

(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2012-64035
(P2012-64035A)

(43) 公開日 平成24年3月29日 (2012.3.29)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
GO8C	17/00	(2006.01)	G O 8 C 17/00 Z 2 F O 5 6
HO4Q	9/00	(2006.01)	H O 4 Q 9/00 3 1 1 H 2 F O 7 3
GO1D	21/00	(2006.01)	G O 1 D 21/00 G 2 F O 7 6
GO8C	15/00	(2006.01)	G O 8 C 15/00 D 5 K O 4 8
GO1K	1/02	(2006.01)	H O 4 Q 9/00 3 4 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-208452 (P2010-208452)
(22) 出願日 平成22年9月16日 (2010.9.16)

(71) 出願人 000221616
東日本旅客鉄道株式会社
東京都渋谷区代々木二丁目2番2号
(71) 出願人 504173471
国立大学法人北海道大学
北海道札幌市北区北8条西5丁目
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(74) 代理人 100108578
弁理士 高橋 詔男
(74) 代理人 100089037
弁理士 渡邊 隆
(74) 代理人 100094400
弁理士 鈴木 三義

最終頁に続く

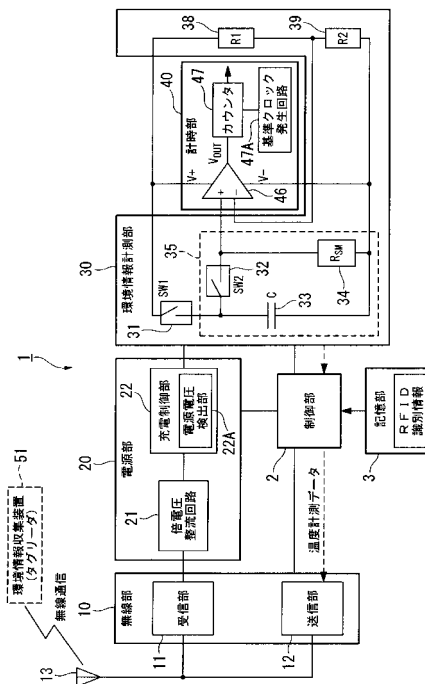
(54) 【発明の名称】 環境情報計測装置、環境情報計測システム、及び環境情報計測方法

(57) 【要約】

【課題】測定対象箇所の環境情報を、低消費電力な回路構成で測定できる環境情報計測装置を提供する。

【解決手段】電源部20は、環境情報収集装置51から受信した電波を基に電源の電力を生成する。サーミスタ R_{SM} は、環境(温度)に応じてインピーダンスが変化する回路素子である。そして、最初に、第1のスイッチSW1を閉、第2のスイッチSW2を開とし、電源部20によりコンデンサCを充電する。次に、第1のスイッチSW1を開、第2のスイッチSW2を閉とし、サーミスタ R_{SM} を通してコンデンサCの放電を開始する。その後、計時部40により、コンデンサCの電位が所定の基準電圧 V_{ref} になるまでの時間(サーミスタの温度により変化する時間)を、計測データとして測定する。この計測データを、通信部10により環境情報収集装置51に送信する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

受信した電波に基づいて、負荷に供給する電源の電力を生成する電源部と、
検出した環境に応じてインピーダンスが変化する回路素子又は静電容量が変化する回路素子のうちいずれかを備える検出部を有しており、前記検出部において形成される回路網の応答特性に応じて変化する信号を出力する環境情報検出部と、
前記信号の電圧が、計測開始から予め定められる検知電圧に達するまでの時間を計測し、前記計測された結果に基づいて前記環境に応じた環境情報を生成する計時部と、
前記環境情報検出部の動作を制御する制御部と、
を備え、
前記負荷には、前記環境情報検出部、前記計時部、及び前記制御部が含まれることを特徴とする環境情報計測装置。

10

【請求項 2】

前記環境に応じて生成された前記環境情報を要求に応じて送信する通信部を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の環境情報計測装置。

【請求項 3】

前記制御部は、
前記生成された電源の電圧に応じて、前記検出部に含まれる容量への充電と、前記計時部による時間の計測とを制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の環境情報計測装置。

20

【請求項 4】

前記制御部は、
前記生成された電源の電圧が、予め定められる所定の充電開始電圧に達した場合、前記検出部に含まれる容量への充電を開始させることを特徴とする請求項 3 に記載の環境情報計測装置。

【請求項 5】

前記計時部は、
前記検出部に含まれる容量からの放電を開始してから、前記信号の電圧が前記検知電圧に低下するまでの時間を計測することを特徴とする請求項 3 から 4 のいずれか 1 項に記載の環境情報計測装置。

30

【請求項 6】

前記環境情報検出部は、
前記電源部から前記検出部に含まれる容量への充電を遮断する第 1 のスイッチと、
前記検出部に含まれる容量からの放電を遮断する第 2 のスイッチと、
を備え、
前記制御部は、
前記容量に充電する場合に、
前記第 1 のスイッチを接続状態にして前記電源部から前記容量への充電を行い、
前記第 2 のスイッチを開放状態にして前記容量からの放電を停止し、
前記容量から放電する場合に、
前記第 1 のスイッチを開放状態にして前記電源部から前記容量への充電を停止し、
前記第 2 のスイッチを接続状態にして前記容量から放電を行い、
ことを特徴とする請求項 3 から 5 のいずれか 1 項に記載の環境情報計測装置。

40

【請求項 7】

前記第 1 のスイッチと前記第 2 のスイッチとにおける接続状態と開放状態は、互いに相補の関係が保たれることを特徴とする請求項 6 に記載の環境情報計測装置。

【請求項 8】

前記計時部は、
前記検出部に含まれる容量から放電を開始する前に、前記容量への充電を行う過程にお

50

いて、前記信号の電圧が前記検知電圧に達してから、前記充電を停止するまでの時間を計測する

ことを特徴とする請求項 3 から 7 のいずれか 1 項に記載の環境情報計測装置。

【請求項 9】

前記環境情報検出部は、

前記検出部に設けられる回路素子に応じて、前記環境における温度、気圧又は湿度のいずれかを検出する

ことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の環境情報計測装置。

【請求項 10】

前記環境情報検出部は、

温度測定対象である電線と熱的に結合するように設けられる

ことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の環境情報計測装置。

【請求項 11】

前記検出した環境情報に基づいて計測された情報を送信する請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の環境情報計測装置と、

前記送信された情報を収集する環境情報収集装置と

を備えることを特徴とする環境情報計測システム。

【請求項 12】

受信した電波に基づいて、負荷に供給する電源の電力を生成する電力生成過程と、

環境情報検出部によって検出した環境に応じてインピーダンス又は静電容量が変化する環境情報検出過程と、

前記環境情報検出部において前記検出部を含んで形成される回路網の応答特性に応じて変化する信号の電圧が、計測開始から予め定められる検知電圧に達するまでの時間を計時部によって計測する時間計測過程と

を含み、

前記負荷には、前記環境情報検出部及び前記計時部が含まれる

ことを特徴とする環境情報計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被測定対象箇所の環境情報を測定することができる、環境情報計測装置、環境情報計測システム、及び環境情報計測方法に関する。

【背景技術】

【0002】

広範囲に分散した測定対象箇所ごとの環境情報をそれぞれ測定することが必要とされる場合がある。測定される環境情報には、温度、湿度、気圧などの情報があり、環境情報計測装置がそれらの情報を測定する。測定する情報に対応できる様々な測定方法が知られている。例えば、温度を測定する場合には、被測定対象の温度を非接触で測定する方法としては、赤外線カメラを用いる方法が知られている（非特許文献 1 を参照）。また、被測定対象に接触して計測する方法には、示温ラベルを用いる方法がある。示温ラベルを用いる方法は、目視で表示色を検出することが必要とされ、示温ラベルを確認できる位置まで測定者が接近して観測している。これらの被測定対象の温度を測定する方法は、間接的な測定であるが気温を測定する方法として用いることができる。

【0003】

ただし、上記のような方法では、測定者による作業が必要になることから、測定対象箇所、測定頻度が多くなる用途や、測定者が接近できない場所の測定には適さない場合がある。そこで、被測定対象に温度センサを接触させて計測する記録装置が開示されている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特許第 3 9 6 6 7 7 9 号公報

【非特許文献】

【 0 0 0 5 】

【非特許文献 1】浜松フォトニクス株式会社、”近赤外～赤外用カメラ/画像計測装置”、[online]、平成 22 年 7 月、浜松フォトニクス株式会社、[平成 22 年 7 月 28 日検索]、インターネット<URL : http://jp.hamamatsu.com/products/camera/0001/index_ja.html>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 0 6 】

ところで、電力系統における送電線や配電線の温度管理（例えば、送電線や配電線等の接続点の温度管理）や、電車線へ電力を供給するためのき電線の温度管理（例えば、き電線の接続点の温度管理）を行うことが求められている。測定対象箇所は、広範囲に分散しており、繰り返して測定することが必要とされ測定頻度の要求も高い。

【 0 0 0 7 】

非特許文献 1 に示されるような赤外線カメラを用いる方法では、測定箇所と被計測対象との間の距離を置いて計測することができる。赤外線カメラを測定箇所ごとに定点設置する場合には、必要とされる設備規模が大きくなり実現困難である。また、赤外線カメラを測定箇所に移動させて測定する場合には、連続的な測定ができなくなり、測定者が、被計測対象に赤外カメラを向けて計測することが必要とされることから、測定箇所ごとの計測時間も長くなる。

20

また、示温ラベルを用いる方法は、目視で表示色を確認できる位置まで測定者が接近して観測することが必要とされることから、充電状態の電線の温度計測には、安全上の理由で適用条件が制限される場合がある。

そこで、特許文献 1 に記載の記録装置を用いることにより、測定者の作業量を低減させるとともに、安全に測定を行うことができる。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、被測定対象箇所（温度測定対象箇所）がさらに増大する場合や、あるいは測定頻度がさらに高めることが必要となる場合がある。このような要求に応じるために、記録した測定データを通信する時間が長くなり、また、環境情報計測装置の消費電力が増加し、大規模な装置が必要となるなど実現が困難な場合が生じる。上記は、温度計測の場合を示したものであるが、被測定対象箇所の環境情報を収集する場合においても同様の問題が生じる。つまり、気温、湿度や気圧などの環境情報を収集する被測定対象箇所（温度測定対象箇所）が多い場合や、あるいは測定頻度が高い場合には、上記のように温度を計測することが困難であるのと同様に実現が困難な場合が生じる。また、気温以外の測定項目の環境情報（湿度、気圧など）の測定においても、同様に実現が困難な場合が生じるという問題がある。

