(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
2016 年 12 月 29 日(29.12.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/208544 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/12 (2006.01) *H02M 7/48* (2007.01)
H02M 3/155 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/068292

(22) 国際出願日: 2016 年 6 月 20 日(20.06.2016)

(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 2015-124600 2015 年 6 月 22 日(22.06.2015) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 秋田　哲男(AKITA, Tetsuo); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号　住友電気工業株式会社　大阪製作所内 Osaka (JP). 綾井直樹(AYAI, Naoki); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号　住友電気工業株式会社　大阪製作所内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所(SUNCREST PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒6500023 兵庫県神戸市中央区栄町通四丁目１番１１号 Hyogo (JP).

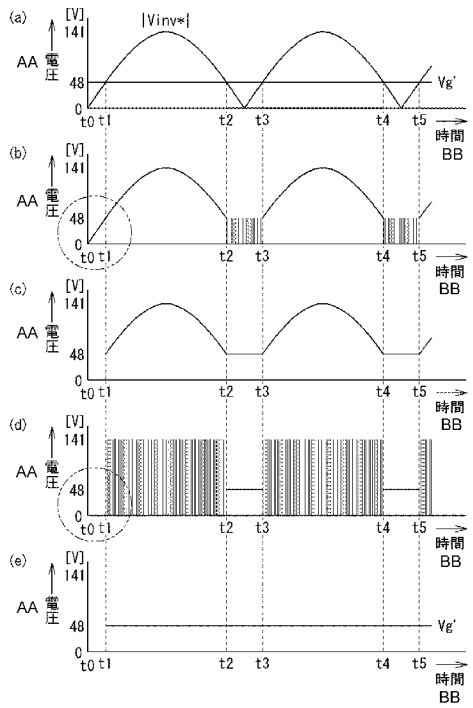
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,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

[続葉有]

(54) **Title**: POWER CONVERSION DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING SAME

(54) 発明の名称 : 電力変換装置及びその制御方法



AA Voltage
BB Time

(57) **Abstract**: In the present invention, a power conversion device is provided with a switch which is provided to an electrical circuit linked to an alternating current system, an AC/DC conversion unit provided between the switch and a DC bus, a DC/DC conversion unit provided between the DC bus and a storage cell, and a control unit for controlling the two conversion units. The control unit: makes comparison between the absolute value of an alternating current voltage target value based on an alternating current voltage and a direct current voltage target value based on a storage cell voltage; executes a control scheme wherein a period for stepping up by means of a switching operation where either the AC/DC conversion unit or the DC/DC conversion unit predominates and a period for stepping down by means of a switching operation where the other predominates occur in alternation, on the basis of the relationship of magnitude thereof; and, at the start of charging/discharging of the storage cell, the switch is closed at the zero cross point of the alternating current voltage, and thereafter charging/discharging is started from the switching operation for stepping down.

(57) 要約: この電力変換装置は、交流系統と繋がる電路に設けられたスイッチと、スイッチとＤＣバスとの間に設けられたＡＣ／ＤＣ変換部と、ＤＣバスと蓄電池との間に設けられたＤＣ／ＤＣ変換部と、２つの変換部を制御する制御部とを備える。制御部は、交流電圧に基づく交流電圧目標値の絶対値と蓄電池電圧に基づく直流電圧目標値とを互いに比較し、その大小関係に基づいて、ＡＣ／ＤＣ変換部及びＤＣ／ＤＣ変換部のいずれか一方を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせる期間と、他方を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせる期間とが交互に出現する制御方式を実行し、かつ、蓄電池の充放電開始時に、交流電圧のゼロクロスでスイッチを閉路させ、その後、降圧を行わせるスイッチング動作から充放電を開始させる。

WO 2016/208544 A1

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)）

明　細　書

発明の名称 ： 電力変換装置及びその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、電力変換装置及びその制御方法に関する。

本出願は、２０１５年６月２２日出願の日本出願第２０１５－１２４６００号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 蓄電池から交流負荷に電力を提供する電力変換装置は、ＵＰＳ（Uninterruptible Power Supply：無停電電源装置）等のバックアップ電源装置に多く用いられている（例えば特許文献１（図１）参照。）。このような電力変換装置は、蓄電池の電圧を昇圧するＤＣ／ＤＣ変換部と、直流を交流に変換するインバータとを備えている。

この場合、ＤＣ／ＤＣ変換部は、蓄電池の電圧を、高周波のスイッチングにより、必要とする交流の波高値以上の一定電圧まで昇圧してＤＣバスに出力する。インバータは、この一定電圧を高周波のスイッチングにより交流波形に変調して出力する。従って、ＤＣ／ＤＣ変換部及びインバータは共に、常に、高周波のスイッチング動作を行っている。

[0003] また、電力変換装置は、通常、双方向性があり、商用電源などの交流電源から出力される交流電圧を、充電に適した直流電圧に変換して蓄電池の充電を行うことができる。この場合、インバータはＡＣ／ＤＣ変換部となり、交流を全波整流する。全波整流波形は、コンデンサにより平滑化される。また、ＤＣ／ＤＣ変換部は降圧の機能を発揮する。ＡＣ／ＤＣ変換部による全波整流は、例えば、スイッチング素子と逆並列に設けられているダイオードを利用して行うことができる。この場合、ＡＣ／ＤＣ変換部を構成する４つのスイッチング素子は、オフに保持すればよい。

[0004] 蓄電池を放電させる場合の上記の電力変換装置では、ＤＣ／ＤＣ変換部及

びインバータは、常時、高周波のスイッチングを行っている。高周波のスイッチングにより、相応のスイッチング損失が生じ、これが、変換効率を悪くする原因となる。このようなスイッチング損失を低減して変換効率を高めるには、例えば、ＤＣ／ＤＣ変換部とインバータとを交流１周期内で交互にスイッチング動作させる制御方式を適用することができる（例えば、特許文献２参照。）。この場合、電力変換装置全体としてのスイッチング回数が低減される。このようにＤＣ／ＤＣ変換部及びインバータの２つの変換部を、交流１周期内で交互にスイッチング動作させる制御方式は、逆方向にも同様に実行することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００３－３４８７６８号公報

特許文献2：特開２０１４－２４１７１４号公報

発明の概要

[0006] 本発明は、交流系統と蓄電池との間に設けられる電力変換装置であって、前記交流系統と繋がる電路に設けられたスイッチと、前記交流系統の交流電圧を検出する電圧センサと、前記スイッチとＤＣバスとの間に設けられたＡＣ／ＤＣ変換部と、前記ＤＣバスに接続されたコンデンサと、前記ＤＣバスと前記蓄電池との間に設けられたＤＣ／ＤＣ変換部と、前記蓄電池の両端電圧を蓄電池電圧として検出する電圧センサと、前記交流電圧に基づく交流電圧目標値の絶対値と前記蓄電池電圧に基づく直流電圧目標値とを互いに比較し、その大小関係に基づいて、前記ＡＣ／ＤＣ変換部及び前記ＤＣ／ＤＣ変換部のいずれか一方を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせる期間と、他方を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせる期間とが交互に出現する制御方式を実行し、かつ、前記蓄電池の充放電開始時に、前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させ、その後、降圧を行わせるスイッチング動作から充放電を開始させる制御部と、を備えたものである。

[0007] また、本発明は、交流系統と蓄電池との間に設けられ、前記交流系統と繋

がる電路に設けられたスイッチと、前記スイッチとＤＣバスとの間に設けられたＡＣ／ＤＣ変換部と、前記ＤＣバスに接続されたコンデンサと、前記ＤＣバスと前記蓄電池との間に設けられたＤＣ／ＤＣ変換部とを備える電力変換装置の制御方法であって、前記交流系統の交流電圧に基づく交流電圧目標値の絶対値と前記蓄電池電圧に基づく直流電圧目標値とを互いに比較し、その大小関係に基づいて、前記ＡＣ／ＤＣ変換部及び前記ＤＣ／ＤＣ変換部のいずれか一方を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせる期間と、他方を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせる期間とが交互に出現する制御方式を実行する場合において、前記蓄電池の充放電開始時には、前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させて、その後、降圧を行わせるスイッチング動作から充放電を開始させる、電力変換装置の制御方法である。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の一実施形態に係る電力変換装置を備えた充放電システムの一例を示す単線接続図である。

[図2]電力変換装置の詳細な回路図の一例である。

[図3]電力変換装置が蓄電池の充電中である場合の動作を概念的に示した電圧波形の図である。

[図4]電力変換装置による充電開始時からの動作を概念的に示した電圧波形の図である。

[図5]電流の実効値を一定勾配で上げていく手法を示す図である。

[図6]充電時の交流電流目標値に到達させるための電流の指令値を、交流電圧のゼロクロスで更新する図である。

[図7]電力変換装置が蓄電池を放電させる場合の動作を概念的に示した電圧波形の図である。

発明を実施するための形態

[0009] ［本開示が解決しようとする課題］

前述のようにスイッチング回数を低減する制御方式を用いた場合、例えば

、交流電圧のゼロクロスのタイミングで充電を開始すると、交流電圧の絶対値よりもＤＣバスの電圧の方が高い状態から、かつ、電流の方向性が決まっていない状態から、スイッチング動作を開始することになる。そのため、ＤＣバスから交流側に電流が逆流する場合がある。電流が逆流しても、その時間はごく短時間であるため、特に問題は無い。しかしながら、充電効率をさらに改善するには、逆流を抑制することが好ましい。

