

(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2017-138212

(P2017-138212A)

(43) 公開日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 15/18 (2006.01)	GO 1 R 15/18 B	2 G 0 2 5
GO 1 R 19/00 (2006.01)	GO 1 R 19/00 A	2 G 0 3 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-19516 (P2016-19516)
 (22) 出願日 平成28年2月4日 (2016.2.4)

(71) 出願人 000010098
 アルプス電気株式会社
 東京都大田区雪谷大塚町1番7号
 (72) 発明者 杉山 幸一
 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ
 ス電気株式会社内
 Fターム(参考) 2G025 AA16 AB14 AC01
 2G035 AA20 AA26 AB07 AC03 AD03
 AD04 AD10 AD14 AD16 AD20
 AD28 AD47 AD66

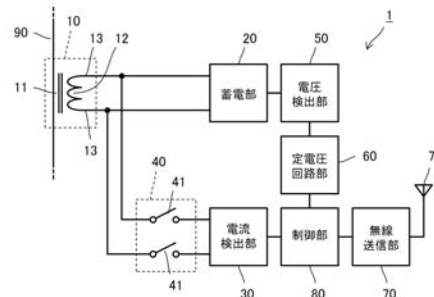
(54) 【発明の名称】 自己給電型の電流センサ

(57) 【要約】

【課題】管理が容易で、電流検出部の動作を安定させたり、電流検出の精度を高めたりし易い自己給電型の電流センサを提供する。

【解決手段】電流検出の検出対象90に取り付け可能なセンサ部10と、センサ部10に接続されて検出対象90を流れる電流を検出する電流検出動作を行う電流検出部30と、センサ部10を介して検出対象90から得られた電力を蓄電する蓄電動作を行う蓄電部20と、電流検出部30の制御を行う制御部80とを備えた自己給電型の電流センサ1であって、制御部80は、検出された電流の大きさに基いて、検出された電流の大きさが小さくなる程電流検出動作の周期である検出周期が長くなり、検出された電流の大きさが大きくなる程検出周期が短くなるように検出周期を決定し、決定された検出周期に従って電流検出部30に電流検出動作を周期的に繰り返させることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電流検出の検出対象に取り付け可能なセンサ部と、
前記センサ部を介して前記検出対象から得られた電力を蓄電する蓄電動作を行う蓄電部と、

前記センサ部に接続されて前記検出対象を流れる電流を検出する電流検出動作を行う電流検出部と、

前記電流検出部の制御を行う制御部とを備えた自己給電型の電流センサであって、
前記制御部は、

検出された前記電流の大きさに基いて、前記電流の大きさが小さくなる程前記電流検出動作の周期である検出周期が長くなり、前記電流の大きさが大きくなる程前記検出周期が短くなるように前記検出周期を決定し、

決定された前記検出周期に従って前記電流検出部に前記電流検出動作を繰り返させることを特徴とする自己給電型の電流センサ。

【請求項 2】

前記制御部は、

前記電流検出部に前記電流の初期検出を行わせる第 1 のステップと、

前記初期検出において検出された前記電流の大きさに基いて前記検出周期を決定する第 2 のステップと、

決定された前記検出周期に従って前記電流検出部に前記電流検出動作を繰り返させる第 3 のステップとを含む手順に従って、

前記電流検出部に前記電流検出動作を行わせることを特徴とする請求項 1 に記載の自己給電型の電流センサ。

【請求項 3】

前記センサ部と前記電流検出部との接続状態を前記検出周期に合わせて切り替える切替回路部を更に備えていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の自己給電型の電流センサ。

【請求項 4】

前記電流の検出結果を含むデータを外部に無線送信する無線送信部を更に備え、

前記制御部は、検出された前記電流の大きさに合わせて、前記データの無線送信の周期を変化させることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の自己給電型の電流センサ。

【請求項 5】

前記電流検出部は、電流検出用の検出抵抗を有し、

前記制御部は、検出された前記電流の大きさに合わせて前記検出抵抗の抵抗値を変化させることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の自己給電型の電流センサ。

【請求項 6】

前記電流検出部は、信号増幅用の増幅回路を有し、

前記制御部は、検出された前記電流の大きさに合わせて前記増幅回路の利得を変化させることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の自己給電型の電流センサ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、自己給電型の電流センサに関し、特に、センサ部と、蓄電動作を行う蓄電部と、電流検出動作を行う電流検出部と、電流検出部の制御を行う制御部とを備えた自己給電型の電流センサに関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

近年、交流電力供給用の配線等の検出対象を流れる電流を検出するための電流センサとして、電流検出の検出対象に取り付け可能なセンサ部と、センサ部を介して検出対象から得られた電力を蓄電する蓄電動作を行う蓄電部と、センサ部に接続されて検出対象を流れる電流を検出する電流検出動作を行う電流検出部と、電流検出部の制御を行う制御部とを備え、検出対象から得られた電力を利用して検出対象を流れる電流の検出を行う電池交換が不要な自己給電型の電流センサが提案されている。

【0003】

従来の自己給電型の電流センサに関しては、特許文献1等が開示されている。以下、従来の自己給電型の電流センサの構成について、図10を用いて説明する。図10は、従来の自己給電型の電流センサの構成を示す説明図であり、特許文献1に係る電流測定装置540の構成を示している。

10

【0004】

電流測定装置540は、図10に示すように、蓄電ユニット550と、測定ユニット551とを備えている。蓄電ユニット550は、第1の電流センサ520（センサ部）と、第1の整流回路522と、蓄電回路523（蓄電部）とを有して構成される。測定ユニット551は、第2の電流センサ521（センサ部）と、第2の整流回路527と、抵抗524（検出抵抗）と、集積回路525と、通信用のアンテナ526とを有して構成される。

20

【0005】

第1の電流センサ520は、磁性体コア520Aとコイル520Bとを有して構成され、検出対象をギャップ520Cで挟み込むことができるようになっている。第2の電流センサ521は、磁性体コア521Aとコイル521Bとを有して構成され、検出対象をギャップ521Cで挟み込むことができるようになっている。

