

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5906401号
(P5906401)

(45) 発行日 平成28年4月20日 (2016. 4. 20)

(24) 登録日 平成28年4月1日 (2016. 4. 1)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 B 3/54 (2006. 01)

H O 4 B 3/54

H O 2 J 13/00 (2006. 01)

H O 2 J 13/00

B

請求項の数 13 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-503406 (P2013-503406)
 (86) (22) 出願日 平成24年3月9日 (2012. 3. 9)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/001660
 (87) 国際公開番号 W02012/120906
 (87) 国際公開日 平成24年9月13日 (2012. 9. 13)
 審査請求日 平成27年2月3日 (2015. 2. 3)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-53203 (P2011-53203)
 (32) 優先日 平成23年3月10日 (2011. 3. 10)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 314012076
 パナソニック I P マネジメント株式会社
 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
 (74) 代理人 110002000
 特許業務法人栄光特許事務所
 (74) 代理人 100119552
 弁理士 橋本 公秀
 (74) 代理人 100138771
 弁理士 吉田 将明
 (72) 発明者 児玉 宣貴
 福岡県福岡市博多区美野島四丁目1番62
 号 パナソニックシステムネットワークス
 株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力線通信装置、電力線通信システム、電力線通信方法、及び電力線通信プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力線を介して通信を行う電力線通信装置であって、
 前記電力線を介してデータを通信する通信部と、
 前記電力線を介して電源から供給される供給電力を制御するためのスイッチ部と、
 前記通信部によりデータを受信するタイミングである受信タイミングを避けて、前記ス
 イッチ部のオンオフ制御を行うスイッチ制御部と、
 を備える電力線通信装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電力線通信装置であって、
 前記通信部は、他の電力線通信装置からデータが送信されるタイミングの情報である送
 信タイミング情報を受信し、
 前記スイッチ制御部は、前記通信部により受信された前記送信タイミング情報に対応す
 る前記受信タイミングを避けて、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う電力線通信装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電力線通信装置であって、更に、
 他の電力線通信装置によりデータが送信されるタイミングの情報である送信タイミング
 情報を記憶する記憶部を備え、
 前記スイッチ制御部は、前記記憶部に記憶された前記送信タイミング情報に対応する前
 記受信タイミングを避けて、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う電力線通信装置。

10

20

【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載の電力線通信装置であって、

前記スイッチ制御部は、他の電力線通信装置による送信タイミング及び前記スイッチ部がオフであるオフタイミングが同期するよう、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う電力線通信装置。

【請求項 5】

請求項 2 または 3 に記載の電力線通信装置であって、

前記スイッチ制御部は、前記スイッチ部がオフであるオフタイミングが所定時間未満である場合、他の電力線通信装置による送信タイミング及び前記スイッチ部がオンであるオンタイミングが同期するよう、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う電力線通信装置。

10

【請求項 6】

請求項 2 または 3 に記載の電力線通信装置であって、

前記スイッチ制御部は、前記スイッチ部がオンであるオンタイミングが所定時間以上である場合、他の電力線通信装置による送信タイミング及び前記スイッチ部のオンタイミングが同期するよう、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う電力線通信装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の電力線通信装置であって、更に、

前記電源の出力電圧を検出する電源電圧検出部と、

前記電源の出力電流を検出する電源電流検出部と、

を備え、

20

前記スイッチ制御部は、前記電源電圧検出部により検出された前記電源の出力電圧と前記電源電流検出部により検出された前記電源の出力電流とが不変である場合、前記スイッチ部のオンオフ制御の頻度を低減させる電力線通信装置。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の電力線通信装置であって、

前記データ受信部は、他の電力線通信装置から前記供給電力を指示するための電力指示データを受信し、

前記スイッチ制御部は、前記通信部により受信された電力指示データに基づいて、前記スイッチ部のデューティ比を決定する電力線通信装置。

【請求項 9】

30

請求項 8 に記載の電力線通信装置であって、更に、

前記電源の出力電圧を検出する電源電圧検出部と、

前記電源の出力電流を検出する電源電流検出部と、

前記スイッチ部を有し、前記電源の出力電圧を変圧する変圧部と、

前記変圧部の出力電圧を検出する変圧電圧検出部と、

を備え、

前記スイッチ制御部は、前記電源電圧検出部により検出された前記電源の出力電圧と前記電源電流検出部により検出された前記電源の出力電流とに基づいて、前記変圧電圧検出部により検出される電圧が、前記データ受信部により受信された電力指示データで示された電圧となるように、前記スイッチ部のデューティ比を決定する電力線通信装置。

40

【請求項 10】

電力線を介して複数の電力線通信装置が通信を行う電力線通信システムであって、

第 1 の電力線通信装置は、

前記電力線を介して、第 2 の電力線通信装置へデータを送信し、

第 2 の電力線通信装置は、

前記電力線を介して前記データを受信するタイミングである受信タイミングを避けて、前記電力線を介して電源から供給される供給電力を制御するためのスイッチ部のオンオフ制御を行う電力線通信システム。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の電力線通信システムであって、

50

前記第２の電力線通信装置を複数備え、

前記第１の電力線通信装置は、前記第２の電力線通信装置の各々に対して、データを通信するための異なる時間区間を割り当て、

前記第２の電力線通信装置は、前記第１の電力線通信装置により割り当てられた時間区間を避けて、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う電力線通信システム。

【請求項１２】

電力線を介して通信を行うための電力線通信方法であって、

前記電力線を介してデータを通信するステップと、

データを受信するタイミングである受信タイミングを避けて、前記電力線を介して電源から供給される供給電力を制御するためのスイッチ部のオンオフ制御を行うステップと、
を有する電力線通信方法。

10

【請求項１３】

請求項１２に記載の電力線通信方法の各ステップをコンピュータに実行させるための電力線通信プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、電力線通信装置、電力線通信システム、電力線通信方法、及び電力線通信プログラム、に関する。

【背景技術】

20

【０００２】

従来、電力線を介した通信である電力線通信（ＰＬＣ：Power Line Communication）を行う電力線通信装置は、電力線を介して各電気機器へ電力を供給するとともに、同じ電力線を介して各電気機器を制御するための制御データ等のデータを送信することができる。

【０００３】

ところで、電力線通信に用いられる電源が、入力電力から所望の出力電力を得るために電力を変換するスイッチング素子を用いたスイッチング電源である場合には、スイッチング素子のオンオフ時に通信ノイズ（スイッチングノイズ）が発生してしまう。この場合、電力線を介してデータを正確に通信することができないことがあった。

【０００４】

30

このようなスイッチングノイズの影響を軽減するために、直流電源のスイッチングのオンオフ時を避けて電力線通信を行う電力線通信装置が知られている（例えば、特許文献１参照）。この電力線通信装置は、スイッチング電源の出力を監視し、電源出力に存在するスイッチングノイズを検出し、検出信号を生成する。そして、この検出信号を同期信号として、複数のユニットに送信すべき制御信号を電力線に重畳する。これにより、スイッチングノイズの発生タイミングを確実に回避して、電力線通信を行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】日本国特開２００６－１０９１４７号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら、特許文献１に示された技術では、スイッチングノイズの発生タイミングを認識するためには、常にスイッチングノイズの検出信号を送信し続けなければならなかった。これにより、電力線の伝送効率が低下したり、電力線通信装置の処理負荷が増大したりすることがあった。

【０００７】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、スイッチングノイズの検出を必要とせずに、確実な電力線通信を行うことができる電力線通信装置、電力線通信システム、

50

電力線通信方法、及び電力線通信プログラ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】

本発明の電力線通信装置は、電力線を介して通信を行う電力線通信装置であって、前記電力線を介してデータを通信する通信部と、前記電力線を介して電源から供給される供給電力を制御するためのスイッチ部と、前記通信部によりデータを受信するタイミングである受信タイミングを避けて、前記スイッチ部のオンオフ制御を行うスイッチ制御部と、を備える。

【0009】

この構成によれば、データの受信タイミングに合わせて、電力制御のためのスイッチングタイミングを決定している。したがって、スイッチングノイズの検出を必要とせずに、確実な電力線通信を行うことができる。

10

【0010】

また、本発明の電力線通信装置は、前記通信部が、他の電力線通信装置からデータが送信されるタイミングの情報である送信タイミング情報を受信し、前記スイッチ制御部が、前記通信部により受信された前記送信タイミング情報に対応する前記受信タイミングを避けて、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う。

【0011】

この構成によれば、データの受信タイミングを認識することができ、データの受信タイミングに合わせて、電力制御のためのスイッチングタイミングを決定することができる。これにより、確実な電力線通信を行うことができる。

