

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-123747

(P2017-123747A)

(43) 公開日 平成29年7月13日(2017.7.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 3/46 (2006.01)	H02J 3/46	5G064
H02J 3/38 (2006.01)	H02J 3/38 110	5G066
H02J 3/32 (2006.01)	H02J 3/38 130	5G503
H02J 13/00 (2006.01)	H02J 3/32	
H02J 7/35 (2006.01)	H02J 13/00 311R	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 31 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-2302 (P2016-2302)
 (22) 出願日 平成28年1月8日 (2016.1.8)

(71) 出願人 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府堺市堺区匠町 1 番地
 (74) 代理人 110001933
 特許業務法人 佐野特許事務所
 (72) 発明者 ▲高▼橋 勇紀
 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号
 シャープ株式会社内
 (72) 発明者 森 正樹
 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号
 シャープ株式会社内
 Fターム(参考) 5G064 AA04 AC05 AC09 CB08 CB12
 DA05
 5G066 AA05 AE09 HA15 HB06 HB09
 JA01 JB03

最終頁に続く

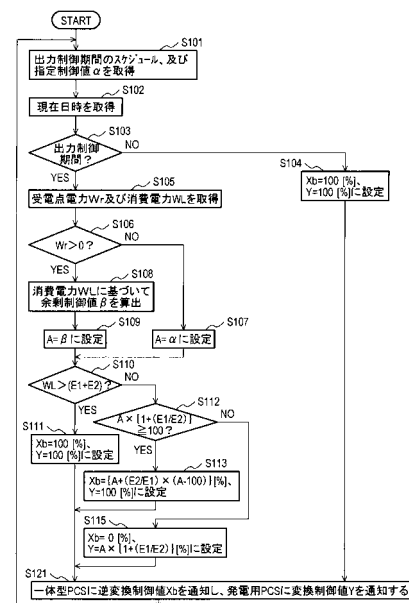
(54) 【発明の名称】 電力管理装置

(57) 【要約】

【課題】出力制御期間における発電電力を無駄なく有効に利用する。

【解決手段】電力管理装置は電力系統と連系運転可能な第1及び第2電力制御装置を出力制御情報に基づいて管理する。第1電力制御装置は電力系統に接続された通電路と第1発電装置及び蓄電装置との間に接続される。第2電力制御装置は通電路と第2発電装置との間に接続される。出力制御情報に設定されて第1及び第2電力制御装置から通電路に出力される出力電力を制御する出力制御期間において、出力電力の許容上限値が第2電力制御装置の定格逆変換電力以上である場合、第1電力制御装置の第1電力及び第2電力制御装置の第2電力が通電路に出力され、第1電力の出力が第2電力の出力よりも優先して抑制される。出力電力の許容上限値が第2電力制御装置の定格逆変換電力未満である場合、第1電力の出力が停止され、第2電力が通電路に出力される。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電力系統と連系運転可能な第 1 電力制御装置及び第 2 電力制御装置を出力制御情報に基づいて管理する管理部を備え、

前記第 1 電力制御装置は前記電力系統に接続された通電路と第 1 発電装置及び蓄電装置との間に接続されて、前記第 2 電力制御装置は前記通電路と第 2 発電装置との間に接続され、

前記出力制御情報には、前記第 1 電力制御装置及び前記第 2 電力制御装置から前記通電路に出力される出力電力を制御する出力制御期間が設定され、

該出力制御期間において、

前記出力電力の許容上限値が前記第 2 電力制御装置の定格逆変換電力以上である場合、前記管理部は、前記第 1 電力制御装置から前記通電路に第 1 電力を出力させ、前記第 2 電力制御装置から前記通電路に第 2 電力を出力させて、前記第 1 電力の出力を前記第 2 電力の出力よりも優先して抑制し、

前記出力電力の前記許容上限値が前記第 2 電力制御装置の前記定格逆変換電力未満である場合、前記管理部は、前記第 1 電力の出力を停止させて、前記第 2 電力を前記通電路に出力させる電力管理装置。

【請求項 2】

前記通電路上の受電点に設けられた電力検出器の検出結果に基づいて前記受電点を流れる受電点電力を監視する電力監視部をさらに備え、

前記電力監視部は前記通電路に接続された電力負荷での消費電力をさらに検知し、

前記出力制御情報には、前記出力制御期間における前記出力電力の上限を示す第 1 出力制御値がさらに設定され、

前記出力制御期間において、

前記電力系統から前記通電路に前記受電点電力が順潮流していない場合、前記第 1 出力制御値に基づいて前記許容上限値が設定され、

前記電力系統から前記通電路に前記受電点電力が順潮流している場合、前記第 1 電力制御装置及び前記第 2 電力制御装置の各定格逆変換電力の総和に対する前記消費電力の比率を示す第 2 出力制御値に基づいて前記許容上限値が設定される請求項 1 に記載の電力管理装置。

【請求項 3】

前記出力制御期間において、

前記許容上限値が前記第 2 電力制御装置の前記定格逆変換電力未満である場合、前記管理部はさらに前記第 2 電力の上限値を前記許容上限値と同じ値に設定する請求項 1 又は請求項 2 に記載の電力管理装置。

【請求項 4】

前記蓄電装置の蓄電量を監視する蓄電監視部をさらに備え、

前記出力制御期間において前記許容上限値が前記第 2 電力制御装置の前記定格逆変換電力未満である場合に、前記蓄電監視部は前記蓄電装置が充電可能であるか否かを判定し、

前記蓄電装置が充電可能であると判定される場合、前記管理部はさらに、前記第 2 電力の少なくとも一部である第 3 電力を前記第 1 電力制御装置で電力変換させて前記蓄電装置に充電させ、

前記蓄電装置が充電可能であると判定されない場合、前記管理部はさらに、前記第 2 電力の上限値を前記許容上限値と同じ値に設定する請求項 1 又は請求項 2 に記載の電力管理装置。

【請求項 5】

前記蓄電装置に充電可能な電力を考慮した前記第 3 電力の上限を示す第 4 電力を算出する算出部をさらに備え、

前記蓄電装置が充電可能であると判定される場合、前記管理部は、前記第 2 電力の上限値を前記第 2 電力制御装置の前記定格逆変換電力と同じ電力値にすると前記第 3 電力が前

10

20

30

40

50

記第 4 電力を越えるか否かを判定し、

前記第 3 電力が前記第 4 電力を越えると判定されない場合、前記管理部は、前記第 3 電力の上限値を前記第 2 電力制御装置の前記定格逆変換電力から前記許容上限値を引いた値と同じ電力値に設定して、前記第 2 電力の上限値を前記第 2 電力制御装置の前記定格逆変換電力と同じ電力値に設定し、

前記第 3 電力が前記第 4 電力を越えると判定される場合、前記管理部は、前記第 3 電力の上限値を前記第 4 電力と同じ電力値に設定して、前記第 2 電力の上限値を前記許容上限値に前記第 4 電力の電力値を足した値に設定する請求項 4 に記載の電力管理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、電力管理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、太陽光発電システムなどの自然エネルギーを利用した発電システムが一般家庭用の住宅、或いは産業用施設などに導入されつつある。これらの発電システムでは、発電電力が電子機器などの電源として利用される。また、現在では、自然エネルギーを利用した発電システムをより普及させるべく、発電電力を売電して電力会社を買取させる電力買取制度が制定されている。そのため、発電電力が商用電力系統に逆潮流されることもある。また、発電システムには、発電電力を蓄電する蓄電装置が設置されていることがある。この蓄電装置は、たとえば、太陽光発電できない夜間に停電した場合の予備電源、或いは、電力負荷の消費電力が一時的に突出して大きくなる場合の補助電源などとして用いることができる。また、発電システムの普及に伴い、蓄電装置を備える発電システムに新たな発電装置を増設する場合が増えてきている。この場合、新たに増設される発電装置及びその P C S (パワーコンディショナ) は、既設の P C S 及び商用電力系統間の通電路に接続される。

20

【0003】

ところで、近年での発電システムの増加は電力系統の需給バランスに大きな影響を与えている。たとえば大型連休などの電力需要が低い日に複数の太陽光発電システムにて太陽光発電が活発に行われると、電力系統に逆潮流される電力が増える。そのため、電力系統での電力余剰が生じて、たとえば電力系統に接続された通電路の電圧上昇などの悪影響が電力系統に生じることがある。このような悪影響を防止するために、電力系統の運用者(たとえば電力会社)は電力系統に逆潮流する電力の出力制御を各発電システムに指令する権限を有している。この指令では、逆潮流電力の出力制御を行う期間と、該期間での逆潮流電力の上限とが指定される。この指令を受けた発電システムでは、出力制御期間に発電システムが電力系統網に出力する電力を該指令で許容される電力以下に出力制御することが義務付けられる。

30

【0004】

ここで既存の設備に新たな発電装置及び P C S を増設した前述のような発電システムに出力制御が指令されると、その出力制御期間にて、該指令に応じて既存の P C S から出力される電力と、新たに増設した P C S から出力される電力とがそれぞれ均等に抑制されることがある。この場合、既存の P C S は既存の発電装置の発電電力のうちの出力制御した電力を蓄電装置に充電できる。

40

【0005】

なお、本発明に関連する従来技術の一例として、特許文献 1 では、太陽電池及び蓄電装置を備える発電システムを教示している。この発電システムでは、電力系統への過剰な電力の逆潮流に起因して系統電圧が上昇すると、該逆潮流を停止して、発電電力を蓄電装置に充電している。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特許第 5 7 3 8 2 1 2 号 公 報

【 発 明 の 概 要 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、出力制御期間に各 P C S が出力する電力を均等に抑制する場合、増設した発電装置の発電電力の発電量を低下又はその一部を廃棄する必要が生じる。従って、増設した発電装置において発電されるはずであった電力が無駄になったり発電電力を有効に利用できなかったりする。このような問題に対して、特許文献 1 は、発電装置及び P C S が新たに増設される発電システムを想定していない。すなわち、特許文献 1 は、上述のような問題を何ら考慮していない。

10

【 0 0 0 8 】

本発明は、このような状況を鑑みてなされたものであり、出力制御期間における発電電力を無駄なく有効に利用することができる電力管理装置を提供することを目的とする。

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するために、本発明の一の態様による電力管理装置は、電力系統と連系運転可能な第 1 電力制御装置及び第 2 電力制御装置を出力制御情報に基づいて管理する管理部を備え、第 1 電力制御装置は電力系統に接続された通電路と第 1 発電装置及び蓄電装置との間に接続されて、第 2 電力制御装置は通電路と第 2 発電装置との間に接続され、出力制御情報には、第 1 電力制御装置及び第 2 電力制御装置から通電路に出力される出力電力を制御する出力制御期間が設定され、該出力制御期間において、出力電力の許容上限値が第 2 電力制御装置の定格逆変換電力以上である場合、管理部は、第 1 電力制御装置から通電路に第 1 電力を出力させ、第 2 電力制御装置から通電路に第 2 電力を出力させて、第 1 電力の出力を第 2 電力の出力よりも優先して抑制し、出力電力の許容上限値が第 2 電力制御装置の定格逆変換電力未満である場合、管理部は、第 1 電力の出力を停止させて、第 2 電力を通電路に出力させる構成とされる。

20

【 0 0 1 0 】

上記構成の電力管理装置は、出力制御期間において、許容上限値が第 2 電力制御装置の定格逆変換電力以上である場合、管理部はさらに、第 1 電力の上限値を許容上限値から第 2 電力制御装置の定格逆変換電力を差分した値に設定して、第 2 電力の上限値を第 2 電力制御装置の定格逆変換電力と同じ電力値に設定する構成としてもよい。

30

【 0 0 1 1 】

上記構成の電力管理装置は、通電路上の受電点に設けられた電力検出器の検出結果に基づいて受電点を流れる受電点電力を監視する電力監視部をさらに備え、電力監視部は通電路に接続された電力負荷での消費電力をさらに検知し、出力制御情報には、出力制御期間における出力電力の上限を示す第 1 出力制御値がさらに設定され、出力制御期間において、電力系統から通電路に受電点電力が順潮流していない場合、第 1 出力制御値に基づいて許容上限値が設定され、電力系統から通電路に受電点電力が順潮流している場合、第 1 電力制御装置及び第 2 電力制御装置の各定格逆変換電力の総和に対する消費電力の比率を示す第 2 出力制御値に基づいて許容上限値が設定される構成としてもよい。

40

【 0 0 1 2 】

上記構成の電力管理装置は、出力制御期間において、許容上限値が第 2 電力制御装置の定格逆変換電力未満である場合、管理部はさらに第 2 電力の上限値を許容上限値と同じ値に設定する構成としてもよい。

【 0 0 1 3 】

上記構成の電力管理装置は、蓄電装置の蓄電量を監視する蓄電監視部をさらに備え、出力制御期間において許容上限値が第 2 電力制御装置の定格逆変換電力未満である場合に、蓄電監視部は蓄電装置が充電可能であるか否かを判定し、蓄電装置が充電可能であると判定される場合、管理部はさらに、第 2 電力の少なくとも一部である第 3 電力を第 1 電力制

50

御装置で電力変換させて蓄電装置に充電させ、蓄電装置が充電可能であると判定されない場合、管理部はさらに、第2電力の上限値を許容上限値と同じ値に設定する構成としてもよい。

【0014】

上記構成の電力管理装置は、蓄電装置に充電可能な電力を考慮した第3電力の上限を示す第4電力を算出する算出部をさらに備え、蓄電装置が充電可能であると判定される場合、管理部は、第2電力の上限値を第2電力制御装置の定格逆変換電力と同じ電力値にすると第3電力が第4電力を越えるか否かを判定し、第3電力が第4電力を越えると判定されない場合、管理部は、第3電力の上限値を第2電力制御装置の定格逆変換電力から許容上限値を引いた値と同じ電力値に設定して、第2電力の上限値を第2電力制御装置の定格逆変換電力と同じ電力値に設定し、第3電力が第4電力を越えると判定される場合、管理部は、第3電力の上限値を第4電力と同じ電力値に設定して、第2電力の上限値を許容上限値に第4電力の電力値を足した値に設定する構成としてもよい。

10

【0015】

上記構成の電力管理装置は、第1電力制御装置及び第2電力制御装置のうち的一方と一体に設けられる構成としてもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、出力制御期間における発電電力を無駄なく有効に利用することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】太陽光発電システムの構成例を示すブロック図である。

【図2】余剰買取制度にて出力制御期間に許容される太陽光発電システムの電力制御を説明するためのグラフである。

【図3A】同じ出力制御値に基づいて逆変換上限値及び変換上限値を設定した場合の出力電力の電力配分一例を示す概略図である。

【図3B】逆変換電力の出力を変換電力の出力よりも優先して抑制した場合の出力電力の電力配分の一例を示す概略図である。

【図3C】逆変換電力の出力を変換電力の出力よりも優先して抑制した場合の出力電力の電力配分の他の一例を示す概略図である。

30

【図4】第1実施形態におけるコントローラの電力管理処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【図5】一体型PCSの電力制御処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【図6】発電用PCSの電力制御処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【図7】第1実施形態における太陽光発電システムの余剰買取制御の動作例を説明するための概要図である。

【図8】第1実施形態における逆変換制御値及び変換制御値の経時的な設定例を示すグラフである。

【図9】一体型PCSを順変換に切り替えた場合の出力電力の電力配分の一例を示す概略図である。

40

【図10】第2実施形態におけるコントローラの電力管理処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【図11】第2実施形態における太陽光発電システムの余剰買取制御の動作例を説明するための概要図である。