【0006】

第1の電流センサ520は、検出対象に取り付けられて、検出対象を流れる電流によって発生する磁気を電気信号に変換している。第1の整流回路522は、第1の電流センサ520が出力した電気信号を整流して蓄電可能な電力に変換している。蓄電回路523は、第1の電流センサ520や第1の整流回路522を介して得られた電力を蓄電すると共に、測定ユニット551に電力を供給している。

30

【0007】

第2の電流センサ521は、第1の電流センサ520と同様に検出対象に取り付けられて、検出対象を流れる電流によって発生する磁気を電気信号に変換している。第2の整流回路527は、第2の電流センサ521が出力した電気信号を整流して直流の電気信号に変換している。抵抗524は第2の整流回路527の出力端子に接続されており、集積回路525は、抵抗524の両端の電圧に基いて検出対象を流れる電流を検出する電流検出動作と、検出回路の出力信号に基いて検出対象を流れる電流の電流値を演算する演算動作と、算出された電流値をアンテナ526を介して外部に無線送信する送信動作と、検出回路や通信回路を制御する制御動作とを行っている。

40

【0008】

電流測定装置540は、このようにして、第1の電流センサ520や第1の整流回路522を介して検出対象から得られた電力を利用して検出対象を流れる電流の検出を行っている。尚、特許文献1では開示されていないが、通常、検出対象を流れる電流を検出する電流検出動作は、一定の検出周期に合わせて周期的に実行される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2014-153184号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、このような電流センサが使用される検出対象を流れる電流は常に一定ではなく、電流センサの設置環境（設置場所や時間帯や検出対象に接続される電気器具等）によって大きく変化する場合がある。しかしながら、従来の電流センサでは、電流検出動作が一定の検出周期に従って繰り返されるので、検出対象を流れる電流の大きさに合わせて電流検出部の電力消費量や電流検出動作の頻度を最適化することができず、それが、電流検出部の動作を不安定にさせたり、電流の検出精度を低下させたりする要因となっていた。

【0011】

すなわち、検出対象を流れる電流が大きい状態に合わせて検出周期を短めに設定すると、検出対象を流れる電流が小さい状態が長時間継続した時には、蓄電部が十分な電力を蓄電できなくなり、電流検出部に供給可能な電力が不足して電流検出部の動作が不安定になる可能性があった。一方、検出対象を流れる電流が小さい状態に合わせて検出周期を長めに設定すると、電力消費量を正確に把握する上で特に重要な状態である検出対象を流れる電流が大きい状態であっても、十分な頻度で電流を検出することができず、電流の検出精度の低下に繋がる可能性があった。

10

【0012】

尚、電流センサの設置環境に合わせて、ユーザが手動で検出周期の切り替え操作を行うことも可能であるが、ユーザの切り替え操作に伴う作業が必要になり、電流センサの管理が煩雑になり易い。

20

【0013】

本発明は、このような従来技術の実情に鑑みてなされたもので、その目的は、管理が容易で、電流検出部の動作を安定させたり、電流検出の精度を高めたりし易い自己給電型の電流センサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

この課題を解決するために、請求項1に記載の自己給電型の電流センサは、電流検出の検出対象に取り付け可能なセンサ部と、前記センサ部を介して前記検出対象から得られた電力を蓄電する蓄電動作を行う蓄電部と、前記センサ部に接続されて前記検出対象を流れる電流を検出する電流検出動作を行う電流検出部と、前記電流検出部の制御を行う制御部とを備えた自己給電型の電流センサであって、前記制御部は、検出された前記電流の大きさに基いて、前記電流の大きさが小さくなる程前記電流検出動作の周期である検出周期が長くなり、前記電流の大きさが大きくなる程前記検出周期が短くなるように前記検出周期を決定し、決定された前記検出周期に従って前記電流検出部に前記電流検出動作を繰り返させることを特徴とする。

30

【0015】

この構成の自己給電型の電流センサでは、検出対象を流れる電流の大きさに合わせて検出周期を変化させることができるので、電流センサの設置環境に合わせて電流検出部の電力消費量や電流検出の頻度を最適化し、電流検出部の動作を安定させたり、電流検出の精度を高めたりすることができるようになる。すなわち、検出対象を流れる電流が小さい状態の時には、検出周期を長くして蓄電部が十分な電力を蓄電するための時間を確保し、それによって電流検出部の動作を安定させることができるようになる。また、検出対象を流れる電流が大きい状態の時には、検出周期を短くして電流検出の頻度を高くし、それによって電流の検出精度を高めることができるようになる。しかも、検出対象の電流の検出と検出周期の決定と電流検出部の制御とを電流センサの内部でまとめて行うことができるので、ユーザが手動で検出周期の切り替え操作を行う際の作業が不要となり、電流センサの管理が容易になる。

40

【0016】

請求項2に記載の自己給電型の電流センサは、前記制御部は、前記電流検出部に前記電流の初期検出を行わせる第1のステップと、前記初期検出において検出された前記電流の

50

大きさに基いて前記検出周期を決定する第2のステップと、決定された前記検出周期に従って前記電流検出部に前記電流検出動作を繰り返させる第3のステップとを含む手順に従って、前記電流検出部に前記電流検出動作を行わせることを特徴とする。

【0017】

この構成の自己給電型の電流センサでは、初期検出の結果に基く設定を行った後は、検出周期の決定や、検出周期の変更に合わせた動作タイミングの変更等を行う必要がなくなり、電流検出動作を行う度に毎回検出周期を決定する場合と比較して、検出周期の決定や、動作タイミングの変更等の回数を削減することができる。その結果、電流センサの管理が更に容易になる。

【0018】

請求項3に記載の自己給電型の電流センサは、前記センサ部と前記電流検出部との接続状態を前記検出周期に合わせて切り替える切替回路部を更に備えていることを特徴とする。

10

【0019】

この構成の自己給電型の電流センサは、センサ部と電流検出部との接続状態を検出周期に合わせて切り替えることによって、蓄電動作時にセンサ部から電流検出部側に不要な電流が流れるのを抑制して蓄電効率を高めることができる。