20

【0012】

また、本発明の電力線通信装置は、他の電力線通信装置によりデータが送信されるタイミングの情報である送信タイミング情報を記憶する記憶部を備え、前記スイッチ制御部が、前記記憶部に記憶された前記送信タイミング情報に対応する前記受信タイミングを避けて、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う。

【0013】

この構成によれば、データの受信タイミングを認識することができ、データの受信タイミングに合わせて、電力制御のためのスイッチングタイミングを決定することができる。これにより、確実な電力線通信を行うことができる。

30

【0014】

また、本発明の電力線通信装置は、前記スイッチ制御部が、他の電力線通信装置による送信タイミング及び前記スイッチ部がオフであるオフタイミングが同期するよう、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う。

【0015】

この構成によれば、送信タイミングに対応する受信タイミングとスイッチングタイミングとが重複しないよう調整することができるので、確実な電力線通信を行うことができる。

【0016】

また、本発明の電力線通信装置は、前記スイッチ制御部が、前記スイッチ部がオフであるオフタイミングが所定時間未満である場合、他の電力線通信装置による送信タイミング及び前記スイッチ部がオンであるオンタイミングが同期するよう、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う。

40

【0017】

この構成によれば、送信タイミングに対応する受信タイミングとスイッチングタイミングとが重複しないよう調整することができるので、確実な電力線通信を行うことができる。

【0018】

また、本発明の電力線通信装置は、前記スイッチ制御部が、前記スイッチ部がオンであるオンタイミングが所定時間以上である場合、他の電力線通信装置による送信タイミング

50

及び前記スイッチ部のオンタイミングが同期するよう、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う。

【0019】

この構成によれば、送信タイミングに対応する受信タイミングとスイッチングタイミングとが重複しないよう調整することができるので、確実な電力線通信を行うことができる。

【0020】

また、本発明の電力線通信装置は、前記電源の出力電圧を検出する電源電圧検出部と、前記電源の出力電流を検出する電源電流検出部と、を備え、前記スイッチ制御部が、前記電源電圧検出部により検出された前記電源の出力電圧と前記電源電流検出部により検出された前記電源の出力電流とが不変である場合、前記スイッチ部のオンオフ制御の頻度を低減させる。

10

【0021】

この構成によれば、電源の出力電力が一定の場合には特に電力制御の必要がない状況であると推定できるので、オンオフ制御の頻度を小さくすることで、電圧検出、電流検出、スイッチ部のオンオフ制御等に伴う電力消費を低減させることができる。

【0022】

また、本発明の電力線通信装置は、前記データ受信部が、他の電力線通信装置から前記供給電力を指示するための電力指示データを受信し、前記スイッチ制御部が、前記通信部により受信された電力指示データに基づいて、前記スイッチ部のデューティ比を決定する。

20

【0023】

この構成によれば、他の電力線通信装置が意図する電力となるように、電源からの供給電力を調整することができる。例えば、複数の電源による供給電力が全体として最大となるように調整することができる。

【0024】

また、本発明の電力線通信装置は、前記電源の出力電圧を検出する電源電圧検出部と、前記電源の出力電流を検出する電源電流検出部と、前記スイッチ部を有し、前記電源の出力電圧を変圧する変圧部と、前記変圧部の出力電圧を検出する変圧電圧検出部と、を備え、前記スイッチ制御部が、前記電源電圧検出部により検出された前記電源の出力電圧と前記電源電流検出部により検出された前記電源の出力電流とに基づいて、前記変圧電圧検出部により検出される電圧が、前記データ受信部により受信された電力指示データで示された電圧となるように、前記スイッチ部のデューティ比を決定する。

30

【0025】

この構成によれば、他の電力線通信装置が意図する電力となるように、電源からの供給電力を調整することができる。例えば、複数の電源による供給電力が全体として最大となるように調整することができる。

【0026】

また、本発明の電力線通信システムは、電力線を介して複数の電力線通信装置が通信を行う電力線通信システムであって、第1の電力線通信装置が、前記電力線を介して、第2の電力線通信装置へデータを送信し、第2の電力線通信装置が、前記電力線を介して前記データを受信するタイミングである受信タイミングを避けて、前記電力線を介して電源から供給される供給電力を制御するためのスイッチ部のオンオフ制御を行う。

40

【0027】

この構成によれば、第2の電力線通信装置によるデータの受信タイミングに合わせて、電力制御のためのスイッチングタイミングを決定している。したがって、スイッチングノイズの検出を必要とせずに、確実な電力線通信を行うことができる。

【0028】

また、本発明の電力線通信システムは、前記第2の電力線通信装置を複数備え、前記第1の電力線通信装置が、前記第2の電力線通信装置の各々に対して、データを通信するた

50

めの異なる時間区間を割り当て、前記第2の電力線通信装置が、前記第1の電力線通信装置により割り当てられた時間区間を避けて、前記スイッチ部のオンオフ制御を行う。

【0029】

この構成によれば、第2の電力線通信装置の各々が、通信可能区間として割り当てられた異なる時間区間を避けて、自律分散的にスイッチ部のオンオフ制御を行うので、各電力線通信装置が確実な電力線通信を行うことができる。

【0030】

また、本発明の電力線通信方法は、電力線を介して通信を行うための電力線通信方法であって、前記電力線を介してデータを通信するステップと、データを受信するタイミングである受信タイミングを避けて、前記電力線を介して電源から供給される供給電力を制御するためのスイッチ部のオンオフ制御を行うステップと、を有する。

10

【0031】

この方法によれば、データの受信タイミングに合わせて、電力制御のためのスイッチングタイミングを決定している。したがって、スイッチングノイズの検出を必要とせずに、確実な電力線通信を行うことができる。

【0032】

また、本発明の電力線通信プログラムは、上記電力線通信方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムである。

【0033】

このプログラムによれば、データの受信タイミングに合わせて、電力制御のためのスイッチングタイミングを決定している。したがって、スイッチングノイズの検出を必要とせずに、確実な電力線通信を行うことができる。

20

【発明の効果】

【0034】

本発明によれば、スイッチングノイズの検出を必要とせずに、確実な電力線通信を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の実施形態における太陽光発電システムの構成例を示すブロック図

【図2】本発明の実施形態におけるMPPTコントローラの構成例を示すブロック図

30

【図3】本発明の実施形態における通信部の詳細なハードウェア構成例を示すブロック図

【図4】本発明の実施形態におけるスイッチ部のオンオフ制御例を説明するための図

【図5】本発明の実施形態におけるスイッチ部のオンオフ制御の他の例を説明するための図

【図6】本発明の第1の実施形態におけるMPUによる最大電力点追従制御(MPPT)の一例を示すフローチャート

【図7】本発明の実施形態におけるスイッチ部のスイッチングタイミングを説明するための図

【図8】本発明の実施形態におけるスイッチ部のスイッチングタイミングを説明するための図

40

【図9】本発明の実施形態における太陽光発電システムにおける通信タイミングの第1例を示す図

【図10】本発明の実施形態における太陽光発電システムにおける通信タイミングとスイッチングタイミングとの関係の一例を示す図

【図11】本発明の実施形態における太陽光発電システムにおける通信タイミングの第2例を示す図

【図12】本発明の実施形態における太陽光発電システムにおける通信タイミングの第3例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0036】

50

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

【0037】

本実施形態の電力線通信システムとしては、例えば、太陽光発電システムがある。また、本実施形態の電力線通信装置としては、太陽光発電による発電電力を最大にするための最大電力点追従制御（MPPT：Maximum Power Point Tracking）を行うMPPTコントローラがある。以下、電力線通信システムの一例として太陽光発電システム、電力線通信装置の一例としてMPPTコントローラ、について主に説明する。

【0038】

図1は、本発明の実施形態における太陽光発電システムの構成例を示す図である。図1に示す太陽光発電システム1では、太陽光発電（PV：Photo Voltaic）パネル10、MPPTコントローラ20、パワーコンディショナー30、を有して構成される。MPPTコントローラ20は、MPPT親機として動作するMPPTコントローラ20M、MPPT子機として動作するMPPTコントローラ20S、を含む。

10

【0039】

図1に示す例では、PVパネル10が電力線PLを介して直列に複数接続されており、各PVパネル10に対して各MPPTコントローラ20Sが電力線PLを介して接続されている。また、MPPTコントローラ20Mは、MPPTコントローラ20Sを管理しており、各MPPTコントローラ20Sと電力線PLを介して直列に接続されている。パワーコンディショナー30は、MPPTコントローラ20Mと電力線PLを介して接続されている。

