は、停止コンダクタ35が接続状態とされ、続いて起動コンダクタ33が開放状態とされ、停止コンダクタ35が接続状態とされることにより、放電抵抗34により電源装置12に蓄積されている電荷が消費される。

[0047] なお、9.00kHzよりもインバータ24の発振周波数を小さくすると、搬送台車17が取り出すことができる電力が、さらに小さくなるため、受電ユニット27の出力電圧が基準電圧に上昇するまでの時間が長くなる。

[0048] ＜搬送台車の受電ユニット27＞

図4に示すように、受電ユニット27は、前記共振コンデンサ52と、この共振コンデンサ52に接続される整流回路（全波整流回路）53とを備えている。

[0049] さらに受電ユニット27は、定電圧制御回路として、チョークコイル54と、ダイオード55と、前記出力コンデンサ（電圧コンデンサ）56と、スイッチ手段（例えば、出力調整用トランジスタ）57と、コントローラ（制

御装置) 61を備えている。

[0050] 前記チョークコイル54は、前記整流回路53のプラス側出力端子(一方の出力端子)53aに一端が接続されている。また前記ダイオード55のアノードは、該チョークコイル54の他端に接続されている。また前記出力コンデンサ56は、一端がダイオード55のカソードに接続され、他端が整流回路53のマイナス側出力端子(他方の出力端子)53bに接続されている。また前記スイッチ手段57は、一端が、チョークコイル54の他端およびダイオード55のアノードの接続点に接続され、他端が整流回路53のマイナス側出力端子53bに接続されている。また前記コントローラ61は、スイッチ手段57を接続状態(スイッチ手段がオン状態)または開放状態(スイッチ手段がオフ状態)とする。

[0051] そして、前記出力コンデンサ56の両端に接続された回路出力端子59a, 59b間に、前記負荷58が接続される。

[0052] なお、各搬送台車17の受電ユニット27と1次側の電源装置12との間には、信号の取り合いはなく、それぞれ独立して駆動される。

[0053] 前記コントローラ61には、制御信号として、全波整流回路53のプラス側出力端子53aに出力される整流直後の電圧であるチョークコイル54の全波の入力電圧(全波の入力電圧信号) V_1 が入力され、フィードバック信号として回路の出力電圧(出力コンデンサ56の両端電圧、負荷58の電圧) V_2 が入力されている。またコントローラ61は、スイッチ手段57へ駆動パルス P_2 を出力している。このコントローラ61は、ゲートパルス発振器(パルス発生回路の一例)62とPWMモジュール(パルス幅制御回路の一例)63と制御電源装置64から構成されている。

[0054] 「制御電源装置64」

制御電源装置64は、出力電圧(出力コンデンサ56の両端電圧、負荷58の電圧) V_2 を入力電源として、制御電源(所定電圧 V_3)をゲートパルス発振器62とPWMモジュール63へ供給する。前記出力電圧(出力コンデンサ56の両端電圧、負荷58の電圧) V_2 は、起動時は0Vであり、出力電

圧 V_2 が所定の電圧（例えば、15V）まで上昇すると、所定電圧 V_3 で制御電源を供給可能な構成とされている。

[0055] 「ゲートパルス発振器62」

前記ゲートパルス発振器62は、制御電源装置64より制御電源が供給されると、全波整流回路53のプラス側出力端子53aに出力されるチョークコイル54の全波の入力電圧 V_1 に同期して、誘導線路14の高周波電流の周波数 f の2倍（複数倍の一例）の周波数（ $2f$ ）の同期パルス（トリガ）を出力するパルス発生回路であり、図6に示すチョークコイル54の入力電圧 V_1 がゼロ電圧となる毎に同期パルス P_1 を形成しスイッチトリガーとしてPWMモジュール63へ出力している。入力電圧 V_1 は、全波整流回路53の出力電圧であるから、周波数 $2f$ の連続波形となっており、周波数 $2f$ の同期パルス P_1 が出力される。

[0056] 「PWMモジュール63」

前記PWMモジュール63には、出力電圧 V_2 と、ゲートパルス発振器62から出力された同期パルス P_1 が入力されている。PWMモジュール63は、制御電源装置64から制御電源が供給されると、スイッチ手段57へ駆動パルス P_2 を出力し、駆動パルス P_2 がオンのときスイッチ手段57を接続状態とし、オフのときスイッチ手段57を開放状態とするパルス幅制御回路であり、図5に示すように、構成されている。

[0057] 図5に示すように、PWMモジュール63は、第1比較器71と、第2比較器72と、第3比較器73と、タイマー74と、RSフリップフロップ75と、パルス幅演算部77と、パルス駆動部78等を備えている。

[0058] 前記第1比較器71は、制御電源が供給されたかどうか、すなわち制御電源の電圧 V_3 が所定電圧（例えば、15V）以上かどうかを確認する。また前記第2比較器72は、出力電圧 V_2 が基準電圧（例えば、310V）以上かどうかを確認する。また前記第3比較器73は、出力電圧 V_2 が設定電圧（例えば、100V）以上かどうかを確認する。

[0059] また前記タイマー74は、第1比較器71の出力信号、すなわち制御電源

が供給されたこと（起動されたこと）により出力される起動信号によりカウントを開始する、予め設定された設定時間（予定時間、例えば5秒）のタイマーである。

[0060] また前記RSフリップフロップ75は、タイマー74がカウントアップしたことにより出力される信号（経過信号）がオン、または前記起動信号がオン且つ第2比較器72の出力信号がオンのときにセットされ、前記起動信号がオフとなるとリセットされる。

[0061] このRSフリップフロップ75がセットされているときに動作する（励磁される）リレイRY1が設けられている。また前記起動信号がオン、且つリレイRY1の出力信号がオフ（b接点は接続状態）、且つ第2比較器72の出力信号がオフのときにより動作する（励磁される）リレイRY2が設けられている。またリレイRY1の出力信号（a接点）がオンで第3比較器73の出力信号がオフのときにより動作する（励磁される）リレイRY3が設けられている。

[0062] 上記ブロックの構成により、リレイRY1は、誘導線路14へ高周波電流Iの供給が開始されて（起動信号がオン）、且つ出力電圧 V_2 が基準電圧（例えば、310V）以上となったとき（第2比較器72の出力信号がオン）に動作し、または設定時間（予定時間、例えば5秒）が経過したとき（タイマー74の出力信号がオン）に動作する。すなわち、初期状態から通常状態に移行したときに動作する。またリレイRY2は、誘導線路14へ高周波電流Iの供給が開始されて（起動信号がオン）、且つ出力電圧 V_2 が基準電圧（例えば、310V）未満のとき（第2比較器72の出力信号がオフ）に、すなわち初期状態のときに動作し、通常状態に移行すると（リレイRY1が動作すると）、不動作となる。またリレイRY3は、リレイRY1が動作しているとき（通常状態のとき）、出力電圧 V_2 が設定電圧（例えば、100V）未満まで異常に低下すると動作する。

