

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5709779号
(P5709779)

(45) 発行日 平成27年4月30日 (2015. 4. 30)

(24) 登録日 平成27年3月13日 (2015. 3. 13)

(51) Int. Cl.		F 1			
H02J	3/38	(2006.01)	H02J	3/38	130
H02J	3/46	(2006.01)	H02J	3/46	
H02J	3/32	(2006.01)	H02J	3/32	
H02J	7/35	(2006.01)	H02J	7/35	K

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-33857 (P2012-33857)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成24年2月20日 (2012. 2. 20)		三菱重工株式会社
(65) 公開番号	特開2013-172514 (P2013-172514A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成25年9月2日 (2013. 9. 2)	(74) 代理人	100100077
審査請求日	平成26年2月21日 (2014. 2. 21)		弁理士 大場 充
		(74) 代理人	100136010
			弁理士 堀川 美夕紀
		(72) 発明者	丸山 真範
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		(72) 発明者	村岡 充敏
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力貯蔵型の発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部の系統と連系され、自然エネルギーを受けて発電する発電部と、
前記発電部に接続されるDC/DCコンバータと、前記DC/DCコンバータに対して
各々直列に接続されるAC/DCコンバータ及び充放電器とを備えるパワーコンディショ
ナと、

前記発電部による発電電力及び前記系統からの電力を、前記充放電器を介して貯蔵、放
出し、前記発電部と直流接続される蓄電部と、

前記発電部の発電及び前記蓄電部への充放電を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、

受電端において所定の受電電力となるように前記発電部と前記蓄電部を制御するための
受電電力検知部と、

蓄電部が放電状態での逆潮流を防止するため、前記蓄電部からの放電を検知する放電検
知部と、

前記系統に向けて逆潮流が生じたことを検知する逆潮流検知部とを有し、

前記放電検知部が前記放電を検知している間に、前記逆潮流検知部が前記逆潮流を検知
すると、前記パワーコンディショナを停止し、前記パワーコンディショナを前記系統から
解列することで放電電力の逆潮流を防止する制御と、前記放電検知部が前記放電を検知し
ていない間は、前記逆潮流検知部が前記逆潮流を検知せず、前記蓄電部が充電中であって
も前記発電部からの発電電力の逆潮流を許可する制御と、

を備えることを特徴とする電力貯蔵型の発電システム。

【請求項 2】

前記逆潮流検知部は、逆電力継電器からなり、

前記逆電力継電器は、前記放電検知部が前記放電を検知している間に動作状態となるとともに、前記逆潮流を検知すると逆電力検知信号を出力し、前記パワーコンディショナを停止し、前記パワーコンディショナを前記系統から解列し、一方、前記放電検知部が前記放電を検知していない間は、前記逆電力継電器は不動作状態となり、前記逆潮流を許可する、

請求項 1 に記載の電力貯蔵型の発電システム。

【請求項 3】

前記発電部による発電電力が、前記発電システムに接続される負荷に必要な電力よりも大きい場合には、

前記発電電力を前記負荷に供給し、その残余を前記蓄電部に充電し、

前記発電部による発電電力が、前記発電システムに接続される負荷に必要な電力以下の場合には、

その不足電力について、前記蓄電部に蓄えられた電力を前記負荷に向けて放電し、

前記受電電力検出部を備え、所定の受電電力となるように前記発電部の発電と前記蓄電部の充放電を制御する電力貯蔵型の発電システムにおいて、

前記発電部による発電電力が、負荷に必要な電力よりも大きく、且つ前記負荷に供給後の残余が、前記蓄電部の最大充電電力を超過する場合、その超過分となる余剰電力を、前記蓄電部の充電を継続したまま、前記系統への逆潮流を行うことを可能とした、

請求項 1 又は 2 に記載の電力貯蔵型の発電システム。

【請求項 4】

前記発電部による発電電力が、前記発電システムにおける基準充電電力よりも大きい場合には、

前記発電電力を前記蓄電部に蓄電した残余を前記発電システムに接続される負荷に供給し、

前記発電部による発電電力が、前記発電システムにおける基準充電電力以下の場合には、

さらに、

前記発電部による発電電力が、前記発電システムに接続される負荷に必要な電力よりも大きい場合には、前記蓄電部からの放電、又は、前記蓄電部への充電を行なうことなく、前記発電電力を前記負荷に供給し、余剰電力は前記系統に逆潮流され、

前記発電部による発電電力が、前記発電システムに接続される負荷に必要な電力以下の場合には、

その不足電力について、前記蓄電部に貯蔵された電力を前記負荷に向けて放電し、

前記受電電力検出部を備え、所定の受電電力となるように前記発電部の発電と前記蓄電部の充放電を制御する電力貯蔵型の発電システムにおいて、

前記発電部による発電電力が、基準充電電力よりも大きく、且つ、前記発電電力を前記蓄電部に蓄電した残余が負荷の消費電力を超過する場合、その超過分となる余剰電力を、前記蓄電部の充電を継続したまま、前記系統への逆潮流を行うことを可能とした、

請求項 1 又は 2 に記載の電力貯蔵型の発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、典型的には太陽電池を系統と連系させ、太陽電池の発電電力又は系統からの電力を負荷に供給するとともに、太陽電池の発電電力又は系統からの電力を貯蔵できるようにした電力貯蔵型の発電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

近年、太陽光発電システムを備えた住宅、その他の建物が増加しており、余剰電力の固定価格買い取り制度が存在する。また、今後、発電電力の全量買い取り制度も創設される予定であり、さらなる太陽光発電システムの普及が予想される。

一方で、太陽光発電システムが大量導入された場合、発電電力の系統への逆潮流が増加し、将来的に系統電圧の上昇等による逆潮流を抑制するために太陽光発電システムにおける発電抑制が課題となっている。この課題に対処するため、蓄電池に発電電力を充電し、逆潮流電力の抑制及び電力の地産地消を促進するシステムの導入が期待されており、各地で実証試験等が実施されている。また、蓄電池の導入により、災害時等系統停電時の非常電源としての利用も期待されている他、近年では電気自動車の量産化により、電気自動車の車載蓄電池を住宅やその他の建物の蓄電池として活用するシステムの開発機運も高まっている。