20

【0040】

PVパネル10は、光電効果により、光エネルギーを電力に変換する太陽電池を含むパネルである。ここでのPVパネル10とは、太陽電池単体である太陽電池セルであってもよいし、複数の太陽電池が組み合わされた太陽電池モジュールであってもよい。また、各PVパネル10は、地理的に近接した場所で直列や並列に接続されていてもよいし、地理的に離れた場所で直列や並列に接続されていてもよい。なお、図1に示したように、PVパネル10を直列に接続することで、より高い電圧を得ることができる。

【0041】

MPPTコントローラ20Mは、各PVパネル10により発電される発電電力の総和が最大となるように各PVパネル10から供給される供給電力を制御するため、MPPTコントローラ20Sに対して制御データを送信する。

30

【0042】

各MPPTコントローラ20Sは、対応するPVパネル10の発電電力を入力し、所望の電力となるように制御する。所望の電力は、MPPTコントローラ20Mからの制御データにより決定され、基本的にはMPPTコントローラ20S毎に異なる。

【0043】

パワーコンディショナー30は、MPPTコントローラ20Mから出力された各PVパネル10による発電電力に相当する直流電力を、交流電力に変換する。

【0044】

次に、MPPTコントローラ20の具体的な構成について説明する。

40

【0045】

図2は、MPPTコントローラ20の構成例を示すブロック図である。

MPPTコントローラ20は、第1電圧センサ21、電流センサ22、DC/DCコンバータ23、第2電圧センサ24、通信部25、マイクロプロセッサ（MPU：Micro Processing Unit）26、を備える。

【0046】

第1電圧センサ21は、MPPTコントローラ20に接続されたPVパネル10の出力電圧を検出する。

【0047】

電流センサ22は、MPPTコントローラ20に接続されたPVパネル10の出力電流

50

を検出する。

【 0 0 4 8 】

D C / D C コンバータ 2 3 は、電力変換用のスイッチング素子を有するスイッチ部 2 3 S を備える。スイッチ部 2 3 S は、オンとオフを適時切り替えることにより、電力線 P L を介して電源としての P V パネル 1 0 から供給される供給電力を制御するものである。また、D C / D C コンバータ 2 3 は、電力線 P L に接続されている。また、D C / D C コンバータ 2 3 は、M P P T コントローラ 2 0 に接続された P V パネル 1 0 の出力電圧を入力し、スイッチ部 2 3 S を用いて、入力された電圧を変圧する。なお、D C / D C コンバータ 2 3 は、電力変換用の集積回路を用いたリニア方式のものであっても良い。

【 0 0 4 9 】

第 2 電圧センサ 2 4 は、D C / D C コンバータ 2 3 の出力電圧（変圧後の電圧）を検出する。

【 0 0 5 0 】

通信部 2 5 は、電力線 P L を介してデータを通信する。したがって、電力線 P L を介してデータを受信したり、電力線 P L を介してデータを送信したりする。また、D C / D C コンバータ 2 3 及び通信部 2 5 は、電力線 P L に接続されている。なお、通信部 2 5 の詳細な構成等については後述する。

【 0 0 5 1 】

M P U 2 6 は、通信部 2 5 によりデータを受信するタイミングを避けて、スイッチ部 2 3 S のオンオフ制御（スイッチング制御）を行う。このとき、M P U 2 6 は、スイッチ部 2 3 S のオンオフ制御を行うための信号である P W M （Pulse Width Modulation）信号を、D C / D C コンバータ 2 3 へ送信する。スイッチ部 2 3 S のオンオフ制御の詳細については後述する。

【 0 0 5 2 】

また、M P U 2 6 は、第 1 電圧センサ 2 1 により検出された電圧及び電流センサ 2 2 により検出された電流に基づいて、第 2 電圧センサ 2 4 により検出される電圧が、通信部 2 5 により受信された制御データ（例えば、電力値を指示するための電力指示データ）により指示される電圧値となるよう、D C / D C コンバータ 2 3 のスイッチ部 2 3 S のデューティ比を制御する。スイッチ部 2 3 S のデューティ比の制御の詳細については後述する。

【 0 0 5 3 】

なお、本実施形態で説明する電力線通信方法の各ステップを実行させるための電力線通信プログラムは、M P P T コントローラ 2 0 内の所定のメモリ（不図示）等に格納される。

【 0 0 5 4 】

また、図 2 に示した M P P T コントローラ 2 0 は、電力線 P L に接続され、他の M P P T コントローラ 2 0 と共に太陽光発電システム 1 を構成する。

【 0 0 5 5 】

次に、M P P T コントローラ 2 0 の通信部 2 5 の詳細について説明する。

【 0 0 5 6 】

図 3 は、通信部 2 5 の詳細なハードウェア構成例を示すブロック図である。

通信部 2 5 は、メイン I C （Integrated Circuit）2 1 0、メモリ 2 2 0、ローパスフィルタ（L P F）2 3 0、バンドパスフィルタ（B P F）2 4 0、ドライバ I C 2 5 0、カプラ 2 6 0、を備える。通信部 2 5 は、例えば回路モジュールにより構成される。

【 0 0 5 7 】

メイン I C 2 1 0 は、C P U （Central Processing Unit）2 1 1、P L C ・M A C （Power Line Communication ・Media Access Control layer）ブロック 2 1 2、P L C ・P H Y （Power Line Communication ・Physical layer）ブロック 2 1 3、D A 変換器（D A C ; D / A Converter）2 1 4、A D 変換器（A D C ; A / D Converter）2 1 5、可変増幅器（V G A ; Variable Gain Amplifier）2 1 6、を備える。なお、メイン I C 2 1 0 は、電力線通信を行う制御回路として機能する集積回路である。なお、メイン I C 2

10

20

30

40

50

10は、MPU26と接続され、シリアル通信によりデータの送受を行う。

【0058】

CPU211は、32ビットのRISC (Reduced Instruction Set Computer) プロセッサを実装している。PLC・MACブロック212は、送受信信号のMAC層 (Media Access Control layer) を管理し、PLC・PHYブロック213は、送受信信号のPHY層 (Physical layer) を管理する。DA変換器214は、デジタル信号をアナログ信号に変換する。AD変換器215は、アナログ信号をデジタル信号に変換する。可変増幅器216は、BPF240から入力される信号を増幅する。

【0059】

メモリ220は、RAM (Random Access Memory) やROM (Read Only Memory) 等の半導体記憶装置である。LPF230は、DAC214から入力される信号のうち低周波成分を通過させ、それ以外の成分を遮断する。BPF240は、カプラ260から入力される信号のうち所定周波数帯成分を通過させ、それ以外の成分を遮断する。ドライバIC250は、所定機器を動作させるためのICである。カプラ260は、コイルトランス261、及びカップリング用コンデンサ262a、262bで構成されている。

【0060】

なお、CPU211は、メモリ220に記憶されたデータを利用して、PLC・MACブロック212、及びPLC・PHYブロック213の動作を制御するとともに、通信部25全体の制御も行う。

【0061】

通信部25による通信は、概略次のように行われる。メモリ220等に記憶された送信すべきデータは、メインIC210に送られる。メインIC210は、データに対してデジタル信号処理を施すことによってデジタル送信信号を生成する。そして、生成されたデジタル送信信号は、DA変換器214によってアナログ信号に変換され、ローパスフィルタ230、ドライバIC250、カプラ260、を介して電力線PLに出力される。

【0062】

電力線700から受信された信号は、カプラ260を経由してバンドパスフィルタ240に送られ、可変増幅器216でゲイン調整がされた後、AD変換器215でデジタル信号に変換される。そして、変換されたデジタル信号は、デジタル信号処理を施すことによって、デジタルデータに変換される。変換されたデジタルデータは、例えばメモリ220に記憶される。

【0063】

次に、メインIC210によって実現されるデジタル信号処理の一例について説明する。通信部25は、複数のサブキャリアを用いて生成されるOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) 信号などのマルチキャリア信号を送用の信号として使用するものである。通信部25は、送信対象のデータをOFDM信号などのマルチキャリア送信信号に変換して出力すると共に、OFDM信号などのマルチキャリア受信信号を処理して受信データに変換する。これらの変換のためのデジタル信号処理は、主としてPLC・PHYブロック213で行われる。

【0064】

次に、太陽光発電システム1におけるデータ通信について説明する。

ここでは、1つのデータ通信例として、MPPTコントローラ20MとMPPTコントローラ20Sとの間の最大電力点追従制御 (MPPT) のためのデータ通信について説明する。このデータ通信は、後述する通信タイミングにおいて実施される。