[0063] 前記パルス幅演算部77には、出力電圧 V_2 と同期パルス P_1 が入力されており、パルス幅演算部77は、基準電圧を目標電圧とし出力電圧フィードバ

ック制御を実行する。

[0064] すなわち、パルス幅演算部 77 は、図 6 に示すように、ゲートパルス発振器 62 から入力した周波数 $2f$ の同期パルス P_1 に同期して PWM 基準波（三角波）を形成し、すなわちチョークコイル 54 の入力電圧 V_1 に同期して入力電圧 V_1 のピークをピーク位置とする三角波を形成している。そして、パルス幅演算部 77 は、この三角波と交差する、出力電圧 V_2 の基準電圧（一点鎖線で示す）を予め設定し、チョークコイル 54 の入力電圧 V_1 がピークから下降に転じた位置を、駆動パルス P_2 をオンするタイミングとし、基準電圧より三角波（電圧）が低くなっている時間を駆動パルス P_2 のパルス幅としている。なお、出力電圧 V_2 が前記基準電圧と一致するとき、基準電圧より三角波の電圧が低くなった三角波の時間を、駆動パルス P_2 の「基準パルス幅」としており、負荷 58 が定格負荷のとき、この基準パルス幅の駆動パルス P_2 が出力されると、出力電圧 V_2 が基準電圧に維持される。

[0065] そして、前記三角波に、入力した出力電圧 V_2 を交差させることにより駆動パルス P_2 のパルス幅を得ている。図 6 に示すように、出力電圧 V_2 が基準電圧より低いとき駆動パルス P_2 のパルス幅を「基準パルス幅」より短くし、図 7 に示すように、基準電圧より高いとき駆動パルス P_2 のパルス幅を「基準パルス幅」より長くし、デューティ（*duty*）比を求めてパルス駆動部 78 へ出力している。

[0066] 前記パルス駆動部 78 は、スイッチ手段 57 へパルスを出力する。パルス駆動部 78 には、同期パルス P_1 が入力され、さらにリレイ RY2 の出力信号（a 接点）がオンのとき（初期状態のとき）、またはリレイ RY3 の出力信号（a 接点）がオンのとき（出力電圧 V_2 が異常に低下したとき）、予め設定されたデューティ比（以下、固定デューティ比と称す、例えば、50%）が入力され、リレイ RY1 の出力信号（a 接点）がオンのとき、パルス幅演算部 77 から出力されたデューティ比が入力されている。パルス駆動部 78 は、入力したデューティ比に基づいて駆動パルス P_2 を形成し、駆動パルス P_2 の中間点を全波の入力電圧 V_1 のゼロクロス位置としてスイッチ手段 57 へ出

力し、パルス幅制御を実行している。

[0067] 上記固定デューティ比は、次のように求めている。

まず、電源装置 1 2 の定格電力を、給電対象の搬送台車（機器または装置の一例） 1 7 の台数で除算して、誘導線路 1 4 への給電開始時に、1 台あたりに受電可能な受電電力を求める。

[0068] 次に、前記駆動パルス P_2 のパルス幅が 0 のとき、すなわち駆動パルス P_2 がオフで、スイッチ手段 5 7 が連続して開放状態であり、出力コンデンサ 5 6 が連続して充電されているとき、2 次側は、1 次側（電源装置 1 2）に対して全負荷状態（100%の負荷状態）となり、これに対して、パルス幅が m のとき {出力可能な駆動パルスの（最大）パルス幅を W とする}、駆動パルス P_2 を出力すると、スイッチ手段 1 7 が接続状態となり出力コンデンサ 5 6 は充電されなくことから、1 次側に対して $(1 - m/W)$ の負荷状態となる（パルス幅 m を小さくすると、全負荷状態に近づく）。

[0069] $(1 - m/W)$ の負荷状態のとき、上記求めた“1 台あたりに受電可能な受電電力”に抑えられように、パルス幅 m を設定する。

この受電電力以内に抑制可能な駆動パルス P_2 のパルス幅 m を、出力可能な駆動パルスのパルス幅 W より除算することにより、固定デューティ比 $(= m/W)$ で求めている。本実施の形態では、50%としている。

[0070] なお、このとき、誘導線路 1 4 へ高周波電流を給電する電源装置 1 2 は、給電開始時に、全搬送台車 1 7 が同時に負荷を取る事態となっても、1/2 負荷の状態（50%負荷状態）で立ち上がるので電源装置 1 2 が過負荷となることがなく、給電が停止する事態が避けられる。

[0071] またタイマー 7 4 の設定時間は、上記固定デューティ比の負荷状態で、出力コンデンサ 1 7 が充電され、その出力電圧 V_2 が基準電圧（例えば、310 V）に到達する時間に余裕を持たせて設定されている。

[0072] このような PWM モジュール 6 3 の構成により、周波数 $2f$ の同期パルス P_1 に同期してチョークコイル 5 4 の入力電圧 V_1 がピークから下降に転じた位置を駆動パルス P_2 のオンのタイミングとし、駆動パルス P_2 のパルス幅の

中間点を全波の入力電圧 V_1 のゼロクロス位置として、スイッチング周波数 $2f$ で高速スイッチングが実行される。

[0073] リレイ R Y 2 の出力信号 (a 接点) がオンのとき、すなわち起動して、出力電圧 V_2 が基準電圧未満のとき、固定デューティ比 50% で、高速スイッチングが実行される。

[0074] またリレイ R Y 1 の出力信号 (a 接点) がオンのとき、すなわち起動して、出力電圧 V_2 が基準電圧以上となると、あるいはタイマー 74 がカウントアップすると、パルス幅演算部 77 から出力されたデューティ比で、高速スイッチングが実行され、すなわち基準電圧を目標電圧とした出力電圧フィードバック制御が実行される。このとき前記走行用電動モータを停止するなどにより負荷 58 が減少して、出力電圧 V_2 が上昇し、出力電圧 V_2 が予め設定された基準電圧を超えると、前記スイッチ手段 57 へ出力する駆動パルス P_2 のパルス幅 m を長くして (スイッチ手段 57 の接続状態を長くして) 出力電圧 V_2 を下げ、出力電圧 V_2 が基準電圧に戻るとスイッチ手段 57 へ出力する駆動パルス P_2 のパルス幅 m を短くして (スイッチ手段 57 の開放状態を長くして)、出力電圧 V_2 を基準電圧に維持する。

[0075] またリレイ R Y 1 の出力信号 (a 接点) がオン (出力電圧フィードバック制御へ移行) した後、出力電圧 V_2 が設定電圧未満となると (リレイ R Y 3 がオンとなると)、固定デューティ比 50% で、高速スイッチングが実行される。

[0076] <受電ユニット 27 の作用>

上記受電ユニット 27 の構成における作用を説明する。

[0077] 高周波電流 I が 1 次側の誘導線路 14 に供給されると、この誘導線路 14 に発生する磁束により、ピックアップコイル 51 に誘導起電力が誘起され、この誘導起電力によりピックアップコイル 51 において発生した電流は全波整流回路 53 で整流される。