【0020】

請求項4に記載の自己給電型の電流センサは、前記電流の検出結果を含むデータを外部に無線送信する無線送信部を更に備え、前記制御部は、検出された前記電流の大きさに合わせて、前記データの無線送信の周期を変化させることを特徴とする。

20

【0021】

この構成の自己給電型の電流センサは、無線送信部によって電流検出の結果を含むデータを外部に無線送信することができるので、外部との配線接続が不要となり、電流センサの配置の自由度を高め易くなる。しかも、検出された電流の大きさに合わせてデータの無線送信の周期を変化させることによって、電流センサの設置環境に合わせて無線送信部の電力消費を最適化することができ、無線送信部の動作を安定させ易くなる。しかも、検出された電流の大きさに合わせてデータの無線送信の周期を変化させることによって、電流センサの設置環境に合わせて無線送信部の動作を最適化し、無線送信部の動作を安定させたり、外部への情報伝達をより確実にしたりすることができる。

30

【0022】

請求項5に記載の自己給電型の電流センサは、前記電流検出部は、電流検出用の検出抵抗を有し、前記制御部は、検出された前記電流の大きさに合わせて前記検出抵抗の抵抗値を変化させることを特徴とする。

【0023】

この構成の自己給電型の電流センサでは、制御部が検出された電流の大きさに合わせて検出抵抗の抵抗値を変化させることによって、検出抵抗の両端の電圧を最適化し、電流の検出精度を向上させたり、過電流による検出抵抗の破損を抑制したりすることができる。

【0024】

請求項6に記載の自己給電型の電流センサは、前記電流検出部は、信号増幅用の増幅回路を有し、前記制御部は、検出された前記電流の大きさに合わせて前記増幅回路の利得を変化させることを特徴とする。

40

【0025】

この構成の自己給電型の電流センサでは、制御部が検出された電流の大きさに合わせて増幅回路の利得を変化させることによって、増幅回路の利得を最適化し、電流の検出精度を向上させることができる。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、管理が容易で、電流検出部の動作を安定させたり、電流検出の精度を高めたりし易い自己給電型の電流センサを提供することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の第1実施形態に係る電流センサの回路構成を示す説明図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る蓄電部の回路構成を示す説明図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係る電流検出部の回路構成を示す説明図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係る電流センサの動作手順を示すフローチャートである。

【図5】本発明の第1実施形態に係る制御部の制御動作に関する説明図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る電流検出部の回路構成を示す説明図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係る電流検出部の回路構成を示す説明図である。

【図8】本発明の第1の変形例に係る電流センサの回路構成を示す説明図である。

【図9】本発明の第2の変形例に係る電流センサの回路構成を示す説明図である。

【図10】従来の電流センサの構成を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明の実施形態について図1ないし図9を参照しながら説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る電流センサ1の回路構成を示す説明図である。図2は、本発明の第1実施形態に係る蓄電部20の回路構成を示す説明図である。図3は、本発明の第1実施形態に係る電流検出部30の回路構成を切替回路部40の切替素子ユニット41と共に示す説明図である。

【0029】

図4は、本発明の第1実施形態に係る電流センサ1の動作手順を示すフローチャートである。図5は、本発明の第1実施形態に係る制御部80の制御動作に関する説明図である。図5(a)は、電流値 I_s と検出周期 T_s との関係を示す図である。図5(b)は、蓄電部20の蓄電動作と電流検出部30の電流検出動作と切替回路部40の切替動作との動作タイミングとを示すタイミングチャートである。

【0030】

図6は、本発明の第2実施形態に係る電流検出部130の回路構成を示す説明図である。図7は、本発明の第3実施形態に係る電流検出部230の回路構成を示す説明図である。図8は、本発明の第1の変形例に係る電流センサ301の回路構成を示す説明図である。図9は、本発明の第2の変形例に係る電流センサ401の回路構成を示す説明図である。

【0031】

〔第1実施形態〕

まず、本発明の第1実施形態に係る電流センサ1の構成について、図1ないし図3を用いて説明する。本発明の第1実施形態に係る電流センサ1は、交流電力供給用の配線等の検出対象から得られる電力を利用して検出対象を流れる電流を検出する自己給電型の電流センサであり、図1に示すように、センサ部10と、蓄電部20と、電流検出部30と、切替回路部40と、電圧検出部50と、定電圧回路部60と、無線送信部70と、制御部80とを更に備えている。

【0032】

センサ部10は、CTセンサと呼ばれる検出対象90に取り付け可能な電磁誘導方式のセンサであり、図1に示すように、強磁性体の金属等からなる磁性体コア11と、磁性体コア11に巻かれたコイル12と、コイル12の両端にそれぞれ接続された出力端子13とを有している。磁性体コア11は、検出対象90を取り囲むように検出対象90に取り付けられる。コイル12は、電磁誘導を利用して検出対象90を流れる電流の大きさに応じた電気信号を発生させている。コイル12が発生させた電気信号は、出力端子13から出力される。

【0033】

蓄電部20は、図2に示すように、整流回路21と、蓄電素子22とを有している。整

10

20

30

40

50

流回路 2 1 は、センサ部 1 0 に接続されてセンサ部 1 0 の出力信号を整流して蓄電可能な電気信号に変換している。蓄電素子 2 2 は、整流回路 2 1 の出力信号を他の回路に供給するための電力として蓄電している。整流回路 2 1 は、例えば、ブリッジ接続された 4 つのダイオード素子 2 1 a を有して構成され、蓄電素子 2 2 としては、数百 μ F ないし数 mF 程度の大容量の容量素子が使用される。蓄電部 2 0 は、このようにして、センサ部 1 0 を介して検出対象 9 0 から得られた電力を蓄電する蓄電動作を行っている。蓄電部 2 0 に蓄電された電力は、電圧検出部 5 0 と定電圧回路部 6 0 とを介して制御部 8 0 に供給され、制御部 8 0 から更に電流検出部 3 0 と無線送信部 7 0 とに供給される。