【0065】

まず、MPPTコントローラ20Mは、電力線PLを介して、MPPTコントローラ20Sから第1電圧センサ21により検出された電圧の情報 (電圧情報) と電流センサ22により検出された電流の情報 (電流情報) を受信する。

【0066】

続いて、MPPTコントローラ20Mは、MPPTコントローラ20Sの電圧情報及び

10

20

30

40

50

電流情報に基づいて、P Vパネル10において最適なP Vパネル10の電圧値、P Vパネルの電流値を算出する。ここで、最適な電圧値、電流値とは、P Vパネル10全体での電力が最大となるような各P Vパネル10の電圧値、電流値である。この最適な電圧値及び電流値は、P Vパネル10の向き、P Vパネル10の設置場所、天候等に依存するため、基本的にはP Vパネル10毎に異なる。

【0067】

続いて、M P P Tコントローラ20Mは、算出されたP Vパネル10の電圧値及び電流値を最適電圧情報及び最適電流情報に含めて、電力線P Lを介して、P Vパネル10に対応するM P P Tコントローラ20Sへ送信する。最適電圧情報及び最適電流情報は、P Vパネル10からの供給電力を指示するための電力指示データの一例である。また、最適電

10

【0068】

続いて、M P P Tコントローラ20Sは、電力線P Lを介して、M P P Tコントローラ20Mから最適電圧情報及び最適電流情報を受信する。そして、M P P Tコントローラ20Sは、受信された最適電圧情報に含まれる電圧値及び最適電流情報に含まれる電流値となるように、D C / D Cコンバータ23のスイッチ部23Sのオンオフ制御を行う。

【0069】

次に、M P P Tコントローラ20SのM P U 26が行うスイッチ部23Sのオンオフ制御について説明する。

20

図4は、スイッチ部23Sのオンオフ制御例を説明するための図である。

【0070】

電圧値V 1及び電流値I 1は、D C / D Cコンバータ23の前段(P Vパネル10側)で検出される電圧値及び電流値を示すものであり、第1電圧センサ21により検出される電圧値及び電流センサ22により検出される電流値に相当する。この段階では、スイッチ部23Sによるスイッチングの影響を受けおらず、太陽光発電された電圧及び電流の値をそのまま示している。

【0071】

電圧値V 2及び電流値I 2は、D C / D Cコンバータ23における電圧値及び電流値、より詳細には、スイッチ部23S直後の電圧値及び電流値を示すものである。この段階では、電圧については、スイッチ部23Sがオンのときには所定電圧値となり、オフのときには電圧値が0となる。また、電流については、スイッチ部23Sがオンのときには電流値が上昇し、オフのときには電流値が下降する。

30

【0072】

電圧値V 3及び電流値I 3は、D C / D Cコンバータ23の後段(電力線P L側)で検出される電圧値及び電流値を示すものであり、この電圧値は第2電圧センサ24により検出される電圧値に相当する。この段階では、電圧値及び電流値ともに、D C / D Cコンバータ23におけるダイオード部、コイル部、コンデンサ部等により平滑化されている。

【0073】

また、図5は、スイッチ部23Sのオンオフ制御の他の例を説明するための図である。

40

【0074】

電圧値V 4～V 6及び電流値I 4～I 6の波形は、図4に示した電圧値V 1～V 3及び電流値I 1～I 3の波形と同様であるが、図4で説明したものよりもスイッチ部23Sのオフ時間が長い。このため、平滑化された電圧の電圧値V 6及び平滑化された電流の電流値I 6は、図4に示した電圧値V 3及び電流値I 3よりも小さくなる。つまり、スイッチオンの時間が長い程電圧値及び電流値が大きくなり、スイッチオフの時間が長い程電圧値及び電流値が小さくなる。

【0075】

次に、M P P Tコントローラ20SのM P U 26による最大電力点追従制御(M P P T)の一例について説明する。

50

図6は、MPU26による最大電力点追従制御(MPPT)の一例を示すフローチャートである。

【0076】

まず、第1電圧センサ21が、PVパネル10の出力電圧 $V(k)$ を検出する。また、電流センサ22が、PVパネル10の出力電流 $I(k)$ を検出する(ステップS101)。なお、 k は時刻を示している。

【0077】

続いて、MPU26は、PVパネル10の出力電力 $P(k)$ が、前回のデューティ比(スイッチング周期)の変更前のPVパネル10の出力電力 $P(k-1)$ と等しいか否かを判定する(ステップS102)。つまり、 $P(k) - P(k-1) = 0$ であるか否かを判定する。

10

【0078】

$P(k) - P(k-1) = 0$ の場合、MPU26は、PWM信号を送信しない。したがって、MPU26はスイッチ部23Sのデューティ比の変更を行わず、現在のPVパネル10の出力電圧及び出力電流が維持される。

【0079】

一方、 $P(k) - P(k-1) \neq 0$ の場合、MPU26は、PVパネル10の出力電力 $P(k)$ が、前回のデューティ比の変更前のPVパネル10の出力電力 $P(k-1)$ よりも大きいか否かを判定する(ステップS103)。つまり、 $P(k) - P(k-1) > 0$ であるか否かを判定する。

20

【0080】

$P(k) - P(k-1) = 0$ の場合(ステップS103のNo)、MPU26は、PVパネル10の出力電圧 $V(k)$ が、前回のデューティ比の変更前のPVパネル10の出力電圧 $V(k-1)$ よりも大きいか否かを判定する(ステップS104)。つまり、 $V(k) - V(k-1) > 0$ であるか否かを判定する。

【0081】

$V(k) - V(k-1) > 0$ の場合(ステップS104のYes)、MPU26は、第2電圧センサ24により検出される電圧 V_{ref} が小さくなるように、スイッチ部23Sを制御する。つまり、MPU26は、スイッチ部23Sのデューティ比が減少するようにスイッチ部23Sを制御するためのPWM信号を、DC/DCコンバータ23へ送信する(ステップS105)。

30

【0082】

$V(k) - V(k-1) = 0$ の場合(ステップS104のNo)、MPU26は、第2電圧センサ24により検出される電圧 V_{ref} が大きくなるように、スイッチ部23Sを制御する。つまり、MPU26は、スイッチ部23Sのデューティ比が増大するようにスイッチ部23Sを制御するためのPWM信号を、DC/DCコンバータ23へ送信する(ステップS106)。

【0083】

一方、 $P(k) - P(k-1) > 0$ の場合(ステップS103のYes)、MPU26は、PVパネル10の出力電圧 $V(k)$ が、前回のデューティ比の変更前のPVパネル10の出力電圧 $V(k-1)$ よりも大きいか否かを判定する(ステップS107)。つまり、 $V(k) - V(k-1) > 0$ であるか否かを判定する。

40

【0084】

$V(k) - V(k-1) = 0$ の場合(ステップS107のNo)、MPU26は、第2電圧センサ24により検出される電圧 V_{ref} が小さくなるように、スイッチ部23Sを制御する。つまり、MPU26は、スイッチ部23Sのデューティ比が減少するようにスイッチ部23Sを制御するためのPWM信号を、DC/DCコンバータ23へ送信する(ステップS108)。

【0085】

$V(k) - V(k-1) > 0$ の場合(ステップS107のYes)、MPU26は、第

50

2 電圧センサ 24 により検出される電圧 V_{ref} が大きくなるように、スイッチ部 23 S を制御する。つまり、MPU 26 は、スイッチ部 23 S のデューティ比が増大するようにスイッチ部 23 S を制御するための PWM 信号を、DC/DC コンバータ 23 へ送信する (ステップ S109)。

【0086】

このような MPPT コントローラ 20 S による最大電力点追従制御 (MPPT) によれば、天候等により左右される PV パネル 10 による発電電力を、各 PV パネル 10 の総和が最大となるように制御することができ、システム全体として効率よく発電を行うことができる。

【0087】

次に、本実施形態のスイッチ部 23 S のスイッチングタイミングについて説明する。

図 7 及び図 8 は、スイッチ部 23 S のスイッチングタイミングを説明するための図である。

【0088】

スイッチ部 23 S がオンからオフになるタイミング及びオフからオンになるタイミング (スイッチングタイミング) で、電力線 PL 上にスイッチングノイズが発生することがある。また、このスイッチングノイズは、PV パネル 10 から供給される電力を制御するための MPPT コントローラ 20 S のスイッチ部 23 S 近傍 (DC/DC コンバータ 23) で発生する。したがって、MPPT コントローラ 20 S の通信部 25 によるデータを受信するタイミングとスイッチングタイミングとが重複すると、スイッチングノイズの影響を大きく受ける。