[0010] かかる課題に鑑み、本開示は、２つの変換部が交互にスイッチング動作する電力変換装置において、充放電の開始時の電流の逆流を抑制することを目的とする。

[0011] ［本開示の効果］

本開示によれば、充放電の開始時の電流の逆流を抑制することができる。

[0012] ［実施形態の要旨］

本発明の実施形態の要旨としては、少なくとも以下のものが含まれる。

[0013] （１）これは、交流系統と蓄電池との間に設けられる電力変換装置であって、前記交流系統と繋がる電路に設けられたスイッチと、前記交流系統の交流電圧を検出する電圧センサと、前記スイッチとＤＣバスとの間に設けられたＡＣ／ＤＣ変換部と、前記ＤＣバスに接続されたコンデンサと、前記ＤＣバスと前記蓄電池との間に設けられたＤＣ／ＤＣ変換部と、前記蓄電池の両端電圧を蓄電池電圧として検出する電圧センサと、前記交流電圧に基づく交流電圧目標値の絶対値が前記蓄電池電圧に基づく直流電圧目標値より小さいときは、前記交流電圧に基づく交流電圧目標値の絶対値と前記蓄電池電圧に基づく直流電圧目標値とを互いに比較し、その大小関係に基づいて、前記ＡＣ／ＤＣ変換部及び前記ＤＣ／ＤＣ変換部のいずれか一方を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせる期間と、他方を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせる期間とが交互に出現する制御方式を実行し、かつ、前記蓄電池の充放電開始時に、前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させ、その後、降圧を行わせるスイッチング動作から充放電を開始させる制御部と、を備えたものである。

[0014] 上記制御方式を実行する電力変換装置では、充放電を開始するタイミングによって、ＡＣ／ＤＣ変換部及びＤＣ／ＤＣ変換部のどちらが主体になってスイッチング動作を行うかが異なる。仮に、２つの変換部のいずれか一方により、昇圧のスイッチング動作から開始する場合には、充放電の相手方の電圧の方が高いため、充放電とは逆方向に電流が流れる可能性がある。しかしながら、「降圧」のスイッチング動作から充放電を開始させることにより、充放電の相手方の電圧の方が低い状態から充放電が始まるので、意図する方向と逆方向に電流が流れることを抑止できる。

[0015] （２）また、（１）の電力変換装置において、前記蓄電池を充電する場合の前記制御部は、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より小さいときは、前記ＡＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせ、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より大きいときは、前記ＤＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせ、かつ、前記蓄電池の充電開始時に、前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させ、その後、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より大きい期間内に充電を開始させる。

蓄電池を充電する場合、交流電圧目標値が直流電圧目標値より大きい期間内に充電を開始させれば、ＤＣ／ＤＣ変換部による降圧のスイッチング動作から充電が始まるので、充電とは逆方向に電流が流れることを抑止できる。

[0016] （３）また、（１）の電力変換装置において、前記蓄電池を放電させる場合の前記制御部は、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より大きいときは、前記ＤＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせ、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より小さいときは、前記ＡＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせ、かつ、前記蓄電池の放電開始時に、前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させ、その後、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より小さい期間内に放電を開始させる。

蓄電池を放電させる場合、交流電圧目標値が直流電圧目標値より小さい期

間内に放電を開始させれば、ＡＣ／ＤＣ変換部による降圧のスイッチング動作から放電が始まるので、放電とは逆方向に電流が流れることを抑止できる。

[0017] （４）また、（１）の電力変換装置において、前記蓄電池を放電させる場合の前記制御部は、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より大きいときは、前記ＤＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせ、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より小さいときは、前記ＡＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせ、かつ、前記蓄電池の放電開始時に、前記スイッチを開路させた状態で、自立交流電圧のゼロクロスで自立スイッチを閉路させ、その後、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より小さい期間内に放電を開始させる。

蓄電池を放電させる場合、交流電圧目標値が直流電圧目標値より小さい期間内に放電を開始させれば、ＡＣ／ＤＣ変換部による降圧のスイッチング動作から放電が始まるので、放電とは逆方向に電流が流れることを抑止できる。

[0018] （５）また、（２）の電力変換装置において、前記制御部は、充電時の交流電流目標値に到達させるための指令値を、前記交流電圧のゼロクロスで更新することが好ましい。

この場合、指令値の更新に伴うＰＷＭのデューティの更新がゼロクロスで行われる。従って、電流の急激な変化や、発振を引き起こすことを、抑制できる。

[0019] （６）一方、方法としては、交流系統と蓄電池との間に設けられ、前記交流系統と繋がる電路に設けられたスイッチと、前記スイッチとＤＣバスとの間に設けられたＡＣ／ＤＣ変換部と、前記ＤＣバスに接続されたコンデンサと、前記ＤＣバスと前記蓄電池との間に設けられたＤＣ／ＤＣ変換部とを備える電力変換装置の制御方法であって、前記交流系統の交流電圧に基づく交流電圧目標値の絶対値と前記蓄電池電圧に基づく直流電圧目標値とを互いに

比較し、その大小関係に基づいて、前記ＡＣ／ＤＣ変換部及び前記ＤＣ／ＤＣ変換部のいずれか一方を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせる期間と、他方を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせる期間とが交互に出現する制御方式を実行する場合において、前記蓄電池の充放電開始時には、前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させて、その後、降圧を行わせるスイッチング動作から充放電を開始させる。

[0020] 上記制御方式を実行する電力変換装置の制御方法では、充放電を開始するタイミングによって、ＡＣ／ＤＣ変換部及びＤＣ／ＤＣ変換部のどちらが主体になってスイッチング動作を行うかが異なる。仮に、２つの変換部のいずれか一方により、昇圧のスイッチング動作から開始する場合には、充放電の相手方の電圧の方が高いため、充放電とは逆方向に電流が流れる可能性がある。しかしながら、「降圧」のスイッチング動作から充放電を開始させることにより、充放電の相手方の電圧の方が低い状態から充放電が始まるので、意図する方向と逆方向に電流が流れることを抑止できる。

[0021] ［実施形態の詳細］

＜充放電システム＞

図１は、本発明の一実施形態に係る電力変換装置を備えた充放電システムの一例を示す単線接続図である。図において、電力変換装置１の一端には蓄電池２が接続され、他端には交流系統３が接続されている。この充放電システムは、交流系統３の交流電力を電力変換装置１により直流電力に変換し、蓄電池２に充電する運転を行う。また、その逆に、蓄電池２を放電させて、その直流電力を電力変換装置１により交流電力に変換し、交流系統３の負荷に給電することができる。

蓄電池２の電圧は例えば４８Ｖ、交流系統３の電圧は例えば１００Ｖである。但し、電圧値は、これらに限定されるものではない。

[0022] 電力変換装置１は、主な構成要素として、蓄電池２側に設けられたＤＣ／ＤＣ変換部１０と、交流系統３側に設けられたＡＣ／ＤＣ変換部１１と、これら２つの変換部の動作を制御する制御部１２とを備えている。

制御部１２は例えば、コンピュータを含み、ソフトウェア（コンピュータプログラム）をコンピュータが実行することで、２つの変換部（１０，１１）に対して必要な制御機能を実現する。ソフトウェアは、制御部１２の記憶装置（図示せず。）に格納される。但し、コンピュータを含まないハードウェアのみの回路で制御部１２を構成することも可能ではある。

[0023] ＜電力変換装置＞

《回路構成》

図２は、電力変換装置１の詳細な回路図の一例である。

図２において、ＡＣ／ＤＣ変換部１１と交流系統３との間には、フィルタ回路２１が設けられている。フィルタ回路２１と交流系統３とを繋ぐ電路には、スイッチ２６が設けられている。スイッチ２６は、制御部１２により開閉制御される。電力変換装置１の運転中には、スイッチ２６は閉路している。スイッチ２６としては、双方向に通電可能な半導体素子が用いられる。電圧センサ２５は、交流系統３に並列に接続されており、交流系統３の交流電圧Ｖａの情報を、制御部１２に提供する。

[0024] フィルタ回路２１は、交流リアクトル２２と、交流リアクトル２２より交流系統側（図の右側）に設けられた平滑用のコンデンサ２３とを備えている。フィルタ回路２１は、ＡＣ／ＤＣ変換部１１で発生する高周波ノイズが交流系統３側へ漏れ出ないように、通過を阻止している。また、交流リアクトル２２に流れる電流を検出する電流センサ２４が設けられている。交流リアクトル２２に流れる電流とは、ＡＣ／ＤＣ変換部１１に流れる交流電流検出値Ｉｉｎｖである。電流センサ２４は、この交流電流検出値Ｉｉｎｖの情報を、制御部１２に提供する。

[0025] フィルタ回路２１におけるコンデンサ２３の両端の電路から、自立スイッチ２８を介して、負荷２９へ自立出力を提供することができる自立出力回路が構成されている。自立出力の交流電圧は電圧センサ２７により検出される。検出された電圧情報は制御部１２に提供される。また、自立スイッチ２８は制御部１２により、開閉制御される。自立出力を提供するとき、制御部１

２は、スイッチ２６を開路させ、自立スイッチ２８を閉路させる。

[0026] ＡＣ／ＤＣ変換部１１は、フルブリッジ回路を構成するスイッチング素子Ｑ１～Ｑ４を備えている。これらスイッチング素子Ｑ１～Ｑ４は、例えば、ＭＯＳＦＥＴ（Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor）である。ＭＯＳＦＥＴの場合は、スイッチング素子Ｑ１～Ｑ４がそれぞれ、ダイオード（ボディダイオード）ｄ１～ｄ４を有している。各スイッチング素子Ｑ１～Ｑ４は、制御部１２により制御される。

[0027] ＡＣ／ＤＣ変換部１１とＤＣ／ＤＣ変換部１０とを繋ぐＤＣバス１８には、平滑用のコンデンサ１９が接続されている。このコンデンサ１９は、小容量（μＦレベル）であり、高周波（例えば２０ｋＨｚ）でスイッチングされた電圧に対して平滑作用を発揮するが、商用周波数の２倍程度の周波数（例えば１００Ｈｚ）で変化する電圧に対しては平滑作用を発揮しない。ＤＣバス１８の電圧は電圧センサ２０により検出され、検出された電圧情報は制御部１２に提供される。

[0028] ＤＣ／ＤＣ変換部１０は、直流リアクトル１６と、ダイオードｄ５を逆並列に接続したスイッチング素子Ｑ５と、ダイオードｄ６を逆並列に接続したスイッチング素子Ｑ６とを備え、直流チョッパ回路を構成している。スイッチング素子Ｑ５，Ｑ６としては例えば、図示のＩＧＢＴ（Insulated Gate Bipolar Transistor）や、ＭＯＳＦＥＴを使用することができる。各スイッチング素子Ｑ５，Ｑ６は、制御部１２により制御される。