[0078] 「起動直後」

起動前には、出力コンデンサ 56 が空の状態にあり、出力電圧 V_2 は 0 V で

ある。そして、誘導線路 14 へ高周波電流 I の供給が開始されると、その直後は、制御電源装置 64 から制御電源を供給できない状態であり、このとき、PWM モジュール 63 は、駆動パルス P_2 を出力できないためスイッチ手段 57 は開放状態となっており、全波整流回路 53 から出力された電流により、出力コンデンサ 56 が連続して充電される。

[0079] 「起動時」

出力コンデンサ 56 が充電され、出力電圧 V_2 が上昇し、制御電源装置 64 から制御電源を供給できる状態となると、ゲートパルス発振器 62 から同期パルス P_1 が PWM モジュール 63 へ入力され、また PWM モジュール 63 では、制御電源の確認により起動信号がオンとなり、タイマー 74 が駆動され、このとき出力電圧 V_2 は基準電圧未満であるので、固定デューティ比 50% に制限され、すなわち 1/2 負荷の状態 で高速スイッチングが実行される。

[0080] すなわち、スイッチ手段 57 は、スイッチング周波数 $2f$ （例えば、 $f = 10\text{kHz}$ 、 60kHz 以下に制限）で高速スイッチングされ、開放状態のとき（駆動パルス P_2 がオフのとき）、全波整流回路 53 から出力された電流は、チョークコイル 54 の励磁エネルギーを加えて出力コンデンサ 56 が充電され、同時に負荷 58 へ供給される。またスイッチ手段 57 が接続状態のとき（駆動パルス P_2 がオンのとき）、全波整流回路 53 から出力された電流によりチョークコイル 54 が励磁されてエネルギーが充填される一方、出力コンデンサ 56 からは放電電流が負荷 58 へ供給される。

[0081] なお、起動開始時には、誘導線路 14 に流れる電流の周波数は 9.00kHz とされ、共振回路 50 の共振周波数よりずれているので、全負荷状態で 1200W しか取り出すことができない上に、1/2 負荷の状態とすることにより 600W しか取り出すことができない。

[0082] 「起動より基準時間経過後／通常時」

タイマー 74 がカウントアップすると、強制的に、あるいは出力電圧 V_2 は基準電圧以上となると、基準電圧を目標電圧とし出力電圧フィードバック制御が実行される。パルス幅演算部 77 から出力されたデューティ比で、高速

スイッチングが実行される。

[0083] すなわち、スイッチ手段 57 は、スイッチング周波数 $2f$ で高速スイッチングされ、駆動パルス P_2 のパルス幅はパルスのオンタイミング時の出力電圧 V_2 により求められ、出力電圧 V_2 が予め設定された基準電圧より低いとき短くされ、基準電圧より高いとき長くされる。すなわち、負荷 58 が減少して、出力コンデンサ 56 の両端電圧、すなわち出力電圧 V_2 が上昇し、出力電圧 V_2 が前記基準電圧を超えると、スイッチ手段 57 が接続状態とされる時間が長くなり、出力電圧 V_2 が下げられて基準電圧に維持される。また負荷 58 が増加して、出力コンデンサ 56 の両端電圧、すなわち出力電圧 V_2 が下降し、出力電圧 V_2 が前記基準電圧より下がると、スイッチ手段 57 が開放状態とされる時間が長くなり、出力電圧 V_2 が上げられて基準電圧に維持される。

[0084] またスイッチング周波数を正確に $2f$ とし、駆動パルス P_2 のオンタイミングを、チョークコイル 54 の入力電圧 V_1 がピークから下降に転じた位置としていることにより、駆動パルス P_2 がオン、すなわちチョークコイル 54 が励磁されるとき、共振回路 50 によってチョークコイル 54 へ供給される電流は、 90° 位相がずれているために、この電流は略ゼロであり、かつこの後、入力電圧 V_1 は下降し、入力電圧 V_1 がゼロクロスしている範囲としていることにより、チョークコイル 54 に流れる電流（コイル電流） I_1 の上昇は抑えられ、滑らかになる（脈動が少なくなる）。またこのように、コイル電流 I_1 の脈動が少なくなり、チョークコイル 54 の入力電圧と出力電圧の差が少なくなることにより、コイル電流 I_1 のリップルは大きく抑えられる。

[0085] またスイッチング周波数 $2f$ で高速スイッチングされることにより、負荷 58 の変動に迅速に対応され、負荷 58 の変動が、共振回路 50 を介して誘導線路 14 に及ばず影響、たとえば急に帰還インピーダンスがゼロに近くなることにより誘導線路 14 が過電流となる影響が抑えられる。

[0086] またスイッチング周波数 $2f$ で高速スイッチングされることにより、非共振状態から共振状態が遷移するとき、出力電圧 V_2 に迅速に対応され、共振電圧が急激に上昇することが抑えられる。

[0087] また高速スイッチングをし、昇圧トポロジーにより出力電圧を上げよう上げようとするので、ピックアップコイル 51 の共振周波数に、誘導線路 14 に供給される高周波電流 I の周波数 f との間でずれが発生しても、給電電力を維持できる。すなわち、給電周波数特性が、従来の場合と比較して改善され、広い周波数のずれの範囲で電力を得ることができ、高周波電流の周波数がずれても安定して電力を供給できる。

[0088] 「異常発生時」

出力電圧フィードバック制御の実行中に、出力電圧 V_2 が設定電圧未満まで低下すると、デューティ比は、固定デューティ比 50% に制限され、すなわち 1/2 負荷の状態、高速スイッチングが実行される。

[0089] すなわち、出力電圧 V_2 が基準電圧よりどんどん下がっていくと、デューティ比 0%、すなわちスイッチ手段 57 が開放状態とされ、全負荷の状態とされ、出力コンデンサ 56 を最大限チャージして基準電圧へ戻そうとする。それにもかかわらず、出力電圧 V_2 が上昇せずに、設定電圧まで低下すると、誘導線路 14 側に流れる電流の供給に異常が発生したと判断して、誘導線路 14 側に負荷をかけないように 1/2 負荷状態としている。

[0090] 上述した電源装置 12 の作用と受電ユニット 27 の作用の説明から判るように、電源装置 12 と各搬送台車 17 の受電ユニット 27 との間には信号の取り合いはなく、それぞれ独立して駆動している。しかし、起動時には、一方の電源装置 12 は誘導線路 14 に流す高周波電流の周波数を、共振周波数よりずらした周波数として各搬送台車 17 が取り込むことを制限し、他方の各搬送台車 17 では 1/2 負荷状態として取り込みを制限しており、2 重に、電源装置 12 が過負荷となり誘導線路 14 に流す高周波電流が遮断されて給電ができなくなる事態を回避している。

[0091] なお、瞬停の際には、高周波電流が遮断されても、搬送台車 17 の出力電圧は設定電圧まで急に低下することはなく、高周波電流の復旧時、各搬送台車 17 では 1/2 負荷状態として取り込みの制限を実行しないので、全負荷状態で電力を取り込もうとする。したがって、「瞬停時」には、電源装置 1