【 0 0 3 4 】

電流検出部 3 0 は、図 3 に示すように、電流検出用の検出抵抗 3 1 と、信号増幅用の増幅回路 3 2 とを有している。検出抵抗 3 1 は、切替回路部 4 0 を介してセンサ部 1 0 に接続され、センサ部 1 0 の出力信号に対応した電圧を検出抵抗 3 1 の両端に発生させている。増幅回路 3 2 は、差動増幅用のアンプ IC 3 2 a に抵抗素子や容量素子を接続してなる差動増幅回路であり、制御部 8 0 から電源電圧 V_{cc} や基準電圧 V_{ref} の供給を受けて検出抵抗 3 1 の両端の電圧を増幅し、電流値を演算するための検出信号として出力している。電流検出部 3 0 は、このようにして、センサ部 1 0 に接続されて検出対象 9 0 を流れる電流を検出する電流検出動作を行っている。電流検出部 3 0 が出力した検出信号は、制御部 8 0 に伝達される。

【 0 0 3 5 】

切替回路部 4 0 は、センサ部 1 0 と電流検出部 3 0 との間に介在して、センサ部 1 0 と電流検出部 3 0 との接続状態を切り替える切替動作を行っている。本実施形態では、切替回路部 4 0 は、図 1 に示すように、センサ部 1 0 と電流検出部 3 0 との間の接続状態を切り替えるための 2 つの切替素子ユニット 4 1 を有して構成される。

【 0 0 3 6 】

切替素子ユニット 4 1 は、図 3 に示すように、Nチャンネル型の一对の MOSFET 素子 4 1 a とショットキーバリア型のダイオード素子 4 1 b を有して構成される。そして、一对の MOSFET 素子 4 1 a のソース端子どうしが互いに接続され、ドレイン端子がそれぞれ他の素子に接続される切替端子となり、ゲート端子どうしが互いに接続されて切替制御用の切替信号 V_{sw} が入力される入力端子となっている。また、ダイオード素子 4 1 b のアノード端子が MOSFET 素子 4 1 a のゲート端子に接続され、カソード端子が MOSFET 素子 4 1 a のソース端子に接続されて、MOSFET 素子 4 1 a のソース端子の電圧とゲート端子の電圧との逆転を防いでいる。

【 0 0 3 7 】

そして、切替回路部 4 0 は、切替信号 V_{sw} に対応して、センサ部 1 0 と電流検出部 3 0 との接続状態を、電流検出部 3 0 がセンサ部 1 0 から切り離された第 1 の接続状態と、電流検出部 3 0 がセンサ部 1 0 に接続された第 2 の接続状態とに切り替えている。尚、本実施形態のような回路構成では、切替信号 V_{sw} が Hi 状態（電位が高い状態）となった時に、センサ部 1 0 と電流検出部 3 0 との接続状態が第 1 の接続状態となり、切替信号 V_{sw} が Lo 状態となった時に、センサ部 1 0 と電流検出部 3 0 との接続状態が第 2 の接続状態となる。

【 0 0 3 8 】

電圧検出部 5 0 は、蓄電部 2 0 の蓄電状態を把握するために蓄電部 2 0 の出力電圧を検出している。定電圧回路部 6 0 は、蓄電部 2 0 の出力電圧を所定の電源電圧に変換している。無線送信部 7 0 は、送信用アンテナ 7 1 を有しており、電流検出部 3 0 によって検出された電流の検出結果を含むデータを送信用アンテナ 7 1 を介して外部に無線送信している。

【 0 0 3 9 】

制御部 8 0 は、MCU (Micro Controller Unit) と呼ばれる制御用の集積回路であり、各種の演算動作や、各種の制御動作を行っている。制御部 8 0 が行う演算動作には、電流検出部 3 0 が出力した検出信号に基づいて検出対象 9 0 を流れる電

10

20

30

40

50

流の大きさに対応した電流値を演算する演算動作や、算出された電流値に基づいて電流検出動作の周期である検出周期を演算し決定する動作等が含まれる。以下、前述した演算動作によって算出された電流の大きさを電流値 I_s とし、前述した演算動作によって決定された検出周期を検出周期 T_s として説明を進める。

【0040】

制御部 80 が行う制御動作には、電流検出部 30 に電源電圧 V_{cc} や基準電圧 V_{ref} を伝達して電流検出部 30 を制御する制御動作や、切替回路部 40 に切替信号 V_{sw} を伝達して切替回路部 40 を制御する制御動作や、無線送信部 70 に電源電圧 V_{cc} や算出された電流値 I_s を伝達して無線送信部 70 を制御する制御動作等が含まれる。

【0041】

次に、本実施形態の自己給電型の電流センサ 1 の動作について、図 4 及び図 5 を用いて説明する。電流センサ 1 の動作は、図 4 に示すような動作となる。まず、ステップ S_{t1} では、制御部 80 が切替回路部 40 にセンサ部 10 と電流検出部 30 との接続状態を第 2 の接続状態に切り替えさせて、電流検出部 30 をセンサ部 10 に接続する。尚、ステップ S_{t1} では、十分な電力が既に蓄電部 20 に蓄電されているものとする。

【0042】

次に、ステップ S_{t2} では、制御部 80 が電流検出部 30 に検出対象 90 を流れる電流の初期検出としての電流検出動作を実行させる。次に、ステップ S_{t3} では、初期検出における電流検出部 30 からの検出信号に基づいて、制御部 80 が初期検出において検出された電流の大きさに対応する電流値として電流値 I_{s0} を演算する。

【0043】

次に、ステップ S_{t4} では、算出された電流値 I_{s0} に基づいて、制御部 80 が検出周期 T_s を決定する。尚、ステップ S_{t4} では、制御部 80 は、図 5 (a) に示すように、電流値 I_{s0} の大きさに基づいて、初期検出において検出された電流の大きさが小さくなる程検出周期 T_s が長くなり、初期検出において検出された電流の大きさが大きくなる程検出周期 T_s が短くなるように検出周期 T_s を演算している。