[0029] ＤＣ／ＤＣ変換部１０の低電位側（図の左側）には、電圧センサ１４、電流センサ１７、及び、平滑用のコンデンサ１５が設けられている。また、蓄電池２の正極とＤＣ／ＤＣ変換部１０とを繋ぐ電路には、スイッチ１３が設けられている。スイッチ１３は、制御部１２により開閉制御される。電力変換装置１の運転中には、スイッチ１３は閉路している。このスイッチ１３としては、双方向に通電可能な半導体素子、又はリレー接点が用いられる。

[0030] 電圧センサ１４は、スイッチ１３を閉路すると蓄電池２と並列接続され、蓄電池２の両端電圧を検出する。検出された電圧は、蓄電池電圧Ｖｇとして

、その情報が、制御部１２に提供される。電流センサ１７は、ＤＣ／ＤＣ変換部１０に流れる電流を検出する。検出された電流は、直流電流検出値Ｉｉｎとして、その情報が、制御部１２に提供される。

[0031] 《充放電動作の概要》

上記のように構成された電力変換装置１は、交流系統３の電力により、蓄電池２を充電する動作、及び、蓄電池２の放電電力により、交流系統３の負荷に電力を供給する動作、の双方向動作が可能である。充電・放電いずれの場合も、交流１／２サイクルの間に、ＡＣ／ＤＣ変換部１１及びＤＣ／ＤＣ変換部１０が交代でスイッチング動作する。

[0032] 蓄電池２を充電する場合、ＡＣ／ＤＣ変換部１１が交流リアクトル２２と協働して昇圧を行い、ＤＣ／ＤＣ変換部１０は、電圧・電流を単に通過させるだけの「スルー」機能を発揮する状態と、ＡＣ／ＤＣ変換部１１が単に整流のみを行い、ＤＣ／ＤＣ変換部１０は、降圧を行う状態とがある。なお、ＡＣ／ＤＣ変換部１１が昇圧を行う場合の交流リアクトル２２は、ＡＣ／ＤＣ変換部１１の一部である。

一方、蓄電池２を放電させる場合には、ＤＣ／ＤＣ変換部１０が昇圧を行い、ＡＣ／ＤＣ変換部１１は周期的な極性反転のみを行う状態と、ＤＣ／ＤＣ変換部１０は「スルー」機能を発揮して、ＡＣ／ＤＣ変換部１１が降圧のインバータ機能（極性反転も含む。）を発揮する状態とがある。

[0033] 《電圧波形図で見た充電動作》

図３は、上記のように構成された電力変換装置１が、例えば、蓄電池２の充電中である場合の動作を概念的に示した電圧波形の図である。

（ａ）は、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値（ピーク値約１４１Ｖ，実効値約１００Ｖ）、及び、直流電圧目標値Ｖｇ’（約４８Ｖ）を示す。交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊とは、交流電圧Ｖａに基づいて、充電動作時におけるＡＣ／ＤＣ変換部１１の入力端での電圧となるべき値である。交流リアクトル２２のインピーダンスを無視すれば、Ｖｉｎｖ＊＝Ｖａである。直流電圧目標値Ｖｇ’とは、蓄電池電圧Ｖｇに直流リアクトル１６の電圧降下を考慮

した値である。直流リアクトル１６のインピーダンスを無視すれば、Ｖｇ’＝Ｖｇである。

なお、ここで言う電圧値は一例に過ぎない。制御部１２は、これら２つの電圧を比較し、比較結果に基づいてＡＣ／ＤＣ変換部１１及びＤＣ／ＤＣ変換部１０を制御する。

[0034] ここで、

（＃１）時刻ｔ０～ｔ１，ｔ２～ｔ３，ｔ４～ｔ５の期間では、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が直流電圧目標値Ｖｇ’より小さくなる（又はＶｇ’以下になる）。

（＃２）また、例えば、時刻ｔ１～ｔ２，ｔ３～ｔ４の期間では、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が直流電圧目標値Ｖｇ’以上となる（又は、Ｖｇ’より大きくなる）。

そこで、（＃１）か（＃２）かの場合分けにより、主にスイッチング動作する変換部を交代させる。

なお、Ｖｇ’＝|Ｖｉｎｖ＊|の場合は、（＃１）、（＃２）のいずれか一方に含めればよいので、以下、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が直流電圧目標値Ｖｇ’より小さい場合と、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が直流電圧目標値Ｖｇ’より大きい場合とに着目して説明する。

[0035] まず、（ｂ）に示すように、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が直流電圧目標値Ｖｇ’より小さい期間（ｔ０～ｔ１，ｔ２～ｔ３，ｔ４～ｔ５）では、制御部１２は、ＡＣ／ＤＣ変換部１１をスイッチング動作させ、交流リアクトル２２との協働による昇圧を行わせる。なお、ここで言うスイッチングとは、例えば２０ｋＨｚ程度の高周波スイッチングを意味し、同期整流を行う程度（商用周波数の２倍）の低周波なスイッチングのことではない（以下同様）。

[0036] 一方、これらの期間（ｔ０～ｔ１，ｔ２～ｔ３，ｔ４～ｔ５）においてＤＣ／ＤＣ変換部１０はスイッチング素子Ｑ６がオフ、Ｑ５がオンの状態となり、電圧をそのままスルー（通過）させる状態となっている。なお、（ｂ）

に示す縦縞模様は、実際にはＰＷＭ（Pulse Width Modulation）パルス列であり、直流電圧目標値Ｖｇ’まで昇圧させるための電位差に応じてデューティが異なる。この結果、ＤＣバス１８に現れる電圧は、（ｃ）に示すような波形となる。

[0037] また、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が直流電圧目標値Ｖｇ’より大きい期間（ｔ１～ｔ２，ｔ３～ｔ４）では、制御部１２は、ＡＣ／ＤＣ変換部１１のスイッチング動作を停止させ、代わりに、ＤＣ／ＤＣ変換部１０をスイッチング動作させ、降圧を行わせる。スイッチング動作を停止したＡＣ／ＤＣ変換部１１は、ダイオードｄ１～ｄ４による全波整流を行う状態となる。

（ｄ）に示す縦縞模様は、実際にはＰＷＭパルス列であり、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値と直流電圧目標値Ｖｇ’との電位差に応じてデューティが異なる。降圧の結果、（ｅ）に示す所望の直流電圧目標値Ｖｇ’が得られ、これにより、蓄電池２を充電することができる。

[0038] 以上のように、ＡＣ／ＤＣ変換部１１とＤＣ／ＤＣ変換部１０とが、交互にスイッチング動作し、一方がスイッチング動作するときは他方はスイッチング動作を停止している。すなわちＡＣ／ＤＣ変換部１１及びＤＣ／ＤＣ変換部１０のそれぞれに、スイッチング動作の停止期間が生じる。こうして、２つの変換部が常にスイッチング動作する制御方式と比べて、この制御方式では、電力変換装置１全体としてのスイッチング損失を大幅に低減することができる。

[0039] 《充電時の制御の仕様》

ここで、電力変換装置１における諸量を、以下のように定義する。

Ｉａ＊：交流系統３からの電流目標値

Ｉｉｎ：ＤＣ／ＤＣ変換部１０の直流電流検出値（電流センサ１７）

Ｉｉｎ＊：ＤＣ／ＤＣ変換部１０の電流目標値

Ｉｉｎｖ＊：ＡＣ／ＤＣ変換部１１の交流電流目標値

Ｉｇ＊：蓄電池２の直流電流目標値

Ｉｃ：コンデンサ１９に流れる電流

Ｉｃａ：コンデンサ２３に流れる電流

[0040] Ｖａ：交流電圧

Ｖｇ：蓄電池電圧

Ｖｉｎｖ＊：ＡＣ／ＤＣ変換部１１の交流電圧目標値

Ｖｏ＊：ＤＣ／ＤＣ変換部１０のＤＣバス１８側での電圧目標値

Ｐｉｎ：蓄電池２への入力電力

P_{LOSS}：電力変換装置１の電力損失

η：電力変換装置１の電力変換効率

[0041] 蓄電池２への入力電力Ｐｉｎの平均値〈Ｐｉｎ〉は、

〈Ｐｉｎ〉＝〈Ｉｉｎ×Ｖｇ〉 ・・・（１）

である。なお、記号〈 〉は、平均値を表すものとする（以下同様）。

また、交流系統３からの電流目標値の平均値〈Ｉａ＊〉は、

〈Ｉａ＊〉＝〈Ｉｇ＊×Ｖｇ〉／（η×〈Ｖａ〉） ・・・（２）

である。ここで、ηは、電力変換装置１の変換効率を表す定数である。

また、電流目標値Ｉａ＊は、

Ｉａ＊＝（$2^{1/2}$）×〈Ｉａ＊〉×ｓｉｎωｔ ・・・（３）

である。

[0042] 一方、ＡＣ／ＤＣ変換部１１に対する交流電流目標値Ｉｉｎｖ＊は、コンデンサ２３のキャパシタンスＣａを考慮して、

Ｉｉｎｖ＊＝Ｉａ＊ － ｓ ＣａＶａ ・・・（４）

である。ここで、「ｓ」は、ラプラス演算子である（以下同様。）。

[0043] また、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊は、交流リアクトル２２のインピーダンスをＺａとすると、

Ｖｉｎｖ＊＝Ｖａ－Ｚａ Ｉｉｎｖ＊ ・・・（５）

である。

[0044] また、ＤＣ／ＤＣ変換部１０への入力電圧目標値Ｖｏ＊は、

Ｖｏ＊＝Ｍａｘ（Ｖｇ＋Ｚ Ｉｉｎ，Ｖｉｎｖ＊の絶対値） ・・・（６）

とすることができる。なお、「Ｍａｘ」は、（　）内の大きい方を表す。Ｚは、直流リアクトル１６のインピーダンスである。ここで、（Ｖｇ＋Ｚ　ｌｉｎ）は、前述の直流電圧目標値Ｖｇ’である。