2が、誘導線路14に流す高周波電流の周波数を、共振周波数よりずらした周波数とすることのみによって、電源装置12が過負荷となり誘導線路14に流す高周波電流が遮断されて給電ができなくなる事態が回避される。

[0092] 以上のように本実施の形態によれば、電源装置12により誘導線路14への給電を開始するときに、電源装置12のインバータ24の発振周波数を各搬送台車17の共振回路50の共振周波数の9.74kHzからずらした所定周波数の9.00kHzとすることにより、全ての搬送台車17が全負荷状態で電源装置12に接続された誘導線路14から電力を取ろうしても、全ての搬送台車17が取ろうとする総電力を、電源装置12が供給できる電力内に抑えることができ、電源装置12が過負荷の状態となることを回避できる。そして、受電ユニット27の電圧コンデンサ56の出力電圧が基準電圧まで上昇可能な所定時間経過後、所定周波数である9.00kHzから共振周波数である9.74kHzへ変化させることにより、誘導線路14から各搬送台車17が取り出すことができる電力は増加されるが、このとき正常な各搬送台車17は、各搬送台車17の走行モータ等の負荷58が消費した電力を取り出すだけとなっており、全ての搬送台車17が一斉に全負荷状態で電力を取り出すような事態となることはない。また電圧コンデンサ56の出力電圧が基準電圧への上昇が遅れている搬送台車17があつて、全負荷状態で電力をとろうとしても、全体のうち一部の搬送台車17に限られる。したがって、電源装置12が過負荷状態となることはなく、電源装置12から誘導線路14への給電を安定して開始することができる。

[0093] また本実施の形態によれば、電源装置12のインバータ24の発振周波数を所定周波数である9.00kHzから共振周波数である9.74kHzへと連続的または段階的に上昇させることにより、電源装置12のインバータ24へ急激に負荷がかかることを回避できる。また搬送台車17の共振回路50の共振周波数を10kHz未満の9.74kHzとし、所定周波数を共振周波数よりも低い周波数である9.00kHzとすることにより、利用する周波数の帯域が10kHz未満の9.00kHzから9.74kHzの範

囲となり、電波法（日本）の規制を満たすため、許可申請のエネルギーやコストをかけずに電源装置 12 から誘導線路 14 への給電の開始の安定性を向上することが可能となる。

[0094] また本実施の形態によれば、電源装置 12 の電力の容量は、各搬送台車 17 が通常に動作しているときに消費電力が変動する負荷 58 に合わせてスイッチ手段 57 のデューティ比を変えながら取り出す電力より大きく、電源装置 12 から誘導線路 14 に給電を開始する起動時のように、電源装置 12 のインバータ 24 の発振周波数が搬送台車 17 の共振回路 50 の共振周波数である 9.74 kHz と一致している共振状態で、全負荷状態で取り出す総電力より小さいことにより、電源装置 12 は適正な電力の容量とされ、設備のコストの向上を抑えることができる。

[0095] なお、本実施の形態では、インバータ 24 の発振周波数が共振周波数である 9.74 kHz より低い周波数の所定周波数である 9.00 kHz から共振周波数である 9.74 kHz にかけて段階的に変化するよう制御している。しかし、図 3 に示すように、インバータ 24 の発振周波数が共振周波数である 9.74 kHz より高い周波数にかけて段階的に変化するよう制御しても、搬送台車 17 へ供給される電力を低下させることが出来るため、インバータ 24 の発振周波数が共振周波数（9.74 kHz）より高い周波数（例えば、10.5 kHz）から共振周波数（9.74 kHz）にかけて段階的に制御するようにしてもよい。

[0096] また本実施の形態では、インバータ 24 の発振周波数を、0.1 kHz 刻みで共振周波数にむけて段階的に変化させているが、0.1 kHz 刻みに拘らず、刻みの間隔を 0.1 kHz よりも大きくしてもよいし、0.1 kHz よりも小さくして連続的に周波数を変化させるようにすることもできる。

[0097] また本実施の形態では、コントローラ 61 の PWM モジュール 63 は、ゲートパルス発振器 62 から入力した周波数 $2f$ の同期パルス P_1 に同期して PWM 基準波（三角波）を形成しているが、同期パルス P_1 に 1 つおきに同期して入力電圧 V_1 の 2 つの波形で、3 つの PWM 基準波（三角波）を形成し、各

三角波の立ち上がりを、駆動パルス P_2 をオンするタイミングとすることもできる。このとき、駆動パルス P_2 のスイッチング周波数は、高周波電流周波数 f の3倍 ($3f$) となり、より高速でスイッチングされる。よって、負荷 58 の変動に、より迅速に対応され、負荷 58 の変動が、共振回路 50 を介して誘導線路 14 に及ぼす影響、たとえば急に帰還インピーダンスがゼロに近くなることにより誘導線路 14 が過電流となる影響を抑えることができる。さらに非共振状態から共振状態に遷移するとき、出力電圧 V_2 に、より迅速に対応され、共振電圧が急激に上昇することを抑えることができる。

[0098] また本実施の形態では、機器または装置の一例として、搬送台車 17 について説明したが、機器または装置には、搬送機能を有さない自走車や据置き
の機器・装置等も含まれる。