30

【 0 0 0 9 】

本発明は、斯かる実情に鑑みなされたものであり、本発明の目的は、被測定対象箇所の環境情報を測定できる低消費電力な環境情報計測装置、環境情報計測システム及び環境情報計測方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、本発明の環境情報計測装置は、受信した電波に基づいて、負荷に供給する電源の電力を生成する電源部と、検出した環境に応じてインピーダンスが変化する回路素子又は静電容量が変化する回路素子のうちいずれかを備える検出部を有しており、前記検出部において形成される回路網の応答特性に応じて変化する信号を出力する環境情報検出部と、前記信号の電圧が、計測開始から予め定められる検知電圧に達するまでの時間を計測し、前記計測された結果に基づいて前記

50

環境に応じた環境情報を生成する計時部と、前記環境情報検出部の動作を制御する制御部と、を備え、前記負荷には、前記環境情報検出部、前記計時部、及び前記制御部が含まれることを特徴とする。

【0011】

また、本発明の環境情報計測装置は、前記環境に応じて生成された前記環境情報を要求に応じて送信する通信部を備えることを特徴とする。

【0012】

また、本発明の環境情報計測装置は、前記制御部は、前記生成された電源の電圧に応じて、前記検出部に含まれる容量への充電と、前記計時部による時間の計測とを制御することを特徴とする。

10

【0013】

また、本発明の環境情報計測装置は、前記制御部は、前記生成された電源の電圧が、予め定められる所定の充電開始電圧に達した場合、前記検出部に含まれる容量への充電を開始させることを特徴とする。

【0014】

また、本発明の環境情報計測装置は、前記計時部は、前記検出部に含まれる容量からの放電を開始してから、前記信号の電圧が前記検知電圧に低下するまでの時間を計測することを特徴とする。

【0015】

また、本発明の環境情報計測装置は、前記環境情報検出部が、前記電源部から前記検出部に含まれる容量への充電を遮断する第1のスイッチと、前記検出部に含まれる容量からの放電を遮断する第2のスイッチと、を備え、前記制御部は、前記容量に充電する場合に、前記第1のスイッチを接続状態にして前記電源部から前記容量への充電を行い、前記第2のスイッチを開放状態にして前記容量からの放電を停止し、前記容量から放電する場合に、前記第1のスイッチを開放状態にして前記電源部から前記容量への充電を停止し、前記第2のスイッチを接続状態にして前記容量から放電を行い、ことを特徴とする。

20

【0016】

また、本発明の環境情報計測装置は、前記第1のスイッチと前記第2のスイッチとにおける接続状態と開放状態は、互いに相補の関係が保たれることを特徴とする。

【0017】

また、本発明の環境情報計測装置は、前記計時部が、前記検出部に含まれる容量から放電を開始する前に、前記容量への充電を行う過程において、前記信号の電圧が前記検知電圧に達してから、前記充電を停止するまでの時間を計測することを特徴とする。

30

【0018】

また、本発明の環境情報計測装置は、前記環境情報検出部は、前記検出部に設けられる回路素子に応じて、前記環境における温度、気圧又は湿度のいずれかを検出することを特徴とする。

【0019】

また、本発明の環境情報計測装置は、前記環境情報検出部は、温度測定対象である電線と熱的に結合するように設けられることを特徴とする。

40

【0020】

また、本発明の環境情報計測システムは、前記検出した環境情報に基づいて計測された情報を送信する上記のいずれかに記載の環境情報計測装置と、前記送信された情報を収集する環境情報収集装置とを備えることを特徴とする。

【0021】

また、本発明の環境情報計測方法は、受信した電波に基づいて、負荷に供給する電源の電力を生成する電力生成過程と、環境情報検出部によって検出した環境に応じてインピーダンス又は静電容量が変化する環境情報検出過程と、前記環境情報検出部において前記検出部を含んで形成される回路網の応答特性に応じて変化する信号の電圧が、計測開始から予め定められる検知電圧に達するまでの時間を計時部によって計測する時間計測過程とを

50

含み、前記負荷には、前記環境情報検出部及び前記計時部が含まれることを特徴とする。

【発明の効果】

【0022】

本発明の環境情報計測装置においては、電源部が、受信した電波に基づいて、負荷に供給する電源の電力を生成する。環境情報検出部は、検出した環境に応じてインピーダンスが変化する回路素子又は静電容量が変化する回路素子のうちいずれかを備える検出部を有しており、検出部において形成される回路網の応答特性に応じて変化する信号を出力する。計時部は、信号の電圧が、計測開始から予め定められる検知電圧に達するまでの時間を計測し、計測された結果に基づいて前記環境に応じた環境情報を生成する。制御部は、環境情報検出部の動作を制御する。また、上記負荷には、環境情報検出部、計時部、及び制御部が含まれる。

10

これにより、被測定対象箇所の環境情報を低消費電力な回路構成で測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の環境情報計測装置が設備される電車線の例を示す図である。

【図2】本発明の実施形態に係わる環境情報計測装置の構成を示すブロック図である。

【図3】環境情報計測部30の構成例を示す図である。

【図4】環境情報計測装置1の動作を説明するための図である

【図5】受信検出とコンデンサCへの充電タミングの例を示す図である。

20

【図6】サーミスタの温度特性の一例を示す図である。

【図7】倍電圧整流回路21の構成例を示す図である。

【図8】環境情報計測システムの構成例を示す図である。

【図9】環境情報計測部30Aの構成例を示す図である。

【図10】検出部35を等価回路で示した動作モデルを示す図である。

【図11】温度ごとに計算された結果を示す図である。

【図12】環境情報計測部30Aを用いて測定した温度の実測値と理論値とを比較する図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

30

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して説明する。

【0025】

[第1実施形態]

本実施の形態に示す環境情報計測装置は、き電線の接続点（例えば、電線同士を圧着して接続する圧着スリーブ）等に装着されるものであり、通信手段とするRFIDタグを備えている。そして、車上等に設置した環境情報収集装置（タグリーダ）は、環境情報計測装置と無線通信を行うことにより、環境情報計測装置によって計測された環境情報を自動で収集して設備管理を行うものである。最初に、環境情報計測装置が、温度を計測する例をあげて説明する。温度の計測と同様の方法を用いることにより、環境情報計測装置が配置された箇所の気温の測定に適用することができる。

40

【0026】

（環境情報計測装置が設備される例についての説明）

この実施の形態に示す環境情報計測装置は、電力系統における送電線や配電線の温度管理（例えば、配電線や配電線等の接続点の温度管理）や、電車線へ電力を供給するためのき電線の温度管理（例えば、き電線の圧着スリーブ等による接続点の温度管理）を行うために使用されるものである。

【0027】

例えば、図1は、本実施形態における環境情報計測装置が設備される電車線の例を示す図である。電車線100は、き電線101、トロリー線102、補助吊架線103、吊架線104、トロリー線102と補助吊架線103を連結するハンガー105、き電線10

50

1と補助吊架線103を接続するき電分岐部107aを有し、吊架線104は支持点104aにおいて、図示しない電柱に固定されている。き電分岐部107aの一端はき電線101にクランプ108aにより固定されており、き電分岐部107aの他端は補助吊架線103にクランプ108bにより固定されている。

そして、環境情報計測装置1は、き電線101のき電分岐部107aのクランプ108aに装着されている。さらに、環境情報計測装置1は、き電線101の接続点、例えば、圧着スリーブを用いた接続箇所（圧着スリーブ101a）に装着されている。このように装着することにより、環境情報計測装置1は、温度測定対象である電線と熱的に結合するように設けることができる。

【0028】

上記、き電分岐部107aのクランプ108aや、き電線101の接続箇所（圧着スリーブ101a）では、接触抵抗を有しており、常時又は不連続に電流が通過することにより、大なり小なりの熱が発生する。また、その発熱による温度上昇が激しくなくても、長時間にわたり高い温度が続くと、腐蝕、疲労により電気抵抗が増大し、そのまま放置すると発熱により接続箇所の切断が起き、給電に障害が生じることがある。このため、き電分岐部107aや、き電線101の接続箇所101aに環境情報計測装置1を設備して、き電分岐部107aのクランプ108aや、き電線101の接続箇所101aにおける温度上昇を監視する。なお、環境情報計測装置1は、き電分岐部107aのクランプ108aと、き電線101の接続箇所101aとのうちのいずれか一方に設備するようにしてもよい。

【0029】

（環境情報計測装置の構成例の説明）

図2は、本発明の実施形態に係わる環境情報計測装置1の構成を示すブロック図である。この図の環境情報計測装置1は、アンテナ13を通して無線により環境情報収集装置（タグリーダ）51と通信を行う通信部10と、アンテナ13により受信した電波の電力から電源（直流電源）を生成する電源部20と、サーミスタを用いて温度計測を行う環境情報計測部30と、環境情報計測部30において検出された結果に基づいて温度計測データを生成する計時部40と、この環境情報計測装置1の全体を制御する制御部2と、記憶部3とを備えている。

【0030】

なお、この環境情報計測装置1は、通信部、CPU、ROM等と、その他の関連するIC回路（集積回路）とを備え、アンテナ13を通して無線により外部装置と通信を行うパッシブタイプのRFID（Radio Frequency Identification）タグを用いて実現されるものである。なお、RFIDタグは、近年、小さなワンチップのICで実現できるようになってきたため、ICタグとも呼ばれる。

【0031】

通信部10は、受信部11と送信部12とで構成される。受信部11は、アンテナ13を通して、外部装置（環境情報収集装置51）から送られる予め定められた変調方式の電波を受信し、受信した電波を復調して、信号を受信する。また、送信部12は、環境情報計測部30で計測された温度計測データに基づく変調波を生成して、この変調波を増幅して、アンテナ13を通して無線電波として外部装置に送信する。なお、アンテナ13は、RFIDの基板状部材の表面に銅箔のパターン等により形成されるアンテナであり、例えば、アンテナ13の長さは、無線送信周波数の $\lambda/4$ 長となるように形成されている。

【0032】

制御部2は、環境情報計測装置1の各部の動作を統括して制御する。例えば、この制御部2は、環境情報計測部30における温度計測を制御し、また、環境情報計測部30で計測された温度計測データを信号波として無線送信するための制御を行う。なお、この環境情報計測装置1には、それぞれ固有の識別番号（センサID）が付与されており、この識別情報は記憶部3にRFID識別情報として記憶されている。