【0089】

そこで、図 7 に示すように、MPPT コントローラ 20 S の通信部 25 は、電力線 PL を介してデータを受信するタイミングを避けて、スイッチ部 23 S のオンオフ制御 (スイッチング) を行うようにする。これにより、受信されるデータにスイッチングノイズが重畳されることなく、正確にデータの復号化処理等を行うことができる。

【0090】

なお、図 7 に示すように、MPPT コントローラ 20 S の通信部 25 によるデータを送信するタイミングとスイッチングタイミングとが重複しても、当該スイッチングタイミングは、MPPT コントローラ 20 S の通信部 25 がデータを受信するタイミングではないので、スイッチングノイズの影響は小さい。したがって、その後に MPPT コントローラ 20 M は、そのデータを受信した場合には、正確にデータの復号化処理等を行うことができる。

【0091】

例えば、MPPT コントローラ 20 S の通信部 25 は、図 8 に示すように、スイッチングタイミングに電力線 PL を介してデータを送信し、送信した直後に電力線 PL を介してデータを受信する。一方、MPPT コントローラ 20 M の通信部 25 は、スイッチングタイミングに電力線 PL を介してデータを受信し、受信した直後に電力線 PL を介してデータを送信する。

【0092】

データの受信タイミングとスイッチングタイミングは重複しないようにする、すなわち、データを受信するタイミングを避けて、スイッチ部 23 S のスイッチングを行うことが望ましい。

【0093】

しかしながら、通信が可能な限りにおいては、MPPT コントローラ 20 S がデータフレームの先頭部分や終端部分を受信するタイミングとスイッチ部 23 S のスイッチングタイミングが重複しても構わない。

【0094】

したがって、通信が可能な限りにおいては、「MPPT コントローラ 20 S がデータフレームの先頭部分や終端部分を受信するタイミングとスイッチ部 23 S のスイッチングタ

10

20

30

40

50

イミングが重複すること」は、「M P P Tコントローラ 2 0 Sがデータを受信するタイミングを避けて、スイッチ部 2 3 Sのスイッチングを行うこと」に含めて考えても良い。

【 0 0 9 5 】

データとスイッチングタイミングの重複量は、通信環境にもよるが、P L C 1フレームの1 0 %程度まで許容できる。

【 0 0 9 6 】

ここでのM P P Tコントローラ 2 0 SからM P P Tコントローラ 2 0 Mへのデータとは、例えばM P P Tコントローラ 2 0 Sの電圧情報及び電流情報である。また、M P P Tコントローラ 2 0 MからM P P Tコントローラ 2 0 Sへのデータとは、M P P Tコントローラ 2 0 Mの最適電圧情報及び最適電流情報である。

10

【 0 0 9 7 】

次に、太陽光発電システム 1におけるデータ通信の通信タイミングについて説明する。

【 0 0 9 8 】

本実施形態では、M P P Tコントローラ 2 0 MとM P P Tコントローラ 2 0 Sとの間では、P L Cフレームを用いてデータが通信される。また、通信方式としては、T D M A / T D D (Time Dimension Multiple Access / Time Division Duplex) 通信を想定している。

【 0 0 9 9 】

まず、太陽光発電システム 1における通信タイミングの第 1 例について説明する。

図 9 は、太陽光発電システム 1における通信タイミングの第 1 例を示す図である。図 9 に示す例では、上り (M P P Tコントローラ 2 0 M → M P P Tコントローラ 2 0 S) / 下り (M P P Tコントローラ 2 0 S → M P P Tコントローラ 2 0 M) で各 1 2 スロットの通信が行われる。つまり、P L Cフレーム 1 フレームは、2 4 個のスロットで構成される。また、P L Cフレーム 1 フレームあたり 1 0 m s e c が割り当てられているので、伝送速度は 1 . 1 5 2 M B P S となる。

20

【 0 1 0 0 】

図 9 に示す例では、スロット (S L) 0 ~ スロット (S L) 1 1 は上り通信に用いられ、S L 1 2 ~ S L 2 3 は下り通信に用いられる。ここでは、S L 0 において、M P P Tコントローラ 2 0 Mからのデータとしてのビーコン信号 B S が伝送される。また、例えば、S L 1 2 において、M P P Tコントローラ 2 0 Sからのデータとしてのデータ信号 D S が伝送される。なお、ビーコン信号 B S は、各 M P P Tコントローラ 2 0 S による通信を制御するための信号であり、定期的に送信される。

30

【 0 1 0 1 】

ここで、ビーコン信号 B S には、各 M P P Tコントローラ 2 0 S に割り当てるスロットのスロット番号の情報、各 M P P Tコントローラ 2 0 S に電圧情報及び電流情報を要求するための情報、各 M P P Tコントローラ 2 0 S から送信される電圧情報及び電流情報に対する最適電圧情報及び最適電流情報、などが含まれる。また、データ信号 D S には、M P P Tコントローラ 2 0 S の電圧情報及び電流情報が含まれる。

【 0 1 0 2 】

さらに、ビーコン信号 B S の送信タイミングを示す情報 (例えば、送信間隔の情報、送信時刻の情報) が、ビーコン信号 B S に含まれてもよい。この場合、M P P Tコントローラ 2 0 S は、このビーコン信号 B S を受信することで、ビーコン信号 B S の送信タイミングを知ることができる。したがって、M P P Tコントローラ 2 0 S は、ビーコン信号 B S の送信タイミングに対応する受信タイミングとスイッチ部 2 3 S のスイッチングタイミングとが重複しないように調整することができる。なお、M P P Tコントローラ 2 0 S の M P U 2 6 は、例えば過去の送信タイミングと受信タイミングとの差を算出して履歴として保持しておくことで、送信タイミングに対応する受信タイミングを容易に認識可能である。

40

【 0 1 0 3 】

なお、送信されるビーコン信号 B S にビーコン信号 B S の送信タイミングを示す情報を

50

含めるのではなく、M P P Tコントローラ 2 0 S が、あらかじめ通信部 2 5 のメモリ 2 2 0 等に送信タイミングを示す情報又は送信タイミングに対応する受信タイミングを保持しておいてもよい。

【 0 1 0 4 】

M P P Tコントローラ 2 0 S は、このような送信タイミングに対応する受信タイミング避けて、スイッチ部 2 3 S のオンオフ制御を行う。

【 0 1 0 5 】

図 1 0 は、太陽光発電システム 1 における通信タイミングとスイッチングタイミングとの関係の一例を示す図である。

【 0 1 0 6 】

M P P Tコントローラ 2 0 S によるデータ受信時にスイッチングノイズが発生すると、スイッチングノイズの影響を受けやすい。そこで、図 1 0 に示すように、M P P Tコントローラ 2 0 S のM P U 2 6 は、M P P Tコントローラ 2 0 M によるビーコン信号 B S の送信タイミングと、スイッチ部 2 3 S がオフであるタイミングの区間（オフタイミング区間 O F F ）と、を同期させる。つまり、M P U 2 6 は、ビーコン信号 B S の送信タイミングとスイッチ部 2 3 S のオフタイミング区間 O F F とが重複するよう、スイッチ部 2 3 S のオンオフ制御を行う。

【 0 1 0 7 】

また、スイッチ部 2 3 S のオフタイミング区間 O F F がビーコン信号 B S のスロット時間（時間幅）以下である場合、M P U 2 6 は、M P P Tコントローラ 2 0 M によるビーコン信号の送信タイミングと、スイッチ部 2 3 S がオンであるタイミングの区間（オンタイミング区間 O N ）と、を同期させてもよい。つまり、M P U 2 6 は、スイッチ部 2 3 S のオフタイミング区間 O F F が所定時間未満である場合には、ビーコン信号 B S の送信タイミングとスイッチ部 2 3 S のオンタイミング区間 O N とが重複するよう、スイッチ部 2 3 S のオンオフ制御を行ってもよい。

【 0 1 0 8 】

また、スイッチ部 2 3 S のオフタイミング区間 O F F とは無関係に、スイッチ部 2 3 S のオンタイミング区間 O N がビーコン信号 B S のスロット時間以上である場合には、M P U 2 6 は、M P P Tコントローラ 2 0 M によるビーコン信号 B S の送信タイミングと、スイッチ部 2 3 S のオンタイミング区間 O N と、を同期させてもよい。つまり、M P U 2 6 は、スイッチ部 2 3 S のオンタイミング区間 O N が所定時間以上である場合には、ビーコン信号 B S の送信タイミングとスイッチ部 2 3 S のオンタイミング区間 O N とが重複するよう、スイッチ部 2 3 S のオンオフ制御を行ってもよい。