請求の範囲

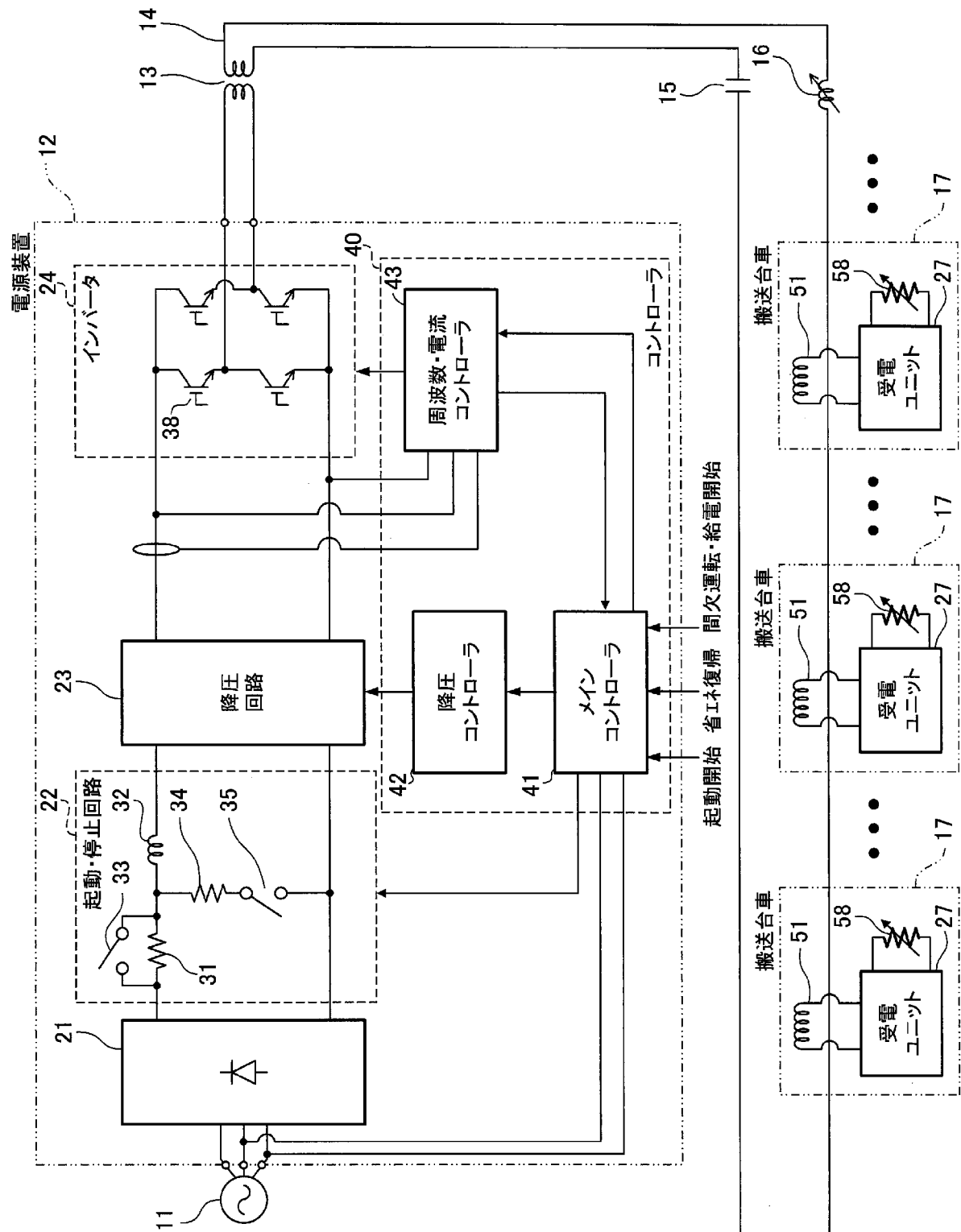
- [請求項1] 電源装置(12)より誘導線路 (14) へ高周波電流を給電し、この高周波電流が給電される誘導線路 (14) より複数の機器または装置 (17) にそれぞれに無接触で給電する無接触給電設備であって、
- 前記各機器または装置 (17) に、
- 前記誘導線路 (14) に対向して前記誘導線路 (14) より起電力が誘起されるピックアップコイル (51) と、
- 前記ピックアップコイル (51) に並列に接続され、このピックアップコイル (51) と共に前記高周波電流の周波数に共振する共振回路 (50) を形成する共振コンデンサ (52) と、
- 前記共振回路 (50) の共振コンデンサ (52) に並列に接続された全波整流回路 (53) と、
- 前記全波整流回路 (53) の出力端子間に並列に接続された、スイッチ (57) 、および消費電力が変動する負荷に電力を供給する出力コンデンサ (56) と、
- 前記スイッチ (57) の接続状態と開放状態とを切換えることにより、前記出力コンデンサ (56) の電圧を一定の基準電圧に制御するコントローラ (61)
- を備え、
- 前記電源装置(12)は、
- 商用電源から供給される交流電流を直流電流に変換する整流回路(21)と、
- 前記直流電流を任意の発振周波数の高周波電流に変換し、前記誘導線路 (14) に供給するインバータ(24)と、
- 前記電源装置(12)から誘導線路 (14) への給電を開始するときに、前記電源装置(12)のインバータ(24)の発振周波数を、前記共振回路 (50) により全ての機器または装置 (17) が取り出すことができる総電力を前記電源装置(12)が供給できる電力内に抑えるよう、前記共振回

路（50）が共振する周波数よりずらした所定周波数とし、誘導線路（14）への給電により前記各機器または装置（17）の出力コンデンサ（56）の出力電圧が、基準電圧まで上昇可能な所定時間の経過後、前記所定周波数から前記共振周波数へ変化させるコントローラ（40）を備えることを特徴とする。

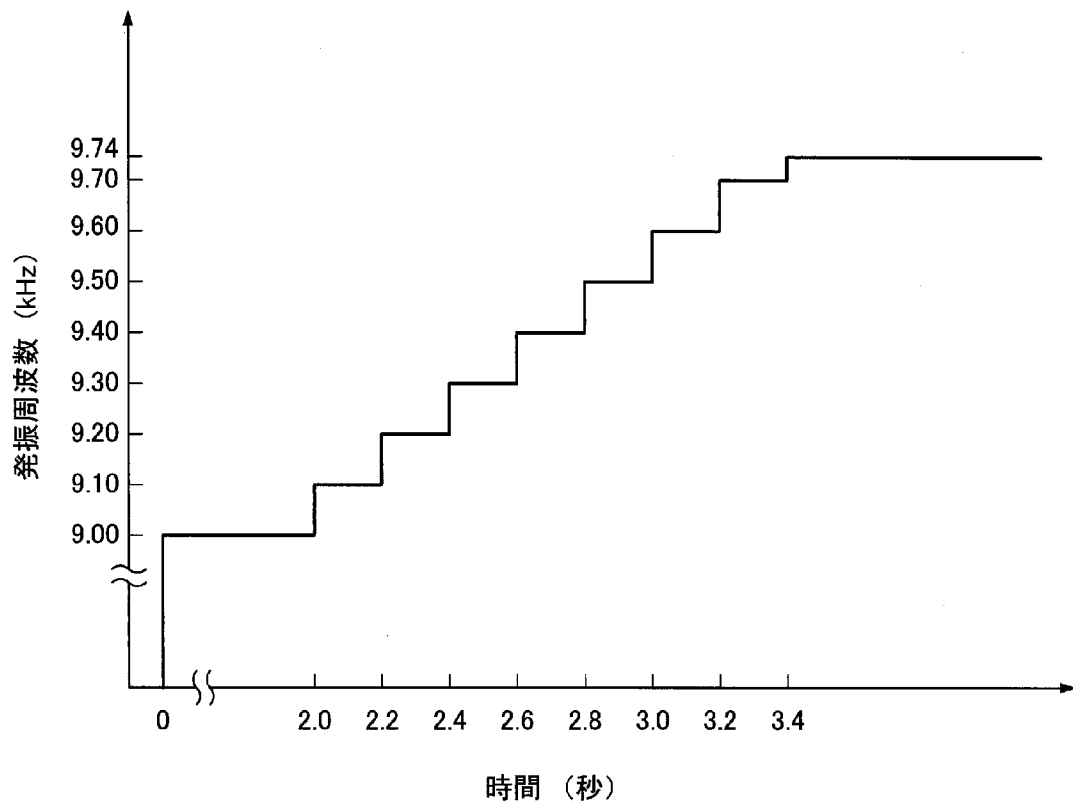
[請求項2] 特許請求範囲第1項記載の無接触給電設備であって、
前記共振回路（50）の共振周波数を10kHz未満に設定し、
前記コントローラ（40）は、前記所定周波数を前記共振周波数よりも低い周波数とし、前記インバータ（24）の発振周波数を前記所定周波数から前記共振周波数へ連続的または段階的に上昇させることを特徴とする。