[0045] また、ＤＣ／ＤＣ変換部電流目標値ｌｉｎ＊は、

ｌｉｎ＊＝

｛（ｌｉｎｖ＊×Ｖｉｎｖ＊）－（ｓ　Ｃ　Ｖｏ＊）×Ｖｏ＊｝　／

（Ｖｇ＋Ｚｌｉｎ）　　・・・（７）

である。

[0046] なお、コンデンサ１９の静電容量Ｃ及び電力損失P_{Loss}が、（ｌｉｎｖ＊×Ｖｉｎｖ＊）に比べて十分小さい場合、下記式（８）が成立する。この式（８）によって求まるｌｉｎ＊を式（６）、（７）の右辺に含まれるｌｉｎとして用いることができる。

ｌｉｎ＊＝（ｌｉｎｖ＊×Ｖｉｎｖ＊）／Ｖｇ　　・・・（８）

[0047] 以上のようにして、制御部１２は、ＡＣ／ＤＣ変換部１１への交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が、直流電圧目標値（Ｖｇ＋Ｚ　ｌｉｎ）よりも高い部分の電圧を出力する際には、ＤＣ／ＤＣ変換部１０を動作させ、また、ＡＣ／ＤＣ変換部１１のへ交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が、直流電圧目標値（Ｖｇ＋Ｚ　ｌｉｎ）よりも低い部分の電圧を出力する際にはＡＣ／ＤＣ変換部１１を動作させるように制御を行う。こうして、ＡＣ／ＤＣ変換部１１及びＤＣ／ＤＣ変換部１０のスイッチング損失を低減し、より高効率で直流電力を出力することができる。

[0048] さらに、ＤＣ／ＤＣ変換部１０及びＡＣ／ＤＣ変換部１１は、ともに制御部１２が設定した目標値に基づいて動作するため、両回路の高周波スイッチング期間が交互に切り替わるように動作を行っても、ＡＣ／ＤＣ変換部１１に入力される交流電流に位相ずれや歪みが生じるのを抑制することができる。

[0049] 《充電開始時の動作》

次に、上記の電力変換装置１を用いて交流系統３から蓄電池２の充電を開

始する場合の動作について説明する。

充電を開始するには、まず、図２において、制御部１２は、スイッチ１３を閉路する。スイッチ１３が閉路されると、蓄電池電圧Ｖｇにより、コンデンサ１５が充電され、また、直流リアクトル１６及びダイオードｄ５を通ってコンデンサ１９が充電される。ＤＣバス１８の電圧は、概ね、Ｖｇ（４８Ｖ）と等しくなる。続いて、制御部１２は、交流電圧Ｖａのゼロクロスでスイッチ２６を閉路する。

[0050] 図４は、図３と近似した図ではあるが、図３のように既に充電中の状態ではなく、電力変換装置１による充電開始時からの動作を概念的に示した電圧波形の図である。スイッチ２６が時刻ｔ０で閉路されたとすると、制御方式上、ｔ０～ｔ１の期間にスイッチング動作するのは、ＡＣ／ＤＣ変換部１１である。しかし、制御部１２は、ｔ０～ｔ１の期間にＡＣ／ＤＣ変換部１１を動作させない（図４の（ｂ）における丸印）。

[0051] 従って、スイッチング素子Ｑ１～Ｑ４はオフで、ダイオードｄ１～ｄ４の逆電圧阻止機能により、ＤＣバス１８の電圧によって交流側に電流が流れることはない。また、ｔ０～ｔ１の期間では、Ｖｉｎｖ＊の絶対値が、ＤＣバス１８の電圧以下である。従って、交流系統３からＤＣバス１８へは給電されない。すなわち、ＤＣバス１８には蓄電池２の電圧が生じているが、交流側から充電に寄与する電圧は提供されていない。図４の（ｃ）は、交流側から提供される充電電圧を表している。

[0052] そして、時刻ｔ１になると、交流電圧Ｖａに伴って上昇する交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が直流電圧目標値Ｖｇ’（４８Ｖ）に達する。ｔ１～ｔ２の期間にスイッチング動作するのは、ＤＣ／ＤＣ変換部１０である。そこで、制御部１２は、時刻ｔ１以降にＤＣ／ＤＣ変換部１０をスイッチング動作させ、降圧を行わせる（図４の（ｄ））。なお、迅速な充電開始のためには、時刻ｔ１以降に直ちにスイッチング動作を開始させることが好ましいが、開始のタイミングはｔ１～ｔ２の範囲、すなわち、制御方式上、降圧が行われる期間であればよい。従って、次のｔ３～ｔ４の期間にスイッチング

動作を開始させることも可能である。

[0053] ＤＣ／ＤＣ変換部１０のスイッチング動作開始により、それ以降は、通常の動作が行われ、蓄電池２が充電される。なお、例えば充電開始後の時刻ｔ２～ｔ３の期間ではＡＣ／ＤＣ変換部１１がスイッチング動作を行う。この場合は、ゼロクロスになる前からスイッチング動作が開始されているため、当該期間において、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊が直流電圧目標値Ｖｇ’より低い電圧になってもＤＣバス１８から交流側へ電流が流れることはない。

[0054] このように、蓄電池２を充電する場合、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊が直流電圧目標値Ｖｇ’＝（Ｖｇ＋Ｚ Ｉｉｎ）より大きい期間内に充電を開始させれば、ＤＣ／ＤＣ変換部１０による降圧のスイッチング動作から充電が始まるので、充電とは逆方向に電流が流れることを抑止できる。

[0055] 《交流電流目標値の更新の仕方》

なお、充電開始時には突入電流が流れるので、これを抑制すべく、ソフトスタート機能を設けることができる。例えば、交流電流目標値Ｉｉｎｖ＊を、０から徐々に目標値に上げていくことでソフトスタート機能を実現することができる。制御上は、周期的に電流の指令値を更新する形になる。

例えば、図５は、電流の実効値を一定勾配で上げていく手法である。この場合、電流が流れている時に指令値が更新される。そのため、ＰＷＭのディーティが更新され、電流が急激に変化することがあり、また、発振を引き起こすこともある。

[0056] そこで、図６に示すように、制御部１２は、充電時の交流電流目標値Ｖｉｎｖ＊に到達させるための電流の指令値を、交流系統３の交流電圧Ｖａのゼロクロスで更新する。

この場合、指令値の更新に伴うＰＷＭのデューティの更新がゼロクロスで行われる。従って、電流の急激な変化や、発振を引き起こすことを、抑制できる。

[0057] 《電圧波形図で見た放電動作》

図７は、電力変換装置１が、蓄電池２を放電させている場合の動作を概念

的に示した電圧波形の図である。

（ａ）は、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値（ピーク値約１４１Ｖ，実効値約１００Ｖ）、及び、直流電圧目標値Ｖｇ’（約４８Ｖ）を示す。交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊とは、交流電圧Ｖａに基づいて、放電動作時におけるＡＣ／ＤＣ変換部１１の出力端での電圧となるべき値である。交流リアクトル２２のインピーダンスを無視すれば、Ｖｉｎｖ＊＝Ｖａである。直流電圧目標値Ｖｇ’とは、蓄電池電圧Ｖｇに直流リアクトル１６の電圧降下を考慮した値である。直流リアクトル１６のインピーダンスを無視すれば、Ｖｇ’＝Ｖｇである。

なお、ここで言う電圧値は一例に過ぎない。制御部１２は、これら２つの電圧を比較し、比較結果に基づいてＡＣ／ＤＣ変換部１１及びＤＣ／ＤＣ変換部１０を制御する。

[0058] まず、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が直流電圧目標値Ｖｇ’より大きい期間（ｔ１～ｔ２，ｔ３～ｔ４）では、制御部１２は、ＤＣ／ＤＣ変換部１０をスイッチング動作させ、昇圧を行わせる（図７の（ｂ））。この結果、ＤＣバス１８には（ｃ）に示す電圧が現れる。

[0059] 一方、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が直流電圧目標値Ｖｇ’より小さい期間（ｔ０～ｔ１，ｔ２～ｔ３，ｔ４～ｔ５）では、制御部１２は、ＡＣ／ＤＣ変換部１１をインバータとしてスイッチング動作させ、降圧を行わせる（図７の（ｄ））。また、このスイッチング動作とは別に、ＡＣ／ＤＣ変換部１１は、交流系統３の周波数の２倍に相当する周波数（例えば１００Ｈｚ）の周期ごとに通電の極性を反転させる。このスイッチング動作は、例えば２０ｋＨｚのスイッチング動作と比べると極めて低速である。一方、ＡＣ／ＤＣ変換部１１がスイッチング動作を行っている間（ｔ０～ｔ１，ｔ２～ｔ３，ｔ４～ｔ５）、ＤＣ／ＤＣ変換部１０では、スイッチング素子Ｑ５，Ｑ６が共にオフの状態となり、ダイオードｄ５を通して電圧・電流をそのままスルー（通過）させる状態となっている。