【図12】第2実施形態における逆変換制御値及び変換制御値の経時的な設定例を示すグラフである。

【図13】太陽光発電システムの他の構成例を示すブロック図である。

【図14】風力発電システムの構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 8 】

以下に、図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。

【 0 0 1 9 】

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、太陽光発電システム 1 0 0 の構成例を示すブロック図である。太陽光発電システム 1 0 0 は、商用電力系統 C S と系統連系運転が可能な分散型電源であり、太陽電池ストリング P V 及び蓄電装置 S を有している。太陽光発電システム 1 0 0 は、たとえば単相三線の通電路 P を介して商用電力系統 C S と電氣的に接続されている。この太陽光発電システム 1 0 0 では、太陽電池ストリング P V の発電電力を直流から交流に変換し、太陽光発電システム 1 0 0 から通電路 P を介して商用電力系統 C S に電力を伝送（すなわち逆潮流）して、該電力を電力会社などに売電することが可能となっている。また、商用電力系統 C S から通電路 P へ電力の供給を受けて、電力会社などから該電力を買電することもできる。以下では、商用電力系統 C S に逆潮流（売電）される電力を逆潮流電力と呼び、商用電力系統 C S から通電路 P に供給される電力を順潮流電力と呼ぶ。

10

【 0 0 2 0 】

通電路 P は第 1 通電路 P a、第 2 通電路 P b、及び第 3 通電路 P c を含んで構成されている。第 1 通電路 P a は太陽光発電システム 1 0 0 の後述する一体型パワーコンディショナ 1 に接続され、第 2 通電路 P b は後述する発電用パワーコンディショナ 2 に接続されている。以下では、一体型パワーコンディショナ 1 を一体型 P C S（Power Conditioning System）1 と呼び、発電用パワーコンディショナ 2 を発電用 P C S 2 と呼ぶ。第 3 通電路 P c は商用電力系統 C S に接続されている。また、第 3 通電路 P c には、電力負荷 L が接続されている。この電力負荷 L は、たとえば家庭内の電化製品、工場の設備装置などの電力負荷（機器）であり、第 3 通電路 P c から供給される電力 W L を消費する。なお、以下では、電力負荷 L で消費される電力 W L を消費電力 W L と呼ぶ。

20

【 0 0 2 1 】

次に、太陽光発電システム 1 0 0 の構成について説明する。太陽光発電システム 1 0 0 は、図 1 に示すように、電力量計 M と、太陽電池ストリング P V と、蓄電装置 S と、一体型 P C S 1 と、発電用 P C S 2 と、コントローラ 3 と、を備えている。

【 0 0 2 2 】

電力量計 M は商用電力系統 C S 及び電力負荷 L 間における第 3 通電路 P c 上の受電点に設けられている。電力量計 M は、第 3 通電路 P c 上の受電点において電力 W r が流れる方向、その電力量（[W h]）及び電力値（[W]）を検出する電力検出器であり、その検出結果を示す検出情報をコントローラ 3 に出力する。なお、以下では、電力量計 M が検出する電力 W r を受電点電力 W r と呼ぶ。また、電力量計 M は、商用電力系統 C S から離れる方向に流れる受電点電力 W r の電力値を正の値で示し、商用電力系統 C S に向かう方向に流れる受電点電力 W r の電力値を負の値で示す。すなわち、電力量計 M は、順潮流電力の電力値を受電点電力 W r の正の値で示し、逆潮流電力の電力値を受電点電力 W r の負の値で示す。

30

【 0 0 2 3 】

太陽電池ストリング P V は、第 1 太陽電池ストリング P V 1 及び第 2 太陽電池ストリング P V 2 を含んで構成されている。各太陽電池ストリング P V 1 及び P V 2 は、1 又は直列接続された複数の太陽電池モジュールを含む発電装置である。第 1 太陽電池ストリング P V 1 は一体型 P C S 1 に接続され、第 2 太陽電池ストリング P V 2 は発電用 P C S 2 に接続されている。各太陽電池ストリング P V 1 及び P V 2 は、太陽光を受けて発電し、発電した直流電力（発電電力 W 1、W 2）を一体型 P C S 1 及び発電用 P C S 2 に出力する。なお、一体型 P C S 1 及び発電用 P C S 2 に接続される太陽電池ストリング P V の数は、図 1 の例示に限定されず、それぞれ複数であってもよい。

40

【 0 0 2 4 】

蓄電装置 S は、繰り返し充放電可能な充放電機能を有する。たとえば蓄電装置 S は、一体型 P C S 1 から供給される直流電力 W S を充電でき、その蓄電量に応じた直流電力を一

50

体型 P C S 1 に放電することもできる。以下では、充電の際に一体型 P C S 1 から蓄電装置 S に供給されて充電される電力 W S を充電電力 W S と呼び、放電の際に蓄電装置 S から一体型 P C S 1 に出力される電力を放電電力と呼ぶ。なお、蓄電装置 S の構成は特に限定しない。たとえば、蓄電装置 S はリチウム二次電池、ニッケル水素電池、ニッケルカドミウム電池、及び鉛電池などの二次電池を含んでいてもよい。或いは、蓄電装置 S は電気二重層キャパシタなどを含んでいてもよい。また、蓄電装置 S の数は、図 1 の例示に限定されず、複数であってもよい。

【 0 0 2 5 】

次に、一体型 P C S 1 は、第 1 太陽電池ストリング P V 1 のような発電装置以外に蓄電装置 S のようなエネルギー貯蔵装置にも接続可能な電力制御装置である。一体型 P C S 1 は、通電路 P (第 1 通電路 P a)、第 1 太陽電池ストリング P V 1、及び蓄電装置 S と接続され、通電路 P を介して商用電力系統 C S と接続されている。一体型 P C S 1 は、第 1 太陽電池ストリング P V 1 の発電を制御し、通常時には、たとえば M P P T (Maximum Power Point Tracking) 制御により、第 1 太陽電池ストリング P V 1 の発電電力 W 1 が最大となるように第 1 太陽電池ストリング P V 1 の動作電圧 (動作点) を制御する。但し、一体型 P C S 1 は、第 1 太陽電池ストリング P V 1 の発電を制限する必要がある場合、第 1 太陽電池ストリング P V 1 の動作電圧を最大出力動作電圧からずれた値に設定して、その発電電力 W 1 を調整する。また、一体型 P C S 1 は、たとえば、第 1 太陽電池ストリング P V 1 の発電電力 W 1 の少なくとも一部を電力変換して第 1 通電路 P a に出力する。このほか、一体型 P C S 1 は、蓄電装置 S の蓄放電制御装置としても機能する。たとえば、一体型 P C S 1 は、コントローラ 3 から出力される制御情報に基づいて、発電電力 W 1 の少なくとも一部を蓄電装置 S に充電電力 W S として供給したり、第 1 通電路 P a を流れる電力 W a を電力変換して蓄電装置 S に充電電力 W S として供給したり、蓄電装置 S から放電電力の供給を受けたりする。

【 0 0 2 6 】

この一体型 P C S 1 は、D C / D C コンバータ 1 1 と、双方向インバータ 1 2 と、平滑コンデンサ 1 3 と、双方向 D C / D C コンバータ 1 4 と、通信部 1 5 と、メモリ 1 6 と、I C 1 7 と、を有している。また、D C / D C コンバータ 1 1、双方向インバータ 1 2、及び双方向 D C / D C コンバータ 1 4 はバスライン B L を介して相互に接続されている。

【 0 0 2 7 】

D C / D C コンバータ 1 1 は、第 1 太陽電池ストリング P V 1 に接続される直流変換部である。D C / D C コンバータ 1 1 は、第 1 太陽電池ストリング P V 1 及びバスライン B L 間に設けられ、第 1 太陽電池ストリング P V 1 の発電電力 W 1 を所定電圧値の直流の電力に変換してバスライン B L に出力する。また、D C / D C コンバータ 1 1 は第 1 太陽電池ストリング P V 1 に逆電流が流れることを防止している。

【 0 0 2 8 】

双方向インバータ 1 2 は、I C 1 7 により制御される双方向電力変換部であり、バスライン B L 及び第 1 通電路 P a 間に設けられている。双方向インバータ 1 2 は、P W M (Pulse Width Modulation) 制御又は P A M (Pulse Amplitude Modulation) 制御などによって、図 1 に示すような双方向 a、b の電力変換を行うことができる。たとえば、双方向インバータ 1 2 は、第 1 通電路 P a から入力される交流電力 W a を直流電力に A C / D C 変換してバスライン B L に出力することができる。また、双方向インバータ 1 2 は、バスライン B L から入力される直流電力 (発電電力 W 1 及び蓄電装置 S の放電電力のうちの少なくとも一方) を商用電力系統 C S 及び電力負荷 L の電力規格に応じた交流周波数の交流電力 W b に D C / A C 変換して第 1 通電路 P a に出力することができる。

【 0 0 2 9 】

なお、以下では、双方向インバータ 1 2 が第 1 通電路 P a から入力される電力 W a を電力変換してバスライン B L に出力することを順変換方向 a の電力変換と呼ぶ。また、順変換方向 a の電力変換を順変換と呼び、順変換される電力 W a を順変換電力 W a と呼ぶ。また、双方向インバータ 1 2 がバスライン B L から入力される電力を電力変換して第 1 通電

路 P a に出力することを逆変換方向 b の電力変換と呼ぶ。また、逆変換方向 b の電力変換を逆変換と呼び、逆変換された電力 W b を逆変換電力 W b と呼ぶ。

【 0 0 3 0 】

ここで、順変換電力 W a 及び逆変換電力 W b の各上限値 U a 、 U b はコントローラ 3 の電力制御管理により制限される。以下では、順変換電力 W a の上限値 U a を順変換上限値 U a と呼び、逆変換電力 W b の上限値 U b を逆変換上限値 U b と呼ぶ。

【 0 0 3 1 】

順変換上限値 U a は、一体型 P C S 1 の定格順変換電力 E a [k W] と順変換制御値 X a [%] とを用いた値 $\{ (X a / 100) \times E a \}$ [k W] で表される。順変換上限値 U a は、通常、定格順変換電力 E a (すなわち X a = 100 [%]) と同じ値に設定される。また、順変換上限値 U a はコントローラ 3 の電力制御管理により 0 以上 E a 以下の値に設定される。なお、定格順変換電力 E a は、設計時に保証された一体型 P C S 1 の入力出力 (すなわち順変換電力 W a) の上限に設定される定格値 E a である。ここで、本実施形態では、定格順変換電力 E a は一体型 P C S 1 の定格充電電力 E s と同じ値に設定されている。定格充電電力 E s は、設計時に保証された一体型 P C S 1 の充電電力 W S の上限に設定される定格値である。また、順変換制御値 X a は、一体型 P C S 1 の定格順変換電力 E a に対して一体型 P C S 1 での順変換が許容される順変換電力 W a の順変換上限値 U a の割合を比率 X a [%] で示している。さらに、以下では、順変換制御値 X a は逆変換上限値 U b の定格逆変換電力 E 1 に対する比率 X b [%] の負の値で示されることがある。すなわち、 $X a = (- X b)$ と表すことがある。

【 0 0 3 2 】

逆変換上限値 U b は、一体型 P C S 1 の定格逆変換電力 E 1 [k W] と逆変換制御値 X b [%] を用いた値 $\{ (X b / 100) \times E 1 \}$ [k W] で表される。逆変換上限値 U b は、通常 (たとえば出力制御期間以外) では一体型 P C S 1 の定格逆変換電力 E 1 (すなわち X b = 100 [%]) と同じ値に設定される。また、逆変換上限値 U b は、たとえば商用電力系統 C S の運用者などから逆潮流電力の出力制御が指令された場合、該運用者が指定する出力制御期間においてコントローラ 3 の電力制御管理により 0 以上 E 1 以下の値に設定される。なお、定格逆変換電力 E 1 は、設計時に保証された一体型 P C S 1 の出力 (すなわち逆変換電力 W b) の上限に設定される定格値 E 1 である。また、逆変換制御値 X b は、一体型 P C S 1 の定格逆変換電力 E 1 に対して一体型 P C S 1 での逆変換及び第 1 通電路 P a への出力が許容される逆変換電力 W b の逆変換上限値 U b の割合を比率 X b [%] の正の値で示している。

【 0 0 3 3 】

平滑コンデンサ 1 3 は、バスライン B L に接続され、バスライン B L を流れる電力のバス電圧値の変動を除去又は軽減する。

【 0 0 3 4 】

双方向 D C / D C コンバータ 1 4 は、 I C 1 7 により制御される充放電電力変換部であり、バスライン B L 及び蓄電装置 S 間に設けられている。双方向 D C / D C コンバータ 1 4 は、バスライン B L から入力される直流電力を蓄電装置 S の電力規格に適した直流の充電電力 W S に D C / D C 変換して蓄電装置 S に出力することができる。また、双方向 D C / D C コンバータ 1 4 は、蓄電装置 S の放電電力を所定電圧値の直流電力に変換してバスライン B L に出力することもできる。なお、以下では、双方向 D C / D C コンバータ 1 4 がバスライン B L から入力される電力を電力変換して蓄電装置 S に出力することを充電方向 A の電力変換と呼ぶ。さらに、充電方向 A の電力変換を充電変換と呼ぶ。また、双方向 D C / D C コンバータ 1 4 が蓄電装置 S の放電電力を電力変換してバスライン B L に出力することを放電方向 B の電力変換と呼ぶ。さらに、放電方向 B の電力変換を放電変換と呼ぶ。

【 0 0 3 5 】

通信部 1 5 は、コントローラ 3 と無線通信又は有線通信する通信インターフェースである。また、通信部 1 5 は、蓄電装置 S と無線通信又は有線通信することができる。たと

えば、通信部 15 は、DC / DC コンバータ 11、双方向インバータ 12、双方向 DC / DC コンバータ 14 の動作状態（特に、電力変換量、電力変換方向、定格順変換電力 E_a 、定格逆変換電力 E_1 など）、及び蓄電装置 S から出力される情報（特に、蓄電装置 S の動作状態、温度、残りの空き容量など）をコントローラ 3 に送信する。また、通信部 15 は、一体型 PCS 1 の電力制御及び蓄電装置 S の充放電制御を管理するための制御情報をコントローラ 3 から受信する。

【0036】

メモリ 16 は、電力を供給しなくても格納された情報を非一時的に保持する不揮発性の記憶媒体である。メモリ 16 は、一体型 PCS 1 の各構成要素（特に IC 17）で用いられる制御情報及びプログラムなどを格納している。

10

【0037】

IC 17 は、メモリ 16 に格納された情報及びプログラムなどを用いて、一体型 PCS 1 の各構成要素を制御する制御部である。たとえば、IC 17 は、コントローラ 3 から出力される制御情報に基づいて、DC / DC コンバータ 11、双方向インバータ 12、及び双方向 DC / DC コンバータ 14 を制御し、特にそれらの電力変換を制御する。

【0038】

次に、発電用 PCS 2 について説明する。発電用 PCS 2 は第 2 太陽電池ストリング PV 2 の発電を制御する電力制御装置である。発電用 PCS 2 は、通電路 P（第 2 通電路 P b）及び第 2 太陽電池ストリング PV 2 と接続され、通電路 P を介して商用電力系統 CS と接続されている。発電用 PCS 2 は、たとえば、第 2 太陽電池ストリング PV 2 の発電電力 W_2 を電力変換して第 2 通電路 P b に出力する。また、発電用 PCS 2 は、通常時には、たとえば MPPT 制御により、第 2 太陽電池ストリング PV 2 の発電電力 W_2 が最大となるように第 2 太陽電池ストリング PV 2 の動作電圧（動作点）を制御する。但し、発電用 PCS 2 は、第 2 太陽電池ストリング PV 2 の発電を制限する必要がある場合、第 2 太陽電池ストリング PV 2 の動作電圧を最大出力動作電圧からずれた値に設定して、その発電電力 W_2 を調整する。