10

【0003】

これらの具体的事例として、交流接続システム、及び、直流接続システムが知られている。交流接続システムは、太陽光発電システムと蓄電池システムを交流系統で系統連系するシステムであり、直流接続システムは太陽電池と蓄電池を直流系統で接続し、発電電力と蓄電池からの放電電力を混合して交流に変換し系統連系するシステムである。

交流接続システムにおいては、発電電力を蓄電池に充電する際、直流電力を一旦交流に変換し、再度直流に変換し充電するため、変換損失が発生し、効率面に課題がある。また、系統が停電していると、太陽光発電システムと蓄電池システムが切り離されるため、発電電力を充電することができず、蓄電池の残蓄電量を放電しきると蓄電池を活用できない問題がある。さらに、太陽光発電システムと蓄電池システムのパワーコンディショナのそれぞれの系統連系保護機能（単独運転検出機能の能動的方式）が干渉する恐れがあるため、系統連系を行う際には、それぞれのパワーコンディショナの保護機能が干渉しないことを確認する多数台連系試験が必要となり、導入時の手続きが複雑となる。

20

【0004】

一方、直流接続システムは、発電電力を蓄電池に充電する際、交流に変換する必要がないため、効率面で優れ、非常時にも単一のシステムとして太陽電池の発電電力を蓄電池に充電できるため、繰り返し充放電が可能な、独立電源を構成できる。また、単一のシステムであるため、他の系統連系システムがない場合は、多数台連系試験も不要となる。しかし、直流接続システムの場合、交流に変換される電力を、太陽電池起源の電力と蓄電池起源の電力に区分できない課題がある。特に、系統に逆潮流させることで、買い取り制度を活用する場合は、太陽電池起源の電力であることを明確にする必要がある。この電力区分は、安価な夜間電力を蓄電池に充電し、高価な電力単価となる買い取り制度を活用して売電すること防止するためにも必要となる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-33797公報

【特許文献2】特開2009-33802号公報

【特許文献3】特開2002-171674号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

直流接続システムの電力区分の課題に対処するため、特許文献1～特許文献3は、太陽電池による発電電力を系統に逆潮流させる場合には、いずれも系統電力を夜間等に充電が可能な蓄電池が接続される電力変換装置（DC/DCコンバータ）を停止し、又は、蓄電池を系統から切離すことにしている。特許文献1～3のシステムは、このように逆潮流時には必ず蓄電池が停止するため、系統電力を充放電可能な蓄電池に太陽電池による発電電力を充電しながら、余剰電力を逆潮流させることができない。

【0007】

50

本発明は、このような技術的課題に基づいてなされたもので、代表的には太陽電池による発電電力を蓄電池に充電しながら、余剰電力を逆潮流させることができる電力貯蔵型の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】

【0008】

太陽電池と蓄電部の直流接続システムにおいて、太陽電池による発電電力の余剰電力を系統に逆潮流させる場合、逆潮流電力を太陽電池起源の発電電力のみとするには、蓄電部が放電状態の場合は、逆潮流ができないようにすればよい。

そこでなされた本発明は、外部の系統と連系され、自然エネルギーを受けて発電する発電部と、

発電部に接続されるDC/DCコンバータと、DC/DCコンバータに対して各々直列に接続されるAC/DCコンバータ及び充放電器とを備えるパワーコンディショナと、発電部による発電電力及び前記系統からの電力を、充放電器を介して貯蔵、放出し、発電部と直流接続される蓄電部と、発電部の発電及び蓄電部の充放電を制御する制御部を備える。この制御部は、受電端において所定の受電電力となるように発電部と蓄電部を制御するための受電電力検知部と、蓄電部が放電状態での逆潮流を防止するため、蓄電部からの放電を検知する放電検知部と、系統に向けて逆潮流が生じたことを検知する逆潮流検知部とを有し、放電検知部が放電を検知している間、逆潮流検知部が逆潮流を検知すると、パワーコンディショナを停止し、パワーコンディショナを系統から切離す制御機能、を備えることを特徴とする。

本発明の発電システムによると、蓄電部が放電しているときに逆潮流が発生する場合にのみ、パワーコンディショナが停止し、パワーコンディショナが系統から切り離されるため、蓄電部が充電中には逆潮流することが可能となり、蓄電部や太陽電池の効率的かつ経済性に配慮した運用が可能となる。

また本発明によると、逆潮流する電力は常に発電電力、例えば太陽電池で発電された電力に限定されるので、安価な夜間電力を蓄電部に充電し、高価な電力単価となる買い取り制度を活用して売電することを防止することができる。

【0009】

本発明の発電システムにおいて、放電時の逆潮流検出後のパワーコンディショナの停止及びパワーコンディショナの系統からの解列操作は、蓄電部を有さない汎用の発電システムと同様に、AC/DCコンバータ（逆変換装置）のゲートブロックによりシステム停止、及び解列リレーの開放により、系統からの解列を行う。尚、汎用の発電システムと同様の解列操作の他、解列リレーの開放は行わず、充放電器のみゲートブロックすることで、蓄電部の放電のみを停止し、放電電力の逆潮流を防止することも可能である。

【0010】

逆電力継電器は、太陽電池を用いた電力貯蔵型の発電システムにおいて、信頼性のある機器としてよく知られており、本発明における逆潮流検知部として、逆電力継電器を用いることができる。

本発明における逆電力継電器は、放電検知部が放電を検知している間に動作状態となるとともに、逆潮流を検知すると逆電力検出信号を出力し、パワーコンディショナを停止し、パワーコンディショナを系統から解列し、一方、放電検知部が放電を検知していない間は、逆電力継電器は不動作状態となり、逆潮流を許可することができる。

