

(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 11 月 29 日(29.11.2012)

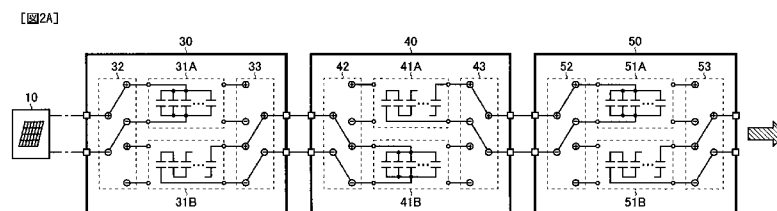


(10) 国際公開番号
WO 2012/160909 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 3/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/060365
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 17 日(17.04.2012)
- (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 2011-113742 2011 年 5 月 20 日(20.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2 2 番 2 2 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): 三保谷 拓
史(MIHOTANI Takushi).
- (74) 代理人: 佐野 静夫(SANO Shizuo); 〒5400032 大阪
府大阪市中央区天満橋京町 2 - 6 天満橋八千代
ビル別館 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),
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))

(54) Title: DC VOLTAGE BOOSTING APPARATUS AND PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION SYSTEM USING SAME

(54) 発明の名称: 直流昇圧装置及びこれを用いた太陽光発電システム



(57) Abstract: This DC voltage boosting apparatus has one or more stages (three stages are shown in FIG. 2A) of DC/DC voltage-boosting converters (30, 40, 50) for voltage-boosting an output from a DC power supply (10). Each of the DC/DC voltage-boosting converters (30, 40, 50) includes: first and second capacitor voltage-boosting circuits of transformerless type(31A, 41A, 51A; 31B, 41B, 51B) for performing voltage-boosting operations by use of the charging/discharging of capacitors; and path switches (32, 33, 42, 43, 52, 53) for switching input/output paths of the first and second capacitor voltage-boosting circuits (31A, 41A, 51A; 31B, 41B, 51B).

(57) 要約: 本発明に係る直流昇圧装置は、直流電源 (10) の出力を昇圧する少なくとも一段 (図 2A では 3 段) の昇圧 DC/DC コンバータ (30、40、50) を有し、昇圧 DC/DC コンバータ (30、40、50) は、それぞれ、キャパシタの充放電を利用して昇圧動作を行うトランスレスの第 1 キャパシタ昇圧回路 (31A、41A、51A) 及び第 2 キャパシタ昇圧回路 (31B、41B、51B) と、第 1 キャパシタ昇圧回路 (31A、41A、51A) 及び第 2 キャパシタ昇圧回路 (31B、41B、51B) の各入出力経路を切り替える経路切替スイッチ (32、33、42、43、52、53) を含む。



WO 2012/160909 A1

明 細 書

発明の名称： 直流昇圧装置及びこれを用いた太陽光発電システム 技術分野

[0001] 本発明は、直流昇圧装置及びこれを用いた太陽光発電システムに関するものである。

背景技術

[0002] 図9Aは、トランスレス昇圧チョッパの一従来例を示す図である。本従来例のトランスレス昇圧チョッパは、スイッチとリアクトル（コイル）とダイオードを組み合わせた回路であり、直流入力電圧 $DC\ I\ N$ を昇圧して直流出力電圧 $DC\ O\ U\ T$ を生成する。なお、本従来例のトランスレス昇圧チョッパは、例えば、弱電向け（信号処理回路向け）の電源回路として用いられる。

[0003] 図9Bは、トランス昇圧回路の一従来例を示す図である。本従来例のトランス昇圧回路は、スイッチング素子を用いて直流入力電圧 $DC\ I\ N$ を一旦パルス波形（交流電力）に変換し、この交流電力を高周波トランスで昇圧した後、再び直流電力に変換し直すことで、直流出力電圧 $DC\ O\ U\ T$ を生成する。なお、本従来例のトランス昇圧回路は、例えば、太陽光発電システムのパワーコンディショナにおいて、最大電力点追従制御などを実施するために使用される。

[0004] 図10Aと図10Bは、スイッチトキャパシタを応用したスイッチトキャパシタ昇圧回路の一従来例を示す図である。なお、図10Aはキャパシタ充電時の様子を示しており、図10Bはキャパシタ放電時の様子を示している。スイッチトキャパシタ（図10A、図10Bの左側を参照）は、スイッチを電源側に切り替えてキャパシタを充電する状態と、スイッチを負荷側に切り替えてキャパシタを放電する状態と、を交互に繰り返すことにより、負荷に電力を供給する回路である。このスイッチトキャパシタを応用したスイッチトキャパシタ昇圧回路（図10A、図10Bの右側を参照）は、複数のキャパシタを含み、各キャパシタを並列接続して充電する状態と、各キャパシ

タを直列接続して放電する状態と、を交互に繰り返すことにより、入力電圧を昇圧して負荷に供給する回路である。

[0005] なお、上記に関連する従来技術の一例としては、非特許文献 1 を挙げることができる。

先行技術文献

非特許文献

[0006] 非特許文献1：「大容量キャパシタを用いたEVの効率的充放電制御の検討」、電気学会自動車研究会，VT-07-20，2007.12.11（東京大学）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 近年、大規模な太陽光発電システム（例えばMW級のメガソーラー発電所）の建設が世界中で推進されている。このような太陽光発電システムでは、太陽電池アレイで発電された直流電力を交流電力系統（77kV、3相交流の特別高圧送電線など）に連系させて送電が行われている。一方、大電力を長距離送電することを目的とした直流電力系統も導入実績が拡大しつつあり、この直流電力系統へ大規模な太陽光発電システムを連系させることも今後視野に入れる必要がある。直流電力系統への連系に際しては、太陽電池アレイで発電された直流電力を交流電力に変換することなく昇圧することのできる直流昇圧装置を使うことが好ましい。

[0008] 上記の直流昇圧装置として、図9Aのトランスレス昇圧チョッパを用いた場合には、AC変換を介することなく直流電力の昇圧を行うことができるが、入出力間を絶縁することができなくなる。従って、事故電流が太陽電池側に流れた場合には、太陽電池に数万Vもの高電圧が加わって、太陽電池が大破してしまうおそれがある。また、図9Aのトランスレス昇圧チョッパでは、昇圧途中での極性反転も困難となる。

[0009] また、上記の直流昇圧装置として、図9Bのトランス昇圧回路を用いた場合には、太陽電池アレイで発電された直流電力を一旦交流電力に変換し、こ

の交流電力を変圧器（トランス）で昇圧した後、交直変換器（サイリスタバルブなど）を用いて再び直流電力に変換し直す必要があり、AC変換に伴う効率低下が生じる上、本当の意味でのDC／DCコンバータとは言えない。

[0010] また、上記の直流昇圧装置として、図10A及び図10Bのスイッチトキャパシタ昇圧回路を用いた場合には、キャパシタの放電時にキャパシタが電源から切り離されるので、キャパシタで電源からの電力供給を受けることができなくなる。電源が太陽電池の場合には、太陽電池の出力端が開放となって発電が停止することになるので、発電効率が低下してしまう。また、キャパシタの充電時にはキャパシタが負荷から切り離されるので、キャパシタから継続的に昇圧出力を行うことができなくなる。

[0011] 本発明は、上記の問題点に鑑み、トランスを用いることなく入出力間を絶縁しながら継続的な昇圧出力を行うことが可能な直流昇圧装置及びこれを用いた太陽光発電システム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

[0012] 上記目的を達成するために、本発明に係る直流昇圧装置は、直流電源の出力を昇圧する少なくとも一段の昇圧DC／DCコンバータを有し、前記昇圧DC／DCコンバータは、キャパシタの充放電を利用して昇圧動作を行うトランスレスの第1キャパシタ昇圧回路及び第2キャパシタ昇圧回路と、前記第1キャパシタ昇圧回路と前記第2キャパシタ昇圧回路の各入出力経路を切り替える経路切替スイッチと、を含む構成（第1の構成）とされている。

[0013] なお、上記第1の構成から成る直流昇圧装置において、前記第1キャパシタ昇圧回路と前記第2キャパシタ昇圧回路は、それぞれ、複数のキャパシタを含み、各キャパシタを並列接続して充電する状態と、各キャパシタを直列接続して放電する状態と、を交互に繰り返すことにより、前段から供給される入力電圧を昇圧して後段に供給するスイッチトキャパシタ昇圧回路である構成（第2の構成）にするとよい。

[0014] また、上記第2の構成から成る直流昇圧装置において、前記第1キャパシタ昇圧回路と前記第2キャパシタ昇圧回路は、互いの充放電状態が逆となる

ように制御される構成（第３の構成）にするとよい。

[0015] また、上記第３の構成から成る直流昇圧装置において、前記経路切替スイッチは前記第１キャパシタ昇圧回路と前記第２キャパシタ昇圧回路のうち、充電状態である方を前段と接続して後段から遮断する一方、放電状態である方を後段と接続して前段から遮断するように、前記第１キャパシタ昇圧回路と前記第２キャパシタ昇圧回路の各入出力経路を切り替える構成（第４の構成）にするとよい。