【0033】

10

20

30

40

50

電源部 20 は、タグリーダ（受信機）50 からアンテナ 13 を通して受信した電波をエネルギー源として、RFID タグ内の各部へ電力を供給するための電源部である。この電源部 20 は、倍電圧整流回路 21 と充電制御部 22 とを備える。倍電圧整流回路 21 は、アンテナ 13 を通して受信した電波を倍電圧整流して直流電圧を生成するとともに、この直流電圧を所望の電圧まで上昇させる。また、充電制御部 22 は、所望の電圧まで上昇させた直流電圧により環境情報計測部 30 内のコンデンサ C などの静電容量成分を充電する。この充電制御部 22 は、倍電圧整流回路 21 により生成された電源電圧の大きさを検出する電源電圧検出部 22 A を備える。

【0034】

この電源電圧検出部 22 A は、図 5 (A) 及び (B) に示すように、無線電波から生成した電源の電圧（電源電圧）が所定の閾値電圧 V_{th1} を超えた場合に、環境情報収集装置（タグリーダ）51 から電波を受信したことを検出し、この受信検出の情報を制御部 2 に通知する。また、電源電圧検出部 22 A は、図 5 (A) に示すように、電源電圧が所定の閾値電圧 V_{th2} （充電開始電圧）を超えた場合に、この情報を制御部 2 に通知する。制御部 2 は、電源電圧検出部 22 A により電源電圧が閾値電圧 V_{th2} （充電開始電圧）を超えたことが検出された場合に、充電制御部 22 により環境情報計測部 30 内のコンデンサ C の充電を開始する。また、コンデンサ C に充電を開始するタイミングは、図 5 (B) に示すように、電源電圧が所定の閾値電圧 V_{th1} を超えた後、制御部 2 において所定時間 T をタイマにより計数し、この所定時間 T の経過後にコンデンサ C への充電を開始するようにしてもよい。なお、倍電圧整流回路 21 の構成例については、後述する。

【0035】

（環境情報計測部 30 と計時部 40 の構成と動作の説明）

続いて、環境情報計測部 30 と計時部 40 の構成と動作について説明する。

図 3 は、環境情報計測部 30 と計時部 40 の構成例を示す図である。図 3 (A) に示すように、環境情報計測部 30 は、スイッチ SW1 (31) 及び SW2 (32) と、電源部 20 により生成された電源（電圧 V_{cc} ）により充電されるコンデンサ C (33) と、温度に応じて抵抗値が変化する温度センサであるサーミスタ R_{SM} (34) と、電源電圧を分圧する抵抗 R1 (38) 及び R2 (39) を備える。

このコンデンサ C (33) と、サーミスタ R_{SM} (34) とを含んで構成される回路網により検出部 35 が形成される。

また、スイッチ SW1 (31) 及び SW2 (32) は、実際には、MOS トランジスタやアナログスイッチ等で構成される半導体スイッチである。

また、計時部 40 は、コンパレータ 46 と、カウンタ 47 と、基準クロック発生回路 47 A と、を備える。コンパレータ 46、カウンタ 47、及び基準クロック発生回路 47 A は、コンデンサ C の放電開始から、コンデンサ C の充電電位が基準電圧 V_{ref} に至るまでの時間を計測（計時）する。

【0036】

この図において、スイッチ SW1 は、一端がコンデンサ C の正極端子に接続され、他端が電源線 $V+$ を通して電源部（電圧 V_{cc} ）20 の正極端子に接続される。スイッチ SW2 は、一端がコンデンサ C の正極端子に接続され、他端がコンパレータ 46 の非反転入力端子 $V_{in}(+)$ に接続される。また、温度センサとなるサーミスタ R_{SM} は、一端がコンパレータ 46 の非反転入力端子 $V_{in}(+)$ に接続され、他端が電源線 $V-$ を通して電源部 20 の負極端子に接続される。また、コンデンサ C の負極端子が電源線 $V-$ を通して電源部 20 の負極端子に接続される。

【0037】

抵抗 R1 は、一端が電源線 $V+$ に接続され、他端がノード N1 を通して抵抗 R2 の一端に接続され、抵抗 R2 の他端は、電源線 $V-$ に接続されている。したがって、ノード N1 は、電源部 20 の出力電圧 V_{cc} の抵抗分圧点となる。また、このノード N1 は、コンパレータ 46 の反転入力端子 $V_{in}(-)$ に接続される。また、コンパレータ 46 の出力側はカウンタ 47 の計数制御端子 a に接続されている。また、カウンタ 47 のクロック入力

端子 b は基準クロック発生回路 47 A の出力端子に接続されており、このクロック入力端子 b に基準クロック発生回路 47 A から基準クロック CLK が入力される。

【0038】

上記、サーミスタ R_{SM} は、例えば、環境情報計測装置 1 の装着面（温度測定対象箇所への装着面）側に露出されるようにして配置される。そして、環境情報計測装置 1 は、このサーミスタ R_{SM} が温度監視対象箇所（例えば、き電線 101 とき電を接続する圧着スリーブ 101 a の表面）にシリコンゴムコンパウンド（電気絶縁性と熱伝導性を高めるためのシリコンゴムコンパウンド）あるいはシリコングリース等を介して密着するようにして固定される。なお、サーミスタ R_{SM} を環境情報計測装置 1 の本体から分離し、信号線を介して引き出せるように構成し、サーミスタ R_{SM} を単体で温度監視対象箇所に固定するようによい。

10

【0039】

以下、図 3 (A) 及び図 3 (B) を参照して、環境情報計測部 30 の動作について説明する。なお、この図の説明において、電源部 20 から環境情報計測部 30 に電源電圧 V_{cc} （充電開始電圧）が供給可能な状態にあるものとする。

【0040】

この状態において、制御部 2 からの制御指令により、スイッチ SW1 を閉にし、SW2 を開にすることにより、コンデンサ C を電源電圧 V_{cc} に充電する（図 3 (B) の時刻 t_0 の状態）。次に、同じく制御部 2 からの制御指令により、スイッチ SW1 を開にし、SW2 を閉にすることにより、コンデンサ C に蓄積された電荷を、サーミスタ R_{SM} を通して放電する。コンデンサ C の充電電圧は次第に低下し、時刻 t_1 において、基準電圧 V_{ref} に等しくなる。そして、コンデンサ C の充電電圧が基準電圧 V_{ref} 以下となった際にコンパレータ 46 の出力信号 V_{out} が H 状態（コンパレータへの電源供給電圧 $V+$ 相当の電位）から L 状態（コンパレータへの電源供給電圧 $V-$ 相当の電位）に反転する。

20

【0041】

カウンタ 47 は、制御部 2 からの制御指令により、コンデンサ C の放電開始からコンパレータ 46 の出力信号が H 状態から L 状態に遷移するまでの時間 t_d の間、基準クロック発生回路 47 A から出力される基準クロック CLK を計数する。このように、環境情報計測部 30 では、コンデンサ C の放電開始からコンパレータ 46 が動作するまで時間（基準クロック数）をカウントすることにより温度を時間に変換して測定している。

30

【0042】

例えば、サーミスタ R_{SM} は、図 6 に示すように、温度が上昇するに従い、その抵抗値が減少する。したがって、温度が上昇するに従い、コンデンサ C の充電電荷の放電速度が早くなり、カウンタ 47 で計数される基準クロックの数が減少する。このように、カウンタ 47 で計数される基準クロックの数を基に、サーミスタ R_{SM} の温度（すなわち、温度測定対象箇所の温度）を測定することができる。

なお、図 3 (A) に示す環境情報計測部 30 の回路構成を採用した背景と、図 3 (B) に示される数式等については、後述する。

【0043】

また、図 4 は、環境情報計測装置 1 の全体の動作を説明するための図である。なお、この例では、環境情報収集装置（タグリーダ）51 が環境情報計測装置（RFID タグ）1 に遠方から次第に接近し、環境情報収集装置（タグリーダ）51 と環境情報計測装置（RFID タグ）1 とが互い交信可能な距離に接近した状態において、環境情報収集装置 51 が環境情報計測装置 1 から温度データを受信する例を示している。以下、図 4 を参照して、環境情報計測装置 1 の動作について説明する。

40

【0044】

タグリーダ（環境情報収集装置）51 は、環境情報計測装置（RFID タグ）1 に対して、温度情報の送信を要求する信号を電波により送信しつつ（ステップ S11）、環境情報計測装置 1 に接近する。環境情報計測装置 1 は、環境情報収集装置 51 から送信される電波を受信し（ステップ S21）、電源部 20 により、この受信した電波により得られる

50

電力から電源（直流電源）を生成する。なお、この電源の電圧は、環境情報収集装置 5 1 が環境情報計測装置 1 に接近するにつれて増大する。

【0045】

そして、電源部 20 では、生成した電源の電圧を電源電圧検出部 22 A により検出し（ステップ S 22）、図 5（A）に示すように所定の閾値電圧 V_{th1} 以上になったことを検出した場合に、環境情報収集装置 5 1 からの電波を受信検出したことを制御部 2 に通知する。その後、電源電圧が増大し、電源電圧が図 5（A）に示すように所定の閾値電圧 V_{th2} 以上になったことを検出した場合（充電開始電圧に到達したことを検出した場合）に、これを制御部 2 に通知する。

【0046】

制御部 2 では、電源電圧が所定の閾値電圧 V_{th2} 以上になったことを検出した場合に、環境情報計測部 30 中のスイッチ S W 1 を閉、スイッチ S W 2 を開にすることにより、コンデンサ C を、電源電圧により充電する（ステップ S 23）。そして、所定の時間の経過後、すなわちコンデンサ C への充電が完了した後に、制御部 2 は環境情報計測部 30 内のスイッチ S W 1 を開、スイッチ S W 2 を閉にすることにより、サーミスタ R_{SM} を通して、コンデンサ C に充電された電荷の放電を開始する（ステップ S 24）。

【0047】

制御部 2 は、コンデンサ C の放電を開始するとともに、カウンタ 47 を起動し、このカウンタ 47 により基準クロック C L K の計数を開始させる（ステップ S 25）。そして、コンデンサ C の放電に伴い、コンデンサ C の電位が基準電圧 V_{ref} 以下になったか否かをコンパレータ 46 により検出する（ステップ S 26）。そして、コンデンサ C の充電電位が基準電圧 V_{ref} 以下になったことが検出された場合に（ステップ S 26：Yes）、制御部 2 は、カウンタ 47 の計数動作を停止させるとともに、カウンタ 47 の計数値のデータを、時間に変換した温度計測データとして環境情報収集装置 5 1 に送信する（ステップ S 27）。環境情報収集装置 5 1 では、環境情報計測装置 1 から温度計測データを受信し（ステップ S 12）、この温度データを保存するとともに、ディスプレイ装置等に表示する。