【0011】

本発明による発電システムは、少なくとも二つの運用により運転することができる。一つ目の運用は負荷への電力供給を優先させるものであり、二つ目の運用は蓄電部への充電を優先させるものである。

一つ目の運用は、発電部による発電電力が、発電システムと系統の間に接続される負荷に必要な電力よりも大きい場合には、発電電力を負荷に供給し、その残余を蓄電部に充電する。その際、充電電力が発電電力のみとなるように、受電電力検知部の受電端電力がゼロとなるように制御する。但し、余剰電力が最大充電電力を超過する場合には、蓄電部へ

10

20

30

40

50

の充電を継続したまま、超過分の余剰電力を系統に逆潮流する。

一方、発電部による発電電力が、発電システムと系統の間に接続される負荷に必要な電力以下の場合には、その不足電力について、蓄電部に貯蔵された電力を負荷に向けて放電する、というものである。その際、放電電力が系統に逆潮流しないよう、受電電力検知部の受電端電力がゼロになるように制御する。但し、負荷が発電電力と最大放電電力の和を超過する場合は、超過分の不足電力は系統電力より負荷に供給する。

尚、受電端電力をゼロとするのは、発電電力のみの充電と放電時に逆潮流が生じないようにするためであるが、受電端電力が順潮流（系統電力の購入方向）となるように所定の受電電力にて制御してもよい。

【 0 0 1 2 】

二つ目の運用は、発電部による発電電力が、発電システムにおける基準充電電力よりも大きい場合には、発電電力を蓄電部に充電し、その残余を電力貯蔵型の発電システムと系統の間に接続される負荷に供給する。負荷に供給後にさらに残余がある場合には、蓄電部への充電を継続したまま、残余分を余剰電力として系統に逆潮流する。

一方、発電部による発電電力が、発電システムにおける基準充電電力以下の場合には、さらに、発電部による発電電力が、発電システムに接続される負荷に必要な電力よりも大きい場合には、蓄電部からの放電、又は、蓄電部への充電を行なうことなく、発電電力を負荷に供給し、残余分は余剰電力として系統に逆潮流する。また、発電部による発電電力が、発電システムに接続される負荷に必要な電力以下の場合には、一つ目の運用と同様に、放電電力が系統に逆潮流しないよう、受電電力検知部の受電端電力がゼロになるように制御しながら、その不足電力について、蓄電部に貯蔵された電力を負荷に向けて放電する、というものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明の発電システムによると、蓄電部が放電しているときに逆潮流が発生する場合のみ、システムは系統から切り離されるので、蓄電池が充電中でも逆潮流することが可能となり、蓄電池や太陽電池の効率的かつ経済性に配慮した運用が可能となる。特に、従来の充電中に逆潮流が発生した場合に蓄電池が停止もしくは切離されるシステムの場合、昼間に太陽電池の発電電力を蓄電池に十分充電することができない課題があり、また、充電中に逆潮流を生じないように、発電電力を抑制制御するシステムの場合、発電電力を効率的に引き出せない問題があったが、本発明の発電システムによると、太陽電池の発電電力は抑制することなく、太陽電池の発電制御に用いられる最大電力点追従制御（MPPT制御）を継続でき、発電電力による蓄電池への充電量の確保と発電電力の最大化を両立することが可能となる。また、系統に逆潮流される電力は、太陽電池起源の発電電力であるため、余剰電力の固定価格買い取り制度の買取単価が適用可能となり、経済性も向上する。

また本発明によると、逆潮流する電力は常に太陽電池で発電された電力に限定されるので、安価な夜間電力を蓄電池に充電し、高価な電力単価となる買い取り制度を活用して売電することを防止することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 第 1 実施形態における電力貯蔵型太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 第 1 実施形態における電力貯蔵型太陽光発電システムにおいて、(a) 蓄電池を充電中に逆潮流が生じている状態を示し、(b) は蓄電池から放電中に、逆潮流を検知したため、系統から電力貯蔵型太陽光発電システムのパワーコンディショナを解列し、蓄電池の放電電力が系統に逆潮流することを防止している状態を示すブロック図である。

【 図 3 】 第 1 実施形態における電力貯蔵型太陽光発電の第 1 運用例の手順を示すフローチャートである。

【 図 4 】 第 1 実施形態における電力貯蔵型太陽光発電の第 2 運用例の手順を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図5】第2実施形態における電力貯蔵型太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

[第1実施形態]

以下、添付図面に示す実施の形態に基づいてこの発明を詳細に説明する。

図1に示す第1実施形態における太陽光発電システム1は、太陽電池10をパワーコンディショナ19により系統40と連系させ、昼間に太陽電池10の発電電力又は系統40からの電力をAC負荷50に供給すると共に、夜間に系統40からの電力を蓄電池60に貯蔵する電力貯蔵型の発電システムである。また、太陽光発電システム1は、太陽電池10で発電された電力を交流に変換することなく、直流電力として蓄電池60に貯蔵する直流接続システムに該当する。

10

【0016】

パワーコンディショナ19は、太陽電池10に接続されるDC/DCコンバータ21と、DC/DCコンバータ21に対して各々直列に接続されるAC/DCコンバータ22及び充放電器23と、AC/DCコンバータ22と系統40を接続する電線上に設けられる解列リレー24と、を備えている。

太陽電池10で発電された電力は、DC/DCコンバータ21により所定の電圧に変換して、AC/DCコンバータ22及び充放電器23の一方又は双方に供給される。

AC/DCコンバータ22は、DC/DCコンバータ21を経た太陽電池10からの直流電力(発電電力)を交流電力に変換するインバータ動作および系統40からの交流電力を直流電力に変換するコンバータ動作の双方向機能を有している。

20

充放電器23は、蓄電池60への電力の充電、蓄電池60からの電力の放電を制御する。

解列リレー24は、パワーコンディショナ19と系統40の間の接続、及び切り離しを行なう。

また、太陽光発電システム1は、パワーコンディショナ19と系統40の間に設置された電流検出器28と、電流検出器28が検知した電流信号を取得する制御部26から構成される受電電力検出回路29を備える。制御部26では、受電電力がゼロ又は所定の受電電力値になるように、AC負荷50に合わせ、電力変換器20の発電及び充放電制御を行い、パワーコンディショナ19の出力を調整する。