[0016] また、上記第１～第４いずれかの構成から成る直流昇圧装置において、前記経路切替スイッチはリレーなどのアナログスイッチを用いて成る構成（第５の構成）にするとよい。

[0017] また、上記第１～第４いずれかの構成から成る直流昇圧装置において、前記経路切替スイッチは、パワートランジスタやサイリスタなどの半導体スイッチを用いて成る構成（第６の構成）にするとよい。

[0018] また、上記第１～第６いずれかの構成から成る直流昇圧装置は、前記昇圧ＤＣ／ＤＣコンバータから出力される直流電力を蓄える複数の蓄電装置をさらに有する構成（第７の構成）にするとよい。

[0019] また、上記第７の構成から成る直流昇圧装置において、前記複数の蓄電装置は、少なくとも一つが前記昇圧ＤＣ／ＤＣコンバータからの充電を行い、少なくとも別の一つが直流電力系統への放電を行うように、各々の充放電状態がローテーションされる構成（第８の構成）にするとよい。

[0020] また、上記第１～第８いずれかの構成から成る直流昇圧装置は、前記第１キャパシタ昇圧回路及び前記第２キャパシタ昇圧回路、乃至は、前記経路切替スイッチを構成する半導体スイッチを冷却する冷却装置をさらに有する構成（第９の構成）にするとよい。

[0021] また、上記第９の構成から成る直流昇圧装置において、前記冷却装置は、電氣的な冷凍装置である構成（第１０の構成）にするとよい。

[0022] また、上記第９の構成から成る直流昇圧装置において、前記冷却装置は、前記半導体スイッチを冷媒液に浸して冷却する構成（第１１の構成）にする

とよい。

[0023] また、上記第 11 の構成から成る直流昇圧装置において、前記冷却装置は、前記冷媒液として液体窒素を用いる構成（第 12 の構成）にするとよい。

[0024] また、上記第 9～第 12 いずれかの構成から成る直流昇圧装置において、前記冷却装置は、前記半導体スイッチを一つずつ冷却する構成（第 13 の構成）にするとよい。

[0025] また、上記第 9～第 12 いずれかの構成から成る直流昇圧装置において、前記冷却装置は、前記半導体スイッチを複数まとめて冷却する構成（第 14 の構成）にするとよい。

[0026] また、上記第 9～第 12 いずれかの構成から成る直流昇圧装置において、前記冷却装置は、前記昇圧 DC/DC コンバータをまとめて冷却する構成（第 15 の構成）にするとよい。

[0027] また、上記第 1～第 15 いずれかの構成から成る直流昇圧装置は、前記昇圧 DC/DC コンバータとして、2 kV～100 V の入力電圧を昇圧して 30 kV～3 kV の出力電圧を生成する第 1 昇圧 DC/DC コンバータと、30 kV～3 kV の入力電圧を昇圧して 250 kV～60 kV の出力電圧を生成する第 2 昇圧 DC/DC コンバータと、250 kV～60 kV の入力電圧を昇圧して ± 1000 kV～ ± 150 kV の出力電圧を生成する第 3 昇圧 DC/DC コンバータを含む構成（第 16 の構成）にするとよい。

[0028] また、本発明に係る太陽光発電システムは、太陽電池アレイと、前記太陽電池アレイの出力を昇圧する上記第 1～第 16 いずれかの構成から成る直流昇圧装置と、を有する構成（第 17 の構成）とされている。

[0029] また、上記第 17 の構成から成る太陽光発電システムは、電圧安定制御と最大電力点追従制御を行う電圧制御装置を有する構成（第 18 の構成）にするとよい。

[0030] また、上記第 17 または第 18 の構成から成る太陽光発電システムにおいて、前記太陽電池アレイは、太陽電池パネルと、接続箱と、集電盤と、を含む構成（第 19 の構成）にするとよい。

発明の効果

[0031] 本発明によれば、トランスを用いることなく入出力間を絶縁しながら継続的な昇圧出力を行うことが可能な直流昇圧装置及びこれを用いた太陽光発電システムを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]太陽光発電システムの全体構成を示す図

[図2A]太陽光発電システムの第1実施形態を示す図（第1切替状態）

[図2B]太陽光発電システムの第1実施形態を示す図（第2切替状態）

[図3A]スイッチトキャパシタ昇圧回路の概念図（充電状態）

[図3B]スイッチトキャパシタ昇圧回路の概念図（放電状態）

[図4]太陽光発電システムの第2実施形態を示す図

[図5A]第2実施形態の一変形例を示す図（第1ローテーション状態）

[図5B]第2実施形態の一変形例を示す図（第2ローテーション状態）

[図5C]第2実施形態の一変形例を示す図（第3ローテーション状態）

[図6A]スイッチトキャパシタ昇圧回路の一構成例を示す図（充電状態）

[図6B]スイッチトキャパシタ昇圧回路の一構成例を示す図（放電状態）

[図7]半導体スイッチにおける温度とオン抵抗との関係を示す図

[図8]太陽光発電システムの第3実施形態を示す図

[図9A]トランスレス昇圧チョッパの一従来例を示す図

[図9B]トランス昇圧回路の一従来例を示す図

[図10A]スイッチトキャパシタ昇圧回路の一従来例を示す図（充電状態）

[図10B]スイッチトキャパシタ昇圧回路の一従来例を示す図（放電状態）

発明を実施するための形態

[0033] 以下では、1 GWの発電容量を有する太陽光発電システムの直流昇圧装置について、本発明を適用した構成を例に挙げて説明を行う。

[0034] <全体構成>

図1は、太陽光発電システムの全体構成を示す図である。本構成例の太陽光発電システムは、太陽電池アレイ10（以下では、PV [photovoltaic]

アレイ 10 と呼ぶ) と、電圧制御装置 20 と、昇圧 DC/DC コンバータ 30 ~ 50 とを有する。なお、以下では、3 段の昇圧 DC/DC コンバータ 30 ~ 50 を備えた構成を例に挙げて説明を行うが、例えば発電容量が 1 MW 程度までであれば、5 kV ~ 20 kV への昇圧出力で済むため、昇圧 DC/DC コンバータを 1 段だけ備えれば足りる場合も想定される。すなわち、本構成例の太陽光発電システムは、少なくとも一段の昇圧 DC/DC コンバータを有する構成であって、昇圧段数は複数段に限定されるものではない。

[0035] 例えば、縦 5 km × 横 6 km の発電サイトに PV アレイ 10 を敷き詰めて 1 GW の DC 出力を得る太陽光発電システムでは、電圧制御装置 20 及び昇圧 DC/DC コンバータ 30 を発電サイト内に 100 か所点在させ、昇圧 DC/DC コンバータ 40 を同発電サイト内に 10 か所点在させることになる。また、同規模の発電サイトでは、昇圧 DC/DC コンバータ 30 と昇圧 DC/DC コンバータ 40 とを接続する電線（架空送電線や電力ケーブルなど）の総延長が 1 km 程度となり、昇圧 DC/DC コンバータ 40 と昇圧 DC/DC コンバータ 50 とを接続する電線の総延長が 3.9 km 程度となる。

[0036] PV アレイ 10 は、太陽電池パネル 10A（以下、PV パネル 10A と呼ぶ）と、接続箱 10B と、集電盤 10C と、を含む。PV パネル 10A は、光起電力効果を利用して光エネルギーを電気エネルギー（直流電力）に変換する。接続箱 10B は、複数の PV パネル 10A またはそれらを複数枚直列接続させたストリングスから入力される直流電力を並列接続させて後段に出力する。集電盤 10C は、複数の接続箱 10B から入力される直流電力を並列接続させて後段に出力する。このようにして、後段の電圧制御装置 20 へ合計 10 MW 分の電力を集電する。なお、システムの構成によっては、接続箱 10B や集電盤 10C が省略されることもある。

[0037] 電圧制御装置 20 は、PV アレイ 10 から入力される直流電力を受けて、その電圧安定制御と最大電力点追従制御（いわゆる MPPT [maximum power point tracking] 制御）を行う。

[0038] 昇圧 DC/DC コンバータ 30 は、電圧制御装置 20 から入力される直流

電圧（例えばDC 1 kV）を所定の昇圧比（例えば1 : 10）で昇圧して第1昇圧電圧（例えばDC 10 kV）を生成する。入力される直流電圧の値は、PVアレイ10の仕様やストリングスの直列数によってDC 1 kVとなるように設定するが、上記の電圧値や昇圧比は例示であり、昇圧DC/DCコンバータ30は、2 kV~100 V（好ましくは1.5 kV~200 V）の入力電圧を昇圧して30 kV~3 kV（好ましくは20 kV~6 kV）の出力電圧を生成するものであればよい。

[0039] 次に、昇圧DC/DCコンバータ30からの出力電力を各10ルートずつ、次段の昇圧DC/DCコンバータ40の位置まで電線により送電し、昇圧DC/DCコンバータ40の入力前において並列接続させて合計100 MWに集電した後に昇圧DC/DCコンバータ40へ入力する。