上記手順により、環境情報計測装置 1 が温度測定対象箇所の温度を測定し、環境情報収集装置（タグリーダ）5 1 は、環境情報計測装置 1 で測定された温度計測データを自動的に収集することができる。このため、温度測定対象箇所が多数ある場合においても容易かつ自動で温度計測データを収集することができる。

【0048】

（温度計測部の回路構成についての補足説明）

上述したように、環境情報計測部 30 は、スイッチ S W 1 と S W 2、コンデンサ C、サーミスタ R_{SM} 、及び抵抗 R 1、R 2 を備え、計時部 40 は、コンパレータ 46、カウンタ 47、基準クロック発生回路 47 A を備える。このように、環境情報計測装置 1 では、環境情報計測部 30 と計時部 40 とを組み合わせることで、温度を時間に変換して計測するようにしている。このような回路構成にした理由は、環境情報計測装置 1 では R F I D タグを利用しており、この R F I D タグにおいては、タグリーダから受信した電波を基に電源を生成するために、低消費電力の回路が必要とされるためである。この点について補足して説明しておく。

【0049】

温度センサにはいくつかの種類が存在し、動作原理で分類すると、熱電対、P N 接合ダイオード、赤外線型、サーミスタなどがある。このうち、熱電対は異種の金属をリング状に接合したときに、二つの接点の温度が異なるときに流れる電流を利用したものである。この方式ではどちらかの接点を測定対象に、もう一方の接点を温度が既知な場所に設置する必要があり、本発明で対象としている R F I D タグに用いるには適していない。

また、P N 接合ダイオードを用いる方法は、ダイオードの順方向降下電圧の温度依存性を利用したものであり、I C、L S I 中のシリコンダイオードをそのまま温度センサとして使うことができるが、その感度は $1\text{ mV} /$ 程度であり、またダイオードに流す電流を

10

20

30

40

50

一定にする必要があり、取り扱いが難しい。また、赤外線型は、物体が放射する赤外線の量を検出するものであるが、大きさ、消費電力の面からRFIDタグに内蔵するには適さない。

【0050】

一方、サーミスタは温度より抵抗率が変化する材料を用いた抵抗で、温度に対する低効率の変化係数が負の値を示すNTC (Negative Temperature Coefficient) は、変化係数が正の値を示すものと比べると比較的線形性が良いのでよく用いられている。また、高精度のものも製造可能であり、所望の精度で温度を計測することが可能である。また、抵抗値も100k程度までなら製造が容易である。なお、低消費電力型の温度センサの一例として、図3にサーミスタの温度特性の例を示したが、このサーミスタの消費電力は、 $12.5 \mu\text{W}$ ($2.5 \text{V} \times 5 \mu\text{A}$) と、低消費電力である。

10

【0051】

ところで、サーミスタを含め、温度センサから得られる情報は、アナログ値であるので、これをデジタル信号に変換する必要がある。そのために、一般的には、アナログ・デジタル (AD) コンバータを用いる。ADコンバータの内部では、2つの入力信号の電圧の大小を比較してその結果をデジタル信号で出力するコンパレータを用いるものが多い。しかしながら、一般にADコンバータの消費電力は、RFIDタグに用いるには非常に大きく、低消費電力型のADコンバータでも数百 μW 程度である。このためADコンバータをRFIDタグに内蔵させることは困難である。

20

【0052】

そこで、ADコンバータから出力される信号は、シリアルもしくはパラレルのデジタル信号であるが、本実施形態において必要とされる情報を考えると、必ずしもアナログ信号を逐次デジタル信号にする必要がない。そこで、RC放電回路と、コンパレータと、カウンタとを用いることにより、温度を時間に変換したデジタル量として、温度計測データを得ている。すなわち、図3で示した回路構成を採用している。

【0053】

図3で示したように、最初にスイッチSW1を閉、スイッチSW2を開にし、コンデンサCを電源電圧 V_{cc} で充電しておく。そして、測定開始とともに、制御部2により、スイッチSW1を開、スイッチSW2を閉に切り替えて、コンデンサCの充電電荷を、サーミスタ R_{SM} を通じて放電させる。このとき、コンデンサCの電圧が基準電圧 V_{ref} 以下になるまでの時間を計測する。このとき、抵抗 R_1 と R_2 を使って電源電圧 V_{cc} を分圧して、基準電圧 V_{ref} を作成すると、放電開始から基準電圧 V_{ref} に達するまでの放電時間は電源電圧の大きさに関係なくなる。すなわち、放電電圧 $V_{in}(t)$ を式(1)として示す。

30

【0054】

【数1】

$$V_{in}(t) = V_{cc} e^{-\frac{t}{R_{SM}C}} \dots (1)$$

40

【0055】

式(1)に示された放電電圧 $V_{in}(t)$ は、電源電圧 V_{cc} と、時定数($R_{SM}C$)とにより、一次応答関数として示される。また、基準電圧 V_{ref} は、抵抗 R_1 と R_2 から式(2)として示される。

【0056】

【数 2】

$$V_{ref} = \gamma \cdot V_{cc} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{cc} \quad \dots (2)$$

【0057】

式(2)において、 γ は分圧比を示す。

式(2)から、放電電圧 $V_{in}(t)$ が、基準電圧 V_{ref} 以下になるまでの時間 t_d を求めると、時間 t_d は、式(3)として示される。

【0058】

【数 3】

$$t_d = \ln(\gamma) R_{SM} C \quad \dots (3)$$

【0059】

これにより、時間 t_d は、サーミスタの抵抗値 R_{SM} とコンデンサの静電容量 C と分圧比によって示すことができ、電源電圧 V_{cc} に依存していないことがわかる。よって、この回路を用いることにより、測定した温度を時間に変換することが可能になる。

さらに、この回路から出力される信号を、RFIDタグ(環境情報計測装置1)からタグリーダ(環境情報収集装置51)への応答信号として直接利用することも可能である。

例えば、RFIDタグがタグリーダにデータの返信を開始すると同時に温度計測を開始する。つまり、制御部2は、スイッチSW1及びSW2を切り替えて、コンデンサCの放電を開始させる。そして、RFIDタグは、放電電圧 $V_{in}(t)$ が基準電圧 V_{ref} に達してコンパレータの出力が反転するまで、例えば「0」を、コンパレータの出力が反転後に「1」を送信する。タグリーダは、RFIDタグからのデータを復調し、データに含まれる「0」の数をカウントすることで、RFIDタグが測定した温度を算出することが可能となる。

【0060】

また、この環境情報計測部30では、低い電源電圧で動作し、低消費電力型のアナログスイッチ素子を用いる。現在、入手可能なものとしては、例えば、「動作可能電源電圧範囲：1.8V～5.5V」、「消費電力：1μW」、「動作周波数帯域：250MHz」の仕様のあるものがある。上記のアナログスイッチと、抵抗 R_1 、 R_2 に数Mの抵抗を用いたとすると、この回路の消費電力を1μW程度に抑えることができる。

このように、本実施形態の環境情報計測装置1は、RFIDタグを用いて通信するため低消費電力かつ簡単な回路構成が要求される。そのため、環境情報計測部30を図3に示したような回路構成としている。

【0061】

なお、本実施形態では、コンデンサCを予め充電しておき、コンデンサCから放電する際の電圧の変化を検出するようにしている。環境情報計測装置1の電源は、RFIDタグによって、受信した電波に基づいて電力を生成する電源部から供給されるものである。このため、当該電源は通常の電源と異なり、受信した電波の受信電界強度によって変化する不安定な電源である。仮に、コンデンサCを充電する際の電圧の変化を検出しようとした場合には、電波の受信電界強度による変化によって電源電圧が変化して、充電電圧が安定しないため、測定の際に誤差が生じる可能性がある。したがって、本実施形態では、コンデンサCからの放電時の電圧を使用することにより、測定精度を向上させている。

【0062】

(倍電圧整流回路21の構成例の説明)

また、ここで、前述した倍電圧整流回路21の構成例について説明する。

10

20

30

40

50

図7は、倍電圧整流回路21の構成例を示す図である。図7に示す倍電圧整流回路21は、ダイオードとコンデンサを組み合わせた昇圧整流回路が多段に積み重ねられたコッククロフト・ウォルトン回路（以下「CW回路」と略称する）で構成される回路であり、周知の構成ものである。この倍電圧整流回路21は、対称形3段CW回路に対して、アンテナの入力インピーダンスを接続した例である。図7において、ショートスタブ（Short-stub）はアンテナと回路を整合させるために用いる。ショートスタブは、その長さによって正負のリアクタンス値を取るため、実際には長さを変化させて負荷電圧を最大にするように調節する。アンテナとして半波長ダイポールアンテナやミアンダアンテナを用いることができる。

【0063】

（本発明の環境情報計測装置を用いた温度計測システムについての説明）

図8は、本発明による環境情報計測装置と環境情報収集装置から成る温度計測システムの構成例を示す図である。同図においては、線路に沿って直列に繋がる複数のき電線101（101A、101B、及び101C）の各温度計測対象箇所（き電線の接続点）に環境情報計測装置1（1A、1B、1C）が装着された例を示している。また、環境情報収集装置（タグリーダ）51は、線路上を走行する電車50内に設備されている。

この環境情報収集装置51には、環境情報計測装置（RFIDタグ）1に対して、RFIDシステムによる無線信号を用いて通信を行うタグリーダの機能が搭載されている。この環境情報収集装置51は、アンテナ52、表示部53、操作スイッチ群54によって構成されている。表示部53は液晶ディスプレイ等である。操作スイッチ群54は押釦ボタン型スイッチ等で構成される。

【0064】

各環境情報計測装置1（1A、1B、1C）は、電車50が移動して環境情報収集装置51が接近したときに、環境情報収集装置51から送信された無線信号の電波を受信する。そして、環境情報収集装置51からの電波を受信できた環境情報計測装置1（1A、1B、1C）は、電源部20により、この受信した電波により得られる電力から電源（直流電源）を生成する。各環境情報計測装置1は、生成した電源によって起動する。そして、起動した環境情報計測装置1では、き電線101の温度を計測し、測定した温度計測データを、識別ID情報（RFIDの識別情報）とともに環境情報収集装置51に送信する。

【0065】

図8に示す例では、最初に、環境情報収集装置51と環境情報計測装置1Aとが接近し、環境情報収集装置51が環境情報計測装置1Aから温度計測データを受信する。次に、環境情報収集装置51と環境情報計測装置1Bとが接近し、環境情報収集装置51が環境情報計測装置1Bから温度計測データを受信する。続いて、環境情報収集装置51と環境情報計測装置1Cとが接近し、環境情報収集装置51が環境情報計測装置1Cから温度計測データを受信する。