[請求項3] 特許請求範囲第1項または請求項2に記載の無接触給電設備であって、
前記電源装置（12）が供給できる電力の容量を、全ての機器または装置（17）の共振回路（50）が、共振状態で、消費電力が変動する負荷に合わせて取りだす総電力より大きく、全ての機器または装置（17）の共振回路（50）が、共振状態で、全負荷状態で取りだす総電力より小さく設定したことを特徴とする。

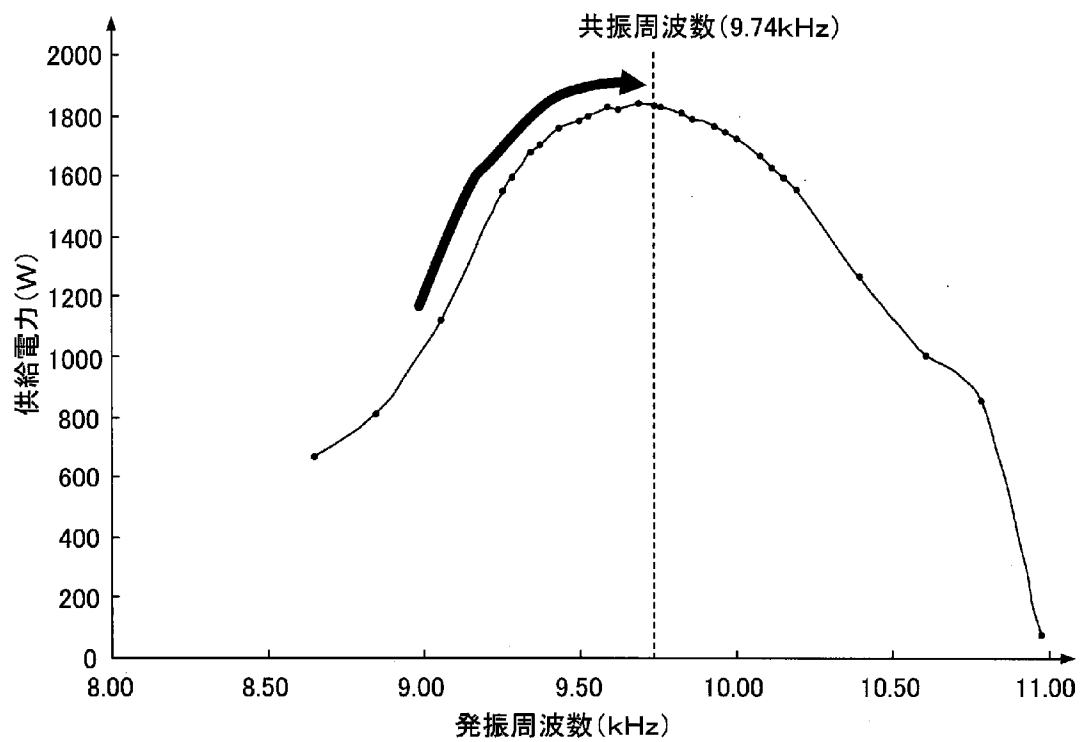
[図1]



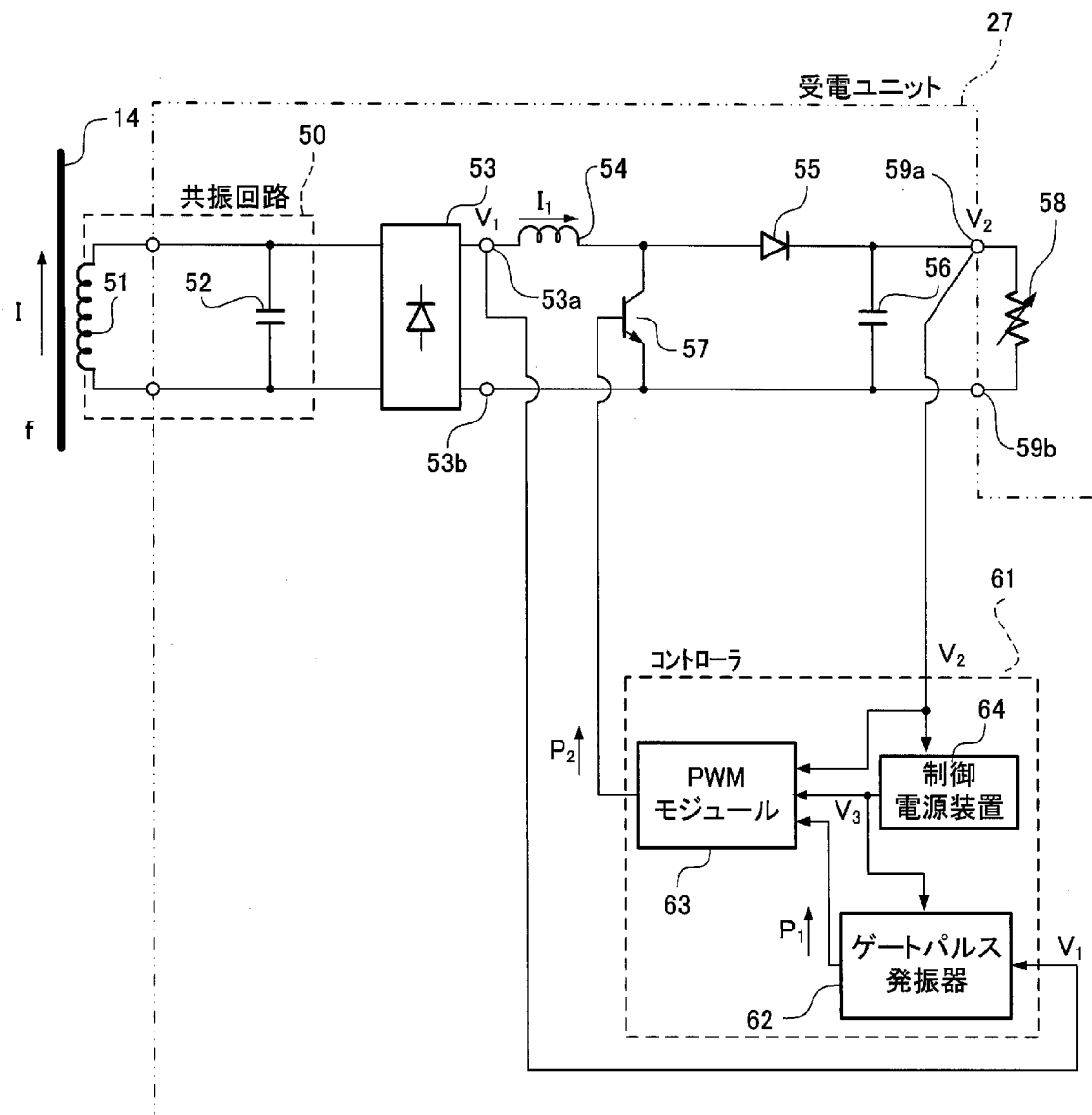
[図2]