30

【0017】

太陽光発電システム1は、蓄電池放電検出回路30を備えている。

蓄電池放電検出回路30は、電流検出部31と、蓄電池放電検知信号生成部32と、を備える。

電流検出部31は、充放電器23と蓄電池60の間に流れる電流を検知する。検知された電流信号は、蓄電池放電検知信号生成部32に送られる。

蓄電池放電検知信号生成部32は、電流検出部31にて検知した電流信号Iが蓄電池60からの放電方向の電流を示す場合、蓄電池放電検知信号Idを逆電力継電器(RPR)25に向けて送信し、逆電力継電器25を動作状態とする。

40

系統40は、電力会社から交流電力を供給するものであり、図示を省略した分電盤に接続される。

AC負荷50は、建物内で使用されるAC電源で動作する電気機器からなり、分電盤に接続される。実際に使用される電気機器の種類、数に応じて、AC負荷50は変動する。

蓄電池60は、本実施形態では自動車に搭載されるものを示しているが、電力を貯蔵し、必要に応じて放電できる蓄電装置を広く適用することができる。

【0018】

太陽光発電システム1は、解列リレー24と系統40の間に、系統40に向けて逆潮流が発生したことを検出する逆電力継電器25を備えている。

蓄電池60が放電中に逆潮流が発生したことを逆電力継電器25が検知すると、逆電力

50

検出信号 I b が電力変換器 20 に送信される。AC / DC コンバータ 22 は、逆電力検出信号 I b を受信すると、ゲートブロックし、電力の系統方向への出力（逆変換動作）を停止、DC / DC コンバータ 21 及び充放電器 23 もゲートブロックし、停止する。また、逆電力検出信号 I b は解列リレー 24 にも送信される。解列リレー 24 は、逆電力検出信号 I b を受信すると、開かれる。こうして、パワーコンディショナ 19 は停止し、系統から解列される。

本実施形態における逆電力継電器 25 は、蓄電池放電検知信号 I d を受信しているおり、蓄電池 60 が放電している場合にのみ動作状態になるように設定されている。したがって、逆電力検出信号 I b に基づく電力変換器 20 の停止、及び、逆電力検出信号 I b に基づく解列リレー 24 の切り離しは、逆電力継電器 25 が蓄電池放電検知信号 I d を受信している場合に限り実行される。

10

なお、ここでは蓄電部を有さない汎用の発電システムと同様に、逆電力検出信号 I b に基づく AC / DC コンバータ 22 のゲートブロックを主とした電力変換器 20 の停止、及び、解列リレー 24 の開放の両者を行うことで、パワーコンディショナ 19 の停止及び系統 40 からの解列により逆潮流をより確実に防いでいるが、充放電器 23 のみをゲートブロックすることで、蓄電池の放電電力を遮断し、解列リレー 24 は開放せず、パワーコンディショナ 19 の運転を継続することでも本発明は成立する。

【0019】

以上の構成を備える太陽光発電システム 1 の基本的な動作は以下の通りである。

太陽電池 10 で発電された直流電力（以下、PV 電力ということがある）は、DC / DC コンバータ 21 により所定の電圧にされる。この直流電流は、AC / DC コンバータ 22、又は、充放電器 23 に供給される。

20

発電された直流電力は、AC 負荷 50 に合わせ、受電電力検出回路 29 にて受電電力がゼロ又は所定の受電電力値になるように AC / DC コンバータ 22 に供給され、交流電力に変換され、AC 負荷 50 にて消費される。

【0020】

一方、交流電力に変換されなかった発電電力は充放電器 23 により充電電力を制御されながら、蓄電池 60 に充電される。このとき、交流電力に変換されなかった発電電力が最大充電電力を超過する場合は、超過分は AC / DC コンバータ 22 に供給され、交流電力に変換され、余剰電力として系統 40 に逆潮流される。

30

蓄電池 60 への充電には、もちろん、系統 40 からの系統電力を用いることができる。この場合、系統 40 から与えられる交流の系統電力は、AC / DC コンバータ 22 で直流に変換された後、充放電器 23 により充電電力が制御されながら、蓄電池 60 に充電される。系統電力の充電は、料金の低い夜間電力を用いるのが有利である。また、蓄電池 60 への充電には系統電力と発電電力の併用も可能であり、この場合、DC / DC コンバータ 21 では発電電力を所定の電圧とし、AC / DC コンバータ 22 では系統電力を直流に変換し、双方の電力を合流した上で、充放電器 23 を通じて蓄電池 60 に充電される。

【0021】

太陽光発電システム 1 は、蓄電池 60 に貯蔵された PV 電力又は系統電力を放電し、AC 負荷 50 の消費に供することができる。この場合、貯蔵された PV 電力又は系統電力は、系統に逆潮流しないよう、AC 負荷 50 に合わせ、受電電力検出回路 29 にて受電電力がゼロ又は所定の受電電力値になるように AC / DC コンバータ 22 に供給され、交流電力に変換され、AC 負荷 50 にて消費される。一方、AC 負荷 50 が最大放電電力を超過する場合は、超過分は系統電力により補われ、AC 負荷 50 にて消費される。また、蓄電池 60 を経ることなく太陽電池 10 から直接供給される PV 電力を蓄電池 60 からの放電電力と併用することも可能である。この場合、DC / DC コンバータ 21 で所定の電圧とした発電電力と充放電器 23 で所定の電圧とした放電電力を合流した上で、AC / DC コンバータ 22 にて交流電力に変換し、AC 負荷 50 に合わせて消費させることができる。

40

蓄電池 60 から放電される貯蔵された PV 電力又は系統電力は、受電電力検出回路 29 にて受電電力がゼロ又は所定の受電電力値になるように制御し、系統 40 への逆潮流が生