[0040] 昇圧DC/DCコンバータ40は、第1昇圧電圧（例えばDC 10 kV）を所定の昇圧比（例えば1 : 10）で昇圧して第2昇圧電圧（例えばDC 100 kV）を生成する。上記の電圧値や昇圧比は例示であり、昇圧DC/DCコンバータ40は、30 kV~3 kV（好ましくは20 kV~6 kV）の入力電圧を昇圧して250 kV~60 kV（好ましくは150 kV~100 kV）の出力電圧を生成するものであればよい。

[0041] さらに、昇圧DC/DCコンバータ40からの出力電力（10ルート）を、次段の昇圧DC/DCコンバータ50の位置まで電線により送電し、昇圧DC/DCコンバータ50の入力前において並列接続させて合計1 GWに集電した後に昇圧DC/DCコンバータ50へ入力する。

[0042] 昇圧DC/DCコンバータ50は、第2昇圧電圧（例えばDC 100 kV）を所定の昇圧比（例えば1 : 5）で昇圧して第3昇圧電圧（例えばDC ±500 kV）を生成する。上記の電圧値や昇圧比は例示であり、昇圧DC/DCコンバータ50は、250 kV~60 kV（好ましくは150 kV~100 kV）の入力電圧を昇圧して±1000 kV~±150 kV（好ましくは±800 kV~±250 kV）の出力電圧を生成するものであればよい。

[0043] 本構成例の太陽光発電システムによれば、PVアレイ10で得られたトー

タルの発電電力を適切な電圧値まで昇圧した上で直流電力系統に出力し、需要地に向けて送電することができる。

[0044] 以下では、上記構成例の太陽光発電システムについて、第1～第3実施形態を参照しながら、その要部の構成や動作を具体的に説明する。

[0045] <第1実施形態>

図2A及び図2Bは、いずれも、太陽光発電システムの第1実施形態（特に昇圧DC/DCコンバータ30～50の内部構成）を示す図である。昇圧DC/DCコンバータ30は、キャパシタ昇圧回路31A及び31Bと、入力側経路切替スイッチ32と、出力側経路切替スイッチ33と、を含む。昇圧DC/DCコンバータ40は、キャパシタ昇圧回路41A及び41Bと、入力側経路切替スイッチ42と、出力側経路切替スイッチ43と、を含む。昇圧DC/DCコンバータ50は、キャパシタ昇圧回路51A及び51Bと、入力側経路切替スイッチ52と、出力側経路切替スイッチ53と、を含む。

[0046] キャパシタ昇圧回路31A及び31Bは、それぞれ、キャパシタの充放電を利用してトランスレスで昇圧動作を行う。具体的に述べると、キャパシタ昇圧回路31A及び31Bは、それぞれ、複数のキャパシタを含み、各キャパシタを並列接続して充電する状態と、各キャパシタを直列接続して放電する状態と、を交互に繰り返すことにより、前段から供給される入力電圧を昇圧して後段に供給するスイッチトキャパシタ昇圧回路（図3A及び図3Bを参照）である。キャパシタ昇圧回路31A及び31Bは、互いの充放電状態が逆となるように制御される。キャパシタ昇圧回路41A及び41B、並びに、キャパシタ昇圧回路51A及び51Bについても、その構成や動作は基本的に上記と同様である。

[0047] なお、キャパシタ昇圧回路31Aの昇圧倍数とキャパシタ数は単純に一致しない。キャパシタ昇圧回路31Aと後段のキャパシタ昇圧回路41Aとの間では、両回路の入出力電圧が一致したときに電流が流れなくなる。従って、キャパシタ昇圧回路31Aのキャパシタ数やキャパシタ容量は、上記の電

流停止状態におけるキャパシタ昇圧回路 3 1 A の入出力電圧比が所望の昇圧比となるように適宜設定すればよいことになる。キャパシタ昇圧回路 3 1 B、4 1 A、及び、4 1 B についても基本的に上記と同様である。

[0048] 入力側経路切替スイッチ 3 2 は、キャパシタ昇圧回路 3 1 A 及び 3 1 B の各入力経路を切り替える。出力側経路切替スイッチ 3 3 は、キャパシタ昇圧回路 3 1 A 及び 3 1 B の各出力経路を切り替える。より具体的に述べると、入力側経路切替スイッチ 3 2 及び出力側経路切替スイッチ 3 3 は、キャパシタ昇圧回路 3 1 A 及び 3 1 B のうち、充電状態である方を前段と接続して後段から遮断する一方、放電状態である方を後段と接続して前段から遮断するように、キャパシタ昇圧回路 3 1 A 及び 3 1 B の各入出力経路を切り替える。入力側経路切替スイッチ 4 2 及び 5 2、並びに、出力側経路切替スイッチ 4 3 及び 5 3 についても、その構成や動作については基本的に上記と同様である。

[0049] 次に、昇圧 DC/DC コンバータ 3 0 ~ 5 0 の昇圧動作について説明する。昇圧 DC/DC コンバータ 3 0 ~ 5 0 が第 1 切替状態（図 2 A を参照）とされている場合、PV アレイ 1 0 の発電出力（1 0 MW - 1 k V）は、昇圧 DC/DC コンバータ 3 0 の入力側経路切替スイッチ 3 2 を介してキャパシタ昇圧回路 3 1 A に供給される。このとき、キャパシタ昇圧回路 3 1 A は、複数のキャパシタを並列接続して充電する状態となる。

[0050] その後、昇圧 DC/DC コンバータ 3 0 ~ 5 0 が第 2 切替状態（図 2 B を参照）に切り替えられると、キャパシタ昇圧回路 3 1 A は、複数のキャパシタを直列接続して放電する状態（昇圧出力状態）となり、キャパシタ昇圧回路 3 1 A の昇圧出力は、昇圧 DC/DC コンバータ 3 0 の出力側経路切替スイッチ 3 3 と、昇圧 DC/DC コンバータ 4 0 の入力側経路切替スイッチ 4 2 を介して、キャパシタ昇圧回路 4 1 A に供給される。このとき、キャパシタ昇圧回路 4 1 A は、複数のキャパシタを並列接続して充電する状態となる。

[0051] その後、昇圧 DC/DC コンバータ 3 0 ~ 5 0 が第 1 切替状態（図 2 A を

参照)に切り替えられると、キャパシタ昇圧回路41Aは、複数のキャパシタを直列接続して放電する状態(昇圧出力状態)となり、キャパシタ昇圧回路41Aの昇圧出力は、昇圧DC/DCコンバータ40の出力側経路切替スイッチ43と、昇圧DC/DCコンバータ50の入力側経路切替スイッチ52を介して、キャパシタ昇圧回路51Aに供給される。このとき、キャパシタ昇圧回路51Aは、複数のキャパシタを並列接続して充電する状態となる。

[0052] その後、昇圧DC/DCコンバータ30~50が第2切替状態(図2Bを参照)に切り替えられると、キャパシタ昇圧回路51Aは、複数のキャパシタを直列接続して放電する状態(昇圧出力状態)となり、キャパシタ昇圧回路51Aの昇圧出力は、昇圧DC/DCコンバータ30の出力側経路切替スイッチ53を介して、直流電力系統に送り出される。

[0053] このように、昇圧DC/DCコンバータ30~50であれば、上記の第1切替状態と第2切替状態を交互に繰り返すことにより、PVアレイ10で得られた発電電力を適切な電圧値(例えば±500kV)まで昇圧して直流電力系統に出力することができる。

[0054] また、昇圧DC/DCコンバータ30~50であれば、信号処理回路などの弱電分野で使用実績のあるスイッチトキャパシタ昇圧回路を採用することにより、昇圧回路のトランスレス化を実現することができるので、AC変換に伴う効率低下を招くことなく、所望の昇圧電圧を得ることが可能となる。

[0055] また、上記では、第1系統のキャパシタ昇圧回路(31A、41A、51A)に着目して昇圧動作の説明を行ったが、昇圧DC/DCコンバータ30~50は、それぞれ、第1系統のキャパシタ昇圧回路(31A、41A、51A)と並列に、第2系統のキャパシタ昇圧回路(31B、41B、51B)を備えており、第2系統のキャパシタ昇圧回路(31B、41B、51B)を用いた昇圧動作も同時並行的に行われる。

[0056] 具体的に述べると、昇圧DC/DCコンバータ30~50が第2切替状態(図2Bを参照)とされている場合、PVアレイ10の発電出力(10MW

ー 1 k V) は、昇圧 DC / DC コンバータ 30 の入力側経路切替スイッチ 32 を介してキャパシタ昇圧回路 31 B に供給される。このとき、キャパシタ昇圧回路 31 B は、複数のキャパシタを並列接続して充電する状態となる。

[0057] その後、昇圧 DC / DC コンバータ 30 ~ 50 が第 1 切替状態 (図 2 A を参照) に切り替えられると、キャパシタ昇圧回路 31 B は、複数のキャパシタを直列接続して放電する状態 (昇圧出力状態) となり、キャパシタ昇圧回路 31 B の昇圧出力は、昇圧 DC / DC コンバータ 30 の出力側経路切替スイッチ 33 と、昇圧 DC / DC コンバータ 40 の入力側経路切替スイッチ 42 を介して、キャパシタ昇圧回路 41 B に供給される。このとき、キャパシタ昇圧回路 41 B は、複数のキャパシタを並列接続して充電する状態となる。