この結果、（ｅ）に示す所望の交流波形が得られる。

[0060] 《放電時の制御の仕様》

ここで、充電時と同様に、電力変換装置１における諸量を、以下のように定義する。

Ｉａ＊：交流系統３への電流目標値

Ｉｉｎ：ＤＣ／ＤＣ変換部１０の直流電流検出値（電流センサ１７）

Ｉｉｎ＊：ＤＣ／ＤＣ変換部１０の電流目標値

Ｉｉｎｖ＊：ＡＣ／ＤＣ変換部１１の交流電流目標値

Ｉｇ＊：蓄電池２の直流電流目標値

Ｉｃ：コンデンサ１９に流れる電流

Ｉｃａ：コンデンサ２３に流れる電流

[0061] Ｖａ：交流電圧

Ｖｇ：蓄電池電圧

Ｖｉｎｖ＊：ＡＣ／ＤＣ変換部１１の交流電圧目標値

Ｖｏ＊：ＤＣ／ＤＣ変換部１０のＤＣバス１８側での電圧目標値

Ｐｉｎ：蓄電池２からの出力電力（逆の入力電力）

P_{Loss}：電力変換装置１の電力損失

η：電力変換装置１の電力変換効率

[0062] 蓄電池２からの出力電力Ｐｉｎの平均値〈Ｐｉｎ〉は、

〈Ｐｉｎ〉＝〈Ｉｉｎ×Ｖｇ〉 ・・・（1’）

また、交流系統３への電流目標値の平均値〈Ｉａ＊〉は、

〈Ｉａ＊〉＝〈Ｉｇ＊×Ｖｇ〉／（η×〈Ｖａ〉） ・・・（2’）

である。ここで、ηは、電力変換装置１の変換効率を表す定数である。

また、電流目標値Ｉａ＊は、

$Ia^{*}=(2^{1/2})\times\langle Ia^{*}\rangle\times\sin\omega t$ ・・・（3’）

である。

[0063] 一方、ＡＣ／ＤＣ変換部１１に対する交流電流目標値Ｉｉｎｖ＊は、コンデンサ２３のキャパシタンスＣａを考慮して、

$Iinv^{*}=Ia^{*}+sCaVa$ ・・・（4’）

である。

[0064] また、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊は、交流リアクトル２２のインピーダンスをＺａとすると、

Ｖｉｎｖ＊＝Ｖａ＋Ｚａ ｌｉｎｖ＊ ・・・（5’）

である。

[0065] また、ＤＣ／ＤＣ変換部１０への入力電圧目標値Ｖｏ＊は、

Ｖｏ＊＝Ｍａｘ（Ｖｇ－Ｚ ｌｉｎ，Ｖｉｎｖ＊の絶対値） ・・・（6’）

とすることができる。なお、「Ｍａｘ」は、（ ）内の大きい方を表す。Ｚは、直流リアクトル１６のインピーダンスである。ここで、（Ｖｇ－Ｚ ｌｉｎ）は、直流電圧目標値Ｖｇ’である。

[0066] また、ＤＣ／ＤＣ変換部電流目標値ｌｉｎ＊は、

ｌｉｎ＊＝

｛（ｌｉｎｖ＊×Ｖｉｎｖ＊）＋（ｓ Ｃ Ｖｏ＊）×Ｖｏ＊｝ ／

（Ｖｇ－Ｚｌｉｎ） ・・・（7’）

である。

[0067] なお、コンデンサ１９の静電容量Ｃ及び電力損失P_{Loss}が、（ｌｉｎｖ＊×Ｖｉｎｖ＊）に比べて十分小さい場合、下記式（8’）が成立する。この式（8’）によって求まるｌｉｎ＊を式（6’）、（7’）の右辺に含まれるｌｉｎとして用いることができる。

ｌｉｎ＊＝（ｌｉｎｖ＊×Ｖｉｎｖ＊）／Ｖｇ ・・・（8’）

[0068] 以上のようにして、制御部１２は、ＡＣ／ＤＣ変換部１１の交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が、直流電圧目標値（Ｖｇ－Ｚ ｌｉｎ）よりも高い部分の電圧を出力する際には、ＤＣ／ＤＣ変換部１０を動作させ、また、ＡＣ／ＤＣ変換部１１の交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値が、直流電圧（Ｖｇ－Ｚ ｌｉｎ）よりも低い部分の電圧を出力する際にはＡＣ／ＤＣ変換部１１を動作させるように制御を行う。こうして、ＡＣ／ＤＣ変換部１１及びＤＣ／ＤＣ変換部１０のスイッチング損失を低減し、より高効率で直流電力を出

力することができる。

[0069] さらに、ＤＣ／ＤＣ変換部１０及びＡＣ／ＤＣ変換部１１は、ともに制御部１２が設定した目標値に基づいて動作するため、両回路の高周波スイッチング期間が交互に切り替わるように動作を行っても、ＡＣ／ＤＣ変換部１１から出力される交流電流に位相ずれや歪みが生じるのを抑制することができる。

[0070] 《放電開始時の動作》

次に、上記の電力変換装置１を用いて蓄電池２の放電を開始する場合の動作について、系統負荷への出力の場合と、自立出力の場合とに分けて説明する。

[0071] （系統負荷への出力の場合）

放電を開始するには、まず、図２において、制御部１２は、スイッチ１３を閉路する。スイッチ１３が閉路されると、蓄電池電圧Ｖｇにより、コンデンサ１５が充電され、また、直流リアクトル１６及びダイオードｄ５を通ってコンデンサ１９が充電される。ＤＣバス１８の電圧は、概ね、Ｖｇ（４８Ｖ）と等しくなる。続いて、制御部１２は、交流電圧Ｖａのゼロクロスでスイッチ２６を閉路する。

[0072] 図７において、スイッチ２６が時刻ｔ０で閉路されたとすると、制御部１２は、ｔ０～ｔ１の期間にＡＣ／ＤＣ変換部１１をスイッチング動作させ、降圧させる。この期間には、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊が直流電圧目標値Ｖｇ’以下となるので、交流側からＤＣバス１８への電流の逆流は発生しない。それ以降も、通常の動作が行われ、蓄電池２が放電する。

なお、もし、ｔ０～ｔ１の期間にＡＣ／ＤＣ変換部１１のスイッチング動作を開始させない場合は、次のｔ２～ｔ３の期間にスイッチング動作を開始させることも可能である。

[0073] このように、蓄電池２を放電させる場合、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊が直流電圧目標値（Ｖｇ－Ｚ ｌｉｎ）より小さい期間内に放電を開始させれば、ＡＣ／ＤＣ変換部１１による降圧のスイッチング動作から放電が始まるので

、放電とは逆方向に電流が流れることを抑止できる。

[0074] （自立出力の場合）

一方、自立出力の場合に放電を開始するには、まず、図２において、制御部１２は、スイッチ１３を閉路する。スイッチ１３が閉路されると、蓄電池電圧Ｖｇにより、コンデンサ１５が充電され、また、直流リアクトル１６及びダイオードｄ５を通ってコンデンサ１９が充電される。ＤＣバス１８の電圧は、概ね、Ｖｇ（４８Ｖ）と等しくなる。続いて、制御部１２は、スイッチ２６を開路させた状態で、自立交流電圧のゼロクロスで自立スイッチ２８を閉路する。

[0075] 図７において、自立スイッチ２８が時刻ｔ０で閉路されたとすると、制御部１２は、ｔ０～ｔ１の期間にＡＣ／ＤＣ変換部１１をスイッチング動作させ、降圧させる。この期間には、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊が直流電圧目標値Ｖｇ’以下となるので、交流側からＤＣバス１８への電流の逆流は発生しない。それ以降も、通常の動作が行われ、蓄電池２が放電する。

なお、もし、ｔ０～ｔ１の期間にＡＣ／ＤＣ変換部１１のスイッチング動作を開始させない場合は、次のｔ２～ｔ３の期間にスイッチング動作を開始させることも可能である。

[0076] このように、蓄電池２を放電させる場合、交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊が直流電圧目標値（Ｖｇ－Ｚ ｌｉｎ）より小さい期間内に放電を開始させれば、ＡＣ／ＤＣ変換部１１による降圧のスイッチング動作から放電が始まるので、放電とは逆方向に電流が流れることを抑止できる。

[0077] 《充放電開始タイミングについての総括》

（交流系統と接続されている場合）

以上のように、電力変換装置１の制御部１２は、交流電圧に基づく交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値と蓄電池電圧Ｖｇに基づく直流電圧目標値（Ｖｇ＋Ｚ ｌｉｎ又はＶｇ－Ｚ ｌｉｎ）とを互いに比較し、その大小関係に基づいて、ＡＣ／ＤＣ変換部１１及びＤＣ／ＤＣ変換部１０のいずれか一方を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせる期間と、他方を主体とし

たスイッチング動作により降圧を行わせる期間とが交互に出現する制御方式を実行する。また、制御部１２は、蓄電池２の充放電開始時に、交流電圧Ｖａのゼロクロスでスイッチ２６を閉路させ、その後、降圧を行わせるスイッチング動作から充放電を開始させる。

[0078] （自立出力の場合）

自立出力の場合も同様に、電力変換装置１の制御部１２は、交流電圧に基づく交流電圧目標値Ｖｉｎｖ＊の絶対値と蓄電池電圧Ｖｇに基づく直流電圧目標値（Ｖｇ＋Ｚ ｌｉｎ又はＶｇ－Ｚ ｌｉｎ）とを互いに比較し、その大小関係に基づいて、ＡＣ／ＤＣ変換部１１及びＤＣ／ＤＣ変換部１０のいずれか一方を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせる期間と、他方を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせる期間とが交互に出現する制御方式を実行する。また、制御部１２は、蓄電池２の放電開始時に、自立交流電圧のゼロクロスで自立スイッチ２８を閉路させ、その後、降圧を行わせるスイッチング動作から放電を開始させる。

[0079] 上記制御方式を実行する電力変換装置１では、充放電を開始するタイミングによって、ＡＣ／ＤＣ変換部１１及びＤＣ／ＤＣ変換部１０のどちらが主体になってスイッチング動作を行うかが異なる。仮に、２つの変換部のいずれか一方により、昇圧のスイッチング動作から開始する場合には、充放電の相手方の電圧の方が高いため、充放電とは逆方向に電流が流れる可能性がある。しかしながら、「降圧」のスイッチング動作から充放電を開始させることにより、充放電の相手方の電圧の方が低い状態から充放電が始まるので、意図する方向と逆方向に電流が流れることを抑止できる。

[0080] ＜補記＞

なお、上記の実施形態では、ＡＣ／ＤＣ変換部１１及びＤＣ／ＤＣ変換部１０のいずれか一方がスイッチング動作を行っているときは、他方はスイッチング動作（高周波）を停止しているとした。しかし、２つの変換部が入れ替わるときに、過渡的に２つの変換部が共にスイッチング動作を行っているように制御することも可能である。

[0081] なお、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

[0082] ［付記］

以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。すなわち、この電力変換装置は、以下のように表現することもできる。