50

じないようにAC負荷50に供されるが、制御不良により逆潮流を生じさせるおそれがある。しかるに、本実施形態は、蓄電池60から放電されている間には、逆電力継電器25を動作状態とし逆潮流を監視することで、放電電力の逆潮流が生じないようにしている。

【0022】

以上説明したように、第1実施形態の電力貯蔵型の太陽光発電システム1によると、蓄電池60が放電しているときに逆潮流が発生する場合のみ、電力変換器20が停止し、パワーコンディショナ19が系統40から解列されるように構成したので、蓄電池60が充電中でも逆潮流させることができる。逆潮流が生じうる具体的なケースは例えば、以下の通りであるが、太陽光発電システム1によると、以下の場合であっても、PV電力を充電しながら逆潮流、つまり売電できる。したがって、蓄電池や太陽電池の効率的かつ経済性に配慮した運用が可能となる。

10

(1)蓄電池60が満充電付近で充電電力を制限する場合に、発電電力をAC負荷50で消費した後の残余電力が充電電力より大きくなり余剰電力が発生する場合

(2)PV電力の内、一定量充電しながら蓄電池60を運用し、残余電力をAC負荷50に供給するが、AC負荷50が残余電力より小さく、供給後も余剰電力が発生する場合

(3)太陽電池10や太陽電池を接続するDC/DCコンバータ21の容量に対し、充放電器23の容量が小さいシステムの場合において、通常時の発電電力が最大充電電力を上回る場合

また、太陽光発電システム1によると、逆潮流する電力は常に太陽電池10で発電された電力に限定することができるので、固定価格買い取り制度により割高な太陽電池10発電時の単価で売電することが可能となる。

20

【0023】

[運用例]

次に、図2～図4を参照して、太陽光発電システム1の2つの運用例を説明する。第1運用例(図3)は発電電力のAC負荷50への供給を優先しており、第2運用例(図4)は蓄電池60への蓄電を優先している。

[第1運用例]

第1運用例は、夜間電力の時間帯と昼間電力の時間帯に区分され、昼間電力の時間帯は、太陽電池10によるPV電力がAC負荷50を上回るか否かで蓄電池60の充放電が区分される。また、PV電力とAC負荷の差分が最大充電電力を上回るか否かで系統への逆潮流電力の有無が区分され、AC負荷とPV電力の差分が最大放電電力を上回るか否かで系統から電力供給の有無が区分される。

30

(1)夜間電力時間帯

系統40からの夜間電力を蓄電池60に充電する(図3 ステップS101 Yes)。

また、建物内のAC負荷50はすべて系統40からの電力で賄い、蓄電池60からの放電は行わない。なお、夜間充電終了時の充電状態は、昼間に太陽電池10のPV電力の余剰電力を蓄電池60に充電できるよう、満充電とせず、昼間の余剰電力による充電によって満充電となる充電状態(state of charge: SOC)を目標値とする(図3 ステップS103)。目標値は、太陽電池10の発電容量と蓄電池60の容量及びAC負荷50のバランスで決定する固定値の他、昼間の天気予報や予測日射量、AC負荷50の予測電力需要量等から予測する余剰電力量に基づき、日々変化する変数としてもよい。

40

【0024】

(2)昼間電力時間帯でPV電力がAC負荷50に必要な電力を上回る場合

昼間電力(図3 ステップS101 No)の時間帯であって、太陽電池10のPV電力がAC負荷50に必要な電力(以下、単にAC負荷50)を上回る場合(図3 ステップS105 Yes)には、太陽電池10のPV電力を建物内のAC負荷50に供給した後の、余剰電力を蓄電池60に充電する。この場合、PV電力とAC負荷50の差分が、最大充電電力を超えているか否かで、処理が異なる(図3 ステップS107)。ここで、最大充電電力は、充放電器23と蓄電池60の仕様により定まり、蓄電池60に充電し

50

うる最大の電力である。P V電力とA C負荷5 0の差分が最大充電電力を超えている場合（図3 ステップS 1 0 7 Y e s）には、最大充電電力で蓄電池6 0を充電しながら、最大充電電力の超過分の余剰電力は系統4 0に逆潮流する。（図3 ステップS 1 0 9 , S 1 1 9）。

例えば、蓄電池6 0が満充電付近となり、最大充電電力が抑制され、充電をしても余剰電力が発生する場合は、蓄電池6 0は充電状態のまま余剰電力を系統4 0に逆潮流（売電）する。このとき、蓄電池6 0は充電中であるため、逆電力継電器2 5は不動作状態であるから、逆潮流が可能である。この状態を図2（a）に示しており、機器間の太線で示されている電線は、付されている矢印の向きに電力が流れていることを示している（図2（b）も同様）。なお、逆潮流電力は太陽電池1 0を起源とする余剰電力であるため、売電単価は固定価格買い取り制度の単価が適用される。

一方、P V電力とA C負荷5 0の差分が最大充電電力以下の場合（図3 ステップS 1 0 7 N o）には、P V電力とA C負荷5 0の差分の電力で蓄電池6 0を充電する（図3 ステップS 1 1 1）。

【0025】

（3）昼間電力時間帯でP V電力がA C負荷5 0以下の場合（朝方・夕方など）

一方、太陽電池1 0のP V電力がA C負荷5 0以下の場合（図3 ステップS 1 0 5 N o）には、その不足電力について、A C負荷5 0へ蓄電池6 0から電力を放電することにより、建物内のA C負荷5 0に電力を供給する。

そうすることで、太陽電池1 0と蓄電池6 0による電力の地産地消化、受電電力のピークカット、及び夜間電力による電力需要のピークシフトを促進する。なお、放電される電力は、夜間電力時間帯に蓄電された系統4 0からの電力、及び、太陽電池1 0のP V電力の余剰分として蓄電された余剰電力に基づいている。