【0066】

環境情報収集装置51では、各環境情報計測装置1（1A、1B、1C）から送信される温度計測データを受信するごとに、受信した温度計測データ及び関連情報（例えば、RFIDの識別情報）を、表示部53の液晶ディスプレイに表示する。この温度計測データは、数値表、グラフ等として表示され、温度測定対象箇所の温度が正常範囲にあるか否かが判定される。また、判定結果を基に警報信号を生成し、異常の対策に役立てることができる。また、環境情報収集装置51で受信した各温度計測データは、環境情報計測装置1の識別ID情報と、計測日時情報とともに、温度経過データとして保存される。

【0067】

このように、本発明の温度計測システムでは、環境情報収集装置51を各環境情報計測装置1（1A、1B、1C）に接近させるだけで、各環境情報計測装置1（1A、1B、1C）から温度計測データを自動的に収集することができる。このため、温度計測対象箇所が多数ある場合においても、き電線101の接続点の良否を容易に判定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

[第 2 実施形態]

本実施形態では、図 3 を参照し、環境情報として気圧を検出する場合について示す。

第 1 実施形態における検出部 3 5 において、符号 3 4 をサーミスタ $R_{S M}$ として説明したが、符号 3 4 をひずみゲージを備える気圧センサに代えることにより、気圧を検出する構成を第 1 実施形態と同様に構成することができる。

ひずみゲージ（ストレインゲージ）は、弾力性のある絶縁体の上に薄い抵抗体を取り付けた構造になっており、絶縁体が変形すると、抵抗体が伸縮し、その抵抗値が変化する。これを温度センサのサーミスタと置き換えることにより、ひずみ、変位、荷重を測定することができる。また、ひずみゲージを気圧センサに適用することも可能である。

ひずみゲージを適用させた気圧センサでは、内部を真空にした金属密閉容器が、気圧の大小に応じて収縮し、その変位量をひずみゲージによって検出する。これを上記温度センサ回路のサーミスタと置き換えることで気圧センサとすることができる。

このような構成とすることにより、気圧を検出することが可能になる。

【 0 0 6 9 】

あるいは、コンデンサの片側の電極が気圧によって変位するようにすることで、気圧に応じて、コンデンサの静電容量を変化させることができる。このようなコンデンサを、検出部 3 5 におけるコンデンサ 3 3 に適用することで気圧を測定することができる。

【 0 0 7 0 】

[第 3 実施形態]

本実施形態では、図 3 を参照し、環境情報として湿度を検出する場合について示す。

第 1 実施形態における検出部 3 5 において、符号 3 3 を固定値の静電容量を備えるコンデンサ C として、符号 3 4 をサーミスタ $R_{S M}$ として説明したが、それぞれを、符号 3 3 を変動する静電容量を備える湿度センサ、符号 3 4 を順抵抗に代えることにより、湿度を検出する構成を、第 1 実施形態と同様に構成することができる。

【 0 0 7 1 】

湿度センサは、湿度によって静電容量が変化する誘電体を挟んで設けられた電極によって、形成されるコンデンサの構成を備えている。この湿度センサを、環境情報計測装置 1 における温度センサ回路で用いられていたコンデンサ C と置き換え、サーミスタ $R_{S M}$ の代わりに通常の抵抗に置き換えることで、環境情報計測装置 1 によって、湿度を検出することができる。湿度センサを形成する誘電体には、高分子ポリマーが用いられている。

【 0 0 7 2 】

[第 4 実施形態]

本実施形態では、図 1、図 9 を参照し、図 3 と構成の異なる環境情報計測部 3 0 A を適用する場合について説明する。

図 1 における環境情報計測部 3 0 に代え、図 9 に示す環境情報計測部 3 0 A を適用する。

（環境情報計測部 3 0 A の構成と動作の説明）

続いて、環境情報計測部 3 0 A の構成と動作について説明する。

図 9 は、環境情報計測部 3 0 A の構成例を示す図である。図 9 (A) に示すように、環境情報計測部 3 0 A は、スイッチ SW 1 (3 1 A) 及び SW 2 (3 2 A) と、電源部 2 0 により生成された電源（電圧 V_{CC} ）により充電されるコンデンサ C (3 3) と、温度に応じて抵抗値が変化する温度センサであるサーミスタ $R_{S M}$ (3 4) と、抵抗 R 3 (3 7) と、電源電圧を分圧する抵抗 R 1 (3 8) 及び R 2 (3 9) を備える。

【 0 0 7 3 】

このコンデンサ C (3 3) と、サーミスタ $R_{S M}$ (3 4) と、抵抗 R 3 (3 7) を含んで構成される回路網により検出部 3 5 A が形成される。

また、スイッチ SW 1 (3 1 A) 及びスイッチ SW 2 (3 2 A) を含んで構成されるスイッチ部 3 6 が形成される。このスイッチ部 3 6 は、実際には、MOS トランジスタ等で構成される半導体スイッチであり、あるいは、CMOS デジタル回路であってもよい。例

10

20

30

40

50

えば、CMOSデジタル回路は、インバータ回路である。このような、スイッチ部36は、high(ハイ)レベル/low(ロウ)レベルの信号を出力する切り替えスイッチとみなすことができる。つまり、スイッチSW1(31A)及びスイッチSW2(32A)における接続状態と開放状態が、互いに相補の関係が保たれることから、スイッチ部36は、high(ハイ)レベルとlow(ロウ)レベルの信号のいずれか一方の信号を出力する。

【0074】

この図9(A)において、スイッチ部36は、出力端子が抵抗R3(37)に接続され、電源端子が電源線V+を通して電源部(電圧Vcc)20の正極端子に接続され、接地端子が電源線V-を通して電源部(電圧Vcc)20の負極端子に接続される。抵抗R3(37)は、スイッチ部36に接続されている一端に対する他端が、コンデンサCの正極端子と、コンパレータ46の非反転入力端子Vin(+)とに接続される。また、温度センサとなるサーミスタR_{SM}は、一端がコンパレータ46の非反転入力端子Vin(+)に接続され、他端が電源線V-を通して電源部20の負極端子に接続される。また、コンデンサCの負極端子が電源線V-を通して電源部20の負極端子に接続される。

10

【0075】

抵抗R1(38)は、一端が電源線V+に接続され、他端がノードN1を通して抵抗R2(39)の一端に接続され、抵抗R2(39)の他端は、電源線V-に接続されている。したがって、ノードN1は、電源部20の出力電圧Vccの抵抗分圧点となる。また、このノードN1は、コンパレータ46の反転入力端子Vin(-)に接続される。また、コンパレータ46の出力側はカウンタ47の計数制御端子aに接続されている。また、カウンタ47のクロック入力端子bは基準クロック発生回路47Aの出力端子に接続されており、このクロック入力端子bに基準クロック発生回路47Aから基準クロックCLKが入力される。

20

なお、スイッチ部36は、制御部2(図1)から供給される制御指令に応じて出力端子に出力する電圧を切り替える。

【0076】

以下、図9(A)及び図9(B)を参照して、環境情報計測部30Aの動作について説明する。

図9(B)は、環境情報計測部30Aの動作を示すタイミングチャートである。この図9(B)において、縦軸が各信号の電圧を示し、横軸が時間の経過を示す。この図に示される信号波形において、制御部2からの制御指令に応じてスイッチ部36が検出部35Aに供給する入力パルスをVin、コンデンサCの電位をV_c、電源と固定抵抗(抵抗R1とR2)によって作られる基準電位をV_{ref}、コンパレータの出力をV_{out}としている。t_{on}は、コンデンサCの充電を開始してから時刻t2に到る期間の入力パルスがhighレベルの時間である。また、t_dはコンパレータがlowレベルを出力している時間、つまりV_c > V_{ref}となる時間である。

30

また、この図の説明において、電源部20から環境情報計測部30Aに電源電圧Vcc(充電開始電圧)が供給可能な状態にあり、コンデンサCが放電された状態にあるものとする。

【0077】

この初期状態において、制御部2からの制御指令により、スイッチ部36は、highレベルの信号を出力する。つまり、スイッチ部36において、スイッチSW1を閉にし、SW2を開にすることにより、コンデンサCの充電を開始する(図9(B)の時刻t₀の状態)。

40

この充電状態を保持することにより、コンデンサCに徐々に電荷が蓄積され、抵抗R37を介しての充電が進行する。コンデンサCの充電電圧は次第に上昇し、時刻t₁において、基準電圧V_{ref}に等しくなる。そして、コンデンサCの充電電圧が基準電圧V_{ref}以上となった際にコンパレータ46の出力信号V_{out}がL状態(コンパレータへの電源供給電圧V-相当の電位)からH状態(コンパレータへの電源供給電圧V+相当の電位)に反転する。

50

次に、同じく制御部 2 からの制御指令により、スイッチ部 3 6 は、low レベルの信号を出力する（図 9 (B) の時刻 t_2 の状態）。つまり、スイッチ部 3 6 において、スイッチ SW 1 を開にし、SW 2 を閉にすることにより、コンデンサ C に蓄積された電荷を、サーミスタ R_{SM} を通して放電する。コンデンサ C の充電電圧は次第に低下し、時刻 t_3 において、基準電圧 V_{ref} に等しくなる。そして、コンデンサ C の充電電圧が基準電圧 V_{ref} 以下となった際にコンパレータ 4 6 の出力信号 V_{out} が H 状態（コンパレータへの電源供給電圧 V_+ 相当の電位）から L 状態（コンパレータへの電源供給電圧 V_- 相当の電位）に反転する。

【0078】

上記の充放電の制御に並行して、カウンタ 4 7 は、制御部 2 からの制御指令により、基準クロック発生回路 4 7 A から出力される基準クロック CLK を計数する。カウンタ 4 7 は、コンデンサ C の充電開始（時刻 t_0 ）からコンパレータ 4 6 の出力信号が H 状態から L 状態に遷移する時刻 t_1 までの時間 t_{d1} 、コンデンサ C の充電開始（時刻 t_0 ）から放電を開始（時刻 t_2 ）するまでの時間 t_{on} 、コンデンサ C の放電開始（時刻 t_2 ）からコンパレータ 4 6 の出力信号が L 状態から H 状態に遷移する時刻 t_3 までの時間 t_{d2} についてそれぞれ測定する。

このように、環境情報計測部 3 0 A では、制御部 2 からの制御指令と、コンパレータ 4 6 の出力状態とに応じて、コンパレータ 4 6 の出力状態が L 状態を示す時間（基準クロック数）をカウントすることにより温度を時間に変換して測定している。

【0079】

このように、この環境情報計測部 3 0 A は、検出した温度に基づいて時間を示す情報に変換する。環境情報計測部 3 0 A は、変換された情報を RFID タグからタグリーダへの返信信号に直接利用することができる。