[0058] その後、昇圧 DC / DC コンバータ 30 ~ 50 が第 2 切替状態 (図 2 B を参照) に切り替えられると、キャパシタ昇圧回路 41 B は、複数のキャパシタを直列接続して放電する状態 (昇圧出力状態) となり、キャパシタ昇圧回路 41 B の昇圧出力は、昇圧 DC / DC コンバータ 40 の出力側経路切替スイッチ 43 と、昇圧 DC / DC コンバータ 50 の入力側経路切替スイッチ 52 を介して、キャパシタ昇圧回路 51 B に供給される。このとき、キャパシタ昇圧回路 51 B は、複数のキャパシタを並列接続して充電する状態となる。

[0059] その後、昇圧 DC / DC コンバータ 30 ~ 50 が第 1 切替状態 (図 2 A を参照) に切り替えられると、キャパシタ昇圧回路 51 B は、複数のキャパシタを直列接続して放電する状態 (昇圧出力状態) となり、キャパシタ昇圧回路 51 B の昇圧出力は、昇圧 DC / DC コンバータ 30 の出力側経路切替スイッチ 53 を介して、直流電力系統に送り出される。

[0060] ここで重要なポイントとなるのは、昇圧 DC / DC コンバータ 30 ~ 50 では、第 1 系統のキャパシタ昇圧回路 (31 A、41 A、51 A) の充放電状態と、第 2 系統のキャパシタ昇圧回路 (31 B、41 B、51 B) の充放電タイミングと、が互いに逆転されていることである。このような構成とす

ることにより、昇圧DC/DCコンバータ30～50の各々において、一方の系統のキャパシタ昇圧回路を充電状態としながら、他方の系統のキャパシタ昇圧回路を放電状態とすることができるので、昇圧DC/DCコンバータ30～50全体で見た場合には、前段のPVアレイ10から後段の直流電力系統に対して、継続的に昇圧出力を行うことが可能となる。従って、PVアレイ10の発電電力を余すことなく利用し、直流電力系統に安定した送電を行うことが可能となる。

[0061] また、昇圧DC/DCコンバータ30～50には、それぞれ、入力側経路切替スイッチ32、42、52と、出力側経路切替スイッチ33、43、53が設けられており、充電状態であるキャパシタ昇圧回路を前段と接続して後段から遮断する一方、放電状態であるキャパシタ昇圧回路を後段と接続して前段から遮断するように、入出力経路の切替制御が行われる。このような構成とすることにより、トランスを用いることなく、前段のPVアレイ10と後段の直流電力系統との間を回路的に絶縁することが可能となる。

[0062] なお、上記の経路切替スイッチとしては、リレーなどのアナログスイッチを用いてもよいし、パワートランジスタやサイリスタなどの半導体スイッチを用いてもよい。半導体スイッチを用いた場合、入出力間が電氣的に絶縁されているとは言い切れないので、トラブル発生時には、出力側から入力側に過大電流が逆流するおそれもある。そのため、入出力間をより確実に絶縁するのであれば、リレーなどのアナログスイッチを用いることが望ましい。ただし、印加電圧が非常に高い場合など、スイッチ素子の破壊防止を優先すべき場合には、パワートランジスタなどの半導体スイッチを用いることも有効である。

[0063] 上記のように、第1実施形態の太陽光発電システムによれば、トランスを用いることなく入出力間を絶縁しながら継続的な昇圧出力を行うことが可能となる。

[0064] <第2実施形態>

図4は、太陽光発電システムの第2実施形態を示す図である。第2実施形

態の太陽光発電システムは、第1実施形態（図1、図2を参照）の構成要素に加えて、さらに、最終段の昇圧DC/DCコンバータ50から出力される直流電力（例えば±500kV）を蓄える複数台（図4では2台）の蓄電装置60A及び60Bを有する。

[0065] 第1実施形態の太陽光発電システムでは、キャパシタの特性上、最終段の昇圧DC/DCコンバータ50の出力電圧が比較的短い時間で低下することが想定される。そのため、第1実施形態の太陽光発電システムでは、直流電力システムへの出力電力を安定させることが困難な場合もあり得る。

[0066] そこで、第2実施形態の太陽光発電システムでは、電力バッファとして複数台の蓄電装置60A及び60Bを設置し、充電済みの蓄電装置から直流電力システム70への送電を行うように、蓄電装置60A及び60Bのローテーションを行う構成が採用されている。このような構成とすることにより、直流電力システム70への送電を安定化させることができる。

[0067] 図5A～図5Cは、それぞれ、第2実施形態の一変形例（3台の蓄電装置60A～60Cを設置した場合）を示す図である。3台の蓄電装置60A～60Cは、少なくとも一つが最終段の昇圧DC/DCコンバータ50からの充電を行い、少なくとも別の一つが直流電力システム70への放電を行うように、各々の充放電状態がローテーションされる。

[0068] 図5Aの第1ローテーション状態では、昇圧DC/DCコンバータ50の出力電力を用いて蓄電装置60Aを充電しつつ、前々回のローテーション状態（図5Bを参照）で満充電とされた蓄電装置60Cの出力電力を用いて直流電力システム70への送電が行われる。なお、前回のローテーション状態（図5Cを参照）で満充電とされた蓄電装置60Bは、次回のローテーション状態（図5Bを参照）での放電に備えて待機状態とされている。

[0069] 蓄電装置60Cの放電が進むと、図5Bの第2ローテーション状態に移行される。この第2ローテーション状態では、昇圧DC/DCコンバータ50の出力電力を用いて蓄電装置60Cを充電しつつ、前々回のローテーション状態（図5Cを参照）で満充電状態とされた蓄電装置60Bの出力電力を用

いて直流電力系統 70 への送電が行われる。なお、前回のローテーション状態（図 5 A を参照）で満充電とされた蓄電装置 60 A は、次回のローテーション状態（図 5 C を参照）での放電に備えて待機状態とされている。

[0070] 蓄電装置 60 B の放電が進むと、図 5 C の第 3 ローテーション状態に移行される。この第 3 ローテーション状態では、昇圧 DC / DC コンバータ 50 の出力電力を用いて蓄電装置 60 B を充電しつつ、前々回のローテーション状態（図 5 A を参照）で満充電状態とされた蓄電装置 60 A の出力電力を用いて直流電力系統 70 への送電が行われる。なお、前回のローテーション状態（図 5 B を参照）で満充電とされた蓄電装置 60 C は、次回のローテーション状態（図 5 A を参照）での放電に備えて待機状態とされている。

[0071] 蓄電装置 60 A の放電が進むと、図 5 A の第 1 ローテーション状態に移行され、その後も上記のローテーションが繰り返される。このような構成とすることにより、3 台の蓄電装置 60 A ~ 60 C のうち、少なくとも一つを昇圧 DC / DC コンバータ 50 の出力電力によって充電しつつ、少なくとも別の一つから直流電力系統 70 への送電を行うことができるので、安定した送電を実現することが可能となる。

[0072] なお、夜間など、PV アレイ 10 での発電が停止したときでも、蓄電装置から直流電力系統 70 への送電を維持できるように、蓄電装置は 3 台以上設置されていることが望ましく、特に、送電安定性（特に電圧安定性）の観点から、急速充電かつ低速放電が可能な充放電特性を持つ蓄電装置を 4 台以上設置することが望ましい。なお、充電中の蓄電装置と送電中の蓄電装置以外は待機状態としておけばよい。待機状態の蓄電装置が満充電状態であるか放電済み状態（充電待ち状態）であるかは、太陽光発電システムの運用によって決定すればよい。

[0073] また、送電安定性を高めるためには、大規模容量のキャパシタや NAS 電池など、できるだけ大容量の蓄電装置（理想的には 1 GW - 500 kV 級の超大規模蓄電装置）を使用することが望ましい。

[0074] <第 3 実施形態>

図 6 A 及び図 6 B は、それぞれ、スイッチトキャパシタ昇圧回路の一構成例（3 倍昇圧型）を示す図である。なお、図 6 A はキャパシタ充電時の様子を示しており、図 6 B はキャパシタ放電時の様子を示している。本構成例のスイッチトキャパシタ昇圧回路は、キャパシタ C 1 1 ～C 1 3 と、半導体スイッチ SW 1 0 ～SW 1 9 と、を含む。

[0075] スイッチ SW 1 0 は、第 1 入力端子 T 1 1 とキャパシタ C 1 1 の第 1 端との間を導通／遮断する。スイッチ SW 1 1 は、第 2 入力端子 T 1 2 とキャパシタ C 1 1 の第 2 端との間を導通／遮断する。スイッチ SW 1 2 は、キャパシタ C 1 1 の第 2 端とキャパシタ C 1 2 の第 2 端との間を導通／遮断する。スイッチ SW 1 3 は、キャパシタ C 1 1 の第 1 端とキャパシタ C 1 2 の第 2 端との間を導通／遮断する。スイッチ SW 1 4 は、キャパシタ C 1 1 の第 1 端とキャパシタ C 1 2 の第 1 端との間を導通／遮断する。スイッチ SW 1 5 は、キャパシタ C 1 2 の第 2 端とキャパシタ C 1 3 の第 2 端との間を導通／遮断する。スイッチ SW 1 6 は、キャパシタ C 1 2 の第 1 端とキャパシタ C 1 3 の第 2 端との間を導通／遮断する。スイッチ SW 1 7 は、キャパシタ C 1 2 の第 1 端とキャパシタ C 1 3 の第 1 端との間を導通／遮断する。スイッチ SW 1 8 は、キャパシタ C 1 3 の第 1 端と第 1 出力端子 T 1 3 との間を導通／遮断する。スイッチ SW 1 9 は、キャパシタ C 1 1 の第 2 端と第 2 出力端子 T 1 4 との間を導通／遮断する。