20

【0039】

この発電用 PCS 2 は、DC / DC コンバータ 21 と、インバータ 22 と、通信部 25 と、メモリ 26 と、IC 27 と、を有している。また、DC / DC コンバータ 21 及びインバータ 22 はバスライン（不図示）を介して相互に接続されている。

30

【0040】

DC / DC コンバータ 21 は、IC 27 により制御される直流変換部であり、第 2 太陽電池ストリング PV 2 及びインバータ 22 間に設けられている。DC / DC コンバータ 21 は、第 2 太陽電池ストリング PV 2 の発電電力 W_2 を所定電圧値の直流の電力に変換してインバータ 22 に出力する。また、DC / DC コンバータ 21 は第 2 太陽電池ストリング PV 2 に逆電流が流れることを防止している。

【0041】

インバータ 22 は、IC 27 により制御される電力変換部であり、バスライン及び DC / DC コンバータ 21 間に設けられている。インバータ 22 は、PWM 制御又は PAM 制御などによって、DC / DC コンバータ 21 から出力される直流電力を商用電力系統 CS 及び電力負荷 L の電力規格に応じた交流周波数の交流電力 W_c に変換して第 2 通電路 P b に出力することができる。

40

【0042】

なお、以下では、インバータ 22 が DC / DC コンバータ 21 から出力される直流電力を電力変換して第 2 通電路 P b に出力する電力 W_c を変換電力 W_c と呼ぶ。ここで、変換電力 W_c の上限値 U_c はコントローラ 3 の電力制御管理により制限される。以下では、この上限値 U_c を変換上限値 U_c と呼ぶ。変換上限値 U_c は、発電用 PCS 2 の定格逆変換電力 E_2 [kW] と変換制御値 Y [%] とを用いた値 $\{(Y / 100) \times E_2\}$ で表される。変換上限値 U_c は、通常（たとえば出力制御期間以外）では発電用 PCS 2 の定格逆変換電力 E_2 （すなわち $Y = 100$ [%]）と同じ値に設定される。また、変換上限値 U

50

c は、たとえば商用電力系統 C S の運用者などから逆潮流電力の出力制御が指令された場合、該運用者が指定する出力制御期間においてコントローラ 3 の電力制御管理により 0 以上 E 2 以下の値に設定される。なお、定格逆変換電力 E 2 は、設計時に保証された発電用 P C S 2 の出力電力（すなわち変換電力 W c）の上限に設定される定格値 E 2 である。また、変換制御値 Y は、発電用 P C S 2 の定格逆変換電力 E 2 に対して発電用 P C S 2 から第 2 通電路 P b に出力できる変換電力 W c の変換上限値 U c の割合を比率 Y で示している。なお、逆変換電力 W b の出力は変換電力 W c の出力よりも優先して抑制されるため、通常、逆変換制御値 X b [%] は変換制御値 Y [%] 以下に設定される。

【 0 0 4 3 】

通信部 2 5 は、コントローラ 3 と無線通信又は有線通信する通信インターフェースである。たとえば、通信部 2 5 は、D C / D C コンバータ 2 1 及びインバータ 2 2 の動作状態（特に、電力変換量、定格逆変換電力 E 2 など）をコントローラ 3 に送信する。また、通信部 2 5 は、発電用 P C S 2 の電力制御を管理するための制御情報をコントローラ 3 から受信する。

【 0 0 4 4 】

メモリ 2 6 は、電力を供給しなくても格納された情報を非一時的に保持する不揮発性の記憶媒体である。メモリ 2 6 は、発電用 P C S 2 の各構成要素（特に I C 2 7）で用いられる制御情報及びプログラムなどを格納している。

【 0 0 4 5 】

I C 2 7 は、メモリ 2 6 に格納された情報及びプログラムなどを用いて、発電用 P C S 2 の各構成要素を制御する制御部である。たとえば、I C 2 7 は、コントローラ 3 から出力される制御情報に基づいて、D C / D C コンバータ 2 1 及びインバータ 2 2 を制御し、特にその電力変換を制御する。

【 0 0 4 6 】

次に、コントローラ 3 について説明する。コントローラ 3 は、商用電力系統 C S と連系運転可能な一体型 P C S 1 及び発電用 P C S 2 の電力制御を管理する電力管理装置である。コントローラ 3 は、図 1 に示すように、表示部 3 1 と、入力部 3 2 と、通信部 3 3 と、通信 I / F 3 4 と、記憶部 3 5 と、C P U 3 6 と、を備えている。

【 0 0 4 7 】

表示部 3 1 はディスプレイ（不図示）に太陽光発電システム 1 0 0 に関する情報などを表示する。

【 0 0 4 8 】

入力部 3 2 は、ユーザ入力を受け付け、該ユーザ入力に応じた入力情報を C P U 3 6 に出力する。たとえば、入力部 3 2 には、商用電力系統 C S の運用者が指定する逆潮流電力の後述する出力制御期間及び後述する指定制御値 α などが入力される。なお、この場合、出力制御期間及び指定制御値 α は互いに対応付けられて後述する出力制御情報に設定されて記憶部 3 5 に格納される。

【 0 0 4 9 】

通信部 3 3 は、一体型 P C S 1 及び発電用 P C S 2 と無線通信又は有線通信する通信インターフェースである。通信部 3 3 は、たとえば、一体型 P C S 1 及び発電用 P C S 2 の電力変換に関する情報を受信して C P U 3 6 に出力し、C P U 3 6 から出力される制御情報を一体型 P C S 1 及び発電用 P C S 2 に送信する。また、通信部 3 3 は、たとえば、一体型 P C S 1 の電力変換に関する情報、蓄電装置 S の状態（特に充放電）に関する情報、及び発電用 P C S 2 の電力変換に関する情報などを受信する。

【 0 0 5 0 】

通信 I / F 3 4 は、ネットワーク N T（たとえばインターネット）に接続される通信インターフェースである。

【 0 0 5 1 】

記憶部 3 5 は、電力を供給しなくても格納された情報を非一時的に保持する記憶媒体である。記憶部 3 5 は、コントローラ 3 の各構成要素（特に C P U 3 6）で用いられる様々

10

20

30

40

50

な情報及びソフトウェアプログラムなどを格納している。また、記憶部 35 は、後述する情報取得部 361 により取得、又はユーザ入力により作成された出力制御情報を格納している。この出力制御情報には、出力制御期間及び指定制御値 α が互に対応付けられて設定されている。出力制御期間及び指定制御値 α は商用電力系統 CS の運用者又はユーザにより指定される。出力制御期間は太陽光発電システム 100 (たとえば一体型 PCS 1、発電用 PCS 2) が通電路 P に出力する出力電力 W_T を抑制する制御を行う期間である。また、指定制御値 α は、出力制御期間において出力電力 W_T が消費電力 W_L よりも大きい場合に許容される出力電力 W_T の上限値 U_T を示す出力制御値である。指定制御値 α は、一体型 PCS 1、発電用 PCS 2 の定格逆変換電力 E_1 、 E_2 に対する上限値 U_b 、 U_c の割合を示す比率 $\alpha [\%]$ ($0 < \alpha < 100$) で指定される。すなわち、指定制御値 α は $\alpha = \{ (U_b / E_1) \times 100 \} = \{ (U_c / E_2) \times 100 \}$ として指定される。

【0052】

CPU 36 は、情報を非一時的に保持する記憶部 35 に格納された制御情報及びプログラムなどを用いて、コントローラ 3 の各構成要素を制御する。CPU 36 は、機能的な構成要素として、情報取得部 361 と、電力監視部 362 と、算出部 363 と、タイマ 364 と、管理部 365 とを有している。

【0053】

情報取得部 361 は、通信 I/F 34 を介してネットワーク NT からさまざまな情報 (たとえば出力制御情報) を取得する。出力制御情報は、たとえば、太陽光発電システム 100 に通知、又はネットワーク NT (或いはネットワーク NT に接続されたサーバなど) に公開されている。

【0054】

電力監視部 362 は、太陽光発電システム 100 の電力を監視する。電力監視部 362 は、第 3 通電路 Pc に設けられた電力量計 M の検出結果に基づいて商用電力系統 CS 及び電力負荷 L 間の第 3 通電路 Pc 上の受電点を流れる電力を監視する。たとえば、電力監視部 362 は、電力量計 M の検出結果に基づいて受電点電力を検知する。このほか、電力監視部 362 は、一体型 PCS 1 及び発電用 PCS 2 の入出力電力 (すなわち順変換電力 W_a 、逆変換電力 W_b 、変換電力 W_c) を検知する。

【0055】

また、電力監視部 362 は、蓄電装置 S の状態を監視する蓄電監視部としても機能する。たとえば、電力監視部 362 は、一体型 PCS 1 から送信される蓄電装置 S に関する情報に基づいて、蓄電装置 S の動作状態 (たとえば、充電動作及び充電電力値、放電動作及び放電電力値、充放電動作の停止)、温度、残りの空き容量などを検知する。

【0056】

さらに、電力監視部 362 は、たとえば電力量計 M が検知する受電点電力 W_r 及び通信部 33 が受信する各 PCS 1、2 の入出力電力 W_a 、 W_b 、 W_c に基づいて、消費電力 W_L を検知することもできる。或いは、電力負荷 L 及び第 3 通電路 Pc 間の通電路に消費電力 W_L を検出する他の電力量計 (不図示) を設けてもよい。この場合、電力監視部 362 は該電力量計の検出結果に基づいて消費電力 W_L を検知することができる。このほか、電力監視部 362 は、通信部 33 によって第 1 及び第 2 太陽電池ストリング PV 1、PV 2 の各発電電力 W_1 、 W_2 を検知することもできる。或いは、電力監視部 362 は、コントローラ 3 から一体型 PCS 1 及び発電用 PCS 2 に通知した逆変換制御値 X_b 、変換制御値 Y 、及び通信部 33 が受信する一体型 PCS 1 及び発電用 PCS 2 の入出力電力 W_a 、 W_b 、 W_c などに基づいて、各太陽電池ストリング PV 1、PV 2 の発電電力 W_1 、 W_2 を検知する事もできる。

【0057】

算出部 363 は様々な管理パラメータを算出及び決定する。たとえば、算出部 363 は、出力制御情報に設定された指定制御値 α に基づいて出力電力 W_T の上限値 U_T を算出する。或いは、算出部 363 は、消費電力 W_L 、一体型 PCS 1 及び発電用 PCS 2 の定格逆変換電力 E_1 、 E_2 に基づいて後述する余剰制御値 β を算出し、該余剰制御値 β を用い

て出力電力 W_T の上限値 U_T を算出する。なお、以下では、指定制御値 α に基づく出力電力 W_T の上限値 U_T を指定上限値 $U_T \alpha$ と呼ぶことがあり、余剰制御値 β に基づく出力電力 W_T の上限値 U_T を余剰上限値 $U_T \beta$ と呼ぶことがある。また、算出部 363 は、一体型 PCS 1 の定格逆変換電力 E_1 及び逆変換制御値 X_b [%] などを算出したり、発電用 PCS 2 の定格逆変換電力 E_2 及び変換制御値 Y [%] を算出したりする。

【0058】

タイマ 364 は、計時部であり、現在日時（すなわち現時点の日付及び時刻）を計時したり所定の時点から現時点までの経過時間を計時したりする。

【0059】

管理部 365 は、一体型 PCS 1 及び発電用 PCS 2 の電力制御を管理する。たとえば、管理部 365 は、通信部 33 が一体型 PCS 1 に送信する制御情報により、DC/DC コンバータ 11 による太陽電池ストリング PV 1 の発電制御、双方向インバータ 12 及び双方向 DC/DC コンバータ 14 の電力変換を管理する。また、管理部 365 は、通信部 33 が発電用 PCS 2 に送信する制御情報により、DC/DC コンバータ 21 における第 2 太陽電池ストリング PV 2 の制御、DC/DC コンバータ 21 及びインバータ 22 の電力変換を管理する。また、管理部 365 は、出力制御情報に設定された出力制御期間において、該出力制御情報、電力監視部 362 の監視結果、算出部 363 の算出・決定結果などに基づいて、一体型 PCS 1 及び発電用 PCS 2 の電力制御を管理する。

【0060】

次に、余剰買取制度における出力制御期間の太陽光発電システム 100 の電力制御の一例を説明する。図 2 は、余剰買取制度にて出力制御期間に許容される太陽光発電システム 100 の電力制御を説明するためのグラフである。図 2 の太い実線は余剰買取制度において実際に許容される出力電力 W_T の上限値 U_T の経時変化を示す。なお、以下では、この上限値 U_T を許容上限値 U_T と呼ぶ。また、一点鎖線は太陽電池ストリング PV の総発電電力 ($W_1 + W_2$) の経時変化を示す。破線は電力負荷 L の消費電力 W_L の経時変化を示す。

【0061】

図 2 において、出力制御期間は 9 時～15 時となっており、出力制御情報には指定制御値 $\alpha = 40$ [%] が指定されている。また、図 2 において、余剰制御値 β [%] ($\alpha = \beta = 100$) は、消費電力 W_L が出力電力 W_T 以上となる時間帯（たとえば図 2 の 10 時～15 時）において、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y の上限値を等しく設定すると仮定した場合（すなわち $X_b = Y = \beta$ ）での出力制御値である。この余剰制御値 β は、 $\{W_L / (E_1 + E_2) \times 100\}$ で表すことができる。なお、出力制御値が 100 [%] の状態は出力制御指示がない状態を示す。

【0062】

余剰買取制度では、図 2 の太い実線よりも下の領域（言い換えると太い実線及び横軸間の領域）での売電が許可される。すなわち、指定制御値 α [%] の出力制御指示がある場合、出力制御期間では、原則として、図 2 の 9 時～10 時のように、出力電力 W_T の許容上限値 U_T は指定上限値 $U_T \alpha = \{(\alpha / 100) \times (E_1 + E_2)\}$ に制限される。ただし、図 2 の 10 時～15 時のように、消費電力 W_L が指定上限値 $U_T \alpha$ を上回る場合、図 2 の斜線部のように、その差に応じた電力を一体型 PCS 1 及び発電用 PCS 2 からさらに出力することが許可される。すなわち、この場合、実際に許容される出力電力 W_T の許容上限値 U_T は消費電力 W_L と同じ値とされ、許容上限値 U_T は余剰上限値 $U_T \beta = \{(\beta / 100) \times (E_1 + E_2)\}$ に制限される。

【0063】

なお、許容上限値 U_T 、消費電力 W_L 、及び総発電電力 ($W_1 + W_2$) の経時変化を見ると、図 2 の出力制御期間のうちの 9 時～10 時では、総発電電力 ($W_1 + W_2$) 及び許容上限値 U_T は消費電力 W_L よりも大きくなっている。すなわち、 $W_L < U_T = U_T \alpha < (W_1 + W_2)$ である。そのため、この時間帯では、許容上限値 U_T が指定上限値 $U_T \alpha = \{(\alpha / 100) \times (E_1 + E_2)\}$ になるように逆変換電力 W_b 及び変換電力 W_c を

調整することにより、受電点電力は $W_r = 0$ となっている。

【0064】

また、出力制御期間のうちの10時～14時30分では、許容上限値 U_T は消費電力 W_L と同じ値とされ、総発電電力 ($W_1 + W_2$) は消費電力 W_L よりも大きくなっている。すなわち、 $U_T = W_L < (W_1 + W_2)$ である。そのため、この時間帯では、太陽光発電システム100は、許容上限値 U_T が余剰上限値 $U_{T\beta} = \{ (\beta / 100) \times (E_1 + E_2) \}$ になるように逆変換電力 W_b 及び変換電力 W_c を調整することにより、消費電力 W_L と同じ電力を電力負荷 L に供給できる。