【0044】

次に、ステップ S_{t5} では、制御部 80 が切替回路部 40 にセンサ部 10 と電流検出部 30 との接続状態を第 1 の接続状態に切り替えさせて、蓄電部 20 をセンサ部 10 に接続する。次に、ステップ S_{t6} では、蓄電部 20 が蓄電動作を実行する。次に、ステップ S_{t7} では、制御部 80 が検出周期 T_s に基づいて検出タイミングとなったか否かを判断する。ステップ S_{t6} において検出タイミングでない場合には、ステップ S_{t6} に戻り、蓄電部 20 の蓄電動作を継続させる。ステップ S_{t6} において検出タイミングとなった場合には、ステップ S_{t8} に移動する。

【0045】

次に、ステップ S_{t8} では、制御部 80 が切替回路部 40 にセンサ部 10 と電流検出部 30 との接続状態を第 2 の接続状態に切り替えさせて、電流検出部 30 をセンサ部 10 に接続する。次に、ステップ S_{t9} では、制御部 80 が電流検出部 30 に電流検出動作を実行させる。次に、ステップ S_{t10} では、電流検出動作と連動して、制御部 80 が電流検出部 30 からの検出信号に基づいて電流値 I_s を演算する。次に、ステップ S_{t11} では、電流検出動作及び電流値 I_s の演算動作と連動して、制御部 80 が無線送信部 70 に電流の検出結果を含むデータを外部に無線送信させる。尚、本実施形態では、無線送信部 70 に無線送信させるデータは、制御部 80 が算出した電流値 I_s に関する情報であるが、無線送信部 70 に無線送信させるデータにそれ以外の情報が含まれていても構わない。

【0046】

次に、ステップ S_{t12} では、電流検出動作を継続するか否かを制御部 80 が判断する。ステップ S_{t12} において電流検出動作を継続する場合には、ステップ S_{t5} に戻り、蓄電部 20 と電流検出部 30 と無線送信部 70 とに蓄電動作と電流検出動作と無線送信動作とを検出周期 T_s に合わせて繰り返しさせる。ステップ S_{t12} において電流検出動作を終了させる場合には、制御部 80 が電流センサ 1 の各回路に所定の機能を停止させて電流

10

20

30

40

50

検出動作が終了する。

【0047】

電流センサ1がこのような手順で動作することによって、図5(b)に示すように、初期検出において検出された電流の大きさに基いて決定された検出周期 T_s に従って切替回路部40が切替動作を繰り返すようになる。そして、切替動作に合わせて蓄電部20が蓄電動作を繰り返し、電流検出部30が電流検出動作を繰り返し、無線送信部70が無線送信動作を繰り返すようになる。

【0048】

尚、前述した手順におけるステップ S_{t1} からステップ S_{t3} までが、制御部80が電流検出部30に電流の初期検出を行わせる第1のステップとなる。また、ステップ S_{t4} が、初期検出において検出された電流の大きさに基いて検出周期 T_s を決定する第2のステップとなる。また、ステップ S_{t5} からステップ S_{t12} までが、決定された検出周期 T_s に従って電流検出部30に電流検出動作を繰り返させる第3のステップとなる。

10

【0049】

次に、本実施形態の効果について説明する。本実施形態の電流センサ1では、検出対象90を流れる電流の大きさに対応した電流値 I_{s0} 合わせて検出周期 T_s を変化させることによって、電流センサ1の設置環境に合わせて電流検出部30の電力消費量や電流検出の頻度を最適化し、電流検出部30の動作を安定させたり、電流検出の精度を高めたりすることができるようになる。すなわち、検出対象90を流れる電流が小さい状態の時には、検出周期 T_s を長くして蓄電部20が十分な電力を蓄電するための時間を確保し、それによって電流検出部30の動作を安定させることができるようになる。また、検出対象90を流れる電流が大きい状態の時には、検出周期 T_s を短くして電流検出の頻度を高くし、それによって電流の検出精度を高めることができるようになる。しかも、検出対象90の電流の検出と検出周期 T_s の決定と電流検出部30の制御とを電流センサ1の内部でまとめて行うことができるので、ユーザが手動で検出周期 T_s の切り替え操作を行う際の作業が不要となり、電流センサ1の管理が容易になる。

20

【0050】

尚、本実施形態の電流センサ1では、初期検出の結果に基いて設定された検出周期 T_s に従って制御部80が電流検出部30に電流検出動作を繰り返させているが、例えば、電流検出動作を行う度に検出周期 T_s を決定し、決定された検出周期 T_s に合わせて電流検出動作や無線送信動作のタイミングを毎回見直しても構わない。しかしながら、電流検出動作を行う度に検出周期 T_s を算出し、電流検出動作や無線送信動作のタイミングを見直した場合には、検出周期 T_s の演算動作や、検出周期 T_s の変更に伴う動作タイミングの変更等を頻繁に行う必要が生じ、電流センサ1の管理が複雑になり易い。

30

【0051】

それに対して、本実施形態の電流センサ1では、制御部80は、電流検出部に電流の初期検出を行わせる第1のステップと、初期検出において検出された電流の大きさに基いて検出周期を決定する第2のステップと、決定された検出周期に従って電流検出部に電流検出動作を繰り返させる第3のステップとを含む手順に従って、検出周期 T_s を変化させているので、初期検出の結果に基く設定を行った後は、検出周期 T_s の決定や、検出周期 T_s の変更に合わせた動作タイミングの変更等を行う必要が無くなり、電流検出動作を行う度に毎回検出周期 T_s を算出する場合と比較して、検出周期 T_s の演算や、動作タイミングの変更等の回数を削減することができる。その結果、電流センサ1の管理が更に容易になる。このような電流センサ1は、電流センサ1を設置した後の設置環境が安定している場合に特に好適である。

40

【0052】

また、本実施形態の電流センサ1では、センサ部10と電流検出部30との接続状態を検出周期 T_s に合わせて切り替えることによって、蓄電動作時にセンサ部10から電流検出部30側に不要な電流が流れるのを抑制して蓄電効率を高めることができる。