[0076] 図 6 A の充電状態では、スイッチ SW 1 0 ～SW 1 2、スイッチ SW 1 4、スイッチ SW 1 5、及び、スイッチ SW 1 7 がオンとなり、スイッチ SW 1 3、スイッチ SW 1 6、スイッチ SW 1 8、及び、スイッチ SW 1 9 がオフとなる。その結果、キャパシタ C 1 1 ～C 1 3 が第 1 入力端子 T 1 1 と第 2 入力端子 T 1 2 との間に並列接続された形となる。

[0077] 図 6 B の放電状態では、スイッチ SW 1 0 ～SW 1 2、スイッチ SW 1 4、スイッチ SW 1 5、及び、スイッチ SW 1 7 がオフとなり、スイッチ SW 1 3、スイッチ SW 1 6、スイッチ SW 1 8、及び、スイッチ SW 1 9 がオンとなる。その結果、キャパシタ C 1 1 ～C 1 3 が第 1 出力端子 T 1 3 と第

2 出力端子 T 1 4 との間に直列接続された形となる。

[0078] 図 6 A 及び図 6 B から分かるように、スイッチトキャパシタ昇圧回路は、その昇圧比が高くなるほど、必要なスイッチ素子の個数が増大する。また、スイッチトキャパシタ昇圧回路を形成するスイッチ素子には、高速なオン／オフ応答性が求められるので、パワートランジスタやサイリスタなどの半導体スイッチを用いることが必要となる。一方、半導体スイッチのオン抵抗は正の温度特性を持つことが知られている（図 7 を参照）。従って、スイッチ素子の個数増大（延いてはオン抵抗の増大）に伴う電力伝達効率の低下を回避するためには、半導体スイッチを冷却することが有効であると考えられる。

[0079] 図 8 は、太陽光発電システムの第 3 実施形態を示す図である。第 3 構成例の太陽光発電システムは、先に説明したキャパシタ昇圧回路（3 1 A、3 1 B、4 1 A、4 1 B、5 1 A、5 2 B）や経路切替スイッチ（3 2、3 3、4 2、4 3、5 2、5 3）を各々構成する半導体スイッチを常時冷却する冷却装置 8 0 A または 8 0 B をさらに有する。

[0080] 冷却装置としては、従来のサイリスタバルブに適用される水冷式の冷却装置ではなく、より強力に半導体スイッチを冷却することのできる冷却装置、例えば、電気的な冷凍装置 8 0 A（図 8 の左側）や、半導体スイッチを極低温の冷媒液（液体窒素など）に直接浸して冷却する冷却装置 8 0 B（図 8 の右側）を採用することが望ましい。なお、液体窒素を用いた冷却装置 8 0 B は、簡素な構造で実現することができる上、既に半導体製造装置などへの適用もされていることから、太陽光発電システムへの導入に際して、技術的な課題はほとんどないと考えられる。ただし、冷媒液の種類については、液体窒素に限定されるものではない。

[0081] また、冷却装置 8 0 A 及び 8 0 B は、図 8 で示したように、半導体スイッチを一つずつ冷却する構成としてもよいし、図 6 A 及び図 6 B の破線で示したように、半導体スイッチを複数まとめて冷却する構成としてもよい。或いは、冷却装置 8 0 A 及び 8 0 B は、昇圧 DC／DC コンバータ 3 0～5 0 を

各々まとめて冷却する構成としてもよい。

[0082] このように、半導体スイッチを強烈に冷却する構成であれば、半導体スイッチのオン抵抗を低減して電力伝達効率を高めることができるので、多数の半導体スイッチを使用するスイッチトキャパシタ昇圧回路の変換効率向上（低電力損失）を実現することができる。例えば、交流の変圧にトランスを用いる場合には、トランスの前後にそれぞれ直交変換器と交直変換器を挿入する必要があり、ユニット全体の変換効率は95%以下となるが、第3実施形態の構成を採用すれば、上記ユニットに匹敵する効率（95%以上の効率）を期待することができる。

[0083] <その他の変形例>

なお、本発明の構成は、上記実施形態のほか、発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能である。

産業上の利用可能性

[0084] 本発明に係る直流昇圧装置は、例えば大規模な太陽光発電所（例えばギガワット級やメガワット級）の変電設備として利用することが可能である。また、本発明に係る直流昇圧装置は、家庭用の太陽光発電システムや小規模なスマートグリッドなど、その他の電力網にも広く適用することが可能である。また、本発明に係る直流昇圧装置は、太陽光発電システムの直流昇圧手段としてだけでなく、例えば、風力などの再生可能エネルギーを用いた直流発電システム、回転機を用いた直流発電システム、或いは、燃料電池や蓄電池などを用いた直流電源システムの直流昇圧手段としても好適に用いることができる。また、本発明に係る直流昇圧装置は、電車や電気自動車などにも好適に搭載することが可能である。

符号の説明

[0085] 10 太陽電池アレイ
 10A 太陽電池パネル
 10B 接続箱
 10C 集電盤

20 電圧制御装置

30、40、50 昇圧DC／DCコンバータ

31A、31B、41A、41B、51A、51B スイッチトキャパシタ昇圧回路

32、42、52 入力側経路切替スイッチ

33、43、53 出力側経路切替スイッチ

60A、60B、60C 蓄電装置

70 直流電力系統

80A、80B 冷却装置

SW10～SW19 半導体スイッチ

C11、C12、C13 キャパシタ

T11、T12、T13、T14 端子

請求の範囲

- [請求項1] 直流電源の出力を昇圧する少なくとも一段の昇圧DC／DCコンバータを有し、
前記昇圧DC／DCコンバータは、
キャパシタの充放電を利用して昇圧動作を行うトランスレスの第1キャパシタ昇圧回路及び第2キャパシタ昇圧回路と、
前記第1キャパシタ昇圧回路と前記第2キャパシタ昇圧回路の各入出力経路を切り替える経路切替スイッチと、
を含むことを特徴とする直流昇圧装置。
- [請求項2] 前記第1キャパシタ昇圧回路と前記第2キャパシタ昇圧回路は、それぞれ、複数のキャパシタを含み、各キャパシタを並列接続して充電する状態と、各キャパシタを直列接続して放電する状態と、を交互に繰り返すことにより、前段から供給される入力電圧を昇圧して後段に供給するスイッチトキャパシタ昇圧回路であることを特徴とする請求項1に記載の直流昇圧装置。
- [請求項3] 前記第1キャパシタ昇圧回路と前記第2キャパシタ昇圧回路は、互いの充放電状態が逆となるように制御されることを特徴とする請求項2に記載の直流昇圧装置。
- [請求項4] 前記経路切替スイッチは、前記第1キャパシタ昇圧回路と前記第2キャパシタ昇圧回路のうち、充電状態である方を前段と接続して後段から遮断する一方、放電状態である方を後段と接続して前段から遮断するように、前記第1キャパシタ昇圧回路と前記第2キャパシタ昇圧回路の各入出力経路を切り替えることを特徴とする請求項3に記載の直流昇圧装置。
- [請求項5] 前記経路切替スイッチは、リレーなどのアナログスイッチを用いて構成されていることを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の直流昇圧装置。
- [請求項6] 前記経路切替スイッチは、パワートランジスタやサイリスタなどの

半導体スイッチを用いて構成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 4 のいずれか一項に記載の直流昇圧装置。

[請求項7] 前記昇圧 DC / DC コンバータから出力される直流電力を蓄える複数の蓄電装置をさらに有することを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 6 のいずれか一項に記載の直流昇圧装置。

[請求項8] 前記複数の蓄電装置は、少なくとも一つが前記昇圧 DC / DC コンバータからの充電を行い、少なくとも別の一つが直流電力系統への放電を行うように、各々の充放電状態がローテーションされることを特徴とする請求項 7 に記載の直流昇圧装置。

[請求項9] 前記第 1 キャパシタ昇圧回路及び前記第 2 キャパシタ昇圧回路、ないしは、前記経路切替スイッチを構成する半導体スイッチを冷却する冷却装置をさらに有することを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 8 のいずれか一項に記載の直流昇圧装置。