また、基準電位が、抵抗によって電源電圧を分圧して生成されると仮定すると、コンパレータにより判定された結果は、電源電圧の変動に依存して変化しなくなる。なお、実験回路のコンパレータ 4 6、National Semiconductor 社製 LPV7215（商標）を用いている。このコンパレータは、電源電圧を 2V（ボルト）にして動作させた場合の消費電力が $1.2 \mu W$ （マイクロワット）と極めて小さく、この環境情報計測部 3 0 A（センサ回路）の低消費電力化に貢献できる。

【0080】

（検出部の動作モデル）

検出部 3 5 A は、コンデンサ C の充電時と放電時とにおいて異なる動作モデルを用いることにより、応答特性の説明を簡略化することができる。

図 10 は、検出部 3 5 A を等価回路で示した動作モデルを示す図である。

最初に、図 10 (A) を参照し、充電時の動作モデルについて説明する。

制御部 2 からの制御指令により、スイッチ部 3 6 から供給される入力信号（入力パルス）が high レベルであるとき、これを電源とみなすと、コンパレータ 4 6 の非反転入力端子に接続されている回路は、図 10 (A) に示す回路に変換することができる。

【0081】

この等価回路の過渡応答 $V_c(t)$ は、式 (4) として示すことができる。

【0082】

【数 4】

$$V_c(t) = \frac{R_{SM} V_{high}}{R_3 + R_{SM}} \left\{ 1 - \exp \left(- \frac{R_3 + R_{SM}}{CR_3 R_{SM}} t \right) \right\} \dots (4)$$

【0083】

この式 (4) を解くことにより、入力信号 V_{in} が high レベルになってから、 $V_c(t) = V_r$ 。

t_f となるまでの時間 t_{d1} は、式(5)として示すことができる。

【0084】

【数5】

$$t_{d1} = -\frac{CR_3R_{SM}}{R_3 + R_{SM}} \ln \left(1 - \frac{R_3 + R_{SM}}{R_a V_{high}} V_{ref} \right) \dots (5)$$

【0085】

10

続いて、図10(B)を参照し、放電時の動作モデルについて説明する。

制御部2からの制御指令により、スイッチ部36から供給される入力信号(入力パルス)がlowレベルであるとき、これを接地しているとみなすと、コンパレータ46の非反転入力端子に接続されている回路は、図10(B)に示す回路に変換することができる。

【0086】

この等価回路の過渡応答 $V_c(t)$ は、式(6)として示すことができる。

【0087】

【数6】

$$V_c(t) = V_c(t_{on}) \exp \left(-\frac{R_3 + R_{SM}}{CR_3R_{SM}} t \right) \dots (6)$$

20

【0088】

なお、放電開始時には、コンデンサCは、 $V_c(t_{on})$ として示される電圧に充電されているとしている。したがって、この式(6)を解くことにより、入力信号 V_{in} がlowレベルになってから、 $V_c(t)$ が $V_c(t_{on})$ から減少し、 $V_c(t) = V_{ref}$ となるまでの時間 t_{d2} は、式(7)として示すことができる。

【0089】

30

【数7】

$$t_{d2} = -\frac{CR_3R_{SM}}{R_3 + R_{SM}} \ln \frac{V_{ref}}{V_c(t_{on})} \dots (7)$$

【0090】

また、図9(B)に示したように、時間 t_d は、式(8)として示すことができる。

【0091】

【数8】

40

$$t_d = t_{on} - t_{d1} + t_{d2} \dots (8)$$

【0092】

すなわち、式(5)、(7)、(8)に基づいて、時間 t_d の理論値を計算することができる。

【0093】

図11を参照し、上記に示した各式に基づいて導かれた時間 t_d の理論値について示す。

式(5)、(7)、(8)を用いて、試作に用いたサーミスタの温度特性から時間 t_d に

50

ついて、温度ごと計算を行った。温度ごとに計算された結果をグラフ化して示す。

図 1 1 は、温度ごとに計算された結果を示す図である。

この図 1 1 の縦軸は、時間 t_d を示し、横軸は、温度を示す。

このグラフに示されるように、時間 t_d の値は、温度が高くなるにしたがって単調に減少し、温度と時間 t_d の値が一对一に対応することが示されている。

本実施形態に示した環境情報計測部 3 0 A の構成を、図 1 0 に示した等価回路と、そのモデルに基づいた式 (4) から式 (8) の演算式よってモデル化することにより、温度の計測が可能となる。

【 0 0 9 4 】

続いて、上記の理論値の妥当性を評価するために、環境情報計測部 3 0 A を用いて実測した温度と上記の理論値とを比較した結果を示す。

図 1 2 は、環境情報計測部 3 0 A を用いて測定した温度の実測値と理論値とを比較する図である。

この図 1 2 の縦軸は、時間 t_d を示し、横軸は、温度を示す。

この図 1 2 に示された結果から、測定温度の実験値 (図中「 x 」印) と理論値 (図中に実線で示すグラフ) とは概ね一致しており、この環境情報計測部 3 0 A の構成によって、温度の計測が行えることが示されている。

またこの評価に用いた構成においては、制御部 2 と境情報計測部 3 0 A とを駆動して温度の計測を行う場合、合計 8 W (ワット) の消費電力に省電力化することが可能である。

【 0 0 9 5 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、ここで本発明と上記実施形態との対応関係について補足して説明しておく。上記実施形態において、本発明における環境情報計測装置は、環境情報計測装置 1 が対応する。また、本発明における通信部は、通信部 1 0 が対応し、本発明における電源部は電源部 2 0 が対応する。また、本発明における環境情報検出部は、検出部 3 5、3 5 A (サーミスタ $R_{S M}$ (3 4) とコンデンサ C (3 3) を有する) が対応し、本発明における計時部は、計時部 4 0 (コンパレータ 4 6 及びカウンタ 4 7 等で構成される部分) が対応する。また、本発明における第 1 のスイッチは、スイッチ $S W 1$ (3 1) が対応し、本発明における第 2 のスイッチは、スイッチ $S W 2$ (3 2) が対応する。また、本発明における環境情報は、環境情報計測装置 1 で計測された温度測定対象箇所の温度計測データが対応する。

【 0 0 9 6 】

(1) そして、本発明の実施形態によれば、環境情報計測装置 1 は、受信した電波に基づいて、負荷に供給する電源の電力を生成する電源部 2 0 と、検出した環境に応じてインピーダンスが変化する回路素子又は静電容量が変化する回路素子のうちいずれかを備える検出部 3 5 を有しており、検出部 3 5 において形成される回路網の応答特性に応じて変化する信号を出力する環境情報検出部 3 0 と、その変化する信号の電圧が、計測開始から予め定められる検知電圧に達するまでの時間を計測する計時部 (コンパレータ 4 6 及びカウンタ 4 7 等) 4 0 と、環境情報検出部 3 0 の動作を制御する制御部 2 と、を備え、上記負荷には、環境情報検出部 3 0、計時部 4 0、及び制御部 2 が含まれる。

このような構成の環境情報計測装置 1 においては、電源部 2 0 は、受信した電波の電力を変換して負荷を機能させる電源の電力を生成する。環境情報検出部 3 0 は、環境に応じてインピーダンスが変化する回路素子又は静電容量が変化する回路素子のうちいずれかを備える検出部 3 5 を備える。環境情報検出部 3 0 は、検出部 3 5 において形成される回路網の応答特性に応じて変化する信号を出力する。そして、計時部 4 0 は、検出部 3 5 において形成される回路網によって生成された信号の電圧が、計測開始から予め定められる検知電圧に達するまでの時間を計測する。

これにより、測定対象箇所の環境情報、例えば、温度 (電力系統における送電線や配電線、あるいは電車線におけるき電線の接続点の温度)、湿度又は気圧を、低消費電力かつ簡単な回路構成で容易に測定できる。

【 0 0 9 7 】

10

20

30

40

50

(2) また、上記実施形態において、環境に応じて生成された計測データを要求に応じて送信する通信部 10 を備える。

このような構成の環境情報計測装置 1 では、環境情報検出部 30 により計測された環境情報に基づいて生成された計測データ（例えば、より正確には温度を時間した温度計測データ）を、通信部 10 により外部の装置（例えば、環境情報収集装置）に送信する。

これにより、測定対象箇所の環境情報、例えば、温度（電力系統における送電線や配電線、あるいは電車線における電線の接続点の温度）、湿度又は気圧を、低消費電力かつ簡単な回路構成で容易に測定できる効果に加えて、測定対象箇所が多数ある場合においても容易かつ自動で測定（計測データを収集）することができる。

【0098】

(3) また、上記実施形態において、制御部 2 は、生成された電源の電圧に応じて、検出部 35 に含まれる容量への充電と、計時部 40 による時間の計測とを制御する制御部 2 と、を備える。

このような構成の環境情報計測装置 1 では、制御部 2 では、生成された電源の電圧が所定の電圧（充電開始電圧）に到達した場合に、検出部 35 に含まれる容量（コンデンサ C）への充電を行う、その後、検出部 35 に含まれる容量（コンデンサ C）の放電を開始し、計時部 40 では、検出部 35 に含まれる容量（コンデンサ C）の充電電位が所定の基準値 V_{ref} に低下するまでの時間を計測する。

これにより、CR 放電回路を用いて、測定対象箇所の環境情報を時間に変換して測定することが可能になる。このため、低消費電力かつ簡易な回路で温度測定を行える。

【0099】

(4) また、上記実施形態において、制御部 2 は、生成された電源の電圧が、予め定められる所定の充電開始電圧に達した場合、充電部（コンデンサ C）への充電を開始させる。

このような構成の環境情報計測装置 1 では、電源部 20 で生成される電源電圧が所定の充電開始電圧に到達した場合に、検出部に含まれる容量（コンデンサ C）へ充電を行い、その後、検出部 35 に含まれる容量（コンデンサ C）の放電を開始する。

これにより、CR 放電回路を用いて、測定対象箇所の環境情報を時間に変換して測定することが可能になる。このため、低消費電力かつ簡易な回路で環境情報の測定を行える。

【0100】

(5) また、上記実施形態において、計時部 40 は、検出部 35 に含まれる容量（コンデンサ C）からの放電を開始してから、上記信号の電圧が上記検知電圧に低下するまでの時間を計測する。

このような構成の環境情報計測装置 1 では、電源部 20 で生成される電源電圧が所定の充電開始電圧に到達した場合に、検出部に含まれる容量（コンデンサ C）への充電を行い、その後、検出部に含まれる容量（コンデンサ C）の電荷の放電を開始し、計時部 40 では、環境情報（コンデンサ C）の充電電位が所定の基準電圧 V_{ref} に低下するまでの時間を計測する。