【0053】

50

また、本実施形態の電流センサ 1 は、無線送信部 70 によって電流検出の結果を含むデータを外部に無線送信することができるので、外部との配線接続が不要となり、電流センサ 1 の配置の自由度を高め易くなる。しかも、制御部 80 が電流検出動作と連動して無線送信部 70 にデータを無線送信させることによって、初期検出において検出された電流の大きさに合わせてデータ送信の周期を変化させることができるようになる。そして、検出された電流の大きさに合わせてデータ送信の周期を変化させることによって、電流センサ 1 の設置環境に合わせて無線送信部 70 の動作を最適化することができる。すなわち、検出対象 90 を流れる電流が小さい状態の時には、検出周期 T_s と共にデータ送信の周期を長くして蓄電部 20 が十分な電力を蓄電するための時間を確保し、それによって無線送信部 70 の動作を安定させたり、検出対象 90 を流れる電流が大きい状態の時には、検出周期 T_s と共にデータ送信の周期を短くして無線送信の頻度を高くし、それによって外部への情報伝達をより確実に行ったりすることができる。

10

【0054】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態に係る電流センサ 101 の構成について、図6を用いて説明する。尚、本実施形態において、前述した第1実施形態と同一の構成である場合、同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0055】

本発明の第2実施形態に係る電流センサ 101 は、図6に示すように、第1実施形態における電流センサ 1 の電流検出部 30 が電流検出部 130 に置き換わったものであり、電流検出部 130 は、電流検出部 30 の検出抵抗 31 が検出抵抗 131 に置き換わったものである。検出抵抗 131 は、抵抗素子 131a と半導体素子等を用いた切替素子 131b とが直列接続されたものを、複数個並列接続して構成された抵抗値可変型の検出抵抗である。

20

【0056】

そして、本実施形態では、制御部 80 (図示せず) が初期検出において検出された電流の大きさに基いて電流値 I_{s0} を算出し、算出された電流値 I_{s0} に基いて、初期検出において検出された電流の大きさが小さくなる程抵抗値が大きくなり、初期検出において検出された電流の大きさが大きくなる程抵抗値が小さくなるように、検出抵抗 131 の抵抗値 R_s を変化させている。

30

【0057】

次に、本実施形態の効果について説明する。本実施形態の電流センサ 101 では、制御部 80 が初期検出において検出された電流の大きさに合わせて検出抵抗の抵抗値を変化させて検出抵抗の両端の電圧を最適化することができる。すなわち、初期検出において検出された電流の大きさが小さい時には、抵抗値 R_s を大きくし、検出抵抗 131 の両端の電圧を大きくして検出信号の感度を高め、初期検出において検出された電流の大きさが大きい時には、抵抗値 R_s を小さくし、検出抵抗 131 の両端の電圧を小さくして増幅回路の歪みを抑制することができる。その結果、電流の検出精度を向上させることができるようになる。また、初期検出において検出された電流の大きさが大きい時には、抵抗値 R_s を小さくし、検出抵抗 31 の両端の電圧を小さくして、検出抵抗 31 を流れる電流による検出抵抗 31 の発熱とそれに伴う検出抵抗 31 の破損とを抑制することもできる。

40

【0058】

[第3実施形態]

次に、本発明の第2実施形態に係る電流センサ 201 の構成について、図7を用いて説明する。尚、本実施形態において、前述した第1実施形態と同一の構成である場合、同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0059】

本発明の第3実施形態に係る電流センサ 201 は、図7に示すように、第1実施形態における電流センサ 1 の電流検出部 30 が電流検出部 230 に置き換わったものであり、電流検出部 230 は、電流検出部 30 の増幅回路 32 が増幅回路 132 に置き換わったもの

50

である。増幅回路132は、1段目のアンプICであるアンプIC132aと、2段目のアンプICであるアンプIC132bとを有して構成される2段構成の増幅回路である。そして、増幅回路132では、アンプIC132aとアンプIC132bとの両方から出力信号を得ることができるようになっており、どちらの出力信号を検出信号として制御部80(図示せず)に伝達するかによって、増幅回路132の利得を可変することができるようになっている。

【0060】

そして、本実施形態では、制御部80(図示せず)が初期検出において検出された電流の大きさに基いて電流値 I_{s0} を算出し、算出された電流値 I_{s0} に基いて、初期検出において検出された電流の大きさが小さくなる程利得が大きくなり、初期検出において検出された電流の大きさが大きくなる程利得が小さくなるように、増幅回路132の利得を変化させている。

10

【0061】

次に、本実施形態の効果について説明する。本実施形態の電流センサ201では、制御部が初期検出において検出された電流の大きさに合わせて増幅回路の利得を変化させることによって、増幅回路の利得を最適化することができる。すなわち、初期検出において検出された電流の大きさが小さい時には、増幅回路132の利得を大きくして検出信号の感度を高め、初期検出において検出された電流の大きさが大きい時には、増幅回路132の利得を小さくして増幅回路の歪みを抑制することができる。その結果、電流の検出精度を向上させることができるようになる。

20

【0062】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は上記の実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて適宜変更することができる。以下、本発明の変形例について、図7及び図8を用いて説明する。

【0063】

本発明の実施形態において、電流センサ1ないし電流センサ201の各部の回路構成を適宜変更しても構わない。例えば、所定の切替動作が可能ならば、図7に示す第1の変形例に係る電流センサ301のように、センサ部10の一方の出力端子13のみに切替回路部40の切替素子ユニット41を接続し、センサ部10の他方の出力端子13を電流検出部30に直接接続しても構わない。また、図8に示す第2の変形例に係る電流センサ401のように、センサ部10と電流検出部30との間に切替素子ユニット41を介在させると共に、センサ部10と蓄電部20との間に切替素子ユニット42を介在させて、蓄電部20と電流検出部30とのうちのどちらか一方がセンサ部10と接続されるようにしても構わない。