【0065】

また、出力制御期間のうちの14時30分～15時では、許容上限値 U_T は消費電力 W_L と同じ値に設定され、総発電電力 ($W_1 + W_2$) は消費電力 W_L よりも小さくなっている。すなわち、 $U_T = W_L > (W_1 + W_2)$ である。そのため、この時間帯では、太陽光発電システム100は、総発電電力 ($W_1 + W_2$) のみでは消費電力 W_L と同じ電力を電力負荷 L に供給できない。すなわち、一体型 $PCS1$ 及び発電用 $PCS2$ は、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y を100%として出力しても、消費電力 W_L には足りない。従って、太陽光発電システム100は、不足分の電力を商用電力系統 CS から順潮流して買電している。

【0066】

次に、出力制御期間にコントローラ3が行う一体型 $PCS1$ 及び発電用 $PCS2$ の電力管理について説明する。図3A～図3Cは出力制御期間における電力管理の概略図である。図3Aは、同じ出力制御値 A に基づいて逆変換上限値 U_b 及び変換上限値 U_c を設定した場合の出力電力 W_T の電力配分一例を示す概略図である。図3Bは、逆変換電力 W_b の出力を変換電力 W_c の出力よりも優先して抑制した場合の出力電力 W_T の電力配分の一例を示す概略図である。図3Cは、逆変換電力 W_b の出力を変換電力 W_c の出力よりも優先して抑制した場合の出力電力 W_T の電力配分の他の一例を示す概略図である。なお、図3A～図3Cにおいて、出力制御値 A は指定制御値 α 又は余剰制御値 β を示し、逆変換電力 W_b 、変換電力 W_c はそれぞれ上限値 U_b 、 U_c と同じ電力値まで出力されとする。また、図3Aは本実施形態では用いられない電力管理の比較例を示し、図3B及び図3Cは本実施形態で用いられる電力管理の実施例を示す。また、図3Bは許容上限値 U_T が発電用 $PCS2$ の定格逆変換電力 E_2 以下である場合の電力配分を示し、図3Cは許容上限値 U_T が発電用 $PCS2$ の定格逆変換電力 E_2 よりも大きい場合の電力配分を示している。

【0067】

図3Aに示す比較例では、出力制御期間において、変換電力 W_c 及び逆変換電力 W_b が同じ出力制御値 A に基づいて出力される。そのため、発電用 $PCS2$ は、第2太陽電池ストリング $PV2$ の発電電力 W_2 のうち、出力制御値 A に基づく変換上限値 $\{ (A / 100) \times E_2 \}$ までしか変換電力 W_c を出力できず、残りの電力 $[W_2 - \{ (A / 100) \times E_2 \}]$ の発電量を低減したり廃棄したりする必要がある。また、一体型 $PCS1$ は、出力制御値 A に基づく逆変換上限値 $\{ (A / 100) \times E_1 \}$ と同じ逆変換電力 W_b を出力するため、発電電力 W_1 の一部の電力 $[W_1 - \{ (A / 100) \times E_1 \}]$ しか充電電力 W_S として蓄電装置 S に充電できない。従って、出力制御期間における発電電力 W_1 、 W_2 の利用に無駄が生じてしまう。

【0068】

対して、図3B及び図3Cに示す実施例では、出力制御期間において、逆変換電力 W_b の出力が変換電力 W_c の出力よりも優先して抑制される。そのため、図3Bのように $U_T = E_2$ の場合、発電用 $PCS2$ は出力電力 W_T と同じ変換電力 W_c を出力できるので、発電量の低減又は廃棄を最小限にすることができる。また、一体型 $PCS1$ は、逆変換電力 W_b を出力しないため、発電電力 W_1 を全て充電電力 W_S として蓄電装置 S に充電できる。また、図3Cのように $U_T > E_2$ の場合、発電用 $PCS2$ は、発電用 $PCS2$ の定格逆変換電力 E_2 と同じ変換電力 $W_c = U_T$ を出力できるので、発電量の低減又は廃棄を抑制して発電電力 W_2 をより有効に利用できる。また、一体型 $PCS1$ は、不足分の電力 (W

10

20

30

40

50

T - W_c) を出力すればよい。ため、逆変換電力 W_b の出力を最小限にして、発電電力 W₁ のうちの残りの電力 (W₁ - W_b) を充電電力 W_S として有効に利用することができる。従って、図 3 B 及び図 3 C に示す実施例では、出力制御期間における発電電力 W₁、W₂ を無駄なく有効に利用することができる。

【0069】

次に、出力制御期間におけるコントローラ 3 の電力管理処理について説明する。図 4 は、第 1 実施形態におけるコントローラ 3 の電力管理処理の一例を説明するためのフローチャートである。図 4 の処理は、たとえば、情報制御部 361 が出力制御情報を取得したり、出力制御指示の内容が入力部 32 にユーザ入力されたりすると開始される。

【0070】

管理部 365 は、記憶部 35 から出力制御情報を読み出し、該出力制御情報に設定されている出力制御期間のスケジュールと各出力制御期間での指定制御値 α を取得する (S101)。タイマ 364 は、現在日時を取得し (S102)、直近の出力制御期間に達したか否かを判定する (S103)。

【0071】

出力制御期間に達したと判定されない場合 (S103 で NO)、管理部 365 は、一体型 PCS1 の逆変換制御値 X_b と発電用 PCS2 の変換制御値 Y とをともに 100 [%] に設定する (S104)。この際、一体型 PCS1 及び発電用 PCS2 は出力制御指示が無いために出力制限されない。そして、処理は後述する S121 に進む。

【0072】

一方、出力制御期間に達したと判定される場合 (S103 で YES)、電力量計 M は受電点電力 W_r 及び消費電力 W_L を検出し (S105)、電力監視部 362 は受電点電力 W_r が 0 [W] よりも大きいのか否かを判定する (S106)。

【0073】

W_r > 0 ではない場合 (S106 で NO)、商用電力系統 CS から通電路 P に受電点電力 W_r が順潮流していない売電状態になっている。この場合、管理部 365 は、指定制御値 α に基づいて許容上限値 U_T を設定すべく、出力制御値 A に指定制御値 α を設定する (S107)。そして、処理は後述する S110 に進む。

【0074】

また、W_r > 0 である場合 (S106 で YES)、商用電力系統 CS から通電路 P に受電点電力 W_r が順潮流している買電状態になっている。この場合、算出部 363 は消費電力 W_L に基づいて余剰制御値 β を算出する (S108)。余剰制御値 β は、たとえば、定格逆変換電力 E₁、E₂ の総和 (E₁ + E₂) に対する消費電力 W_L の比率 $\beta = \{ W_L / (E_1 + E_2) \times 100 \}$ [%] として算出できる。管理部 365 は、余剰制御値 β に基づいて許容上限値 U_T を設定すべく、出力制御値 A に余剰制御値 β を設定する (S109)。そして、処理は後述する S110 に進む。

【0075】

次に、電力監視部 362 はさらに消費電力 W_L が一体型 PCS1 及び発電用 PCS2 の各定格逆変換電力 E₁、E₂ の総和 (E₁ + E₂) よりも大きいのか否かを判定する (S110)。W_L > (E₁ + E₂) である場合 (S110 で YES)、管理部 365 は、一体型 PCS1 の逆変換制御値 X_b と発電用 PCS2 の変換制御値 Y とをともに 100 [%] に設定する (S111)。すなわち、一体型 PCS1 及び発電用 PCS2 は出力制御されず、不足分の電力 { W_L - (W_b + W_c) } (> 0) が商用電力系統 CS から買電される。そして、処理は S121 に進む。

【0076】

一方、W_L > (E₁ + E₂) ではない場合 (S110 で NO)、各定格逆変換電力 E₁、E₂ の総和 (E₁ + E₂) に対して実際に許容される出力電力 W_T の許容上限値 U_T の比率が出力制御値 A [%] となるように、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y (X_b) を決定する。すなわち、A = α であれば、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y は許容上限値 U_T が指定上限値 U_T $\alpha = \{ (\alpha / 100) \times (E_1 + E_2) \}$ となるようにそれぞれ

10

20

30

40

50

調整される。また、 $A = \beta$ であれば、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y は許容上限値 U_T が余剰上限値 $U_T \beta = \{ (\beta / 100) \times (E_1 + E_2) \}$ となるようにそれぞれ調整される。

【0077】

この場合、まず、算出部 363 は、出力制御値 A を用いて $[A \times \{1 + (E_1 / E_2)\}]$ を算出し、この算出値が 100 [%] 以上になるか否かを判定する (S112)。すなわち、出力制御値 A に基づく許容上限値 U_T が発電用 PCS2 の定格逆変換電力 E_2 以上であるか否かを判定する。

【0078】

$[A \times \{1 + (E_1 / E_2)\}]$ 100 [%] ではない場合 (S112でNO)、出力制御値 A に基づく許容上限値 U_T が発電用 PCS2 の定格逆変換電力 E_2 未満であると判定される。この場合、管理部 365 は、逆変換制御値 X_b に 0 [%] を設定し、変換制御値 Y に上記の算出値 $[A \times \{1 + (E_1 / E_2)\}]$ [%] を設定する (S115)。すなわち、管理部 365 は、逆変換電力 W_b の出力を停止させて、変換電力 W_c の変換上限値 U_c を許容上限値 U_T と同じ値に設定する。そして、処理は S121 に進む。

10

【0079】

一方、 $[A \times \{1 + (E_1 / E_2)\}]$ 100 [%] である場合 (S112でYES)、出力制御値 A に基づく許容上限値 U_T が発電用 PCS2 の定格逆変換電力 E_2 以上であると判定される。この場合、算出部 363 が $\{A + (E_2 / E_1) \times (A - 100)\}$ [%] を算出して、管理部 365 は、該算出値を逆変換制御値 X_b に設定し、100 [%] を変換制御値 Y に設定する (S113)。すなわち、管理部 365 は、逆変換電力 W_b の出力を変換電力 W_c の出力よりも優先して抑制すべく、許容上限値 $U_T = \{ (A / 100) \times (E_1 + E_2) \}$ から発電用 PCS2 の定格逆変換電力 E_2 を差分した値 ($U_T - E_2$) に逆変換上限値 U_b を設定する。さらに、管理部 365 は、発電用 PCS2 から第 2 通電路 P_b に出力される変換電力 W_c の変換上限値 U_c を発電用 PCS2 の定格逆変換電力 E_2 と同じ電力値に設定する。そして、処理は S121 に進む。

20

【0080】

次に、管理部 365 の制御によって通信部 33 は、一体型 PCS1 に逆変換制御値 X_b を通知し、発電用 PCS2 に変換制御値 Y を通知する (S121)。そして、処理は S101 に戻る。

30

【0081】

次に、逆変換制御値 X_b の通知を受信した一体型 PCS1 の電力制御処理について説明する。図 5 は、一体型 PCS1 の電力制御処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【0082】

まず、通信部 15 が逆変換制御値 X_b を受信すると (S201)、IC17 は、一体型 PCS1 の定格逆変換電力 E_1 に対して第 1 通電路 P_a に出力する逆変換電力 W_b の比率 $\{100 \times (W_b / E_1)\}$ [%] が逆変換制御値 X_b を越えているか否かを判定する (S202)。該比率 $\{100 \times (W_b / E_1)\}$ が逆変換制御値 X_b を越える場合 (S202でYES)、双方向インバータ 12 での逆変換量が低減されることにより、逆変換電力 W_b が減少する (S203)。そして、処理は後述する S206 に進む。

40

【0083】

一方、上記比率 $\{100 \times (W_b / E_1)\}$ が逆変換制御値 X_b を越えない場合 (S202でNO)、上記比率 $\{100 \times (W_b / E_1)\}$ が逆変換制御値 X_b 未満であるか否かを判定する (S204)。上記比率 $\{100 \times (W_b / E_1)\}$ が逆変換制御値 X_b 未満でない場合 (S204でNO)、処理は S206 に進む。また、上記比率 $\{100 \times (W_b / E_1)\}$ が逆変換制御値 X_b 未満である場合 (S204でYES)、双方向インバータ 12 での逆変換量が増加されることにより、逆変換電力 W_b が増加する (S205)。そして、処理は S206 に進む。

【0084】

50

次に、たとえば S 2 0 3 で逆変換電力 W_b が減少すると、発電電力 W_1 に余剰電力が発生する場合がある。余剰電力がある場合、バスライン B L のバス電圧値は上昇する。そのため、バスライン B L のバス電圧値が閾値以上であれば (S 2 0 6 で Y E S)、双方向 D C / D C コンバータ 1 4 は充電変換を行う (S 2 0 7)。この処理により蓄電装置 S が充電を実行し、処理は S 2 0 1 に戻る。

【 0 0 8 5 】

一方、バスライン B L のバス電圧値が閾値未満であれば (S 2 0 6 で N O)、発電電力 W_1 に余剰電力がないと判断し、双方向 D C / D C コンバータ 1 4 は放電変換を行う (S 2 0 8)。この処理により蓄電装置 S が放電を実行し、処理は S 2 0 1 に戻る。

【 0 0 8 6 】

次に、変換制御値 Y の通知を受信した発電用 P C S 2 の電力制御処理について説明する。図 6 は、発電用 P C S 2 の電力制御処理の一例を説明するためのフローチャートである。まず、通信部 2 5 が変換制御値 Y を受信すると (S 3 0 1)、I C 2 7 は、発電用 P C S 2 の定格逆変換電力 E_2 に対して第 1 通電路 P a に出力する変換電力 W_c の比率 $\{ 100 \times (W_c / E_2) \}$ が変換制御値 Y を越えているか否かを判定する (S 3 0 2)。該比率 $\{ 100 \times (W_c / E_2) \}$ が逆変換制御値 Y を越えている場合 (S 3 0 2 で Y E S)、インバータ 2 2 での電力変換量が低減されることにより、変換電力 W_c が減少する (S 3 0 3)。そして、処理は S 3 0 1 に戻る。

【 0 0 8 7 】

一方、上記比率 $\{ 100 \times (W_c / E_2) \}$ が変換制御値 Y を越えない場合 (S 3 0 2 で N O)、上記比率 $\{ 100 \times (W_c / E_2) \}$ が変換制御値 Y 未満であるか否かを判定する (S 3 0 4)。上記比率 $\{ 100 \times (W_c / E_2) \}$ が変換制御値 Y 未満でない場合 (S 3 0 4 で Y E S)、そのまま、処理は S 3 0 1 に戻る。また、上記比率 $\{ 100 \times (W_c / E_2) \}$ が変換制御値 Y 未満である場合 (S 3 0 4 で Y E S)、インバータ 2 2 での電力変換量が増加されることにより、変換電力 W_c が増加する (S 3 0 5)。そして、処理は S 3 0 1 に戻る。

【 0 0 8 8 】

次に、余剰買取制度における出力制御期間中の太陽光発電システム 1 0 0 の電力制御について動作例を挙げてさらに詳述する。図 7 は、太陽光発電システム 1 0 0 の余剰買取制御の動作例を説明するための概要図である。図 7 は、出力制御期間に達する前後における動作例を示している。商用電力系統 C S の運用者から指令された出力制御指示が示す指定制御値 α は 0 [%] とされている。M P P T 制御された場合の第 1 太陽電池ストリング P V 1 の発電電力 W_1 は 4 [k W] となっている。M P P T 制御された場合の第 2 太陽電池ストリング P V 2 の発電電力 W_2 は 4 [k W] となっている。電力負荷 L の消費電力 W_L は 2 [k W] である。さらに、一体型 P C S 1 の定格逆変換電力 E_1 及び発電用 P C S 2 の定格逆変換電力 E_2 はともに 4 [k W] となっている。また、逆変換電力 W_b は逆変換上限値 U_b と同じ値まで出力され、変換電力 W_c は変換上限値 U_c と同じ電力値まで出力されるものとする。