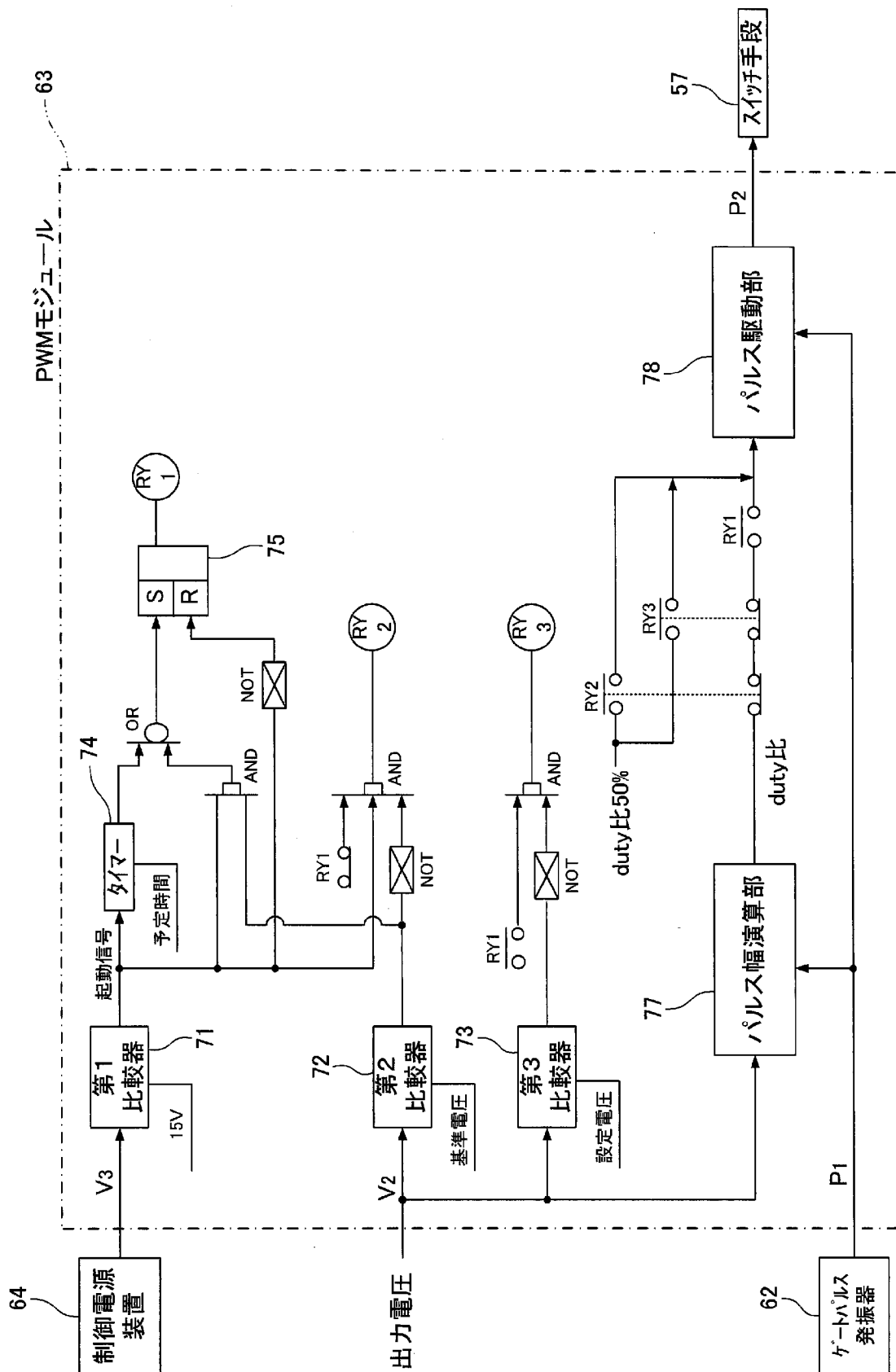
[図3]



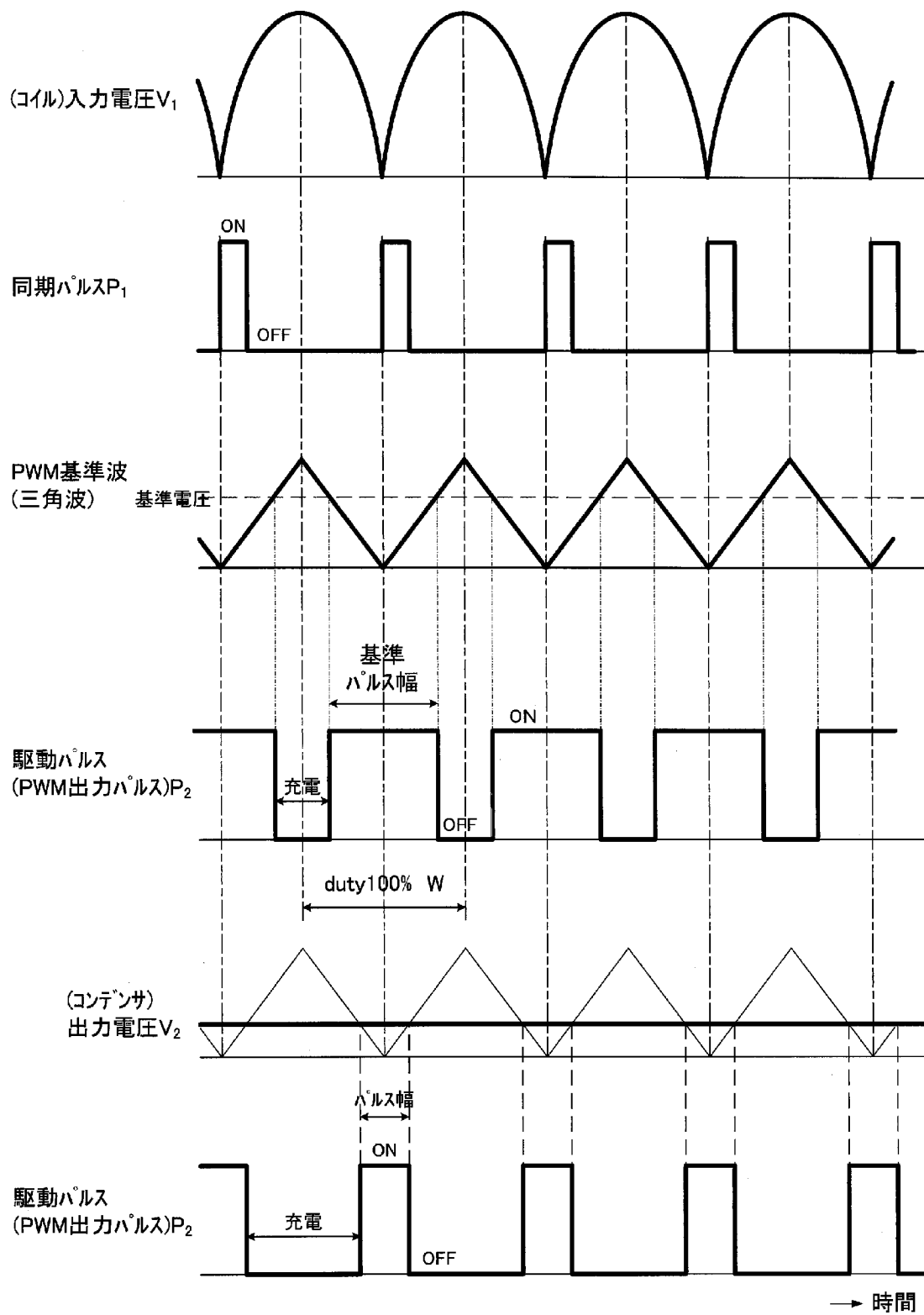
[図4]