これにより、CR 放電回路を用いて、測定対象箇所の環境情報を時間に変換して測定することが可能になる。このため、低消費電力かつ簡易な回路で温度測定を行える。

【0101】

(6) また、上記実施形態において、環境情報検出部 30 は、電源部 20 検出部に含まれる容量（コンデンサ C）への充電を遮断するスイッチ SW1 と、検出部に含まれる容量（コンデンサ C）からの放電を遮断するスイッチ SW2 と、を備え、制御部 2 は、容量（コンデンサ C）を充電する場合に、スイッチ SW1 を接続状態にして電源部 20 から容量（コンデンサ C）への充電を行い、スイッチ SW2 を開放状態にして容量（コンデンサ C）からの放電を停止し、容量（コンデンサ C）から放電する場合に、スイッチ SW1 を開放状態にして電源部 20 から容量（コンデンサ C）への充電を停止し、スイッチ SW2 を接続状態にして容量（コンデンサ C）から放電を行う。

このような構成の環境情報計測装置 1 では、例えば、電源部 20 により容量（コンデン

10

20

30

40

50

サ C) を充電する際には、スイッチ S W 1 により電源部 2 0 と容量 (コンデンサ C) との間を接続し、スイッチ S W 2 により容量 (コンデンサ C) と温度検出部 (サーミスタ R_{S M}) との間を遮断する。そして、容量 (コンデンサ C) を放電する際には、スイッチ S W 1 により電源部 2 0 と容量 (コンデンサ C) との間を遮断し、スイッチ S W 2 により容量 (コンデンサ C) と温度検出部 (サーミスタ R_{S M}) との間を接続する。

これにより、制御部 2 によりスイッチ S W 1 とスイッチ S W 2 を制御することにより、容量 (コンデンサ C) への充電と、温度検出部 (サーミスタ R_{S M}) による放電とを容易に行うことができる。このため、低消費電力かつ簡単な回路構成で、測定対象箇所の環境情報を時間に変換して計測することができる。

【 0 1 0 2 】

(7) また、上記実施形態において、スイッチ S W 1 とスイッチ S W 2 とにおける接続状態と開放状態は、互いに相補の関係に保たれる。

このような構成の環境情報計測装置 1 では、スイッチ S W 1 とスイッチ S W 2 とを組み合わせることにより、1 つの S P D T (Single Pole Double Throw) スイッチとすることができる。また、本実施形態に示したようにスイッチ S W 1 とスイッチ S W 2 を S P D T スイッチとして機能させて、電源電圧又は基準電位のいずれかの電位を選択して出力させることができる。このようなスイッチであれば、C M O S 構造を有するデジタル回路素子 (半導体装置) に代えることが可能となる。

これにより、制御部 2 によりスイッチ S W 1 とスイッチ S W 2 を制御することにより、容量 (コンデンサ C) への充電と、温度検出部 (サーミスタ R_{S M}) による放電とを容易に行うことができる。このため、スイッチ S W 1 とスイッチ S W 2 の構成をより簡素化することができる。このため、低消費電力かつ簡単な回路構成で、測定対象箇所の環境情報を時間に変換して計測することができる。

【 0 1 0 3 】

(8) また、上記実施形態において、計時部 4 0 は、検出部 3 5 に含まれる容量から放電を開始する前に、容量 (コンデンサ C) への充電を行う過程において、信号の電圧が検知電圧に達してから、充電を停止するまでの時間を計測する。

このような構成の環境情報計測装置 1 では、計測する時間を長くすることができることから、構成を簡素化したままで、検出精度を向上させることができる。

【 0 1 0 4 】

(9) また、上記実施形態において、環境情報検出部 3 0 は、検出部 3 5 に設けられる回路素子に応じて、環境における温度、気圧又は湿度のいずれかを検出する。

このような構成の環境情報計測装置 1 では、検出部 3 5 に設けられた回路素子に応じて、環境における温度、気圧又は湿度のいずれかを検出する環境情報検出部 3 0 を構成することができる。この場合に、例えば、温度検出部 (サーミスタ R_{S M}) を設けることにより、温度を検出することができ、湿度検出部を設けることにより、湿度を検出することができ、気圧センサを設けることにより、気圧を検出することができる。

これにより、低消費電力かつ簡単な回路構成で、測定対象箇所の環境情報を時間に変換して計測することができる。

【 0 1 0 5 】

(1 0) また、上記実施形態において、環境情報検出部 3 0 は、温度測定対象である電線と熱的に結合するように設けられる。

このような構成の環境情報計測装置 1 では、温度検出部 (サーミスタ R_{S M}) が温度測定対象箇所の表面に接触するように配置される。この場合に、温度検出部 (サーミスタ R_{S M}) と温度測定対象箇所との熱的な結合 (熱導電性) と電気絶縁性を高めるために、シリコンゴムコンパウンド等を介して接触させる。

これにより、温度測定対象箇所の温度を正確に計測することができる。

【 0 1 0 6 】

(1 1) また、上記実施形態において、環境情報計測システムは、検出した環境情報に基づいて計測された情報を送信する上記のいずれかに記載の環境情報計測装置と、送信さ

10

20

30

40

50

れた情報を収集する環境情報収集装置とを備える。

このような構成の環境情報計測システムでは、環境情報収集装置 5 1 が、環境情報計測装置 1 から送信される計測データを収集して保存する。

これにより、被測定対象の温度、例えば、電力系統における送電線や配電線、あるいは電車線におけるき電線の温度を、低消費電力の回路で容易に測定できる。また、温度測定対象箇所が多数ある場合においても、容易かつ自動で温度データを測定することができる。このような温度計測方法を用いることにより、気温をはじめとする環境情報の収集に適用することが可能である。

【0107】

以上、本発明の実施形態について説明したが、上述した環境情報計測装置 1 は、RFID タグを用いて構成されており、内部にコンピュータシステムを有している。そして、上述した各部の処理過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体（ROM 等）に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。

10

【0108】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明の環境情報計測装置、及び環境情報計測システムは、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加えることができる。

例えば、実施形態 4 に示した態様に、実施形態 2 又は 3 の態様を適用することができる。これにより、測定の対象を温度測定とする場合に限定されず、様々な環境情報計測を行うことが容易となる。

20

また、本実施形態に示した構成による環境情報計測において、環境情報計測装置の構成などによる偏差を生じる場合が想定される。環境情報計測装置の構成に依存して生じる偏差について、予め特定しておくことにより、その偏差情報を補正することができる。環境情報収集装置は、環境情報収集装置に備える記憶部に、その偏差情報を予め記憶しておき、環境情報計測装置から通知された計測結果に応じて記憶部に記憶されている偏差情報を参照して、環境情報計測装置から通知された計測結果を補正することができる。

【符号の説明】

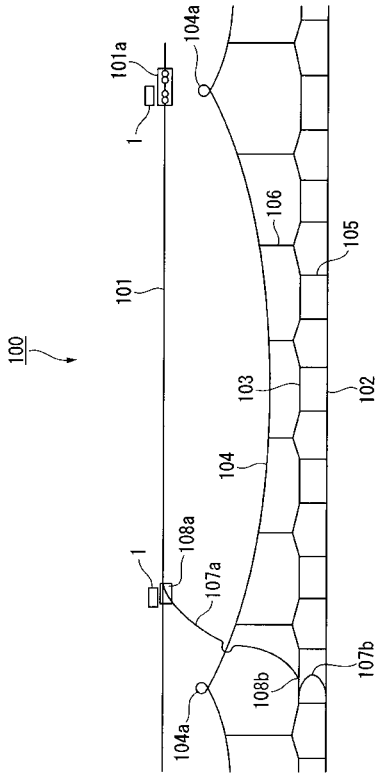
【0109】

1 ... 環境情報計測装置、 2 ... 制御部、 3 ... 記憶部、
 10 ... 通信部、 11 ... 受信部、 12 ... 送信部、 13 ... アンテナ、
 20 ... 電源部、 21 ... 倍電圧整流回路、 22 ... 充電制御部、 22A ... 電源電圧検出部、
 30、 30A ... 環境情報計測部、 31 ... スイッチ SW1、 32 ... スイッチ SW2、
 33 ... コンデンサ C、 34 ... サーミスタ R_{SM} 、 35、 35A ... 検出部、
 36、 37、 38 ... 抵抗
 40 ... 計時部、 46 ... コンパレータ、
 47 ... カウンタ、 47A ... 基準クロック発生回路、
 50 ... 電車、 51 ... 環境情報収集装置（タグリーダ）、
 52 ... アンテナ、 53 ... 表示部、 54 ... 操作スイッチ群、
 100 ... 電車線、 101 ... き電線、 101a ... き電線の接続箇所（圧着スリーブ）、
 102 ... トロリー線、 107a ... き電分岐部、 108a ... クランプ