【 0 0 8 9 】

出力制御期間に達する前において、一体型 P C S 1 には逆変換制御値 $X_b = 100$ [%] が通知され、発電用 P C S 2 には変換制御値 $Y = 100$ [%] が通知されている。そのため、一体型 P C S 1 の逆変換上限値 $U_b = \{ (X_b / 100) \times E_1 \}$ は 4 [k W] に設定され、発電用 P C S 2 の変換上限値 $U_c = \{ (Y / 100) \times E_2 \}$ は 4 [k W] に設定されている。従って、一体型 P C S 1 から逆変換電力 $W_b = 4$ [k W] が出力でき、発電用 P C S 2 から変換電力 $W_c = 4$ [k W] が出力できる。第 3 通電路 P c には出力電力 $W_T = 8$ [k W] が出力できるので、出力電力 W_T は電力負荷 L の消費電力 $W_L = 2$ [k W] よりも大きくなる。従って、受電点電力は $W_r = - 6$ [k W] となり、商用電力系統 C S には 6 [k W] の逆潮流電力が売電される。

【 0 0 9 0 】

出力制御期間になると、出力制御指示に基づいて出力電力 W_T が制限される。ここで、

10

20

30

40

50

太陽光発電システム 100 は売電しており、出力制御指示では指定制御値 $\alpha = 0$ [%] が指令されている。そのため、一体型 PCS 1 には逆変換制御値 $X_b = 0$ [%] が通知されて発電用 PCS 2 には変換制御値 $Y = 0$ [%] が通知される。従って、一旦は、 $W_L > W_b = W_c = W_T = 0$ となり、消費電力 W_L に供給する 2 [kW] の順潮流電力が商用電力系統 CS から買電される。また、一体型 PCS 1 は、第 1 太陽電池ストリング PV 1 の発電電力 $W_1 = 4$ [kW] を全て蓄電装置 S に充電する。

【0091】

ここで余剰買取制度（図 2 参照）では、消費電力 W_L が指定上限値 $U_{T\alpha}$ （図 7 では 0 [kW]）を上回る場合には、両者の差に応じた電力を一体型 PCS 1 及び発電用 PCS 2 から出力することが許容されている。そのため、コントローラ 3 は、受電点電力 $W_r = 0$ とすべく、発電用 PCS 2 に変換制御値 $Y = 50$ [%] を通知する。そのため、発電用 PCS 2 は、第 2 太陽電池ストリング PV 2 の動作電圧を調整して発電電力 W_2 を 2 [kW] とし、変換電力 $W_c = 2$ [kW] を出力する。なお、変換制御値 Y の調整によって受電点電力 $W_r = 0$ とできるため、逆変換制御値 X_b は変更されない。そのため、逆変換電力 W_b は 0 [kW] のままである。そして、出力電力 $W_T (= 2$ [kW]) が第 3 通電路 P_c に出力されて電力負荷 L で消費される。従って、受電点電力 $W_r = 0$ となる。

【0092】

次に、第 1 実施形態における逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y の経時変化の一例を説明する。図 8 は、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y の経時的な設定例を示すグラフである。なお、図 8 では、設定例をわかり易くするため、太陽電池ストリング PV の総発電電力 ($W_1 + W_2$) の図示は省略している。また、図 8 では、時刻 t_1 において、指定制御値 α （図 8 では 25 [%]）を示す出力制御指示に基づく出力制御期間が開始される。なお、出力制御値 α 及び消費電力 W_L 以外の条件は図 7 と同様である。

【0093】

また、図 8 において、実線 G 1 は逆変換上限値 U_b の経時変化を示すグラフである。実線 G 2 は変換上限値 U_c の経時変化を示すグラフである。領域 A 1 は、変換電力 W_c の電力量を示している。領域 A 2 は、変換制御値 Y が 100 [%] に達した後の逆変換電力 W_b の電力量を示している。領域 A 3 は、出力制御期間外における逆変換電力 W_b 及び変換電力 W_c の電力量を示している。なお、図 8 では、内容を理解し易くするために、各電力が瞬時に指定の値に変化するように図示している。

【0094】

時刻 t_1 以前の時間帯 T 1 では図 8 に示すように、出力制御期間に達していないため、一体型 PCS 1 及び発電用 PCS 2 の出力は制限されない。そのため、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y はともに 100 [%] に設定される。よって、一体型 PCS 1 の逆変換上限値 U_b 及び発電用 PCS 2 の変換上限値 U_c は 4 [kW] に設定される。出力電力 W_T の許容上限値 U_T は 8 [kW] に設定される。

【0095】

時刻 t_1 になると出力制御期間に達しており、時間帯 T 2 では、消費電力 W_L は、指定制御値 α に基づく許容上限値 U_T （すなわち指定上限値 $U_{T\alpha} = 2$ [kW]）よりも低くなっている。従って、この時間帯 T 2 では、出力電力 W_T は指定制御値 α に基づいて制限される。また、逆変換電力 W_b の出力は変換電力 W_c の出力よりも優先して抑制される。そのため、逆変換制御値 X_b は 0 [%] に決定され、変換制御値 Y は 50 [%] に決定される。従って、一体型 PCS 1 から出力される逆変換電力 W_b は 0 [kW] に設定され、発電用 PCS 2 から出力される変換電力 W_c は 2 [kW] に設定される。

【0096】

時刻 t_2 以降では、消費電力 W_L は指定上限値 $U_{T\alpha} (= 2$ [kW]) よりも大きくなる。従って、この時間帯 T 3 では、許容上限値 U_T は余剰制御値 β に基づいて制限される。また、逆変換電力 W_b の出力は変換電力 W_c の出力よりも優先して抑制される。そのため、時間帯 T 3 では、変換制御値 Y は、出力電力 W_T が余剰上限値 $U_{T\beta}$ を超えないように、50 [%] から 100 [%] まで増加する。一方、逆変換制御値 X_b は 0 % のまま維

10

20

30

40

50

持される。従って、一体型 P C S 1 の逆変換上限値 U_b は 0 [k W] に維持され、発電用 P C S 2 の変換上限値 U_c は 2 [k W] から 4 [k W] まで増加し、許容上限値 U_T (期間 T 3 では余剰上限値 $U_{T\beta}$) は余剰制御値 β に基づいて 2 [k W] から 4 [k W] まで増加する。

【 0 0 9 7 】

時刻 t_3 になると、変換制御値 Y は最大値 1 0 0 [%] となるので、逆変換制御値 X_b が余剰上限値 $U_{T\beta}$ と発電用 P C S 2 の変換電力 W_c (= 定格逆変換電力 E_2) との差に応じて増加される。そのため、時間帯 T 4 では、逆変換制御値 X_b は 0 [%] から 1 0 0 [%] まで増加する。一方、変換制御値 Y は 1 0 0 % のまま維持される。従って、一体型 P C S 1 の逆変換上限値 U_b は 0 [k W] から 4 [k W] まで増加し、発電用 P C S 2 の変換上限値 U_c は 4 [k W] に維持され、許容上限値 U_T (期間 T 4 では余剰上限値 $U_{T\beta}$) は余剰制御値 β に基づいて 4 [k W] から 8 [k W] まで増加する。

10

【 0 0 9 8 】

時刻 t_4 になると、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y はともに最大値 1 0 0 [%] となる。また、時間帯 T 5 では、消費電力 W_L は一体型 P C S 1 及び発電用 P C S 2 の各定格逆変換電力 E_1 、 E_2 の総和 ($E_1 + E_2$) = 8 [k W] を越えている。そのため、時間帯 T 5 では、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y がともに最大値 1 0 0 [%] で維持され、消費電力 W_L と上記の総和 ($E_1 + E_2$) との差に応じた電力が商用電力系統 C S から買電される。従って、一体型 P C S 1 の逆変換上限値 U_b 及び発電用 P C S 2 の変換上限値 U_c は 4 [k W] に維持され、許容上限値 U_T は 8 [k W] のままで維持される。

20

【 0 0 9 9 】

時刻 t_5 になると、消費電力 W_L は上記の総和 ($E_1 + E_2$) = 8 [k W] よりも低くなる。また、逆変換電力 W_b の出力を変換電力 W_c の出力よりも優先して抑制させるため、時間帯 T 6 では、変換制御値 Y は維持され、逆変換制御値 X_b は余剰上限値 $U_{T\beta}$ と発電用 P C S 2 の変換電力 W_c (= 定格逆変換電力 E_2) との差に応じて低減される。そのため、時間帯 T 6 では、逆変換制御値 X_b は上記差に応じて 1 0 0 [%] から 0 [%] に向かって低減する。一方、逆変換制御値 X_b が 0 [%] になるまで、変換制御値 Y は 1 0 0 % のまま維持される。従って、一体型 P C S 1 の逆変換上限値 U_b は 4 [k W] から低減し、発電用 P C S 2 の変換上限値 U_c は 4 [k W] に維持され、許容上限値 U_T (期間 T 6 では余剰上限値 $U_{T\beta}$) は余剰制御値 β に基づいては 8 [k W] から低減する。

30

【 0 1 0 0 】

以上に説明した本実施形態によれば、電力管理装置 3 は、電力系統 C S と連系運転可能な第 1 電力制御装置 1 及び第 2 電力制御装置 2 を出力制御情報に基づいて管理する管理部 3 6 5 を備え、第 1 電力制御装置 1 は、電力系統 C S に接続された通電路 P と、第 1 発電装置 P V 1 及び蓄電装置 S との間に接続されて、第 2 電力制御装置 2 は、通電路 P と第 2 発電装置 P V 2 との間に接続され、出力制御情報には、第 1 電力制御装置 1 及び第 2 電力制御装置 2 から通電路 P に出力される出力電力 W_T を制御する出力制御期間が設定され、該出力制御期間において、出力電力 W_T の許容上限値 U_T が第 2 電力制御装置 2 の定格逆変換電力 E_2 以上である場合、管理部 3 6 5 は、第 1 電力制御装置 1 から通電路 P に第 1 電力 W_b を出力させ、第 2 電力制御装置 2 から通電路 P に第 2 電力 W_c を出力させて、第 1 電力 W_b の出力を第 2 電力 W_c の出力よりも優先して抑制し、出力電力 W_T の許容上限値 U_T が第 2 電力制御装置 2 の定格逆変換電力 E_2 未満である場合、管理部 3 6 5 は、第 1 電力 W_b の出力を停止させて、第 2 電力 W_c を通電路 P に出力させる構成とされる。

40

【 0 1 0 1 】

この構成によれば、出力制御期間において、第 1 及び第 2 電力制御装置 1、2 から通電路 P に出力される出力電力 W_T が許容上限値 U_T 以内に制御される。そして、出力制御期間において、許容上限値 U_T が第 2 電力制御装置 2 の定格逆変換電力 E_2 以上である場合、第 2 電力制御装置 2 の第 2 電力 W_c を定格逆変換電力 E_2 まで増加させても、第 2 電力 W_c だけでは許容上限値 U_T を満たす出力電力 W_T を通電路 P に出力することはできない。そのため、第 1 電力 W_b 及び第 2 電力 W_c が通電路 P に出力され、第 1 電力 W_b の出力

50

が第2電力 W_c の出力よりも優先して抑制される。一方、出力制御期間において、許容上限値 U_T が定格逆変換電力 E_2 未満である場合、第2電力 W_c を定格逆変換電力 E_2 まで増加させれば、第2電力 W_c により許容上限値 U_T を満たす出力電力 W_T を通電路 P に出力することができる。そのため、第1電力 W_b の出力が停止され、第2電力 W_c が通電路 P に出力される。従って、出力制御期間において、第1電力変換装置1では、第1電力 W_b の出力を抑制できるため、第1発電装置 PV_1 の発電電力 W_1 のうち、より多くの充電電力 W_S を蓄電装置 S に供給して充電できる。また、第2電力変換装置2では、第2電力 W_c を第1電力 W_b よりも優先して通電路 P に出力することにより、第2発電装置 PV_2 の発電電力 W_2 をより有効に利用することができる。よって、出力制御期間における第1発電装置 PV_1 及び第2発電装置 PV_2 の発電電力 W_1 、 W_2 を無駄なく有効に利用することができる。

10

【0102】

また、本実施形態によれば、電力管理装置3は、出力制御期間において、許容上限値 U_T が第2電力制御装置2の定格逆変換電力 E_2 以上である場合、管理部365はさらに、第1電力 W_b の上限値 U_b を許容上限値 U_T から第2電力制御装置2の定格逆変換電力 E_2 を差分した値($U_T - E_2$)に設定して、第2電力 W_c の上限値 U_c を第2電力制御装置2の定格逆変換電力 E_2 と同じ電力値に設定する構成とされる。

【0103】

この構成によれば、第2電力 W_c を定格逆変換電力 E_2 まで増加させても、第2電力 W_c だけでは許容上限値 U_T を満たす出力電力 W_T を通電路 P に出力できない場合、第1電力 W_b の上限値 U_b は許容上限値 U_T から定格逆変換電力 E_2 を差分した値($U_T - E_2$)に設定してされる(この際、逆変換制御値 $X_b = \{A + (E_2 / E_1) \times (A - 100)\} [\%]$)。また、第2電力 W_c の上限値 U_c は定格逆変換電力 E_2 と同じ電力値に設定される(この際、変換制御値 $Y = 100 [\%]$)。従って、第1電力変換装置1では、第1電力 W_b の出力を最小限に抑制して、より多くの充電電力 W_S を蓄電装置 S に供給して充電できる。また、第2電力変換装置2では、第2発電装置 PV_2 の発電電力 W_2 を最大限に有効利用することができる。

20

【0104】

また、本実施形態によれば、電力管理装置3は、通電路 P 上の受電点(不図示)に設けられた電力検出器 M の検出結果に基づいて受電点を流れる受電点電力 W_r を監視する電力監視部362をさらに備え、電力監視部362は通電路 P に接続された電力負荷 L での消費電力 W_L をさらに検知し、出力制御情報には、出力制御期間における出力電力 W_T の上限を示す第1出力制御値 α がさらに設定され、出力制御期間において、電力系統 CS から通電路 P に受電点電力 W_r が順潮流していない場合、第1出力制御値 α に基づいて許容上限値 U_T (すなわち指定上限値 $U_{T\alpha}$)を設定され、電力系統 CS から通電路 P に受電点電力 W_r が順潮流している場合、第1電力制御装置1及び第2電力制御装置2の各定格逆変換電力 E_1 、 E_2 の総和($E_1 + E_2$)に対する消費電力 W_L の比率を示す第2出力制御値 $\beta = \{W_L / (E_1 + E_2) \times 100\}$ に基づいて許容上限値 U_T (すなわち余剰上限値 $U_{T\beta}$)を設定される構成とされる。

30

【0105】

この構成によれば、電力管理装置3は、余剰買取制度(図2参照)に基づく電力管理を維持しつつ、第1発電装置 PV_1 及び第2発電装置 PV_2 の発電電力 W_1 、 W_2 を無駄なく有効に利用することができる。

40

【0106】

また、本実施形態によれば、電力管理装置3は、出力制御期間において、許容上限値 U_T が第2電力制御装置2の定格逆変換電力 E_2 未満である場合、管理部365はさらに第2電力 W_c の上限値 U_c を許容上限値 U_T と同じ値に設定する構成とされる。

【0107】

この構成によれば、出力制御期間において、第2電力 W_c を定格逆変換電力 E_2 まで増加させれば、第2電力 W_c により許容上限値 U_T を満たす出力電力 W_T を通電路 P に出力