以上の場合、P V電力とA C負荷5 0の差分が、最大放電電力を超えているか否かで、処理が異なる（図3 ステップS 1 1 3）。ここで、最大放電電力は、充放電器2 3と蓄電池6 0の仕様により定まり、蓄電池6 0の放電しうる最大の電力である。P V電力とA C負荷5 0の差分が最大放電電力を超えている場合（図3 ステップS 1 1 3 Y e s）には、最大放電電力でA C負荷5 0に電力を放電、供給し、最大放電電力の超過分の不足電力は系統4 0より供給される（図3 ステップS 1 1 5 , S 1 2 1）。一方、P V電力とA C負荷5 0の差分が最大放電電力以下の場合（図3 ステップS 1 1 3 N o）には、P V電力とA C負荷5 0の差分の電力でA C負荷5 0に電力を放電、供給する（図3 ステップS 1 1 7）。

この過程で、蓄電池放電検出回路3 0が蓄電池6 0の放電を検知するので、逆電力継電器2 5が動作状態となる。万一、蓄電池6 0の制御不良などにより系統4 0への逆潮流が発生した場合は、逆電力継電器2 5から逆電力検出信号I bが送信され、パワーコンディショナ1 9の停止及び系統4 0からの解列により、蓄電池6 0の放電電力が系統4 0に逆潮流することを防止する。この状態を図2（b）に示している。この場合、A C負荷5 0には、系統4 0から系統電力が供給される。

【0026】

[第2運用例]

第1運用例においては、P V電力を建物内のA C負荷5 0へ供給することを優先させるが、以下説明する第2運用例のように、P V電力を蓄電池6 0へ充電することを優先し、蓄電池6 0への充電後の余剰電力を建物内のA C負荷5 0に供給することもできる。第2運用例は、以下のことを考慮している。

太陽光発電は、日射量によりP V電力が変動し、また、建物内の負荷も変動するため、建物内の負荷5 0に優先的に供給した場合、余剰電力が大きく変動し、蓄電池6 0への充電電力が不安定となる可能性がある。特に、充放電器2 3は定格容量付近では効率は高いが、余剰電力が不足し、充電電力が低下する場合、低負荷での充電となるため、効率が低下する。そこで、第2運用例は、効率よく充電できる基準充電電力を充放電器2 3に基づいて設定する。また、車載用の蓄電池6 0を適用した場合には、移動動力として利用する

10

20

30

40

50

可能性もあるため、余剰電力が不足すると、充電電力量の不足により、移動距離に制限が生じるか、又は、系統40の割高な昼間電力により充電電力量を補う必要が生じる。

【0027】

(1) 夜間電力時間帯

系統40からの夜間電力を蓄電池60に充電する(図4 ステップS201 Yes)

。建物内のAC負荷50はすべて系統40からの電力で賄い、蓄電池60からの放電は行わないこと、充電は目標値までとすること(図3 ステップS203)は、第1運用例と同様である。

【0028】

(2) 昼間電力時間帯でPV電力が基準充電電力を上回る場合

昼間電力(図4 ステップS201 No)の時間帯であって、太陽電池10のPV電力が予め定められた基準充電電力を上回る場合(図4 ステップS205 Yes)には、PV電力を蓄電池60に充電した後、建物内のAC負荷50に供給する。この場合、PV電力が最大充電電力を超えているか否かで、処理が異なる(図4 ステップS207)。PV電力が最大充電電力を超えている場合(図4 ステップS207 Yes)には、最大充電電力で蓄電池60を充電する(図4 ステップS209)。さらに、PV電力から最大充電電力を差し引いた値がAC負荷50よりも大きければ、余剰電力を系統40に逆潮流させる(図4 ステップS223, S225)。そうでなければ、不足電力は系統電力にてAC負荷50に供給する(図4 ステップS223, S227)。

一方、PV電力が最大充電電力以下の場合(図4 ステップS207 No)には、PV電力で蓄電池60を充電する(図4 ステップS211)。この場合、AC負荷50には系統電力を供給する(図4 ステップS229)。なお、蓄電池60への充電電力は、基準充電電力を上回る場合に必ずしもPV電力を全量充電する必要はなく、充電時の効率特性が大幅に低下しない範囲である基準充電電力による一定電力充電として余剰電力をAC負荷50に供給してもよい。

【0029】

充電電力に使用された後の余剰電力は、AC負荷50に供給され、さらに余剰電力が生じる場合は、系統40に逆潮流(売電)する。このとき、蓄電池60は充電中であるため、逆電力継電器25は不動作状態であり、逆潮流が可能である。なお、逆潮流電力は太陽電池10を起源とする余剰電力であるため、売電単価は固定価格買い取り制度の単価が適用される。

【0030】

(3) 昼間電力時間帯でPV電力が基準充電電力以下の場合(朝方・夕方など)

昼間電力(図4 ステップS201 No)の時間帯であって、太陽電池10のPV電力が予め定められた基準充電電力以下の場合(図4 ステップS205 No)には、充電効率が低いため、充電は行わず、建物内のAC負荷50に優先的にPV電力を供給する。

【0031】

この場合、PV電力がAC負荷50を超えるか否かで、処理が異なる(図4 ステップS213)。

つまり、PV電力がAC負荷50を超える場合(図4 ステップS213 Yes)には、蓄電池60について充放電することなく(図4 ステップS215)、PV電力はAC負荷50に供給され(図4 ステップS233)、余剰電力(PV電力 - AC負荷)は系統40に逆潮流(売電, 図4 ステップS235)する。このとき、蓄電池60は充放電されないため、逆電力継電器25は不動作状態であり、逆潮流が可能である。

【0032】

一方、PV電力が建物内のAC負荷50以下の場合(図4 ステップS213 No)には、蓄電池60から電力を放電することにより、建物内のAC負荷50に電力を供給する。

10

20

30

40

50

そうすることで、太陽電池と蓄電池 60 による電力の地産地消化、受電電力のピークカット、及び夜間電力による電力需要のピークシフトを促進する。なお、放電される電力が、夜間電力時間帯に蓄電された系統 40 からの電力、及び、P V 電力の余剰分として蓄電された電力に基づいていることは、第 1 運用例と同じである。