交流系統と蓄電池との間に設けられる電力変換装置であって、

前記交流系統と繋がる電路に設けられたスイッチと、

前記交流系統の交流電圧を検出する電圧センサと、

前記スイッチとＤＣバスとの間に設けられたＡＣ／ＤＣ変換部と、

前記ＤＣバスに接続されたコンデンサと、

前記ＤＣバスと前記蓄電池との間に設けられたＤＣ／ＤＣ変換部と、

前記蓄電池の両端電圧を蓄電池電圧として検出する電圧センサと、

前記交流電圧に基づく交流電圧目標値の絶対値と前記蓄電池電圧に基づく直流電圧目標値とを互いに比較し、その大小関係に基づいて、前記ＡＣ／ＤＣ変換部及び前記ＤＣ／ＤＣ変換部のいずれか一方を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせる期間と、他方を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせる期間とが前記交流電圧目標値の（１／２）サイクル内で交互に出現する制御方式を実行し、かつ、前記蓄電池の充放電を開始する場合に、前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させ、その後、降圧を行わせる期間に充放電を開始させることで、充電開始時には降圧して充電電流が流れる状態及び放電開始時には降圧して放電電流が流れる状態とする制御部と、

を備えている電力変換装置。

符号の説明

[0083] １　電力変換装置

２　蓄電池

３　交流系統

１０　ＤＣ／ＤＣ変換部

１１　ＡＣ／ＤＣ変換部

１２　制御部

１３　スイッチ

１４　電圧センサ

１５　コンデンサ

１６　直流リアクトル

１７　電流センサ

１８　ＤＣバス

１９　コンデンサ

２０　電圧センサ

２１　フィルタ回路

２２　交流リアクトル

２３　コンデンサ

２４　電流センサ

２５　電圧センサ

２６　スイッチ

２７　電圧センサ

２８　自立スイッチ

２９　負荷

ｄ１～ｄ６　ダイオード

Ｑ１～Ｑ６　スイッチング素子

請求の範囲

[請求項1] 交流系統と蓄電池との間に設けられる電力変換装置であって、

前記交流系統と繋がる電路に設けられたスイッチと、

前記交流系統の交流電圧を検出する電圧センサと、

前記スイッチとＤＣバスとの間に設けられたＡＣ／ＤＣ変換部と、

前記ＤＣバスに接続されたコンデンサと、

前記ＤＣバスと前記蓄電池との間に設けられたＤＣ／ＤＣ変換部と、

前記蓄電池の両端電圧を蓄電池電圧として検出する電圧センサと、

前記交流電圧に基づく交流電圧目標値の絶対値と前記蓄電池電圧に基づく直流電圧目標値とを互いに比較し、その大小関係に基づいて、前記ＡＣ／ＤＣ変換部及び前記ＤＣ／ＤＣ変換部のいずれか一方を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせる期間と、他方を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせる期間とが交互に出現する制御方式を実行し、かつ、前記蓄電池の充放電開始時に、前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させ、その後、降圧を行わせるスイッチング動作から充放電を開始させる制御部と、

を備えている電力変換装置。

[請求項2] 前記蓄電池を充電する場合の前記制御部は、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より小さいときは、前記ＡＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせ、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より大きいときは、前記ＤＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせ、かつ、前記蓄電池の充電開始時に、前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させ、その後、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より大きい期間内に充電を開始させる、請求項１に記載の電力変換装置。

[請求項3] 前記蓄電池を放電させる場合の前記制御部は、前記交流電圧目標値

の絶対値が前記直流電圧目標値より大きいときは、前記ＤＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせ、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より小さいときは、前記ＡＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせ、かつ、前記蓄電池の放電開始時に、前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させ、その後、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より小さい期間内に放電を開始させる、請求項１に記載の電力変換装置。

[請求項4] 前記蓄電池を放電させる場合の前記制御部は、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より大きいときは、前記ＤＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせ、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より小さいときは、前記ＡＣ／ＤＣ変換部を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせ、かつ、前記蓄電池の放電開始時に、前記スイッチを開路させた状態で、自立交流電圧のゼロクロスで自立スイッチを閉路させ、その後、前記交流電圧目標値の絶対値が前記直流電圧目標値より小さい期間内に放電を開始させる、請求項１に記載の電力変換装置。

[請求項5] 前記制御部は、充電時の交流電流目標値に到達させるための指令値を、前記交流電圧のゼロクロスで更新する請求項２に記載の電力変換装置。

[請求項6] 交流系統と蓄電池との間に設けられ、前記交流系統と繋がる電路に設けられたスイッチと、前記スイッチとＤＣバスとの間に設けられたＡＣ／ＤＣ変換部と、前記ＤＣバスに接続されたコンデンサと、前記ＤＣバスと前記蓄電池との間に設けられたＤＣ／ＤＣ変換部とを備える電力変換装置の制御方法であって、

前記交流系統の交流電圧に基づく交流電圧目標値の絶対値と前記蓄電池電圧に基づく直流電圧目標値とを互いに比較し、その大小関係に基づいて、前記ＡＣ／ＤＣ変換部及び前記ＤＣ／ＤＣ変換部のいずれ

か一方を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせる期間と、他方を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせる期間とが交互に出現する制御方式を実行する場合において、