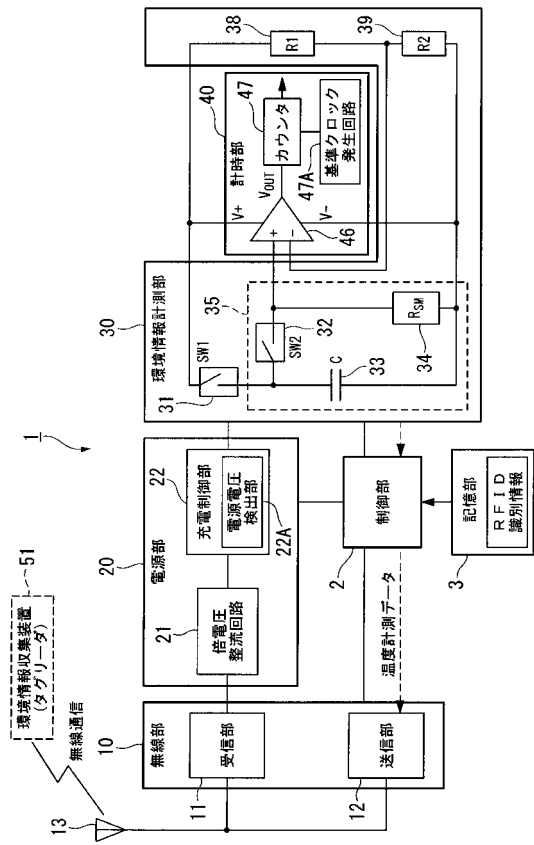
30

40

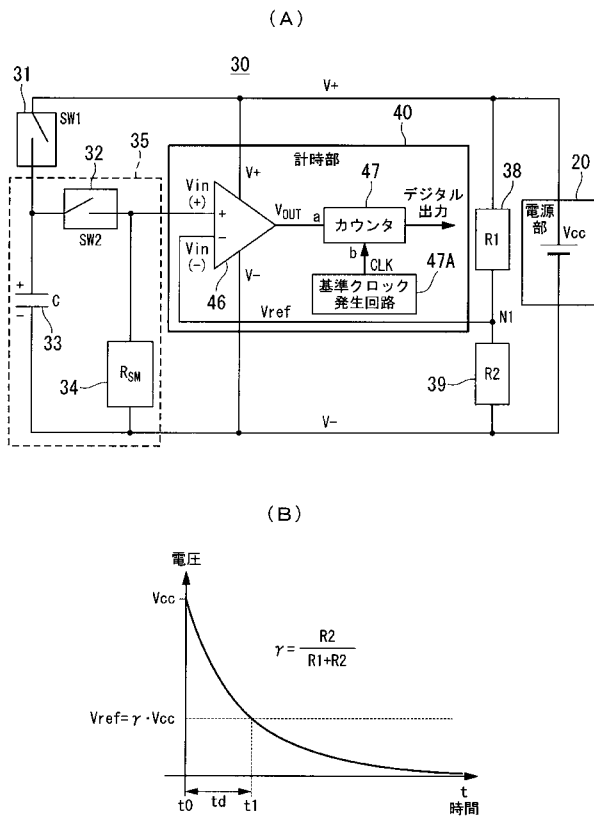
【図1】



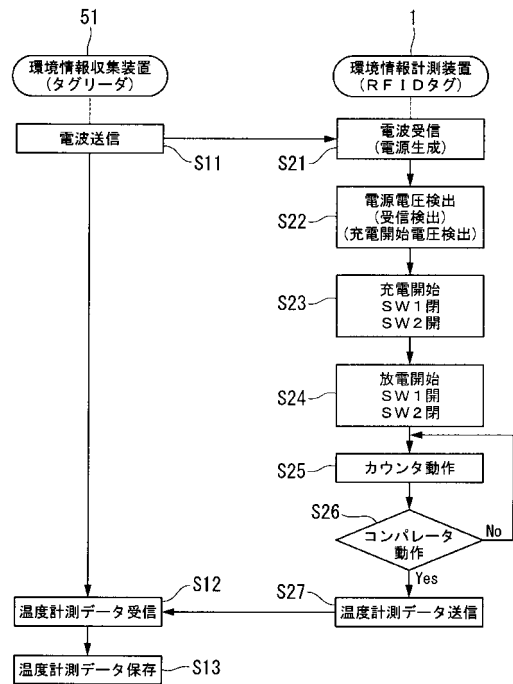
【図2】



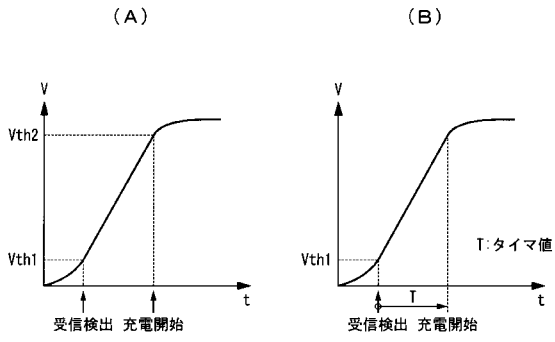
【図3】



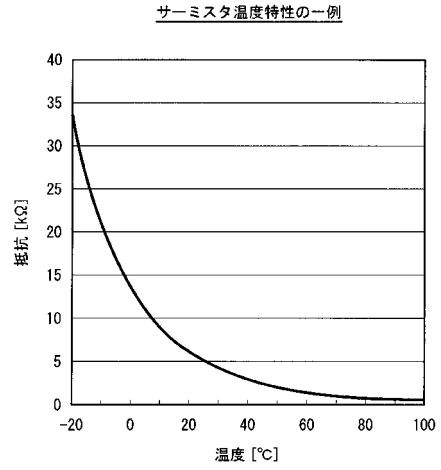
【図4】



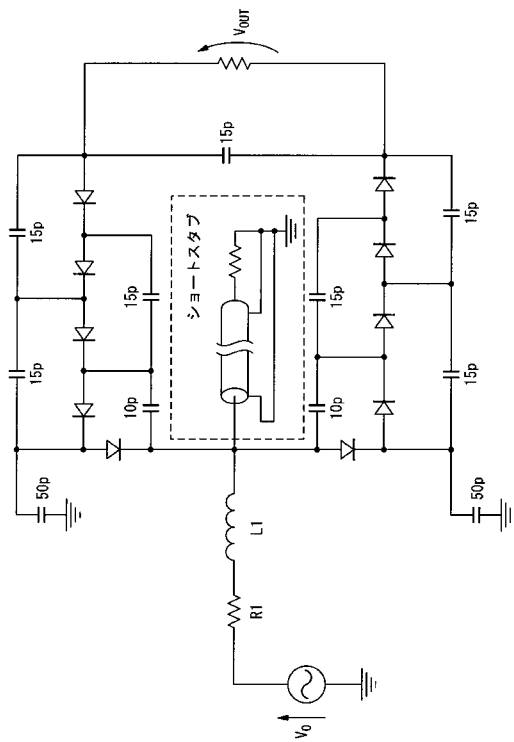
【 図 5 】



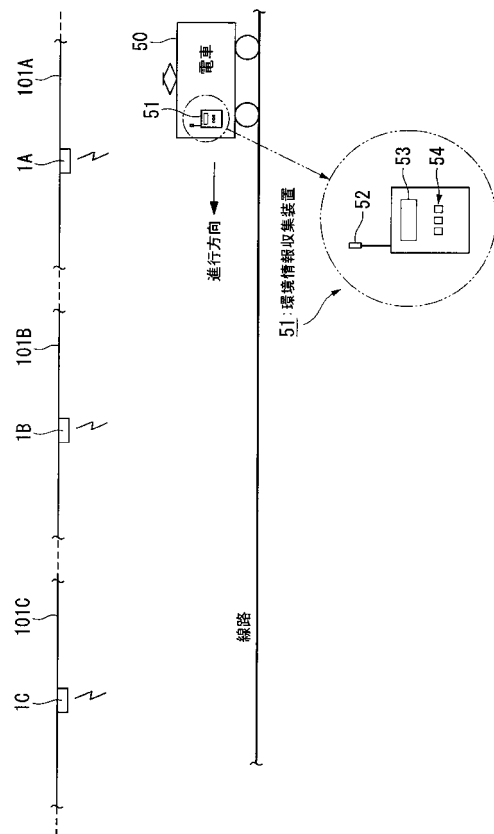
【 図 6 】



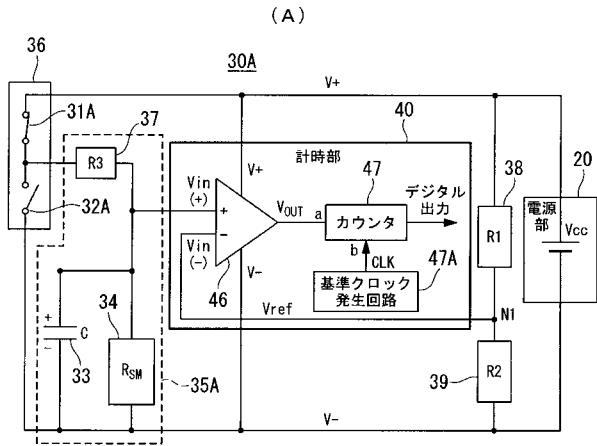
【 図 7 】



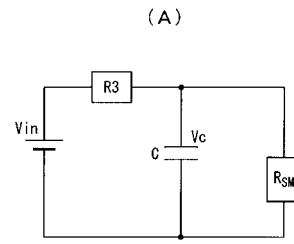
【 図 8 】



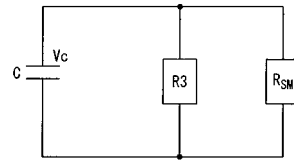
【 図 9 】



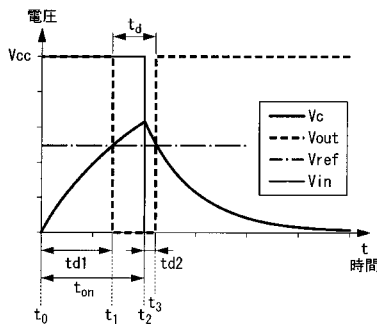
【 図 1 0 】



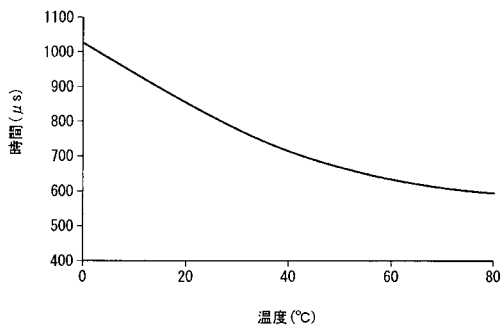
(B)



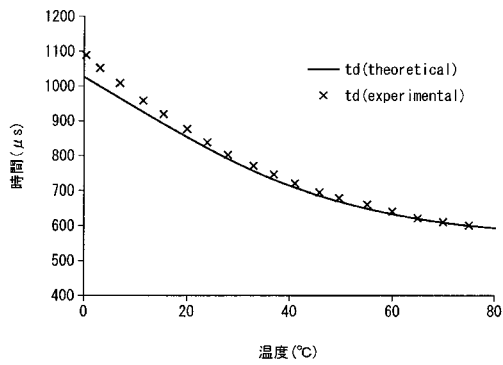
(B)



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



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 4 Q 9/00 3 0 1 A	
	G 0 1 K 1/02 E	

(74)代理人 100107836

弁理士 西 和哉

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(72)発明者 和木 浩

東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内

(72)発明者 五十嵐 一

北海道札幌市北区北14条西9丁目 国立大学法人 北海道大学 大学院情報科学研究科内

(72)発明者 渡邊 浩太

北海道札幌市北区北14条西9丁目 国立大学法人 北海道大学 大学院情報科学研究科内

(72)発明者 牧村 英俊

北海道札幌市北区北14条西9丁目 国立大学法人 北海道大学 大学院情報科学研究科内

Fターム(参考) 2F056 AE01 AE05 AE07

2F073 AA02 AA03 AA11 AA40 AB02 BB01 BC02 CC09 DE16 EE01

EE12 FF01 FG01 FG02 GG02 GG03 GG04 GG09

2F076 BA01 BA12 BD02 BD07 BD11 BD13 BE02 BE04 BE05 BE09

BE18 BE19

5K048 AA16 BA32 BA37 DB01 EB10 HA02 HA36