以上の場合、A C 負荷 50 と P V 電力の差分が、最大放電電力を超えているか否かで、処理が異なる（図 4 ステップ S 2 1 5）。つまり、A C 負荷 50 と P V 電力の差分が最大放電電力を超えている場合（図 4 ステップ S 2 1 7 Yes）には、最大放電電力で A C 負荷 50 に電力を放電、供給し、最大放電電力の超過分の不足電力は系統 40 より供給される（図 4 ステップ S 2 1 9, S 2 3 1）。一方、A C 負荷 50 と P V 電力の差分が最大放電電力以下の場合（図 4 ステップ S 2 1 7 No）には、A C 負荷 50 と P V 電力の差分の電力で A C 負荷 50 に電力を放電、供給する（図 3 ステップ S 1 1 7）。

10

この過程で、蓄電池放電検出回路 30 が蓄電池 60 の放電を検知するので、逆電力継電器 25 が動作状態となる。万一、蓄電池 60 の制御不良などにより系統 40 への逆潮流が発生した場合は逆電力継電器 25 から逆電力検出信号 I b が送信され、パワーコンディショナ 19 の停止及び系統 40 からの解列により、蓄電池 60 の放電電力が系統 40 に逆流することを防止する。

【 0 0 3 3 】

第 2 運用例によると、P V 電力を蓄電池 60 に優先的に充電するため、建物内の負荷変動の影響を低減し、かつ充電量を確保することで充放電器 23 の低負荷付近での稼働を避けるので、充電効率の低下を抑制する。また、蓄電池 60 への充電を優先するため、車載用の蓄電池 60 を利用した場合に充電量が確保されやすくなり、移動動力として利用する際の充電不足となる状態を抑制することが可能となる。

20

【 0 0 3 4 】

[第 2 実施形態]

次に、第 2 実施形態による太陽光発電システム 2 を図 5 に基づいて参照して説明する。

なお、太陽光発電システム 2 は、逆電力継電器 25 を用いることなく、第 1 実施形態の太陽光発電システム 1 と同様の効果を得るものである。

太陽光発電システム 2 は、第 1 実施形態と同様の受電電力検出回路 29 及び蓄電池放電検出回路 30 を備えており、その蓄電池放電検知信号生成部 32 が送信する蓄電池放電検知信号 I d を受電電力検出回路 29 の制御部兼逆電力継電器 27 が取得する。

30

制御部兼逆電力継電器 27 は、蓄電池放電検知信号 I d を受信しており、かつ、電流検出器 28 より取得した電流信号に基づいて系統 40 に逆潮流が発生していると判断すると、逆電力検出信号 I b が電力変換器 20 に送信される。A C / D C コンバータ 22 は、逆電力検出信号 I b を受信すると、ゲートブロックし、電力の系統方向への出力（逆変換動作）を停止、D C / D C コンバータ 21 及び充放電器 23 もゲートブロックし、停止する。また、逆電力検出信号 I b は解列リレー 24 にも送信される。解列リレー 24 は、逆電力検出信号 I b を受信すると、開かれる。こうして、パワーコンディショナ 19 は停止し、系統から解列される。このように、制御部兼逆電力継電器 27 は、蓄電池 60 が放電している場合であって、逆潮流を検知した場合にのみ、パワーコンディショナ 19 を停止し、系統 40 から切り離す。

40

【 0 0 3 5 】

以上説明したように、第 2 実施形態の太陽光発電システム 2 も、第 1 実施形態と同様に、蓄電池 60 が充電中でも逆潮流させることができるので、蓄電池 60 や太陽電池 10 の効率的かつ経済性に配慮した運用が可能となる。また、逆潮流する電力は常に太陽電池 10 で発電された電力に限定することができるので、固定価格買い取り制度による買電より割高な太陽電池 10 発電時の単価で売電することが可能となる。

さらに、第 2 実施形態の太陽光発電システム 2 は、制御部兼逆電力継電器 27 をソフトウェアで構成できるとともに、逆電力継電器 25 を省くことができるので、コスト的な利点がある。

【 0 0 3 6 】

50

、
 なお、以上説明した太陽光発電システム 1, 2 は発電を太陽電池 10 で行うことにしているが、本発明は自然エネルギーに由来する発電源（例えば風力発電）を太陽電池 10 に替えて、又は、太陽電池 10 とともに用いることができる。

また、以上説明した太陽光発電システム 1, 2 は、建物が住宅、蓄電部が車載用の蓄電池を示したが、建物は住宅に限らず、例えば、工場、各種施設などの住宅以外の建物にも適用可能であり、車載用蓄電池に限らず、建物に据え置かれる定置型蓄電池にも適用可能である。

さらに、逆電力継電器 25、電流検出器 28 などの機器の設置位置は受電端に限らず、逆潮流を抑制したい任意の場所に設置することが可能である。

10

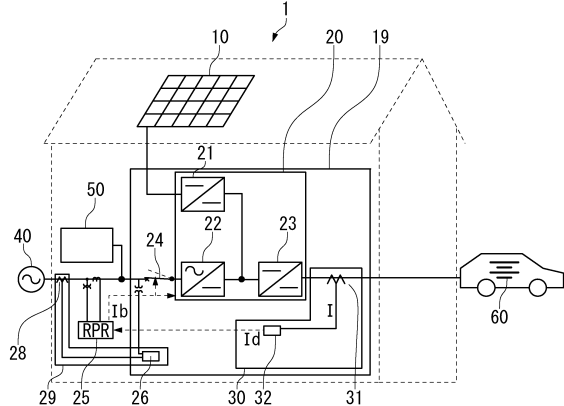
これ以外にも、本発明の主旨を逸脱しない限り、上記実施の形態で挙げた構成を取捨選択したり、他の構成に適宜変更することが可能である。