前記蓄電池の充放電開始時には、

前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させて、

その後、降圧を行わせるスイッチング動作から充放電を開始させる、

電力変換装置の制御方法。

[請求項7] 交流系統と蓄電池との間に設けられる電力変換装置であって、

前記交流系統と繋がる電路に設けられたスイッチと、

前記交流系統の交流電圧を検出する電圧センサと、

前記スイッチとＤＣバスとの間に設けられたＡＣ／ＤＣ変換部と、

前記ＤＣバスに接続されたコンデンサと、

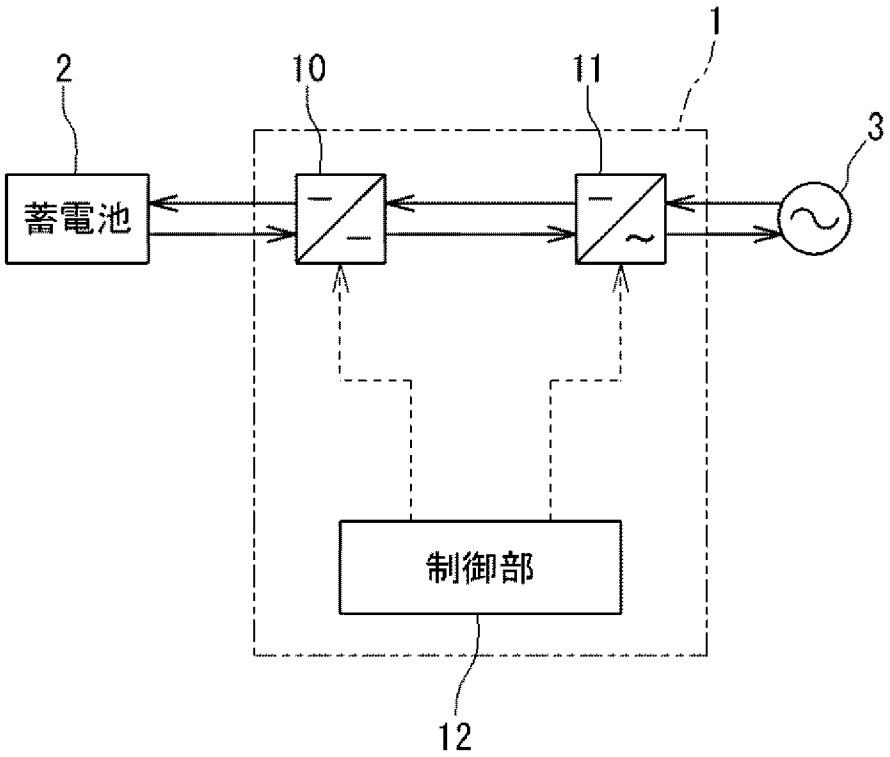
前記ＤＣバスと前記蓄電池との間に設けられたＤＣ／ＤＣ変換部と、

前記蓄電池の両端電圧を蓄電池電圧として検出する電圧センサと、

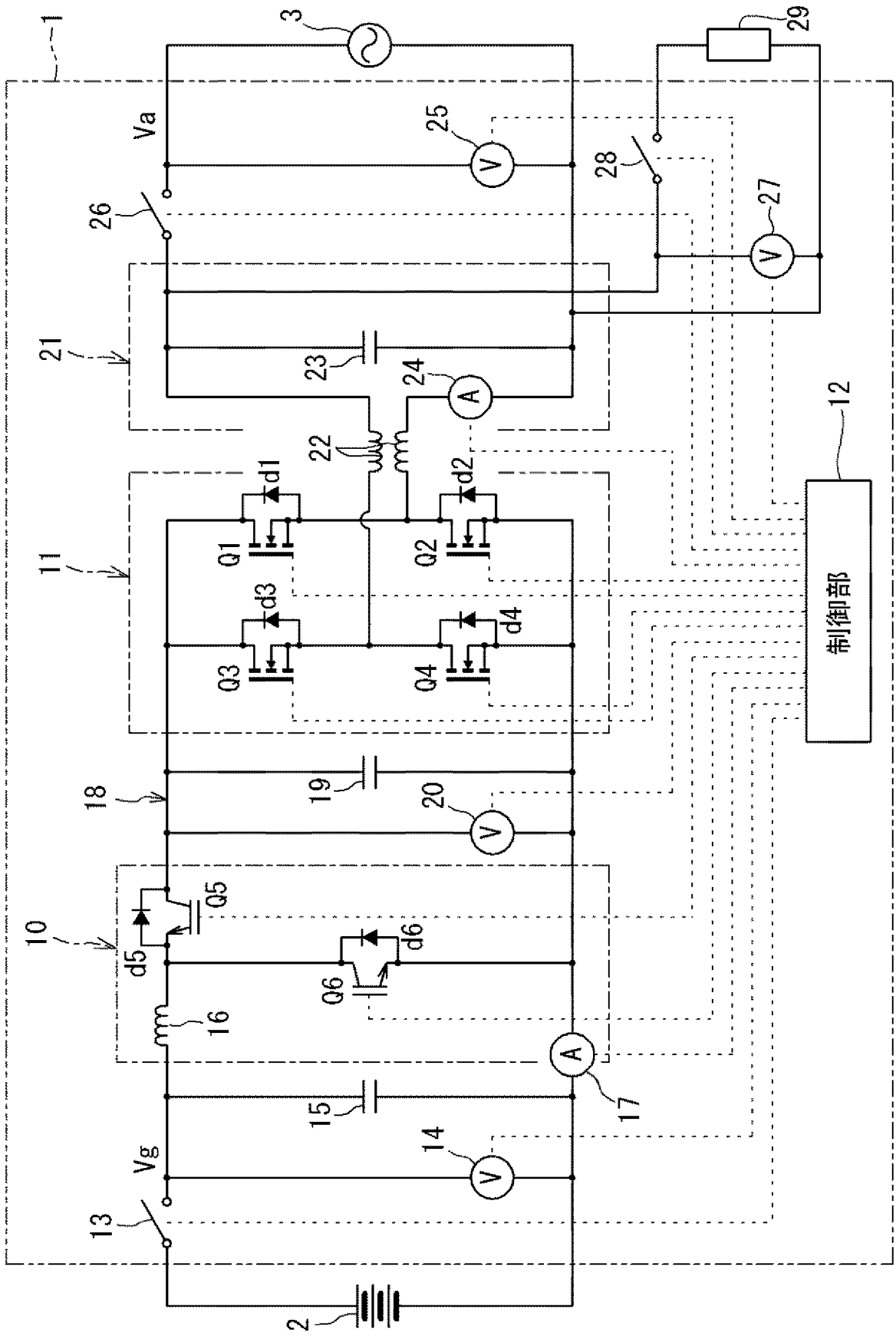
前記交流電圧に基づく交流電圧目標値の絶対値と前記蓄電池電圧に基づく直流電圧目標値とを互いに比較し、その大小関係に基づいて、前記ＡＣ／ＤＣ変換部及び前記ＤＣ／ＤＣ変換部のいずれか一方を主体としたスイッチング動作により昇圧を行わせる期間と、他方を主体としたスイッチング動作により降圧を行わせる期間とが前記交流電圧目標値の（１／２）サイクル内で交互に出現する制御方式を実行し、かつ、前記蓄電池の充放電を開始する場合に、前記交流電圧のゼロクロスで前記スイッチを閉路させ、その後、降圧を行わせる期間に充放電を開始させることで、充電開始時には降圧して充電電流が流れる状態及び放電開始時には降圧して放電電流が流れる状態とする制御部と、

を備えている電力変換装置。

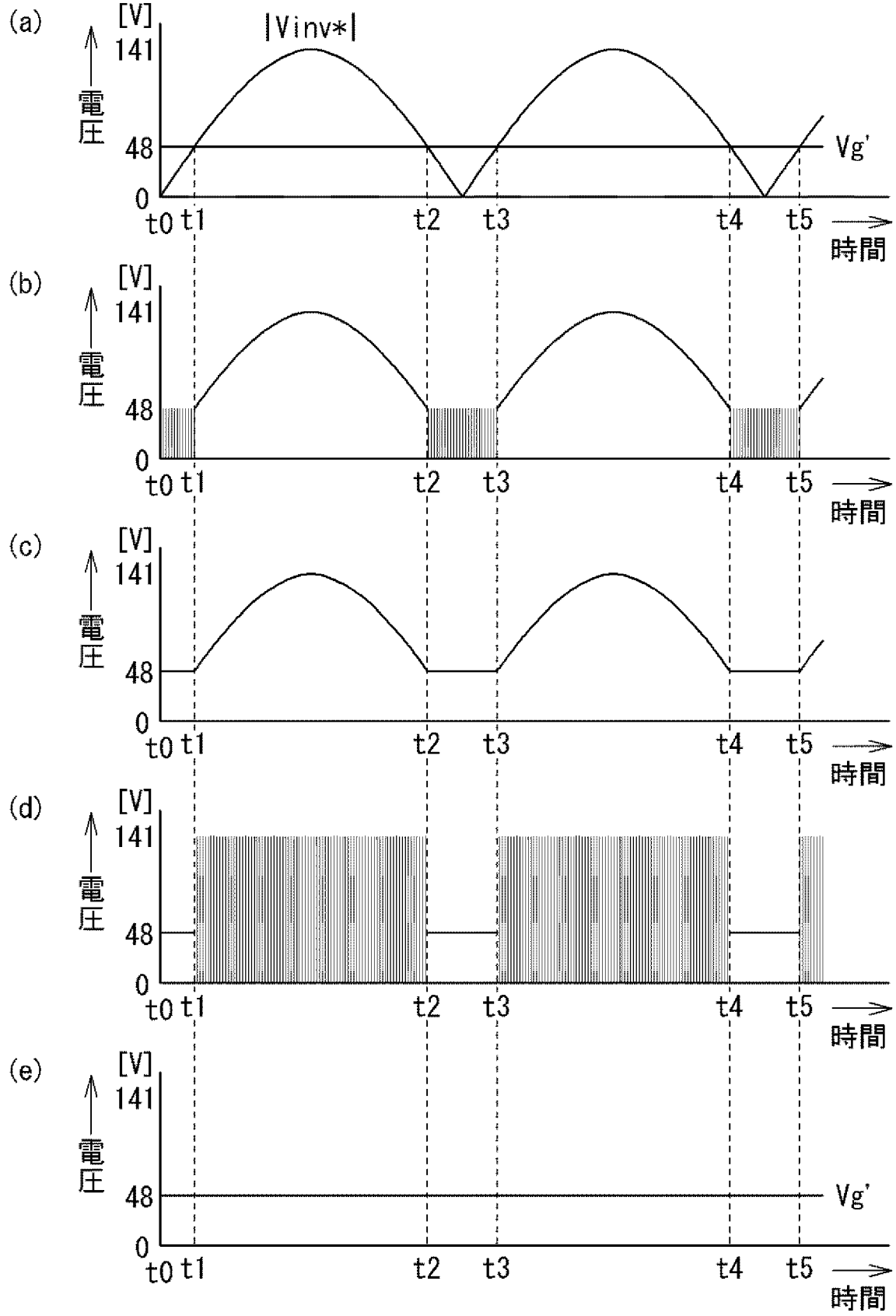
[図1]



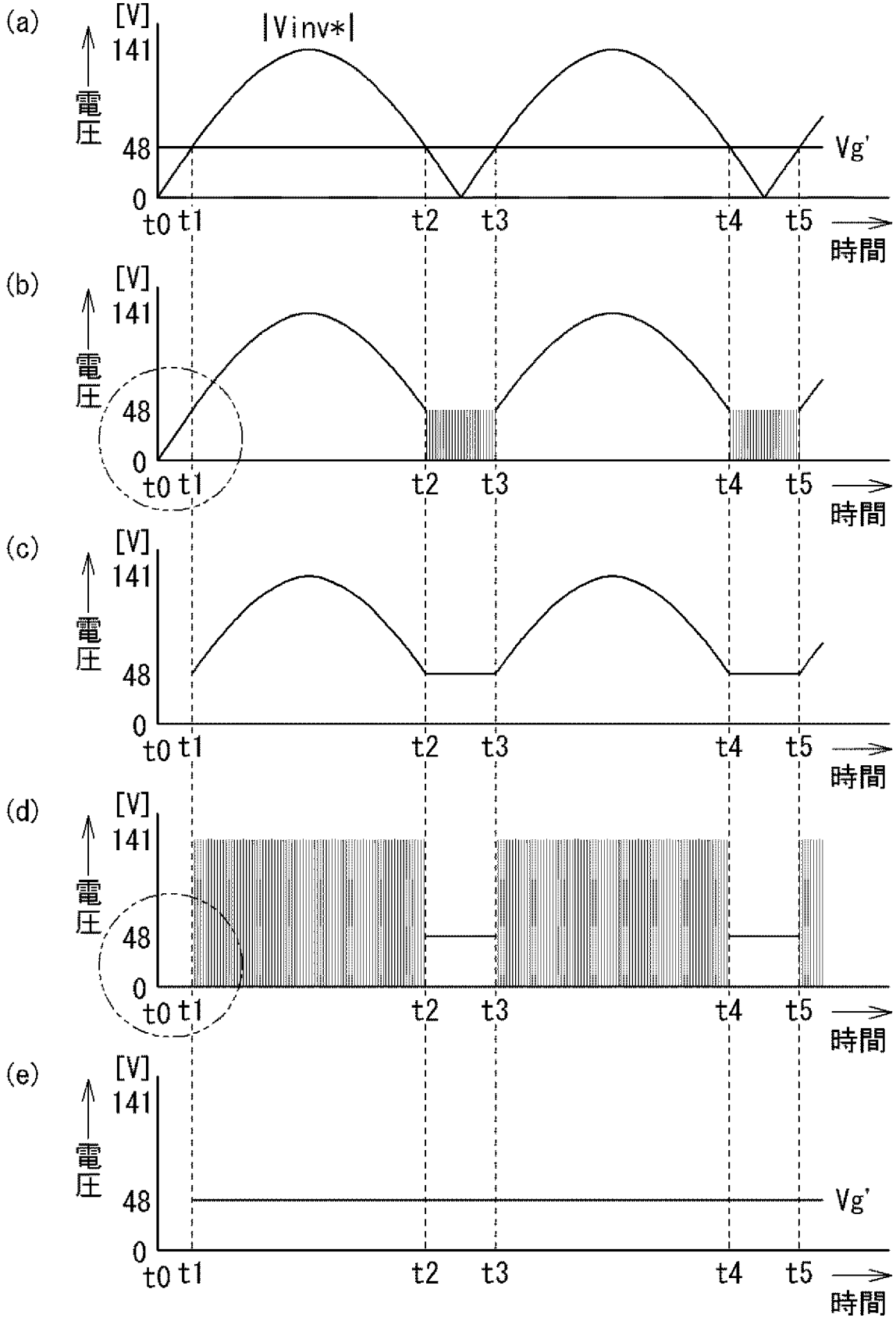
[図2]