【 0 1 0 9 】

なお、先の説明では、M P P Tコントローラ 2 0 M によりビーコン信号 B S が送信されることを想定したが、M P P Tコントローラ 2 0 M により他のデータを送信する場合であっても、同様の同期処理を行うことが好ましい。

【 0 1 1 0 】

ここで、太陽光発電システム 1 におけるデータ通信の通信シーケンスの一例について説明する。

【 0 1 1 1 】

まず、M P P Tコントローラ 2 0 M の通信部 2 5 は、起動してから所定のタイミングで、電力線 P L を介して、ビーコン信号 B S を各M P P Tコントローラ 2 0 S へ送信する。各M P P Tコントローラ 2 0 S の通信部 2 5 は、電力線 P L を介して、上記の所定のタイミングに同期してビーコン信号 B S を受信する。そして、各M P P Tコントローラ 2 0 S のM P U 2 6 は、受信されたビーコン信号 B S に基づいて、スイッチ部 2 3 S のオンオフ制御を行う。ビーコン信号 B S には、各M P P Tコントローラ 2 0 S が異なるタイミングでオンオフ制御を行うよう指示する情報が含まれているので、M P P Tコントローラ 2 0 S は、各々自律分散的にスイッチ部 2 3 S のオンオフ制御を行うことになる。

【 0 1 1 2 】

次に、太陽光発電システム 1 における通信タイミングの第 2 例について説明する。

図 1 1 は、太陽光発電システム 1 における通信タイミングの第 2 例を示す図である。図 1 1 に示す例では、フレーム毎（例えば 1 0 m s 毎）に M P P T コントローラ 2 0 M と M P P T コントローラ 2 0 S とが通信する。また、子機としての M P P T コントローラ 2 0 S は 2 4 台設置されている。また、1 セット（S e t）は、2 4 個の P L C フレームで構成される。なお、1 セットとは、接続可能な端末台数を意味する。また、P L C フレーム 1 フレームは、2 4 個の-slot で構成される。

【 0 1 1 3 】

例えば、フレーム 0（F R 0）では、M P P T コントローラ 2 0 M と第 1 の M P P T コントローラ 2 0 S とが通信し、フレーム 1（F R 1）では、M P P T コントローラ 2 0 M と第 2 の M P P T コントローラ 2 0 S とが通信する。このように、フレーム番号と M P P T コントローラ 2 0 S を識別するための識別番号とを対応させてもよい。また、例えば、ビーコン信号 B S は、slot 0（S L 0）で M P P T コントローラ 2 0 M により送信され、ビーコン信号 B S に対する応答信号としてのデータ信号 D S は、slot 1 2 で M P P T コントローラ 2 0 S により送信される。

【 0 1 1 4 】

なお、本通信例では、ビーコン信号 B S には、slot 番号の代わりに又は slot 番号とともに、各 M P P T コントローラ 2 0 S に割り当てたフレーム番号の情報が含まれる。

【 0 1 1 5 】

また、M P P T コントローラ 2 0 S の台数を増加する場合には、M P P T コントローラ 2 0 S の M P U 2 6 は、P L C フレームの周期を短くしたり（つまり slot の時間区間を小さくしたり）、P L C フレーム内の slot 数を減少させることで、1 セットあたりの P L C フレーム数を増やしてもよい。

【 0 1 1 6 】

次に、太陽光発電システム 1 における通信タイミングの第 3 例について説明する。

図 1 2 は、太陽光発電システム 1 における通信タイミングの第 3 例を示す図である。図 1 2 に示す例では、slot 毎に M P P T コントローラ 2 0 M と M P P T コントローラ 2 0 S とが通信する。また、子機としての M P P T コントローラ 2 0 S は 1 2 台設置されている。また、P L C フレーム 1 フレームは、2 4 個の slot で構成され、例えば 1 0 m s である。

【 0 1 1 7 】

また、M P P T コントローラ 2 0 M の通信部 2 5 は、ビーコン信号 B S とは別に、又はビーコン信号 B S に重畳させて、各 M P P T コントローラ 2 0 S に対するデータ信号 D S M（D S M 1、D S M 2、・・・）を送信する。一方、M P P T コントローラ 2 0 S の通信部 2 5 は、データ信号 D S M に対する応答信号としてのデータ信号 D S S（D S S 1、D S S 2、・・・）を送信する。

【 0 1 1 8 】

例えば、slot 2（S L 2）では、M P P T コントローラ 2 0 M から第 1 の M P P T コントローラ 2 0 S へデータ信号 D S M 1 が通信され、slot 1 0（S L 1 0）では、M P P T コントローラ 2 0 M から第 2 の M P P T コントローラ 2 0 S へデータ信号 D S M 2 が通信される。また、slot 1 4（S L 1 4）では、第 1 の M P P T コントローラ 2 0 S から M P P T コントローラ 2 0 M へデータ信号 D S S 1 が通信され、slot 2 2（S L 2 2）では、第 2 の M P P T コントローラ 2 0 S から M P P T コントローラ 2 0 M へデータ信号 D S S 2 が通信される。このように、slot 番号と M P P T コントローラ 2 0 S を識別するための識別番号とを対応させてもよい。

【 0 1 1 9 】

また、M P P T コントローラ 1 0 S の台数を増加する場合には、M P P T コントローラ 1 0 S の M P U 2 6 は、1 セットあたりの P L C フレーム数を減らして、1 フレームあたりの slot 数を増やしてもよい。

【 0 1 2 0 】

ここで、データ信号 D S M には、M P P T コントローラ 2 0 S に割り当てるスロットのスロット番号の情報、M P P T コントローラ 2 0 S に電圧情報及び電流情報を要求するための情報、M P P T コントローラ 2 0 S から送信される電圧情報及び電流情報に対する最適電圧情報及び最適電流情報、などが含まれる。また、データ信号 D S S には、M P P T コントローラ 2 0 S の電圧情報及び電流情報が含まれる。

【 0 1 2 1 】

さらに、M P P T コントローラ 2 0 M の送信タイミングを示す情報（例えば、送信間隔の情報、送信時刻の情報）が、データ信号 D S M に含まれてもよい。送信タイミングとは、他の M P P T コントローラ 2 0 S を含む全ての M P P T コントローラ 2 0 S に対する送信タイミングを含むものでもよいし、個別の M P P T コントローラ 2 0 S に対する送信タイミングのみを含むものでもよい。この場合、M P P T コントローラ 2 0 S は、このデータを受信することで、M P P T コントローラ 2 0 M による送信タイミングを知ることができる。したがって、M P P T コントローラ 2 0 S は、M P P T コントローラ 2 0 M による送信タイミングに対応する受信タイミングとスイッチ部 2 3 S のスイッチングタイミングとが重複しないように調整することができる。

10

【 0 1 2 2 】

なお、データ信号 D S M に送信タイミングを示す情報を含めるのではなく、M P P T コントローラ 2 0 S が、あらかじめ通信部 2 5 のメモリ 2 2 0 等に送信タイミングを示す情報又は送信タイミングに対応する受信タイミングを保持しておいてもよい。

20

【 0 1 2 3 】

また、各スロットは、データを通信するための時間区間の一例であり、M P P T コントローラ 2 0 M の M P U 2 6 が、どのスロットを、どの M P P T コントローラ 2 0 S に割り当てるかを決定する。そして、M P P T コントローラ 2 0 S の M P U 2 6 は、割り当てられた通信可能なスロットを避けて、つまりスロットとスイッチングタイミングとが重複しないように、スイッチ部 2 3 S のオンオフ制御を行う。

【 0 1 2 4 】

このような本実施形態の太陽光発電システム 1 によれば、M P P T コントローラ 2 0 M による送信タイミングに対応する M P P T コントローラ 2 0 S による受信タイミングを避けて、M P P T コントローラ 2 0 S の M P U 2 6 がスイッチ部 2 3 S のオンオフ制御を行うことで、特別にスイッチングノイズを検出するための装置を必要とせずに、確実な電力線通信を行うことができる。

30

【 0 1 2 5 】

さらに、先に説明した以外に、M P P T コントローラ 2 0 S の M P U 2 6 は、以下のような制御を行ってもよい。

【 0 1 2 6 】

M P P T コントローラ 2 0 S の M P U 2 6 は、M P P T コントローラ 2 0 M へ送信すべきデータを複数回送信するよう通信部 2 5 を制御してもよい。これにより、ロバストな通信を行うことができる。

【 0 1 2 7 】

また、M P P T コントローラ 2 0 S が送信すべきデータの情報量が大きい場合には、M P U 2 6 は、複数フレーム（例えばフレーム 0 とフレーム 1 ）に分けて送信するように通信部 2 5 を制御してもよいし、他のスロット（例えばスロット 0 及びスロット 1 2 以外のスロット）を用いて送信するように通信部 2 5 を制御してもよい。