50

できる場合、第 2 電力 W_c の上限値 U_c が許容上限値 U_T と同じ値に設定される（この際、変換制御値 $Y = A \times \{ 1 + (E_1 / E_2) \} [\%]$ ）。従って、第 2 電力変換装置 2 では、第 2 発電装置 PV_2 の発電電力 W_2 を最大限に有効利用することができる。

【0108】

< 第 2 実施形態 >

次に、第 2 実施形態について説明する。第 2 実施形態では、出力制御期間において、発電用 PCS_2 から許容上限値 U_T を越える変換電力 W_c が出力できる場合、一体型 PCS_1 は順変換に入り換えられて、変換電力 W_c の少なくとも一部が蓄電装置 S に充電される。以下では、第 1 実施形態と異なる構成について説明する。また、第 1 実施形態と同様の構成部には同じ符号を付し、その説明を省略することがある。

10

【0109】

まず、出力制御期間にコントローラ 3 が行う一体型 PCS_1 及び発電用 PCS_2 の電力管理について説明する。図 9 は、一体型 PCS_1 を順変換に切り替えた場合の出力電力 W_T の電力配分の一例を示す概略図である。なお、図 9 において、出力制御値 A は指定制御値 α 又は余剰制御値 β を示し、逆変換電力 W_b 、変換電力 W_c はそれぞれ上限値 U_b 、 U_c と同じ電力値まで出力されとする。

【0110】

出力制御期間において、許容上限値 U_T が発電用 PCS_2 の定格逆変換電力 E_2 未満となる場合、発電用 PCS_2 は変換電力 W_c を定格逆変換電力 E_2 まで出力すると、変換電力 W_c は許容上限値 U_T を越えてしまう。このとき、一体型 PCS_1 で、変換電力 W_c の少なくとも一部を順変換し、順変換電力 W_a を発電電力 W_1 とともに蓄電装置 S に充電する。このように制御すると、一体型 PCS_1 は、変換電力 W_c の少なくとも一部を消費しているといえるため、発電用 PCS_2 から見ると電力負荷となる。ここで、余剰買取制度（図 2 参照）によれば、太陽光発電システム 100 で消費される電力が指定制御値 α に基づく出力電力 W_T の許容上限値 U_T （すなわち指定上限値 $U_{T\alpha}$ ）を上回る場合には、両者の電力差に応じて電力を余剰上限値 $U_{T\beta}$ まで出力することが許容される。従って、この場合、発電用 PCS_2 は、余剰上限値 $U_{T\beta}$ 及び順変換電力 W_a の総和（ $U_{T\beta} + W_a$ ）と同じ値の変換電力 W_c を出力できる。

20

【0111】

次に、出力制御期間におけるコントローラ 3 の電力管理処理について説明する。図 10 は、第 2 実施形態におけるコントローラ 3 の電力管理処理の一例を説明するためのフローチャートである。図 10 の処理は、たとえば、情報制御部 361 が出力制御情報を取得したり、出力制御指示の内容が入力部 32 にユーザ入力されたりすると開始される。

30

【0112】

まず、図 10 の $S_{101} \sim S_{113}$ の処理は第 1 実施形態（図 4 参照）と同様である。そのため、これらの説明は割愛する。

【0113】

次に、 $[A \times \{ 1 + (E_1 / E_2) \}] - 100 [\%]$ ではない場合（ S_{112} で NO ）、電力監視部 362（言い換えると蓄電監視部）は、蓄電装置 S が充電可能か否かを判定する（ S_{414} ）。この際、蓄電監視部は、たとえば、蓄電装置 S が満充電状態であるか否か、温度異常が発生しているか否か、動作エラーが発生しているか否かなどを判定する。蓄電装置 S が充電可能であると判定されない場合（ S_{414} で NO ）、管理部 365 は、 $0 [\%]$ を逆変換制御値 X_b に設定し、算出部 363 の算出値 $[A \times \{ 1 + (E_1 / E_2) \}] [\%]$ を変換制御値 Y に設定する（ S_{115} ）。管理部 365 は、逆変換電力 W_b の出力を停止させて、変換電力 W_c の変換上限値 U_c を許容上限値 U_T と同じ値に設定する。そして、処理は S_{121} に進む。

40

【0114】

また、充電可能である場合（ S_{414} で YES ）、算出部 363 は、蓄電装置 S に充電可能な電力を考慮した順変換電力 W_a の上限を示す電力 W_{ch} を算出する（ S_{416} ）。なお、以下では、この電力 W_{ch} を順変換可能電力 W_{ch} と呼ぶ。双方向インバータ 12

50

が順変換を行う場合、蓄電装置 S には、第 1 太陽電池ストリング P V 1 の発電電力 W 1 に順変換電力 W a を加えた電力が充電電力 W S として充電される。ここで、充電電力 W S が蓄電装置 S の状態（特に温度の上昇、低下）によって制限されない場合、順変換可能電力 W c h は、定格充電電力 E s と第 1 太陽電池ストリング P V 1 の発電電力 W 1 とを考慮して設定できる。すなわち、順変換可能電力 W c h は、一体型 P C S 1 の定格充電電力 E s と第 1 太陽電池ストリング P V 1 の発電電力 W 1 との差分（ $E s - W 1$ ）により算出できる。さらに、たとえば、一体型 P C S 1 において定格充電電力 E s が定格順変換電力 E a と同じ値である場合、順変換可能電力 W c h は、定格順変換電力 E a と発電電力 W 1 との差分により算出できる（すなわち $W c h = E a - W 1$ ）。

【 0 1 1 5 】

そして、管理部 3 6 5 は、変換電力 W c の少なくとも一部である順変換電力 W a を一体型 P C S 1 で順変換させて蓄電装置 S に充電させるために、一体型 P C S 1 の電力変換方向を順変換方向 a に切り替える（S 4 1 7）。算出部 3 6 3 は、変換制御値 Y を 1 0 0 % に設定した場合に順変換電力 W a = { $E 2 - (A / 100) \times (E 1 + E 2)$ } が順変換可能電力 W c h を越えるか否かを判定する（S 4 1 8）。すなわち、管理部 3 6 5 は、変換電力 W c の変換上限値 U c を発電用 P C S 2 の定格逆変換電力 E 2 と同じ電力値にする場合に、順変換電力 W a が順変換可能電力 W c h を越えるか否かを判定する。

【 0 1 1 6 】

Y = 1 0 0 [%] に設定した場合に $W a > W c h$ でない場合（S 4 1 8 で N O）、算出部 3 6 3 が値 [$100 \times (E 2 / E a) - A \times \{ (E 1 + E 2) / E a \}$] [%] を算出して、管理部 3 6 5 は、上記の算出値を順変換制御値 X a = (- X b) に設定し、1 0 0 [%] を変換制御値 Y に設定する（S 4 1 9）。すなわち、管理部 3 6 5 は、順変換電力 W a の順変換上限値 U a を発電用 P C S 2 の定格逆変換電力 E 2 から許容上限値 U T を引いた値（ $E 2 - U T$ ）と同じ電力値に設定して、変換電力 W c の変換上限値 U c を発電用 P C S 2 の定格逆変換電力 E 2 と同じ電力値に設定する。そして、処理は S 1 2 1 に進む。

【 0 1 1 7 】

また、Y = 1 0 0 [%] に設定した場合に $W a > W c h$ である場合（S 4 1 8 で Y E S）、算出部 3 6 3 は値 { $100 \times (W c h / E a)$ } [%] 及び値 [{ $100 \times (W c h / E 2) + A \times \{ (E 1 + E 2) / E 2 \}$ }] [%] を算出し、管理部 3 6 5 は、前者の算出値を順変換制御値 X a = (- X b) に設定し、後者の算出値を変換制御値 Y に設定する（S 4 2 0）。すなわち、管理部 3 6 5 は、順変換電力 W a の順変換上限値 U a を順変換可能電力 W c h = ($E a - W 1$) と同じ電力値に設定して、変換電力 W c の変換上限値 U c を許容上限値 U T に順変換可能電力 W c h の電力値を足した値（ $U T + W c h$ ）と同じ値に設定する。そして、処理は S 1 2 1 に進む。

【 0 1 1 8 】

次に、管理部 3 6 5 の制御によって通信部 3 3 は、一体型 P C S 1 に逆変換制御値 X b 又は順変換制御値 X a = (- X b) を通知し、発電用 P C S 2 に変換制御値 Y を通知する（S 1 2 1）。そして、処理は S 1 0 1 に戻る。

【 0 1 1 9 】

次に、余剰買取制度における出力制御期間中の太陽光発電システム 1 0 0 の電力制御について動作例を挙げてさらに詳述する。

【 0 1 2 0 】

図 1 1 は、第 2 実施形態に係る太陽光発電システム 1 0 0 の余剰買取制御の動作例を説明するための概要図である。図 1 1 は、出力制御期間に達する前後における動作例を示している。商用電力系統 C S の運用者から指令された出力制御指示が示す指定制御値 α は 0 [%] とされている。M P P T 制御された場合の第 1 太陽電池ストリング P V 1 の発電電力 W 1 は 4 [k W] となっている。M P P T 制御された場合の第 2 太陽電池ストリング P V 2 の発電電力 W 2 は 4 [k W] となっている。電力負荷 L の消費電力 W L は 2 [k W] である。さらに、一体型 P C S 1 及び発電用 P C S 2 の定格逆変換電力 E 1、E 2 はいず

10

20

30

40

50

れも 4 [kW] となっており、一体型 PCS 1 の定格充電電力 E_s 及び定格順変換電力 E_a は共に 8 [kW] となっている。また、各電力 W_a 、 W_b 、 W_c はそれぞれの上限值 U_a 、 U_b 、 U_c と同じ値になるものとする。

【0121】

出力制御期間に達する前において、一体型 PCS 1 には逆変換制御値 $X_b = 100$ [%] が通知され、発電用 PCS 2 には変換制御値 $Y = 100$ [%] が通知されている。そのため、一体型 PCS 1 の逆変換上限値 U_b は 4 [kW] に設定され、発電用 PCS 2 の変換上限値 U_c は 4 [kW] に設定されている。従って、一体型 PCS 1 から逆変換電力 $W_b = 4$ [kW] が出力でき、発電用 PCS 2 から変換電力 $W_c = 4$ [kW] が出力できる。第 3 通電路 P_c には出力電力 $W_T = 8$ [kW] が出力できるので、出力電力 W_T は電力負荷 L の消費電力 $W_L = 2$ [kW] よりも大きくなる。従って、受電点電力は $W_r = -6$ [kW] となり、商用電力系統 CS には 6 [kW] の逆潮流電力が売電される。

【0122】

出力制御期間になると、出力制御指示に基づいて出力電力 W_T が制限される。ここで、太陽光発電システム 100 は売電しており、出力制御指示では指定制御値 $\alpha = 0$ [%] が指令されている。従って、一旦は、 $W_L > W_b = W_c = W_T = 0$ となり、消費電力 W_L に供給する 2 [kW] の順潮流電力が商用電力系統 CS から買電される。また、一体型 PCS 1 は、第 1 太陽電池ストリング PV_1 の発電電力 $W_1 = 4$ [kW] を全て蓄電装置 S に充電する。ここで、余剰買取制度 (図 2 参照) では、太陽光発電システム 100 で消費される電力が指定上限値 $U_{T\alpha}$ (図 11 では 0 [kW]) を上回る場合には、その差に応じた値の出力電力 W_T の出力が許容されている。また、消費電力 W_L は発電用 PCS 2 の定格逆変換電力 E_2 よりも小さい。そのため、2 [kW] を越える変換電力 W_c が第 2 通電路 P_b に出力されれば、消費電力 W_L は十分に賄われ、さらに、余剰の電力 ($W_c - W_L$) も発生する。従って、この余剰の電力 ($W_c - W_L$) を一体型 PCS 1 で順変換させて蓄電装置 S に充電できる。

【0123】

よって、コントローラ 3 は、受電点電力 W_r を 0 [kW] とし且つ余剰の電力 ($W_c - W_L$) を蓄電装置 S に充電するために、一体型 PCS 1 に順変換制御値 $X_a = (-X_b) = 50$ [%] を通知し、発電用 PCS 2 に変換制御値 $Y = 100$ [%] を通知する。その結果、発電用 PCS 2 が変換電力 $W_c = 4$ [kW] が出力され、変換電力 W_c の一部 (2 [kW]) は第 1 通電路 P_a に出力される。一方、一体型 PCS 1 は順変換電力 $W_a = 2$ [kW] を順変換して充電電力 $W_S = (W_a + W_1) = 6$ [kW] を蓄電装置 S に充電する。

【0124】

また、変換電力 W_c の残りの一部 (2 [kW]) は、出力電力 W_T として第 3 通電路 P_c に出力され、消費電力 W_L を賄うべく電力負荷 L で消費される。従って、受電点電力 $W_r = 0$ となる。

【0125】

次に、第 2 実施形態における逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y の経時変化の一例を説明する。図 12 は、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y の経時的な設定例を示すグラフである。なお、図 12 では、設定例をわかり易くするため、太陽電池ストリング PV の総発電電力 ($W_1 + W_2$) の図示は省略している。また、図 12 では、時刻 t_1 において、指定制御値 α (図 12 では 25 [%]) を示す出力制御指示に基づく出力制御期間が開始される。なお、出力制御値 α 及び消費電力 W_L 以外の条件は図 11 と同様である。

【0126】

また、図 12 において、実線 G_1 は逆変換上限値 U_b の経時変化を示すグラフである。実線 G_2 は変換上限値 U_c の経時変化を示すグラフである。実線 G_3 は順変換上限値 U_a の経時変化を示すグラフである。領域 A_1 は、変換電力 W_c の電力量を示している。領域 A_2 は、変換制御値 Y が 100 [%] に達した後の逆変換電力 W_b の電力量を示している。領域 A_3 は、出力制御期間外における逆変換電力 W_b 及び変換電力 W_c の電力量を示し

10

20

30

40

50

ている。領域 A 4 は、消費電力 W_L が発電用 P C S 2 の定格逆変換電力 E_2 よりも低い場合に第 1 通電路 P a から一体型 P C S 1 に入力される順変換電力 W_a の電力量を示している。領域 A 5 は、一体型 P C S 1 の順変換によって発電用 P C S 2 がさらに追加で供給できる電力、すなわち第 2 通電路 P b から第 1 通電路 P a に出力される余剰の電力 ($W_c - U_T$) の電力量を示している。なお、図 1 2 は、内容を理解し易くするために、各電力が瞬時に指定の値に変化するように図示している。

【 0 1 2 7 】

時刻 t_1 以前の時間帯 T 1 では図 1 2 に示すように、出力制御期間に達していないため、一体型 P C S 1 及び発電用 P C S 2 の出力は制限されない。そのため、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y はともに 1 0 0 [%] に設定される。従って、一体型 P C S 1 の逆変換上限値 U_b 及び発電用 P C S 2 の変換上限値 U_c は 4 [k W] に設定される。出力電力 W_T の許容上限値 U_T は 8 [k W] に設定される。