30

【0064】

また、図示しないが、本発明の実施形態において、所定の切替動作が可能ならば、切替回路部40は、前述した以外の回路構成であっても構わないし、切替素子ユニット41に、MOSFET素子ではなく、バイポーラトランジスタ素子や、多数の半導体素子が集積されたスイッチ用ICや、フォトプラのような素子や、電磁式のリレー等を用いても構わない。

40

【0065】

また、本発明の実施形態において、所定の蓄電動作が可能ならば、蓄電部20は、前述した以外の回路構成であっても構わないし、蓄電素子22は、前述した以外の2次電池等の素子であっても構わない。

【0066】

また、本発明の実施形態において、所定の電流検出動作が可能ならば、電流検出部30は、前述した以外の回路構成であっても構わないし、バイポーラトランジスタ素子やFET素子等を用いた増幅回路であっても構わない。また、電流検出部30は、アナログの検出信号ではなくデジタル化された検出信号を出力しても構わない。また、本発明の第2実施形態における検出抵抗131は、連続的に抵抗値を変化させることができる可変抵抗型

50

の素子であっても構わない。また、本発明の第3実施形態における増幅回路232は、利得可変型の増幅回路であっても構わない。

【0067】

また、本発明の実施形態において、確実な蓄電動作が可能ならば、電圧検出部50が無くても構わない。また、制御部80の安定した動作が可能ならば、定電圧回路部60が無くても構わない。また、無線送信部70は電流検出結果以外の情報を無線送信しても構わないし、有線で外部への情報伝達が可能ならば、無線送信部70は無くても構わない。

【0068】

また、本発明の実施形態において、所定の機能を実現できるのであれば、電流センサ1を前述した以外の手順に従って動作させても構わない。例えば、電流センサ1を設置した後の設置環境が頻繁に変化する場合には、電流検出動作を行う度に、検出周期 T_s の算出と、電流検出動作や無線送信動作のタイミングの見直とを毎回行っても構わない。また、複数回電流検出動作を行う度に、検出周期 T_s の算出と、電流検出動作や無線送信動作のタイミングの見直とを定期的に行っても構わない。第2実施形態における検出抵抗131の抵抗値 R_s の変化や、第3実施形態における増幅回路232の利得の変化の頻度についても同様である。

10

【0069】

また、本発明の実施形態では、制御部80は、図5(a)に示すように、電流値 I_{s0} の変化に対応して検出周期 T_s が階段状に変化するように検出周期 T_s を演算しているが、所定の機能を実現できるのであれば、電流値 I_{s0} の変化に対応して検出周期 T_s が直線的に変化するように検出周期 T_s を演算したり、2次曲線や3次曲線等に沿って変化するように検出周期 T_s を演算したりしても構わない。また、制御部80は、検出周期 T_s を演算によって決定するのではなく、予め電流値 I_{s0} に対応する検出周期 T_s を決めておいたテーブルを記憶素子等に保管し、該テーブルを参照して電流値 I_{s0} から検出周期 T_s を選択し決定しても構わない。

20

【0070】

また、本発明の実施形態において、電流センサ1ないし電流センサ201は、前述した以外の回路を更に備えていても構わない。また、電流センサ1ないし電流センサ201は、前述した以外の用途の検知対象に取り付けられても構わない。

30

【符号の説明】

【0071】

- 1 電流センサ
- 10 センサ部
- 11 磁性体コア
- 12 コイル
- 13 出力端子
- 20 蓄電部
- 21 整流回路
- 21a ダイオード素子
- 21b 容量素子
- 22 蓄電素子
- 30 電流検出部
- 31 検出抵抗
- 32 増幅回路
- 32a アンプIC
- 40 切替回路部
- 41 切替素子ユニット
- 41a MOSFET素子
- 41b ダイオード素子
- 42 切替素子ユニット

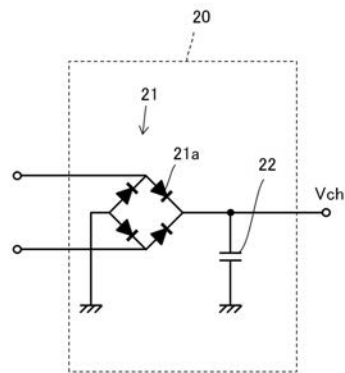
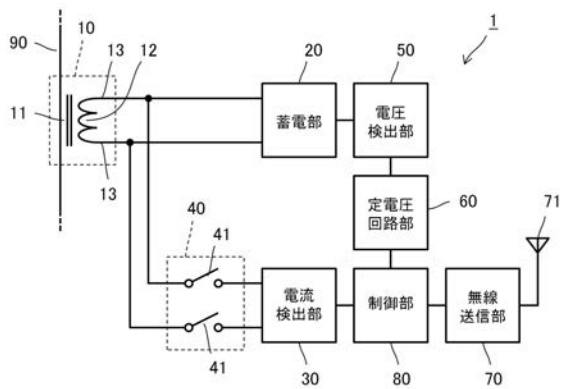
40

50

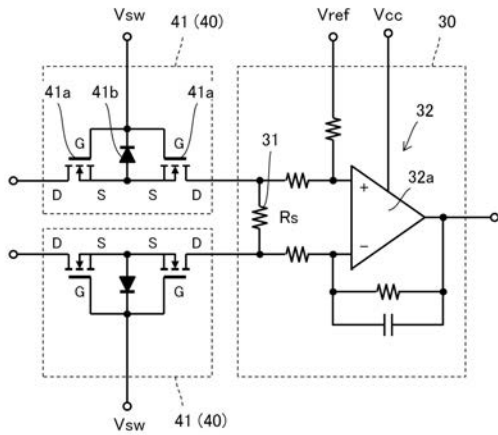
- 5 0 電圧検出部
- 6 0 定電圧回路部
- 7 0 無線送信部
- 7 1 送信用アンテナ
- 8 0 制御部
- 1 0 1 電流センサ
- 1 3 0 電流検出部
- 1 3 1 検出抵抗
- 1 3 1 a 抵抗素子
- 1 3 1 b 切替素子
- 2 0 1 電流センサ
- 2 3 0 電流検出部
- 2 3 2 増幅回路
- 2 3 2 a アンプ I C
- 2 3 2 b アンプ I C
- 3 0 1 電流センサ
- 4 0 1 電流センサ