40

【 0 1 2 8 】

また、M P P T コントローラ 2 0 S から M P P T コントローラ 2 0 M へのデータ送信は、M P U 2 6 が、所定のタイミングで毎回行うように通信部 2 5 を制御してもよいし、状態（ここでは、第 1 電圧センサ 2 1 により検出される電圧又は電流センサ 2 2 により検出される電流）が変化したときにのみ行うように通信部 2 5 を制御してもよい。

【 0 1 2 9 】

50

また、状態が変化しない場合には、MPU26が、MPPTコントローラ20Sの動作モードをスリープモードに変更してもよい。スリープモードでは、MPU26が、定期的に起動して状態に変化があるか否かを判定し、この判定時以外にはMPPTコントローラ20Sの動作を間欠的に行う、もしくは動作を停止させる。これにより、状態が常時変化する場合には通信部25によるデータ送信を毎回行い、状態が変化しない場合にはスリープモードに遷移して電力消費を低減させることができる。

【0130】

このように、MPU26は、第1電圧センサ21より検出された電圧と電流センサ22により検出された電流とが不変である場合には、スイッチ部23Sのオンオフ制御の頻度を低減させてもよい。

10

【0131】

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2011年3月10日出願の日本特許出願No.2011-053203に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

【産業上の利用可能性】

【0132】

本発明は、スイッチングノイズの検出を必要とせずに、確実な電力線通信を行うことができる電力線通信装置、電力線通信システム、及び電力線通信プログラム等に有用である。

20

【符号の説明】

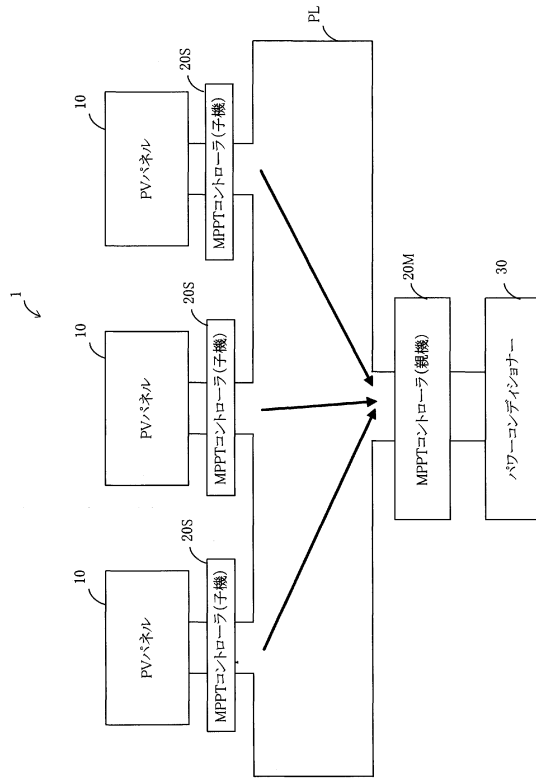
【0133】

- 1 太陽光発電システム
- 10 PVパネル
- 20 MPPTコントローラ
- 20M MPPTコントローラ（親機）
- 20S MPPTコントローラ（子機）
- 30 パワーコンディショナー
- 21 第1電圧センサ
- 22 電流センサ
- 23 DC/DCコンバータ
- 23S スwitch部
- 24 第2電圧センサ
- 25 通信部26 MPU
- 210 メインIC
- 211 CPU
- 212 PLC・MACブロック
- 213 PLC・PHYブロック
- 214 DAC
- 215 ADC
- 216 VGA
- 220 メモリ
- 230 LPF
- 240 BPF
- 250 ドライバIC
- 260 カプラ
- PL 電力線