[請求項10] 前記冷却装置は、電気的な冷凍装置であることを特徴とする請求項 9 に記載の直流昇圧装置。

[請求項11] 前記冷却装置は、前記半導体スイッチを冷媒液に浸して冷却することを特徴とする請求項 9 に記載の直流昇圧装置。

[請求項12] 前記冷却装置は、前記冷媒液として液体窒素を用いることを特徴とする請求項 11 に記載の直流昇圧装置。

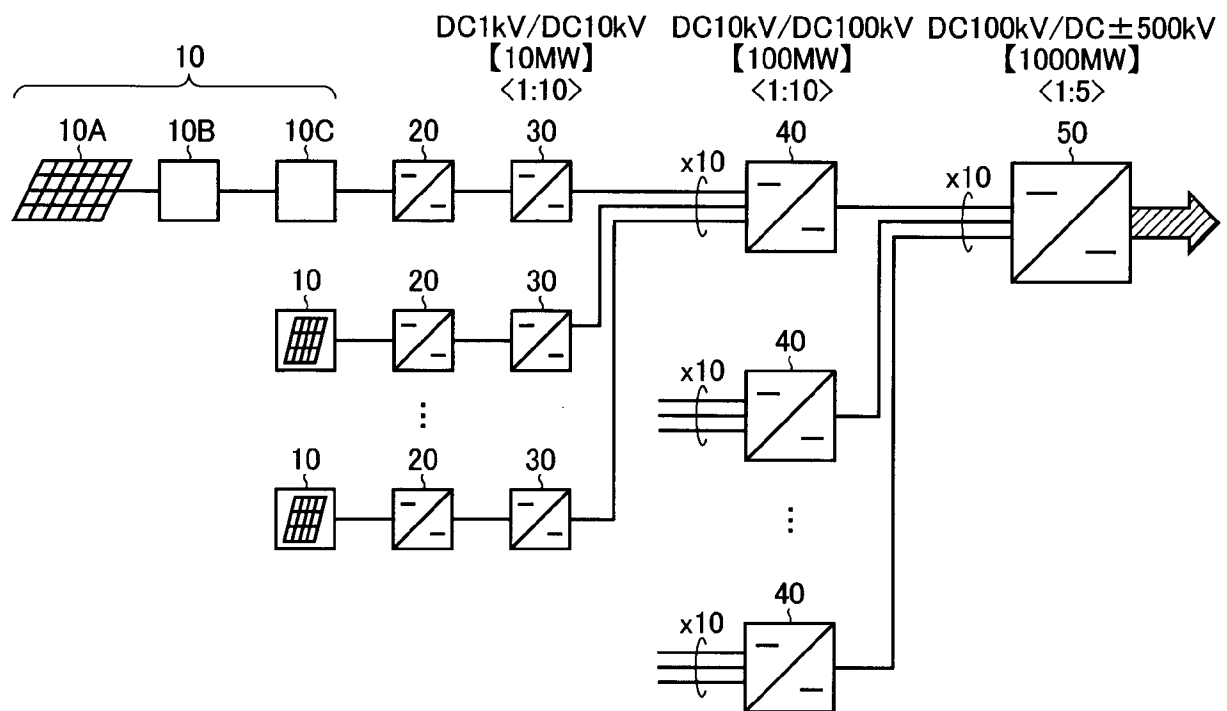
[請求項13] 前記冷却装置は、前記半導体スイッチを一つずつ冷却することを特徴とする請求項 9 ～ 請求項 12 のいずれか一項に記載の直流昇圧装置。

[請求項14] 前記冷却装置は、前記半導体スイッチを複数まとめて冷却することを特徴とする請求項 9 ～ 請求項 12 のいずれか一項に記載の直流昇圧装置。

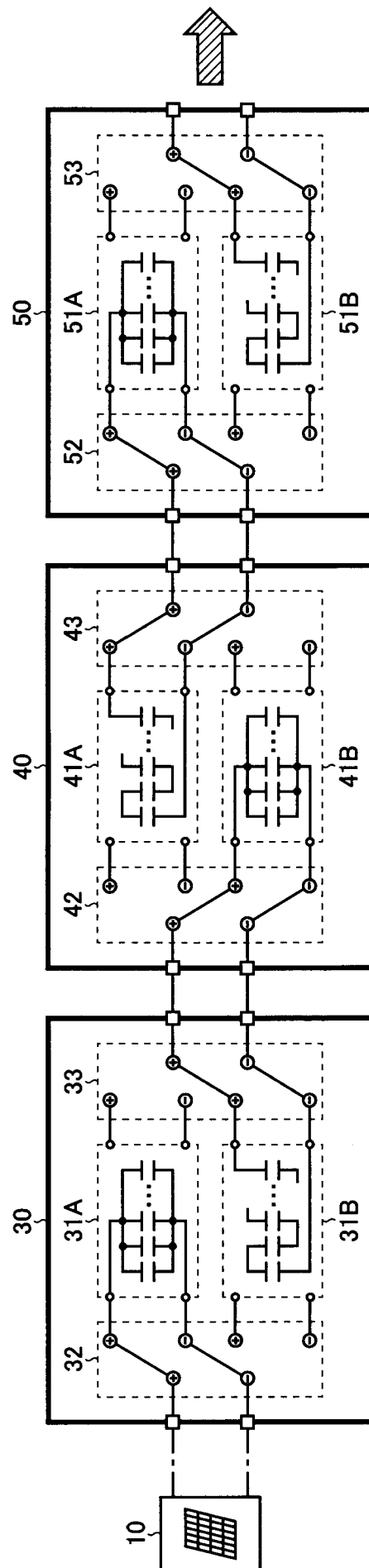
[請求項15] 前記冷却装置は、前記昇圧 DC / DC コンバータをまとめて冷却することを特徴とする請求項 9 ～ 請求項 12 のいずれか一項に記載の直流昇圧装置。

- [請求項16] 前記昇圧DC／DCコンバータとして、
2 k V～1 0 0 Vの入力電圧を昇圧して3 0 k V～3 k Vの出力電圧を生成する第1 昇圧DC／DCコンバータと、
3 0 k V～3 k Vの入力電圧を昇圧して2 5 0 k V～6 0 k Vの出力電圧を生成する第2 昇圧DC／DCコンバータと、
2 5 0 k V～6 0 k Vの入力電圧を昇圧して±1 0 0 0 k V～±1 5 0 k Vの出力電圧を生成する第3 昇圧DC／DCコンバータと、
を含むことを特徴とする請求項1～請求項1 5 のいずれか一項に記載の直流昇圧装置。
- [請求項17] 太陽電池アレイと、
前記太陽電池アレイの出力を昇圧する請求項1～請求項1 6 のいずれか一項に記載の直流昇圧装置と、
を有することを特徴とする太陽光発電システム。
- [請求項18] 電圧安定制御と最大電力点追従制御を行う電圧制御装置をさらに有することを特徴とする請求項1 7 に記載の太陽光発電システム。
- [請求項19] 前記太陽電池アレイは、太陽電池パネルと、接続箱と、集電盤と、
を含むことを特徴とする請求項1 7 または請求項1 8 に記載の太陽光発電システム。

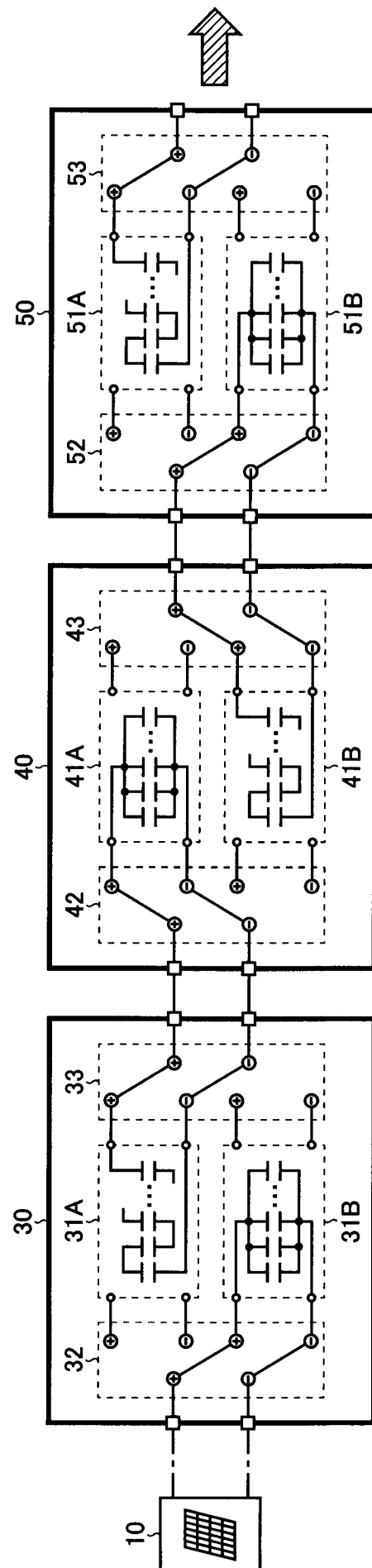
[図1]