1
2
3
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
Va
Vg
Q1
Q2
Q3
Q4
Q5
Q6
d1
d2
d3
d4
d5
d6
制御部

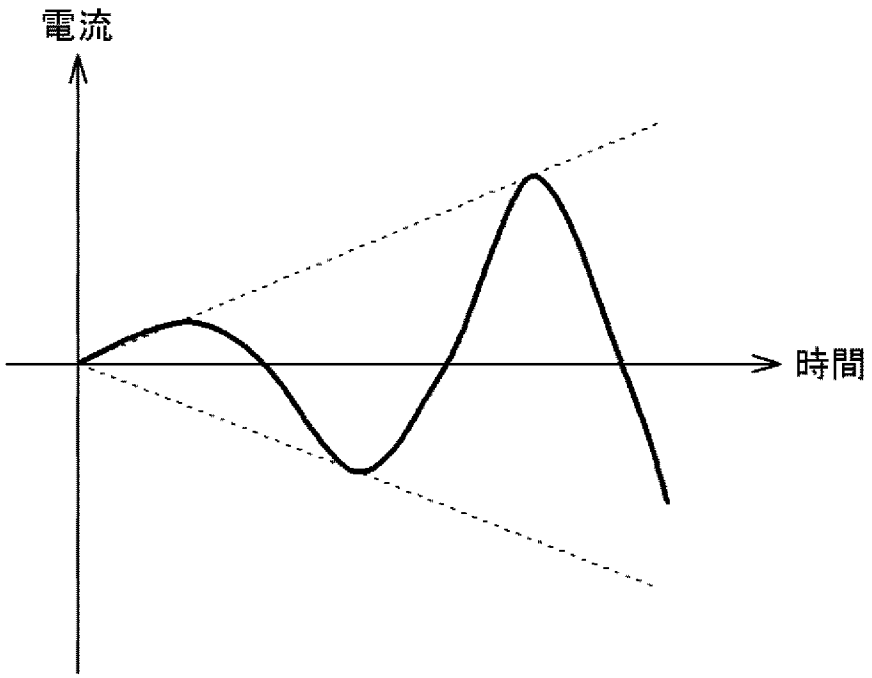
[図3]


(a)
[V]
141
|Vinv*|
電圧
48
Vg'
0
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(b)
[V]
141
電圧
48
0
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(c)
[V]
141
電圧
48
0
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(d)
[V]
141
電圧
48
0
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(e)
[V]
141
電圧
48
Vg'
0
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間

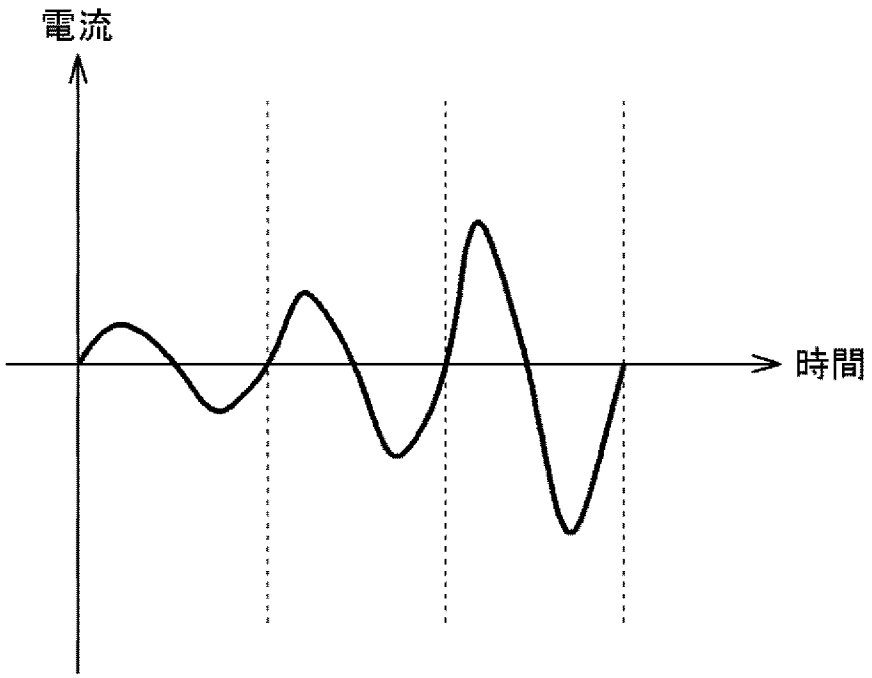
[図4]


(a)
[V]
141
|Vinv*|
電圧
48
Vg'
0
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(b)
[V]
141
電圧
48
0
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(c)
[V]
141
電圧
48
0
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(d)
[V]
141
電圧
48
0
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(e)
[V]
141
電圧
48
Vg'
0
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間

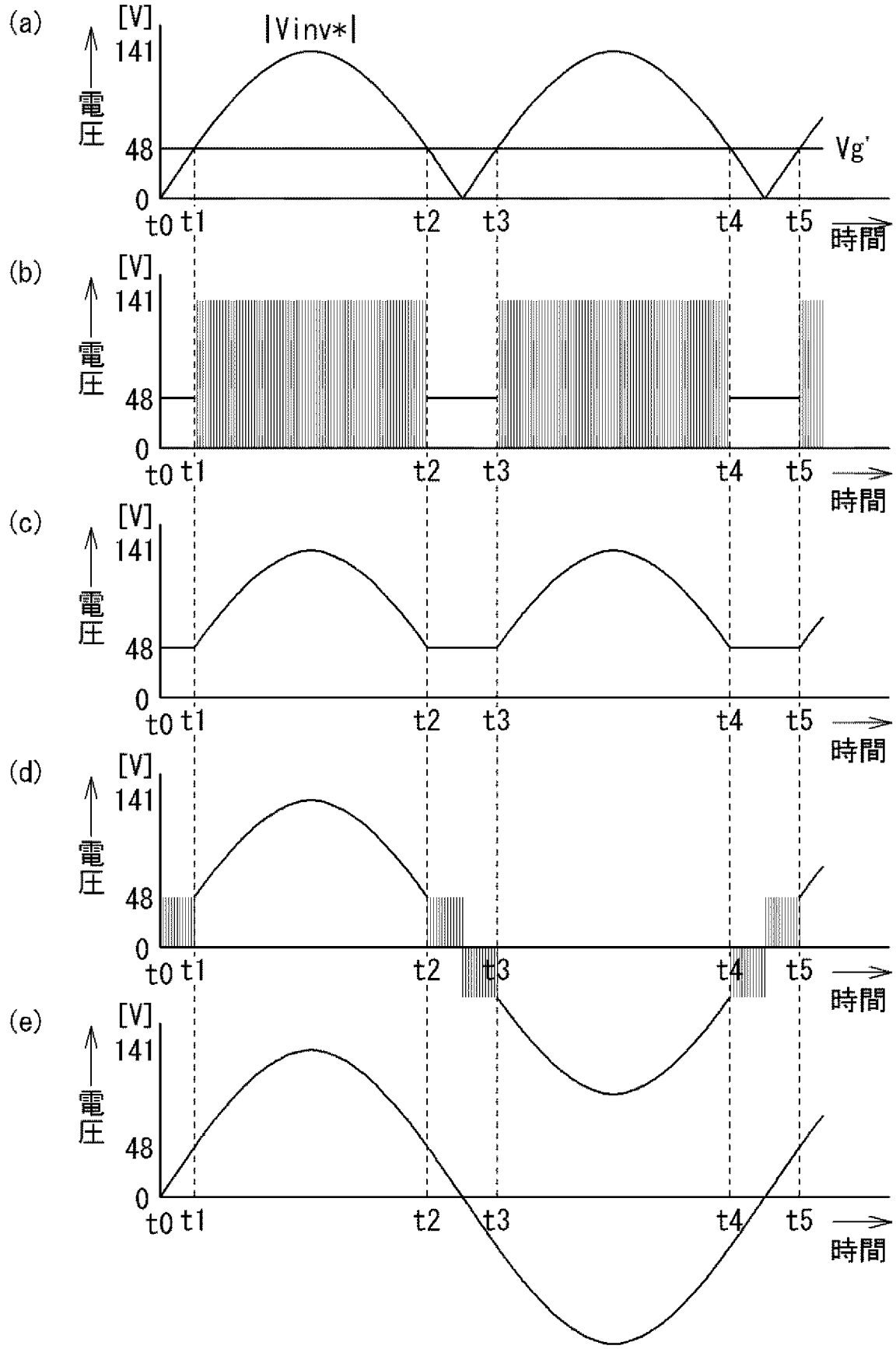
[図5]



[図6]



[図7]


(a)
[V]
141
48
0
電圧
|Vinv*|
Vg'
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(b)
[V]
141
48
0
電圧
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(c)
[V]
141
48
0
電圧
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(d)
[V]
141
48
0
電圧
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間
(e)
[V]
141
48
0
電圧
t0 t1 t2 t3 t4 t5
時間

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/068292

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02M7/12(2006.01)i, *H02M3/155*(2006.01)i, *H02M7/48*(2007.01)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)
H02M7/12, H02M3/155, H02M7/48

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2003-348768 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 05 December 2003 (05.12.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2014-241714 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 25 December 2014 (25.12.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

☐ 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	Date of mailing of the international search report
29 June 2016 (29.06.16)	06 September 2016 (06.09.16)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６８２９２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02M7/12(2006.01)i, H02M3/155(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)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.　H02M7/12, H02M3/155, H02M7/48

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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 2003-348768 A（松下電器産業株式会社）2003.12.05, 全文、全図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2014-241714 A（住友電気工業株式会社）2014.12.25, 全文、全図（ファミリーなし）	1-7

☐　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	国際調査報告の発送日
２９．０６．２０１６	０６．０９．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｇ　４２３４
坂東　博司
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５２６