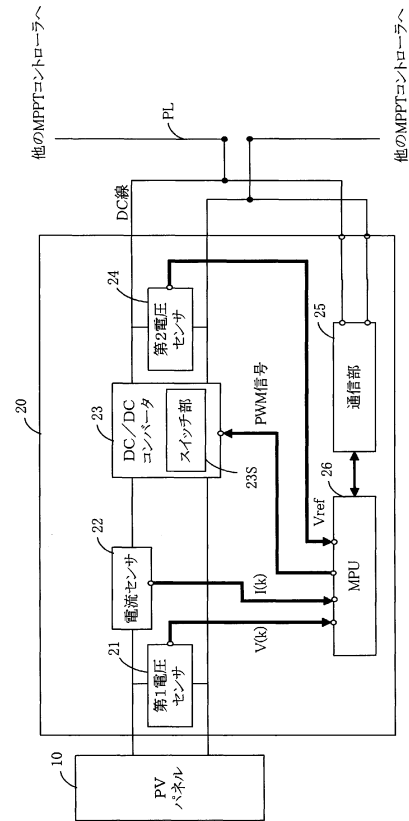
30

40

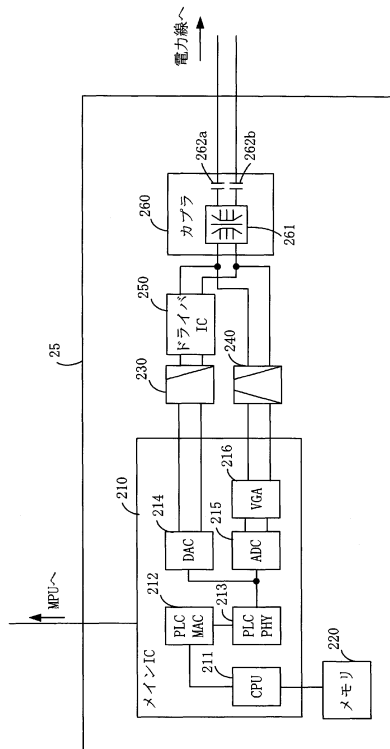
【図 1】



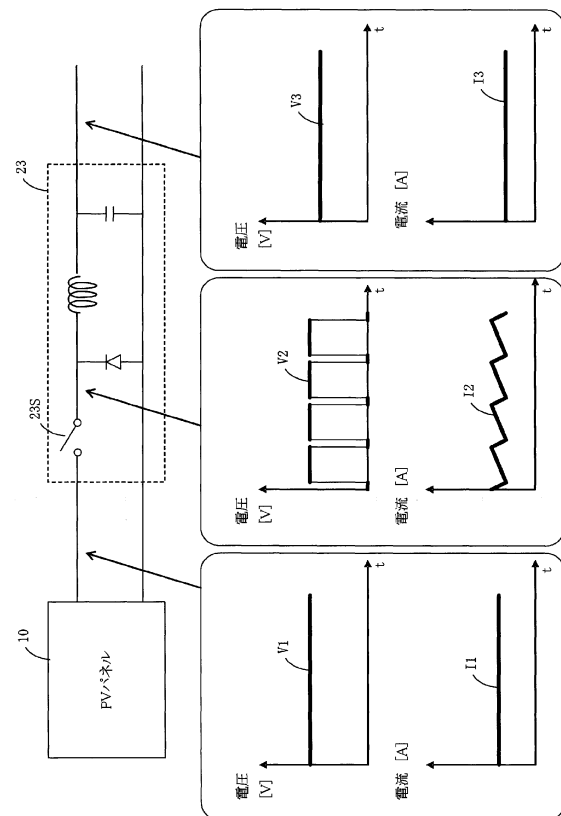
【図 2】



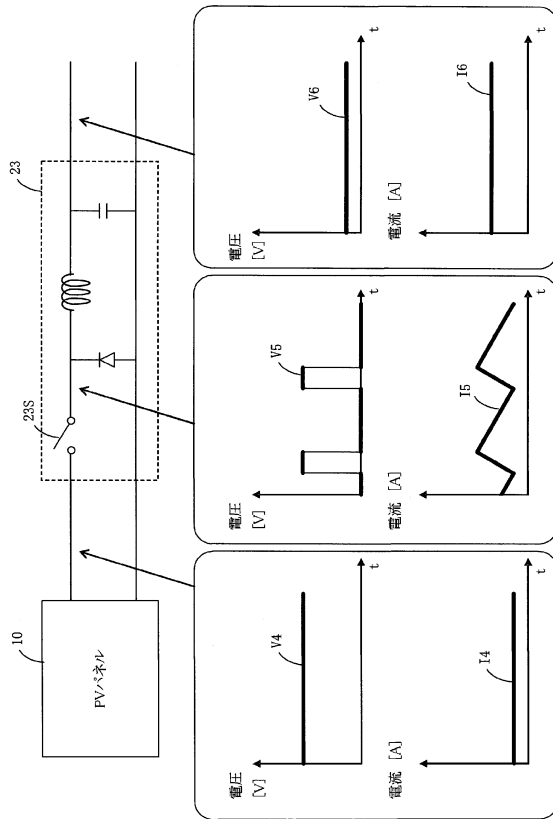
【図 3】



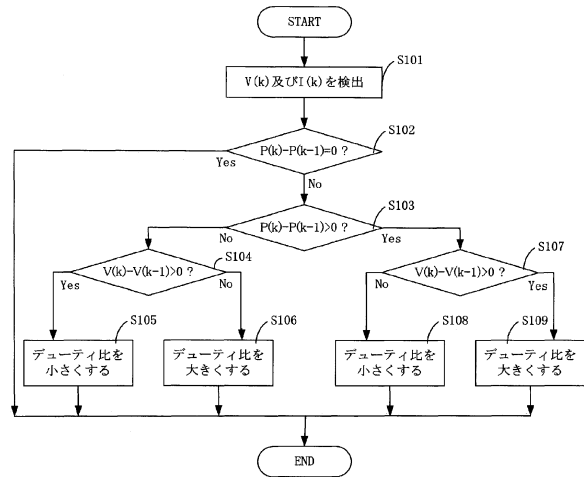
【図 4】



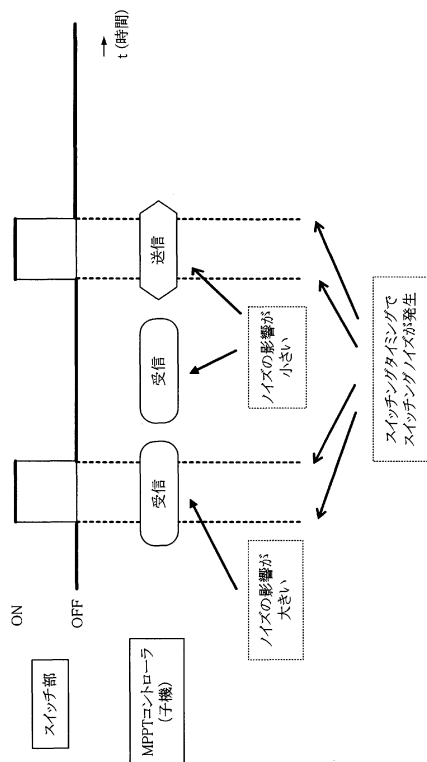
【図 5】



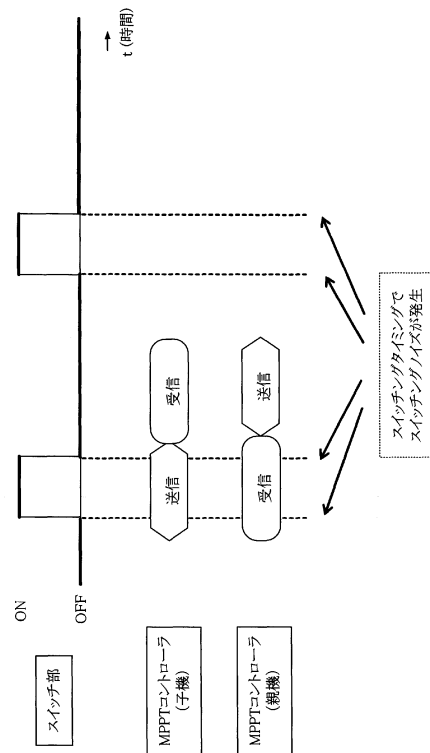
【図 6】



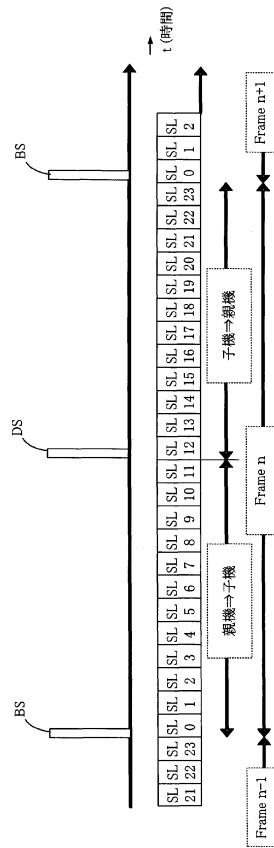
【図 7】



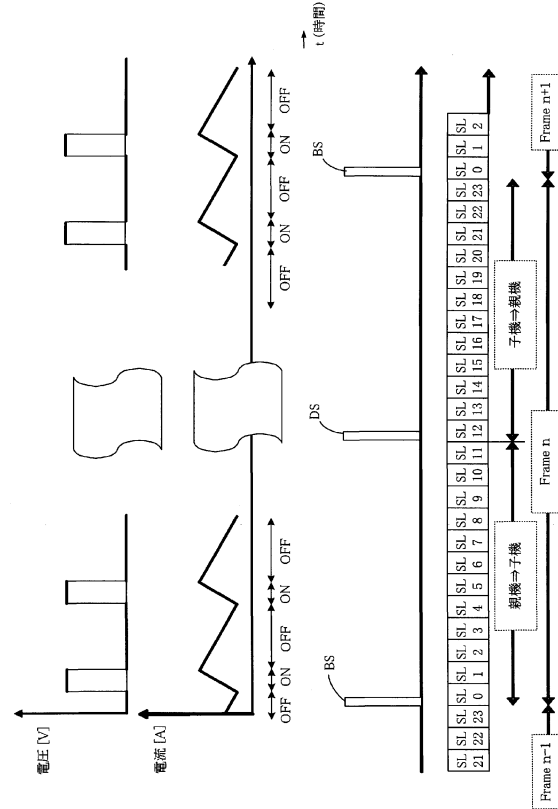
【図 8】



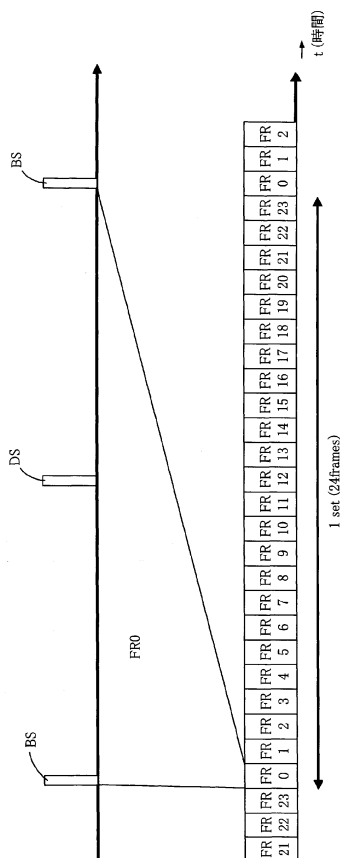
【図 9】



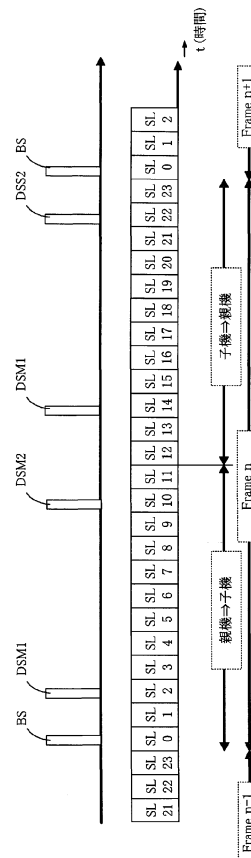
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 古賀 久雄

福岡県福岡市博多区美野島四丁目1番62号 パナソニックシステムネットワークス株式会社内

審査官 前田 典之

(56)参考文献 米国特許出願公開第2010/0198424(US, A1)

米国特許出願公開第2010/0181830(US, A1)

国際公開第2011/016466(WO, A1)

特開2006-320182(JP, A)

Eduardo Roman, et al., Intelligent PV Module for Grid-Connected PV Systems, IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, 米国, IEEE, 2006年6月, Vol.53, Issue.4, pages.1066-1073

Chihchiang Hua, et al., Implementation of a DSP-controlled photovoltaic system with peak power tracking, IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, 米国, IEEE, 1998年2月, Vol.45, Issue.1, pages.99-107

X.Zhang, et al., Design of Single Phase Grid-connected Photovoltaic Power Plantbased on String Inverters, Industrial Electronics and Applications, 米国, IEEE, 2006年5月24日, pages.1-5

Hiroataka Koizumi, et al., A Novel Microcontroller for Grid-Connected Photovoltaic Systems, IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, 米国, IEEE, 2006年12月, Vol.53, No.6, pages.1889-1897

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 3/54

H02J 13/00