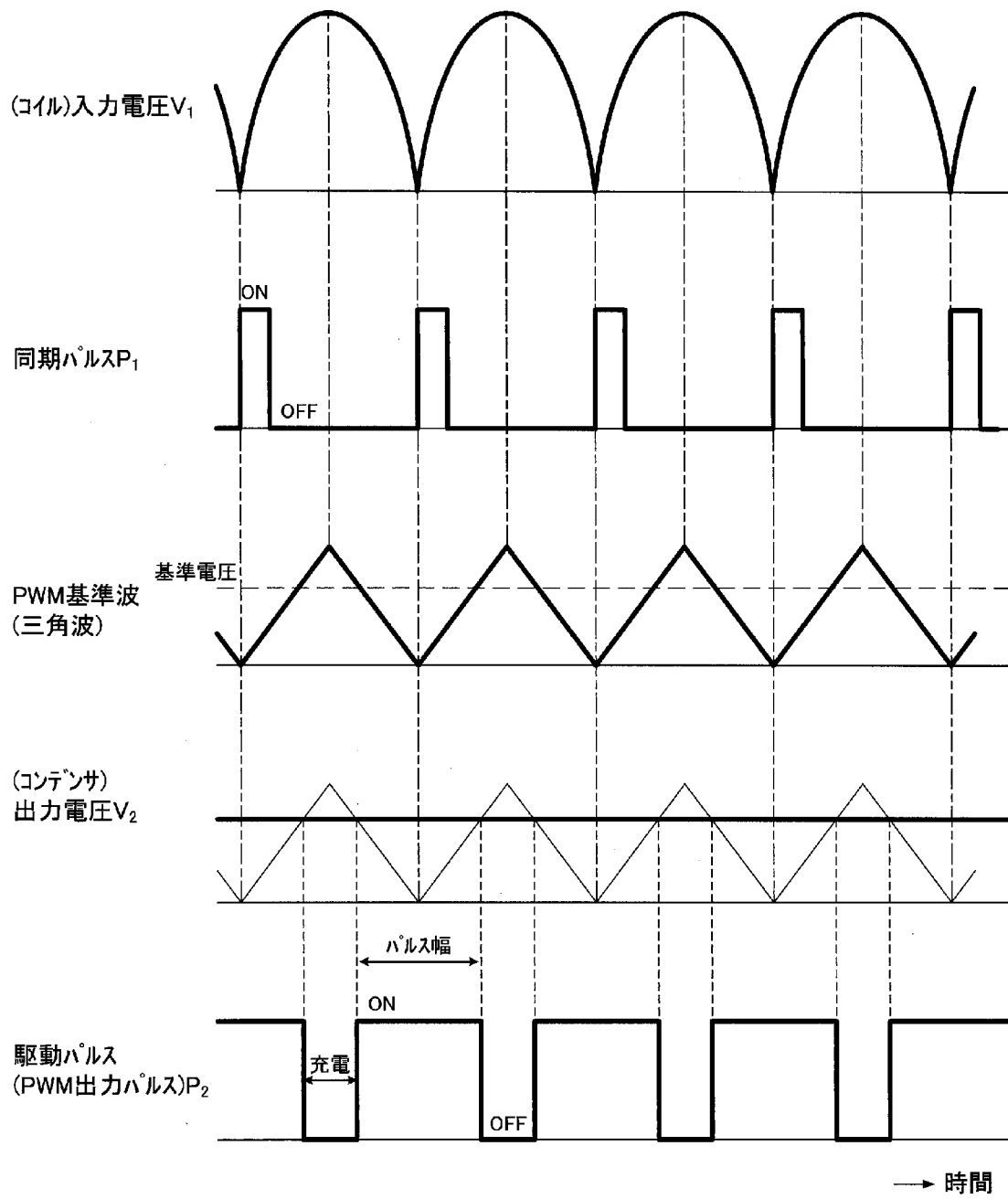
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055898

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J17/00 (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)

H02J17/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2008-206327 A (Seiko Epson Corp.), 04 September 2008 (04.09.2008), paragraphs [0143], [0144]; fig. 6 (Family: none)	1-3
A	JP 2000-125487 A (Hitachi Kiden Kogyo, Ltd.), 28 April 2000 (28.04.2000), claim 1; paragraphs [0012] to [0019]; fig. 2 (Family: none)	1-3
A	JP 2009-268181 A (Olympus Corp.), 12 November 2009 (12.11.2009), paragraphs [0052] to [0058]; fig. 4 & US 2011/0025132 A1 & EP 2296252 A1 & WO 2009/131121 A1 & CN 102017362 A	1-3

☒ 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
04 June, 2012 (04.06.12)

Date of mailing of the international search report
12 June, 2012 (12.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055898

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-313884 A (Daifuku Co., Ltd.), 10 November 2005 (10.11.2005), entire text; all drawings & US 2009/0003022 A1 & EP 1744443 A1 & WO 2005/096485 A1 & KR 10-2007-0008576 A & CN 1938933 A	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02J17/00 (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 (I P C))

Int.Cl. H02J17/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 2008-206327 A (セイコーエプソン株式会社) 2008.09.04, 【0143】【0144】【図6】 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2000-125487 A (日立機電工業株式会社) 2000.04.28, 【請求項1】【0012】 - 【0019】【図2】 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2009-268181 A (オリンパス株式会社) 2009.11.12, 【0052】 - 【0058】【図4】 & US 2011/0025132 A1 & EP 2296252 A1 & WO 2009/131121 A1 & CN 102017362 A	1-3

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

石川 晃

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8

5 T

3 9 8 6

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	JP 2005-313884 A (株式会社ダイフク) 2005. 11. 10, 全文、全図 & US 2009/0003022 A1 & EP 1744443 A1 & WO 2005/096485 A1 & KR 10-2007-0008576 A & CN 1938933 A	1-3