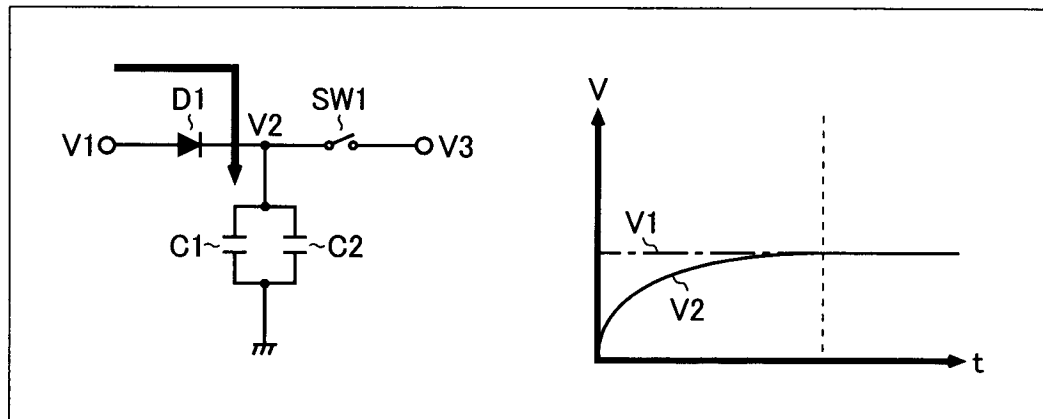
[図2A]



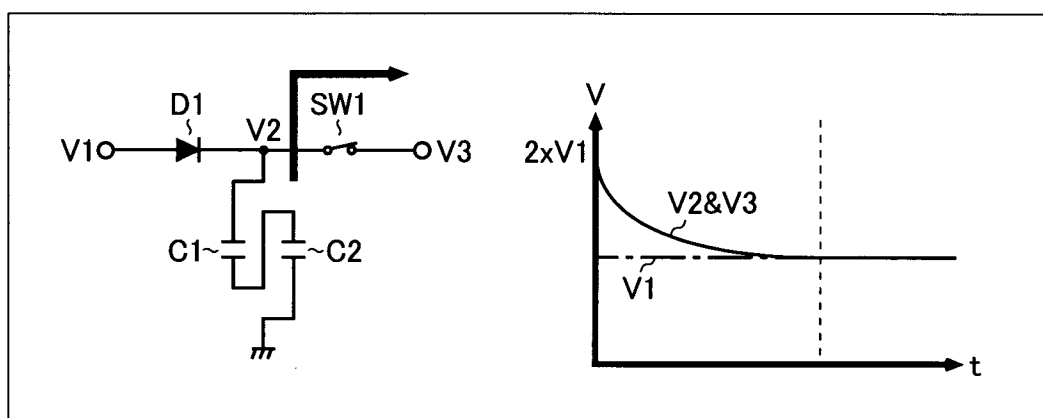
[図2B]



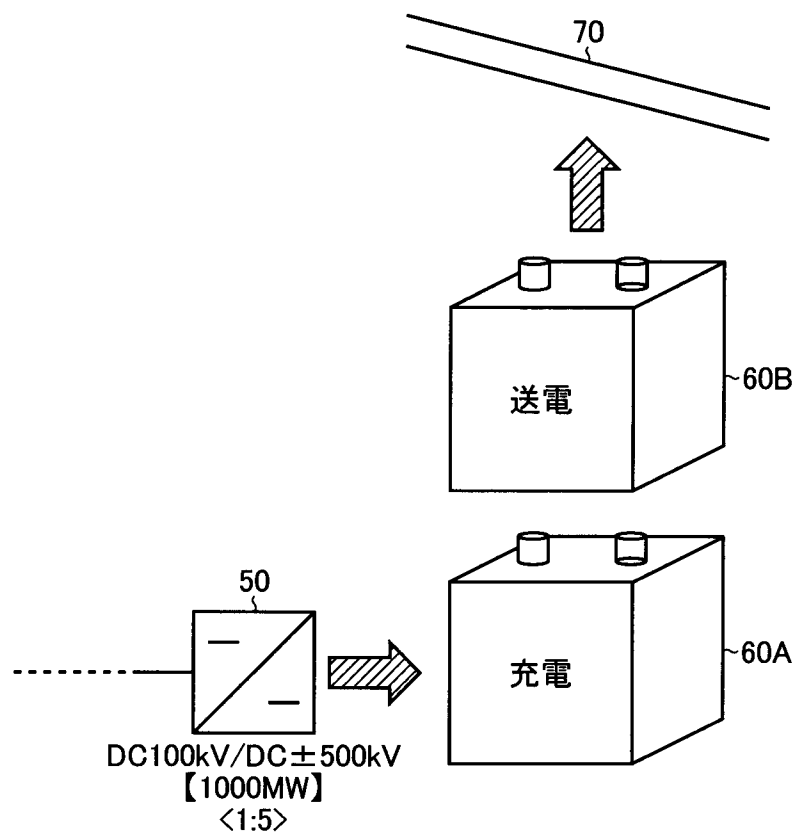
[図3A]



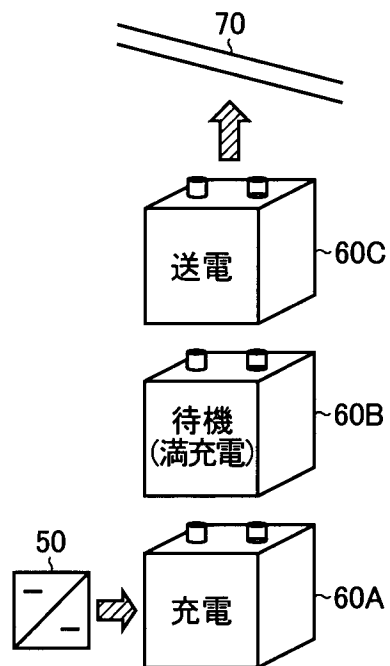
[図3B]



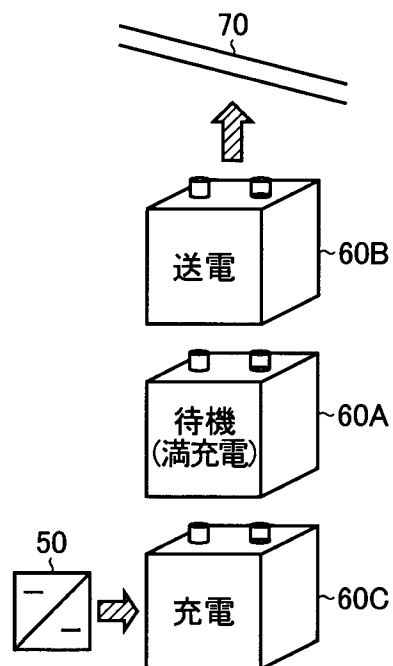
[図4]



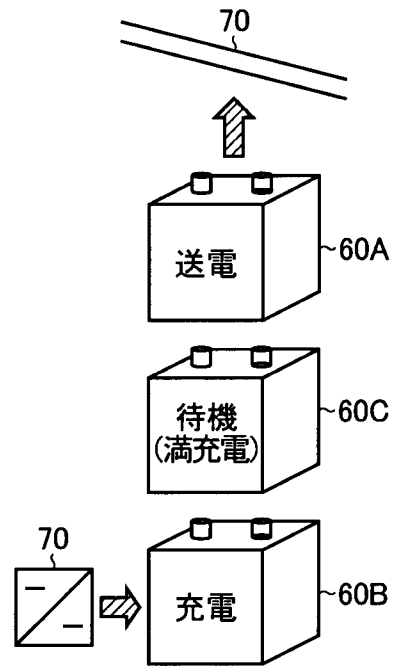
[図5A]



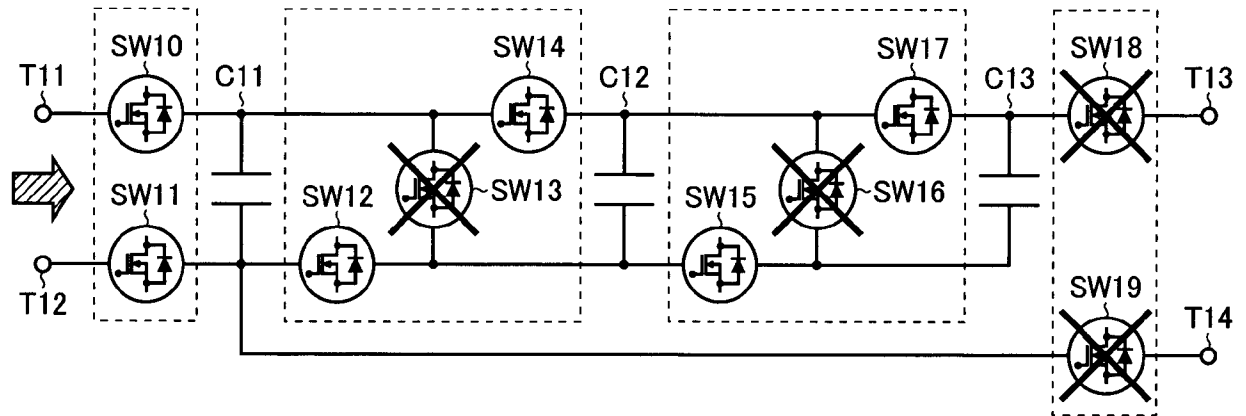
[図5B]