10

【 0 1 2 8 】

時刻 t_1 になると出力制御期間に達しており、時間帯 T 2 では、消費電力 W_L は、指定制御値 α に基づく出力電力 W_T の許容上限値 U_T (すなわち指定上限値 $U_T \alpha = 2$ [k W]) よりも低くなっている。従って、この時間帯 T 2 では、出力電力 W_T は指定制御値 α に基づいて制限される。また、指定上限値 $U_T \alpha = 2$ [k W] は発電用 P C S 2 の定格逆変換電力 $E_2 = 4$ [k W] よりも低い。そのため、発電用 P C S 2 は変換電力 $W_c = 4$ [k W] を出力して、指定上限値 $U_T \alpha$ と同じ電力 2 [k W] が出力電力 W_T として第 3 通電路 P c に出力され、残りの電力 (2 [k W]) が順変換電力 W_a として第 1 通電路 P a に出力される。そのため、時間帯 T 2 では、一体型 P C S 1 は順変換に切り替えられて順変換制御値 $X_a = (- X_b)$ が 5 0 [%] に設定される。変換制御値 Y は 1 0 0 [%] に設定される。従って、発電用 P C S 2 から出力される変換電力 W_c は 4 [k W] に設定され、その一部の電力 (2 [k W]) は第 1 通電路 P a を介して一体型 P C S 1 に入力され、順変換された後に蓄電装置 S に充電される。また、変換電力 W_c の残りの一部の電力 (2 [k W]) は第 3 通電路 P c を介して電力負荷 L に入力されて消費される。なお、図 1 2 では出力が瞬時に指定値に変化するように図示しているが、実際には時間帯 T 2 の時刻 t_1 直後において、一体型 P C S 1 及び発電用 P C S 2 の応答速度に応じて順変換電力 W_a 及び変換電力 W_c は $W_a = (W_c - U_T)$ となるように変化する。

20

【 0 1 2 9 】

時刻 t_2 以降では、消費電力 W_L は指定上限値 $U_T \alpha$ (= 2 [k W]) よりも大きくなる。従って、この時間帯 T 3 では、許容上限値 U_T は、余剰制御値 β に基づいて消費電力 W_L と同じ値に設定される。そのため、順変換制御値 $X_a = (- X_b)$ は、出力電力 W_T が余剰上限値 $U_T \beta$ を超えないように、5 0 [%] から 0 [%] まで低減される。また、変換制御値 Y は 1 0 0 % のまま維持される。よって、一体型 P C S 1 の順変換電力 W_a (図 1 2 では $W_a = - W_b$) は 2 [k W] から 0 [k W] まで低減され、変換電力 W_c は 4 [k W] に維持される。許容上限値 U_T (期間 T 3 では余剰上限値 $U_T \beta$) は余剰制御値 β に基づいて消費電力 W_L と共に変化する。

30

【 0 1 3 0 】

時刻 t_3 以降では、余剰上限値 $U_T \beta$ が発電用 P C S 2 の定格逆変換電力 $E_2 = 4$ [k W] 以上となり、発電用 P C S 2 の変換制御値 Y はその最大値 1 0 0 % に達する。そのため、時間帯 T 4 では、一体型 P C S 1 は逆変換に切り替えられて逆変換制御値が 0 [%] から 1 0 0 [%] まで増加する。なお、変換制御値 Y は 1 0 0 % のまま維持される。よって、一体型 P C S 1 の逆変換上限値 U_b は 0 [k W] から 4 [k W] まで増加し、発電用 P C S 2 の変換上限値 U_c は 4 [k W] に維持される。許容上限値 U_T (期間 T 4 では余剰上限値 $U_T \beta$) は余剰制御値 β に基づいて 4 [k W] から 8 [k W] まで増加する。

40

【 0 1 3 1 】

なお、時刻 t_4 以降の時間帯 T 5 及び T 6 では、逆変換制御値 X_b 及び変換制御値 Y の経時変化は第 1 実施形態 (図 8 参照) と同様になる。従って、これらの説明は割愛する。

【 0 1 3 2 】

50

以上に説明した本実施形態によれば、電力管理装置 3 は、蓄電装置 S の蓄電量を監視する蓄電監視部 362 (すなわち電力監視部 362 の機能) をさらに備え、出力制御期間において許容上限値 U_T が第 2 電力制御装置 2 の定格逆変換電力 E_2 未満である場合に、蓄電監視部 362 は蓄電装置 S が充電可能であるか否かを判定し、蓄電装置 S が充電可能であると判定される場合、管理部 365 はさらに、第 2 電力 W_c の少なくとも一部である第 3 電力 W_a を第 1 電力制御装置 1 で電力変換 (順変換) させて蓄電装置 S に充電させ、蓄電装置 S が充電可能であると判定されない場合、管理部 365 はさらに、第 2 電力制御装置 2 から通電路 P に出力される第 2 電力 W_c の上限値 U_c を許容上限値 U_T と同じ値に設定する構成とされる。

【0133】

この構成によれば、出力制御期間において、第 2 電力 W_c を定格逆変換電力 E_2 まで増加させれば、第 2 電力 W_c により許容上限値 U_T を満たす出力電力 W_T を通電路 P に出力できる場合、蓄電装置 S が充電可能であるか否かが判定される。充電可能であれば、第 2 電力 W_c の少なくとも一部である第 3 電力 W_a を第 1 発電装置 PV1 の発電電力 W_1 とともに蓄電装置 S に充電することができる。また、充電可能でなければ、第 2 電力 W_c の上限値 U_c が許容上限値 U_T と同じ値に設定される (この際、変換制御値 $Y = A \{ 1 + (E_1 / E_2) \} [\%]$)。従って、蓄電装置 S の充電状態を考慮して、第 1 及び第 2 発電装置 PV1、PV2 の発電電力 W_1 、 W_2 をより有効に利用することができる。

【0134】

また、本実施形態によれば、電力管理装置 3 は、蓄電装置 S に充電可能な電力を考慮した第 3 電力 W_a の上限を示す第 4 電力 W_{ch} を算出する算出部 363 をさらに備え、蓄電装置 S が充電可能であると判定される場合、管理部 365 は、第 2 電力 W_c の上限値 U_c を第 2 電力制御装置 2 の定格逆変換電力 E_2 と同じ電力値にすると第 3 電力 W_a が第 3 電力 W_a のうちの蓄電装置 S に充電可能な第 4 電力 W_{ch} を越えるか否かを判定し、第 3 電力 W_a が第 4 電力 W_{ch} を越えると判定されない場合、管理部 365 は、第 3 電力 W_a の上限値 U_a を定格逆変換電力 E_2 から許容上限値 U_T を引いた値 ($E_2 - U_T$) と同じ電力値に設定して、第 2 電力 W_c の上限値 $U_c = \{ (Y / 100) \times E_2 \}$ を第 2 電力制御装置 2 の定格逆変換電力 E_2 と同じ電力値に設定し、第 3 電力 W_a が第 4 電力 W_{ch} を越えると判定される場合、管理部 365 は、第 3 電力 W_a の上限値 U_a を定格逆変換電力 E_2 から許容上限値 U_T を引いた値 ($E_2 - U_T$) と同じ電力値に設定して、第 2 電力 W_c の上限値 U_c を許容上限値 U_T に第 4 電力 W_{ch} の電力値を足した値 ($U_T + W_{ch}$) に設定する構成とされる。

【0135】

この構成によれば、第 2 電力 W_c により許容上限値 U_T を満たす出力電力 W_T を通電路 P に出力できる場合に蓄電装置 S が充電可能であれば、 $U_c = E_2$ にすると第 3 電力 W_a が第 4 電力 W_{ch} を越えるか否かが判定される。 $U_c = E_2$ の際に $W_a > W_{ch}$ でなければ、第 1 電力制御装置 1 で順変換した第 3 電力 W_a を発電電力 W_1 とともに蓄電装置 S に充電する際、順変換電力 W_a の全てを蓄電装置 S に充電できる。従って、第 3 電力 W_a の上限値 U_a が第 2 電力制御装置 2 の定格逆変換電力 E_2 から許容上限値 U_T を引いた値 ($E_2 - U_T$) と同じ値に設定されて (この際、順変換制御値 $X_a = [100 \times (E_2 / E_a) - A \times \{ (E_1 + E_2) / E_a \}] [\%]$)、第 2 電力 W_c の上限値 U_c が定格逆変換電力 E_2 と同じ値に設定される (この際、変換制御値 $Y = 100 [\%]$)。一方、 $U_c = E_2$ の際に $W_a > W_{ch}$ であれば、第 3 電力 W_a を発電電力 W_1 とともに蓄電装置 S に充電しようとしても、順変換電力 W_a の全てを蓄電装置 S に充電することはできない。従って、第 3 電力 W_a の上限値 U_a が第 4 電力 W_{ch} と同じ値になるように設定され、第 2 電力 W_c の上限値 U_c が定格逆変換電力 E_2 未満の値 ($U_T + W_{ch}$) $< E_2$ に設定される (この際、順変換制御値 $X_a = 100 \times (W_{ch} / E_a) [\%]$ 、変換制御値 $Y = [100 \times (W_{ch} / E_2) + A \times \{ (E_1 + E_2) / E_2 \}] [\%]$)。よって、第 4 電力 W_{ch} を考慮して、第 1 及び第 2 発電装置 PV1、PV2 の発電電力 W_1 、 W_2 を最大限に有効利用することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 6 】

< 第 3 実施形態 >

次に、第 3 実施形態について説明する。第 3 実施形態では、コントローラ 3 が一体型 P C S 1 と一体に設けられている。以下では、第 1 及び第 2 実施形態と異なる構成について説明する。また、第 1 及び第 2 実施形態と同様の構成部には同じ符号を付し、その説明を省略することがある。

【 0 1 3 7 】

図 1 3 は、太陽光発電システム 1 0 0 の他の構成例を示すブロック図である。図 1 3 の太陽光発電システム 1 0 0 では、一体型 P C S 1 は、コントローラ 3 を内蔵しており、D C / D C コンバータ 1 1 と、双方向インバータ 1 2 と、平滑コンデンサ 1 3 と、双方向 D C / D C コンバータ 1 4 と、表示部 3 1 と、入力部 3 2 と、通信部 3 3 と、通信 I / F 3 4 と、記憶部 3 5 と、C P U 3 6 と、を備えている。D C / D C コンバータ 1 1、双方向インバータ 1 2、及び双方向 D C / D C コンバータ 1 4 はそれぞれ C P U 3 6 により制御されている。また、表示部 3 1、入力部 3 2、通信部 3 3、通信 I / F 3 4、記憶部 3 5、及び C P U 3 6 は一体型 P C S 1 及び発電用 P C S 2 を制御・管理する電力管理装置を構成している。

10

【 0 1 3 8 】

なお、本実施形態ではコントローラ 3 は一体型 P C S 1 に内蔵されているが、この例示に限定されず、コントローラ 3 は発電用 P C S 2 に設けられていてもよい。

20

【 0 1 3 9 】

以上に説明した本実施形態によれば、電力管理装置 3 は、第 1 電力制御装置 1 及び第 2 電力制御装置 2 のうちの一方と一体に設けられる構成とされる。

【 0 1 4 0 】

この構成によれば、第 1 電力制御装置 1 及び第 2 電力制御装置 2 のうちの一方と電力管理装置 3 とが別々に設けなくてもよい。従って、第 1 電力制御装置 1 及び第 2 電力制御装置 2 (並びに電力管理装置 3) を含むシステム 1 0 0 の構成を簡略化できる。

【 0 1 4 1 】

< 第 4 実施形態 >

次に、第 4 実施形態について説明する。第 4 実施形態では、分散型電源が太陽光以外の再生可能エネルギーを利用した発電 (風力、水力、地熱、バイオマス、太陽熱など自然エネルギー発電、廃棄物発電など) を行う。以下では、第 1 ~ 第 3 実施形態と異なる構成について説明する。また、第 1 ~ 第 3 実施形態と同様の構成要素には同じ符号を付し、その説明を省略することがある。

30

【 0 1 4 2 】

ここでは、再生可能エネルギーを利用した発電システムの一例として、風力発電システム 1 0 1 を挙げて説明する。風力発電システム 1 0 1 は、風力を利用した発電方式で電力供給を行う分散型電源である。

【 0 1 4 3 】

図 1 4 は、風力発電システム 1 0 1 の構成例を示すブロック図である。図 1 4 に示すように、風力発電システム 1 0 1 は風力発電装置 A G を有している。該風力発電装置 A G は第 1 風力発電装置 A G 1 と、第 2 風力発電装置 A G 2 とを含んで構成される。各風力発電装置 A G 1、A G 2 は、たとえば水平軸プロペラ式の風車 (不図示) と、風車の回転により駆動される発電機 (不図示) とを含んで構成される。風車のブレードが風を受けると、風車が回転する。その回転力が発電機に伝達され、交流の電力が発電機から発電電力として出力される。第 1 風力発電装置 A G 1 は一体型 P C S 1 の A D / D C コンバータ 1 8 に接続され、第 2 風力発電装置 A G 2 は発電用 P C S 2 の A D / D C コンバータ 2 8 に接続されている。

40

【 0 1 4 4 】

一体型 P C S 1 は、双方向インバータ 1 2、平滑コンデンサ 1 3、双方向 D C / D C コンバータ 1 4、通信部 1 5、メモリ 1 6、及び I C 1 7 のほかに、A C / D C コンバータ

50

18を有している。また、AC/DCコンバータ18、双方向インバータ12、及び双方向DC/DCコンバータ14はバスラインBLを介して相互に接続されている。AC/DCコンバータ18は、第1風力発電装置AG1及びバスラインBL間に設けられ、第1風力発電装置AG1が生成する交流の発電電力を直流の電力に変換してバスラインBLに出力する。また、AC/DCコンバータ18は、第1風力発電装置AG1に逆電流が流れることを防止する逆流防止装置としても機能している。

【0145】

発電用PCSS2は、インバータ22、通信部25、メモリ26、及びIC27のほか、AC/DCコンバータ28を有している。AC/DCコンバータ28は、第2風力発電装置AG2及びインバータ22間に設けられ、第2風力発電装置AG2が生成する交流の発電電力を直流の電力に変換してインバータ22に出力する。また、AC/DCコンバータ28は、第2風力発電装置AG2に逆電流が流れることを防止する逆流防止装置としても機能している。

【0146】

以上、本発明の実施形態について説明した。なお、上述の実施形態は例示であり、その各構成要素及び各処理の組み合わせに色々な変形が可能であり、本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0147】

たとえば、上述の第1～第4実施形態では、出力制御値A（指定制御値 α 、余剰制御値 β ）、逆変換制御値Xb、及び変換制御値Yは一体型PCSS1、発電用PCSS2の各定格逆変換電力E1、E2に対して指定されているが、本発明はこれらの例示に限定されない。出力制御値Aは、たとえば、一体型PCSS1及び発電用PCSS2の各定格逆変換電力E1、E2の総和（ $E1 + E2$ ）に対して指定されてもよいし、太陽電池ストリングPV1、PV2の各発電容量（すなわち発電電力W1、W2の最大値 $W1_{max}$ 、 $W2_{max}$ ）の少なくとも一方に対して指定されてもよいし、該発電容量の総和（ $W1_{max} + W2_{max}$ ）に対して指定されてもよい。なお、出力制御値Aが各定格逆変換電力E1、E2の総和（ $E1 + E2$ ）に対して指定される場合、逆変換制御値Xb及び変換制御値Yは出力電力WTが出力制御値Aに基づく許容上限値 $U_T = \{ (A / 100) \times (E1 + E2) \}$ を越えない値にそれぞれ設定される。また、出力制御値Aが太陽電池ストリングPV1、PV2の各発電容量の少なくとも一方に対して指定される場合、たとえば、逆変換制御値Xbは逆変換電力Wbが出力制御値Aに基づく逆変換上限値 $U_b = \{ (A / 100) \times W1_{max} \}$ を越えない値に設定され、変換制御値Yは変換電力Wcが出力制御値Aに基づく変換上限値 $U_c = \{ A / 100 \times W2_{max} \}$ を越えない値に設定される。或いは、逆変換制御値Xb及び変換制御値Yはそれぞれ逆変換電力Wb及び変換電力Wcが同じ上限値（すなわち $\{ (A / 100) \times W1_{max} \}$ 及び $\{ (A / 100) \times W2_{max} \}$ のうちの一方）を越えない値に設定されてもよい。また、出力制御値Aが発電容量の総和（ $W1_{max} + W2_{max}$ ）に対して指定される場合、逆変換制御値Xb及び変換制御値Yは出力電力WTが出力制御値Aに基づいて許容される発電容量の総和（ $W1_{max} + W2_{max}$ ）に対する上限値 $\{ (A / 100) \times (W1_{max} + W2_{max}) \}$ を越えない値にそれぞれ設定される。