【 図 1 】

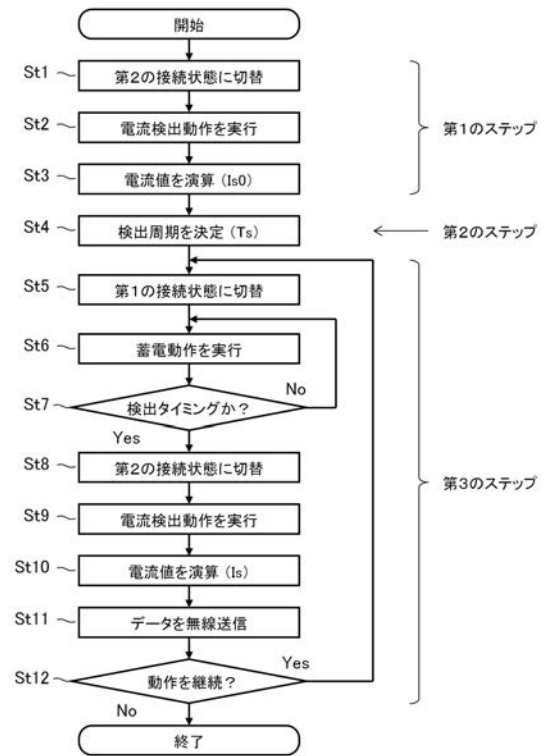
【 図 2 】



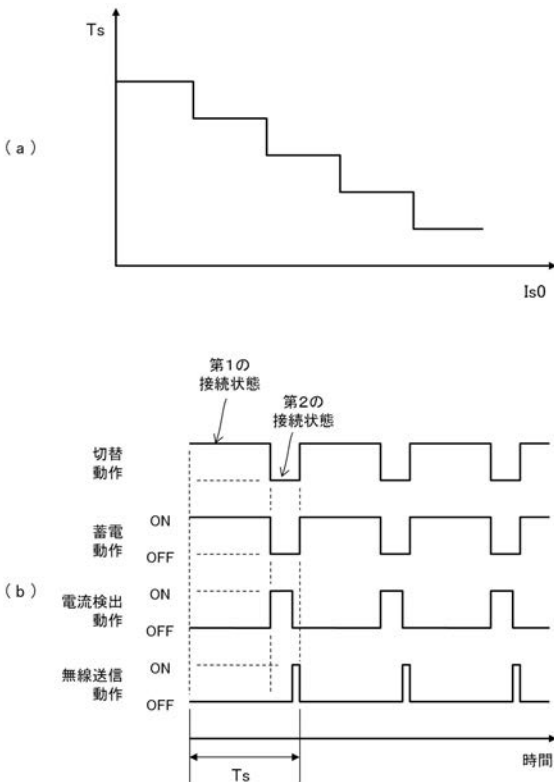
【図3】



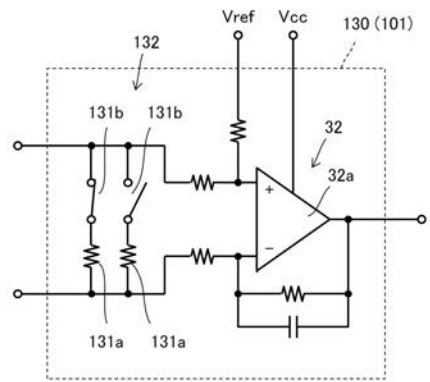
【図4】



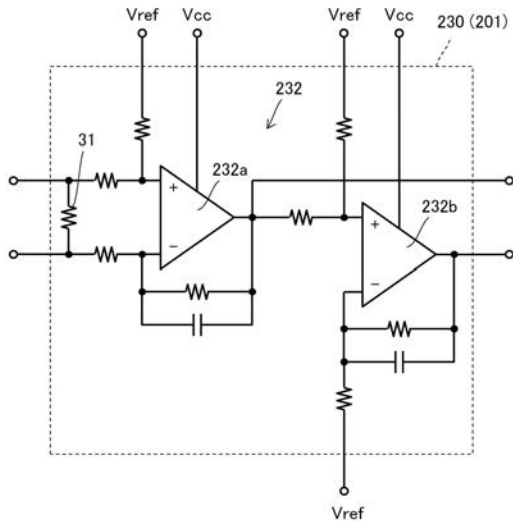
【図5】



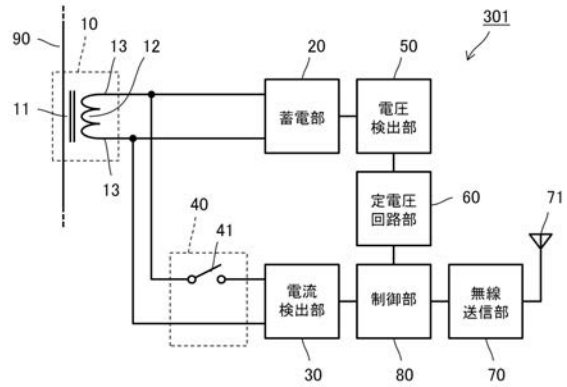
【図6】



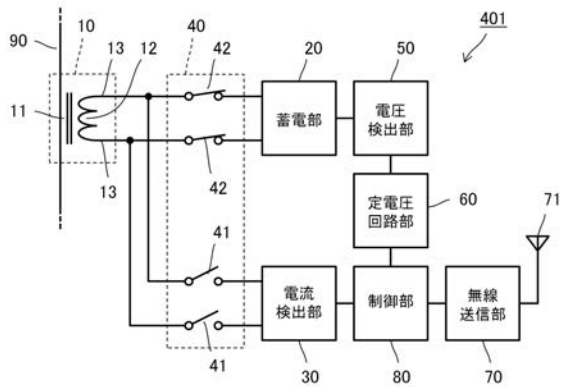
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