【符号の説明】

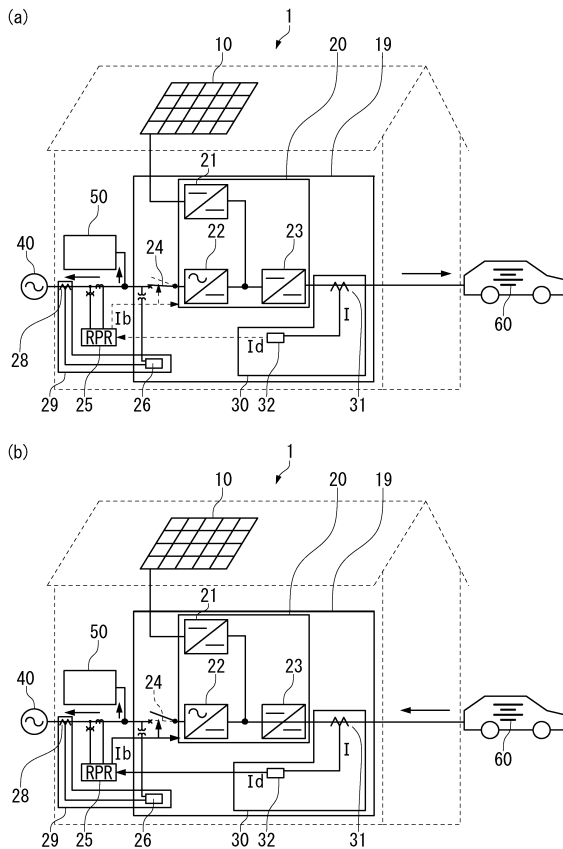
【0037】

1, 2	太陽光発電システム	
10	太陽電池	
19	パワーコンディショナ	
20	電力変換器	
21	DC / DC コンバータ	
22	AC / DC コンバータ	20
23	充放電器	
24	解列リレー	
25	逆電力継電器	
26	制御部	
27	制御部兼逆電力継電器	
28	電流検出器	
29	受電電力検出回路	
30	蓄電池放電検出回路	
31	電流検出部	
32	蓄電池放電検知信号生成部	30
40	系統	
50	AC 負荷	
60	蓄電池	
I	電流信号	
I b	逆電力検出信号	
I d	蓄電池放電検知信号	

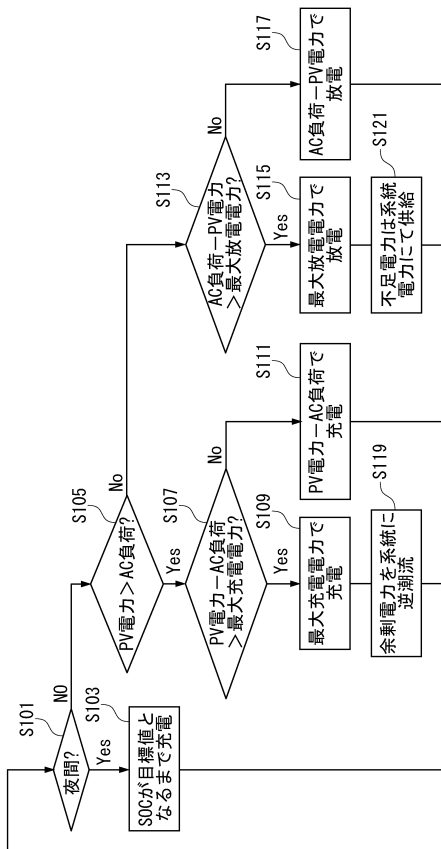
【図1】



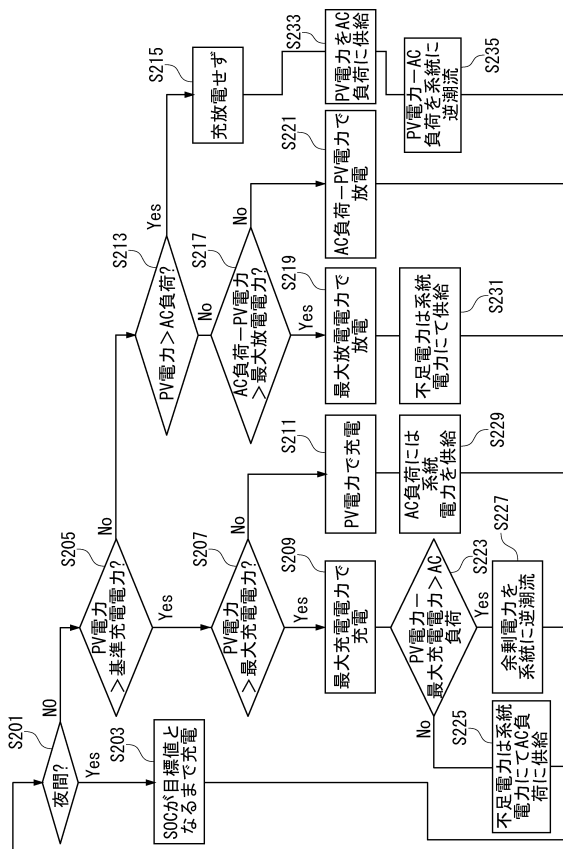
【図2】



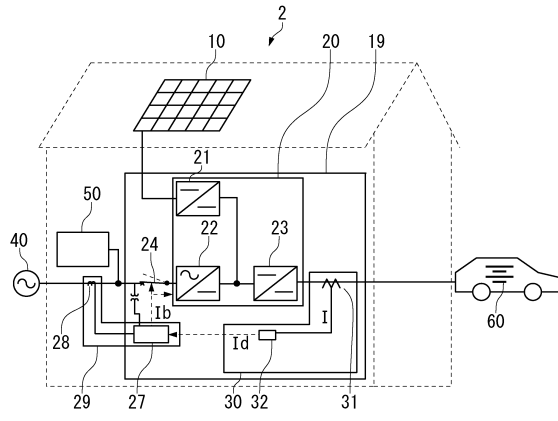
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 松永 剛文
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 坂本 聡生

(56)参考文献 特開2012-016261(JP,A)
特開2012-010554(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02J 3/00 - 7/12
7/34 - 7/36