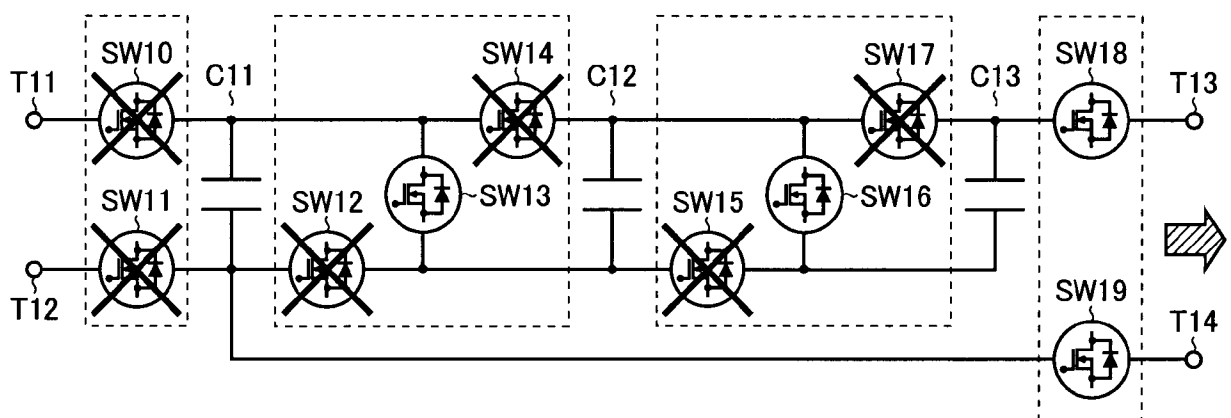
[図5C]



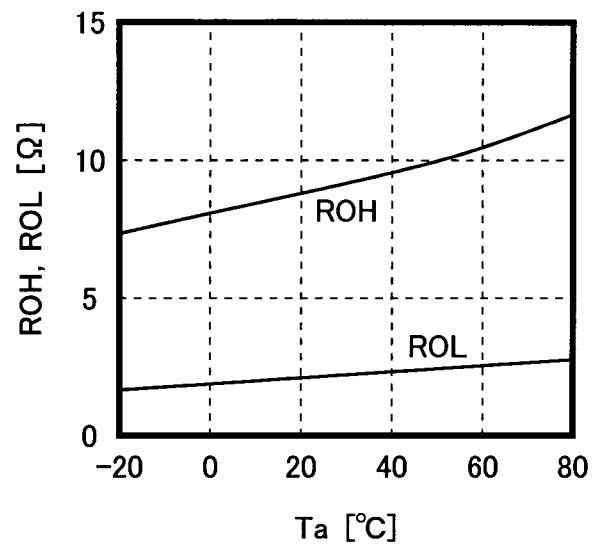
[図6A]



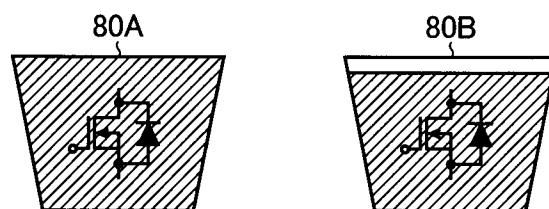
[図6B]



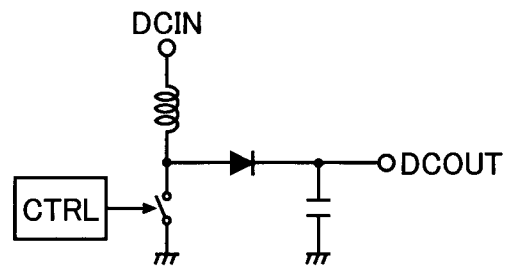
[図7]



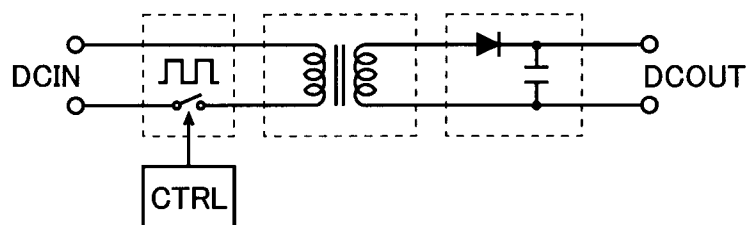
[図8]



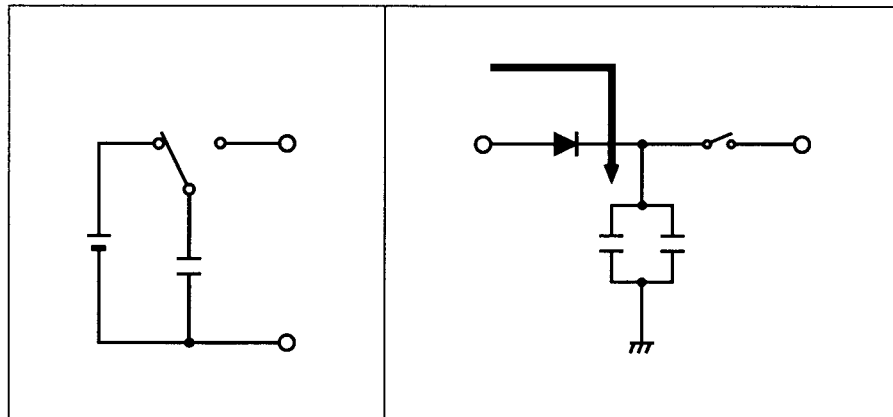
[図9A]



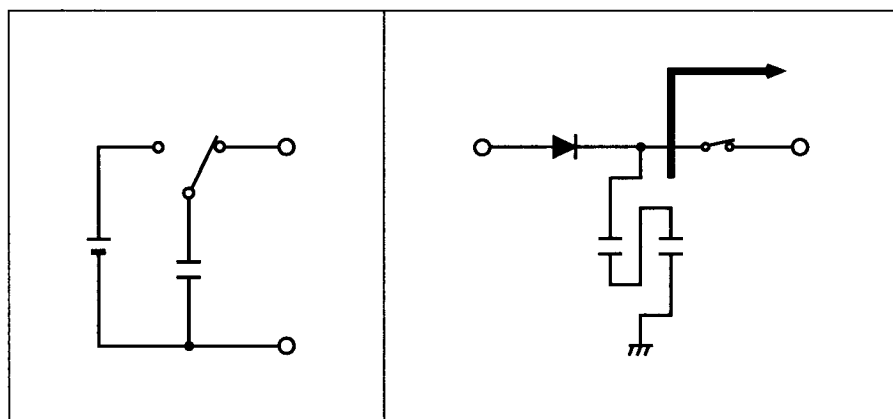
[図9B]



[図10A]



[図10B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M3/07(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)

H02M3/07

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 61-092164 A (Sharp Corp.), 10 May 1986 (10.05.1986), page 3, lower right column, line 13 to page 4, upper left column, line 19; page 4, lower right column, line 14 to page 5, upper left column, line 17; fig. 1, 3 (Family: none)	1-19
A	JP 02-146955 A (Michiko NAITO), 06 June 1990 (06.06.1990), page 2, lower right column, line 11 to page 3, upper left column, line 1; page 3, lower left column, line 16 to lower right column, line 3; fig. 2, 5 & US 5187421 A & GB 2230152 A & EP 386261 A1 & WO 1990/002439 A1	1-19

☒ 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
12 July, 2012 (12.07.12)Date of mailing of the international search report
24 July, 2012 (24.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060365

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 02-040455 A (Daikin Industries, Ltd.), 09 February 1990 (09.02.1990), page 4, upper left column, line 15 to lower right column, line 5; fig. 1 to 2 (Family: none)	9-15
A	JP 01-147877 A (Toshiba Corp.), 09 June 1989 (09.06.1989), page 3, upper left column, lines 4 to 20; drawings (Family: none)	9-15
A	JP 2011-015501 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraphs [0018], [0024], [0033] to [0036]; fig. 2 & WO 2011/001796 A1	17-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M3/07(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. H02M3/07

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 61-092164 A（シャープ株式会社）1986.05.10, 第3頁右下欄第13行～第4頁左上欄第19行、第4頁右下欄第14行～第5頁左上欄第17行、第1、3図（ファミリーなし）	1-19
A	JP 02-146955 A（内藤 三智子）1990.06.06, 第2頁右下欄第11行～第3頁左上欄第1行、第3頁左下欄第16行～右下欄第3行、第2、5図 & US 5187421 A & GB 2230152 A & EP 386261 A1 & WO 1990/002439 A1	1-19

☒ 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

1 2 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 7 . 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）

槻木澤 昌司

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

3 V

9 3 2 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 02-040455 A (ダイキン工業株式会社) 1990.02.09, 第4頁左上欄第15行～右下欄第5行、第1-2図 (ファミリーなし)	9-15
A	JP 01-147877 A (株式会社東芝) 1989.06.09, 第3頁左上欄第4～20行、図面 (ファミリーなし)	9-15
A	JP 2011-015501 A (パナソニック電工株式会社) 2011.01.20, 【0018】、【0024】、【0033】－【0036】、図2 & W0 2011/001796 A1	17-19