【0148】

また、上述の第1～第4実施形態では、順変換可能電力Wchを定格充電電力Esと第1太陽電池ストリングPV1の発電電力W1との差分（ $Es - W1$ ）により算出したが、本発明はこの例示に限定されない。たとえば、蓄電装置Sの状態（特に温度の上昇、低下）により蓄電装置Sを適正に動作させるための充電電力WSの許容値Epは定格充電電力Esよりも低下する場合がある。この場合、順変換可能電力Wchは許容値Epと第1太陽電池ストリングPV1の発電電力W1との差分により算出される（すなわち $Wch = Ep - W1$ ）。さらに、上述の第1～第4実施形態では、一体型PCSS1において定格順変換電力Eaと定格充電電力Esは同じ値としたが、本発明はこの例示に限定されない。たとえば、定格順変換電力Eaと定格充電電力Esは同じ値ではない場合は、充電可能電力

W c h の上限を E a と設定する必要がある。

【 0 1 4 9 】

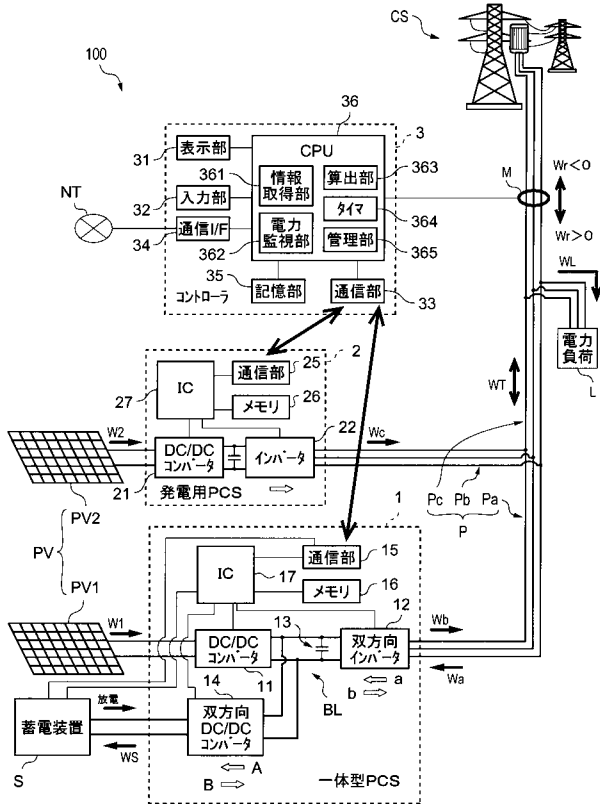
また、上述の第 1 ～ 第 4 実施形態において、I C 1 7 の機能、I C 2 7 の機能、及び C P U 3 6 の機能的な構成要素 3 6 1 ～ 3 6 5 のうちの少なくとも一部又は全部は、物理的な構成要素（たとえば電気回路、素子、装置など）で実現されていてもよい。

【 符号の説明 】

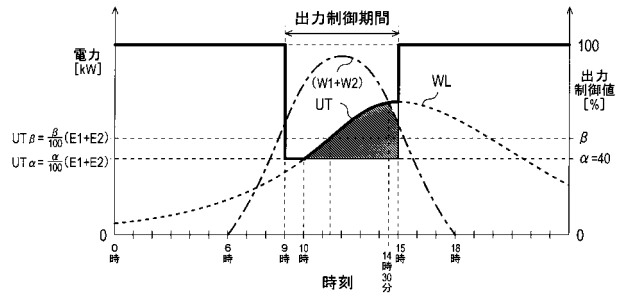
【 0 1 5 0 】

1 0 0	太陽光発電システム	
1 0 1	風力発電システム	
1	一体型 P C S （複合型パワーコンディショナ）	10
1 1	D C / D C コンバータ	
1 2	双方向インバータ	
1 3	平滑コンデンサ	
1 4	双方向 D C / D C コンバータ	
1 5	通信部	
1 6	メモリ	
1 7	I C	
1 8	A C / D C コンバータ	
2	発電用 P C S （発電用パワーコンディショナ）	
2 1	D C / D C コンバータ	20
2 2	インバータ	
2 5	通信部	
2 6	メモリ	
2 7	I C	
2 8	A C / D C コンバータ	
3	コントローラ	
3 1	表示部	
3 2	入力部	
3 3	通信部	
3 4	通信 I / F	30
3 5	記憶部	
3 6	C P U	
3 6 1	情報取得部	
3 6 2	電力監視部	
3 6 3	算出部	
3 6 4	タイマ	
3 6 5	管理部	
C S	商用電力系統	
L	電力負荷	
N T	ネットワーク	40
M	電力量計	
B L	バスライン	
P V	太陽電池ストリング	
A G	風力発電装置	
S	蓄電装置	
P	通電路	

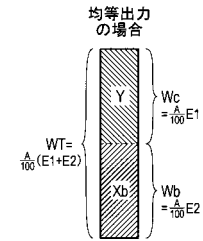
【図 1】



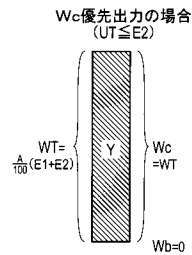
【図 2】



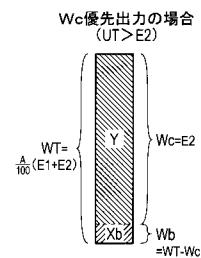
【図 3 A】



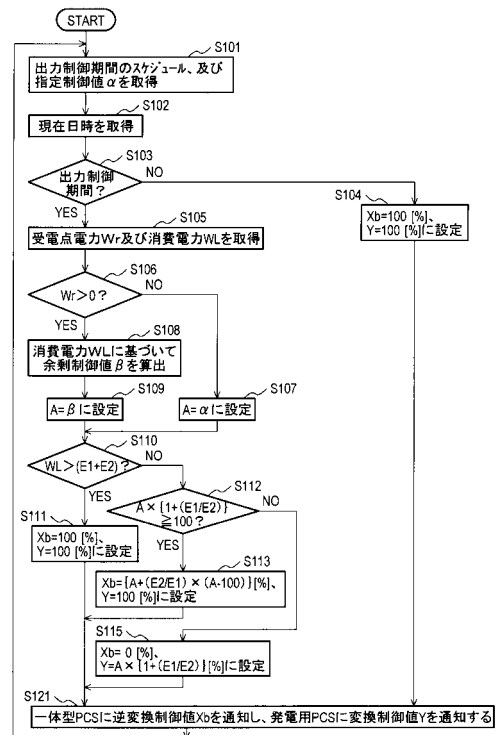
【図 3 B】



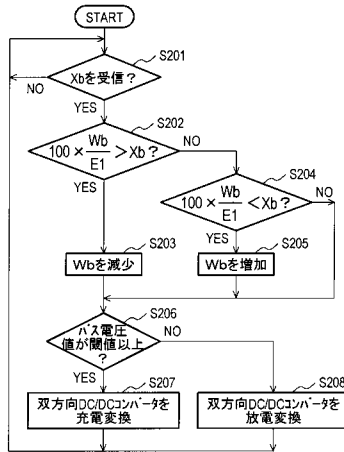
【図 3 C】



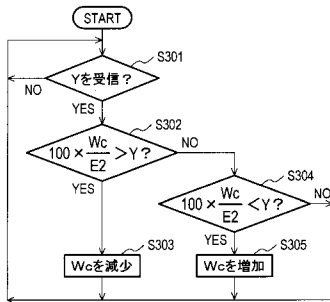
【図 4】



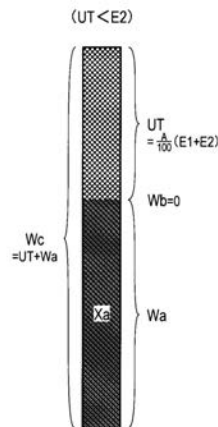
【図 5】



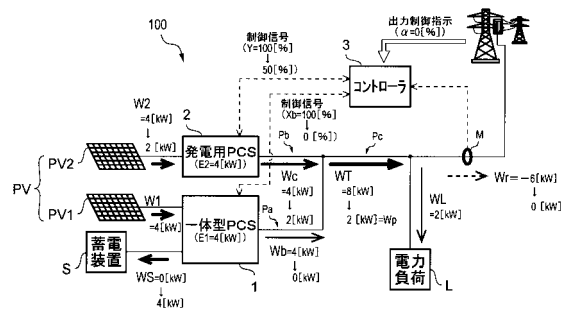
【図 6】



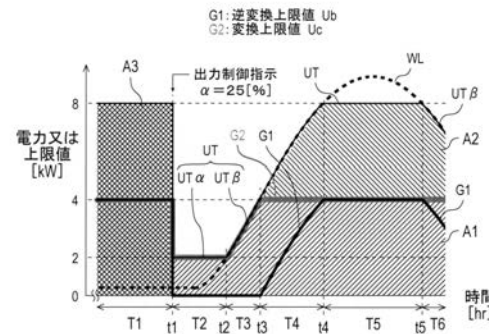
【図 9】



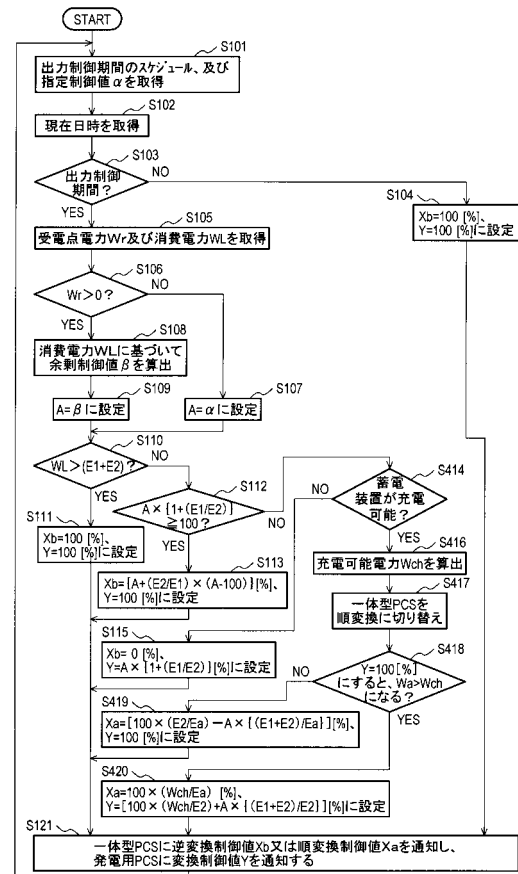
【図 7】



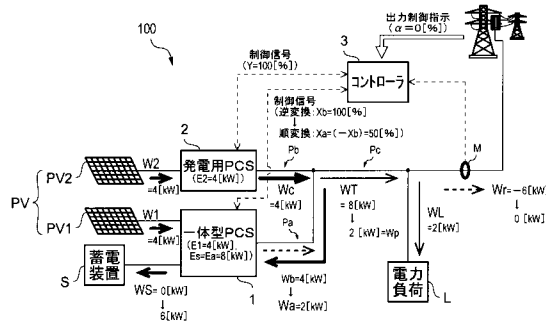
【図 8】



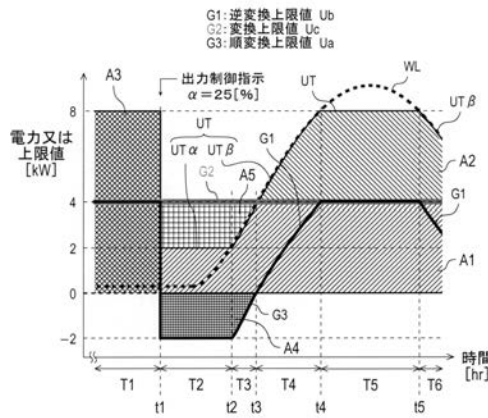
【図 10】



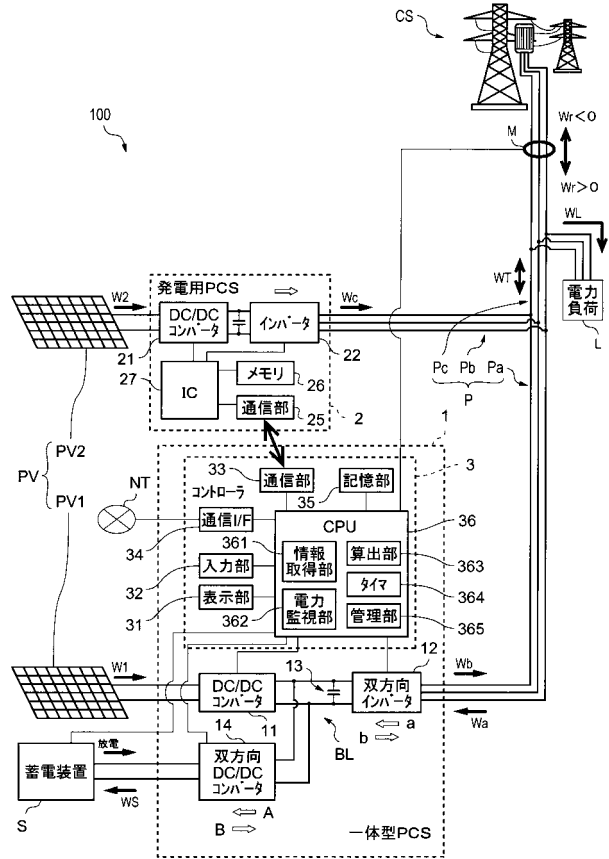
【図 1 1】



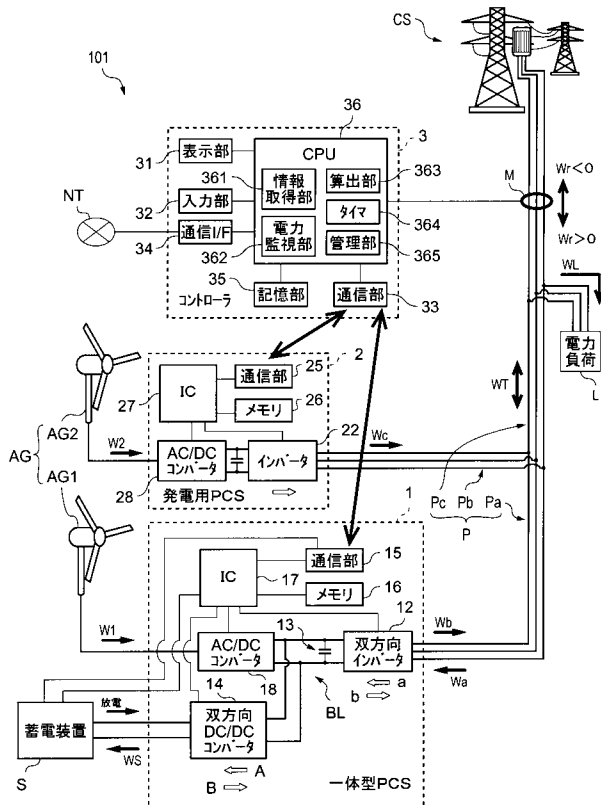
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 2 J 7/35

K

F ターム(参考) 5G503 AA01 AA06 BA01 BB01 DA07 GD03 GD04 GD06